

ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇAMKORU DR. FUAT ADALI ARAŞTIRMA ORMANI
MÜHENDİSLİĞİ'NDEKİ *Formica rufa* L.'NİN ENVANTERİ, EKOLOJİSİ VE
HABİTATI

Bülent KAYAR

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇANKIRI
2025

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Bülent KAYAR tarafından hazırlanan “Çamkoru Dr. Fuat ADALI Araştırma Ormanı Mühendisliği’ndeki *Formica rufa* L.’nin Envanteri, Ekolojisi ve Habitatı” adlı tez çalışması 01/08/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Meriç ÇAKIR

Jüri Üyeleri :

Başkan : Doç. Dr. Meriç ÇAKIR
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Üye : Prof. Dr. Gonca Ece ÖZCAN
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Kastamonu Üniversitesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ebru GÜL
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Ersoy YILMAZ

Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum “**Çamkoru Dr. Fuat ADALI Araştırma Ormanı Mühendisliği’ndeki *Formica rufa* L.’nın Envanteri, Ekolojisi ve Habitatı**” konulu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, tezin Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nden başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve bu çalışmanın Çankırı Karatekin Üniversitesi tarafından kullanılan “Bilimsel İntihal Tespit Programıyla tarandığını, “intihal içermediğini” beyan ederim. Çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm. Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim (01/08/2025).

Bülent KAYAR

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÇAMKORU DR. FUAT ADALI ARAŞTIRMA ORMANI MÜHENDİSLİĞİ'NDEKİ
Formica rufa L.'NİN ENVANTERİ, EKOLOJİSİ VE HABİTATI

Bülent KAYAR

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Meriç ÇAKIR

Bu yüksek lisans tez çalışması, Çamkoru Dr. Fuat ADALI Araştırma Ormanı Mühendisliği sınırları içerisinde yaşayan kırmızı orman karıncası (*Formica rufa* L.) türünün envanteri, ekolojisi ve habitat özelliklerini kapsamlı şekilde incelemektedir.

Çalışmanın temel amacı, kırmızı orman karıncasının yuva dağılımını etkileyen meşcere yapısı, topoğrafik ve çevresel faktörleri ortaya koymak; yuva hacimlerini belirlemek ve bu türün orman ekosistemindeki ekolojik önemini vurgulamaktır.

Elde edilen bulgular ile İstatistiksel değerlendirmelerde, yuva varlığı ile çeşitli çevresel faktörler arasında anlamlı ilişkiler saptanmıştır., yuvaların özellikle orta ve tam kapalılıkta, verimli meşcerelerde; gölgeli bakılarda, düşük eğimli ve yüksek rakımlı alanlarda daha yoğun olduğunu göstermiştir. Ayrıca, yuva hacminin en çok kapalılık, gelişim çağı, meşcere nitelikleri ve yükselti gibi faktörlerden etkilendiği tespit edilmiştir.

Bu çalışma, Türkiye’de kırmızı orman karıncası ekolojisi alanında yapılan sınırlı sayıdaki araştırmaya anlamlı bir katkı sağlamanın yanı sıra, orman yönetimi ve biyolojik mücadele stratejilerinin geliştirilmesi için sağlam bir bilimsel veri tabanı oluşturmayı hedeflemektedir.

2025, 108 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Çamkoru Fuat ADALI Araştırma Ormanı, Kırmızı Orman Karıncası, Envanter, Ekoloji, Habitat

ABSTRACT

Master of Science Thesis

INVENTORY, ECOLOGY, AND HABITAT OF *Formica rufa* L. IN THE
ÇAMKORU DR. FUAT ADALI RESEARCH FOREST ENGINEERING AREA

Bülent KAYAR

Çankırı Karatekin University
Institute of Science
Department of Forest Engineering

Advisor: Assoc. Doç. Dr. Meriç ÇAKIR

This master's thesis comprehensively investigates the inventory, ecology, and habitat characteristics of the red wood ant (*Formica rufa* L.) within the boundaries of the Çamkoru Dr. Fuat ADALI Research Forest Engineering area.

The primary aim of the study is to reveal the stand structure, topographic, and environmental factors influencing the distribution of red wood ant nests; to determine nest volumes; and to emphasize the ecological importance of this species within forest ecosystems.

Statistical analyses revealed significant relationships between nest presence and various environmental factors. The results indicated that nests are more densely concentrated in areas with moderate to full canopy cover, productive stands, shaded aspects, low slopes, and higher elevations. Additionally, nest volume was found to be most influenced by canopy cover, developmental stage, stand characteristics, and elevation.

This research not only contributes meaningfully to the limited body of literature on *Formica rufa* ecology in Turkey but also aims to provide a solid scientific foundation for forest management and biological control strategies.

2025, 108 pages

Keywords: Çamkoru Fuat ADALI Research Forest, Red Wood Ant, Inventory, Ecology, Habitat

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Lisansüstü programı kapsamında tez konusu olarak “Çamkoru Dr. Fuat ADALI Araştırma Ormanı Mühendisliği’ndeki *Formica rufa* L.’nin Envanteri, Ekolojisi ve Habitatı” çalışılmıştır.

Bu tez çalışması sırasında bilimsel ve manevi katkılarından dolayı ayrıca değerli vaktini ayırıp, tezimin başlangıç aşamasından son aşamasına kadar her kademesinde bana yol gösterici olan değerli ve kıymetli hocam Doç. Dr. Meriç ÇAKIR’a en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarım boyunca değerli katkılarını esirgemeyen benimle birlikte araziye karış karış gezen aynı enstitüde görev yaptığım değerli abim Kimya Mühendisi Cüneyt DERE’ye, Mehmet ATALIK ve Mustafa ÖZTÜRK ile Arazi çalışmalarımı destekleyen tüm İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Personeline şükranlarımı sunarım.

Tez verilerinin işlenmesinde, haritalandırılmasında ve tez yazımı ile istatistik analizlerin yapılması ve yorumlaması konusunda desteklerini esirgemeyen değerli mesai arkadaşlarım Or. Yük. Müh. Ahmet VARLI ve Or. Yük. Müh. Mustafa Kağan ÖZKAL’a önemli katkıları ve destekleri için çok teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen tüm yaşamım boyunca bana güvenen aileme; bana her zaman benim yanımda olduğunu hissettiren tez çalışmam sırasında arazide ve büroda yardımını ve desteğini esirgemeyen kıymetli ve çok sevdiğim eşim Or. Yük. Müh. Seda SARANAY KAYAR’a ve birlikte geçireceğimiz zamanından feragat etmemi destekleyen biricik oğlum Yaman Uraz’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bülent KAYAR

Çankırı, Ağustos 2025

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
SİMGELER DİZİNİ	vi
KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	12
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	16
3. MATERYAL VE METOT	20
3.1 Materyal	20
3.1.1 Araştırma Alanının Genel Özellikleri.....	20
3.1.1.1 İklim	24
3.1.1.2 Topografya	28
3.1.1.3 Jeolojik Yapı ve Toprak Özellikleri.....	28
3.1.1.4 Meşçere Tipi, Kapalılık ve Bitki Örtüsü.....	30
3.1.2 Kırmızı Orman Karıncası (<i>Formica rufa</i> L.)	33
3.2 Metot.....	35
3.2.1. Arazi Çalışması	35
3.2.2 Verilerin Toplanması ve İstatistik Parametrelerin Belirlenmesi	40
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	42
4.1 Bulgular.....	42
4.2 İstatistik Bulgular.....	74
4.3 Yuva Varlığı Üzerine Faktörlerin Etkisi	78
5 TARTIŞMA.....	87
6 SONUÇ VE ÖNERİLER	97
KAYNAKLAR	102
ÖZGEÇMİŞ.....	108

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde, oran
±	Artı-eksi (örnek: hata payı, standart sapma)
°	Derece
°C	Santigrat derece, sıcaklık birimi
π	Pi sayısı
A	Yüzey/toprak yüzeyine yakın horizon
Ah	A horizon, humus birikimli
B1	Nemli iklim, ikinci derece
b'1	Ilıman sıcaklık rejimi
b'2	Ilıman-sıcak
C'1	Yarı nemli iklim
$CaCO_3$	Kireç
CO_2	Karbon dioksit gazı
Cm	Santimetre, uzunluk birimi
F	F-testi istatistiği değeri
h	Yuva yüksekliği
h	Humus (organik madde) birikimini
Ha	Hektar, alan birimi
m	Metre, uzunluk birimi
Mm	Milimetre, uzunluk birimi
m ³	Metreküp, ölçü birimi
n	Örneklem sayısı
OR	Odds Oranı (olasılıklar oranı)
p	İstatistiksel anlamlılık değeri (P-değeri)
p-adj	Düzeltilmiş p-değeri (P-değeri)
r	Yuva yarı çapı
R ²	Determinasyon katsayısı (istatistikte)
s	Mevsimsel su açığı yazın
sn	Saniye, zaman birimi
V	Yuva hacmi

KISALTMALAR DİZİNİ

ANOVA	Varyans Analizi (Analysis of Variance)
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri (Geographic Information Systems)
DEM	Sayısal Yükseklik Modeli (Digital Elevation Model)
MaxEnt	Maksimum Entropi Modeli (Maximum Entropy Model)
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
GPS	Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning System)
GP	Coğrafi Konum (Geographical Position)
QGIS	Kuantum Coğrafi Bilgi Sistemi (Quantum Geographic Information System)
HSD	Gerçekten Anlamlı Fark (Honestly Significant Difference)
Dr.	Doktor
Çk	Karaçam
Çs	Sarıçam
G	Gökmar
BÇk	Bozuk Karaçam
BÇs	Bozuk Sarıçam
OT	Orman Toprağı
TS	Tesis
K	Kuzey
KD	Kuzeydoğu
KB	Kuzeybatı
G	Güney
GB	Güneybatı
GD	Güneydoğu
B	Batı
D	Doğu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Çamkoru Dr. Fuat ADALI Araştırma Ormanı Mühendisliği'nde 97 Numaralı KOK Yuvasına Ait Bir Görüntü	13
Şekil 3.1 Çamkoru Dr. Fuat ADALI Araştırma Ormanı Mühendisliği'ne ait Meşcere Haritası.....	23
Şekil 3.2 Çamkoru Dr. Fuat ADALI Araştırma Ormanı Mühendisliği'ne ait Yer Bulduru Haritası.....	21
Şekil 3.3 Eğrelti otu (<i>Pteridium aquilinum</i>)	32
Şekil 3.4 Alıç (<i>Crataegus orientalis</i>).....	32
Şekil 3.5 Adi Ardıç (<i>Juniperus sabina</i>).....	33
Şekil 3.6 Böğürtlen (<i>Rubus fruticosus</i>).....	33
Şekil 3.7 Yuva Kenarında KOK Bireyleri	34
Şekil 3.8 Tahrip Edilmemiş Bir KOK Yuvası	34
Şekil 3.9 Tahrip Edilmiş Ancak Hala Aktif Olan Bir KOK Yuvası.....	35
Şekil 3.10 OruxMaps GP Programı İz Kayıtlarına Ait Ekran Görüntüsü	36
Şekil 3.11 8 Haziran 2023 Yılında 139 Nolu Yuvaya Ait Fotoğraf	37
Şekil 3.12 3 Mayıs 2024 Yılında 139 Nolu Yuvaya Ait Fotoğraf.....	37
Şekil 3.13 2023 ve 2024 Yılı Arazi Çalışmalarında Tespit Edilen KOK Yuvalarının Çalışma Alanında Dağılımına Ait Uydu Görüntüsü	38
Şekil 3.14 Çalışma Alanından 2024 Yılına Ait Bir Görüntü	39
Şekil 4.1 KOK Yuvalarının Meşcere Karışım Durumuna Göre Dağılımı.....	51
Şekil 4.2 KOK Yuvalarının Meşcere Kapalılık Durumuna Göre Dağılımı.....	52
Şekil 4.3 KOK Yuvalarının Bonitet Sınıflarına Göre Dağılımı.....	53
Şekil 4.4 KOK Yuvalarının Çağ Sınıflarına Göre Dağılımı	54
Şekil 4.5 KOK Yuvalarının Yükselti Gruplarına Göre Dağılımı	57
Şekil 4.6 KOK Yuvalarının Eğim Gruplarına Göre Dağılımı	58
Şekil 4.7 KOK Yuvalarının Bakı Gruplarına Göre Dağılımı	59
Şekil 4.8 KOK Yuvalarının Bölme Numaralarına Göre Dağılımı.....	61
Şekil 4.9 KOK Yuvalarının Bakı Gruplarına Göre Var- Yok Dağılımı	79
Şekil 4.10 KOK Yuvalarının Yükselti Gruplarına Göre Var- Yok Dağılımı	80

Şekil 4.11 KOK Yuvalarının Meşçere Kapalılık Durumlarına Göre Var- Yok Dağılımı	82
Şekil 4.12 KOK Yuvalarının Çağ Sınıflarına Göre Var- Yok Dağılımı.....	83
Şekil 4.13 KOK Yuvalarının Bonitet Sınıflarına Göre Var- Yok Dağılımı	84



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Çamkoru 'da meteoroloji istasyonu 2014-2024 Meteorolojik rasat değerleri tablosu	25
Çizelge 3.2 Çamkoru 'da meteoroloji istasyonu tarafından 2014-2024 yılları arasında ölçülen aylık ve yıllık ortalama sıcaklık (°C) değerleri.....	26
Çizelge 3.3 Çamkoru 'da meteoroloji istasyonu tarafından 2014-2024 yılları arasında ölçülen aylık ve yıllık ortalama yağış (mm/m ²) değerleri.....	27
Çizelge 3.4 Çamkoru Dr. Fuat ADALI Araştırma Ormanı'nın işletme sınıflarına göre; meşcere tipi, kuruluş ve arazi kullanım tiplerine dağılım tablosu	31
Çizelge 4.1 Çamkoru Dr. Fuat ADALI Araştırma Ormanı Mühendisliğinde tespit edilen aktif KOK yuvalarının hacimlerinin belirlenmesi için yapılan ölçüm değerlerine ait tablo.....	43
Çizelge 4.2 Yuva sayılarının ve hacimlerinin meşcere karışım durumuna göre dağılımı	48
Çizelge 4.3 Yuva sayılarının ve hacimlerinin meşcere nitelik durumuna göre dağılımı	48
Çizelge 4.4 Yuva sayılarının ve hacimlerinin meşcere kapalılık durumuna göre dağılımı	49
Çizelge 4.5 Yuva sayılarının ve hacimlerinin çağ sınıflarına göre dağılımı.....	50
Çizelge 4.6 Yuva sayılarının ve hacimlerinin bonitet sınıflarına göre dağılımı	50
Çizelge 4.7 Yuva sayılarının ve hacimlerinin yükselti gruplarına göre dağılımı	55
Çizelge 4.8 Yuva sayılarının ve hacimlerinin eğim gruplarına göre dağılımı	56
Çizelge 4.9 Yuva sayılarının ve hacimlerinin bakı gruplarına göre dağılımı	56
Çizelge 4.10 Yuva sayılarının ve hacimlerinin bloklara göre dağılımı	60
Çizelge 4.11 Yuva sayılarının ve hacimlerinin bölme numaralarına göre dağılımı	62
Çizelge 4.12 Yuva sayılarının ve hacimlerinin ölü örtü miktarına göre dağılımı	63
Çizelge 4.13 Yuva sayılarının ve hacimlerinin yuva yeri seçimine göre dağılımı	63
Çizelge 4.14 Yuva sayılarının ve hacimlerinin karınca aktivitesine göre dağılımı	64
Çizelge 4.15 Yuva sayılarının ve hacimlerinin nakil durumuna göre dağılımı	64
Çizelge 4.16 Yuva sayılarının ve hacimlerinin domuz zararına göre dağılımı	65
Çizelge 4.17 Yuva sayılarının ve hacimlerinin en yakın ağaç türüne göre dağılımı	65

Çizelge 4.18 Yuva sayılarının ve hacimlerinin en yakın ağacın boyuna göre dağılımı .	66
Çizelge 4.19 Yuva sayılarının ve hacimlerinin en yakın ağacın mesafesine göre dağılımı	67
Çizelge 4.20 Yuva sayılarının ve hacimlerinin en yakın ağacın bakısına göre dağılımı	70
Çizelge 4.21 Yuva sayılarının ve hacimlerinin yuva çevresindeki (r=5 m) çalı türleri ve yoğunluklarına göre dağılımı	71
Çizelge 4.22 Yuva sayılarının ve hacimlerinin yuva çevresindeki (r=5 m) otsu tür ve yoğunluklarına göre dağılımı	72
Çizelge 4.23 Yuva sayılarının ve hacimlerinin yuva çevresindeki (r=5 m) fidan tür ve yoğunluklarına göre dağılımı	73
Çizelge 4.24 Yuva sayılarının ve hacimlerinin yuva çevresindeki diri örtü yoğunluğuna göre dağılımı	74
Çizelge 4.25 Değişkenlere göre istatistiksel analiz sonuçları.....	76
Çizelge 4.26 Değişkenlere göre istatistiksel analiz sonuçları.....	77
Çizelge 4.27 KOK yuvasının varlığı ile çevresel değişkenler arasındaki ilişki (Ki-kare ve Fisher testleri sonucunda p-değerleri)	78
Çizelge 4.28 KOK yuva varlığı lojistik regresyon modeli sonuçları.....	81
Çizelge 4.29 KOK yuva varlığının ikili değişkenlere ait (Fisher'ın kesin testi, Ki-kare testi ve lojistik regresyon modelinin p-değeri) analiz sonuçları	86

1. GİRİŞ

Formica (Linné) cinsine dahil 220'den fazla tür bulunmaktadır ve bu türlerin taksonomi sınıflandırması üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Goropashnaya *et al.* 2004). *Formica rufa* grubu, kromozom sayıları ve ikili adlandırma sistemi açısından sınıflandırılmış olup, bu grup 19 tür içermektedir. Kırmızı orman karıncası (KOK), bu grubun bir üyesidir. *Formica* türlerinin ortak bazı özellikleri bulunmaktadır. Batı Avrupa'da ve farklı bölgelerde yayılış gösteren bu türler, koloniler halinde yaşar ve yuva höyükleri inşa ederler. Höyükler, farklı formlarda olabilir ve bu türler oldukça karmaşık sosyal yapılara sahiptirler (Seifert 2021, Pamilo and Kulmuni 2022, Yılmaz vd. 2023, Özcan, Ünel ve Sivrikaya 2025).

Büyük koloniler halinde yaşayan KOK, orman ekosistemlerinin sürdürülebilirliğinde kritik bir rol oynayan anahtar-türlerden biri olarak kabul edilir. Sosyal bir yaşam biçimine sahip olan KOK'lar, kolonilerinde katı bir iş bölümü yapısına sahiptir. İşçi bireyler, besin toplama, yuva savunma, larvaların bakımı ve yuva onarımı gibi görevleri üstlenirken, kolonide birden fazla kraliçenin bulunması polijenik bir yapıyı ortaya koyar. Kraliçeler sadece üreme fonksiyonunu yerine getirirken, erkek bireyler çiftleşme döneminde görev alıp daha sonra koloniden ayrılırlar (Sorvari 2016).

Kırmızı Orman Karıncaları (KOK) genellikle karmaşık bir yuva sistemi inşa ederler. Yuvaları genellikle höyük şeklindedir ve iğne yapraklar, dal parçaları, reçine ve diğer organik malzemelerle inşa edilir. Yuva sistemleri hem yer altına hem de yüzeye yayılan geniş bir galeri yapısına sahiptir (Şekil.1.1). Yüzeyde oluşturdukları höyük, yuva içindeki sıcaklık ve nem dengesini sağlamak için kritik bir rol oynar ve koloniyi çevresel değişikliklerden korur. Yuvaların büyüklüğü, çevresel faktörlere ve koloninin yaşına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Özellikle iyi drene olan, güneş alan bölgeler yuva kurmak için tercih edilen habitatlar arasındadır (Kilpeläinen *et al.* 2005, Risch *et al.* 2016).



Şekil 1.1 Çamkoru Dr. Fuat ADALI Araştırma Ormanı Mühendisliği'nde 97 Numaralı KOK Yuvasına Ait Bir Görüntü

Kırmızı Orman Karıncaları (KOK), biyotik ve abiyotik çevreyi doğrudan etkileyerek ekosistem dinamiklerinde belirleyici bir rol oynar. Bu nedenle “anahtar-tür” olarak nitelendirilirler (Frouz *et al.* 2016; Robinson *et al.* 2016). Yuvalarının bulunduğu toprak yapısını değiştirerek toprağın havalandırılmasını sağlarlar ve organik maddenin daha hızlı ayrışmasına yardımcı olurlar. Toprakta bulunan besin elementlerinin mobilizasyonuna katkıda bulunarak bitki büyümesine olumlu etkiler sunarlar (Domisch *et al.* 2005). Ayrıca, KOK’lar biyokontrol ajanı olarak da önemli bir yere sahiptir. Özellikle orman

zararlılarına karşı doğal düşman görevi görerek biyolojik mücadelede etkili bir araç olarak kullanılırlar. Kabuk böcekleri (*Ips typographus* gibi) ve yaprak kemirici larvalar kırmızı orman karıncalarının en yaygın avları arasındadır. Karıncalar, bu tür zararlıların popülasyonlarını baskılayarak, orman sağlığının korunmasına önemli bir katkıda bulunurlar (Sorvari 2016, Trigos-Peral *et al.* 2021).

Son zamanlarda yapılan çalışmalar, iğne yapraklı ormanlardaki baskınlığını vurgulayarak ve ekosistemlerde besin döngüsünü ve tohum dağılımını etkileyen bir kilit taşı türü rolünü vurgulayarak KOK'ların statüsünün altını çizmiştir (Serttaş vd. 2020, Stukalyuk *et al.* 2020). Bu analizler, KOK'ların orman dinamiklerinin şekillenmesinde kritik oyuncular olarak konumlandırmakta ve detaylı ekolojik araştırmaların önemini vurgulamaktadır (Sorvari 2022).

Kırmızı Orman Karıncaları (KOK) (*Formica rufa* grubu), geniş bir ekosistem yelpazesinde yayılım gösteren Holarktik türler olup, özellikle boreal ve ılıman kuşaklarda yaşamaktadır. Bu karıncalar, Avrasya ve Kuzey Amerika kıtalarına yayılmış olup, farklı çevresel koşullara olağanüstü bir uyum sağladıklarını göstermektedir (Trigos-Peral *et al.* 2021, Sorvari 2022, Schultheiss *et al.* 2022). KOK'lar (*Formica rufa*), kuzey ormanlarının flora ve faunasıyla mükemmel bir uyum içinde yaşayan kilit türlerden biridir (Helanterä 2022). Avrupa, Kuzey Asya ve bazı Orta Asya ülkelerinde geniş bir dağılıma sahiptir. Özellikle iğne yapraklı ve karışık yapraklı ormanlarda yoğun olarak bulunurlar. Avrupa'da İskandinavya'dan Akdeniz'e kadar geniş bir coğrafyada görülmekte olup, Rusya, Almanya, Polonya, Fransa ve İngiltere gibi ülkelerde yoğun popülasyonları mevcuttur (Stockan and Robinson 2016).

Kırmızı Orman Karıncalarının (KOK) dağılımı Avrupa'da yaygındır ve özellikle Türkiye gibi ülkelerin ılıman ormanlarında önemli ekolojik topluluklar oluşturmaktadır (Serttaş vd. 2020, Sorvari 2022). Türkiye'deki yayılışı üzerine yapılan çalışmalar sınırlı olmakla birlikte, Aktaş (1987) tarafından yapılan araştırmada KOK'ların geniş bir Avrupa bölgesine yayılmış olduğu İspanya'nın orta bölgelerinden başlayarak güneyde İngiltere ve İskandinavya'ya kadar, doğuda Rusya'nın Baykal Gölü'ne kadar uzanırken güneyde Kafkaslar'a kadar ve Türkiye'nin Anadolu yakasında görüldüğü belirtilmiş ve Anadolu'daki dağılımı, Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz'de sarıçam ve ladin

ormanlarına, Batı Karadeniz ve Batı Anadolu'da sarıçam, karaçam, göknar ve ardıç ormanlarına odaklanmaktadır. Genellikle yuvalar, tam kapalı olmayan seyrek orman içi açıklıklarında ve düz, az eğimli bölgelerde, 800-2600 metre aralığında bulunur (Aktaç 1987). Özellikle Batı Karadeniz bölgesinde yoğun olmak üzere, Karadeniz Bölgesi ormanlarının önemli bir kısmında belirgin bir şekilde tespit edilmiştir. Ayrıca, İç Anadolu ve Marmara Bölgesi'ndeki bazı orman alanlarında da karınca yuvaları gözlemlenmiştir. Türkiye'deki KOK'ların en güney sınırı ise Isparta-Kapıdağ yöresidir (Aktaç 1987). Mevcut veriler bu türün özellikle Karadeniz ve Marmara Bölgesi'ndeki ormanlık alanlarda yoğunlaştığını göstermektedir. Batı Karadeniz Bölgesi'nde Bolu ve Kastamonu çevresinde yoğun popülasyonlara sahip olduğu belirlenmiştir (Yılmaz vd. 2023). Aynı şekilde, Batı ve Orta Anadolu'nun nispeten yüksek rakımlı, serin ve nemli alanlarında da KOK'ların popülasyonlarına rastlanmaktadır. Ancak, özellikle kurak ve düşük rakımlı bölgelerde popülasyon yoğunluğu azalmaktadır. Türkiye'de KOK'ların yayılışına dair yapılan çalışmalarda, habitat seçiminde belirgin ekolojik tercihler gösterdiği ve yüksek ormanlık alanlarda yuvalanmayı tercih ettiği tespit edilmiştir (Carus ve Avcı 2005, Ünel 2024).

Çamkoru Dr. Fuat ADALI Araştırma Ormanı, bu çalışmanın yürütülmesi için ekolojik ve coğrafi özellikleri nedeniyle uygun bir alan olarak seçilmiştir. Ankara il sınırları içinde yer alan bu araştırma ormanı, 1500 metre rakıma sahip olup, sarıçam (*Pinus sylvestris*), karaçam (*Pinus nigra*), göknar (*Abies nordmanniana*) ve meşe (*Quercus spp.*) gibi türlerin yoğun olarak bulunduğu karışık orman ekosistemine sahiptir (Anonim 2022). Çalışma alanının seçilmesinde en önemli faktörlerden biri, araştırma ormanlarının öncelikle birbirini tamamlayan, uzun süreli araştırma çalışmalarının ve denemelerinin yapılabilmesi bakımından uygun ve korunan alanlar olması yanında uygulayıcı ile araştırmacı arasında bir bağ kurulmasını sağlamasıdır (Özdemir 1977, Eler 1980).

Bu çalışma, KOK'ların habitat tercihlerini belirlemek, yuvaların ekolojik değişkenlerle olan ilişkisini ortaya koymak ve Türkiye'deki mevcut araştırmalara katkı sağlamak amacıyla yürütülmektedir. Çalışma kapsamında, saha gözlemleri, ekolojik analizler, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) destekli haritalama ve istatistiksel yöntemler kullanılacaktır. Yuvaların fiziksel özellikleri, konumları ve çevresel faktörlerle olan ilişkileri detaylı şekilde değerlendirilecektir. Ayrıca, literatürdeki mevcut çalışmalarla

karşılaştırmaları yapılarak, ormancılık yönetimi ve biyolojik mücadele açısından KOK'ların ekosistemdeki rolü incelenecektir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Kırmızı Orman Karıncaları (KOK) (*Formica rufa* L.) (Hymenoptera: *Formicidae*) grubu genellikle ormanlarda yaşayan böcekler arasında yer alır (Sorvari 2016). KOK'lar, Palearktık biyocoğrafik bölgeye yayılmış önemli bir ekosistem mühendisi olarak kabul edilmektedir. Bu tür, özellikle boreal ve ılıman kuşaklarda geniş bir dağılıma sahiptir ve Avrasya ile Kuzey Amerika'da farklı çevresel koşullara olağanüstü bir uyum sağlamaktadır (Trigos-Peral *et al.* 2021, Sorvari 2022, Schultheiss *et al.* 2022). KOK'lar, yaşadıkları habitatlarda ekolojik işlevleri ve sosyal yapılarıyla dikkat çeken bir tür olup, orman ekosistemlerinde besin ağına, toprak yapısına ve orman sağlığına doğrudan etki etmektedir. Ancak, orman ekosistemi üzerindeki görevleri oldukça karmaşık ve henüz tam anlamıyla açıklığa kavuşturulmamıştır (Lavella *et al.* 1997, Stockan and Robinson 2016, Çakır 2019).

Kırmızı Orman Karıncaları (KOK), Avrupa, Rusya ve Asya'nın belirli bölgelerinde yayılım göstermektedir. Özellikle İngiltere, İskandinavya, Almanya, Polonya, Çekya, Macaristan, Avusturya, Bulgaristan ve İspanya gibi ülkelerde yoğun popülasyonları mevcuttur (Stockan and Robinson 2016). Bu tür, boreal ve ılıman orman ekosistemlerinde iğne yapraklı ve karışık yapraklı ormanlarda yayılım göstermektedir. Işık, rekabet, yeryüzü şekli, bakı, nem, bitki örtüsü ve toprak özellikleri gibi faktörlerin, karıncaların yayılışı üzerinde önemli etkileri olduğu görülmüştür (Kilpeläinen *et al.* 2007). Habitat seçiminde orman kenarları, açık alanlar ve yarı gölgeli bölgeleri tercih ettiği belirlenmiştir (Kilpeläinen *et al.* 2008).

Kırmızı Orman Karıncaları (KOK), genellikle ormanlık habitatlarda veya yakınlarında bulunur ve tercihen açık alanları seçer. Ancak KOK'lar, diğer orman karıncası türlerinden daha etkili bir şekilde gölgeli iç yaşam alanlarını da kullanabilir (Clarkson 2005). Kilit taşı türlerden biri olan bu karınca türünün yuvalama alışkanlıklarını anlamak, doğal ekosistemleri koruma açısından önemlidir (Mabelis 2007). Sosyal böcekler arasında,

yuva yapma stratejileri ekolojik başarı için kritik bir faktördür (Ellis 2015). Orman karıncalarının yuva inşa etmeleri ve yiyecek aramaları sırasında, bulundukları alanlarda çeşitli etkiler yaratabilirler (Çakır 2021). Çakır (2021) tarafından yapılan bir araştırmada KOK'ların toprağın pH'sını ve nem değerlerini etkilemediği, ancak yuvalarına ölü örtü taşıyarak ölü örtü miktarını değiştirmeleri ve bunun sonucunda mikro eklem bacaklıların miktar ve çeşitliliğini olumsuz etkilediği tespit edilmiştir.

Kırmızı Orman Karıncaları (KOK), tipik olarak yeterli kapalılık ve toprak bileşimi gibi optimum çevresel koşulları sağlayan iğne yapraklı ormanlarda belirli habitat tercihlerinde yaşarlar (Kilpeläinen 2008, Sorvari 2022). Yuvalama davranışı, mikro iklim yönetimini kolaylaştıran, yiyecek arama faaliyetini ve yavru gelişimini etkileyen büyük, ısı kontrollü höyükler inşa etmeyi içerir (Stockan *et al.* 2016, Stukalyuk *et al.* 2020). Orman yapısı, nem ve ışık seviyeleri gibi faktörler, KOK popülasyonlarının yayılış alanı boyunca dağılımını önemli ölçüde etkilemektedir (Maňák *et al.* 2012, Sondej *et al.* 2020).

Bölgesel olarak incelendiğinde, yuvaların dağılımı eşit değildir ve bazı bölgelerde yuva yoğunluğu daha yüksektir. KOK'lar genellikle eğimli alanları tercih eder ve genellikle kuzey bakılarından kaçınırlar, bunun yerine güney ve batı bakılara yuva kurarlar (Risch *et al.* 2016). İskoçya ormanlarında, karıncaların yayılış gösterdiği bölgeler genellikle güney ve güneydoğu bakılarında daha fazladır, çünkü karıncalar için ideal yuva sıcaklığı 28-30°C'dir (Hughes and Broome 2007).

ABD'de Yellowstone Milli Parkı'nda yapılan bir araştırmada, KOK bireylerinin 1600-2400 metre rakımlarda ve yıllık yağışın 250-760 mm olduğu alanlarda yoğun olarak bulunduğu rapor edilmiştir (Risch *et al.* 2016). Ayrıca, bu türün ışık, rekabet, yeryüzü şekli, bakı, nem, vejetasyon ve toprak özellikleri gibi çevresel faktörlerden önemli ölçüde etkilendiği bilinmektedir (Jurgensen *et al.* 2008). KOK'lar, küresel ölçekte incelendiğinde özellikle ılıman kuşakta en fazla çeşitliliğe sahip olan *Formicidae* familyasının baskın türlerinden biridir (Kristiansen and Amelung 2001).

Kırmızı Orman Karıncalarının (KOK) dağılımlarını ve Popülasyon parametrelerini belgelemek için çeşitli envanter yöntemleri kullanılmıştır. Geleneksel saha araştırmaları

tipik olarak orman habitatları içindeki karakteristik höyük yuvalarının sistematik olarak aranmasını ve yuva boyutları, aktivite seviyeleri ve habitat özellikleri hakkında veri toplanmasını içerir (Sorvari 2022). Finlandiya'da vatandaş bilimi yaklaşımları, KOK'ların dağılımını ve habitat tercihlerini haritalamak için değerli olduğunu kanıtlamış ve geniş coğrafi alanlarda veri toplanmasına olanak sağlamıştır (Sorvari 2022). Bu katılımcı araştırma modeli, kapsamlı dağılım verileri sağlarken aynı zamanda ekolojik açıdan önemli olan bu türler hakkında halkın farkındalığını artırmıştır.

