T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

DOĞAL *Formica rufa*'ların YUVA YERİ SEÇİMİ VE YUVA BÜYÜKLÜĞÜNÜ ETKİLEYEN BAZI FAKTÖRLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

MUSTAFA YILMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOÇ. DR. GONCA ECE ÖZCAN

MAYIS - 2023
KASTAMONU

TEZ ONAYI

Mustafa YILMAZ tarafından hazırlanan "**DOĞAL *Formica rufa*'ların YUVA YERİ SEÇİMİ VE YUVA BÜYÜKLÜĞÜNÜ ETKİLEYEN BAZI FAKTÖRLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ**" adlı tez çalışmasının savunma sınavı **25.05.2023** tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman	Doç. Dr. Gonca Ece ÖZCAN Kastamonu Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Fatih SİVRİKAYA Kastamonu Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Doç. Dr. Yalçın KONDUR Çankırı Karatekin Üniversitesi	.....

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Enstitü Müdürü V. Doç. Dr. Osman ÇİÇEK .....

TAAHHÜTNAME

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu; ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını, bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini bildirir ve taahhüt ederim.

Mustafa YILMAZ

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOĞAL *Formica rufa*'ların YUVA YERİ SEÇİMİ VE YUVA BÜYÜKLÜĞÜNÜ ETKİLEYEN BAZI FAKTÖRLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

MUSTAFA YILMAZ

KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI
DANIŞMAN:DOÇ. DR. GONCA ECE ÖZCAN

Bu çalışma; Çerkeş Orman İşletme Müdürlüğü, Çerkeş ve Kurtçimeni Orman İşletme Şeflikleri sınırları içerisinde 2020-2022 yılları arasında yürütülmüştür. Bu alanlarda doğal olarak bulunan *Formica rufa* yuvalarının meşcere (nitelik, karışım, kapalılık, bonitet, gelişim çağı), topoğrafik (eğim, bakı ve yükselti) ve klimatik (sıcaklık, yağış ve solar radyasyon) özelliklere göre habitat tercihleri ortaya koyulmuştur. Ayrıca, bu özelliklerin yuva hacmi üzerindeki etkileri de değerlendirilmiştir. Yuvaların meşecere özelliklerine göre habitat tercihlerinin karışık, orta ve tam kapalı, d gelişim çağında, II. ve III. bonitetlerde ve verimli meşcereler olduğu tespit edilmiştir. Topağrafik özelliklerden gölgeli bakılarda, düşük eğimli ve yükseltisi fazla olan meşcerelerde daha yoğun olarak bulundukları belirlenmiştir. Klimatik özelliklere göre ise, 11 °C'den daha düşük sıcaklıkta bulunan alanları, az yağışlı ve 800000-900000 WH/m^2 solar radyasyona sahip meşcerelerde yuvaların daha fazla oranda bulunduğu ortaya konulmuştur. *F. rufa* yuva hacimlerini etkileyen faktörler ise kapalılık, gelişim çağı, nitelik, yükseltidir. Bu türün bulunduğu habitatlarda geniş periyotlarda izlenmeleri, korunmaları açısından oldukça önemlidir. Aynı zamanda bulundukları habitatların iyileştirilmesi ve bu alanların korunması sağlanmalıdır.

ANAHTAR KELİMELER: *Formica rufa*, kırmızı orman karıncası, yuva, meşcere özellikleri, topoğrafik özellikler, klimatik özellikler

Mayıs 2023, 58 Sayfa

ABSTRACT

MSC THESIS

EVALUATION OF SOME FACTORS NEST SITE SELECTION AND AFFECTING NEST SIZE OF NATURAL *Formica Rufa*

MUSTAFA YILMAZ

KASTAMONU UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
DEPARTMENT OF FOREST ENGINEERING
SUPERVISOR:ASSOC. PROF. DR. GONCA ECE ÖZCAN

This study was conducted within the boundaries of Çerkeş and Kurtçimeni Forest Planning Units in the Çerkeş Forest Enterprise between the years 2020-2022. Habitat preferences of *Formica rufa* nests naturally found in these forests were revealed according to stand (productivit, stand structure, crown closure, site class, age class), topographic (slope, aspect, elevation) and climatic (temperature, precipitation, solar radiation) characteristics. In addition, the effects of these features on the nest volume were also evaluated. It was determined that the nests are mixed, medium and fully coverage, over-mature age class, II and III site class and productive stands according to the stand characteristics. According to the topographical characteristics, the nests were found more in shaded aspects, in low-slope, and high-altitude stands. According to the climatic characteristics, it was idendifed that the nests were more common in the stands with less than 11 °C temperature, less precipitation and 800000-900000 WH/m^2 solar radiation. The characteristics that affect *Formica rufa* nest volumes were crown closure, age class, productivity and elevation. It is very important to monitor this species in its habitats in large periods in terms of its protection. At the same time, the habitats where they are found should be improved and these areas should be protected.

KEYWORDS: *Formica rufa, red wood ant,* nest, stand characteristics, topographical characteristics, climatic characteristics

May 2023, 58 Page

TEŞEKKÜR

Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı Lisansüstü programı kapsamında "Doğal *Formica rufa*'ların yuva yeri seçimi ve yuva büyüklüğünü etkileyen bazı faktörlerin değerlendirilmesi" çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın her aşamasında mesleki bilgisi ve deneyimi ile bana her konuda yardımcı ve destek olan ve her toplumun da böyle kişilere ihtiyaç duyduğu çok saygıdeğer ve sevgili tez danışmanım Doç. Dr. Gonca Ece ÖZCAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Tezin yazım aşamasında ve istatistik analizlerin yapılması ve yorumlaması konusunda destekleri nedeniyle sayın hocam Doç. Dr. Korhan ENEZ'e, tezin yazımında ve tezde kullanılan haritalarının yapılması ve yorumlanmasında her türlü yardımı ve desteği sağlayan sayın hocam Prof. Dr. Fatih SİVRİKAYA'ya engin bilgi ve deneyimlerini esirgemedikleri için teşekkür ederim.

Son olarak bu süreçte olduğu gibi hep yanımda olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

MUSTAFA YILMAZ

Kastamonu, 2023

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZ ONAYI ..... **ii**
TAAHHÜTNAME ..... **iii**
ÖZET ..... **iv**
ABSTRACT ..... **v**
TEŞEKKÜR ..... **vi**
İÇİNDEKİLER ..... **vii**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **viii**
TABLOLAR DİZİNİ ..... **ix**
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ ..... **x**
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ..... **xi**
1. GİRİŞ **1**
2. MATERYAL VE YÖNTEM **8**
2.1 Çalışma Alanı 8
2.2 Arazi Çalışması ve Verilerin Toplanması 9
2.3 Parametrelerin Belirlenmesi 10
2.4 Parametrelere Ait Verilerin Elde Edilmesi 12
2.5 Veri Analizleri 13
3. BULGULAR **14**
3.1 *Formica rufa* Yuvalarının Dağılımlarını Etkileyen Bazı Meşcere Özelliklerine Ait Bulgular 14
3.2 *Formica rufa* Yuvalarının Dağılımlarını Etkileyen Bazı Topoğrafik Özelliklere Ait Bulgular 22
3.3 *Formica rufa* Yuvalarının Dağılımlarını Etkileyen Bazı Klimatik Özelliklere Ait Bulgular 27
3.4 Örnek Alanlara ve *Formica rufa* Yuvalarına Ait Bulgular 32
3.5 *Formica rufa* Yuva Hacmini Etkileyen Bazı Faktörlere Ait Bulgular 34
3.5.1 *Formica rufa* Yuva Hacmini Etkileyen Bazı Meşcere Özelliklerine Ait Bulgular 34
3.5.2 *Formica rufa* Yuva Büyüklüğünü Etkileyen Topoğrafik Faktörlere Ait Bulgular 36
3.5.3 *Formica rufa* Yuva Büyüklüğünü Etkileyen Bazı Klimatik Faktörlere Ait Bulgular 38
3.6 *Formica rufa* Yuvalarının Hacmi ile Meşcere Hacmi Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi 39
4. TARTIŞMA **40**
5. SONUÇ VE ÖNERİLER **46**
KAYNAKLAR **50**
ÖZGEÇMİŞ **58**

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1 Çalışma alanı 8
Şekil 2.2 Çalışma alanı envanter karnesi örneği 9
Şekil 2.3 Akış diyagramı 12
Şekil 3.1 Çalışma alanının ve *Formica rufa* yuvalarının saf ve karışık meşcerelere dağılımı 16
Şekil 3.2 Çalışma alanının ve *Formica rufa* yuvalarının farklı kapalıktaki meşcerelere dağılımı 17
Şekil 3.3 Çalışma alanının ve *Formica rufa* yuvalarının farklı gelişim çağlarındaki meşcerelere dağılımı 19
Şekil 3.4 Çalışma alanının ve *Formica rufa* yuvalarının yetişme ortamı verimliliğine göre meşcerelere dağılımı 20
Şekil 3.5 Çalışma alanının ve *Formica rufa* yuvalarının verimli ve boşluklu kapalı meşcerelere dağılımı 21
Şekil 3.6 Çalışma alanının ve *Formica rufa* yuvalarının gölgeli ve güneşli bakıda bulunan meşcerelere dağılımı 24
Şekil 3.7 Çalışma alanının ve *Formica rufa* yuvalarının farklı eğim gruplarındaki meşcerelere dağılımı 25
Şekil 3.8 Çalışma alanının ve *Formica rufa* yuvalarının farklı yükselti gruplarındaki meşcerelere dağılımı 26
Şekil 3.9 Çalışma alanının ve *Formica rufa* yuvalarının farklı sıcaklık gruplarındaki meşcerelere dağılımı 29
Şekil 3.10 Çalışma alanının ve *Formica rufa* yuvalarının farklı yağış gruplarındaki meşcerelere dağılımı 30
Şekil 3.11 Çalışma alanının ve *Formica rufa* yuvalarının farklı solar radyasyon gruplarındaki meşcerelere dağılımı 31