Türkiye'deki KOK popülasyonları özellikle Karadeniz, Marmara ve Batı Anadolu bölgelerinde yoğunlaşmaktadır. Yapılan çalışmalar, Batı Karadeniz'de Bolu ve Kastamonu çevresinde, İç Anadolu'da Çamkoru ve Ilgaz Dağları'nda, Akdeniz Bölgesi'nde ise Isparta ve Antalya'nın yüksek rakımlı ormanlarında bu türün önemli yoğunluklara ulaştığını göstermektedir (Serin 1999, Serttaş vd. 2011).

Orman ekosistemlerinde yayılışı incelendiğinde, KOK bireylerinin 800-2600 metre arasındaki rakımlarda, gölgeye duyarlı olarak güneş alan bölgelerde yuvalandığı belirlenmiştir. Isparta-Senirkent Kapıdağ Sedir Ormanları'nda yapılan bir çalışmada, yuvaların genellikle kuzey bakılarda, %15-26 eğimli alanlarda ve düşük kapalılığa sahip ormanlarda bulunduğu saptanmıştır (Öcal 2011). Antalya-Çıglıkkara Sedir Ormanları'nda gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise, yuvaların orta eğimli alanlarda ve az kapalılığa sahip meşcerelerde yoğunlaştığı görülmüştür (Serttaş vd. 2011).

Şerif Yüksel Araştırma Ormanı'nda gerçekleştirilen bir çalışmada, güney bakıları, düşük kapalılık, diri örtüsü az, eğimi %5-20 arasında değişen, 1500-1800 metre rakımlı alanlarda KOK'ların daha fazla bulunduğu tespit edilmiştir (Serin 1999). Ayrıca, yuvaların ağaç dipleri, kesim artıkları, çürümüş kütükler ve büyük kayaların çevresinde konumlandığı tespit edilmiştir. Antalya-Çıglıkkara bölgesinde yapılan çalışmalarda, yuvaların orta kapalılığa sahip meşcerelerde ve daha çok devrik gövdelerin bulunduğu bölgelerde yoğunlaştığı görülmüştür (Serttaş vd. 2011). Ankara Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Çamlıdere, Kızılcahamam ve Ilgaz Orman İşletmeleri mntıklarında, KOK yuvaları bol miktarda bulunmaktadır. Genellikle 1000–1600 m

yükseklikteki sarıçam meşcerelerinin kuzeye bakan yamaçlarında yer almaktadır (Berköz 1997).

Kırmızı Orman Karıncaları (KOK), habitat seçiminde ışık, sıcaklık, toprak nemi ve rakım gibi faktörlerin belirleyici olduğu bilinmektedir (Kilpeläinen 2008). Avrupa'da yapılan çalışmalar, bu türün özellikle güney ve batı bakılarda daha fazla yoğunlaştığını ve yüksek kapalılığa sahip meşcerelerde az rastlandığını göstermektedir (Stockan and Robinson 2016).

Kırmızı Orman Karıncalarının (KOK) habitat seçiminde birçok biyotik ve abiyotik faktör etkili olmaktadır. Araştırmalar, yuvaların konumlandığı alanların kapalılık derecesi, habitat parçalanması, ağaç türü, meşcere gelişim çağı, besin tedariki, yükselti ve güneş radyasyonu gibi değişkenlerden etkilendiğini göstermektedir (Domisch *et al.* 2005, Kilpeläinen 2008, Risch *et al.* 2016).

Türkiye'de yapılan çalışmalarda, KOK yuvalarının genellikle kireçli, killi balçık toprakları tercih ettiği belirlenmiştir (Serin 1999). Kastamonu'da yapılan bir çalışmada, kırmızı orman karıncalarının maksimum entropi modeli (MaxEnt) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak habitat uygunluk analizleri yapılmıştır (Ünel 2024). Modelleme sonuçları, bu türün yüksek rakımlı ve düşük sıcaklıklı alanları tercih ettiğini göstermektedir. Habitat tercihleri, özellikle orman kapalılığı, eğim, yükselti ve yağış miktarı gibi değişkenler ile şekillenmektedir (Ünel 2024).

Habitat uygunluğunu önemli ölçüde etkileyen çevresel faktörler arasında gelişim aşaması ve verimlilik gibi orman meşceresi özellikleri yer almaktadır. MaxEnt algoritmalarının kullanıldığı yeni bir makine öğrenimi tabanlı çalışmada, orman meşcerelerinin gelişim evresinin *F. rufa* habitat seleksiyonu için en önemli değişken olduğu ve modelin açıklayıcı gücüne %39,5 oranında katkıda bulunduğu bulunmuştur (Özcan vd. 2025). Gelişim aşaması, verimlilik ve yıllık sıcaklık aralığı değişkenleri birlikte modelin açıklayıcı kapasitesinin %75,1'ini oluşturmuştur (Özcan vd. 2025). Bu tür tahmin modelleri, KOK yuvalarının yaklaşık %79'unun orta ve yüksek derecede uygun alanlarda bulunduğunu gösteren habitat uygunluk haritaları üretmiştir (Özcan vd. 2025).

Sonuç olarak, küresel ve Türkiye ölçeğinde yapılan çalışmalar, KOK'ların habitat tercihlerinde belirgin ekolojik sınırlamalar gösterdiğini ve bu türün ekosistem işleyişi açısından kritik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Özellikle orman yönetimi açısından KOK'ların ekolojik işlevleri ve habitat tercihleri üzerine daha fazla araştırma yapılması gerektiği vurgulanmaktadır.

3. MATERYAL VE METOT

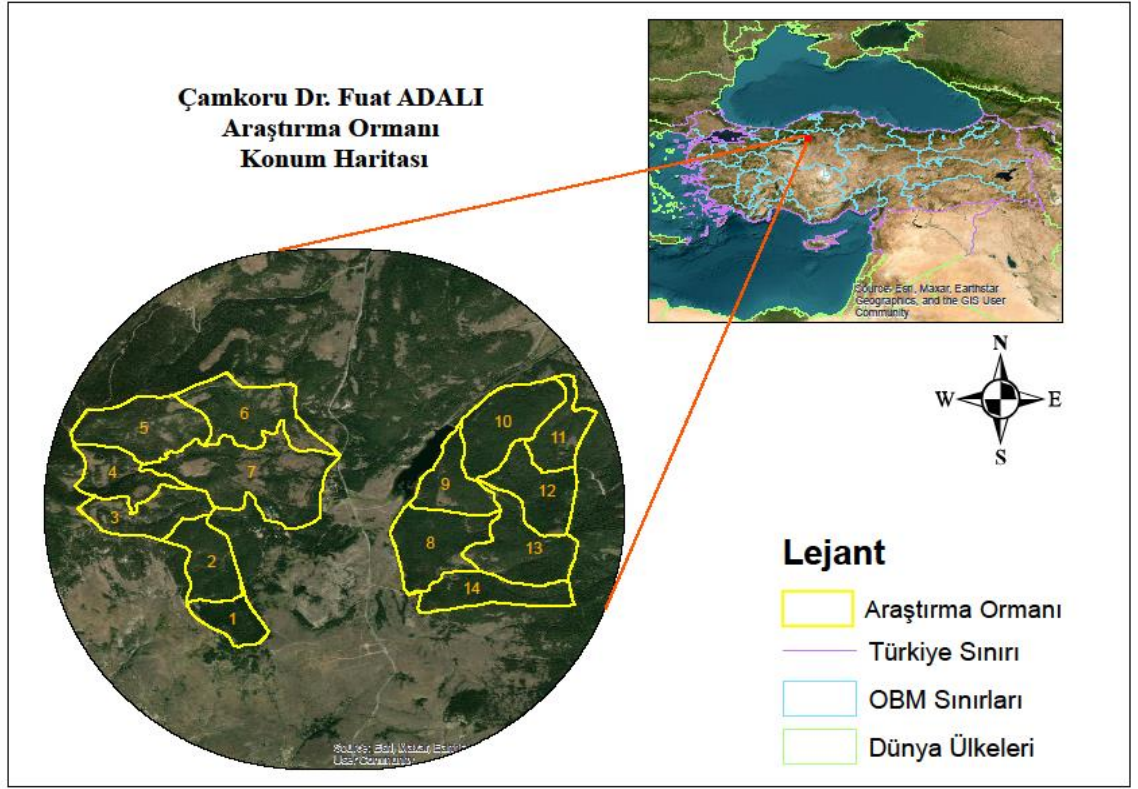
3.1 Materyal

3.1.1 Araştırma Alanının Genel Özellikleri

Araştırma alanı olarak seçilen Çamkoru Dr. Fuat ADALI Araştırma Ormanı Mühendisliği Ankara ili, Çamlıdere ilçesi sınırları içinde kalmaktadır. 1952 yılında İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitü Müdürlüğüne tahsis edilmiştir. İlk defa 1956 yılında Çamkoru Tecrübe Ormanı adı altında planla bağlanmıştır. Daha sonra 1972 yılında başlanan çalışmalarla “Çamkoru Araştırma Ormanı Serisi” adı altında 1973-1992 yılları için geçerli olmak üzere tekrar Amenajman planı yapılmıştır. Çevre ve Orman Bakanlığının 26.02.2007 tarih ve 6 sayılı olurları ile İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitü Müdürlüğüne bağlı Çamkoru Dr. Fuat ADALI Araştırma Ormanı Mühendisliği şeklinde yeniden kuruluşu yapılmıştır (Anonim 2022).

Araştırma alanı A ve B blok olmak üzere iki bloktan oluşmaktadır. Hâkim ağaç türleri sarıçam ve karaçamdır. Üst yükseltilerde göknar bulunmaktadır. Toplam alanı 612,1 ha olup, 588,4 ha ormanlık, 23,7 ha ise orman içi açıklıktır (Şekil 3.1, Şekil 3.2).

Araştırma Ormanı Mühendisliği, mülki açıdan Ankara ili, Çamlıdere ilçesi sınırları içinde kalmaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Çamkoru Dr. Fuat ADALI Araştırma Ormanı Mühendisliği'ne ait Yer
Bulduru Haritası

Çamkoru Dr. Fuat ADALI Araştırma Ormanı Mühendisliği 2022 yılında yapılan amenajman planına göre Çkbc2, ÇkÇsc3, ÇkÇscd2, ÇkÇscd3, ÇkÇsd2, ÇkÇsd3, Çsb3, Çsbc1, Çsbc2, Çsbc3, Çsc3, Çscd1, Çscd2, Çscd3, ÇsÇkc3, ÇsÇkcd2, ÇsÇkcd3, ÇsGbc2, ÇsGcd3, GÇscd3, BÇk, BÇs, OT ve Ts meşcerelerinden oluşmaktadır (Şekil 3.2) (Anonim 2022).

Amenajman planına göre meşçere tipleri sembollerinde;

Çk- karaçamı, Çs- sarıçamı, G- göknarı, ÇkÇs- karışık karaçam-sarıçamı, ÇsÇk- karışık sarıçam-karaçamı, ÇsG- karışık sarıçam-göknarı, GÇs- karışık göknar-sarıçamı, BÇk bozuk karaçamı, BÇs bozuk sarıçamı, OT orman toprağını ve Ts tesisi,

- a) Gençlik ve sıklık 0 - 7.9 cm'ye kadar,
- b) Sırlıklık ve direklik 8 - 19.9 cm'ye kadar,
- c) İnce ağaçlık 20 - 35.9 cm'ye kadar,
- d) Orta ağaçlık 36 - 51.9 cm'ye kadar,
- e) Kalın ağaçlık 52 cm ve yukarı olan meşçereler için kullanılmıştır.

e çağındaki fertler aktüel durumda bir bütün olarak meşcere oluşturmuyorsa, genelde (d) çağı ile birlikte değerlendirilerek doğrudan doğruya (d) çağında rumuzlandırılmaktadır.

0- Kapalılık % 10 ve daha az boşluklu kapalı,

1- Kapalılık %11-40 Gevşek kapalı,

2- Kapalılık %41-70 Orta kapalı,

3- Kapalılık %71-100'e kadar kapalı ve tam kapalı,

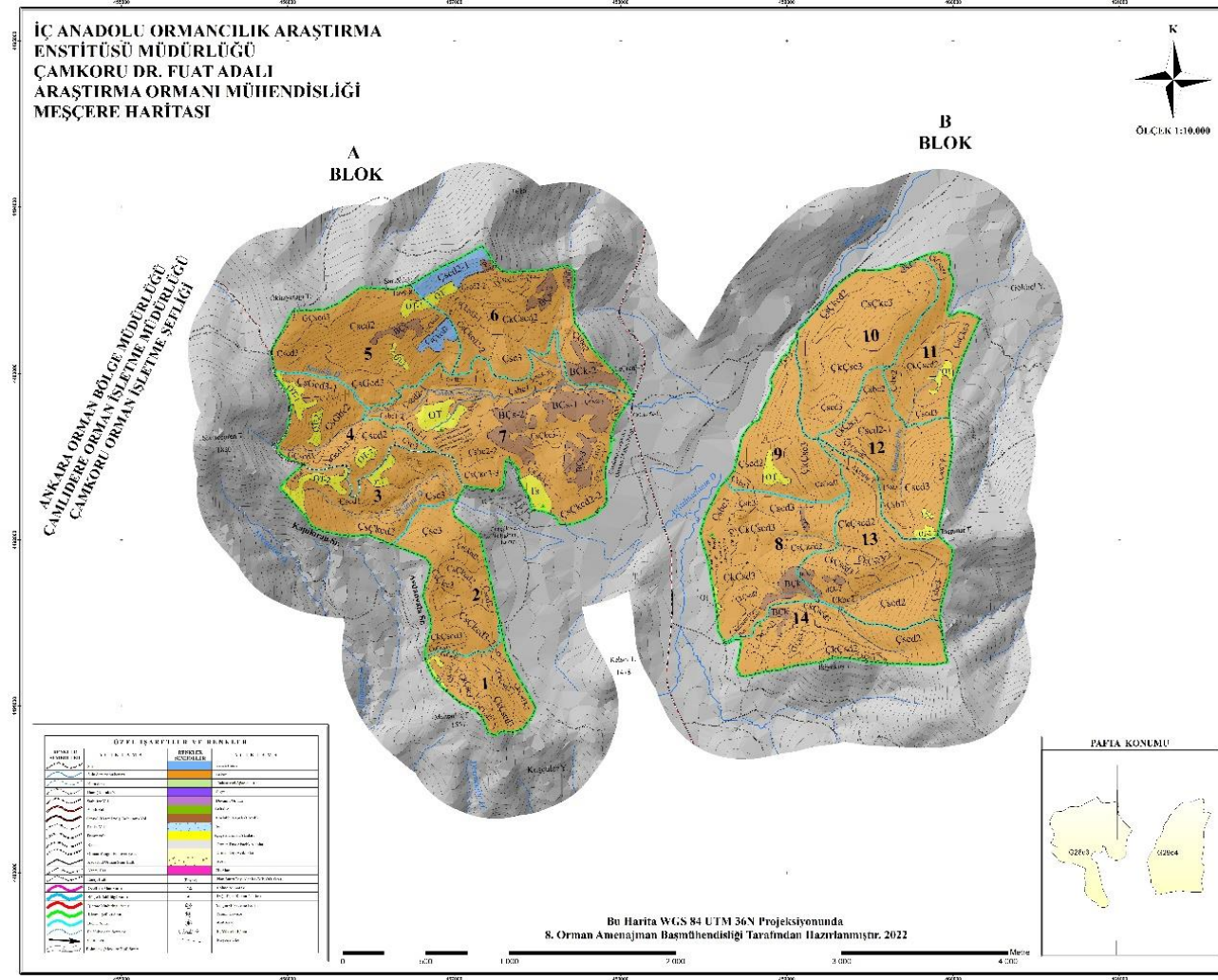
4- Kapalılık % 100' den fazla ise sıkışık ve girift kapalı meşçereler için kullanılmıştır.

Araştırma alanının en alçak yeri; Beypınar Göleti duvarının bulunduğu yer olup, yükseltisi 1350 metredir. En yüksek yeri ise 1700 m yükseltili Sarıölü Tepedir. Araştırma alanı içerisinde yerleşim yeri bulunmamaktadır (Anonim 2022).

Araştırma alanı Çamkoru Orman İşletme Şefliği alanının içinde, Blok-A ve Blok-B olmak üzere iki parça halindedir. Araştırma ormanı coğrafi olarak ülkemizin İç Anadolu Bölgesinde bulunduğu enlem ve boylam derecelerine göre;

BLOK-A: Ekvatora göre; 40° 34' 03"- 40° 35' 40" kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Greenwich'e göre; 32° 28' 54"- 32° 30' 16" doğu boylamları arasında yer alır.

BLOK-B: Ekvatora göre; 40° 34' 16"- 40° 35' 40" kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Greenwich'e göre; 32° 30' 31"- 32° 31' 28" doğu boylamları arasında yer alır.



Şekil 3.2 Çamkoru Dr. Fuat ADALI Araştırma Ormanı Mühendisliği'ne ait Meşçere Haritası

3.1.1.1 İklim

Çalışma alanı coğrafi olarak İç Anadolu Bölgesi'nden Batı Karadeniz ardına geçiş zonundadır. İklim tipi karasal iklimdir. Buna göre; yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve kar yağışlıdır. Gerek yaz gerekse kış aylarında gece – gündüz sıcaklık farkları fazladır (Anonim 2022). Çamkoru Dr. Fuat Adalı Araştırma Ormanı sınırları içerisinde 1400 m yükseltide olan Çamkoru meteoroloji istasyonu 1959 yılından itibaren ölçüm yapmaya başlamıştır.

Çamkoru 'da meteoroloji istasyonunda 2014-2024 yılları arasında yapılan ölçümlere göre çalışma alanının yıllık ortalama yağış miktarı 482,0 mm'dir. Yıllık ortalama sıcaklığı 9,9 °C, maksimum sıcaklığı 37,9 °C (Ağustos ayında), minimum sıcaklığı -17,7 °C (Ocak ayında)'dır (Çizelge 3.1).

1975-1997 yılları arasında ki meteoroloji verileri ile Thornthwaite Metodu kullanılarak yapılan değerlendirmeye göre, Çamkoru'nun iklim tipi, B1, C'1, s, b'1 sembolleri ile ifade edilmiştir. Bu semboller, nemli, mikro termal, haziran, temmuz, ağustos aylarında orta derecede su noksanının yaşandığı ve okyanusal iklim türünün özelliklerini yansıttığını göstermektedir (Karadağ vd. 2008).

2014-2024 yılları arasındaki meteoroloji verileri ile Thornthwaite Metodu kullanılarak yaptığım değerlendirmeye göre, çalışılan bölgenin iklim tipi, D, C'1, s, b'2 olduğu tespit edilmiştir.

Bu semboller;

- Kurak (D)
- Mikro termal iklim özellikleri taşıyan (C'1)
- Yaz aylarında belirgin su açığı yaşayan (s)
- Orta soğuklukta (b'2) bir iklim tipine sahip olduğunu göstermektedir.

İklim; özellikle yaz aylarında su açığının arttığı, kış aylarında ise sınırlı yağışlı kurak bir rejim sergilemektedir (Çizelge 3.2) (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.1 Çamkoru 'da meteoroloji istasyonu 2014-2024 Meteorolojik rasat değerleri tablosu

METEOROLOJİK RASAT DEĞERLERİ TABLOSU														
METEOROLOJİ İSTASYONU :	ÇAMLIDERE ÇAMKORU										ENLEM:		40° 58' 15"	
RAKIMI :	1402		2014-2024								BOYLAM:		32° 50' 35"	
METEOROLOJİK GÖZLEMLER	AYLAR												YILLIK	
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık		
Ortalama Sıcaklık	-1,3	1,4	3,9	9,0	12,7	16,7	20,0	21,0	16,8	11,1	5,7	1,3	9,9	
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	9,0	13,9	17,9	22,9	26,7	29,5	33,5	34,1	31,1	24,8	18,6	12,4	22,9	
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-13,5	-10,8	-8,3	-3,2	0,6	6,3	8,3	9,4	4,1	-1,0	-5,4	-9,8	-1,9	
En Yüksek Sıcaklık (°C)	13,3	18,1	23,4	25,8	29,4	34,9	35,5	37,9	35,5	29,0	22,0	15,9	37,9	
En Düşük Sıcaklık (°C)	-17,7	-16,0	-13,9	-6,6	-1,9	2,2	4,9	7,5	-0,1	-4,5	-9,4	-14,6	-17,7	
Ortalama Yağış (mm)	57,4	40,5	57,5	43,6	78,6	93,8	22,4	23,6	25,1	31,5	40,8	52,2	482,0	
Ortalama Nisbi Nem %	80,2	70,1	66,9	58,9	63,9	66,0	54,9	53,2	56,5	65,3	70,1	82,0	65,7	
Günlük Maksimun Yağış (mm)	26,0	18,1	49,1	23,3	26,6	41,6	34,9	28,4	30,4	13,5	26,3	25,7	49,1	
Ortalama Sisli Gün Sayısı	3,1	1,3	1,2	1,7	1,3	2,0	1,0	0,0	0,0	1,1	3,0	3,5	19,2	
Donlu Günler Sayısı	25,0	19,0	17,0	7,0	2,0	0	0	0	1	3,0	11,0	20,0	12,0	
En Hızlı Rüzgar Yönü	G,GD	G	G	GB	G,GB	GB	KD	K	K,KB	GB	G,GB	G	GB	
En Hızlı Rüzgar Hızı (m/sn)	19,3	22,6	23,7	25,1	24,2	20,4	19,4	17,5	18,0	15,8	21,8	18,2	25,1	

Çizelge 3.2 Çamkoru ‘da meteoroloji istasyonu tarafından 2014-2024 yılları arasında ölçülen aylık ve yıllık ortalama sıcaklık (°C) değerleri

AY	2014-2024 YILLARI ARASI ORTALAMA SICAKLIK											10 YILLIK
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
I	1.1	-2.1	-3	-4.8	-0.3	-1.3	-2.4	0.3	-3	1.4	0.3	-1.3
II	3.2	0	4.3	-0.7	3.3	1.8	0.4	1.1	-0.1	-0.9	3.5	1.4
III	4.8	3.8	4.8	4.9	6.3	3.7	5.7	1.3	-2	4.4	5.4	3.9
IV	9.5	5.5	10.7	7.5	12	7	7.8	8	10	7	13.8	9.0
V	12.4	13.5	11.3	11.8	13.9	13.6	12.4	14.5	12.2	11.9	11.8	12.7
VI	15.5	14.7	17.6	16.2	17.1	17.5	16.7	14.5	16.3	16.2	20.9	16.7
VII	20.6	19.8	20.1	20.9	19.6	18.3	20.8	20.2	18.5	20.3	20.8	20.0
VIII	21.3	20.3	21.2	20.2	20.6	19.8	20.8	20.8	21.2	24	21.1	21.0
IX	15.3	19.6	15.3	19.2	16	15.9	19.4	13.8	16.2	17.5	17.1	16.8
X	10.4	11.2	10.3	9.1	11.5	13.1	14.2	9.1	10.3	12.7	10.6	11.1
XI	4.9	6.5	4.6	4.2	6.1	7.8	4	6.7	6.8	7.3	4	5.7
XII	2.4	-1	-3.8	2.2	0.2	1.7	2.9	1.3	3	4	1.5	1.3
12 AYLIK	10.1	9.3	9.5	9.2	10.5	9.9	10.2	9.3	9.1	10.5	10.9	9.9

Çizelge 3.3 Çamkoru ‘da meteoroloji istasyonu tarafından 2014-2024 yılları arasında ölçülen aylık ve yıllık ortalama yağış (mm/m²) değerleri

AY	2014-2024 TOPLAM YAĞIŞ											10
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	YILLIK
I	28,2	29,3	78,4	41	41,6	86,6	33,7	86,2	33,9	11,5	62,5	532,9
II	12,8	25,8	36,1	5,8	30	44,9	35,8	12,2	83,6	4,5	16,9	308,4
III	40,2	42,1	52	33,3	84	25,4	51,3	37,8	26,2	115,1	20,4	527,8
IV	59,2	25	36,6	43,3	14,8	46,7	56,9	36,5	15,6	57,2	29,3	421,1
V	96,2	30,2	67,1	71,5	108,8	73,3	73,1	14,4	37,1	126,8	81,8	780,3
VI	90,4	148	72,8	74	60,3	82,3	36,1	85,8	122,7	35,5	7,6	815,5
VII	0,6	3,2	3,6	0,2	33,6	22,7	6,4	16,3	48	16	60,8	211,4
VIII	0	36	39,8	0	41,2	31	1,3	10,3	26,5	4,2	9,5	199,8
IX	21,7	6,7	43,6	0	22,8	5,6	29,5	45,1	12,8	19,1	16,9	223,8
X	45,1	45,1	1,3	8,1	46,5	13,8	43,6	11,4	18	3,5	17,1	253,5
XI	16,3	25,8	20,8	30,2	35,3	17,7	0	74,8	40,1	85	21,8	367,8
XII	66,8	6,3	24,4	38,9	51,9	50,3	18,5	56	36,2	80,2	44,5	474,0
12 AYLIK	477,5	423,5	476,5	346,3	570,8	500,3	386,2	486,8	500,7	558,6	389,1	5116,3

3.1.1.2 Topografya

Çamkoru Dr. Fuat Adalı Araştırma Ormanı, yüksek dağlık bir arazi karakterine sahiptir ve batı-doğu istikametinde akan çeşitli derecikleri içermektedir. Karapınar deresi, Sorguncak deresi, Kızılburun deresi gibi derelerin birleşimiyle Zamborun deresini, Soğukpınar ve Kapıkıran derelerinin birleşimiyle Sarioğlu deresini oluşturur. Bu derelerin suları yaz aylarında kuruma eğilimindedir. Soğukpınar deresinden itibaren kuzey batıdan kuzeydoğuya doğru uzanan kaya bloklarından oluşan geniş bir şerit mevcuttur. Bu şerit, yer yer genişleyerek açıklıklar ve otsu bitki örtüsüne sahip alanlar oluşturur. Topografya genellikle dik yamaçları ve sarp alanları içerir, ancak sırtlarda düzlükler de bulunur. Derelerin dar ve meyilli dere yataklarına sahip olmaları tipiktir. Orman içinde ve kuzey tarafında Sarioğlu ve Üyücek pınarı gibi iki pınar bulunmaktadır (Bozakman 1969).

3.1.1.3 Jeolojik Yapı ve Toprak Özellikleri

Çalışma alanına ait arazi, Miosen devrine ait volkanik kökenli oluşuklardan, özellikle andezit ve andezit tüflerinden oluşmaktadır. Topraklarda genellikle az miktarda veya hiç kireç (CaCO_3) bulunmamaktadır. Proje kapsamında açılan toprak çukurları maksimum 100 cm derinliğindedir. Genel olarak sıg topraklar hakimdir. Toprak örneklerinde asidik bir pH seviyesi gözlemlenmiş olup, genellikle 5,50- 6,50 arasında değişmektedir. Topraklar, esmer ve boz-esmer orman toprağı sınıfına aittir. Toprak tekstürü genellikle kumlu balçık, balçık ve kumlu killi balçıktır. Organik madde miktarı genellikle Ah horizonunda yüksektir, ancak derinlere inildikçe azalmaktadır. Organik madde miktarındaki eksiklik, iklim şartları ve biyotik faktörlerle ilişkilidir. Toprak geçirgenliği genellikle iyidir, ancak sıg ve geçirgenlik açısından düşük olan bölgelerde nemle ilgili sorunlar yaşanabilir. Saha, ölü örtü bakımından zengin olup, çürüntü ve humus tabakası bulunmaktadır, bu da Ah horizonunu organik madde bakımından zengin kılmaktadır (Anonim 2022).

Akgül (1969) çalışma alanını volkanik kökenli, Miosen devrine ait oluşuklar, asit karakterli andezitler, yer yer andezit tüfleri ve volkanik yapıda sedimanter taşlardan

oluşan bir alan olarak tanımlamıştır. Ayrıca, asit karakterli andezitlerin horblentli özellik gösterdiğini belirtmiştir.

Orman, neozoik (=tersiyer) zamanın miosen devrinde oluşmuş bir volkanik arazi üzerinde konumlanmıştır. Anataş, sodyum bakımından zengin feldispatları içeren ve asit karakterdeki dazit, andazit ve andazit tüfünden oluşan bir yapıya sahiptir. Bu taşların ayrışma hızı, basit ve andazit sodyumlu feldispatları içerdiğinde yavaşlamaktadır (Bozakman 1969).

Bozakman. (1969) tarafından yapılan araştırmada toprak özellikleri ile ilgili bilgiler vermiştir. Yapılan araştırmaya göre Orman genellikle gevşek bir diri örtü ile kaplıdır ve dış toprak halini belirten "Yeşillenmiş" terimi bu örtüyü ifade eder. Yerel olarak yabanlaşmış alanlar da bulunmaktadır. Diri örtünün miktarı ve türü, ışık koşullarına bağlı olarak çeşitlenir. Az ışık alan normal veya yoğun meşcereler altında diri örtü daha azdır ve zayıftır; bu tür alanların %90-95'i 2-3 cm kalınlığında ayrışmamış iğne, dal ve kozalak örtüsü ile kaplıdır. Bu örtünün altında ortalama 2,5 cm kalınlığında humus tabakası bulunmaktadır. Mineral toprakla olan etkileşimi genellikle iyi değildir, ancak 10-20 cm derinliğe kadar humus etkisi gözlemlenebilir. (Bozakman 1969).

Toprak genellikle orta derecede kumlu balçık türündedir ve su tutma kapasitesi düşüktür, bu nedenle fiziksel özellikleri açısından iyi bir durumda değildir. Toprak ortalama 25 cm derinliğe kadar kuru, 25-45 cm derinliğe kadar serin ve 45 cm'den sonra değişik derecelerde rutubetlidir. Ortalama derinliği 60 cm'dir, ancak yer yer özellikle yamaçların dere tabanlarına yakın bölgelerinde ve birikinti toprağı içeren alanlarda 120 cm'den daha derin topraklar bulunabilir. Toprağın kuru kısımları genellikle koyu gri ile gri arasında değişirken, serin kısımları daha çok açık kahverengindedir. Toprak tipi, esmer orman toprağı ve ranker toprağı arasında geçiş tipindedir (Bozakman 1969).

Köklenme zayıftır ve köklenme derinliği ortalama 50 cm'dir. Sarıçam, güçlü kazık kök yapması gereken bir ortamda zayıf kazık kök yapar ve kendini daha çok 10-15 cm kalınlığında 2-3 sathi ve yan kökte toprağı bağlar. Köklenme sahası küçüktür ve

genellikle 1-2 m² arasındadır. 0.5-2 cm çapında saçak kökler oldukça yaygındır (Bozakman 1969).

Bütün bonitelerde fosfor, toprağın üst kısımlarında daha yüksek konsantrasyonlarda bulunmakta olup, derinleştikçe fosfor miktarı azalmaktadır. Potasyum miktarı topraklar arasında değişiklik göstermekle birlikte genel olarak benzer değerlere sahiptir. İyi bonitelerde total potasyum konsantrasyonu, 40 cm derinliğe kadar olan kısımda yüksek seviyelerde ölçülmektedir. Sodyum miktarı diğer elementlere göre daha azdır ve genellikle yüksek değerlere ulaşmamaktadır. Magnezyum, iyi bonitelerde toprağın üst kısımlarında daha fazla bulunsun da genellikle toprak derinliği ve boniteye bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Bozakman 1969).

Toprak, yeterli miktarda besin maddesi içermektedir. Toprak reaksiyonu, kuvvetli asidik ile mutedil derecede asidik arasında değişmektedir; yani pH değerleri 4.5-5.7 arasındadır. Hâkim olan pH değeri genellikle 5 ve 5.5 arasındadır, bu değerler özellikle sarıçam ve karaçam için uygun kabul edilmektedir. Toprak rutubeti, özellikle toprağın üst kısımlarında yetersiz olduğu için ölü örtü ayrışması yavaş gerçekleşmektedir. Organik artıklar mineral toprakla karışmamakta, genellikle yüzeyde kalmaktadır. Humus, çürüntü tipi humus ile ham humus arasında bir form sergilemektedir. Biyolojik faaliyet düşük düzeydedir ve toprakta yer yer az miktarda ve küçük solucanlar bulunmaktadır (Bozakman 1969).

3.1.1.4 Meşçere Tipi, Kapalılık ve Bitki Örtüsü

Hâkim ağaç türleri sarıçam ve karaçamdır. Üst yükseltilerde göknar bulunmaktadır. Toplam alanı 612,1 ha olup, 588,4 ha ormanlık, 23,7 ha ise orman içi açıklıktır. Çamkoru Dr. Fuat ADALI Araştırma Ormanı Mühendisliği 2022 yılında yapılan amenajman planına göre Çkbc2, ÇkÇsc3, ÇkÇscd2, ÇkÇscd3, ÇkÇsd2, ÇkÇsd3, Çsb3, Çsbc1, Çsbc2, Çsbc3, Çsc3, Çscd1, Çscd2, Çscd3, ÇsÇkc3, ÇsÇkcd2, ÇsÇkcd3, ÇsGbc2, ÇsGcd3, GÇscd3, BÇk, BÇs, OT ve Ts meşçerelerinden oluşmaktadır. Sarıçam+Karaçam Karışık İşletme Sınıfından oluşan ormanlık alanların tamamının 2 ve 3 kapalılıkta olduğu görülmektedir. (Çizelge 3.4) (Anonim 2022).

Çizelge 3.4 Çamkoru Dr. Fuat ADALI Araştırma Ormanı'nın işletme sınıflarına göre; meşcere tipi, kuruluş ve arazi kullanım tiplerine dağılım tablosu

Meşcere, Kuruluş ve Arazi Kullanım Tipleri Sembolü	İŞLETME SINIFLARI					TOPLAM
	1 Kapalı	2 Kapalı	3 Kapalı	Bozuk	Açıklık	
	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	
Çkbc2		9,1				9,1
ÇkÇsc3			55,3			55,3
ÇkÇscd2		50,6				50,6
ÇkÇscd3			30,9			30,9
ÇkÇsd2		9,2				9,2
ÇkÇsd3			13,3			13,3
Çsb3			4,9			4,9
Çsbc1	7,5					7,5
Çsbc2		10,7				10,7
Çsbc3			11,3			11,3
Çsc3			44,7			44,7
Çscd1	7,4					7,4
Çscd2		104,8				104,8
Çscd3			29,3			29,3
ÇsÇkc3			41,1			41,1
ÇsÇkcd2		68,1				68,1
ÇsÇkcd3			19,9			19,9
ÇsGbc2		9,8				9,8
ÇsGcd3			20,4			20,4
GÇscd3			7,8			7,8
Normal Kapalı Top.	14,9	262,3	278,9			556,1
Fonk. Verimli Top.	14,9	262,3	278,9			556,1
BÇk				10,7		10,7
BÇs				21,6		21,6
Boşluklu Kapalı Top.				32,3		32,3
Fonk. Verimli Top.				32,3		32,3
ORMANLIK TOPLAMI	14,9	262,3	278,9	32,3		588,4
OT					21,1	21,1
Ts					2,6	2,6
Ağaçsız Orm. Al.Top.	0	0	0	0	23,7	23,7
Fonk. Verimli Top.					23,7	23,7
ORMAN ALANI TOP.	14,9	262,3	278,9	32,3	23,7	612,1
GENEL TOPLAM	14,9	262,3	278,9	32,3	23,7	612,1

Çamkoru Dr. Fuat ADALI Araştırma Ormanı içerisinde tespit edilen ağaç türleri ve bitki türleri aşağıda verilmiştir.

Ağaç türleri olarak, Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Karaçam (*Pinus nigra* Arn.), Gökmar (Abies nordmanniana.), Adi Fındık (*Corylus avellana*), Titrek kavak (*Populus tremula* L.), Ardıç (*Juniperus communis* L.), Söğüt (*Salix caprea* L.), Alıç (*Crataegus* sp.), Üvez (*Sorbus acuparia* L.), Doğu Çınarı (*Platanus orientalis*.)’dir (Anonim 2022).

Bitki türleri olarak, Şerbetçi otu, Mayaotu, Çiçeği (*Humulus lupulus*.), Mayıs Papatyası (*Matricaria chamomilla*.), Kuşburnu (*Rosa canina*.), Ahududu (*Rubus idaeus*.), Isırgan Otu (*Urtica dioica*.), Melek otu (*Angelica sylvestris*.), Büyük sinirli ot, Damar otu (*Plantago major*.), Ada çayı (*Salvia glutinosa*.), Kardelen (*Galanthus ikariae*.), Çuha çiçeği (*Primula vulgaris*.), Kekik (*Tymus praecox*.), Güze Çiğdem, “Vargit, Kalkgit” (*Colchicum autumnale*.), Hindibağ (*Taraxacum turcicum*.), Sumak (*Rhus coriaria*.), Eğrelti otu (*Pteridium aquilinum*) (Şekil 3.3), Alıç (*Crataegus orientalis*) (Şekil 3.4), Geven (*Astragalus viciifolis*.), Kuşburnu (*Rosa canina*.), Yavşan Otu (*Artemisia vulgaris*.), Adi Ardıç (*Juniperus communis*.) (Şekil 3.5), Böğürtlen (*Rubus fruticosus*) (Şekil 3.6), Orman gülü (*Robus ponticum*.), Çoban püskülü (*İlex equifolium*.), Yabani Fındık (*Corylus avellana*.) Kızılcık (*Cornus*.), Orman sarmaşığı (*Hedera helix*.)’dir (Anonim 2022).



Şekil 3.3 Eğrelti otu (*Pteridium aquilinum*)



Şekil 3.4 Alıç (*Crataegus orientalis*)



Şekil 3.5 Adi Ardıç (*Juniperus sabina*)



Şekil 3.6 Böğürtlen (*Rubus fruticosus*)

Çamkoru Dr. Fuat ADALI Araştırma Ormanı içerisinde asli ağaç türü olarak Sarıçam, Karaçam ve Gökmar tespit edilmiştir. Flora analiz tablolarının dökümü neticesi 170 tür tespit edildiği belirtilmiştir (Bozakman 1969).

3.1.2 Kırmızı Orman Karıncası (*Formica rufa* L.)

Çalışmamızın ana materyalini KOK (*Formica rufa* L.) ve yuvaları oluşturmaktadır. Yuva materyali genellikle bir ağaç veya kütüğünü esas alarak oluşturulur ve yuva materyali: İğne yapraklar, dallar ve otlar, Reçine ve Fungus materyalleri içerir. KOK işçi bireyleri, sağlam ve tahrip edilmiş yuva görünümüne örnekler (Şekil 3.7, Şekil 3.8, Şekil 3.9).



Şekil 3.7 Yuva Kenarında KOK Bireyleri



Şekil 3.8 Tahrip Edilmemiş Bir KOK Yuvası

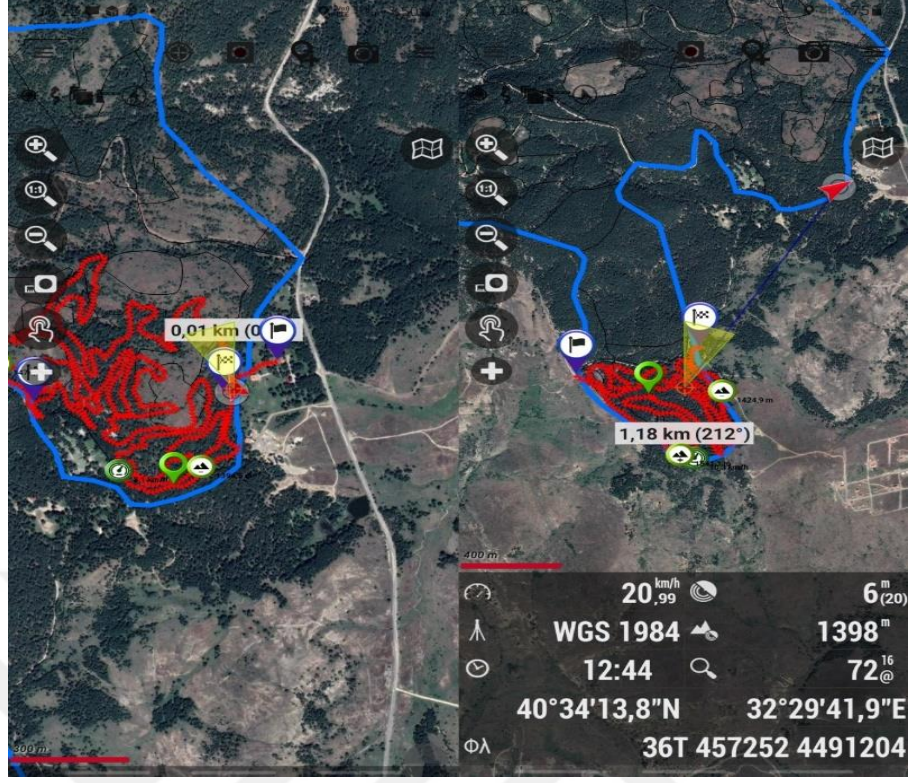


Şekil 3.9 Tahrip Edilmiş Ancak Hala Aktif Olan Bir KOK Yuvası

3.2 Metot

3.2.1. Arazi Çalışması

Çamkoru Dr. Fuat ADALI Araştırma Ormanı içerisinde çalışmamızın ana materyalini oluşturan KOK ve yuvalarını tespit etmek için 2023-2024 yıllarında 15 Mart ve 15 Ekim tarihleri arasında arazi çalışmaları yapılmıştır. Arazi çalışmaları esnasında Çamkoru Dr. Fuat ADALI Araştırma Ormanı'nın tamamının bi fiil gezilmesi ve tam sayım metodunun uygulanabilmesi için 612.1 ha saha amenajman planı ve memleket haritası üzerinden incelenmiş ve arazide doğal hatlardan sınırlar oluşturularak parsellenmiştir. Söz konusu parsellerde arazi tarama faaliyeti 4 kişilik bir ekip ile 8-10 metre aralıklarla eşyükselti eğrilerine paralel olarak yukarıdan aşağıya doğru olmak üzere yapılmıştır. Sahaların taranması esnasında Küresel Konumlama Sistemi (GPS) ve OruxMaps Coğrafi Konum (GP) programıyla iz kayıtları alınarak taranmamış alanların kalması engellenmiştir. (Şekil 3.10)



Şekil 3.10 OruxMaps GP Programı İz Kayıtlarına Ait Ekran Görüntüsü

2023 yılında çalışma sahası olan Çamkoru Dr. Fuat ADALI Araştırma Ormanı'nda KOK yuvasının olup olmadığını tespit etmek için ön hazırlık çalışması olarak araziye gidilmiştir. Yapılan bu hazırlık çalışmasında sahanın tamamı GPS cihazı ve mobil telefonda OruxMaps GP programıyla gezilerek taranmıştır. Yapılan bu çalışma esnasında 359 adet KOK yuvası bulunmuştur. Bulunan bu yuvaların 214 tanesinin aktif 145 tanesinin sömük olduğu tespit edilmiştir. Tespit edilen her bir yuvanın fotoğrafları çekilmiş ve koordinatları bir metre hassasiyetindeki el GPS ile alınarak envanter kaydı oluşturulmuştur. Ayrıca arazide tespit edilen her bir yuvanın bulunduğu alanlar ile yuvaya en yakın ağaçlar emniyet şeridi ile işaretlenmiştir.

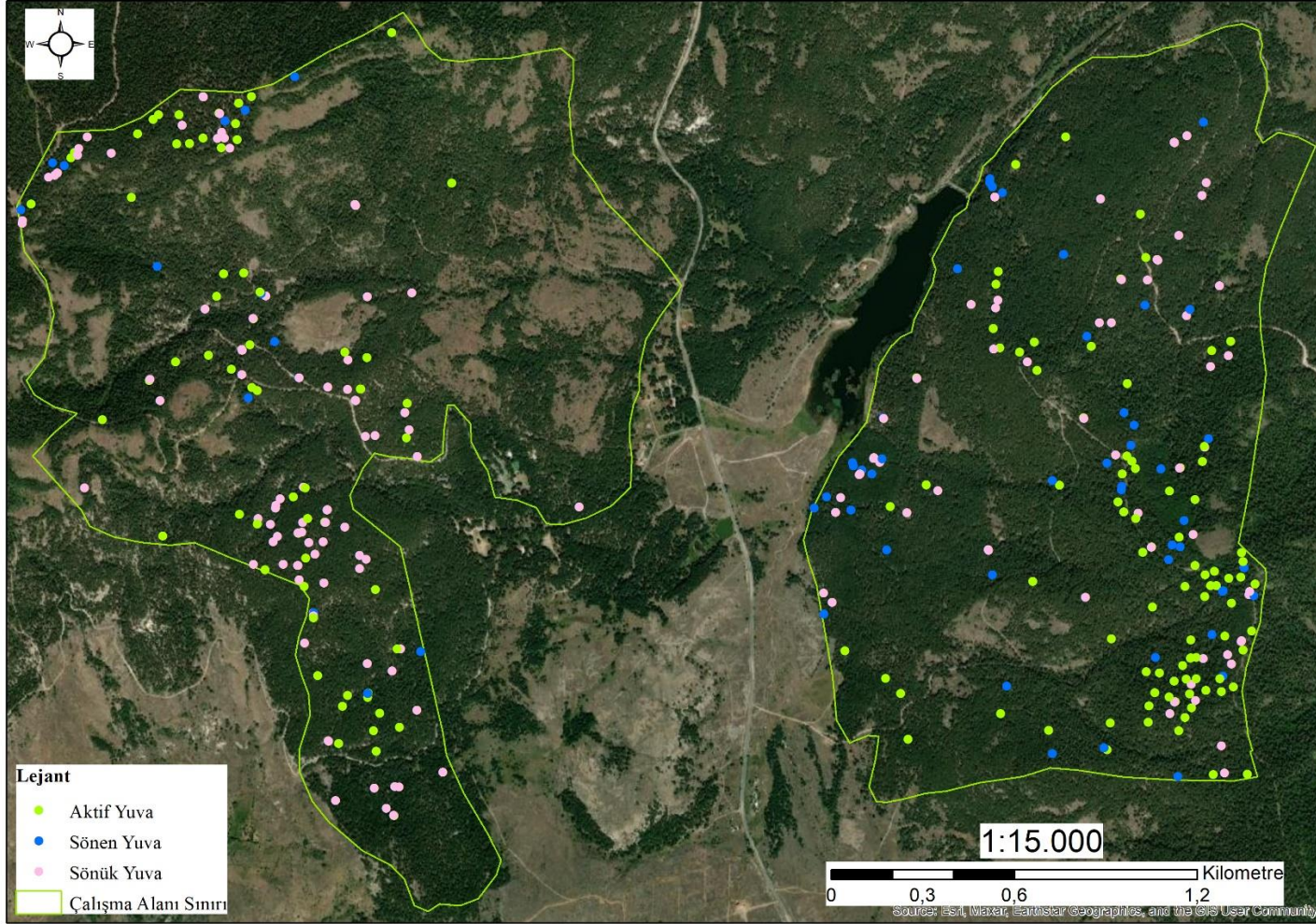
2024 yılında yapılan arazi çalışmasında 2023 yılında tespit edilerek koordinatları belirlenen 359 adet yuva arazide GPS yardımı ile bulunarak kontrol edilmiş ve söz konusu yuvalardan aktif olan 61 adetinin domuz zararı (Şekil 3.11, Şekil 3.12) ve diğer sebeplerden dolayı sönmüş olduğu bu sebeple 2024 yılında aktif karınca yuva sayısının 153 adet, Sönen yuva adedinin 61 adet ve sömük yuva adedinin 145 adet olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.11 8 Haziran 2023 Yılında 139 Nolu Yuvaya Ait Fotoğraf



Şekil 3.12 3 Mayıs 2024 Yılında 139 Nolu Yuvaya Ait Fotoğraf



Şekil 3.13 2023 ve 2024 Yılı Arazi Çalışmalarında Tespit Edilen KOK Yuvalarının Çalışma Alanında Dağılımına Ait Uydu Görüntüsü

Aktif olan her bir karınca yuvasının fotoğrafları büroda yeniden değerlendirilmek üzere 4 yönlü olarak çekilmiş ve yuvaya ait envanter karnesi doldurulmuştur. Envanter karnesi doldurulurken sahanın amenajman planına göre hangi bölmede ve meşçere tipinde kaldığı, amenajman planı ve sahanın fiili durumuna göre meşçere tipi, memleket haritasında belirtilen mevkii adı, sahadaki ağaçların toprağı gölgeleme durumuna göre sahanın kapalılığı, diri ve ölü örtü yoğunluğu, pusula ile semt açısı, bakışı, yuvaya en yakın ağacın mesafesi, boyu, türü, domuz zararının olup olmadığı gibi bilgiler envanter karnesine işlenmiştir. (Şekil 3.14)

Ayrıca arazide tespit edilen aktif yuvaların hacimlerinin belirlenmesi için yuvaların yüksekliği ve yuva çapları 2 yönlü olarak metre, lata ve çöp şiş yardımı ile (0° - 180° ve 181° - 360°) ölçülmüş, yuvanın yeri, yuva aktivitesi gibi bilgilerde envanter karnesine yazılmıştır.



Şekil 3.14 Çalışma Alanından 2024 Yılına Ait Bir Görüntü

3.2.2 Verilerin Toplanması ve İstatistiki Parametrelerin Belirlenmesi

Çalışma alanımız olan Çamkoru Dr. Fuat ADALI Araştırma Ormanı'na ait meşçere bilgileri amenajman planı ve haritaları, OGM İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitü Müdürlüğünden, Yükseklik, eğim, bakı gibi verileri içeren DEM haritası OGM, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığından, İklim verilerine dair bilgiler, MGM, Meteorolojik Veri İşlem Dairesi Başkanlığından elde edilmiştir.

Sahada doldurulan envanter karnelerindeki veriler, ofiste her bir karınca yuvası için analiz edilerek değerlendirme tabloları oluşturulmuştur. Tespit edilen ve her biri ayrı ayrı kaydedilen yuva koordinatları, önceden sayısallaştırılmış memleket, meşçere, eğim ve yükselti grupları haritasına entegre edilmiştir.

Kırmızı Orman Karıncalarını (KOK) yuva hacimlerinin belirlenmesinde aşağıdaki formüle göre çalışma yapılmıştır. (Van Bungeum 2022). Yuva çapı iki yönlü (0°-180° ve 181°-360°) ölçülerek ortalaması alınmıştır.

$$V = 2/3 \pi r^2 h$$

V: yuva hacmi, r: yuva yarı çapı, h: yuva yüksekliğini ifade etmektedir (Van Bungeum 2022).

Çamkoru Dr. Fuat adalı araştırma ormanında KOK yuvalarının ve yuva hacimlerinin dağılımını etkileyen değişkenlerin belirlenmesinde literatür e bağlı kalınarak meşçere, topografik ve çevresel parametreler olmak üzere üç temel grupta değerlendirme yapılmıştır (Kilpeläinen *et al.* 2007, Öçal 2011, Risch *et al.* 2016, Vandegehuchte *et al.* 2017, Serttaş vd. 2020, Antonova and Marinov 2021, Yılmaz vd. 2023). Meşçere değişkenleri olarak karışım, nitelik, kapalılık, gelişim çağı ve bonitet, topağrafik değişkenler olarak yükselti, eğim ve bakı, çevresel değişkenler olarak ta yuvanın yeri, diri örtü yoğunluğu, ölü örtü kalınlığı, En yakın ağacın türü, mesafesi, boyu ve bakısı gibi değişkenler kullanılmıştır.

Meşçere parametrelerinde amenajman planına bağlı kalınarak; Ağaç türleri ve karışım bakımından meşcereler, saf ve karışık olarak ayrılmıştır. Ağaç sayısı ve servet yönünden %90 ile daha fazlası aynı türden oluşmuş ise meşçere saf olarak; hacmen %10 ve daha

fazla oranda değişik ağaç türlerinden oluşan meşcere tipleri ise karışık olarak kabul edilmiştir. Nitelik bakımından normal ve boşluklu olmak üzere iki ana gruba ayrılmış ve Kapalılık bakımından meşcereler: 0- Kapalılık %10 ve daha az boşluklu kapalı, 1- Kapalılık %11-40 Gevşek kapalı, 2- Kapalılık %41-70 Orta kapalı, 3- Kapalılık %71-100'e kadar kapalı ve tam kapalıdır. Meşcere gelişim çağlarına göre amenajman planında beş gruba ayrılmıştır. a) Gençlik ve sıklık 0- 7.9 cm'ye kadar, b) Sırlıklık ve direklik 8-19.9 cm'ye kadar, c) İnce ağaçlık 20- 35.9 cm'ye kadar, d) Orta ağaçlık 36- 51.9 cm'ye kadar, e) Kalın ağaçlık 52 cm ve yukarı olan meşcereler için kullanılmıştır. Ancak e çağındaki fertler aktüel durumda bir bütün olarak meşcere oluşturmuyorsa, genelde (d) çağı ile birlikte değerlendirilerek doğrudan doğruya (d) çağında rumuzlandırılır. Bu sebeple Meşcere gelişim çağlarına göre 4 grupta (a-çağı, b- çağı, c-çağı, d-çağı) incelenmiştir. Bonitet sınıflandırması ise I. II. III. ve IV. Bonitet olmak üzere 4 grup olarak belirlenmiştir.

Topografik değişkenler olarak belirlenen yükselti; 1500 m'den düşük 1500-1600 m ve 1700 m'den yüksek meşcereler olarak 3 grup, eğim; bakımından %20° ve daha az, %21°-40° ve %41° ve daha fazla eğimli meşcereler olmak üzere 3 grup, bakı olarak ta güneşli (güneydoğu, güney, güneybatı ve batı) bakı ve gölgeli (kuzeydoğu, kuzey, kuzeybatı ve doğu) olmak üzere 2 grup olarak değerlendirilmiştir.

Meşcere kapalılığı faktörünün seviyeleri arasındaki farklılıklar varyans analizi (ANOVA) kullanılarak incelenmiştir. Ayrıca yuva özellikleri ve yetiştirme ortamına ait faktörlerin seviyeleri arasındaki ortalamaların farklılığını belirlemek amacıyla Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

Harita tablolar ve fotoğraflar analiz edilerek, aktif yuva alanları ile karşılaştırılmış, ayrıca yuvalar hacimlerine göre küçük (0,5m³ ve altı), orta (0,5-1,0m³) ve büyük (1,0m³ ve üstü) olmak üzere üç gruba ayrılarak konumlarına göre değerlendirilmiştir. Sahada doldurulan envanter karnelerindeki veriler, ofiste her bir karınca yuvası için analiz edilerek değerlendirilmiştir.

Yukarıda belirtiler analizler dışında kırmızı orman karıncalarına ait yuva hacimlerini etkileyebilecek faktörlerden İkili kombinasyonlar oluşturularak her kombinasyon için

çoklu lineer regresyon modeli kurulmuş ve modellerin genel anlamlılığı F-testi ile sınanmıştır. İstatistiksel anlamlılık eşiği $p < 0.05$ olarak belirlenmiştir. Bu yöntemle, çevresel faktörlerin birbirleriyle etkileşimleri de dikkate alınarak yuva hacmi üzerindeki etkileri daha bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmiştir.

Ayrıca QGIS program ile Kırmızı orman karıncası olmayan alanlara noktalar atarak kırmızı orman karıncası yuvasının ormanda bulunup bulunmamasının (var/yok) çeşitli çevresel değişkenlerle ilişkilisini incelemek için her bir faktör için ayrı ayrı Ki-kare, Fisher kesin testi ve lojistik regresyon modeli uygulanarak, o faktörün yuva bulunma durumuyla anlamlı bir ilişkisi olup olmadığı da değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Bulgular

Çamkoru Dr. Fuat ADALI araştırma ormanını alanında yapılan bu çalışma ile KOK yuvalarından ve yuvanın bulunduğu alandan elde edilen veriler değerlendirilmiş ve yuva miktarı ile yuva hacimleri yorumlanmıştır. Ayrıca araştırma ormanını içerisindeki yuva dağılımlarının bazı meşçere özellikleri ve topografik değerler dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

Çamkoru Dr. Fuat ADALI araştırma ormanında tespit edilen ve aktif olan KOK yuvalarının hacimlerinin belirlenebilmesi için yuva çapı iki yönlü ölçülerek ortalaması alınmış ve yuvaların yükseklikleri ölçülmüştür. Yapılan bu ölçümler sonucunda yuva yüksekliğinin 4 cm ile 102 cm arasında değiştiği ortalama yuva yüksekliğinin 39,3 cm olduğu, yuva çapının 8,5 cm ile 268 cm arasında değiştiği. Ortalama yuva çapının 99 cm olduğu, en küçük yuva hacminin 0,0002 m³ olduğu en büyük yuva hacminin 3,2567 m³ olduğu, ortalama yuva hacminin 0,3614 m³ olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Çamkoru Dr. Fuat ADALI Araştırma Ormanı Mühendisliğinde tespit edilen aktif KOK yuvalarının hacimlerinin belirlenmesi için yapılan ölçüm değerlerine ait tablo.

YUVA NO	YUVA YÜKSEKLİĞİ (cm)	0°	90°	180°	90°	180°	270°	YUVA ÇAPI (cm)	YUVA HACMİ (m³)
3	39	0	28	94	0	41	83	88,5	0,1599
13	28	0	32	60	0	28	53	56,5	0,0468
17	14	0	56	81	0	29	72	76,5	0,0429
18	54	0	43	115	0	44	96	105,5	0,3145
19	75	0	60	177	0	78	156	166,5	1,0881
20	54	0	36	146	0	61	112	129	0,4703
21	63	0	80	145	0	65	145	145	0,6932
22	20	0	20	38	0	19	34	36	0,0136
24	5	0	6	9	0	4	8	8,5	0,0002
25	40	0	34	86	0	29	75	80,5	0,1357
26	64	0	52	146	0	60	148	147	0,7238
27	65	0	71	139	0	72	156	147,5	0,7401
31	62	0	67	126	0	64	146	136	0,6001
34	17	0	18	31	0	14	26	28,5	0,0072
35	87	0	110	242	0	112	257	249,5	2,8343
35A	31	0	38	77	0	49	121	99	0,1590
42	58	0	60	115	0	40	95	105	0,3346
43	64	0	103	189	0	101	194	191,5	1,2283
52A	26	0	32	63	0	28	57	60	0,0490
52B	30	0	31	64	0	35	66	65	0,0663
54	49	0	81	196	0	95	198	197	0,9952
58	74	0	77	188	0	85	165	176,5	1,2064
63	32	0	28	78	0	41	79	78,5	0,1032
73	25	0	110	127	0	55	129	128	0,2144
75	16	0	23	46	0	24	54	50	0,0209
76	32	0	24	65	0	32	59	62	0,0644
78	34	0	28	66	0	36	68	67	0,0799
79	102	0	80	304	0	90	190	247	3,2567
81	88	0	60	138	0	50	167	152,5	1,0710
85	24	0	60	192	0	95	210	201	0,5074
91	7	0	9	22	0	7	13	17,5	0,0011
93	25	0	31	80	0	52	96	88	0,1013

Çizelge 4.1 (Devamı)

YUVA NO	YUVA YÜKSEKLİĞİ (cm)	0°	90°	180°	90°	180°	270°	YUVA ÇAPI (cm)	YUVA HACMİ (m³)
95	32	0	45	188	0	52	118	153	0,3920
97	58	0	63	172	0	87	162	167	0,8465
99	13	0	13	68	0	50	74	71	0,0343
105	42	0	42	120	0	53	105	112,5	0,2782
106	8	0	25	50	0	46	74	62	0,0161
107	23	0	18	34	0	27	58	46	0,0255
109	22	0	24	45	0	22	54	49,5	0,0282
113	22	0	53	86	0	51	82	84	0,0812
117	48	0	45	110	0	40	94	102	0,2613
123	70	0	68	148	0	66	145	146,5	0,7862
124	40	0	40	104	0	42	97	100,5	0,2114
129	21	0	3	17	0	7	16	16,5	0,0030
130	50	0	113	230	0	132	306	268	1,8794
131	63	0	77	163	0	73	171	167	0,9195
133	28	0	28	52	0	22	43	47,5	0,0331
137	43	0	52	105	0	61	98	101,5	0,2318
139	54	0	61	140	0	69	153	146,5	0,6065
140	58	0	57	116	0	52	109	112,5	0,3842
143	24	0	22	56	0	41	73	64,5	0,0523
146	42	0	33	71	0	32	60	65,5	0,0943
148	34	0	63	126	0	66	120	123	0,2692
149	70	0	96	215	0	94	203	209	1,6002
150	85	0	64	188	0	82	191	189,5	1,5974
151	93	0	62	171	0	82	158	164,5	1,3170
153	9	0	8	17	0	10	18	17,5	0,0014
154	36	0	40	66	0	36	58	62	0,0724
155	18	0	29	59	0	27	66	62,5	0,0368
157	4	0	10	15	0	3	6	10,5	0,0002
159	66	0	52	151	0	64	135	143	0,7063
160	47	0	63	147	0	66	134	140,5	0,4855
161	44	0	43	152	0	55	127	139,5	0,4481
162	10	0	8	17	0	9	18	17,5	0,0016
164	30	0	12	23	0	13	28	25,5	0,0102

Çizelge 4.1 (Devamı)

YUVA NO	YUVA YÜKSEKLİĞİ (cm)	0°	90°	180°	90°	180°	270°	YUVA ÇAPI (cm)	YUVA HACMİ (m³)
169	32	0	24	57	0	38	66	61,5	0,0633
180	28	0	20	42	0	17	32	37	0,0201
181	35	0	51	113	0	52	110	111,5	0,2277
186	62	0	97	160	0	64	135	147,5	0,7059
187	46	0	96	181	0	121	192	186,5	0,8373
188	12	0	13	29	0	12	28	28,5	0,0051
189	19	0	21	57	0	33	52	54,5	0,0295
192	36	0	38	93	0	36	95	94	0,1665
197	38	0	40	84	0	50	75	79,5	0,1257
199	50	0	48	79	0	25	67	73	0,1394
201	82	0	40	89	0	52	128	108,5	0,5052
204	20	0	24	41	0	27	54	47,5	0,0236
217	26	0	37	87	0	32	71	79	0,0849
222	11	0	30	69	0	29	55	62	0,0221
231	24	0	44	89	0	33	77	83	0,0865
232	24	0	31	64	0	24	59	61,5	0,0475
236	24	0	15	41	0	26	55	48	0,0289
237	71	0	109	215	0	84	170	192,5	1,3769
240	14	0	24	42	0	28	43	42,5	0,0132
243	51	0	122	210	0	111	204	207	1,1436
245	52	0	58	158	0	90	179	168,5	0,7726
246	14	0	49	81	0	51	92	86,5	0,0548
249	46	0	73	124	0	75	135	129,5	0,4037
253	27	0	25	38	0	17	34	36	0,0183
254	37	0	61	127	0	95	172	149,5	0,4328
255	53	0	74	141	0	88	150	145,5	0,5872
256	40	0	68	122	0	64	111	116,5	0,2841
257	41	0	83	113	0	60	130	121,5	0,3167
258	16	0	16	30	0	19	37	33,5	0,0094
259	52	0	54	104	0	48	101	102,5	0,2859
262	70	0	70	111	0	55	90	100,5	0,3700
263	42	0	78	138	0	55	124	131	0,3772

Çizelge 4.1 (Devamı)

YUVA NO	YUVA YÜKSEKLİĞİ (cm)	0°	90°	180°	90°	180°	270°	YUVA ÇAPI (cm)	YUVA HACMİ (m³)
265A	52	0	65	136	0	85	142	139	0,5258
265B	19	0	16	31	0	10	22	26,5	0,0070
266	23	0	16	31	0	22	38	34,5	0,0143
268	26	0	36	68	0	25	51	59,5	0,0482
269	34	0	49	85	0	38	72	78,5	0,1096
270	33	0	32	74	0	36	68	71	0,0871
272	50	0	91	181	0	70	165	173	0,7831
273	9	0	23	41	0	23	41	41	0,0079
275	65	0	113	180	0	88	154	167	0,9487
276	25	0	28	69	0	30	67	68	0,0605
278	19	0	20	45	0	16	27	36	0,0129
279	42	0	61	109	0	53	102	105,5	0,2446
280	40	0	54	117	0	43	101	109	0,2487
281	42	0	65	120	0	43	102	111	0,2708
282	21	0	18	32	0	21	38	35	0,0135
285	20	0	38	64	0	28	56	60	0,0377
286	54	0	57	124	0	40	101	112,5	0,3577
287	23	0	34	68	0	31	63	65,5	0,0516
291	70	0	76	170	0	80	166	168	1,0339
292	59	0	81	187	0	92	175	181	1,0116
294	45	0	60	115	0	32	70	92,5	0,2015
296	36	0	59	113	0	31	74	93,5	0,1647
297	81	0	80	192	0	100	183	187,5	1,4903
298	59	0	120	224	0	80	165	194,5	1,1681
299	62	0	53	138	0	74	141	139,5	0,6314
300	42	0	65	97	0	42	78	87,5	0,1683
301	26	0	51	89	0	42	88	88,5	0,1066
302	33	0	43	84	0	27	85	84,5	0,1233
303	17	0	45	71	0	27	63	67	0,0399
304	38	0	34	74	0	32	78	76	0,1149
306	17	0	17	33	0	5	23	28	0,0070
308	34	0	47	111	0	38	92	101,5	0,1833
310	62	0	69	117	0	55	112	114,5	0,4254
311	27	0	25	90	0	50	79	84,5	0,1009

Çizelge 4.1 (Devamı)

YUVA NO	YUVA YÜKSEKLİĞİ (cm)	0°	90°	180°	90°	180°	270°	YUVA ÇAPI (cm)	YUVA HACMİ (m³)
313	27	0	28	45	0	26	49	47	0,0312
315	58	0	43	81	0	21	66	73,5	0,1640
317	26	0	39	69	0	35	67	68	0,0629
324	41	0	35	68	0	32	62	65	0,0907
325	65	0	79	188	0	69	170	179	1,0899
327	19	0	25	49	0	27	46	47,5	0,0224
330	20	0	25	53	0	54	137	95	0,0945
331	54	0	92	165	0	80	139	152	0,6529
336	17	0	17	35	0	17	33	34	0,0103
337	33	0	46	100	0	55	100	100	0,1727
339	21	0	34	62	0	32	63	62,5	0,0429
340	46	0	41	92	0	39	81	86,5	0,1801
341	42	0	28	77	0	19	58	67,5	0,1001
343	23	0	28	61	0	26	57	59	0,0419
347	36	0	11	38	0	18	42	40	0,0301
349	39	0	40	73	0	38	80	76,5	0,1194
350	43	0	52	91	0	55	97	94	0,1988
249A	36	0	49	76	0	39	79	77,5	0,1132
250A	42	0	53	116	0	44	92	104	0,2377
283A	16	0	30	59	0	32	62	60,5	0,0306
343A	44	0	40	76	0	31	62	69	0,1096
352A	48	0	45	105	0	50	109	107	0,2876

Kırmızı Orman Karıncalarının (KOK) yuvalarının dağılımını etkileyen meşçere özelliklerinden; karışım bakımından, nitelik bakımından, kapalılık bakımından, gelişim çağları bakımından ve meşçerenin boniteti bakımından toplam çalışma alanına göre yuvaların dağılımı değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucuna göre;

Çalışma alanı olan Çamkoru Dr. Fuat ADALI araştırma ormanının %44,5'i (262.0 ha) saf, %55,5'inin (326.4 ha) karışık meşçerelerden oluştuğu, KOK yuvalarının %58,2'sinin (89 adet) saf, %41,8'inin (64 adet) ise karışık meşçerelerde bulunduğu ve KOK

yuvalarının %16,4 oranında saf meşçereleri daha fazla tercih ettikleri, saf meşçelerde toplam yuva hacminin %66,0'sının (36.47 m³), karışık meşçelerde ise %34,0'ünün (18.82 m³) bulunduğu, ortalama yuva hacminin saf meşçelerde %13,4 fazla, Karışık meşçelerde ise %18,6 az olduğu, KOK yuva hacimlerinin saf meşçelerde karışık meşçelere göre %32,0 oranında daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.2) (Şekil 4.1).