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 3.1 Çalışma alanının ve *Formica rufa* yuvalarının meşcere özelliklerine göre dağılımlarının sınıf sınır değerleri 15
Tablo 3.2 Çalışma alanının ve *Formica rufa* yuvalarının bazı topoğrafik özelliklerine göre dağılımlarının sınıf sınır değerleri 22
Tablo 3.3 Çalışma alanının ve *Formica rufa* yuvalarının bazı klimatik özelliklerine göre dağılımlarının sınıf sınır değerleri 28
Tablo 3.4 Örnek alanlara ait bazı istatistiksel veri ile *Formica rufa* yuva ve meşçere hacimleri 32
Tablo 3.5 *Formica rufa* yuva ve meşcere hacimlerinin Kolmogorov-Smirnov (K-S) testine göre normallik kontrolü 34
Tablo 3.6 Farklı meşcere kapalılığında, bonitetde ve gelişim çağında bulunan *Formica rufa* yuva hacimlerinin ortalamaları arasındaki farklılığın kontrolü, Kruskal Wallis H testi sonuçları 35
Tablo 3.7 Meşcere niteliği ve karışımına göre *Formica rufa* yuva hacimlerinin ortalamaları arasındaki farklılığın kontrolü, Mann-Whitney U testi sonuçları 36
Tablo 3.8 Farklı eğim ve yükselti gruplarında bulunan *Formica rufa* yuva hacimlerinin ortalamaları arasındaki farklılığın kontrolü, Kruskal Wallis H testi Sonuçları 37
Tablo 3.9 Bakıya göre *Formica rufa* yuva hacimlerinin ortalamaları arasındaki farklılığın kontrolü, Mann-Whitney U testi sonuçları 37
Tablo 3.10 Farklı sıcaklık, yağış ve solar radyasyon gruplarında bulunan *Formica rufa* yuva hacimlerinin ortalamaları arasındaki farklılığın kontrolü, Kruskal Wallis H testi Sonuçları 38

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Sayfa

Fotoğraf 2.1 Yuva ile ilgili ölçümlere ait bir görüntü 10
Fotoğraf 2.2 Çalışma alanında bulunan *Formica rufa* yuvası ve deneme alanı çalışmasından bir örnek 10

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	**:** Yüzde
°C	**:** Santgrat Derece
h	**:** Yuva Yüksekliği
m	**:** metre
m²	**:** metrekare
m³	**:** metreküp
mm	**:** milimetre
N	**:** Yuva âdeti
r	**:** Yuva Yarı Çapı
V	**:** Yuva Hacmi
WH/m²	**:** Solar Radyasyon

Kısaltmalar

B	**:** Bağı
CBS	**:** Coğrafi Bilgi Sistemi
Çk	**:** Karaçam
Çs	**:** Sarıçam
D	**:** Doğu
DKGH	**:** Dikili Kabuklu Gövde Hacmi
G	**:** Göknar
G	**:** Güney
GB	**:** GüneyBatı
GÇs	**:** Göknar+Sarıçam
GD	**:** GüneyDoğu
GPS	**:** Global Positioning System
Ha	**:** Hektar
K	**:** Kuzey
KB	**:** KuzeyBatı
KD	**:** KuzeyDoğu
OGM	**:** Orman Genel Müdürlüğü

1. GİRİŞ

Tür bakımından zengin ve ekolojik olarak baskın olan sosyal böceklerin (karıncalar, arılar, yaban arıları ve termitler) (Pamilo, 1997) birçoğu ekoloji mühendisi, ya da biyoindikatördürler (Bourke ve Chapman, 2001). Bulundukları yerlerdeki fiziksel çevreyi değiştirebilmeleri ve kaynakların diğer organizmalar için kullanılabilirliğini etkilemeleri açısından ekoloji mühendisleri ve (Bourke ve Chapman, 2001; Jones vd, 1994), bölgenin genel biyolojik çeşitliliğinin değerlendirilmesi ve çevresel değişime verilen tepkilerin izlenmesi açısından son derece önemli biyoindikatör taksonlar olarak kabul edilirler (Agosti vd., 2000).

Dünya çapında önemli bir böcek grubu olan (Moreau vd., 2006), birçok ekosistem sürecine önemli katkılarda bulunan (Del Toro vd., 2012) karıncalar, omurgalılara ve diğer eklembacaklılara kısayla, karasal ekosistemlerde çok sayıda birey ve biyokütleyi temsil ederler (Parr ve Bishop, 2022). Günümüzde 17000'den fazla karınca türü tanımlanmıştır (AntWeb, www.antweb.org), neredeyse tüm karasal habitatlarda bulunurlar (Jusino-Atresino ve Phillips, 2021). Koloniler halinde yaşayan karıncalar (Moffett vd., 2021) iklime uyum yeteneği gösterirler ve buzullar hariç tüm iklimler de yaşayabilirler (Bujan vd., 2020).

Formica rufa L. (Hymenoptera: Formicidae) grubu çoğunlukla ormanda yaşayan böceklerdir (Sorvari, 2016). Avrupa ve Asya dağ ormanlarının kilit taşı olarak kabul edilen *Formica rufa* grubu (Finér vd., 2013), ılıman iklim kuşağındaki ibreli ormanlarda yoğun olarak bulunmaktadırlar (Robinson ve Stockan, 2016). *Formica rufa* grubu, ekosistem süreçleri ve diğer organizmalar üzerindeki etkileri nedeniyle ılıman ve kuzey orman ekosisteminin ekolojik merkezleridir (Freitag vd., 2016) ve ekosistem mühendisleri olarak adlandırılırlar (Çakır ve Makineci, 2011; Lavella vd., 1997). Orman karıncalarının ormanlık alanlar ve sağlıklı ekosistemlerdeki önemi uzun zamandır bilinmektedir (Parmentier vd., 2014). Fakat orman ekosistemi üzerindeki rolleri oldukça karmaşıktır ve henüz tam olarak açıklanamamıştır (Robinson ve Stockan, 2016).

Bu grubun durumunda ve dağılımında herhangi bir değişiklik meydana gelirse bu değişiklikler sadece kendilerini değil aynı zamanda etkileşim içinde olduğu türleri, besin döngüsünü ve sonuç olarak ekositem süreçlerini etkileyecektir (Sorvari, 2016). Karıncalar dünyada böcek zararlılarının doğal düşmanları olarak bilinir (Choate ve Drummond, 2011). Ekolojik dengenin korunmasında ve ormanlardaki zararlılarla mücadelede önemli bir rol oynayan (Modlinger ve Véle, 2016). *Formica rufa*, Türkiye ve farklı ülkeler tarafından ormanlarda zarar yapan böcekleri kontrol altına almak için biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılan önemli bir predatördür (Aksu ve Çelik Göktürk 2013; Anonim, 2013; Öztan, 1979; Serttaş vd., 2020).

Zararlı türlerin beslenme ve yumurtlama dönemlerinde onları rahatsız etmeleri ve zararlı böcekleri hızlı bir şekilde tüketmeleri ile olumlu etkileri söz konusudur ve karıncaların zararlı türleri kontrol etme yetenekleri yüzyıllardır bilinmektedir (Choate ve Drummond, 2011). Bu durum Avrupa ormancılığında karıncaları predatör olarak kullanımına yönelik araştırmaları da beraberinde getirmiştir (Cotti, 1963) ve Avrupa'da orman zararlılarına karşı uygulanan biyolojik mücadele uygulamalarında *F. rufa* grubunun yerli türlerini çoğaltmaya odaklanılmıştır (Youngs, 1983). Benzer ekolojik şartlarda orman karıncalarının bulunduğu yerlerde sedir ağaçlarının daha iyi gelişme gösterdiği ve *Dichelia cedricola* (Diakonoff) zararını ağaçların baskılamasının daha kolay olduğu belirtilmiştir (Avcı ve Carus, 2005). Trigos-Peral vd (2021)'de yaptıkları çalışmada, kırmızı orman karıncalarının, Ips türlerine karşı biyolojik mücadeledeki katkıları nedeniyle ormanların sağlığı açısından korunmalarının önemini vurgulamaktadır.

Bütün bunların yanında orman karıncaları kuşlar ve memeliler için de önemli besin kaynağıdırlar (Rolstad vd., 2000; Swenson vd., 1999). Orman karıncaları ayrıca toprağın havalanmasını sağladıkları için bitki örtüsünün gelişimi açısından da önemlidirler (Öztan, 1979). *F. rufa* grubu küresel olarak düşük risk grubunda yer almakta olup, Uluslararası Doğayı Koruma Birliği tarafından ise tehdit altında olan böcekler listesinde bulunmaktadır (IUCN, 2021).

Yapılan flogenetik çalışmaya göre *F. aquilonia* Civanperçemi 1955; *F. rufa* Linnaeus 1761; *F. lugubris* Zetterstedt 1838, *F. paralugubris* Seifert 1996; *F. pratensis* Retzius

1783 ve *F. polyctena* Förster 1850 olmak üzere Avrupa'da altı türü bulunmaktadır (Goropashnaya vd., 2004). Türkiye ormanlarında kırmızı orman karıncaları grubundan olan Avrupa Kırmızı Orman Karıncası (*Formica pratensis* Retzius,1783) ve Kırmızı Orman Karıncası (*Formica rufa* Linnaeus, 1761) olmak üzere iki türü tespit edilmiştir (URL, 1). Bu türlerden *Formica rufa* Anadolu'da, *Formica pratensis* ise Trakya bölgesinde bulunmaktadır (Aktaç, 1987; Anonim, 2013; Çamlıtepe ve Aksoy, 2019). Kırmızı orman karıncaları insecta sınıfı, hymenoptera takımı, apocrita alt takımı, formicidae familyası, formicinae alt familyası, formica cinsi ve *Formica rufa* L. 1761 (Syn.: F. piniphilla Schek)' türü olarak sistematikteki yerini almıştır.

Kırmızı orman karıncaları, toprak, dal, ibreler ve çakılların karışımından oluşan organik malzemeden büyük yuvalar inşa ederler (Frouz vd., 2005) ve bu yuvaların organik madde ve besin konsantrasyonları, bulundukları ormanlardan daha fazladır (Kristiansen vd., 2001; Lenoir vd., 2001). Bu önemli kilit taşı türün yuvalama alışkanlıklarının anlaşılması, doğal ekosistemleri korumak için de önemlidir (Mabelis 2007). Bilindiği gibi sosyal böceklerde yuvalama stratejileri ekolojik başarının önemli bir belirleyicisidir (Ellis, S. 2015). Sosyal böcekler içinde bulundukları ekosistemleri önemli ölçüde değiştirirler (Jones vd., 1994). Orman karıncalarının yuva yapmaları ve yiyecek aramaları sırasında bulundukları yerlerde olumlu ya da olumsuz etkiler oluşturabilirler (Çakır, 2021).