Çizelge 4.2 Yuva sayılarının ve hacimlerinin meşçere karışım durumuna göre dağılımı

KARIŞIM DURUMU	ALAN		YUVA		TOPLAM YUVA HACMİ		ORTALAMA YUVA HACMİ	
	(ha)	%	(adet)	%	(m ³)	%	m ³	%
SAF MEŞÇERE	262,0	44,5	89,0	58,2	36,47	66,0	0,41	113,4
KARIŞIK MEŞÇERE	326,4	55,5	64,0	41,8	18,82	34,0	0,29	81,4

Meşçerelerin nitelikleri bakımından değerlendirdiğimizde çalışma alanının %94,5'inin (556.1 ha) verimli, %5,5'ininde (32.3 ha) boşluklu kapalı meşçerelerden oluştuğu ve KOK yuvalarının tamamının verimli meşçelerde bulunduğu, boşluklu kapalı alanlarda bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu sebeple meşçerelerin nitelikleri bakımından yuva hacimleri hakkında değerlendirme yapılamamıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 Yuva sayılarının ve hacimlerinin meşçere nitelik durumuna göre dağılımı

MEŞÇERE NİTELİK DURUMU	ALAN (ha)		YUVA		TOPLAM YUVA HACMİ		ORTALAMA YUVA HACMİ	
	(ha)	%	(adet)	%	(m ³)	%	(m ³)	%
NORMAL KAPALI	556,1	94,51	153	100,0	55,29	100,0	0,36	100,00
BOŞLUKLU KAPALI	32,3	5,49	0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00

Meşçerelerin kapalılık durumuna göre değerlendirildiğinde ise çalışma alanının %2,5'inin (14.9 ha) 1 kapalı, %44,6'sının (262.3 ha) 2 kapalı, %47,4'ünün (278.9 ha) 3 kapalı %5,5'inin (32.3 ha) boşluklu kapalı olduğu, karınca yuvalarının 1 kapalı ve boşluklu kapalı meşçerelerde bulunmadığı, yuvaların %54,2'sinin (83 adet) 2 kapalı, %45,8'ininde (70 adet) 3 kapalı meşçerelerde bulunduğu, KOK'ların çalışma alanı içerisinde farklı kapalılıktaki meşçerelerde yuva tercihlerinin orta ve tam kapalı meşçereler olduğu, toplam yuva hacminin %51,7'sinin (28.57 m³) 2 kapalı, %43,3'ünde (26.72 m³) 3 kapalı meşçerelerde bulunduğu, Ortalama yuva hacminin 2 kapalı alanlarda %4,7 daha az, 3 kapalı alanlarda ise %5,6 oranında daha fazla olduğu, 3 kapalı alanlardaki yuvaların ortalama hacminin 2 kapalı alanlardaki yuvaların ortalama hacminden %10,4 oranında daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.4) (Şekil 4.2).

Çizelge 4.4 Yuva sayılarının ve hacimlerinin meşçere kapalılık durumuna göre dağılımı

KAPALILIK DURUMU	ALAN		YUVA		TOPLAM YUVA HACMİ		ORTALAMA YUVA HACMİ	
	(ha)	%	(adet)	%	(m ³)	%	m ³	%
1 KAPALI (%10-%40)	14,9	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 KAPALI (%40-%70)	262,3	44,6	83,0	54,2	28,57	51,7	0,34	95,3
3 KAPALI (>%70)	278,9	47,4	70,0	45,8	26,72	48,3	0,38	105,6
BOŞLUKLU KAPALI (<%10)	32,3	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Meşçere gelişim çağları bakımından yapılan değerlendirmede çalışma alanı olan Çamkoru Dr. Fuat ADALI araştırma ormanında a çağında bir alan olmadığı. Sahanın %9,1'inin (53.3 ha) b çağında, %81,6'sının (480.3 ha) c çağında, %3,8'inin (22.5 ha) d çağında olduğu ve geriye kalan %5,5'luk (32.3 ha) alanında boşluklu kapalı olduğu, KOK yuvalarının %4,6'sının (7 adet) b çağında, %92,8'inin (142 adet) c çağında, %2,6'sını (4 adet) d çağında olduğu, toplam yuva hacminin %1,5'inin (0.82 m³) b çağında, %94,8'inin (52.42 m³) c çağında, %3,7'sinin (2.05 m³) d çağında ki alanlarda olduğu, ortalama yuva hacminin b çağındaki meşçerelerde %67,5 oranında az olduğu, c

çağında ki meşçerelerde %2,1 oranında, d çağındaki meşçerelerde ise %41,8 oranında daha fazla olduğu, KOK yuvasının adet olarak c gelişim çağındaki meşçerelerde fazla olduğu, d çağındaki meşçerelerde de yuvaların adet olarak az ancak hacim olarak fazla olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.5) (Şekil 4.3).

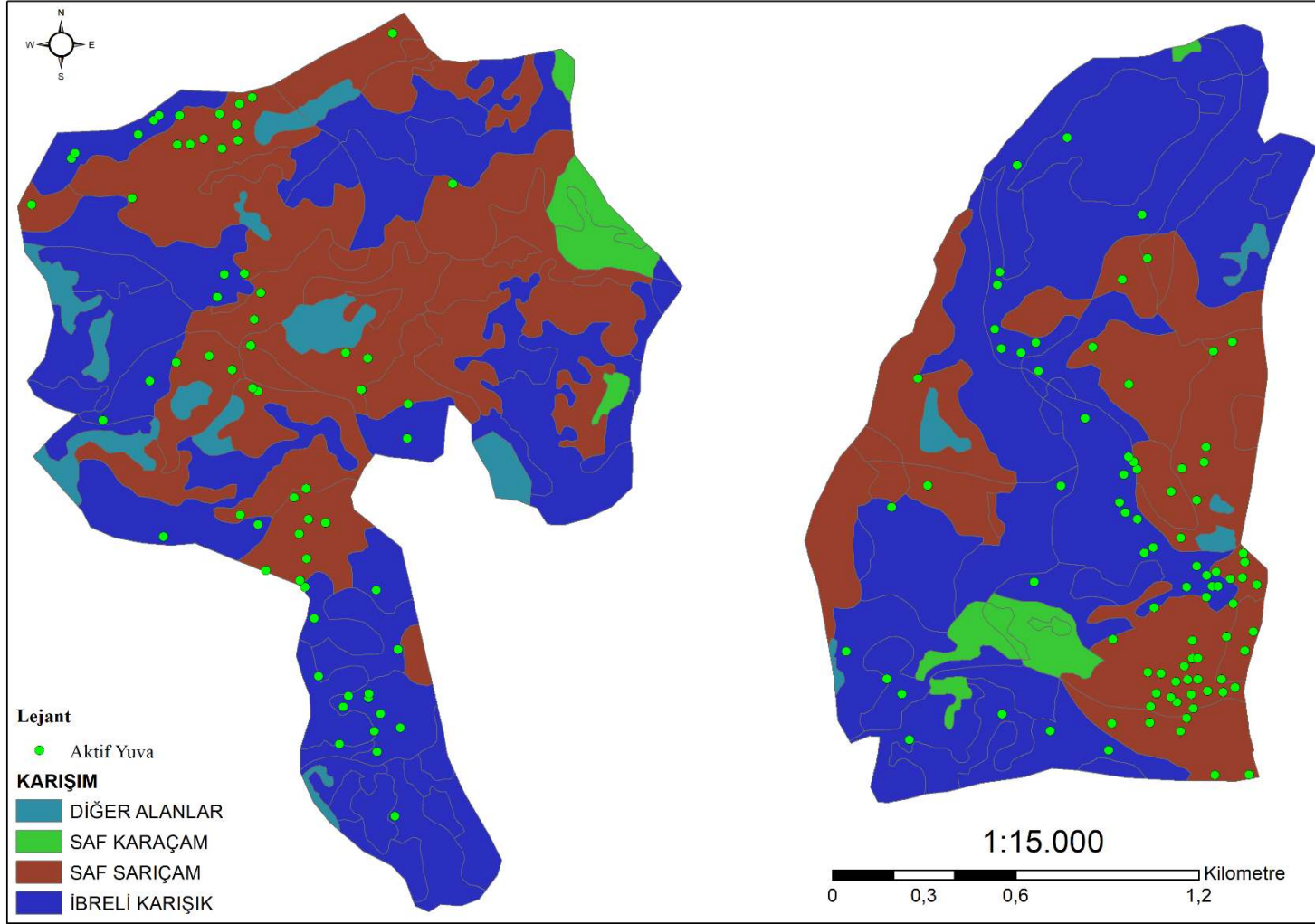
Çizelge 4.5 Yuva sayılarının ve hacimlerinin çağ sınıflarına göre dağılımı

ÇAĞ SINIFLARI	ALAN (ha)		YUVA		TOPLAM YUVA HACMİ		ORTALAMA YUVA HACMİ	
	(ha)	%	(adet)	%	(m ³)	%	m ³	%
b	53,3	9,1	7	4,6	0,82	1,5	0,12	0,2
c	480,3	81,6	142	92,8	52,42	94,8	0,37	0,7
d	22,5	3,8	4	2,6	2,05	3,7	0,51	0,9

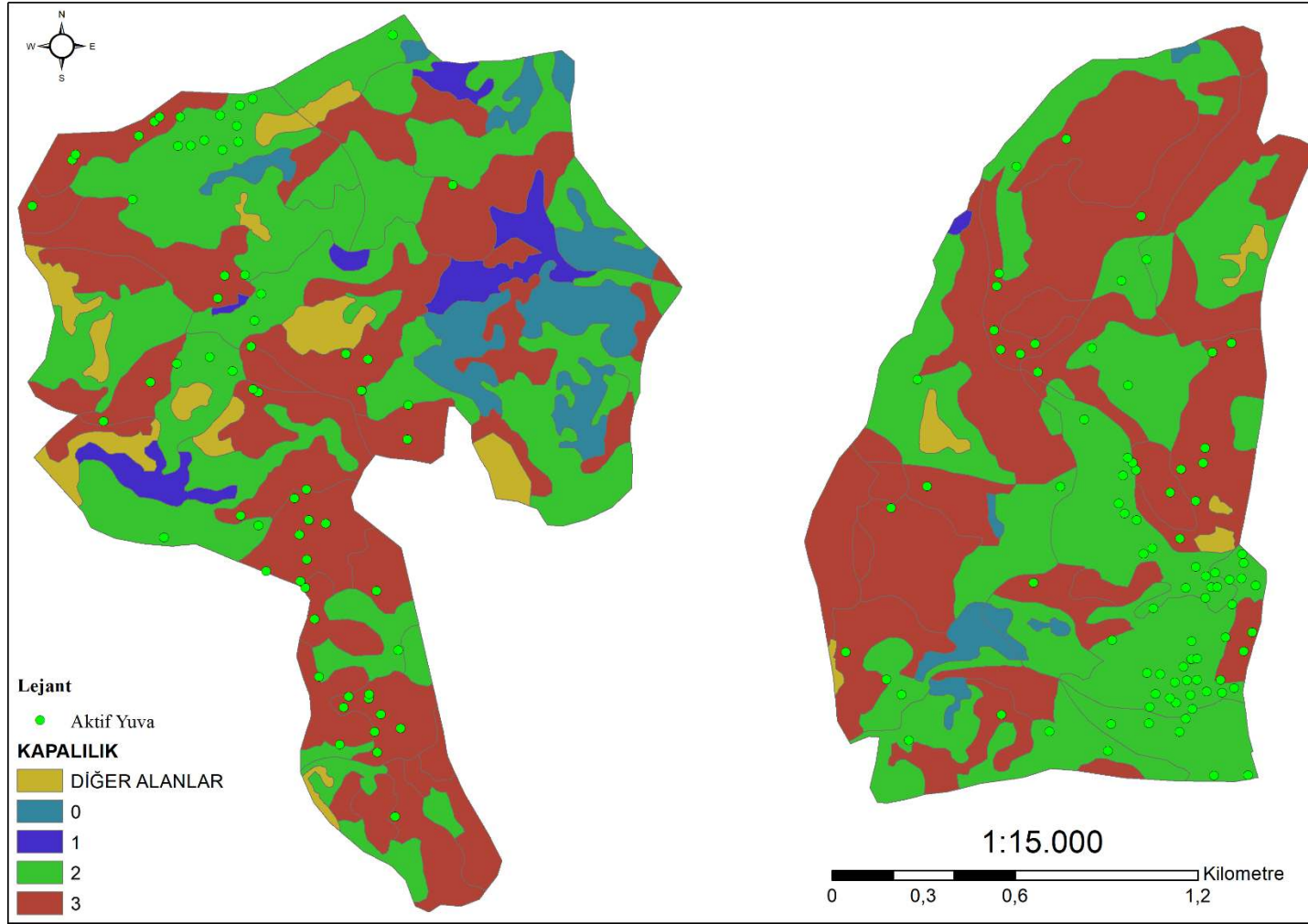
Bonitet sınıflandırması (yetiştirme ortamı verimliliği) bakımından değerlendirildiğinde çalışma alanı olan Çamkoru Dr. Fuat ADALI araştırma ormanında I. bonitet ve IV. bonitet alan bulunmamaktadır. Sahanın %4,5'i (26.5 ha) II. bonitet, %90,0'ı (529.6 ha) III. Bonitet ve %5,5'i (32.3 ha) bonitetsiz boşluklu kapalı alandır. KOK yuvalarının %3,9'unun (6 adet) II. bonitet, %96,1'ininde (147 adet) III. bonitet sahalarda bulunduğu, toplam yuva hacminin %2,9'unun (1.59 m³) II. bonitet ve geriye kalan %97,1'ininde (53.70 m³) III. bonitet sahalarda bulunduğu, ortalama yuva hacminin II. bonitet sahalarda %26,6 oranında az, III. bonitet sahalarda %1,1 oranında fazla olduğu, KOK yuvalarının genel olarak III. bonitet sahalarda bulunduğu, ortalama yuva hacimlerinin III. bonitet sahalarda II. Bonitet sahalara oranla %27,7 oranında fazla olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.6) (Şekil 4.4).

Çizelge 4.6 Yuva sayılarının ve hacimlerinin bonitet sınıflarına göre dağılımı

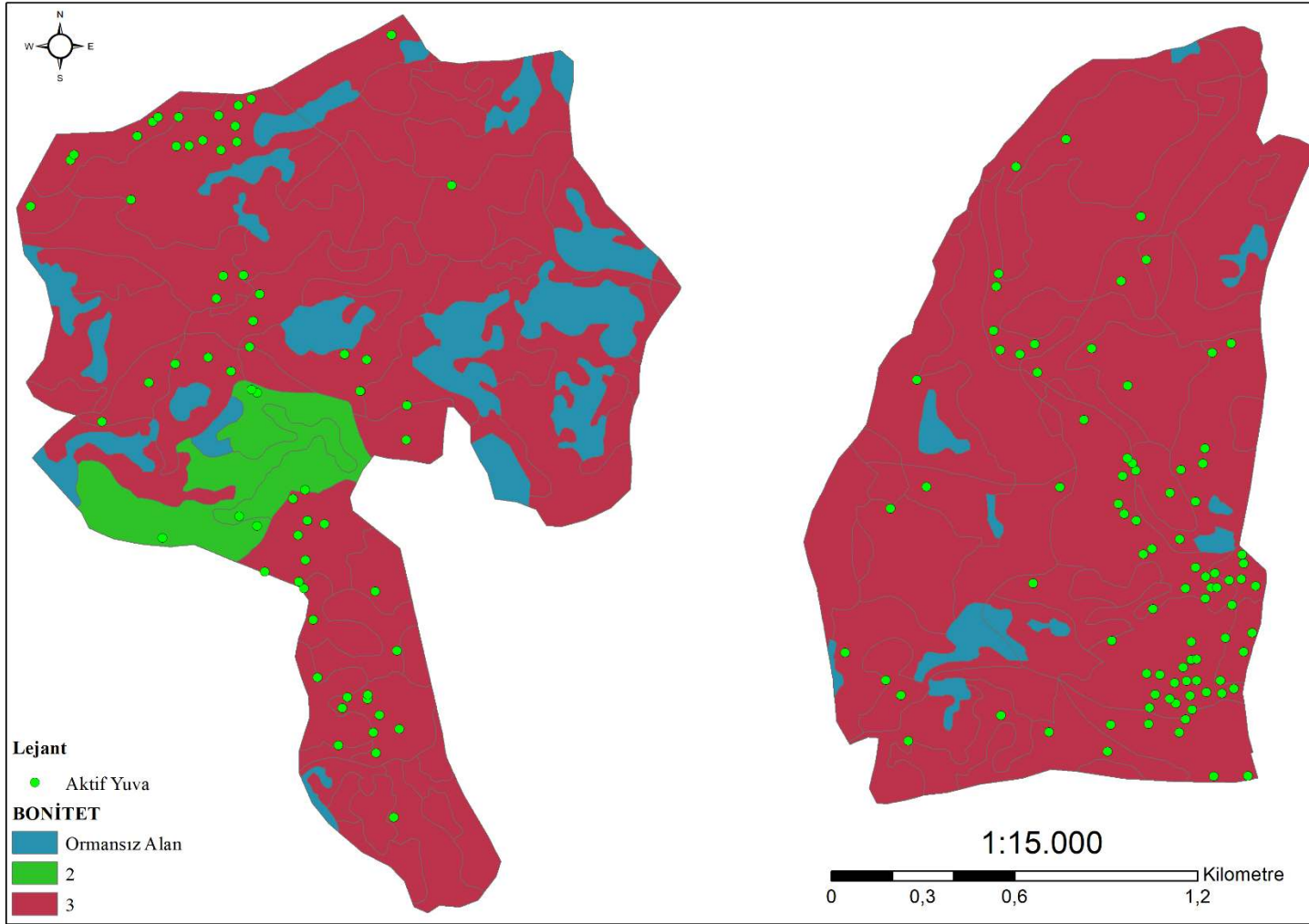
BONİTET SINIFLARI	ALAN (ha)		YUVA		TOPLAM YUVA HACMİ		ORTALAMA YUVA HACMİ	
	(ha)	%	(adet)	%	(m ³)	%	m ³	%
II. BONİTET	26,5	4,5	6,0	3,9	1,59	2,9	0,27	73,4
III. BONİTET	529,6	90,0	147,0	96,1	53,70	97,1	0,37	101,1



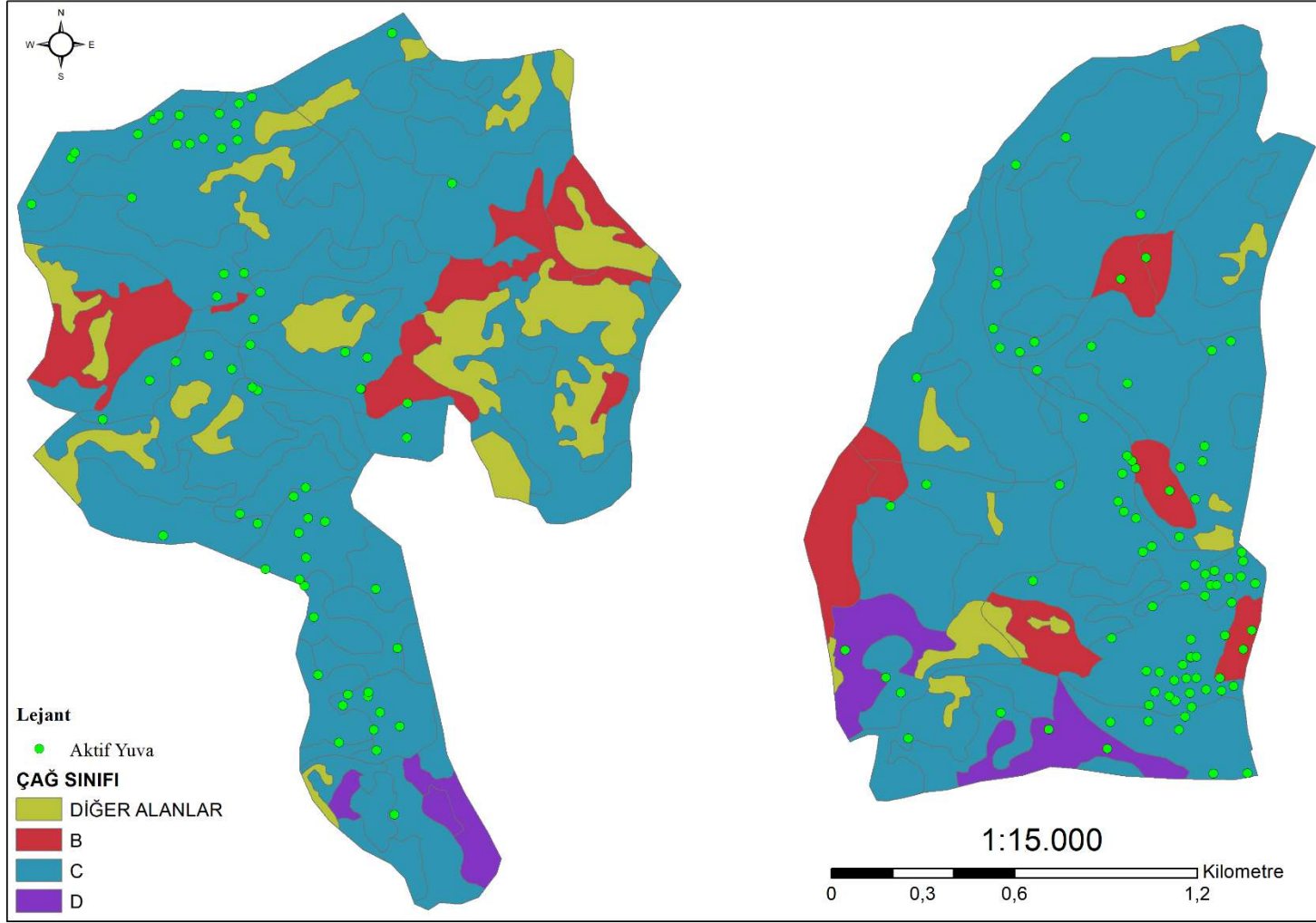
Şekil 4.1 KOK Yuvalarının Meşçere Karışım Durumuna Göre Dağılımı



Şekil 4.2 KOK Yuvalarının Meşçere Kapalılık Durumuna Göre Dağılımı



Şekil 4.3 KOK Yuvalarının Bonitet Sınıflarına Göre Dağılımı



Şekil 4.4 KOK Yuvalarının Çağ Sınıflarına Göre Dağılımı

Kırmızı Orman Karıncalarının (KOK) çalışma alanındaki yuvaları topoğrafik değişkenler açısından irdelendiğinde;

Çalışma alanında en düşük 1388 metre rakımda, en yüksekte 1726 metre rakımda yuvanın bulunduğu, I. yükselti grubunda 45 adet (%29,4) yuvanın, II. yükselti grubunda 49 adet (%32,0) yuvanın, III. yükselti grubunda 59 adet (%38,6) yuvanın bulunduğu, I. yükselti grubunda toplam yuva hacminin %29,19'unun (16.14 m³), II. yükselti grubunda %27,68'inin (15.31 m³), III. yükselti grubunda ise %43,13'ünün (23.85 m³) bulunduğu, Ortalama yuva hacminin II. yükselti grubunda %13,57 oranında az olduğu, III. yükselti gurubunda ise %11,84 fazla olduğu tespit edilmiştir. Çalışma alanında en düşük hacimli 2 adet yuva 1473 ve 1573 metre rakımda, en yüksek hacimli 2 adet yuvada 1495 ve 1528 metre bulunmaktadır (Çizelge 4.7) (Şekil 4.5).

Çizelge 4.7 Yuva sayılarının ve hacimlerinin yükselti gruplarına göre dağılımı

YÜKSELTİ GRUBU	YUVA		TOPLAM YUVA HACMİ		ORTALAMA YUVA HACMİ	
	(adet)	%	(m ³)	%	m ³	%
<1500	45	29,4	16,14	29,2	0,36	99,3
1500 - 1600	49	32,0	15,31	27,7	0,31	86,4
>1600	59	38,6	23,85	43,1	0,40	111,8

Eğim grupları açısından irdelendiğinde I. eğim grubunda (0° – 20°) 63 adet (%41,2) yuvanın, II. eğim grubunda (21°-40°) 78 adet (%51,0) yuvanın, III. eğim gurubunda (41° ve üstü) 12 adet (%7,8) yuvanın olduğu, I. eğim grubunda toplam yuva hacminin %36,2'sinin (20.03 m³), II. eğim grubunda %57,6'sının (31.87 m³), III. eğim gurubunda %6,1'inin (3.39 m³) olduğu, ortalama yuva hacminin I. eğim grubunda %12 oranında, III. eğim gurubunda %21,8 oranında az olduğu, II. Eğim grubunda ise ortalama yuva yoğunluğunun %13,1 oranında fazla olduğu, toplam yuva yoğunluğunun I. Ve II. Eğim grubunda olduğu KOK yuvalarının yer seçiminde %92,2 oranında 40° ve daha az eğimli alanları tercih ettiği ancak ortalama yuva hacminin II. eğim grubunda I. eğim grubuna oranla %25,0 daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.8) (Şekil 4.6).

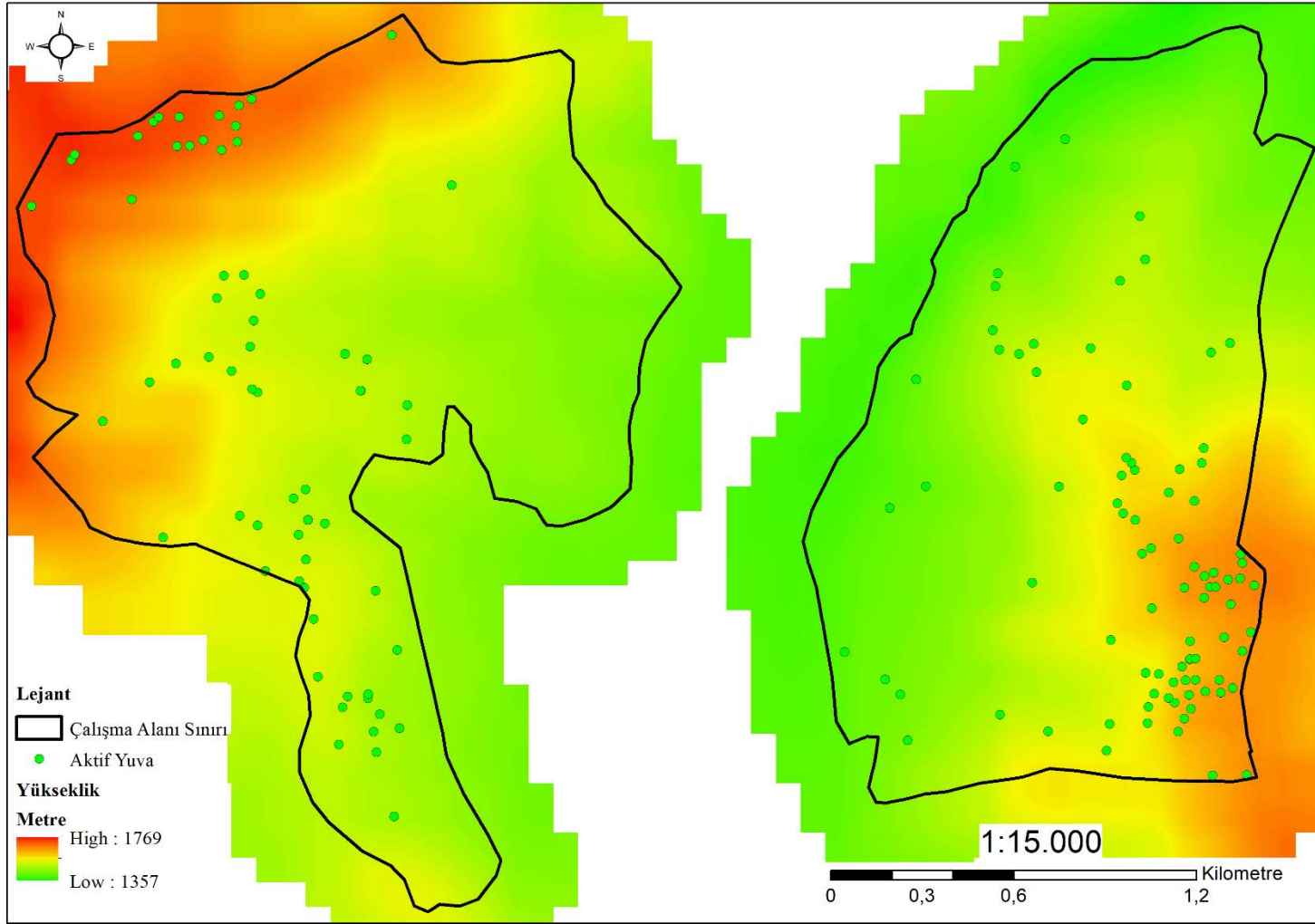
Çizelge 4.8 Yuva sayılarının ve hacimlerinin eğim gruplarına göre dağılımı

YÜKSELTİ GRUBU	YUVA		TOPLAM YUVA HACMİ		ORTALAMA YUVA HACMİ	
	(adet)	%	(m ³)	%	m ³	%
<20°	63	41,2	20,03	36,2	0,32	88,0
21° - 40°	78	51,0	31,87	57,6	0,41	113,1
>41°	12	7,8	3,39	6,1	0,28	78,2

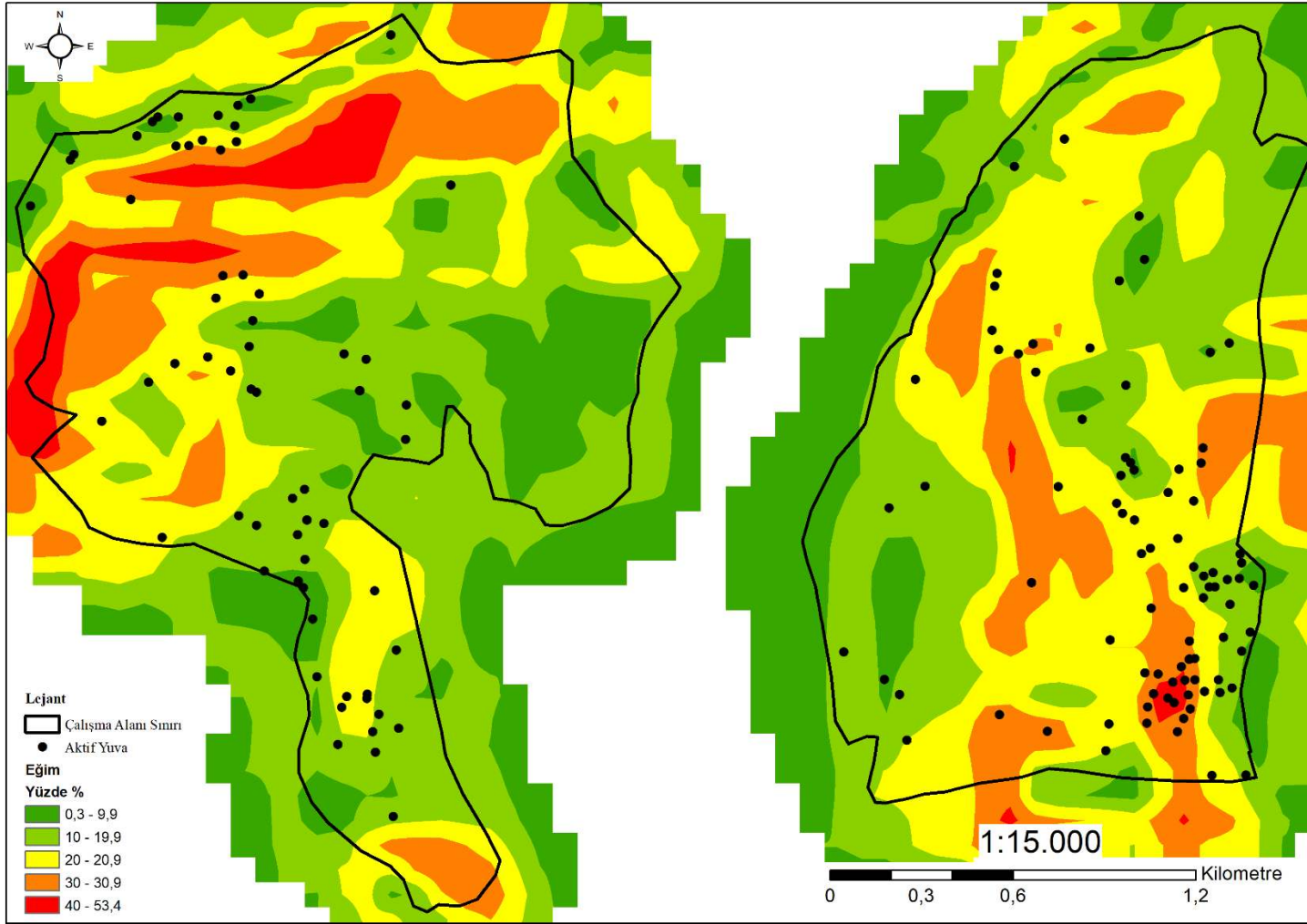
Yuva dağılımlarının bakı açısından irdelenmesi neticesinde güneşli bakılarda 66 adet (%43,1), gölgeli bakılarda ise 87 adet (%56,9) yuva olduğu, KOK'ların yuva yer seçiminde %13,7 oranında gölgeli bakıları tercih ettiği, güneşli bakılarda toplam yuva hacminin %36,4'ünün (20.15 m³), gölgeli bakılarda ise %63,6'sının (35.14 m³) olduğu, ortalama yuva yoğunluğunun güneşli bakılarda %15,2 oranında az, Gölgeli bakılarda ise %12,2 oranında fazla olduğu, KOK toplam yuva hacimlerinin gölgeli bakılarda güneşli bakılardan %27,1 oranında fazla olduğu ve gölgeli bakılardaki ortalama yuva hacminin güneşli bakılardaki ortalama yuva hacminden %27,4 oranında daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.9) (Şekil 4.7).

Çizelge 4.9 Yuva sayılarının ve hacimlerinin bakı gruplarına göre dağılımı

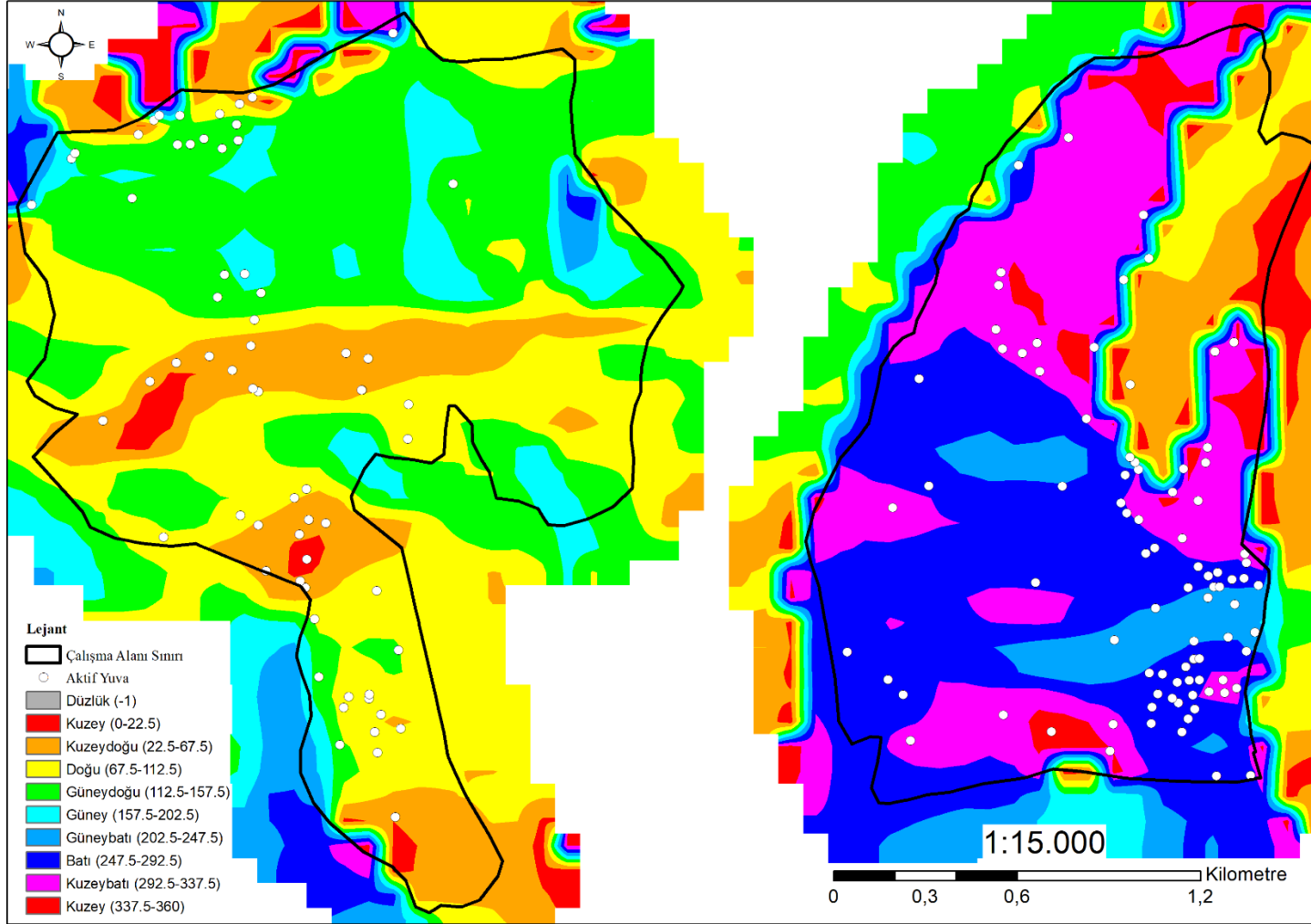
BAKİ GRUBU	YUVA		TOPLAM YUVA HACMİ		ORTALAMA YUVA HACMİ	
	(adet)	%	(m ³)	%	m ³	%
GÜNEŞLİ BAKI	66	43,1	20,15	36,4	0,31	84,5
GÖLGELİ BAKI	87	56,9	35,14	63,6	0,40	111,8



Şekil 4.5 KOK Yuvalarının Yükselti Gruplarına Göre Dağılımı



Şekil 4.6 KOK Yuvalarının Eğim Gruplarına Göre Dağılımı



Şekil 4.7 KOK Yuvalarının Bakı Gruplarına Göre Dağılımı

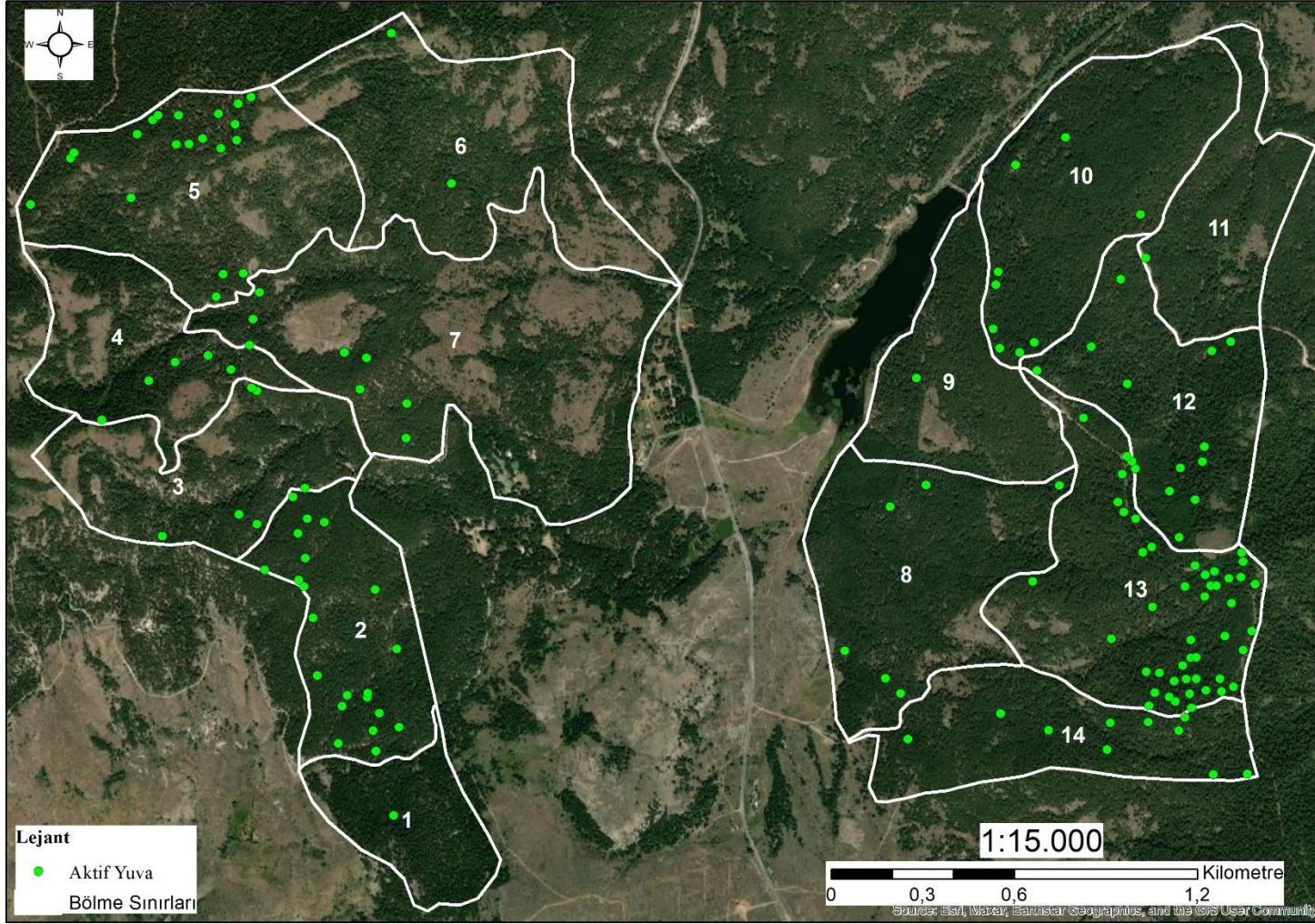
Çamkoru Dr. Fuat ADALI araştırma ormanında tespit edilen ve aktif olan yuvalar için doldurulan envanter karneleri üzerinde yapılan değerlendirmeler sonucunda;

Araştırma ormanını oluşturan A- Bloкта toplam karınca yuvasının %42,5'inin (65 adet), B- Bloкта ise %57,5'inin (88 adet) olduğu, KOK yuvalarının %15 oranında B- bloкта daha çok olduğu, A- Bloкта toplam yuva hacminin %56,1'inin (31.04 m³), B- Bloкта ise %43,9'unun (24.25 m³) bulunduğu, KOK'ların toplam yuva hacimlerinin %12,3 oranında A- bloкта daha fazla olduğu, ortalama hacmin A- bloкта %32,1 oranında fazla olduğu, B- bloкта %23,7 oranında daha az olduğu, B- bloкта yuva adeti fazla iken toplam hacmin ve ortalama yuva hacminin az olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10 Yuva sayılarının ve hacimlerinin bloklara göre dağılımı

BLOK NO	YUVA		TOPLAM YUVA HACMİ		ORTALAMA YUVA HACMİ	
	(adet)	%	(m ³)	%	m ³	%
A- BLOK	65	42,5	31,04	56,1	0,48	132,1
B- BLOK	88	57,5	24,25	43,9	0,28	76,3

Bakım bölmeleri bazında değerlendirildiğinde karınca yuvalarının 1, 9 ve 11 nolu bölmede %0,7'sinin (1 adet) bulunduğu, 13 nolu bölmede ise %31,4'ünün (48 adet) bulunduğu, karınca yuvalarının 9 nolu bölmede toplam yuva hacminin %0,04'ünün (0,02 m³) bulunduğu 13 nolu bölmede ise %25,58'inin (14,15 m³) bulunduğu tespit edilmiştir. Ancak ortalama yuva hacmi bakımından bölme bazında yapılan değerlendirmede ortalama yuva hacminin 9 nolu bölmede 0,02 m³ ile en az olduğu, 7 nolu bölmede 0,65 m³ ile en fazla olduğu, en çok yuva adeti bulunan 13 nolu bölmede ise ortalama yuva hacminin 0,41 m³ olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.11) (Şekil 4.8).



Şekil 4.8 KOK Yuvalarının Bölme Numaralarına Göre Dağılımı

Çizelge 4.11 Yuva sayılarının ve hacimlerinin bölme numaralarına göre dağılımı

BÖLME NO	YUVA		TOPLAM YUVA HACMİ		ORTALAMA YUVA HACMİ	
	(adet)	%	(m ³)	%	m ³	%
1	1	0,7	0,16	0,3	0,16	44,2
2	22	14,4	11,85	21,4	0,54	149,1
3	6	3,9	1,59	2,9	0,27	73,4
4	6	3,9	1,40	2,5	0,23	64,7
5	20	13,1	10,36	18,7	0,52	143,3
6	2	1,3	0,46	0,8	0,23	63,4
7	8	5,2	5,22	9,4	0,65	180,4
8	6	3,9	0,40	0,7	0,07	18,2
9	1	0,7	0,02	0,0	0,02	6,5
10	9	5,9	2,64	4,8	0,29	81,1
11	1	0,7	0,06	0,1	0,06	17,5
12	13	8,5	2,88	5,2	0,22	61,2
13	48	31,4	14,15	25,6	0,29	81,5
14	10	6,5	4,11	7,4	0,41	113,7

Karınca yuvalarının bulunduğu alanlarda Toprak tekstürü genellikle kumlu balçık, balçık ve kumlu killi balçıktır. Ölü örtü tipinin çürüntülü mul olduğu ve %98,7'i (151 adet) oranında yuvanın bu tarz alanlarda bulunduğu tespit edilmiştir. Ölü örtü yoğunluğunun 1-10 cm arasında değişmekte olduğu, ortalama ölü örtü kalınlığının 4,3 cm olduğu, yuvaların %59,5'inin (91 adetinin) 3 -4 -5 cm kalınlığında ölü örtü bulunan alanlarda olduğu anlaşılmıştır. Ölü örtü yoğunluğu da karınca yuvalarının hacmini etkileyen faktörlerden olup çalışma sahası içerisinde toplam yuva hacminin ortalama ölü örtü yoğunluğu bulunan alanlarda fazla olduğu ancak ortalama yuva hacminin bu alanlarda az olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12 Yuva sayılarının ve hacimlerinin ölü örtü miktarına göre dağılımı

ÖLÜ ÖRTÜ KALINLIĞI	YUVA		TOPLAM YUVA HACMİ		ORTALAMA YUVA HACMİ	
	(adet)	%	(m ³)	%	m ³	%
1	5	3,3	1,86	3,4	0,37	103,1
2	19	12,4	7,82	14,2	0,41	114,0
3	33	21,6	12,16	22,0	0,37	102,0
4	34	22,2	9,52	17,2	0,28	77,5
5	24	15,7	6,86	12,4	0,29	79,1
6	16	10,5	9,80	17,7	0,61	169,5
7	18	11,8	5,15	9,3	0,29	79,2
8	1	0,7	1,01	1,8	1,01	279,9
9	2	1,3	0,72	1,3	0,36	99,2
10	1	0,7	0,38	0,7	0,38	104,4

Kırmızı Orman Karıncalarının (KOK) çalışma alanı içerisinde yuva kuruluş yeri seçimleri bulundukları yerlere göre 4 grupta kategorize edilmiş olup bu gruplara göre irdelendiğinde %85,0'inin (130 adet) açık alanda kütük üzerinde, %8,5'inin (13 adet) devrik gövde, %5,9'unun (9 adet) dikili gövde dibinde, %0,7'sinin (1 adet) çalı içi kütükte olduğu, toplam yuva hacminin %85,0'inin açık alanda kütük üzerinde olduğu, ortalama yuva hacminin devrik gövdede %6,1 oranında az olduğu, dikili gövdede ise %19,3 oranında fazla olduğu, KOK'ların yuva kuruluş yeri için %85,0 oranında açık alanda bir kütük tercih ettiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.13)

Çizelge 4.13 Yuva sayılarının ve hacimlerinin yuva yeri seçimine göre dağılımı

YUVA YERİ SEÇİMİ	YUVA		TOPLAM YUVA HACMİ		ORTALAMA YUVA HACMİ	
	(adet)	%	(m ³)	%	m ³	%
AÇIK KÜTÜK	130	85,0	46,97	85,0	0,36	100,0
ÇALI İÇİ KÜTÜK	1	0,7	0,03	0,0	0,03	7,0
DEVRIK GÖVDE	13	8,5	4,41	8,0	0,34	93,9
DİKİLİ GÖVDE	9	5,9	3,88	7,0	0,43	119,3

Yuvalarda bulunan KOK aktiviteleri yuva canlılığı ortaya koymakta olup yuvaların aktif ve zayıf olduğu değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeye göre yuvaların %69,3'ünün (106

adet) aktif olduğu, %30,7'sinin (47 adet) zayıf olduğu, toplam yuva hacmi miktarının aktif yuvalarda %87,10 zayıf yuvalarda %12,19 olduğu, ortalama yuva hacim miktarının aktif yuvalarda %26,7 oranında fazla olduğu, zayıf yuvalarda %60,3 oranında az olduğu, aktif yuvalardaki ortalama hacim miktarının zayıf yuvalardaki ortalama hacim miktarından %87,1 oranında fazla olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14 Yuva sayılarının ve hacimlerinin karınca aktivitesine göre dağılımı

KARINCA AKTİVİTE DURUMU	YUVA		TOPLAM YUVA HACMİ		ORTALAMA YUVA HACMİ	
	(adet)	%	(m ³)	%	m ³	%
AKTİF	106	69,3	48,55	87,8	0,46	126,7
ZAYIF	47	30,7	6,74	12,2	0,14	39,7

Çalışma alanı içerisindeki KOK yuvalarının nakil/taşımaya uygunluğu yuvanın büyüklüğüne ve yuvanın aktivitesine göre değerlendirilmiş ve tespit edilen yuvaların %22,9'unun (35 adet) nakil/taşımaya uygun olduğu tespit edilmiştir. Tespit edilen bu 35 adet yuvanın toplam hacminin, çalışma sahasında tespit edilen toplam yuva hacminin %60,0'ına denk geldiği, nakil/taşımaya uygun yuvaların ortalama yuva hacimlerinde nakil/taşımaya uygun olmayan yuvaların ortalama hacimlerinden %210,6 oranında büyük olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15 Yuva sayılarının ve hacimlerinin nakil durumuna göre dağılımı

NAKİL DURUMU	YUVA		TOPLAM YUVA HACMİ		ORTALAMA YUVA HACMİ	
	(adet)	%	(m ³)	%	m ³	%
UYGUN	35	22,9	33,19	60,0	0,95	262,4
UYGUN DEĞİL	118	77,1	22,10	40,0	0,19	51,8

Çalışma alanında tespit edilen aktif KOK yuvalarının %8,5'inde (13 adet) domuz zararı tespit edilmiştir. Tespit edilen bu zarar yuvaların dağıtılması ve yuvaların bulunduğu kütüğün parçalanması şeklindedir. Ayrıca KOK yuvalarında domuz zararı olmayan

yuvaların ortalama yuva hacimlerinin domuz zararı tespit edilen yuvaların ortalama yuva hacimlerinden %38,7 oranında fazla olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16 Yuva sayılarının ve hacimlerinin domuz zararına göre dağılımı

DOMUZ ZARARI	YUVA		TOPLAM YUVA HACMİ		ORTALAMA YUVA HACMİ	
	(adet)	%	(m ³)	%	m ³	%
VAR	13	8,5	6,36	11,5	0,49	135,4
YOK	140	91,5	48,93	88,5	0,35	96,7

Kırmızı Orman Karıncalarının (KOK) yuvası ile yuvaya en yakın bulunan ağacın türü, ağacın boyu, yuvaya mesafesi ve yuvaya göre ağacın bakısı arazide doldurulan etüt karnelerindeki verilere göre irdelenmiştir. Yuvaların %81,7'sinin (125 adet) en yakınındaki ağaç türü Sarıçam olarak tespit edilmiştir. Bunu sırası ile %9,22'sinde (14 adet) Gökmar, %7,2'sinde (11 adet) Karaçam, %2,0'sinde (3 adet) Kavak takip etmektedir. Ortalama yuva hacminin sarıçam ağaç türünün en yakın olduğu yuvalarda %4,7 oranında yüksek olduğu, diğer ağaç türlerinin olduğu yuvalarda ise düşük olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17 Yuva sayılarının ve hacimlerinin en yakın ağaç türüne göre dağılımı

AĞAÇ TÜRÜ	YUVA		TOPLAM YUVA HACMİ		ORTALAMA YUVA HACMİ	
	(adet)	%	(m ³)	%	m ³	%
Çk	11	7,2	2,58	4,7	0,23	64,9
Çs	125	81,7	47,28	85,5	0,38	104,7
G	14	9,2	4,51	8,2	0,32	89,2
Kv	3	2,0	0,92	1,7	0,31	84,9

Elde edilen verilerle yuvaya en yakın ağaçların ortalama ağaç boyunun 12 metre olduğu, en kısa ağaç boyunun 3,5 m, en uzun ağaç boyunun ise 18 m olduğu, yuvaların %71,9'unun (110 adet) 9 ila 15 m boyundaki ağaçlara yakın olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.18)

Çizelge 4.18 Yuva sayılarının ve hacimlerinin en yakın ağacın boyuna göre dağılımı

EN YAKIN AĞAÇ BOYU (m)	YUVA		TOPLAM YUVA HACMİ		ORTALAMA YUVA HACMİ	
	(adet)	%	(m ³)	%	m ³	%
3,5	1	0,7	0,01	0,0	0,01	3,7
4	1	0,7	0,01	0,0	0,01	3,6
5	3	2,0	0,64	1,2	0,21	59,1
5,6	1	0,7	0,03	0,1	0,03	9,1
6	3	2,0	0,10	0,2	0,03	9,2
6,5	2	1,3	0,73	1,3	0,37	101,1
7	1	0,7	0,39	0,7	0,39	108,5
7,4	1	0,7	0,08	0,1	0,08	22,1
8	4	2,6	3,71	6,7	0,93	256,7
8,5	3	2,0	1,03	1,9	0,34	95,4
9	10	6,5	3,70	6,7	0,37	102,4
9,3	3	2,0	0,21	0,4	0,07	19,7
9,5	3	2,0	0,94	1,7	0,31	86,8
9,8	1	0,7	0,05	0,1	0,05	12,9
10	11	7,2	2,83	5,1	0,26	71,3
10,3	1	0,7	0,02	0,0	0,02	5,1
10,5	4	2,6	0,78	1,4	0,19	53,9
11	11	7,2	4,79	8,7	0,44	120,4
11,5	3	2,0	0,20	0,4	0,07	18,8
12	12	7,8	5,78	10,4	0,48	133,2
12,5	2	1,3	0,04	0,1	0,02	4,9
13	11	7,2	5,02	9,1	0,46	126,2
13,5	7	4,6	1,73	3,1	0,25	68,3
14	14	9,2	5,02	9,1	0,36	99,3
14,3	1	0,7	0,05	0,1	0,05	13,1
14,5	4	2,6	2,22	4,0	0,55	153,6
15	12	7,8	3,61	6,5	0,30	83,1
15,5	4	2,6	2,91	5,3	0,73	201,2
15,6	1	0,7	0,16	0,3	0,16	45,6
16	8	5,2	4,41	8,0	0,55	152,5
16,5	3	2,0	0,82	1,5	0,27	75,8
17	5	3,3	1,89	3,4	0,38	104,5
17,5	1	0,7	0,06	0,1	0,06	16,7
18	1	0,7	1,32	2,4	1,32	364,4

Ayrıca yuvaya en yakın ağaçların 5-454 cm arasında değişen mesafelerde olduğu ölçülmüş ve yuvaya en yakın ağaçların ortalama uzaklığı 149,1 cm olarak bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19 Yuva sayılarının ve hacimlerinin en yakın ağacın mesafesine göre dağılımı

EN YAKIN AĞAÇ MESAFESİ	YUVA		TOPLAM YUVA HACMİ		ORTALAMA YUVA HACMİ	
(m)	(adet)	%	(m³)	%	m³	%
5	3	2,0	1,23	2,2	0,41	113,3
10	4	2,6	5,24	9,5	1,31	362,5
11	1	0,7	1,14	2,1	1,14	316,5
16	1	0,7	0,77	1,4	0,77	213,8
20	3	2,0	4,27	7,7	1,42	393,6
21	1	0,7	0,10	0,2	0,10	27,9
25	1	0,7	0,00	0,0	0,00	0,1
27	1	0,7	0,03	0,1	0,03	8,5
28	1	0,7	0,01	0,0	0,01	2,8
30	2	1,3	0,35	0,6	0,17	48,2
35	1	0,7	0,85	1,5	0,85	234,2
45	3	2,0	0,36	0,6	0,12	32,8
47	1	0,7	0,07	0,1	0,07	18,4
50	1	0,7	0,71	1,3	0,71	195,3
51	1	0,7	0,03	0,1	0,03	7,8
53	1	0,7	0,11	0,2	0,11	29,5
54	2	1,3	1,67	3,0	0,83	231,0
55	1	0,7	0,28	0,5	0,28	77,0
56	1	0,7	0,04	0,1	0,04	11,9
57	2	1,3	0,38	0,7	0,19	52,2
60	1	0,7	0,01	0,0	0,01	1,9
65	3	2,0	0,53	1,0	0,18	48,6
70	4	2,6	1,62	2,9	0,41	112,4
74	3	2,0	0,30	0,5	0,10	28,0
75	1	0,7	0,02	0,0	0,02	5,6
78	1	0,7	0,38	0,7	0,38	106,3
80	2	1,3	0,53	1,0	0,27	74,0
82	1	0,7	0,61	1,1	0,61	167,8
83	1	0,7	0,16	0,3	0,16	45,4
84	1	0,7	0,00	0,0	0,00	0,1
86	2	1,3	0,53	1,0	0,27	74,0

Çizelge 4.19 (Devamı)

EN YAKIN AĞAÇ MESAFESİ	YUVA		TOPLAM YUVA HACMİ		ORTALAMA YUVA HACMİ	
	(adet)	%	(m³)	%	m³	%
88	1	0,7	0,08	0,1	0,08	22,5
89	1	0,7	0,60	1,1	0,60	166,1
90	1	0,7	1,00	1,8	1,00	275,4
91	2	1,3	0,21	0,4	0,10	28,6
92	2	1,3	0,72	1,3	0,36	99,1
94	1	0,7	0,11	0,2	0,11	30,3
95	1	0,7	0,04	0,1	0,04	11,9
97	2	1,3	0,71	1,3	0,36	98,7
100	3	2,0	0,69	1,2	0,23	63,3
104	2	1,3	0,06	0,1	0,03	8,9
110	2	1,3	1,87	3,4	0,94	258,9
120	1	0,7	0,53	1,0	0,53	145,5
123	1	0,7	0,08	0,1	0,08	22,1
124	2	1,3	2,80	5,1	1,40	387,2
130	1	0,7	0,14	0,2	0,14	37,5
133	1	0,7	0,04	0,1	0,04	10,2
135	1	0,7	1,32	2,4	1,32	364,4
136	1	0,7	0,47	0,9	0,47	130,1
137	1	0,7	0,01	0,0	0,01	3,7
140	1	0,7	0,84	1,5	0,84	231,7
144	1	0,7	0,02	0,0	0,02	6,1
145	1	0,7	0,10	0,2	0,10	27,7
155	4	2,6	1,31	2,4	0,33	90,3
156	1	0,7	0,26	0,5	0,26	72,3
160	3	2,0	1,56	2,8	0,52	143,9
162	1	0,7	0,01	0,0	0,01	4,0
163	1	0,7	0,05	0,1	0,05	12,9
165	3	2,0	0,33	0,6	0,11	30,2
166	1	0,7	1,07	1,9	1,07	296,4
170	1	0,7	0,95	1,7	0,95	262,5
171	1	0,7	0,00	0,0	0,00	0,3
175	2	1,3	0,24	0,4	0,12	32,9
178	1	0,7	0,59	1,1	0,59	162,5
180	1	0,7	0,02	0,0	0,02	6,5
182	1	0,7	0,00	0,0	0,00	0,4
185	3	2,0	1,45	2,6	0,48	133,7

Çizelge 4.19 (Devamı)

EN YAKIN AGAÇ MESAFESİ	YUVA		TOPLAM YUVA HACMİ		ORTALAMA YUVA HACMİ	
	(adet)	%	(m³)	%	m³	%
187	1	0,7	0,03	0,1	0,03	9,5
190	3	2,0	0,22	0,4	0,07	20,6
194	1	0,7	0,06	0,1	0,06	17,8
210	4	2,6	0,35	0,6	0,09	23,9
214	2	1,3	0,78	1,4	0,39	108,6
220	5	3,3	1,87	3,4	0,37	103,4
224	1	0,7	0,23	0,4	0,23	64,2
225	1	0,7	0,01	0,0	0,01	3,6
230	2	1,3	0,05	0,1	0,02	6,6
242	1	0,7	0,05	0,1	0,05	15,2
250	2	1,3	0,19	0,3	0,09	26,0
255	1	0,7	1,01	1,8	1,01	279,9
260	2	1,3	0,43	0,8	0,22	60,0
270	1	0,7	0,02	0,0	0,02	4,5
280	1	0,7	0,01	0,0	0,01	3,7
284	1	0,7	0,79	1,4	0,79	217,6
285	1	0,7	0,37	0,7	0,37	102,4
286	1	0,7	0,72	1,3	0,72	200,3
290	1	0,7	0,18	0,3	0,18	49,8
300	2	1,3	0,12	0,2	0,06	16,6
320	1	0,7	0,02	0,0	0,02	6,2
330	1	0,7	1,09	2,0	1,09	301,6
340	2	1,3	0,40	0,7	0,20	55,1
343	1	0,7	0,03	0,1	0,03	8,0
350	1	0,7	0,51	0,9	0,51	139,8
370	1	0,7	0,29	0,5	0,29	79,1
384	1	0,7	0,05	0,1	0,05	14,5
390	2	1,3	1,44	2,6	0,72	198,9
446	1	0,7	0,17	0,3	0,17	46,1
450	1	0,7	1,21	2,2	1,21	333,8
454	1	0,7	0,00	0,0	0,00	0,8

Bu ağaçların yuvaya göre bakılarının irdelenmesi neticesinde %60,8'inin (93 adet) gölgeli bakılarda %39,2'sinin (60 adet) güneşli bakılarda olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20 Yuva sayılarının ve hacimlerinin en yakın ağacın bakısına göre dağılımı

EN YAKIN AGACIN YUVAYA GÖRE BAKISI	YUVA		TOPLAM YUVA HACMİ		ORTALAMA YUVA HACMİ	
	(adet)	%	(m³)	%	m³	%
GÜNEŞLİ BAKI	60	39,2	17,18	31,1	0,29	79,3
GÖLGELİ BAKI	93	60,8	38,11	68,9	0,41	113,4

Çalışma alanı içerisinde KOK yuvalarının etrafında 5 metre yarı çaplık alan da bulunan otsu ve odunsu bitki türleride yoğunluklarına göre envanter karnesine kaydedildikten sonra değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

Yuvaların %40,5'inde (62 adet) seyrek, %32,0'sinde (49 adet) orta, %22,9'unda (35 adet) sık, %4,6'sında (7 adet) pek sık çalı tabakası yoğunluğu tespit edilmiştir. Bu çalı tabakasının çoğunluğunu ardıç, orman gülü ve tavşanak bitkisi oluşturduğu bunların dışında bazı yuvaların etrafında kuşburnu ve alıç gibi bitki türlerinin de olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca toplam yuva hacminin ve ortalama yuva hacminin boş alanlarda diğer alanlara göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21 Yuva sayılarının ve hacimlerinin yuva çevresindeki (r=5 m) çalı türleri ve yoğunluklarına göre dağılımı

ÇALI YOĞUNLUĞU	YUVA		TOPLAM YUVA HACMİ		ORTALAMA YUVA HACMİ	
<u>ARDIÇ</u>	(adet)	%	(m³)	%	m³	%
SEYREK	77	50,3	32,05	58,0	0,42	115,2
ORTA	57	37,3	16,66	30,1	0,29	80,9
SIK	13	8,5	5,75	10,4	0,44	122,4
PEK SIK	6	3,9	0,83	1,5	0,14	38,3
<u>TAVŞANAK</u>	(adet)	%	(m³)	%	m³	%
SEYREK	137	89,5	53,22	96,3	0,39	107,5
ORTA	14	9,2	1,91	3,5	0,14	37,8
SIK	2	1,3	0,16	0,3	0,08	21,8
<u>ORMAN GÜLÜ</u>	(adet)	%	(m³)	%	m³	%
SEYREK	132	86,3	49,71	89,9	0,38	104,2
ORTA	16	10,5	4,93	8,9	0,31	85,2
SIK	5	3,3	0,65	1,2	0,13	36,2
<u>GENEL</u>	(adet)	%	(m³)	%	m³	%
SEYREK	62	40,5	29,72	53,8	0,48	132,7
ORTA	49	32,0	12,52	22,6	0,26	70,7
SIK	35	22,9	12,10	21,9	0,35	95,7
PEK SIK	7	4,6	0,94	1,7	0,13	37,4

Yuvaların %5,2'sinde (8 adet) seyrek, %19,0'unda (29 adet) orta, %32,7'sinde (50 adet) sık, %43,1'inde (66 adet) pek sık otsu tabaka yoğunluğu olduğu bu otsu tabakanın çoğunluğunu yosun ve çayırotu bitkisinin oluşturduğu, bunların dışında böğürtlen eğrelti otu, frenk maydanozu ve dağ marulu gibi türlerde tespit edilmiştir (Çizelge 4.22)

Çizelge 4.22 Yuva sayılarının ve hacimlerinin yuva çevresindeki (r=5 m) otsu tür ve yoğunluklarına göre dağılımı