Orman karıncaları bulundukları ekosistemlerde genellikle kalabalıktırlar ve bu nedenle, bol ve istikrarlı kaynaklara ve üreme için uygun abiyotik koşullara ihtiyaç duyarlar (Sorvari, 2016). Bu grup toprak, ince materyaller, ibreler, çakıllar gibi organik materyallerin karışımına dayanan yuvalar oluştururlar ve bu yuvalar ile karakterize edilirler (Coenen-Stass vd., 2005; Ellis, S. 2015). Ayrıca bu türlerin yuvalarının hacimleri oransal olarak değerlendirildiğinde toprak altı ve üstü miktarları yaklaşık eşittir (Jurgensen vd., 2008). Karıncaların kolonilerini kurabilmeleri, habitat isteklerine, yayılma kapasitelerine, sosyal organizasyon seviyelerine göre değişiklik gösterir (Vepsäläinen ve Pisarski, 1982).

Yerel olarak değerlendirildiğinde yuvaların dağılımı eşit değildir ve bazı bölgelerde yuva yoğunluğu daha yüksek olabilmektedir (Risch vd., 2016). Yuvalar daha ziyade

meşcere kenarlarını tercih ederken, ışık, bakı, nem, bitki örtüsü, yeryüzü şekli ve toprak özellikleri karınca yayılışını ve dağılımını etkilemektedir (Kilpeläinen vd., 2007b). Kırmızı orman karıncalarının bulundukları yerlerdeki yuva miktarı, yükselti, kapalılık, yaş ve bitki örtüsünden etkilenmekte ve güney ile batı bakılarda yuva sayısı daha fazla olmaktadır (Kilpeläinen vd., 2007b). Kırmızı orman karıncaları eğimli yerleri tercih etmekte ve genellikle kuzey bakılardan sakınırlarken güney ve batı bakılara yuva kurmaktadırlar (Risch vd., 2016). Ayrıca, kuluçka yetiştirmek için nispeten sabit bir sıcaklığa sahip olan ve iyi savunulan yerlerdir (Ellis, S. 2015).

Ülkemizde sedir ormanlarında yapılan bir çalışmada *F. rufa*'nın yayılışının genellikle 2 ve 3 kapalı b ve c çağında meşcerelerde bulunduğunu, açıklık alanları tercih etmediklerini, bunun yanında yuvaların orman içinde daha fazla güneş ışığına maruz kalacak ve genellikle orta eğimli alanları seçtiği belirtilmiştir (Öçal, 2011). Sedir ormanlarında yapılan bir diğer çalışmada yuvaların %21-30 eğimde, iki kapalı meşcerelerde olduğu bulunmuştur (Serttaş vd., 2013). Türkiye'de türün yuvalarının tam kapalı yerlerde olmadığı açıklık alanları tercih ettiğine dikkat çekilmiştir (Baş, 1973). Buna karşılık Öcal (2011)'de güneşli ve nemin az olduğu güney bakılardaki yuvaların kuzey bakılara göre daha küçük olduğu vurgulanmıştır. İskoçya'da yapılan bir diğer çalışmada ise karıncaların güney bakıları tercih ettiği belirtilmektedir (Hughes ve Broome, 2007).

Uzun yıllar dayanabilen büyük yuvaların (Lenoir vd., 2001) çoğunun yüksekliği 2 metreden daha fazla olup, bu yuvalar karmaşık bir dizi tünel ve odadan oluşan bir mühendislik harikası şeklinde inşa edilmiştir (Stockan vd., 2016). Bu tüneller ve geçitler yuva sıcaklığını etkileyen havalandırma ve nem kontrolü için önemlidir (Castella vd., 2008). Yuva sıcaklıkları, ilkbaharın başından sonbaharın sonlarına kadar hava sıcaklıklarından oldukça yüksektir (Lenoir vd., 2001). Yuvalardaki günlük sıcaklık dalgalanmaları karınca yoğunluğu ile ilişkilendirilmektedir. Karıncaların yuvaya dönmeleri ile ilişkili olarak en yüksek yuva sıcaklıkları öğleden sonra ve akşam saatlerinde meydana gelmektedir (Frouz, 2000; Rosengren vd., 1987).

Bu türlerin yuva boyutunun meşcere yaşı ile pozitif korelasyon gösterdiği belirlenmiştir (Risch, 2005). Kraliçe ve bazı işçi karıncalar, her zaman gözle

görülmese de yıl boyunca yuvada bulunurlar. Erkek yavrular ve yavruların belirli aşamaları yalnızca yılın bir bölümünde mevcuttur ve bu durum, koloni boyutu, koloni yaşı, gıda varlığı ve çevresel değişkenler gibi faktörlere bağlıdır (Freitag vd., 2016). Yiyecek bulamamaları veya yiyecek kalitesindeki olumsuz değişiklikler, uygun habitatların bozulması, iklim değişikliği, doğal nedenler ve etkileşimler bu türlerin karşı karşıya kalabileceği tehditlerdir (Sorvari, 2016). Bunların yanında ormanların müdahale görmesi, yangın ve özellikle kuzey ormanlarında öngörülen iklim değişikliği, karınca popülasyon dinamiklerini ve dolaylı olarak toprak özelliklerini etkileyebilmektedir (Jurgensen vd., 2008).

Karıncalar; toprağa, taşların altına, yaprak döküntülerine ve hatta canlı ağaçlar olmak üzere farklı malzemelere yuva yaparlar. Bazı karıncalar topraktan veya organik maddeden, tepe veya höyük olarak adlandırılan yer üstünde yuvalar inşa ederler (Kadochová ve Frouz, 2013). Yuvaları oluşturmada kullanılan malzemelerin yalıtım özelliklerinin iyi olması ve karıncaların meydana getirdiği metabolik ısı yuvanın iç sıcaklığını düzenlemede önemlidir (Frouz, 2000). Bunun yanında tüm yuva hacminde organik malzemelerin bileşimi aynı değildir. Zamanla karıncalar yuva yapısını yeniler ve yuvayı oluşturmada kullanılan organik madde içeriden dış katmanlara taşınır (Coenen-Stass vd., 1980; Horstmann vd., 1986).

Karıncalar, yuva yapımı, yiyecek arama ve besin döngüsüne olan katkıları sayesinde yuvalarının içindeki ve etrafındaki toprağın biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerini değiştirirler (Frouz ve Jilková, 2008; Hillebrand vd., 2007; Rosumek, 2017). Ayrıca toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini büyük ölçüde etkileyen ekosistem mühendisleridir (Frouz ve Jilková, 2008) ve ekosistemleri izlemek için en uygun türler arasındadırlar (Underwood ve Fisher 2006). Orman karıncaları karbon ve nitrojen akışlarını da etkilemektedir. Yuva materyalinde bulunan karbon ve azot konsantrasyonları orman toprağına göre yüksektir.

Kırmızı orman karıncaları toprak karbonunun ve besin maddelerinin dağılımı ve habitatlarındaki enerji akışını değiştirmektedir (Frouz ve Jilková, 2008; Risch, 2005). Topraktaki etkileri karınca türleri arasında değişiklik gösterebilir (Frouz ve Jilková, 2008). Karaçam ibreleri ile yapılan çalışmada *F. rufa*'nın ayrışma sürecinde kütle

kaybı, karbon, azot, potasyum ve fosfor üzerinde bir etkisi belirlenmezken, mangan, alüminyum ve demir gibi elementlerin toprağa girişinde yavaşlatıcı etkisi olduğu bildirilmiştir (Çakır ve Tunç, 2019). Orman karıncaları uzun ömürlü yuvalarında karbon ve besin maddelerini biriktirirler. Yuvanın üstündeki materyalde karbon ve potasyum konsantrasyonları organik tabakadan daha yüksektir. Yuvaların altındaki toprakta karbon, azot ve potasyum konsantrasyonları mineral toprağa (0-21 cm) göre daha yüksektir. Karbon azot oranlarıda yuvalarda organik tabakaya göre daha yüksektir. Karınca höyüklerindeki karbon konsantrasyonları, meşcere yaşıyla birlikte az miktarda artmıştır (Kilpeläinen vd., 2007a). İsveç'de yapılan bir çalışmada karınca yuvalarının orman toprağına göre daha düşük neme sahip olduğu ancak karbon azot oranın daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir (Lenoir vd., 2001). Biyolojik mücadele amacıyla ormanlarda 1 hektarda 4 adet yuvanın bulunması yeterli olarak nitelenmektedir (Öçal, 2011). Bu kapsamda biyolojik mücadelede karıncaların daha etkin olarak kullanılabilmesi ve ekosisteme olan olumlu etkilerinden daha yaygın olarak faydalanabilmek için ormanlarda bu türlerin yuvalarının nakil yoluyla taşınması sağlanmaktadır. *Formica rufa*'nın ülkemizde yayılış alanları genişletilmektedir. Serttaş vd (2013) karıncaların yeni yerlerine nakil edilmeleri sırasında yaşamlarına devam edebilmeleri ve adaptasyon sağlayabilmeleri açısından uygun ekolojik şartların olduğu yerlerin seçilmesinin önemli olduğu vurgulanmaktadır. Yuvaların nakil edilmeleri ile yeni yerlerinde başarılı olmaları sonucunda o alanda bulunan zararlı diğer türlerin populasyonlarını baskılayabilmeleri açısından önemlidir (Avcı, 2000).

Genel olarak kırmızı orman karıncalarının transplantasyon planlamalarında zararlı böceklerin mücadelesi hedef alınmaktadır. Her nekadar zararlı böceklerin yok edilmesi asıl hedef olsada, bunun yanısıra kırmızı orman karıncalarının humusun temizlenmesi ve ayrıştırılması, drenajın arttırılması ve tohumların taşınması gibi birçok faydaları da bulunmaktadır. Biyolojik mücahadele kapsamında tüm bu faktörler göz önüne alınarak çalışmalar yapılmaktadır.

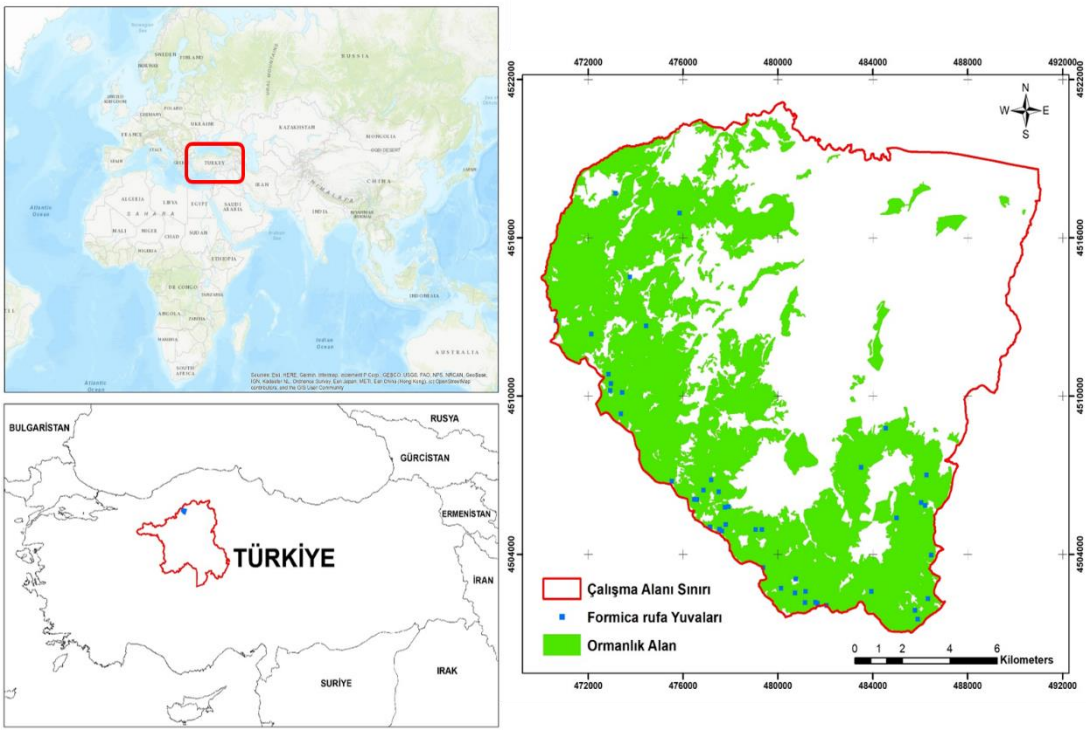
Bütün bunların yanında *Formica rufa*'ların orman ekositemi üzerindeki rolleri ve habitat seçimleri tam olarak ortaya koyulmamıştır. Bu çalışmanın amacı değişik ve eşit yaşlı meşcerelerde doğal olarak bulunan *Formica rufa* yuvalarının nitelik, karışım, kapalılık, bonitet, gelişim çağını içeren meşcere, eğim, bakı ve yükseltiyi içeren

topoğrafik ve sıcaklık, yağış ve solar radyasyonu içeren klimatik parametrelere bağlı olarak habitat tercihlerinin belirlenmesidir. Ayrıca, bu parametrelerin yuva hacmi üzerindeki etkileri de değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Çalışma Alanı

Bu çalışma Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Çerkeş Orman İşletme Müdürlüğü, Çerkeş ve Kurtçimeni Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan Işık Dağları Mevkiinde yürütülmüştür (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Çalışma alanı

Çankırı İli Çerkeş İlçesinin kuzeyinde; Karabük İli Ovacık İlçesi, güneyinde; Ankara İli Kızılcahamam İlçesi, doğusunda; Çankırı İli Kurşunlu İlçesi ve batısında ise Karabük İli Eskipazar İlçesi sınırları yer almaktadır. Çalışma alanının büyüklüğü 27359 ha olup bu alanın yaklaşık %43'ü (11598 ha) ormanlık alandır. Ormanlık alanın yaklaşık %72'si (8381 ha) verimli orman, geriye kalan kısmı (3218 ha) ise boşluklu kapalı orman vasfındadır.

Bölgenin doğal bitki örtüsü göknar (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Aschers. ve Sint. ex Boiss) Coode ve Cullen), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), karaçam (*Pinus nigra* J.F.Arnold), meşe (*Quercus*) ve ardıç (*Juniperus*) türleridir. Çalışma alanın

içerisinde yaklaşık olarak en alt rakım 1300 m, en üst rakım ise 2000 m'dir. Yükseltisinin fazla olması nedeni ile karasal iklim hüküm sürmektedir. Kışlar soğuk ve kar yağışlı, yazlar ise kuraktır. Çalışma alanının yıllık ortalama sıcaklığı 11,4°C, ortalama yağışlı gün sayısı 106,1 ve yıllık ortalama güneşlenme süresi 6,3 saattir (GDM, 2023)

2.2 Arazi Çalışması ve Verilerin Toplanması

Arazi çalışmaları 2020-2022 yıllarında Mart ve Ekim ayları arasında gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanında değişik ve eşit yaşlı meşcereler farklı zamanlarda dolaşılarak bu alanlarda bulunan doğal 45 adet *Formica rufa* yuvası tespit edilmiştir. Tespit edilen doğal yuvalardan sadece büyük ve aktif yuvalar çalışmaya dâhil edilmiştir. Büyük yuvaların tercih edilmesinin nedeni sağlıklı olmaları ve mevsimsel değişimden daha az etkilenmeleridir.

Formica rufa yuvalarının koordinatları 1 metre hassasiyetindeki el GPS (Global Positioning System) ile alınmıştır. Tespit edilen yuvalara ait veriler orman amenajman verilerine bağlı kalarak bölme numarası ve meşcere özellikleri ile bu çalışma için oluşturulan envanter karnelerine işlenmiştir (Şekil 2.2).

1 NUMARALI YUVA MEŞÇERE ÖZELLİKLERİ VERİLERİ (TABİİ YUVA ÖRNEĞİ)	
İLİ:	ÇANKIRI
İLÇESİ	ÇERKEŞ
İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ	ÇERKEŞ
İŞLETME ŞEFLİĞİ	ÇERKEŞ
MEVKİİ	
KOORDİNAT BİLGİSİ	
KOORDİNAT BİLGİSİ (WGS84 UTM36N)	
BÖLME NO	
MEŞÇERE TİPİ	
MEŞÇERE KAPALIĞI	
AYNI YAŞ/DEĞİŞİK YAŞ MI?	
MEŞÇERE EĞİMİ	
MEŞÇERE YAŞI	
MEŞÇERE BAKISI	
YÜKSELTİ/RAKIM	
MEŞÇERE BONİTET	
YUVA YÜKSEKLİĞİ	
KUZEY-GÜNEY YUVA ÇAPI	
DOĞU-BATI YUVA ÇAPI	

Örnek Alan Büyüklüğü	Formül	Alan Büyüklüğü (m2)

Formica rufa L. Yuvası Ortalama Yaş Tespiti			
Orta Çapa Uygun Ağaç Kök Numaraları			
Orta Çapa Uygun Ağaç d1.30 cm Değeri			
Orta Çapa Uygun Ağaç yaş Ortalamaları			

Ortalama Hacim Değeri	Formül	Ortalama Hacim
	Toplam DKGH / Toplam Ağaç Sayısı	

Sıra No	Ağaç Cinsi	Ağaç d1.30 cm Çapı	DKGH (Ağaç Hacmi)	Ağaç Boyu (Ortalama)	MEŞÇERE TİPİ
1					
2					
3					
GENEL TOPLAM					

Yuva Yeri Seçimi				
Kök	Gövde	Devrik	Ot-Toprak Ya	Diğer Habitat Unsurları

Şekil 2.2 Çalışma alanı envanter karnesi örneği

Ayrıca, her bir yuvanın hacminin belirlenmesi amacıyla yuvaların yüksekliği ile yuva çapları iki yönlü (doğu-batı ve kuzey-güney yönünde) olarak cm hassasiyetinde ölçülmüştür (Fotoğraf 2.1).

Fotoğraf 2.1 Yuva ile ilgili ölçümlere ait bir görüntü

Yuvaların bulunduğu yerlerde mümkün olduğunca yuva merkezde kalacak şekilde 1000 m^2 büyüklüğünde deneme alanları alınmıştır. Her bir deneme alanına giren ağaçlara numara verilmiş ve ağaçların türleri belirlenmiş, çapları ve boyları ölçülerek kayıt altına alınmıştır (Fotoğraf 2.2). Her bir deneme alanı için meşcere hacimleri de ayrıca hesaplanmıştır.

Fotoğraf 2.2 Çalışma alanında bulunan *Formica rufa* yuvası ve deneme alanı çalışmasından bir örnek

2.3 Parametrelerin Belirlenmesi

F. rufa yuvalarının dağılımını etkileyen parametrelerin belirlenmesinde bu konuda yapılmış çalışmalar incelenmiş (Antonova ve Marinov, 2021; Freitag vd., 2016a; Kilpeläinen vd.; 2007b; Öçal, 2011; Risch vd., 2016; Serttaş vd., 2013; Vandegehuchte

vd., 2017) ve bu çalışmalarda öne çıkan parametreler dikkate alınmıştır. Doğal *F. rufa* yuvalarının habitat tercihlerini etkileyen parametreler meşcere, topoğrafik ve klimatik parametreler olmak üzere üç ana grupta değerlendirilmiştir. Meşcere parametrelerinden karışım, nitelik, kapalılık, gelişim çağı ve bonitet dikkate alınmıştır. Meşcere karışımı; saf ve karışık olmak üzere iki, nitelik; verimli ve boşluklu kapalı olmak üzere iki kategoride değerlendirilmiştir.

Kapalılık, gelişim çağı ve bonitet parametreleri ise OGM, (2014)'e göre gruplandırılmıştır. Buna göre kapalılık, tepe kapalılığı %10-40 kapalılıktaki meşcereler (1 kapalı meşcereler, gevşek kapalı meşcereler), %40-70 kapalılıktaki meşcereler (2 kapalı meşcereler, orta kapalı meşcereler), %70-100 (>%70) kapalılıktaki meşcereler (3 kapalı meşcereler, tam kapalı meşcereler) ve %1-10 kapalılıktaki meşcereler (boşluklu kapalı meşcereler) olmak üzere 4 gruba ayrılmıştır.

Gelişim çağı, "a" çağı (1,30 m çapları 7,9 cm'ye kadar olanlar-gençlik ve sıklık), "b" çağı (1,30 m çapları 8-19,9 cm arasındakiler- "sırıklık ve direklik, "c" çağı (1,30 m çapları 20-35,9 cm arasındakiler-ince ağaçlık), "d" çağı (1,30 m çapları 36 cm ve daha kalın çaplılar-"orta ve kalın ağaçlık) olmak üzere 4 grupta değerlendirilmiştir. Bonitet ise I. (en iyi bonite), II. (iyi bonitet), III. (orta bonitet), IV. (fena bonitet) olmak üzere 4 gruba ayrılmıştır. Tüm parametrelerin değerlendirilmesinde boşluklu kapalı meşcereler ayrı bir grup olarak alınmıştır.