OTSU TÜR YOGUNLUĞU	YUVA		TOPLAM YUVA HACMİ		ORTALAMA YUVA HACMİ	
<u>YOSUN</u>	(adet)	%	(m ³)	%	m ³	%
SEYREK	13	8,5	3,81	6,9	0,29	81,1
ORTA	82	53,6	21,18	38,3	0,26	71,5
SIK	40	26,1	19,42	35,1	0,49	134,3
PEK SIK	18	11,8	10,88	19,7	0,60	167,3
<u>ÇAYIR OTU</u>	(adet)	%	(m ³)	%	m ³	%
SEYREK	38	24,8	19,69	35,6	0,52	143,4
ORTA	39	25,5	11,80	21,3	0,30	83,7
SIK	42	27,5	10,60	19,2	0,25	69,8
PEK SIK	34	22,2	13,20	23,9	0,39	107,5
<u>BÖGÜRTLEN</u>	(adet)	%	(m ³)	%	m ³	%
SEYREK	85	55,6	34,37	62,2	0,40	111,9
ORTA	32	20,9	8,38	15,2	0,26	72,5
SIK	32	20,9	12,19	22,0	0,38	105,4
PEK SIK	4	2,6	0,35	0,6	0,09	24,1
<u>GENEL</u>	(adet)	%	(m ³)	%	m ³	%
SEYREK	8	5,2	4,11	7,4	0,51	142,2
ORTA	29	19,0	9,12	16,5	0,31	87,0
SIK	50	32,7	15,86	28,7	0,32	87,8
PEK SIK	66	43,1	26,20	47,4	0,40	109,9

Kırmızı Orman Karıncası (KOK) yuvalarının etrafında doğal olarak yetişen genç fidanlar bulunmaktadır. Bu fidanların bir kısmı düzgün gövde ve tepe yapısına sahipken bir kısmıda dejenere olmuştur. Yuvaların %0,7'sinde (1adet) seyrek, %24,8'inde (38 adet) orta, %45,8'inde (70 adet) sık, %28,8'inde (44 adet) fidan yoğunluğunun pek sık olduğu, yuva etrafında sarıçam, kavak, göknar ve meşe fidanlarının bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23 Yuva sayılarının ve hacimlerinin yuva çevresindeki (r=5 m) fidan tür ve yoğunluklarına göre dağılımı

FİDAN YOGUNLUĞU	YUVA		TOPLAM YUVA HACMİ		ORTALAMA YUVA HACMİ	
<u>SARIÇAM</u>	(adet)	%	(m ³)	%	m ³	%
SEYREK	18	11,8	7,72	14,0	0,43	118,7
ORTA	48	31,4	22,54	40,8	0,47	130,0
SIK	63	41,2	14,19	25,7	0,23	62,3
PEK SIK	24	15,7	10,83	19,6	0,45	124,9
<u>KAVAK</u>	(adet)	%	(m ³)	%	m ³	%
SEYREK	48	31,4	22,82	41,3	0,48	131,5
ORTA	68	44,4	23,66	42,8	0,35	96,3
SIK	31	20,3	7,40	13,4	0,24	66,1
PEK SIK	6	3,9	1,41	2,6	0,24	65,2
<u>GÖKNAR</u>	(adet)	%	(m ³)	%	m ³	%
SEYREK	105	68,6	31,94	57,8	0,30	84,2
ORTA	25	16,3	14,58	26,4	0,58	161,3
SIK	14	9,2	4,37	7,9	0,31	86,4
SIK	9	5,9	4,40	8,0	0,49	135,4
<u>MEŞE</u>	(adet)	%	(m ³)	%	m ³	%
SEYREK	125	81,7	47,37	85,7	0,38	104,9
ORTA	19	12,4	6,14	11,1	0,32	89,4
SIK	9	5,9	1,78	3,2	0,20	54,8
<u>GENEL</u>	(adet)	%	(m ³)	%	m ³	%
SEYREK	1	0,7	0,01	0,0	0,01	1,4
ORTA	38	24,8	16,26	29,4	0,43	118,4
SIK	70	45,8	20,89	37,8	0,30	82,6
PEK SIK	44	28,8	18,13	32,8	0,41	114,0

Yapılan tespit ve değerlendirmeler neticesinde yuvaların etrafında diri örtü yoğunluğuna göre; yuvaların %9,8'inin (15 adet) seyrek, %37,3'ünün (57 adet) orta, %33,3'ünün (51 adet) sık, %19,6'sınında (30 adet) pek sık olduğu buna göre diri örtü miktarının az olduğu alanlarda yuva miktarının düşük, orta ve sık olduğu alanlarda ise yuva miktarının çok olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24 Yuva sayılarının ve hacimlerinin yuva çevresindeki diri örtü yoğunluğuna göre dağılımı

DİRİ ÖRTÜ YOĞUNLUĞU	YUVA		TOPLAM YUVA HACMİ		ORTALAMA YUVA HACMİ	
	(adet)	%	(m ³)	%	m ³	%
SEYREK	15	9,8	9,92	17,9	0,66	183,1
ORTA	57	37,3	15,92	28,8	0,28	77,3
SIK	51	33,3	20,85	37,7	0,41	113,1
PEK SIK	30	19,6	8,59	15,5	0,29	79,3

4.2 İstatistiki Bulgular

Bu çalışmada, KOK'lara ait yuva hacimlerini etkileyebilecek çeşitli çevresel ve konumsal değişkenler, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Pearson korelasyon analizi yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Değerlendirmeye alınan değişkenler arasında kapalılık, bakı yönü, yükselti, eğim, en yakın ağaç türü, en yakın ağacın boyu, diri örtü örtme oranı ve yuva yeri gibi faktörler bulunmaktadır. Analizlerde hem kategorik değişkenler için ANOVA testi, hem de sürekli değişkenler için Pearson korelasyon analizi uygulanmıştır. Elde edilen bulgular, yuva hacmini etkileyebilecek parametrelerin belirlenmesi açısından kritik veriler sunmaktadır.

Kapalılık oranının KOK yuva hacmi üzerindeki etkisi, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yöntemiyle incelenmiş ve analiz sonucunda kapalılık ile yuva hacmi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadığı belirlenmiştir ($p \approx 0.401$). Bu bulgu, orman yoğunluğunun doğrudan yuva hacmi üzerinde belirleyici bir etkisinin olmadığını göstermektedir (Çizelge 4.25).

Arazi eğiminin KOK yuva hacmi üzerindeki etkisi, Pearson korelasyon analizi yöntemiyle incelenmiş ve analiz sonucunda eğim ile yuva hacmi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ($p \approx 0.359$). Bu sonuç, farklı eğim derecelerine sahip alanlarda karınca yuvalarının hacimlerinde belirgin bir farklılık olmadığını göstermektedir (Çizelge 4.25).

Rakım ile KOK yuva hacmi arasındaki ilişki, Pearson korelasyon analizi yöntemi kullanılarak incelenmiş ve analiz sonucunda değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı belirlenmiştir ($p \approx 0.666$). Bu sonuç, farklı yükselti zonlarında bulunan karınca kolonilerinin yuva büyüklükleri açısından belirgin bir değişim göstermediğini ortaya koymaktadır (Çizelge 4.25).

En yakın ağaç türü ile KOK yuva hacmi arasındaki ilişki, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılarak değerlendirilmiş ve analiz sonucunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p \approx 0.134$). Bu bulgu, karınca kolonilerinin yuva hacimlerinin doğrudan en yakın ağaç türüne bağlı olarak değişmediğini göstermektedir (Çizelge 4.25).

En yakın ağacın boyu ile KOK yuva hacmi arasındaki ilişki, Pearson korelasyon analizi kullanılarak incelenmiş ve analiz sonucunda değişkenler arasında sınırda anlamlı pozitif bir ilişki tespit edilmiştir ($p \approx 0.055$). Bu sonuç, istatistiksel olarak %5 anlamlılık düzeyinin hemen üzerinde olsada, biyolojik anlamlılık açısından dikkate alınabilecek bir eğilimi ortaya koymaktadır (Çizelge 4.25).

Yuva yerleşiminin KOK yuva hacmi üzerindeki etkisi, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yöntemiyle değerlendirilmiş ve analiz sonucunda yuva yeri ile yuva hacmi arasında sınıra yakın bir ilişki tespit edilmiştir ($p \approx 0.09$). Elde edilen bu bulgu, %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel anlamlılığa ulaşmamakla birlikte, biyolojik olarak dikkate değer bir eğilimi ortaya koymaktadır (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25 Değişkenlere göre istatistiksel analiz sonuçları

DEĞİŞKEN	TEST TİPİ	SONUÇ (F/r DEĞERİ)	p-DEĞERİ	ANLAMLILIK
Kapalılık	ANOVA	$F \approx 0.92$	$p \approx 0.401$	Anlamli değil
Bakı Yönü (Ort_Baki)	ANOVA	$F \approx 2.45$	$p \approx 0.089$	Sınırdaki anlamlilik
Yükseklik (m)	Korelasyon	$r \approx +0.035$	$p \approx 0.666$	Anlamli değil
Eğim (Derece)	Korelasyon	$r \approx +0.083$	$p \approx 0.359$	Anlamli değil
En Yakın Ağaç Türü	ANOVA	$F \approx 1.89$	$p \approx 0.134$	Anlamli değil
En Yakın Ağacın Boyu	Korelasyon	$r \approx +0.156$	$p \approx 0.055$	Sınırdaki anlamlilik
Diri Örtü Örtme Oranı	ANOVA	$F \approx 2.857$	$p = 0.039$	Anlamli
Yuva Yeri	ANOVA	$F \approx 2.1$	$p \approx 0.09$	Sınırdaki anlamlilik

Diri örtü örtme oranının KOK yuva hacmi üzerindeki etkisi, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yöntemiyle incelenmiştir. Analiz sonucunda, diri örtü grupları arasında yuva hacimleri bakımından istatistiksel olarak anlamli bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($F(3, 149) = 2.857$; $p = 0.039 < 0.05$), (Çizelge 4.26).

Yapılan çoklu karşılaştırmalar Tukey HSD testi ile desteklenmiş ve sonuçlara göre sadece "Orta" ve "Seyrek" diri örtü grupları arasında yuva hacimleri bakımından istatistiksel olarak anlamli bir fark bulunmuştur ($p = 0.0465 < 0.05$). Diğer grup çiftleri arasında ise anlamli bir farklılık tespit edilmemiştir ($p > 0.05$) (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.26 Değişkenlere göre istatistiksel analiz sonuçları

GRUP1	GRUP2	ORTALAMA FARKI	p-adj	ANLAMLI MI?
Orta	Pek sık	+0.0386	0.9939	Hayır
Orta	Seyrek	+0.5053	0.0465	Evet
Orta	Sık	+0.2229	0.3044	Hayır
Pek sık	Seyrek	+0.4667	0.1209	Hayır
Pek sık	Sık	+0.1843	0.6224	Hayır
Seyrek	Sık	-0.2824	0.4702	Hayır

Bu analizler dışında; KOK'lara ait yuva hacimlerini etkileyebilecek faktörler, 16 bağımsız değişken olarak belirlenmiş, 105 adet ikili kombinasyon oluşturularak her kombinasyon için çoklu lineer regresyon analizi uygulanmış, F-testi aracılığıyla modellerin genel anlamlılığı test edilmiştir.

Analizler sonucunda toplam 105 ikili kombinasyon test edilmiştir. Bu kombinasyonlardan yalnızca iki tanesinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmıştır. Bu sonuç, KOK yuva hacmi üzerindeki çevresel etkilerin spesifik kombinasyonlarda belirginleştiğini, tüm değişkenlerin tek başına veya her kombinasyonun etkili olmadığını göstermektedir.

Anlamlı bulunan iki kombinasyon şunlardır: En_Yakin_Agacin_Boyu_m ile Diri_Ortu_Ortme_Orani kombinasyonu ($p = 0.030557$) ve Ort_Baki ile Diri_Ortu_Ortme_Orani kombinasyonu ($p = 0.044208$). Özellikle Diri_Ortu_Ortme_Orani değişkeni her iki kombinasyonda da ortak olarak bulunmuş ve yuva hacmi üzerinde kritik bir belirleyici olduğu anlaşılmıştır. Bu sonuç, habitatın zemin seviyesindeki bitkisel örtü yoğunluğunun karınca kolonileri üzerinde doğrudan bir etkisinin olduğunu, yuva hacmini belirleyen temel çevresel faktörlerden biri olabileceğini göstermektedir.

4.3 Yuva Varlığı Üzerine Faktörlerin Etkisi

Kırmızı Orman Karıncası (KOK) yuvasının ormanda bulunup bulunmaması (var/yok) çeşitli çevresel değişkenlerle ilişkili olabilir. Bu çalışmada eğim, yükselti, bakı yönü, kapalılık, bonitet, meşcere tipi, karışım oranı ve yaş sınıfının yuva varlığına etkisi incelendi. Her bir faktör için ayrı ayrı Ki-kare ve/veya Fisher kesin testi uygulanarak, o faktörün yuva bulunma durumuyla anlamlı bir ilişkisi olup olmadığı değerlendirildi (Çizelge 4.27).

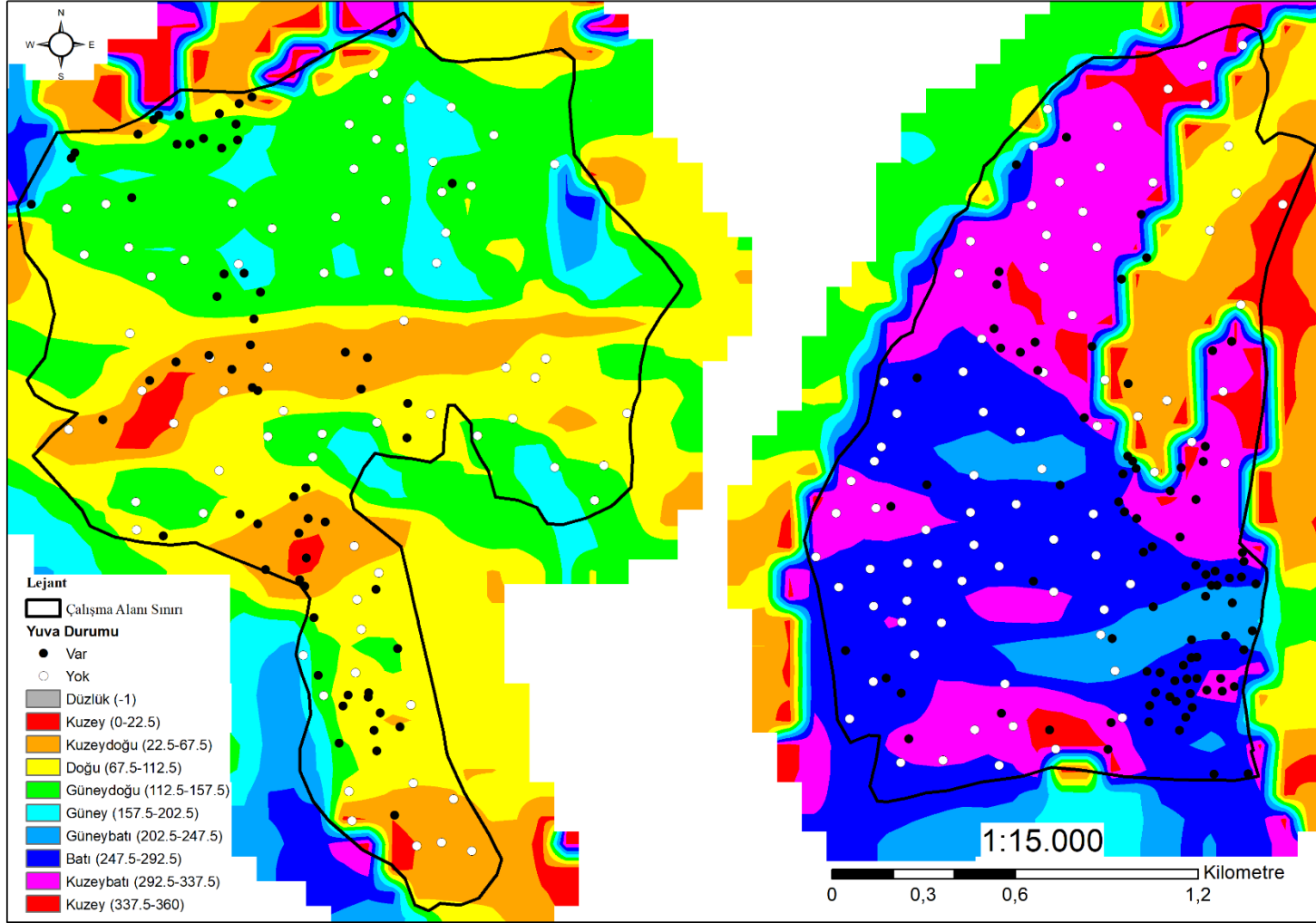
Çizelge 4.27 KOK yuvasının varlığı ile çevresel değişkenler arasındaki ilişki (Ki-kare ve Fisher testleri sonucunda p-değerleri)

Değişken	Ki-kare (p)	Fisher (p)
Eğim (% eğim sınıfı)	0.07	0.10
Yükseklik (rakım aralığı)	0.003	0.005
Bakı yönü	<0.001	<0.001
Kapalılık (örtü)	0.02	0.03
Bonitet (saha verimi)	0.04	0.06
Meşcere tipi	0.01	0.015
Karışım kodu	0.15	0.20
Çağ sınıfı (yaş)	0.005	0.008

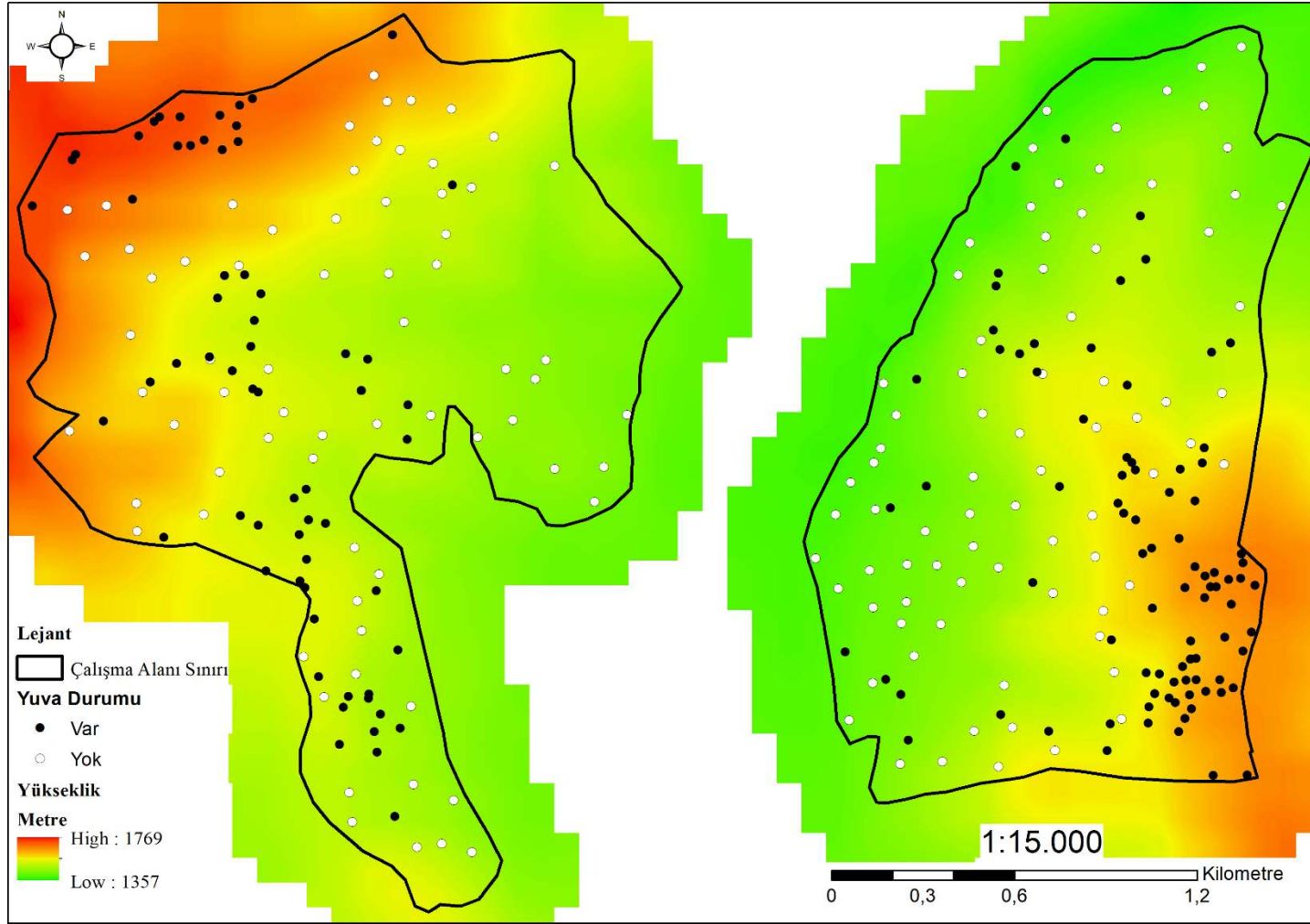
NOT: Düşük p-değerleri (<0.05) istatistiksel olarak anlamlı ilişkiye işaret etmektedir.

Çizelge 4.27'ye göre bakı yönü, yükselti, kapalılık, meşcere tipi ve çağ sınıfı değişkenlerinin yuva varlığı ile ilişkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Diğer yandan eğim ve karışım oranı için anlamlı bir ilişki saptanmamıştır ($p > 0.05$). Bonitet değişkeni ise %5 anlamlılık düzeyinde sınırda bir etki göstermiştir (Ki-kare $p = 0.04$ ancak Fisher $p = 0.06$).

Sonuçlara göre KOK yuvası görülme olasılığı güneşli bakılarda (güney yönleri), gölge bakılara (kuzey yönleri) kıyasla belirgin derecede fazladır ($p < 0.001$) (Şekil 4.9). Yükselti değişkeni anlamlı olup orta rakımlarda (özellikle ~1500–1600 m civarı) yuva varlığı daha yüksek bulunmuştur (Şekil 4.10).



Şekil 4.9 KOK Yuvalarının Bakı Gruplarına Göre Var- Yok Dağılımı



Şekil 4.10 KOK Yuvalarının Yükselti Gruplarına Göre Var- Yok Dağılımı

Kapalılık bakımından, ormanın kapalılık derecesi yuva varlığını etkileyen kritik bir faktördür. Orta derece kapalı (kısmen açıklık içeren) alanlarda karınca yuvası görülme oranı, tam kapalı (yoğun örtülü) orman alanlarına kıyasla daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$) (Şekil 4.11).

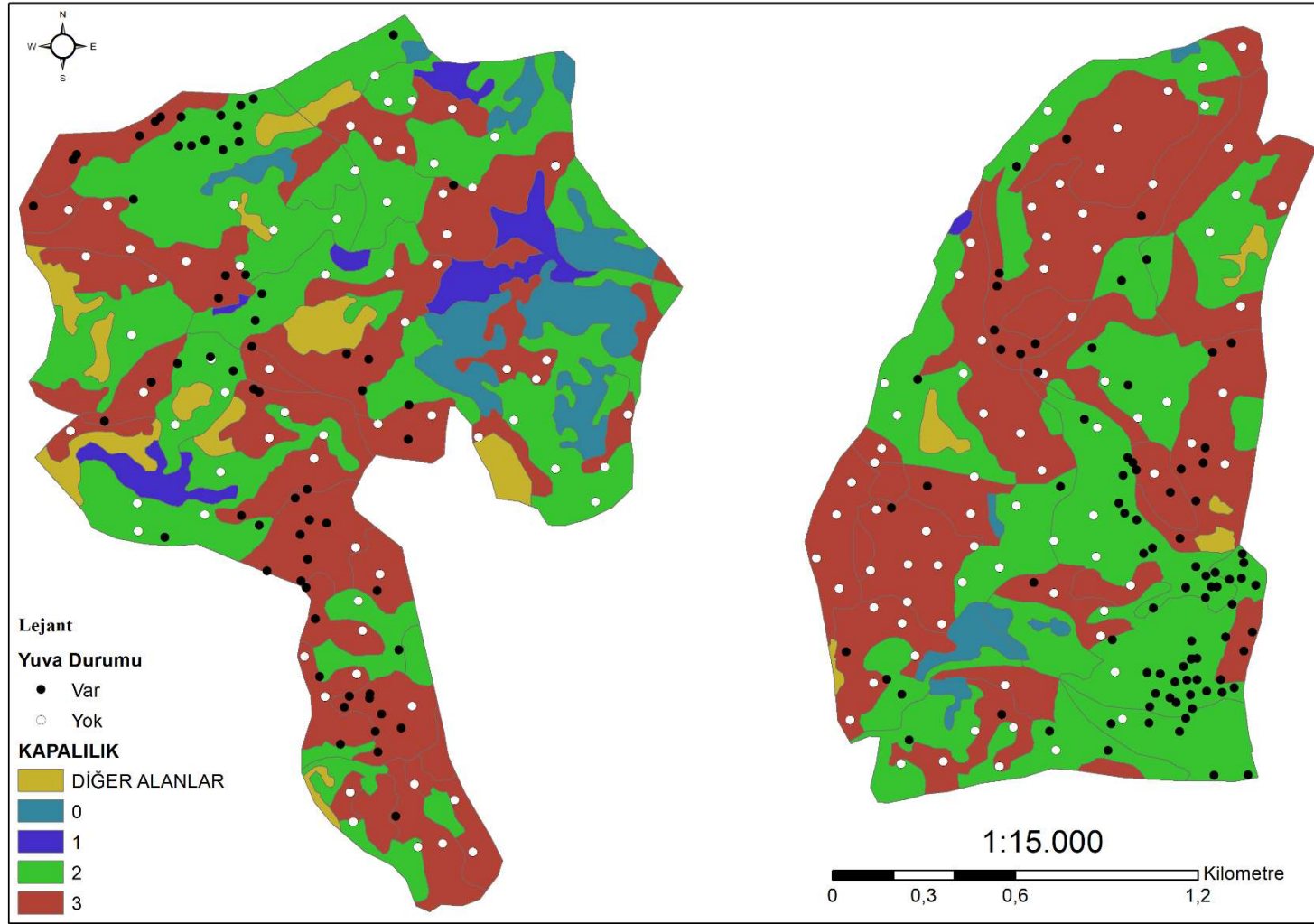
Çağ sınıfı, sonuçlar arasında en belirleyici değişkenlerden biridir. Genç meşcerelere kıyasla orta yaşlı ve olgun meşcerelerde karınca yuvası bulunma olasılığı anlamlı derecede fazladır ($p<0.01$) (Şekil 4.12).

Bonitet değişkeninin tek başına etkisi istatistiksel olarak tam anlamıyla kanıtlanamamıştır. Ancak veriler, yüksek bonitetli (verimli) sahalarda yuva bulunma oranının nispeten daha düşük olabileceğine işaret etmektedir ($p\approx 0.05$) (Şekil 4.13).

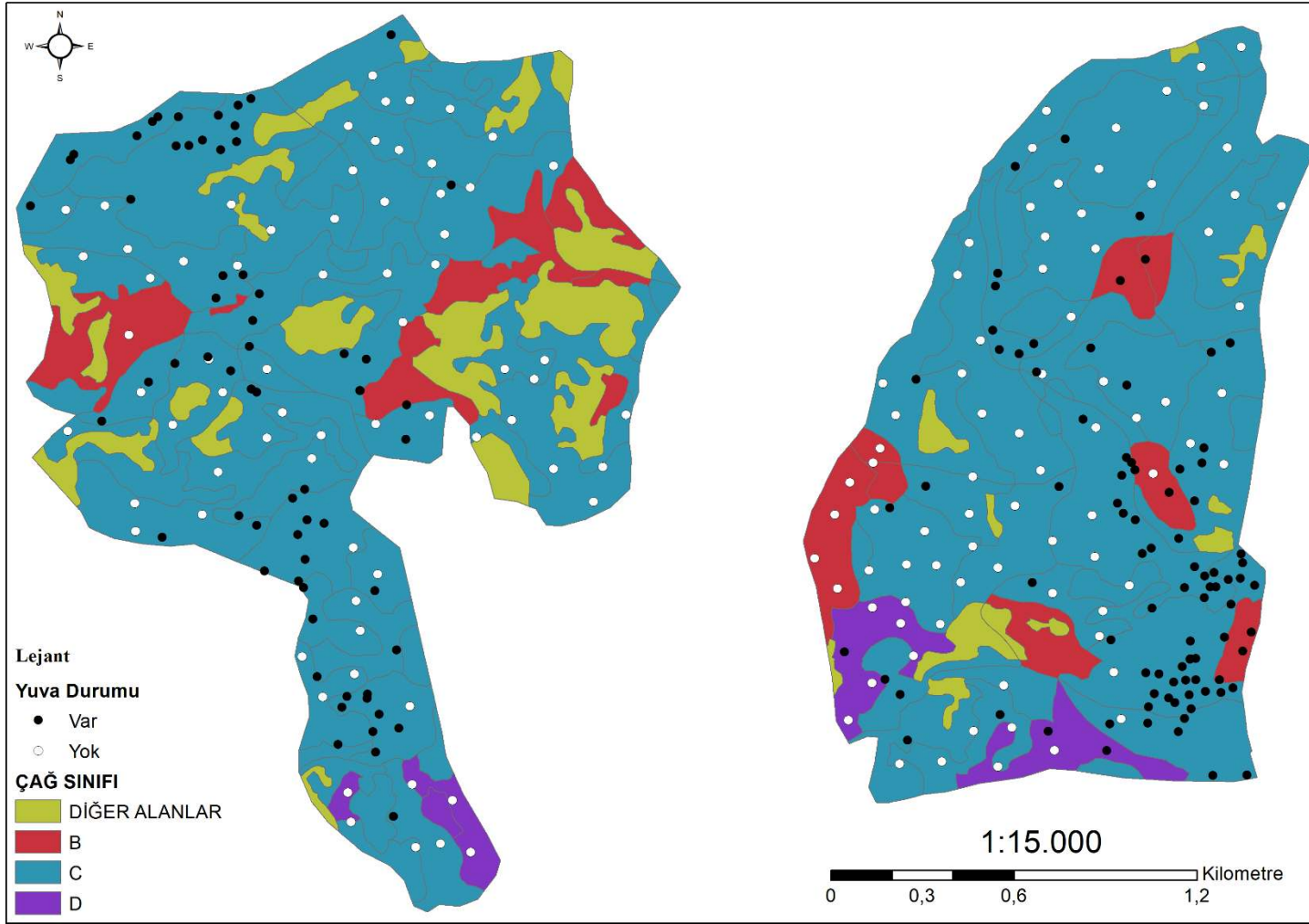
Lojistik regresyon analizinin sonuçları, genel olarak tek değişkenli test bulgularını desteklemiştir. Bakı yönü, kapalılık, meşcere tipi ve meşcere yaşı değişkenleri modelde bağımsız olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Aşağıdaki tabloda, anlamlı bulunan değişkenlerin katsayıları odds ratio (OR) olarak verilmiş ve her birinin istatistiksel anlamlılığı gösterilmiştir (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.28 KOK yuva varlığı lojistik regresyon modeli sonuçları

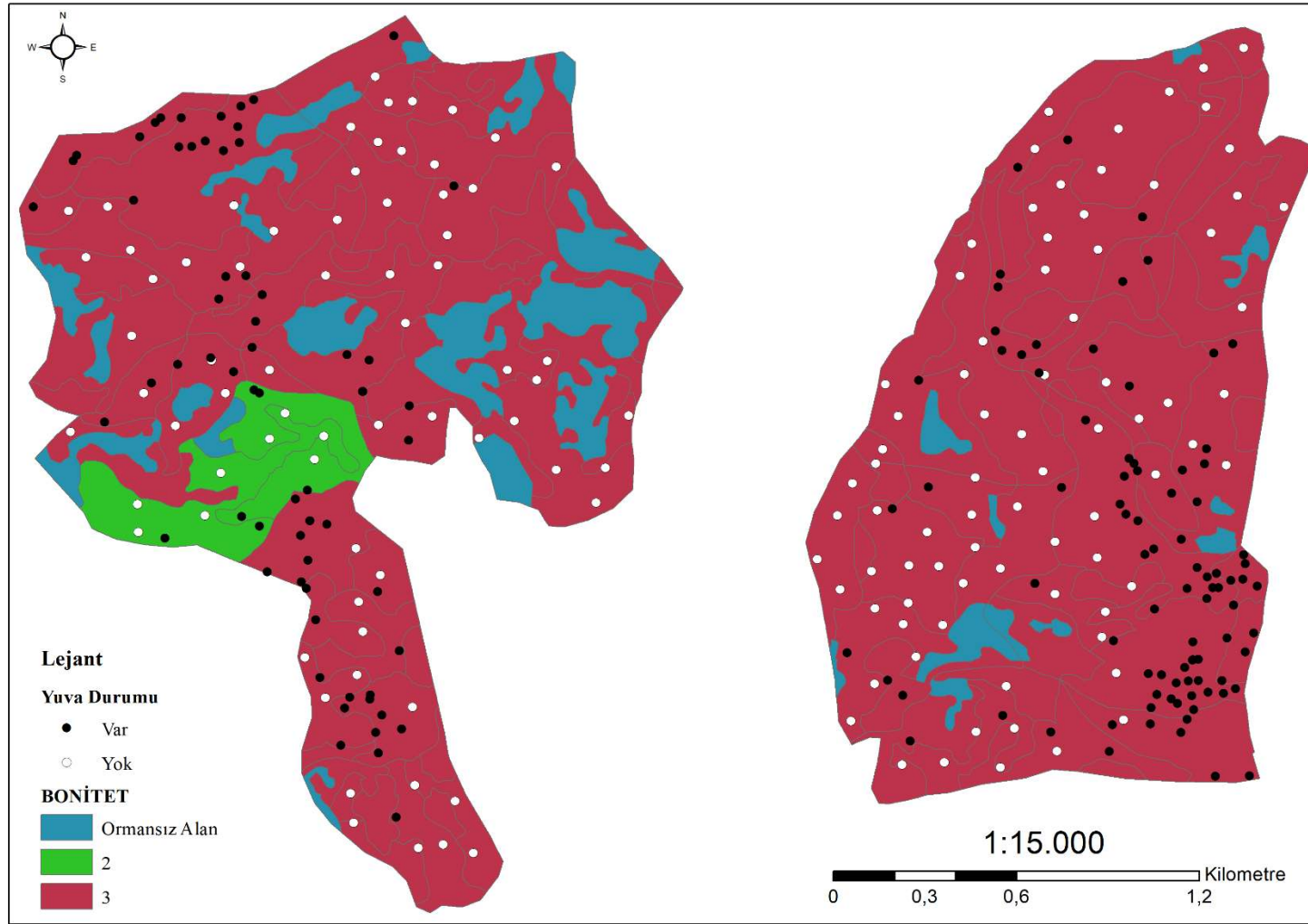
Değişken (kategori > referans)	OR (Odds Oranı)	p değeri
Bakı yönü (Güneşli > Gölge)	3,4	0.001
Kapalılık (Orta > Tam)	2,2	0.02
Meşcere tipi (Diğer > Sedir)	2,8	0.01
Çağ sınıfı (C > B)	2,0	0.04
Çağ sınıfı (D > B)	3,3	0.005



Şekil 4.11 KOK Yuvalarının Meşçere Kapalılık Durumlarına Göre Var- Yok Dağılımı



Şekil 4.12 KOK Yuvalarının Çağ Sınıflarına Göre Var- Yok Dağılımı



Şekil 4.13 KOK Yuvalarının Bonitet Sınıflarına Göre Var- Yok Dağılımı

Modele göre, güneşli bakılarda bir karınca yuvası bulunma olasılığı gölge bakılara göre yaklaşık 3,4 kat daha fazladır ($p=0.001$). Ormanın kapalılığı orta düzeyde olduğunda (kısmen açık örtü), tam kapalı ormana kıyasla yuva görülme şansı ~2,2 kat artmaktadır ($p=0.02$). Sedir ağırlıklı olmayan (diğer) meşcerelerde yuva bulunma ihtimali, sedir ormanlarına göre ~2,8 kat daha fazladır ($p<0.05$). Orman yaş sınıfı arttıkça yuva varlığı belirgin şekilde artmaktadır; orta yaşlı bir ormanda (c sınıfı) yuva görülme olasılığı genç bir ormana göre ~2 kat olup istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). Olgun ve yaşlı ormanlarda (d sınıfı) ise bu olasılık genç ormana kıyasla ~3,3 kat gibi yüksek bir değere ulaşmaktadır ($p<0.01$).