Topoğrafik parametrelerden bakı, eğim ve yükselti dikkate alınmıştır. Bakı gölgeli (kuzey, kuzeydoğu, kuzeybatı ve doğu yönleri) ve güneşli (güneydoğu, güney, güneybatı ve batı) bakı olmak üzere iki grupta değerlendirilmiştir. Çalışma alanının topoğrafyası dikkate alınarak ortalama veriler üzerinden yapılan gruplamaya göre eğim, %20'den az, %20-30, %30-40 ve %40'dan fazla olan meşcereler olmak üzere dört gruba, yükselti ise 1500 m'den düşük, 1500-1700 m ve 1700 m'den daha fazla olan meşcereler olmak üzere üç gruba ayrılmıştır.

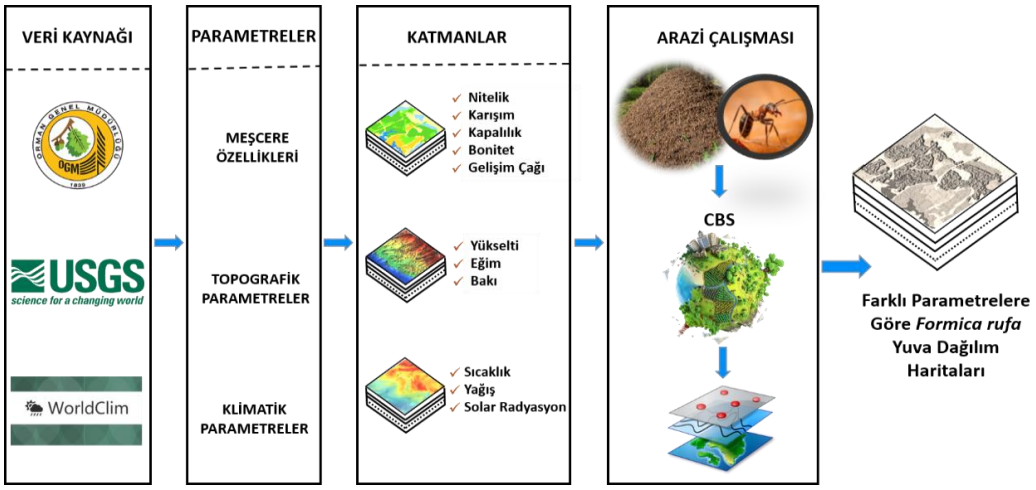
Klimatik parametrelerden sıcaklık, yağış ve solar radyasyon dikkate alınmıştır. Bu üç klimatik parametre için *F. rufa* yuvalarının aktif olduğu aylara (Mayıs-Haziran-Temmuz-Ağustos ve Eylül) ait veriler kullanılmıştır. Bu beş aya ait ortalama en

yüksek sıcaklıklar 11°C'den daha düşük, 11-12°C, 12-13°C ve 13°C'den daha yüksek olmak üzere dört gruba, ortalama yıllık yağış miktarları 53 mm'den daha az, 53-54 mm, 54-55 mm ve 55 mm'den daha fazla olmak üzere dört gruba ve solar radyasyon 800000 WH/m^2'den daha düşük, 800000-850000 WH/m^2, 850000-900000 WH/m^2 ve 900000 WH/m^2'den daha yüksek yoğunlukta olmak üzere dört gruba ayrılmıştır.

2.4 Parametrelere Ait Verilerin Elde Edilmesi

Sayısal meşcere haritası Çerkeş Orman İşletme Müdürlüğü'nden Temin edilmiştir. Bu meşcere haritasından karışım, kapalılık, gelişim çağı, nitelik ve bonitet katmanları üretilmiştir. 25 m çözünürlüklü Dijital Yükseklik Modeli (DEM), https://earthexplorer.usgs.gov adresinden ücretsiz indirilmiştir (USGS 2023). DEM verisi kullanılarak yükseklik, eğim, bakı ve solar radyasyon katmanları oluşturulmuştur. Sıcaklık ve yağış verileri 750 m çözünürlüklü raster veri olarak http://worldclim.org/ adresinden (Worldclim 2021) elde edilmiştir. Her değişkenin boyutları ve veri birimleri birbirinden farklı olduğu için tüm değişkenler yeniden örnekleme yöntemi ile ArcGIS'te 25 çözünürlüğe dönüştürülmüştür. Tüm Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) uygulamaları için ArcGIS 10.8 yazılımı kullanılmıştır.

Her bir *Formica rufa* yuvasının koordinatları ArcGIS'te dijital meşcere haritasına işlenmiştir. *F. rufa* yuva katmanı ile toplam onbir ayrı parametreye ait katmanlar ArcGIS ortamında ayrı ayrı çakıştırılmıştır. Böylece yuvaların meşcerelere dağılımlarına göre parametreler ortaya koyulmuştur (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 Akış diyagramı

2.5 Veri Analizleri

Formica rufa yuva hacimleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Van Bungeum, 2022). Yuva çapı iki yönlü (doğu-batı ve kuzey-güney yönünde) ölçülerek ortalaması alınmıştır.

$$V = \frac{2}{3}\pi r^2 h \tag{2.1}$$

V: yuva hacmi, *r:* yuva yarı çapı, *h*: yuva yüksekliği

Meşcere hacmi, amenajman planlarında bulunan dikili kabuklu gövde hacmi tablosundan yararlanılarak hesaplanmıştır. Yuva hacimlerinin ve meşcere hacimlerinin normal dağılıma uygunluğu "Kolmogorov-Smirnov (K-S) tek örnek testi" ile kontrol edilmiştir (P>0,05). Veriler normal dağılım göstermediği için meşçere, topografik ve klimatik farktörlere bağlı meydana gelen yuva büyüklüğü farklılığının kontrolü nonparametric testlerden "Kruskal-Wallis H" ile değerlendirilmiştir. Ancak nonparametrik testlerde farklığın kaynağını bulmaya yönelik çoklu karşılaştırma testleri SPSS programında yapılamadığından faktörler arasındaki farklılıklar ikili gruplar halinde "Mann- Whitney U test" ile kontrolleri yapılmıştır. Ayrıca, meşcere hacmi ile yuva hacmi arasındaki ilişki Spearman'ın sıralama korelasyon katsayısı ile yorumlanmıştır (Özdamar, 2004). İstatistik analizler IBM SPSS (versiyon 23) paket programı yardımı ile yapılmıştır.

3. BULGULAR

Bu çalışma ile belirlenen alandaki bazı meşcere özellikleri (karışım, kapalılık, gelişim çağı, nitelik ve bonitet), topografik (bakı, eğim ve yükselti) ile klimatolojik (sıcaklık, yağış ve solar radyasyon) parametreler dikkate alınarak *Formica rufa* yuvalarının dağılımları değerlendirilmiştir. Ayrıca çalışma alanında tespit edilen *F. rufa* yuvalarının bulunduğu yerlerde alınan örnek alanlar ve yuvalara ait veriler incelenmiştir. Buna bağlı olarak belirlenen parametrelere bağlı olarak yuva hacimleri yorumlanmıştır.

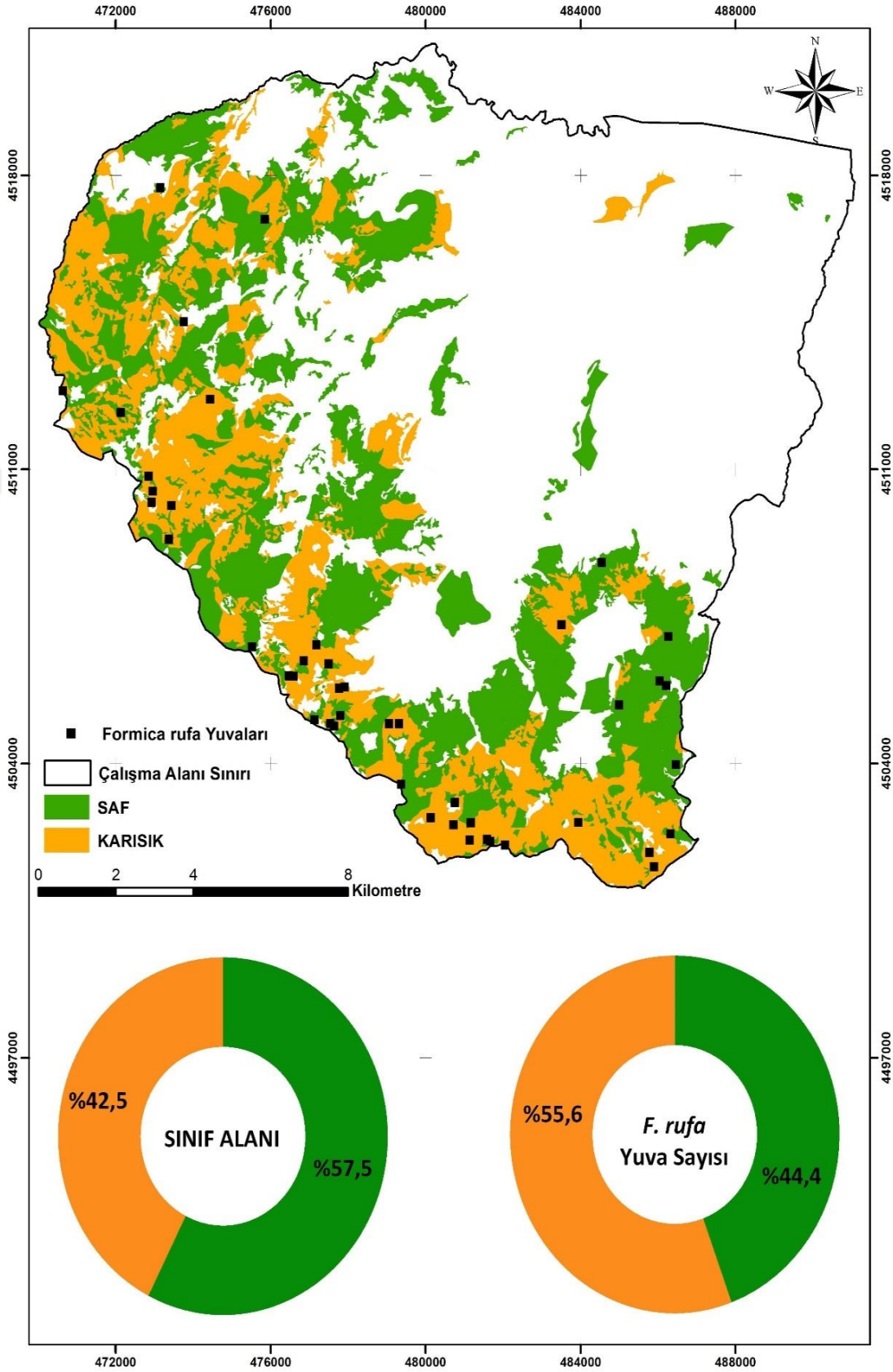
3.1 *Formica rufa* Yuvalarının Dağılımlarını Etkileyen Bazı Meşcere Özelliklerine Ait Bulgular

Meşcere özelliklerinden karışım, kapalılık, gelişim çağı, bonitet ve nitelik açısından toplam çalışma alanı ve *F. rufa* yuvalarının dağılımı değerlendirilmiştir. Çalışma alanı saf ve karışık meşcerelerden oluşmaktadır. Buna göre değerlendirildiğinde, toplam alanın %57,5'i (6666,1 ha) saf, %42,5'i (4932,1 ha) ise karışık meşcerelerden meydana gelmektedir. *F. rufa* yuvalarının %44,4'ü (20 adet) saf, %55,6'sı (25 adet) ise karışık meşcerelerde bulunmaktadır (Tablo 3.1; Şekil 3.1). *F.rufa* yuvalarının %11,2 oranında daha fazla karışık meşcereleri tercih ettikleri görülmektedir.

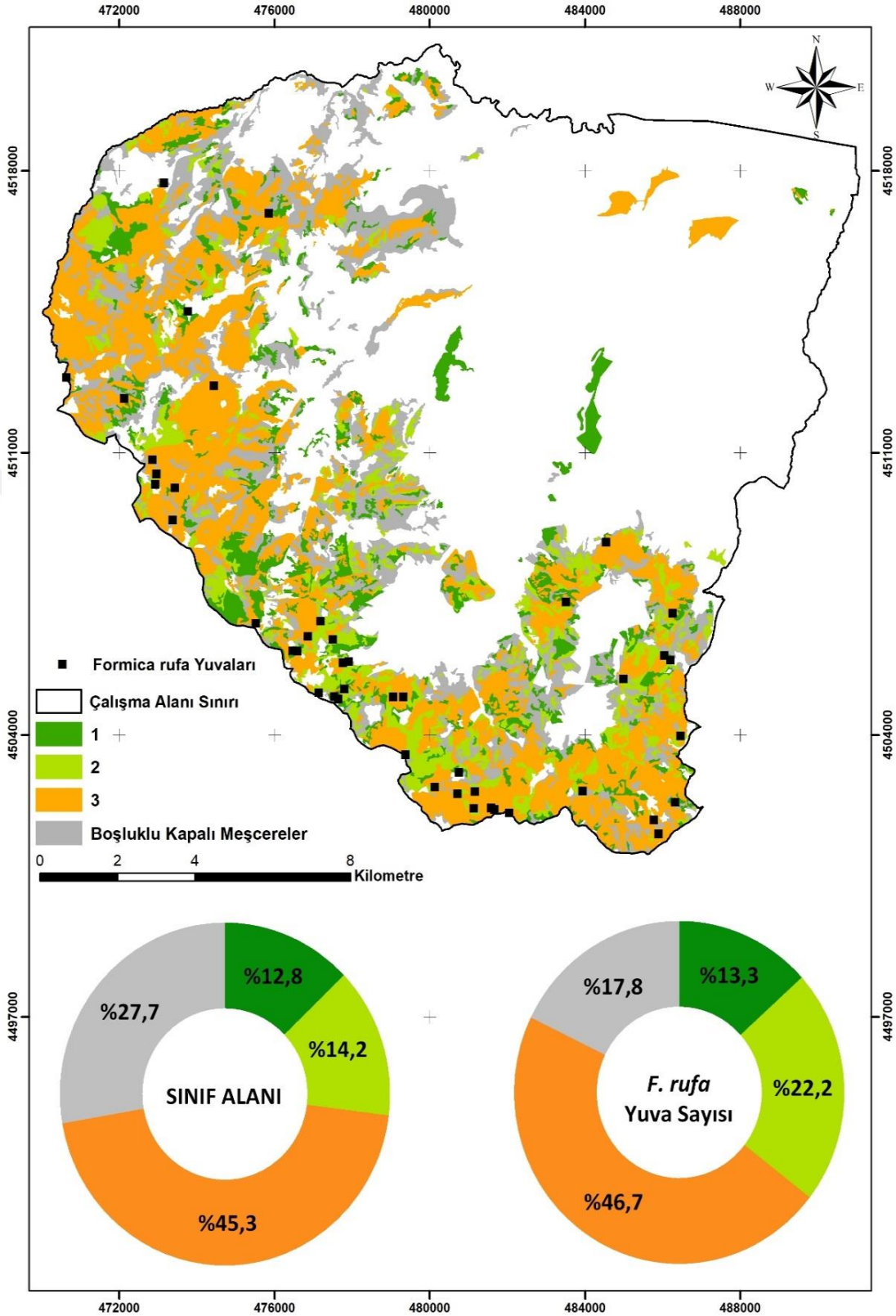
Kapalılığa göre değerlendirildiğinde, toplam alanın %12,8'i (1484,4 ha) ve *F. rufa* yuvalarının %13,3'ü (6 adet) 1 kapalı, toplam alanın %14,2'si (1646,6 ha) ve *F. rufa* yuvalarının %22,2'si (10 adet) 2 kapalı, toplam alanın %45,3'ü (5249,5 ha) ve *F. rufa* yuvalarının %46,7'si (21 adet) 3 kapalı meşcerelerde bulunmaktadır. Bunun yanında, toplam alanın %27,7'si (3218,1 ha) boşluklu kapalı meşcerelerden oluşurken *F. rufa* yuvalarının %17,8'i (8 adet) boşluklu kapalı meşcerelerde yer almıştır (Tablo 3.1; Şekil 3.2). *F. rufa* yuvalarının farklı kapalıktaki meşcerelere dağılmaları incelendiğinde yuvaların %68,9'unun orta ve tam kapalı meşcerelerde bulunduğu görülmektedir.

Tablo 3.1 Çalışma alanının ve *Formica rufa* yuvalarının meşcere özelliklerine göre dağılımlarının sınıf sınır değerleri

Parametre	Sınıflar	Alan		*Formica rufa* yuva	
		(ha)	%	Adet	%
Nitelik	Verimli	8380,7	72,3	37	82,2
	Boşluklu kapalı	3218,1	27,7	8	17,8
Karışım	Saf	6666,1	57,5	20	44,4
	Karışık	4932,7	42,5	25	55,6
Kapalılık (%)	1 (10-40)	1484,6	12,8	6	13,3
	2 (40-70)	1646,6	14,2	10	22,2
	3 (>70)	5249,5	45,3	21	46,7
	Boşluklu kapalı	3218,1	27,7	8	17,8
Bonitet	2	2582,9	22,3	24	53,3
	3	4933,8	42,5	13	28,9
	4	864,0	7,5		
	Boşluklu kapalı	3218,1	27,7	8	17,8
Gelişim Çağı	a	726,1	6,3	3	6,7
	b	960,2	8,3	2	4,4
	c	2267,8	19,5	5	11,1
	d	4426,6	38,2	27	60,0
	Boşluklu kapalı	3218,1	27,7	8	17,8



Şekil 3.1 Çalışma alanının ve *Formica rufa* yuvalarının saf ve karışık meşcerelere dağılımı



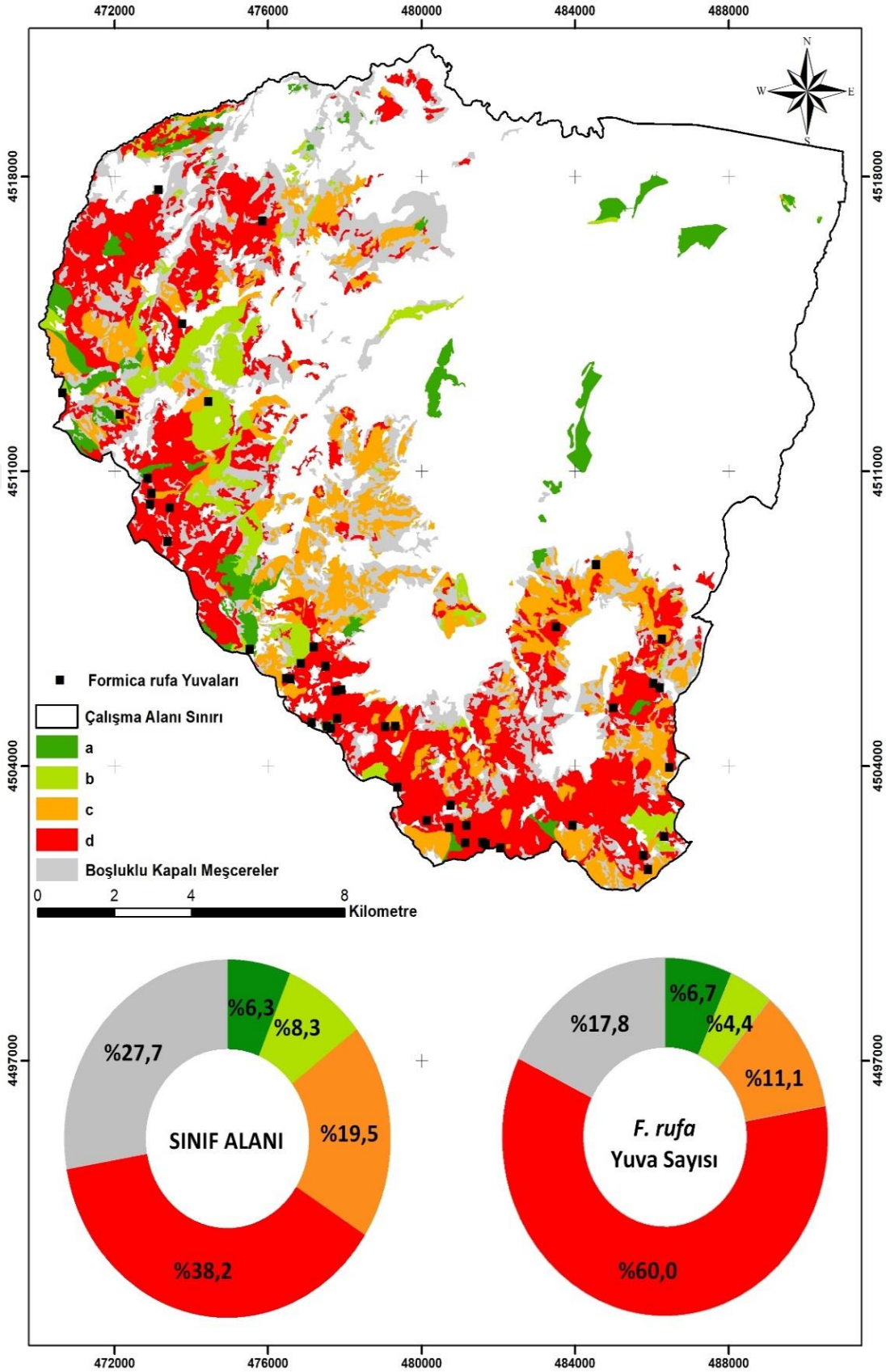
Şekil 3.2 Çalışma alanının ve *Formica rufa* yuvalarının farklı kapalıktaki meşcerelere dağılımı