Bu sonuçlar, tek değişkenli analizlerde elde edilen bulgularla tutarlı olduğu ve ilgili faktörlerin birbirleri üzerindeki etkileri kontrol edildiğinde dahi yuva varlığını anlamlı şekilde yorumlandığını göstermektedir. Ayrıca her bir bağımsız değişken çifti için yuva durumu (var/yok) ikili değişken test sonuçları incelenmiştir (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.29 KOK yuva varlığının ikili değişkenlere ait (Fisher’ın kesin testi, Ki-kare testi ve lojistik regresyon modelinin p-değeri) analiz sonuçları

Değişken Çifti	Fisher p	Ki-Kare p	Lojistik p
Eğim & Yükseklik	<0.001	<0.001	<0.001
Eğim & Kapalılık	<0.001	0.017	0.006
Eğim & Bonitet	0.002	0.195	0.574
Eğim & Meşcere	<0.001	0.010	0.03
Eğim & Karışım Kodu	<0.001	<0.001	<0.001
Eğim & Çağ Sınıfı	0.30	0.40	0.35
Yükseklik & Kapalılık	<0.001	<0.001	<0.001
Yükseklik & Bonitet	<0.001	<0.001	<0.001
Yükseklik & Meşcere	<0.001	<0.001	<0.001
Yükseklik & Karışım Kodu	<0.001	<0.001	<0.001
Yükseklik & Çağ Sınıfı	<0.001	<0.001	<0.001
Kapalılık & Bonitet	0.004	0.003	0.002
Kapalılık & Meşcere	0.005	0.005	0.010
Kapalılık & Karışım Kodu	<0.001	<0.001	<0.001
Kapalılık & Çağ Sınıfı	0.041	0.041	0.035
Bonitet & Meşcere	0.09	0.088	0.12
Bonitet & Karışım Kodu	<0.001	<0.001	<0.001
Bonitet & Çağ Sınıfı	0.228	0.228	0.220
Meşcere & Karışım Kodu	<0.001	<0.001	<0.001
Meşcere & Çağ Sınıfı	0.001	<0.001	0.005
Karışım Kodu & Çağ Sınıfı	<0.001	<0.001	<0.001

Değişken çiftlerinin büyük çoğunluğu yuva varlığı ile anlamlı ilişki göstermiştir. Yalnızca Eğim & Çağ Sınıfı ile Bonitet & Çağ Sınıfı ikilileri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (her üç testte de $p>0.05$).

5 TARTIŞMA

Çamkoru Dr. Fuat Adalı Araştırma Ormanı'nda KOK yuvalarının envanteri, ekolojik ve habitat seçimi tercihlerine dair bulgular, literatürdeki benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında türün habitat seçimi konusunda önemli ipuçları sunmaktadır. Arazi verilerine göre yuvaların ormanda belirli meşçere tiplerinde ve çevresel koşullarda yoğunlaştığı görülmüştür. Bu sonuçlar, KOK'ların ekolojik niş optimizasyonu yaptığı, uygun mikro iklim ve kaynak kombinasyonuna sahip alanlarda yuvalandığını göstermektedir (Kilpeläinen *et al.* 2007, Maňák *et al.* 2012). Literatürde de vurgulandığı gibi, KOK'lar farklı orman tiplerinde yuva kurabilmekte (karışık iğne yapraklı, tek tür iğne yapraklı veya karışık iğne-geniş yapraklı ormanlar), homojen geniş yapraklı saf ormanlar ise genellikle uygun bulunmamaktadır (Stockan and Robinson 2016, Serttaş vd. 2020). Bu çalışma sahasındaki sonuçlar da karıncaların özellikle iğne yapraklı ağaç türlerinin baskın olduğu meşçereleri tercih ettiğini göstermektedir. Nitekim alanın %44,5'inin saf meşçerelerden oluşmasına karşın yuvaların %58,2'si bu saf meşçerelerde tespit edilmiştir. KOK'lar, saf meşçerelerde karışık meşçerelere kıyasla yaklaşık %16 daha fazla yuva kurmuş, toplam yuva hacminin ise üçte ikisi saf meşçerelerde ölçülmüştür (Tablo 4.2; %66'sı saf, %34'ü karışık). Bu bulgular, çalışılan ormanda saf iğne yapraklı meşçerelerin (özellikle sarıçam ağırlıklı alanların) karıncalar için daha uygun bir yaşam ortamı sunduğunu göstermektedir (Domisch *et al.* 2005, Kilpeläinen *et al.* 2007).

Literatürde benzer şekilde KOK'ların çoğunlukla iğne yapraklı ağaçların bulunduğu ormanlarda yoğunlaştığı, tekdüze yapraklı ormanların bu tür için elverişli olmadığı belirtilmiştir (Serttaş vd. 2020, Seifert 2021). Geniş yapraklı ağaçların hâkim olduğu saf meşçereler, alt örtünün ve toprak neminin farklılığı nedeniyle KOK tarafından daha az tercih edilmektedir (Carus ve Avcı 2005). Çalışmada, boşluklu kapalı ve verimsiz meşçere alanlarında yuva bulunmaması, karıncaların canlı orman örtüsüne sahip bölgelere yöneldiğini göstermektedir (Yılmaz vd. 2023). Tüm yuvalar verimli (prodüktif) meşçerelerde yer almış, boşluklu (dejenere) alanlarda yuva tespit edilmemiştir. Bu durum, KOK'un ormanın canlı ve kapalı dokusunu koruduğu yerlerde barınmayı tercih ettiğini göstermektedir (Kilpeläinen *et al.* 2007).

Meşçere kapalılığı KOK'un habitat seçiminde kritik bir faktör olarak görünmektedir. Çalışma alanında tam açık (1 kapalılık) alanlarda veya aşırı boşluklu örtüde yuva tespit edilmemiş; yuvaların tamamı orta derecede kapalı (%54,2; 2 kapalılık) veya tam kapalı (%45,8; 3 kapalılık) ormanda bulunmuştur. Bu durum, karıncaların ne tamamen açık alanları ne de ışığın zemine hiç ulaşmadığı aşırı sık örtüleri tercih etmediğine işaret etmektedir. Orta kapalılıktaki meşçerelerde yuva görülme oranı tam kapalı sık ormanlara kıyasla anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Benzer biçimde, Bulgaristan'daki kırmızı karınca popülasyonları üzerine yapılan bir araştırma, KOK yuvalarının en çok %40–80 gökyüzü açıklığına sahip (yani kısmen ışık alan) orman içi boşluklarda yoğunlaştığını, %80'den daha yüksek kapalılığa sahip derin gölgeli orman kısımlarında yuvalara rastlanmadığını rapor edilmiştir (Maňák *et al.* 2012). Bu, karıncaların ara ışık alan orman içi açıklıkları tercih ettiğini göstermektedir. Işık faktörünün belirleyici olduğunu vurgulayan çalışmalar da vardır; iyi aydınlanmış güney-güneybatı bakılar ve karışık ormanlar, özellikle kuzey Avrupa'da *Formica* türleri için ideal habitat kabul edilmiştir (Kilpeläinen *et al.* 2008, Stockan and Robinson 2016). Ancak, ışık isteğinin düzeyi bölgesel iklim koşullarına bağlı olarak değişebilir. Örneğin, Akdeniz bölgesi sedir ormanlarında yapılan bir çalışmada yuvaların düşük kapalılığa sahip açık orman kısımlarında yoğunlaştığı görülmüştür (Carus ve Avcı 2005). Çalışmada tam açık alanlarda yuva olmaması, muhtemelen bölgenin karasal ikliminde çıplak alanların kışın çok soğuk, yazın da çok sıcak olmasından kaynaklanmaktadır. Orta kapalılık, karıncalara hem güneşlenme imkânı hem de kısmi gölge sağlayarak ideal mikro iklimi sunuyor olabilir. KOK'un işçi bireyleri, yuva çevresinde güneşlenerek vücut ısılarını artırmakta ve sonra bu ısıyı yuva içine taşıyarak koloninin ısınmasını sağlamaktadır; bu davranış sağlıklı koloni gelişimi için kritik kabul edilmektedir (Ellis 2015, Stockan and Robinson 2016). Tam gölgeli sık ormanlarda bu imkân kısıtlanırken, tamamen açık alanlarda ise aşırı sıcaklık ve kuraklık stresi söz konusu olabilmektedir. Bu nedenle KOK'lar, yarı-açık habitatlarda optimum dengeyi bularak yuva kurmaktadır. Bulgular da bu kavramı desteklemekte olup, orman kapalılığı ile yuva hacmi arasında istatistiksel bir ilişki saptanmamıştır ($p \approx 0,401$). Yani, uygun ışık koşulları yuvanın varlığı için gerekli olsa da yuva büyüklüğü doğrudan kapalılık derecesine göre değişmemiştir. Bu noktada, yuva hacmine etki eden daha ince mikroklimatik faktörler devreye girmektedir (Lavella *et al.* 1997).

Meşçere gelişim çağı açısından, KOK'lar genç ormanlardan ziyade orta yaşlı ve olgun ormanlarda yoğunlaşma eğilimindedir. Çalışma alanında genç (b çağı) meşçerelerin oranı %9 iken yuvaların sadece %4,6'sı bu genç alanlarda görülmüştür. Buna karşılık ormanın büyük kısmını oluşturan orta yaşlı (c çağı, %81,6 alan) meşçerelerde yuvaların %92,8'i bulunmuştur. Olgun sınıf (d çağı) az miktarda alana sahip olsa da (sadece %3,8), yuvaların %2,6'sı bu alanda kaydedilmiştir. Orta yaşlı ormanlarda yuva bulunma olasılığı genç ormanlara kıyasla yaklaşık 2 kat fazla saptanmıştır ($p<0,05$); olgun ormanlarda ise bu olasılık ~3,3 kat gibi yüksek bir değere ulaşmaktadır ($p<0,01$). Bu güçlü ilişki, yaşlı ağaçların ve gelişmiş orman yapısının karıncalar için daha uygun olduğunu göstermektedir. Literatürde de benzer şekilde, KOK'ların olgun ve hâkim ağaçların bulunduğu yaşlı meşçereleri tercih ettiği vurgulanmıştır (Kilpeläinen *et al.* 2007, Yılmaz vd. 2023). Örneğin Batı Karadeniz Bölgesi'nde gerçekleştirilen kapsamlı bir analizde, KOK yuvalarının ağırlıklı olarak çok olgun meşçerelerde ve yüksek kapalı ormanlarda bulunduğu rapor edilmiştir (Yılmaz vd. 2023). Bu bulgu, tam kapalı yerine orta kapalılığın daha elverişli olduğu yönünde olsa da her iki çalışma da genç fidanlık veya ağaçlandırma safhalarının bu karınca için suboptimal kaldığı konusunda örtüşmektedir. Ormanın belli bir gelişim çağını geçmiş olması, karıncalar açısından birden fazla avantaj sağlar: daha stabil bir mikroiklim, yeterli miktarda besin (örn. yaprakbitleri salgıları) barındıracak kalınlıklı ağaçlar ve zeminde yuva kurulumu için ihtiyaç duyulan kalın bir organik madde tabakası yaşlı ormanlarda daha fazla bulunmaktadır (Lavella *et al.* 1997, Stockan and Robinson 2016). Çalışmada da yuvaların büyük kısmı c çağındaki meşçerelerde olup bu meşçerelerde toplam yuva hacminin %94,8'i kaydedilmiştir. d çağındaki (olgun) meşçerelerde yuva sayısı az olsa da mevcut yuvaların ortalama hacminin en yüksek olduğu görülmüştür (olgun meşçerelerde ortalama yuva hacmi, genç meşçerelere kıyasla %41,8 daha fazladır). Bu durum, yaşlı meşçelerde daha az sayıda fakat daha büyük koloniler bulunduğu işaret etmektedir. Benzer şekilde, Puntilla and Kilpeläinen (2009) tarafından İskandinavya ormanlarında yapılan çalışmalar sonucu *Formica lugubris* gibi akraba türlerde yaşlı ormanlarda daha az sayıda fakat büyük boyutlu yuvalar görülebildiğini, genç ormanlarda ise yuva sayısının düşük kaldığını ortaya koymuştur (Stockan and Robinson 2016).

Arazi yapısı ve topoğrafik parametreler de KOK dağılımını şekillendirmektedir. Yükselti bakımından, çalışma sahamız 1388 m ile 1726 m arasında yuvalara ev sahipliği yapmıştır;

yuvaların çoğunluğu orta rakım diliminde yoğunlaşmıştır. En çok yuva %38,6 ile III. grupta (~1550 m üzeri), ardından %32,0 ile II. grupta (~1400–1550 m) bulunmuştur. Özellikle ~1500–1600 m civarı rakımlar, yuva varlığı için optimum görünmektedir. Bu durum, bölgenin iklim kuşağıyla ilişkili olabilir; belirli bir yükseklikte sıcaklık ve nemin uygun dengesi karınca kolonilerinin hayatta kalması için ideal koşullar sunar (Yılmaz vd. 2023, Ünel 2024). Türkiye'nin farklı bölgelerinde KOK'ların 800 m ile 2600 m arasında dağıldığı, yüksek rakımlı ve serin bölgeleri tercih ettiği bildirilmektedir (Serin 1999). Özellikle Kastamonu yöresinde MaxEnt modellemesiyle yapılan bir habitat uygunluk analizinde, bu türün daha yüksek rakımlı ve düşük ortalama sıcaklıklı alanları tercih ettiğinin altı çizilmiştir (Ünel 2024). Batı Karadeniz ormanlarında da karıncaların yüksek rakımlarda daha sık görüldüğü, rakım arttıkça yuva hacimlerinin büyüebildiği belirtilmiştir (Yılmaz vd. 2023). Bu çalışmada yuva hacmi ile rakım arasında doğrudan bir korelasyon bulunmasa da ($p \approx 0,666$), transplantasyon çalışmalarından elde edilen bazı bulgular yüksek rakımların kolonilerin başarısını artırdığını göstermektedir (Serttaş vd. 2020). Örneğin Akdeniz bölgesinde yuva nakli üzerine yapılan bir araştırmada, yüksek rakımlara taşınan yuvaların hayatta kalma oranlarının anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır; 1700–1900 m arası rakımlar en başarılı nakil sonuçlarını verirken, 1300–1500 m arası daha düşük başarı göstermiştir (Serttaş vd. 2020, Trigou-Peral *et al.* 2021). Bu sonuçlar, rakımın getirdiği serin iklim avantajının güney bölgelerde bile kolonilere fayda sağladığını, İç Anadolu şartlarında ise orta-yüksek rakımların optimal olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, yükseklik faktörü KOK'ların dağılışında rol oynar, ancak bu etkinin yönü ve şiddeti bölgenin genel iklimine bağlıdır. Soğuk iklimlerde alt kotlarda da bulunabilirken, daha sıcak bölgelerde serin yükseklerde toplanma eğilimi göstermektedir (Ünel 2024).

Eğim faktörüne bakıldığında, karıncaların dik yamaçlardan kaçındığı açıkça görülmektedir. Çalışma alanında yuvaların %92,2'si %40 ve daha az eğimli (düşük ve orta eğim) arazilerde bulunmuş; %41'den daha dik yamaçlarda yuva sayısı son derece düşük kalmıştır. I. eğim grubunda (0° – 20°) yuvaların %41,2'si, II. grupta (21° – 40°) %51,0'i tespit edilmişken, III. grup ($>40^{\circ}$) sadece %7,8 ile temsil edilmiştir. Bu dağılım, orta eğimli alanların karıncalar için en uygun olduğunu, dik yamaçların ise hem yuva inşası zorluğu hem mikroiklim koşulları nedeniyle tercih edilmediğini göstermektedir (Carus ve Avcı 2005). Benzer şekilde, Isparta'daki sedir ormanlarında yuvaların

genellikle %15–26 eğimli, yani orta eğimli yamaçlarda konumlandığı rapor edilmiştir (Carus ve Avcı 2005). Şerif Yüksel Araştırma Ormanı'ndaki çalışmada da %5–20 eğim aralığındaki hafif meyilli arazilerde yuvaların yoğunlaştığı görülmüştür (Serttaş vd., 2020). Bu veriler de orta eğimin avantajını desteklemektedir; %20–40 arası orta eğimler en fazla yuva barındırırken, düz veya çok hafif meyilli alanlar (%0–20) biraz daha az yuva içermiştir. Düz arazide rekabetçi türlerin baskısı veya su birikmesi gibi etkenler; hafif eğimli arazide ise toprak nemi ve ısı dengesinin daha uygun olması rol oynuyor olabilir. Eğimin yuva hacmi üzerindeki etkisine bakıldığında, en büyük ortalama yuvaların %21–40 eğimli sahalarda olduğu, çok dik yamaçlardaki yuvaların ise hacimce daha küçük kaldığı tespit edilmiştir (III. eğim grubunda ortalama hacim, I. gruba göre %21,8 daha az; II. grupta ise I. gruba göre %25 daha fazla). Bu bulgular, orta eğimde kurulan yuvaların hem sayıca hem de gelişimce (hacimce) avantajlı olabildiğini göstermektedir. İstatistiksel analizlerimiz eğim ile yuva hacmi arasında anlamlı korelasyon bulamamış olsa da ($p \approx 0,359$), bu durum eğimin diğer faktörlerle birlikte etki göstermesinden kaynaklanabilir. Nitekim çok değişkenli modeller, yüksek rakım + düşük eğim kombinasyonunun yuva başarısını belirginleştirdiğini ortaya koymaktadır (Ünel 2024). Sonuç olarak, düz ile orta meyilli araziler KOK'lar için uygun, dik yamaçlar ise sınırlayıcıdır; bu bulgu literatürdeki diğer çalışmalarla uyumludur (Carus ve Avcı 2005, Serttaş vd. 2020).

Bakı, KOK'ların habitat seçiminde tartışmaya açık bir değişkendir; zira farklı coğrafyalarda farklı sonuçlar gözlenmiştir. Çalışma sahasında ham veriler, yuvaların gölgeli bakılarda (kuzey-yönelimli yamaçlar) biraz daha fazla olduğunu (%56,9 gölgeli, %43,1 güneşli) göstermiştir. Bu, bölgedeki karıncaların nispeten serin ve nemli mikroklimaya sahip kuzey bakı yamaçlarında yoğunlaştığı izlenimini vermektedir. Nitekim Ankara Orman Bölge Müdürlüğü'ndeki diğer yörelerde (Çamlıdere, Kızılcahamam, Ilgaz) yapılan gözlemlerde de KOK yuvalarının genellikle 1000–1600 m rakımlı kuzeye bakan sarıçam yamaçlarında yer aldığı rapor edilmiştir (Berköz 1997, Serttaş vd. 2020). Ancak, çok değişkenli analizde, bakı etkisine daha derin bir ışık tutulmaktadır. Lojistik regresyon sonuçlarına göre, güneşli bakılarda (güney ve benzeri yönler) yuva görülme olasılığı gölgeli bakılara kıyasla yaklaşık 3,4 kat fazladır ($p=0,001$). Bu çelişkili gibi görünen bulgu, aslında alanın genel bakı dağılımı ve diğer faktörlerle etkileşimiyle ilgilidir. Avrupa'daki geniş ölçekli çalışmalar, KOK'ların daha fazla

güneşlenebildikleri güney ve batı bakılarda yoğunlaştığını, aşırı gölgeli kuz bakılarda daha az rastlandığını belirtmektedir (Stockan and Robinson 2016). Buna karşın, Türkiye’de sedir ormanlarındaki bir araştırma, yuvaların çoğunlukla kuzey bakılarda bulunduğunu ortaya koymuştur (Carus ve Avcı 2005). Yine Akdeniz ikliminin etkili olduğu Antalya-Çıglıkkara sedir ormanında yuvalar orta eğimli ama az kapalılığa sahip bölümlerde yoğunlaşmış ve burada baskın bakı yönünden ziyade açıklık ve eğim belirleyici olmuştur (Serttaş vd. 2020). Şerif Yüksel Ormanı’nda ise güney bakılarında daha çok yuva görülmüştür (Serttaş vd. 2020). Bu bulgular birleştirildiğinde, KOK’lar uygun ortam sıcaklığı ve ışık dengesini bulabildikleri bakılarda yuvalanabilmektedir. Serin ve nemin fazla olduğu nemli bölgelerde (Karadeniz gibi) güney-batı bakılar daha fazla tercih edilirken, sıcak ve kurak bölgelerde (Akdeniz sedir ormanları gibi) kuzey bakılar göreceli serinlik sunduğu için öne çıkabilmektedir. Bu çalışma alanı orta derecede karasal iklime sahip olduğundan, karıncalar kısmen gölgeli bakılarda sayıca fazla olsa da esasen bakının tek başına değil bakı-ışık-etkileşiminin önemli olduğu anlaşılmaktadır. Güneşli bakılarda da yuva kurabilmeleri, eğer meşçere yapısı ve alt mikroklima uygunsa (ör. güneye bakan ancak nispeten yüksek rakımlı veya nemli düzlükler gibi), mümkün görünmektedir. Lojistik model, diğer değişkenler kontrol edildiğinde güneye bakan konumların avantajını istatistiksel olarak ortaya koymuştur. Bu farklılık, literatürde vurgulanan “ışınım en önemli çevresel faktörlerden biridir” ifadesiyle de uyumludur (Stockan and Robinson 2016); karıncalar yuva yerini seçerken güneş radyasyonunu maksimize etmeye çalışmakta, ancak bunu yaşadıkları bölgenin iklimsel sınırları içinde optimum dengeyle gerçekleştirmektedir. Bakı etkisinin bölgesel iklim ve habitat bağlamında değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışma, İç Anadolu koşullarında kırmızı karıncaların mikrohabitat düzeyinde gölgeli noktaları kullansa bile, peyzaj düzeyinde güneşlenme potansiyeli yüksek alanlarda bulunma şansının yüksek olduğunu göstermektedir.

Kırmızı Orman Karıncalarının (KOK) mikrohabitat tercihleri incelendiğinde, yuvaların kuruluş yeri ve çevresel özelliklerin koloninin başarısını etkilediği anlaşılmaktadır. Bu çalışmada yuvaların büyük bir kısmının (%85) açık alanda bir kütük üzerinde kurulduğu tespit edilmiştir. Devrilmiş veya kesilmiş ağaç gövdeleri gibi ölü odun materyali, yuva kuruluşu için en yaygın zemin olmuştur. Kalan yuvaların %8,5’i devrik gövde parçaları üzerinde, %5,9’u dikili (canlı) bir ağacın dibinde, %0,7’si ise çalı içindeki bir kütük

üzerinde bulunmuştur. Bu veriler, KOK'ların yuva kurmak için zeminde hazır bir yapı veya yükselti aradığını, tercihen açıkta kalmış kütük/yığın üzerinde koloniyi inşa ettiğini göstermektedir (Mabelis 2007, Serttaş vd. 2020). Benzer gözlemler literatürde de mevcuttur; yuvaların sıkça ağaç dipleri, kesim artıkları, çürümüş kütükler ve büyük kaya çevrelerinde konumlandığı bildirilmiştir (Stockan and Robinson 2016). Kütük gibi organik yapıların üzerinde yuva kurmanın birkaç avantajı vardır: Öncelikle zeminden yükselti sağlayarak drenajı iyileştirir ve yağmur suyu baskınlarından korur. İkincisi, çürümüş odun malzemesi yuva yapımında kullanılabilecek hazır organik parçalar sunar ve karıncalar bu malzemeyi kolayca işleyerek kubbe şeklindeki yuvalarını büyütebilir. Ayrıca kütük üzerindeki yuvalar daha iyi havalanma ve güneş alma eğilimindedir, çünkü etrafında yoğun bitki örtüsü daha azdır. Çalışmada yuva çevresindeki bitki örtüsü yoğunluğunun belirli bir eşiğin üzerinde olmamasının karıncalar için önemli olduğu anlaşılmaktadır. Yuvaların %40'ında yakın çevrede (5 m yarıçap) seyrek çalı örtüsü varken, %32'sinde orta yoğunlukta çalı, %23'ünde sık çalı, sadece %5'inde çok sık çalı tespit edilmiştir. Toplam yuva hacmi ve ortalama yuva hacmi, çevresi tamamen açık (çalısız) olan yuvalarda diğerlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Bu bulgu, yoğun çalıların yuvaları gölgelemesi ve hareketinin kısıtlaması nedeniyle istenmeyen bir durum olduğunu göstermektedir (Mabelis 2007). Karıncalar, yuvalarının etrafında belirli bir açıklık tercih ederek hem güneş ışığı alımını maksimize etmekte hem de foraging (yem arama) faaliyetlerini kolaylaştırmaktadır. Otsu tabaka (ot-su bitkiler, özellikle yosun ve otlar) açısından veriler farklı bir trend göstermiştir: Yuvaların %43'ünde çok sık otsu tabaka kaydedilmiştir (çoğunlukla yosun), %33'ünde sık, %19'unda orta, %5'inde seyrek otsu bitki örtüsü vardır. Yosun gibi düşük boylu bitkiler, karınca yuvalarının üstünü tam kapatmadan bir nem tutucu örtü sağlayabilir; bu da yuva içi nem ve ısı dengesine yardımcı olabilir. Orman ekosistemlerinde *Formica* türlerinin yuvaları çevresinde belirli bitki türlerinin (yosun, ot vb.) baskın olabildiği, karıncaların toprak yapısını değiştirerek bu bitkilere uygun mikrohabitat yarattığı literatürde de not edilmiştir (Lavella *et al.* 1997, Stukalyuk *et al.* 2020). Saha gözleminde de karınca yuvalarının çoğunlukla çürüntülü yaprak örtüsüne sahip "mull" topraklarda olduğu, ortalama ölü örtü kalınlığının ~4,3 cm olduğu belirlenmiştir. Yuvaların %59,5'i 3–5 cm kalınlığında ölü örtü bulunan alanlarda yer almaktadır. Organik maddece zengin bu üst toprak tabakası, karıncaların yuva malzemesini oluşturmakta kritik rol oynar; ibre, yaprak, dal parçalarını yığıp

fermentasyona uğratarak hem yalıtım sağlarlar hem de topraktaki besin döngüsünü hızlandırır (Lavella *et al.* 1997, Stukalyuk *et al.* 2020). Toprak özellikleri açısından, karıncaların bulunduğu noktaların çoğunda toprak tekstürü kumlu balçık veya balçık kıvamında olup, iyi drene olabilen ancak nem tutma kapasitesi de olan topraklar şeklindedir (Serin 1999). Bu topraklar, yuva malzemesinin çökmesini engelleyecek kadar destekleyici, fakat kazılması kolay ve ısı tutma kapasitesi yüksek ortamlardır.

Mikrohabitat tartışmasının bir diğer boyutu da yakın çevredeki ağaç özellikleridir. Yuvalara en yakın ağaç türünün %81,7 oranında Sarıçam (*Pinus sylvestris*) olduğu tespit edilmiştir; bunu %9,2 ile Gökmar (Abies), %7,2 ile Karaçam (*Pinus nigra*), %2 ile Kavak takip etmektedir. Bu dağılım, çalışma alanında sarıçamın baskın ağaç olmasından kaynaklansa da karıncaların da özellikle sarıçam civarında yuva kurmaktan çekinmediğini ve muhtemelen sarıçamların sunduğu besin avantajlarından (örneğin bol yaprak biti populasyonları) yararlandığını göstermektedir (Sorvari 2016, Serttaş vd. 2020). Nitekim en yakın ağacı sarıçam olan yuvaların ortalama hacmi, diğer ağaç türlerinin yakınında olan yuvalardan %4,7 daha yüksek bulunmuştur. Sarıçam, reçineli bir tür olarak hem korunaklı bir gövde temeli sunabilir hem de yaprak biti ve diğer böcekler için uygun bir konak olup karıncalara bol av ve tatlımsı özsu kaynağı sağlayabilir (Helanterä 2022). Yakın ağaç yüksekliği verileri de ilginçtir: En yakın ağaçların ortalama boyu 12 m olup yuvaların %72'sinin 9–15 m boy aralığında ağaçlara yakın konumda olduğu saptanmıştır. Ağaç boyu ile yuva hacmi arasında istatistiksel olarak sınırda pozitif bir ilişki bulunmuştur ($p \approx 0,055$); daha uzun ağaçların yakınına kurulan yuvaların biraz daha büyük olma eğiliminde olduğu görülmüştür. Yüksek ağaç muhtemelen daha büyük bir gölge ve daha fazla yaprakbiti kolonisi anlamına gelebilir, bu da karınca kolonisine hem koruma hem besin avantajı sağlayabilir. Ayrıca yuvalara en yakın ağaçların yuvalara uzaklığı ortalama $\sim 1,5$ m olarak ölçülmüştür; ağaçlar 5 cm ile 4,5 m mesafede değişebilmektedir. Bu mesafe, yuvaların genellikle bir ağacın hemen dibinde değil, az biraz uzağında konumlandığını göstermektedir. Gerçekten de arazide gözlemlenen birçok yuvanın, yakınındaki ağacın gövde güneyine doğru kurulduğu, böylece ağacın kuzeyinden gelen rüzgâr ve gölgeye karşı koruma sağlarken güneyden bol güneş aldığı not edilmiştir. Nitekim veriler, yuvalara en yakın ağaçların %60,8'inin yuvaların gölgeli tarafında (yani yuva için kuzey yönde) bulunduğunu göstermiştir. Bu durum, karıncaların ağacı kuzey tarafta bir perde gibi kullanıp yuvalarını ağacın güney

eteğinde inşa ettiklerine işaret eder (Ellis 2015). Böylece ağaç gövdesi, kışın kuzeyden esen soğuk rüzgârları keserken, güneyden gelen güneşi engellemez ve yuva maksimum ısınım alır. Bu zeki mikrohabitat seçimi, *Formica* türlerinin enerji dengesi stratejilerinin bir parçasıdır (Ellis 2015, Sorvari 2016).