Meşcere gelişim çağlarına göre değerlendirildiğinde toplam alanın %6,3'ü (726,1 ha), %8,3'ü (960,2 ha), %19,5'i (2267,8 ha), %38,2'si (4426,6 ha) sırasıyla a, b, c ve

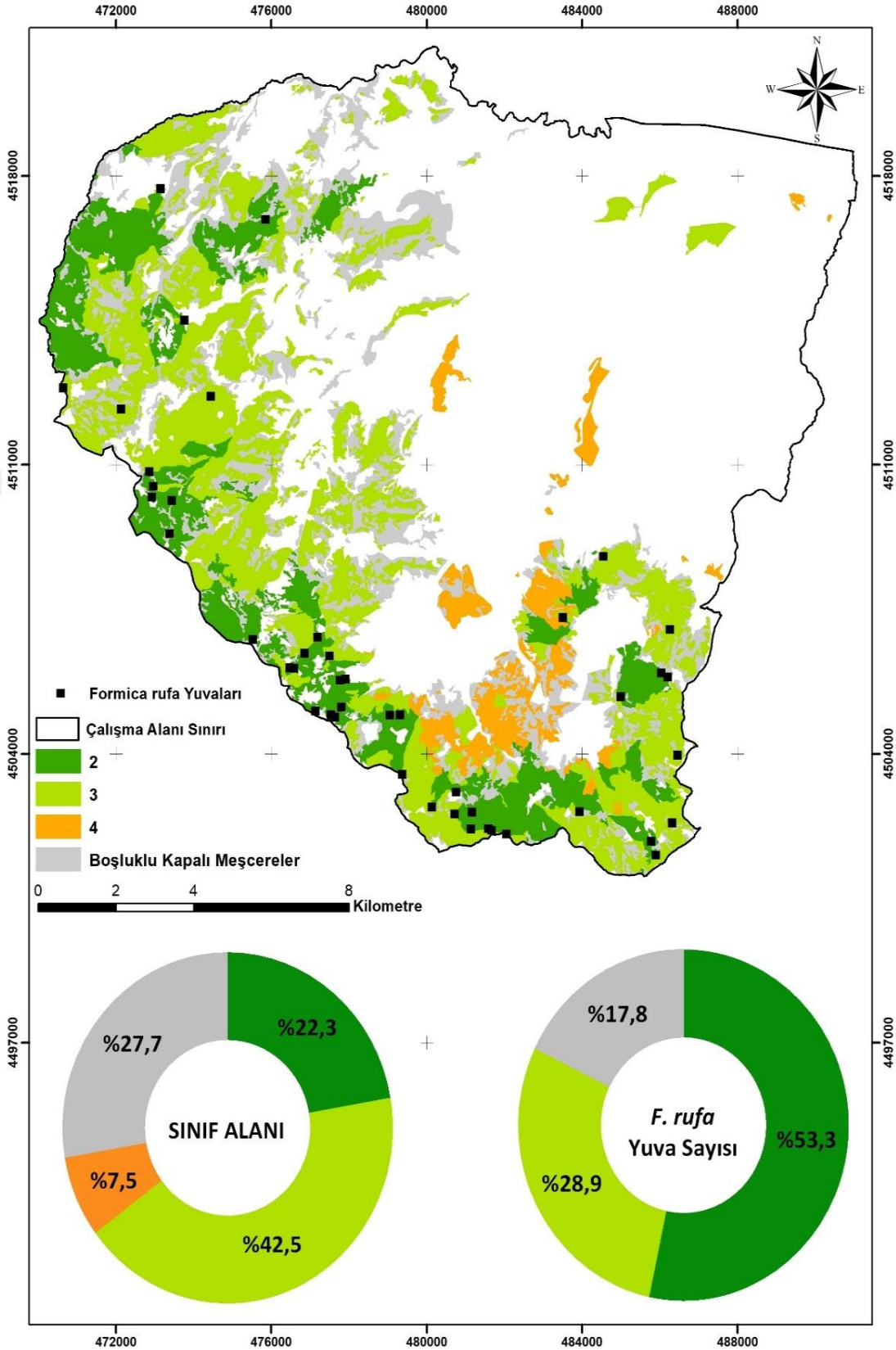
gelişim çağlarında olan meşcerelerdir. Ayrıca, %27,7'si (3218,1 ha) boşluklu kapalı meşcerelerdir. Bunun yanında, *F. rufa* yuvalarının da %6,7'si (3 adet), %4,4'ü (2 adet), %11,1'i (5 adet) ve %60'ı (27 adet) a, b, c ve d gelişim çağlarında ve %17,8'i (8 adet) boşluklu kapalı meşcerelerde bulunmaktadır (Tablo 3.1; Şekil 3.3). Genel olarak bakıldığında yuvaların çoğunluğunun d gelişim çağında bulunan meşcerelerde olduğu belirlenmiştir.

Yetişme ortamı verimliliği açısından değerlendirildiğinde toplam alanın %22,3'ü (2582,9 ha) II. bonitet, %42,5'i (4933,8 ha) III. bonitet, %7,5'i (864,0 ha) IV. bonitet ve %27,7'si (3218,1 ha) boşluklu kapalı meşcelerdir. Bunun yanında, *F. rufa* yuvalarının %53,3'ü (24 adet) II. bonitet, %28,9'u (13 adet), III. bonitet ve %17,8'i (8 adet) boşluklu kapalı merşcerelerdedir (Tablo 3.1; Şekil 3.4.). Çalışma alanında IV. bonitette yuva tespit edilmemiştir. Yuvaların oransal olarak en fazla II. bonitette bulundukları ayrıca yuvaların %82,2'sinin II. ve III. bonitetleri tercih ettikleri görülmektedir.

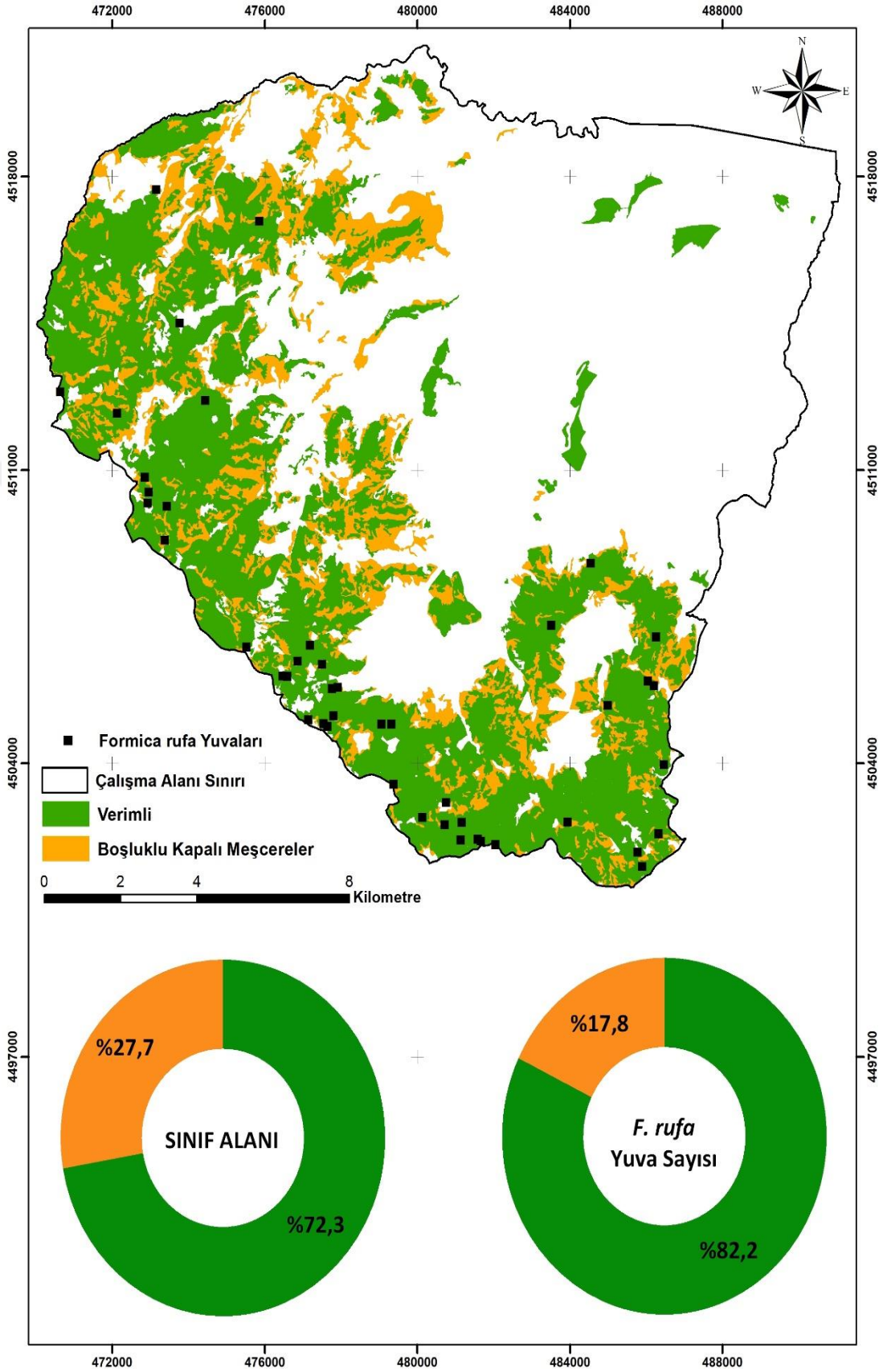
Meşcerelerin niteliği açısından değerlendirildiğinde ise toplam alanın %72,3'ü (8380,7 ha) ve *F. rufa* yuvalarının %82,2'si (37 adet) verimli meşcerelerde bulunmaktadır. Toplam alanın %27,7'si (3218, 1 ha) ve yuvaların %17,8'i (8 adet) boşluklu kapalı meşcerelerde yer almaktadır (Tablo 3.1; Şekil 3.5). *F. rufa* yuvalarının 4,6 kat daha fazla oranda verimli meşcereleri tercih ettiği görülmektedir.