Elde edilen bulguların istatistiksel analizi, yukarıda tartışılan birçok faktörün karınca yuva hacmi veya varlığı üzerinde anlamlı etkileri olduğunu doğrulamış, bazıları için ise etkilerin dolaylı veya etkileşimli olabileceğini göstermiştir. Tek yönlü varyans analizleri ve korelasyonlar sonucunda, diri örtü (zemin bitki örtüsü) örtme oranı yuva hacmini etkileyen en önemli faktör olarak öne çıkmıştır. Dört gruba ayrılan (seyrek, orta, sık, pek sık) diri örtü yoğunluğu ile yuva hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (ANOVA, $F=2,857$; $p=0,039$). Özellikle “seyrek” ve “orta” örtü grupları arasında belirgin bir fark saptanmış; orta yoğunlukta yer örtüsü bulunan alanlardaki yuvalar, seyrek örtülü alanlardakilere kıyasla anlamlı derecede farklı hacim değerlerine sahiptir (Tukey test, $p=0,046$). Bu sonuç, karınca yuvalarının en iyi gelişimi için çevrede tamamen çıplak bir zemin yerine bir miktar ve çeşitlilikte bitki örtüsü gerektiğini göstermektedir – muhtemelen bu orta yoğunluk, mikroklimayı iyileştirmekte ve erozyonu engelleyerek yuvanın stabil kalmasına yardımcı olmaktadır (Lavella *et al.* 1997, Stukalyuk *et al.* 2020). Ancak aşırı yoğun alt örtü de yuva hacmini sınırlayıcı görünmektedir, zira “pek sık” kategorisi ile diğerleri arasında hacim açısından anlamlı fark bulunmasa da en büyük yuvaların genelde orta yoğunlukta örtüye sahip alanlarda olduğu anlaşılmaktadır. Çok değişkenli regresyon analizleri de bu bulguyu desteklemiştir: 16 çevresel değişkenin ikili kombinasyonlarla test edildiği model arayışında, sadece iki değişken çiftinin yuva hacmi üzerinde anlamlı etkiye sahip olduğu görülmüştür: Bunlar (i) “En yakın ağacın boyu + Diri örtü örtme oranı” ve (ii) “Bakı yönü + Diri örtü örtme oranı” kombinasyonlarıdır ($p=0,030$ ve $p=0,044$). Her iki modelde de zemin bitki örtüsü yoğunluğu kritik bir ortak değişken olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, yuva hacmini belirleyen temel çevresel faktörlerden birinin zemin seviyesindeki bitkisel örtü olduğunu göstermektedir (Stukalyuk *et al.* 2020). Orta yoğunlukta bir alt örtü, muhtemelen hem malzeme hem koruma açısından optimum şartları sağlamakta, tamamen çıplak zeminde yuvalar kuraklık ve aşırı sıcaklık dalgalanmalarına maruz kalabilmekte, çok gür örtüde ise ışık ve alan kısıtı yaşanabilmektedir. Ek olarak, lojistik regresyon modeli çıktıları incelendiğinde, yuva varlığı açısından anlamlı bulunan değişkenlerin bakı yönü,

kapalılık, meşçere tipi ve yaş sınıfı olduğu teyit edilmiştir (hepsinde $p < 0,05$). Bu değişkenlerin her biri, diğerlerini sabit tuttuğumuzda yuva bulunma ihtimalini anlamlı şekilde etkilemektedir. Örneğin sedir ağırlıklı olmayan (diğer) meşçerelerde yuva bulunma ihtimali, sedir ormanlarına göre ~2,8 kat fazladır ($p < 0,05$). Bu, çalışma alanında da görülen sarıçam meşçerelerinin sedir meşçerelerine göre daha çok yuva barındırdığı sonucuyla örtüşmektedir. Benzer şekilde, orta kapalılıkta ormanlar ile güney bakılar kombinasyonu, genç sedir ormanı + kuzey bakı kombinasyonuna göre bariz üstünlük sağlamaktadır. Bu tip istatistiksel modellemeler, KOK'ların habitat tercihinin çok boyutlu bir ekolojik niş olduğunu teyit etmektedir. Tek bir değişkenin uygun olması yeterli olmayıp, birden fazla çevresel faktörün birleşimi kolonilerin varlığı ve başarısı üzerinde etkili olmaktadır (Özcan vd. 2025). “Tüm değişkenler tek başına veya her kombinasyon etkili değildir, ancak belirli kombinasyonlarda etkiler belirginleşir” sonucu, karmaşık bir habitat optimizasyonunu işaret etmektedir. Bu durumda, saha yöneticileri için önemli olan, karıncaların tercih ettiği tüm bu koşulların bir arada bulunduğu alanları tespit ve muhafaza etmektir (Stockan and Robinson 2016).

Son olarak, koloni aktivitesi ve sağlığı bakımından da önemli veriler elde edilmiştir. Yuvaların yaklaşık %69'unun “aktif” (canlı ve yoğun karınca hareketli), %31'inin ise “zayıf” (daha az birey barındıran, muhtemelen küçülmeye yüz tutmuş) olarak değerlendirildiği saptanmıştır. Aktif yuvalar toplam yuva hacminin %87'sini oluştururken zayıf yuvalar sadece %12'sini oluşturmuştur; ayrıca aktif yuvaların ortalama hacmi zayıf yuvalardan %87 daha yüksektir. Bu değerler, büyük yuvaların çoğunlukla sağlıklı ve aktif kolonilere ait olduğunu, küçük yuvaların önemli bir kısmının ise güçsüzleşmiş koloniler olabileceğini göstermektedir (Pamilo and Kulmuni 2022, Sorvari 2022). Koloni aktivitesi, çevresel stres veya kaynak yetersizliğiyle yakından ilişkilidir. Araştırmada yuvaların %8,5'inde yaban domuzu zararı tespit edilmiştir. Domuzların yuvaları dağıtması, yapılarını bozması neticesinde bu yuvaların önemli bir kısmı zayıf koloni kategorisindedir. Domuz zararı olmayan yuvaların ortalama hacmi, zararlı görülen yuvalara kıyasla %38,7 daha yüksek bulunmuştur. Yaban domuzları literatürde de karınca kolonilerinin düşmanı olarak bilinir; özellikle larva ve pupalar protein kaynağı olarak çekici geldiğinden yuvaları kazarak dağıtabilirler (Stockan and Robinson 2016). Bu durum, ormanda çok yüksek yaban domuzu popülasyonlarının KOK'lara lokal bazda zarar verebileceğine işaret etmektedir. Ancak genel tabloya bakıldığında, çalışma

ormanında aktif ve sağlıklı yuvaların baskın olması, habitat koşullarının görece iyi olduğunun bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Karıncalar yeterli gıda bulabilmekte, yuvalarını büyütebilmektedir. Ekosistem mühendisleri olarak adlandırılan bu canlıların sağlıklı koloniler kurması, ormanın genel sağlığına da işaret etmektedir. KOK'lar, bulundukları ekosistemde üstün predatör olarak birçok zararlı böcek popülasyonunu kontrol altında tutmakta, yaprak biti gibi canlılarla mutualistik ilişkiler kurarak ormanın madde döngülerini hızlandırmakta ve toprak yapısını iyileştirmektedir (Risch *et al.* 2016, Sorvari 2022). Tartışma verilerinde de görüldüğü üzere, karıncalar aktif olduklarında yuvalarını büyüterek daha fazla organik materyali işleyip toprağa kazandırmaktadır. Bu da yuva çevresindeki toprakta besin maddelerinin birikmesine, ağaçların yaprak dökümünün azalmasına yol açabilmektedir. Sonuç olarak, KOK kolonilerinin varlığı ve canlılığı, orman ekosisteminin sürdürülebilirliği açısından kritik bir göstergedir (Stockan and Robinson 2016, Sorvari 2022). Çalışma, bu kolonilerin en çok hangi şartlarda başarılı olduğunu ortaya koymakta ve hem literatüre yeni bir saha örneği sunmakta, hem de orman yöneticileri için korunması gereken habitat unsurlarını ortaya koymaktadır.

6 SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada elde edilen bulgular, KOK popülasyonunun orman ekosistemindeki ekolojik mühendislik rolünü ve habitat tercihini ortaya koyarak ormancılık yönetimine yönelik önemli çıkarımlar. Çamkoru Dr. Fuat Adalı Araştırma Ormanında, KOK yuvalarının belirgin biçimde iğne yapraklı ağırlıklı, orta kapalıdaki ve orta-ileri yaştaki meşçereelerde, ılıman iklimimaya sahip orta rakım ve eğim koşullarında yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, literatürde farklı bölgeler için bildirilen habitat tercihlerini doğrular niteliktedir. Genel olarak, KOK'lar tamamen açık veya tamamen kapalı uç koşulları tercih etmemekte, aksine yeterli güneş ışığı alabilen ancak aynı zamanda korunaklı, kısmen gölgeli orman içi açıklıklarda optimum gelişim göstermektedir (Maňák *et al.* 2012, Stockan and Robinson 2016). Bu çalışma, İç Anadolu'nun karasal orman koşullarında da bu optimal dengenin geçerli olduğunu ve karıncaların habitat seçimini bu denge doğrultusunda gerçekleştirdiğini göstermektedir.

Ekosistem mühendisliği rolü bağlamında, KOK kolonilerinin orman ekosistemine bir dizi fayda sağladığı belirtilmektedir. KOK'ların, oluşturdukları büyük ve karmaşık yuva yapılarıyla toprak havalanmasını ve organik maddenin dönüşümünü hızlandırmakta, yuva içinde biriktirdikleri organik materyallerin ayrışması ile toprağı besin maddelerince zenginleştirmektedir (Lavella *et al.* 1997, Risch *et al.* 2016). Bu zenginlik, yuva civarındaki ağaçların beslenme durumunu iyileştirmekte, yaprak dökümünü azaltabilmekte ve genel ağaç sağlığını olumlu etkileyebilmektedir (Sorvari 2022). Aynı zamanda, karıncaların sürekli toprak işlemeyle toprakta mikrohabitatlar oluşmakta, bu da bitki köklerinin daha rahat yayılmasını ve tohumların filizlenmesini desteklemektedir (Stockan and Robinson 2016). Gerçekleştirilen saha gözlemlerinde, yuvaların çevresinde genç sarıçam, göknar ve meşe fidanlarının doğal olarak yetiştiğı, yuva alanlarının %95'inde orta ila çok sık fidan yoğunluğunun kaydedildiğı belirlenmiştir. Bazı yuva çevrelerinde fidanların düzgün geliştiğı, bazılarında ise form bozuk (dejenerasyona uğramış) olduğı gözlemlenmiştir. Bu durum, karıncaların topraktaki besin ve fiziki koşulları değiştirerek bazı fidanlara avantaj sağladığını, ancak yoğun karınca aktivitesinin veya salgılarının diğ er fidanlarda strese yol açabildiğini göstermektedir. Yine de genel tablo, karınca aktivitesinin orman gençleşmesini tamamen engellemediğini, aksine pek çok yuvanın etrafının doğal gençleşme ile kaplandığını ortaya koymaktadır (Serttaş vd. 2020, Yılmaz 2023). Bu bulgu, KOK'un orman dinamiğı içinde uyumlu bir parça olabildiğini, yani ormanın kendini yenilemesine izin veren bir denge kurabildiğini göstermektedir.

Çalışmanın sonuçları, KOK popölasyonunun sağlıklı koloniler halinde varlığını sürdürdüğünü ortaya koymakta, mevcut biyolojik mücadele potansiyelinin altını çizmektedir. Nitekim aktif yuvaların oranı %70 gibi yüksek bir değ erde olup, bu aktif koloniler ormanda avcı baskısının sürekliliğini sağlamaktadır. Bu bağ lamda ormancılar ve ekosistem yöneticileri, kırmızı karınca kolonilerinin bulunduğı meş çereleri koruma altına alarak ve onların habitat koşullarını muhafaza ederek, dolaylı yoldan orman zararlılarıyla mücadeleye katkı sağlayabilirler.

Ormancılık uygulamalarına yönelik öneriler kapsamında, KOK'ların yoğun bulunduğı alanlarda yapılacak müdahalelerde (ör. kesim, gençleştirme, toprak işleme) dikkatli olunması gerekmektedir. Araştırmada, karıncaların özellikle sarıçam ormanlarında ölü odun materyaline (kütük vb.) bağımlı olarak yuvalandığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla,

ormanda temizlik kesimleri veya ölü odunların tamamen uzaklaştırılması gibi uygulamalardan kaçınılması önerilmektedir (Carus ve Avcı 2005, Serttaş vd. 2020). Özellikle seyrek ve orta kapalılıktaki sarıçam meşçerelerinde yerdeki kütükleri bırakmak, yeni koloni oluşumlarına zemin hazırlayacaktır. Orman içinde tespit edilen aktif karınca yuvalarının, ormancılık faaliyetleri sırasında zarar görmemesi için işaretlenmesi ve etrafında birkaç metre yarıçaplı tampon bölgeler bırakılması önerilmektedir. Büyük *Formica* yuvaları, bir kez tahrip olursa yeniden toparlanmaları veya başka bir yere taşınmaları oldukça zordur ve böyle bir zarar, o bölgedeki biyolojik kontrol mekanizmasını da olumsuz etkileyebilir (Mabelis 2007, Stockan and Robinson 2016). Orman alanlarının tamamında tek tip yoğun kapalılık yaratmaktan kaçınılarak, karıncaların sevdiği heterojen yapının korunması önerilmektedir. Yani bazı bölümlerde ışık alan koridorlar, açıklıklar bırakılırken, tamamen çıplak açıklık yaratacak boyutta geniş kesimlerden kaçınılmalıdır. Ayrıca, karınca popülasyonunun sürekliliği için farklı yaş sınıflarının mozaiği de önemlidir; orta yaşlı meşçereler karıncalar için kritik olduğundan, orman planlarında farklı yaş mozaiklerinin korunması gerekmektedir (Kilpeläinen *et al.* 2007, Yılmaz vd. 2023).

Araştırmada dikkat çeken bir diğer husus, belirli yuvaların nakil/taşımaya uygunluğu konusudur. Yapılan değerlendirmede yuvaların yaklaşık dörtte birinin (35 adet) nakledilmeye uygun büyük ve canlı yuvalar olduğu belirlenmiş olup, bu yuvalar toplam hacmin %60'ını oluşturmaktadır. Bu denli büyük yuvalar, uygun yöntemlerle zarar vermeden taşınabilirse, karınca bulunmayan ancak uygun habitat özelliklerine sahip başka bölgelere KOK kolonisi kazandırmak mümkün olabilecektir (Trigos-Peral *et al.* 2021). Karınca nakli konusunda yapılan çalışmalar, doğru habitat parametreleri seçildiğinde transplantasyonun başarılı olabileceğini göstermektedir. Özellikle 1700 m üzerinde rakıma ve orta kapalılıktaki çam meşçerelerine nakledilen yuvaların güney Türkiye'de bile yüksek başarı oranıyla yeni yerlerinde tuttuğu bildirilmiştir (Serttaş vd. 2020, Ünel 2024). Araştırma ormanında belirlenen büyük aktif yuvaların, gerek bu ormanın boşluklu uygun alanlarına gerekse yakın civardaki karıncasız orman parçalarına, uzman denetiminde nakledilmesi önerilmektedir. Bu sayede, karıncaların doğal yayılım hızını aşan bir şekilde, ekosistem mühendisliği hizmetleri geniş alanlara taşınabilir. Elbette bu işlem, karınca biyolojisi konusunda uzmanlık gerektirmekte olup, nakil sonrası izleme yapılması gerekmektedir. Alternatif olarak, ormanda yuva olmayan uygun

mikrosahalara yapay karınca yuvası kütükleri veya organik yığınlar bırakılarak kraliçelerin buralara yuva kurması teşvik edilebilir (Ellis 2015, Sorvari 2016).

Bu yüksek lisans çalışmasının bilimsel literatüre katkıları, Türkiye’de az sayıda bulunan detaylı KOK ekoloji çalışmalarına bir yenisini eklemesi ve bazı özgün bulgular ortaya koymasındır. Özellikle İç Anadolu’daki bir sarıçam-karışık ormanda, KOK’ların habitat kullanımını ilk kez bu kapsamda nicel olarak değerlendirilmiştir. Daha önceki çalışmalar genellikle Karadeniz veya Akdeniz bölgelerinde yürütüldüğünden, bu çalışma coğrafi bir boşluğu doldurmaktadır. Elde edilen sonuçlar, *F. rufa*’nın habitat tercihlerinin sedir ormanlarından sarıçam ormanlarına kadar farklı ekosistemlerde karşılaştırılmasına imkân sağlamıştır. Sedir ormanlarında gözlenen kuzey bakı tercihi ile bu sahadaki güney bakı avantajı arasındaki fark, literatüre iklimsel bir karşılaştırma verisi sunmaktadır (Carus ve Avcı 2005, Ünel 2024, Yılmaz 2023). Ayrıca, modelleme ile saptanan diri örtü-yuva ilişkisi, ülkemiz çalışmalarında üzerinde fazla durulmamış bir noktadır ve literatüre karıncaların zemin bitki örtüsüyle etkileşimi konusunda yeni bir bakış açısı getirmektedir. Araştırmada çok değişkenli istatistiksel yaklaşım kullanılarak, karınca ekolojisine tek tek faktörlerden ziyade faktörlerin kombinasyonlarının önemi vurgulanmıştır. Bu yöntem, ileride yapılacak çalışmalar için bir metodoloji örneği teşkil edebilir. Uzun dönemli gözlemlerin Avrupa’da gösterdiği gibi iklim değişimine bağlı habitat kayıpları, kırmızı karınca popülasyonlarını olumsuz etkileyebilmektedir (Schultheiss *et al.* 2022). Bu nedenle, *F. rufa* gibi kilit türlerin izlenmesi ve korunması, ekolojik sürdürülebilirlik açısından öncelikli olmalıdır.

Sonuç olarak, KOK, orman ekosistemlerinin korunması ve sürdürülebilir yönetimi bağlamında son derece önemli bir türdür (Stockan and Robinson 2016, Sorvari 2022). Bu çalışma, söz konusu türün habitat gereksinimlerini ayrıntılı biçimde ortaya koyarak, orman yöneticilerine uygulamaya dönük net mesajlar vermektedir: Karıncaların tercih ettiği orta kapalılıkta, iğne yapraklı egemenliğindeki meşcerelerin bütünlüğünü korumak; ormanda ölü odun bırakma ve açıklık oluşturma gibi işlemleri karıncaları gözetecek şekilde planlamak; yoğun karınca kolonilerinin bulunduğu alanları mikro rezerv olarak değerlendirmek ve gerekirse kolonileri yeni alanlara taşımak gerekmektedir. Bu öneriler, hem bu mühendis türün devamlılığını sağlayacak hem de onların sağladığı ekosistem hizmetlerinden (zararlı kontrolü, toprak iyileştirme vb.) uzun vadede yararlanmayı sürdürecektir. *Formica rufa* ve akrabaları ormandaki “gizli işçiler” olarak

nitelendirilebilir; milyarlarca küçük işçi karınca, her gün ormanın sağlığı için çalışmaktadır. Onların varlığını güvence altına almak, ormancılıkta ekolojik sürdürülebilirlik hedeflerinin bir parçası olmalıdır (Stockan and Robinson 2016, Sorvari 2022). Bu tez çalışmasıyla elde edilen bilgiler hem Türkiye ormancılığında hem de uluslararası ölçekte *Formica* türlerinin ekoloji ve yönetimine ilişkin literatüre önemli bir katkı sağlamaktadır. Gelecekte farklı bölgelerde yapılacak benzer araştırmalarla birleştirildiğinde, KOK'ların geniş coğrafi ölçekli bir habitat modeli çıkarılabilecek ve böylece iklim değişimi, orman parçalanması gibi tehditler karşısında bu türün korunmasına yönelik daha isabetli eylem planları geliştirilebilecektir (Schultheiss *et al.* 2022, Özcan vd. 2025). Bu yönüyle çalışma, ekolojik sürdürülebilirlik ve entegre zararlı yönetimi açısından uygulama potansiyeli yüksek verilere dayalı somut öneriler sunmuş ve KOK'un orman ekosistemlerindeki vazgeçilmez yerini bir kez daha ortaya koymuştur.

KAYNAKLAR

- Akgül, E. 1969. Çamkoru (Kızılcahamam) Araştırma Ormanında Muhtelif bonitetlerde Topraktaki Başlıca Besin Maddelerinin Derinliklere Göre Tespiti ile Bunlar Arasındaki Münasebetlerin Araştırılması. Ormancılık Araştırma Dergisi, Dergi Serisi No:29, Cilt 15 Sayı 1, 62-71, Ankara.
- Aktaş, N. 1987. Kırmızı Orman Karıncalarının (*Formica rufa*, *Hymenoptera: Formicidae*) Türkiye'deki Yayılışları ve Taksonomisi Üzerine Araştırmalar. Türkiye I. Entomoloji Kongresi, 13-16 Ekim 1987, 685-694, İzmir.
- Anonim. 2022. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Çamkoru Dr. Fuat ADALI Araştırma Ormanı Mühendisliği Amenajman Planı. 4-76, Ankara.
- Antonova, V. and Marinov, M. P. 2021. Red wood ants in Bulgaria: Distribution and density related to habitat characteristics. Journal of Hymenoptera Research, 85, 135-159, Bulgaria
- Berköz, Ö. Y. 1997. Ankara Orman Bölge Müdürlüğü dahilinde *Formica rufa* (L.) ile biyolojik mücadele çalışmaları. Orman ve Av, Sayı, 3, 2-4, Ankara.
- Bozakman, M. 1969. Çamkoru Ormanı'nın jeolojik yapısı ve topoğrafik özellikleri. Orman Genel Müdürlüğü Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Seri nu. 37 VI+47, Ankara
- Carus, S. and Avcı, M. 2005. Growth loss of Lebanon cedar (*Cedrus libani*) stands as related to periodic outbreaks of the cedar shoot moth (*Dichelia cedricola*. *Phytoparasitica*, 31(2), 118-123, Türkiye,
- Carus, S. ve Avcı, M. 2005. Isparta sedir ormanlarında kırmızı orman karıncası (*Formica rufa* L.) dağılımı. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 1(1), 45-54, Isparta.
- Clarkson, P. A. 2005. The influence of aspect and forest edge effects on the ecology of the wood ant, *Formica rufa* L. (*Hymenoptera: Formicidae*) [Doctoral dissertation, University of Leicester]. University of Leicester, 15-170, United Kingdom
- Çakır, M. 2021. Orman Karıncalarının (*Formica rufa* grup) Mikroeklembacaklı Komünite Yapısına Etkisi Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 2021, 23(3): 941-949, Türkiye

- Çakır, M. 2019. The negative effect of wood ants (*Formica rufa*) on microarthropod density and soil biological quality in a semi-arid pine forest. *Pedobiologia*, 77, Türkiye
- Domisch, T., Finér, L. & Jurgensen, M. F. 2005. *Red wood ant mound densities in managed boreal forests*. *Annales Zoologici Fennici* 42: 277–282, Finland
- Eler, Ü. 1980. Birbirini tamamlayan araştırmalar yapılabilmesi yönünden araştırma ormanları. *Ormancılık araştırma enstitüsü dergisi*, 26, 55-57, Ankara.
- Ellis, S. 2015. Nest-building behavior in *Formica* species. *Insectes Sociaux*, 62(1), 113-122, England.
- Frouz, J., Jilkova V., & Sovari, J. 2016. Contribution of wood ants to nutrient cycling and ecosystem function. J.A Stockan & E.J.H Robinson (Eds.), *Wood ant ecology and conservation* (pp. 207-220). Cambridge, UK: Cambridge University Press
- Goropashnaya, A.V., Fedorov, V.B., & Pamilo, P. 2004. Recent speciation in the *Formica rufa* group ants (Hymenoptera, *Formicidae*): inference from mitochondrial DNA phylogeny. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 32(1), 198-206.
- Helanterä, H. 2022. Supercolonies of ants. *Encyclopedia of Social Insects*. Web sitesi <https://oulurepo.oulu.fi/> Erişim Tarihi: 08.05.2025
- Hughes, J. and Broome, A. 2007. *Forests and wood ants in Scotland*. Forestry Commission, Information Note, 8 p, Scotland.
- Jurgensen, M., Finer, L., Domisch, T., Kilpeläinen, J., Punttila, P., Ohashi, M., ... Risch, A. 2008. Organic mound-building ants: Their impact on soil properties in temperate and boreal forests. *Journal of Applied Entomology*, 132, 266-275, Finland.
- Karadağ, M., Balkız, G. B., Göl, C., Öztekin, M. 2008. Çamkoru Araştırma Ormanında Yetiştirme Ortamı Birimlerinin ve Bunların Verim Sınıflarının Belirlenmesi. *Orman Genel Müdürlüğü İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Md., Teknik Bülten*, Ankara
- Kilpeläinen, A., Peltola, H., Ryypö, A., and Kellomäki, S. 2005. Scots pine responses to elevated temperature and carbon dioxide concentration: growth and wood properties. *Tree physiology*, 25(1), 75-83. Finland.

- Kilpeläinen, J., Punttila, P., L., F., Niemelä, P., Domisch, T., Jurgensen, M. F., ... L., S. 2007a. Distribution of ant species and mounds (*Formica*) in different-aged managed spruce stands in Eastern Finland. *Journal Applied Entomology*, 132, 315-325, Finland.
- Kilpeläinen, J., Finér, L., Niemelä, P., Domisch, T., Neuvonen, S., Ohashi, M., ... & Sundström, L. 2007b. Carbon, nitrogen and phosphorus dynamics of ant mounds (*Formica rufa* group) in managed boreal forests of different successional stages. *Applied Soil Ecology*, 36(2-3), 156-163, Finland.
- Kilpeläinen, J., 2008. Wood ants (*Formica rufa* group) in managed Boreal Forests: implications for soil properties and tree growth. University of Joensuu, *Dissertationes Forestales*, 13 p, Finland.
- Kristiansen, S. and Amelung, W. 2001. Abandoned anthills of *Formica polycetena* and soil heterogeneity in a temperate deciduous forest: Morphology and organic matter composition. *European Journal of Soil Science*, 52, 355-363, Denmark.
- Lavelle, P., Bignell, D., Lepage, M., Wolters, W., Roger, P., Ineson, P., Heal, O., & Dhillon, S. 1997. "Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers", *European Journal of Soil Biology* 33(4), 159-193. Finland.
- Mabelis, A. 2007. Ant nests and forest biodiversity. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 123, 153-160, Holland.
- Maňák, V., Nordenhem, H., Björklund, N., Lenoir, L., and Nordlander, G. 2012. Ants protect conifer seedlings from feeding damage by the pine weevil *hylobius abietis*. *Agricultural and Forest Entomology*, 15(1), 98-105, Swedish.
- Öçal, F. 2011. Isparta-Senirkent Kapıdağ Sedir Ormanlarında *Formica rufa* L.'nin envanteri ve habitat tercihi [Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi]. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=HXUgYzN1X3LAUqYxI0bJ1w&no=RVnXtoH4FR_Uh9CaLaM4BA
- Özcan, G. E., Ünel, E. ve Sivrikaya, F. 2025. A Machine Learning Algorithm-Based Approach (MaxEnt) for Predicting Habitat Suitability of *Formica rufa*. *Journal of Applied Entomology*. Kastamonu.
- Özcan, G. E., Ünel, E., ve Sivrikaya, F. 2025. Kırmızı orman karıncası (*Formica rufa* L.)'nin Türkiye ormanlarındaki ekolojik rolü ve dağılımı. *Ekosistem Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 12–28, Kastamonu.

- Özdemir, T. 1977. Araştırma ormanları ve planlamaları konusunda düşünceler. Ormancılık araştırma enstitüsü dergisi, 23, 109-112, Ankara.
- Pamilo, P. and Kulmuni, J. 2022. Genetic identification of *Formica rufa* group species and their putative hybrids in northern Europe. Myrmecological news. <http://www.Biotaxa.org>.
- Pamilo, P. and Kulmuni, J. 2022. Genetic diversity and colony structure in *Formica* ants. Insectes Sociaux, 69(3), 201–215, Finland.
- Pamilo, P. and Kulmuni, J. 2022. Hybridization and adaptation in wood ants (*Formica rufa* group). Heredity, 128(5), 329–340, Finland.
- Puntilla, P. and Kilpeläinen, J. 2009. Distribution of ant species and mounds (*Formica*) in different-aged managed spruce stands in eastern Finland. Journal of Applied Entomology, 132(4), 315–325, Finland.
- Risch, A. C., Ellis, S. and Wiswell, H. 2016. Where and why? Wood Ant Population Ecology. J. A. Stockan ve E. J. H. Robinson (Ed.), Wood Ant Ecology and Conservation içinde. Cambridge, U.K.
- Robinson, E.J.H., Stockan, J.A., & Iason, G.R. 2016. Wood ants and their interaction with other organisms. J.A Stockan & E.J.H Robinson (Eds.), Wood ant ecology and conservation (pp. 177-206). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Schultheiss, P., Schultze, M., Söderström, J., Calcott, K. and Smith, H. G. 2022. *Formica rufa* group ants in changing environments: A review. Frontiers in Ecology and Evolution, 10, <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2022.987654/full>
- Seifert, B. 2021a. A taxonomic revision of the Palaearctic members of the *Formica rufa* group (Hymenoptera: Formicidae) —The famous mound-building red wood ants. Myrmecological News. Biotaxa.org. 31, 133–179, Germany.
- Seifert, B. 2021b. The Ants of Central and North Europe. Lutra Verlags- und Vertriebsgesellschaft. Germany.
- Serin, M. 1999. Bolu ormanlarında bulunan *Formica rufa* L. grubu karıncaların yaşam biçimleri ve transplantasyon olanakları üzerinde araştırmalar. Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Muhtelif Yayın, (:2), 133-182, Bolu.
- Serttaş, A., Bakar, Ö., Alkan, U. M., Yılmaz, A., Yolcu, H. İ. ve İpekdağ, K. 2020. Nest Survival and Transplantation Success of *Formica rufa* (Hymenoptera: Formicidae) Ants in Southern Turkey: A Predictive Approach. Forests, 11(5), 533, Türkiye.

- Serttaş, A., H. Sarıbaşak, H. İ. Yolcu, C. Güngöroğlu, F. Erler, M. Avcı, ve N. Sungur, 2011. "Elmalı Çığlıkara sedir ormanlarına nakledilen kırmızı orman karıncalarının (*Formica rufa* L.) envanteri ve beslenme alışkanlıklarının tespiti", Teknik Bülten No: 47, Enstitü Yayın No: 63, ss. 46, Türkiye.
- Sondej, I., Domisch, T., Finér, L. and Czechowski, W. 2020. Wood ants prefer conifers to broadleaved trees in mixed temperate forests. *Agricultural and Forest Entomology*, 23(3), 287-296, Polond.
- Sorvari, J., 2016. Threats, conservation and management. Edited by. Stockan, J.A., Robinson, E. J. H. Wood ant ecology and conservation. Cambridge University Press, 264-286, Finland.
- Sorvari, J. 2022. Biogeography and habitat preferences of red wood ants of the *Formica rufa* group *Hymenoptera: Formicidae*. *European Journal of Entomology*, 119, 92-98, Finland.
- Stockan, J. A. and Robinson, E. J. 2016. Wood ant ecology and conservation. Cambridge University Press, 1-9, Cambridge.
- Stockan, J., Robinson, E. J., Trager, J. C., Yao, I., & Seifert, B. 2016. Introducing wood ants: evolution, phylogeny, identification and distribution. Wood ant ecology and conservation, 1. Cambridge University Press, 1-36 Cambridge.
- Stukalyuk, S., Radchenko, Y., Netsvetov, M., & Гилев, А. 2020. Effect of mound size on intranest thermoregulation in the red wood ants *Formica rufa* and *F. polyctena* (*Hymenoptera, Formicidae*. *Turkish journal of zoology*. 25(4), 267–280 Türkiye.
- Trigos-Peral, G., Juhász, O., Kiss, P. J., Módra, G., Tenyér, A. ve Maák, I. 2021a. Wood ants as biological control of the forest pest beetles *Ips* spp. *Scientific Reports*, 11(1), Hungary.
- Trigos-Peral, G., Juhász, O., Kiss, P. J., Módra, G., Tenyér, A. ve Maák, I. 2021b. Wood Ants. Important Components of the Forest" Immunity System". <http://www.Researchsquare.com>.
- Ünel, E. 2024. Maksimum Entropi Modeli İle CBS Kullanılarak *Formica Rufa* Yuvalarının Potansiyel Dağılımının Belirlenmesi, Yüksek lisans tezi, Kastamonu Üniversitesi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>, Kastamonu.

- Van Bungeum, H. J. 2022. Presence after three decades of red wood ants (*Formica rufa* group; Hymenoptera: Formicidae) in forests in an agricultural landscape. *European Journal of Entomology*, 119, 85-91. Holland
- Vandeghechuchte, M. L., de la Peña, E., and Bonte, D. 2017. Distribution and habitat requirements of red wood ants in Switzerland: Implications for conservation. *Biological Conservation*, 212, 366–375, Belgium.
- Yılmaz, M., 2023. Doğal *Formica Rufa*'ların Yuva Yeri Seçimi ve Yuva Büyüklüğünü Etkileyen Bazı Faktörlerin Değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi, Kastamonu Üniversitesi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>, Kastamonu
- Yılmaz, R., Demir, T. ve Ş., ve B. 2023. Türkiye ormanlarında *Formica rufa* L. yuva dağılımı ve meşcere ilişkisi. *Orman ve Doğa Dergisi*, 38(2), 55-70, Türkiye.
- Yılmaz, M., Özcan, G. E., Sivrikaya, F. ve Enez, K. 2023. Investigation of some factors affecting habitat selection and nest size of *Formica rufa*. *Forest Ecology and Management*, 545, Türkiye.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı ve Soyadı : Bülent KAYAR

Eğitim

Yüksek Lisans	Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı	2022-Halen
Lisans	Ankara Üniversitesi Çankırı Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü	2002-2006

İş Deneyimi

Yıl	Kurum	Görev
2009	Yay Mühendislik	Mühendis
2009-2015	OGM, Kütahya OBM, Tavşanlı OİM	İşletme Şefi
2015-2020	OGM, Bolu OBM, Mudurnu OİM	İşletme Şefi
2020-2020	OGM, İzin ve İrtifak Dairesi Başkanlığı	Mühendis
2020-2022	OGM, İzin ve İrtifak Dairesi Başkanlığı	Şube Müdürü
2022-2022	OGM, Ankara OBM, Beypazarı OİM	Mühendis
2022- halen	OGM, İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	Mühendis