Şekil 3.3 Çalışma alanının ve *Formica rufa* yuvalarının farklı gelişim çağlarındaki meşcerelere dağılımı



Şekil 3.4 Çalışma alanının ve *Formica rufa* yuvalarının yetişme ortamı verimliliğine göre meşcerelere dağılımı



Şekil 3.5 Çalışma alanının ve *Formica rufa* yuvalarının verimli ve boşluklu kapalı meşcerelere dağılımı

3.2 *Formica rufa* Yuvalarının Dağılımlarını Etkileyen Bazı Topoğrafik Özelliklere Ait Bulgular

Topoğrafik özelliklerden bakı, eğim ve yükselti açısından toplam çalışma alanı ve *F. rufa* yuvalarının dağılımı değerlendirilmiştir. Çalışama alanının gölgeli (kuzey, kuzeydoğu, kuzeybatı ve doğu yönleri) ve güneşli (güneydoğu, güney, güneybatı ve batı) bakılara dağılımı değerlendirildiğinde, toplam alanın %65,5'i (7602,1 ha) gölgeli, %34,5'i (3996,7 ha) ise güneşli bakılardadır. *F. rufa* yuvalarının ise %84,4'ü (38 adet) gölgeli, %15,6'sı (7 adet) ise güneşli bakılarda bulunan meşcerelerdedir (Tablo 3.2; Şekil 3.6). *F. rufa* yuvalarının yaklaşık 5,5 kat oranında gölgeli bakılarda bulunan meşcereleri tercih ettikleri tespit edilmiştir.

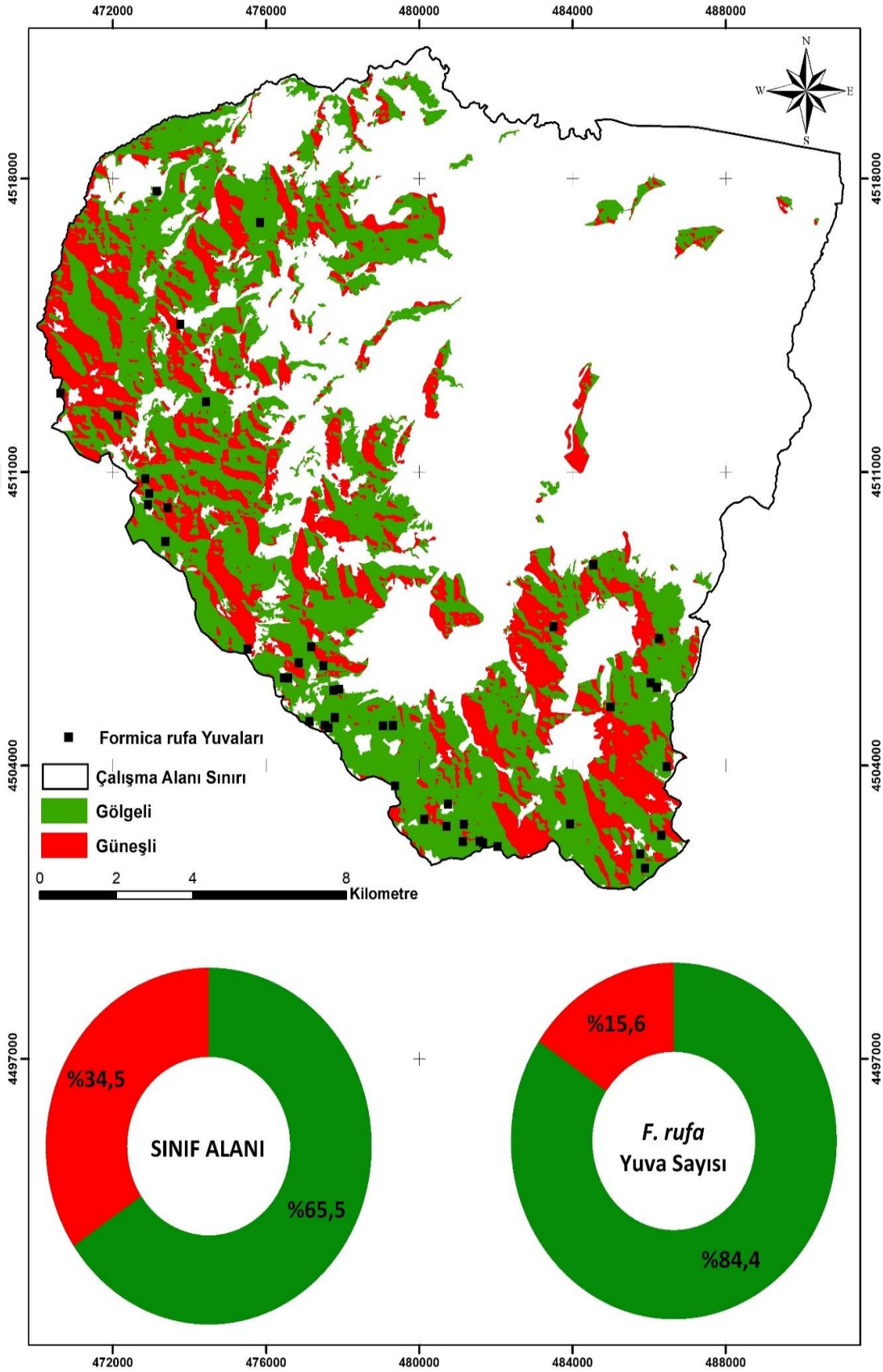
Tablo 3.2 Çalışma alanının ve *Formica rufa* yuvalarının bazı topoğrafik özelliklerine göre dağılımlarının sınıf sınır değerleri

Parametre	Sınıflar	Alan		*Formica rufa* yuva	
		(ha)	%	Adet	%
Eğim (%)	<20	3425,3	29,5	26	57,8
	20-30	3287,4	28,3	10	22,2
	30-40	2453,8	21,2	6	13,3
	>40	2432,3	21,0	3	6,7
Bakı	Gölgeli	7602,1	65,5	38	84,4
	Güneşli	3996,7	34,5	7	15,6
Yükselti (m)	<1500	4807,0	41,4	8	17,8
	1500-1700	4461,2	38,5	20	44,4
	>1700	2330,6	20,1	17	37,8

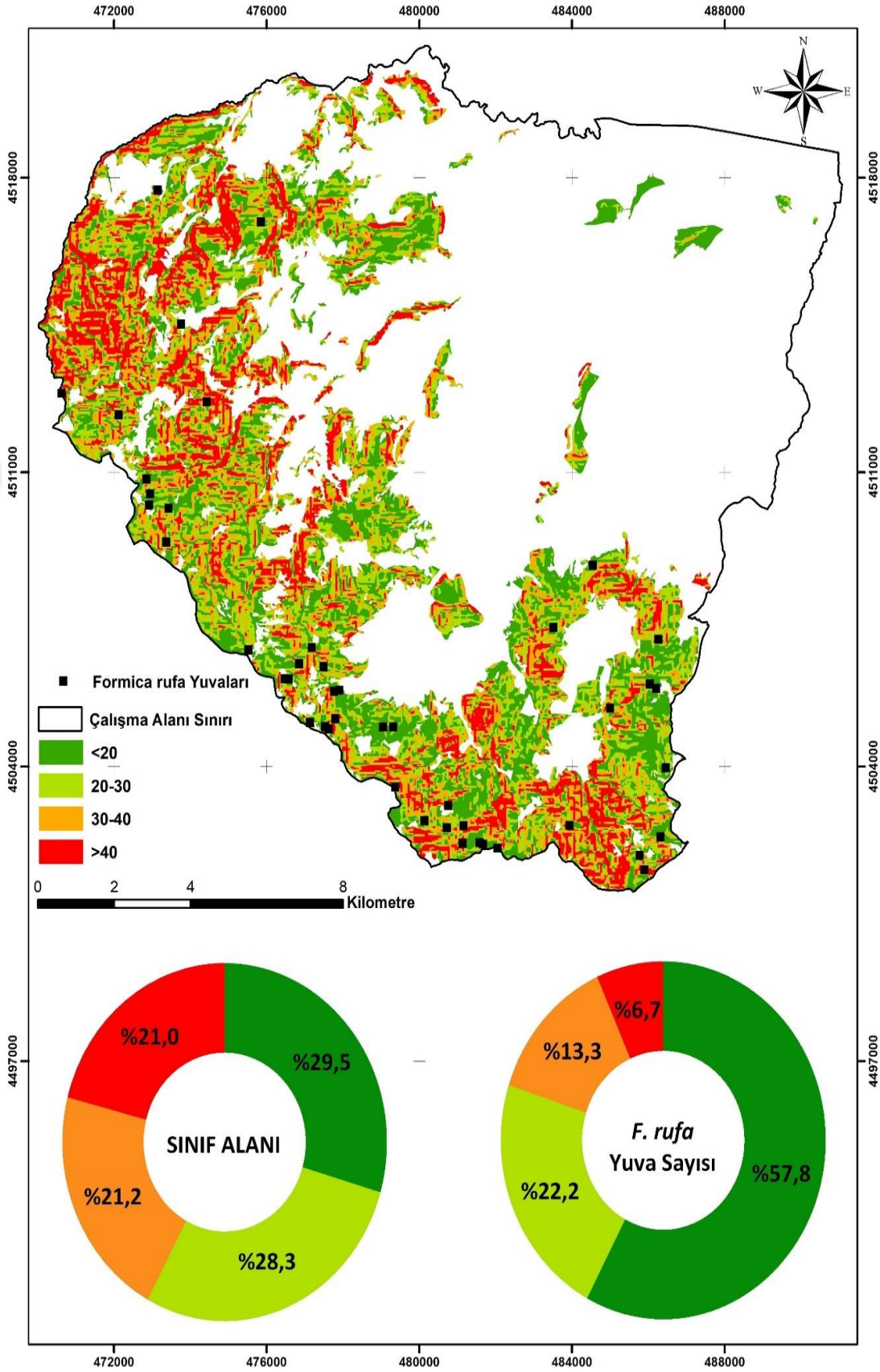
Eğime göre değerlendirildiğinde toplam alanın %29,5'i (3425,3 ha) %20'den daha az eğime sahip olan meşcereler, %28,3'ü (3287,4 ha) %20-30 eğim aralığında olan meşcereler, %21,2'si (2453,8 ha) %30-40 eğim aralığında olan meşcereler ve %21,0'ı (2432,3 ha) ise %40'dan daha fazla eğime sahip olan meşcerelerdir. Bunun yanında *F. rufa* yuvalarının %57,8'inin (26 adet) %20'den daha az eğime sahip olan meşcerelerde, %22,2'sinin (10 adet) %20-30 eğim aralığında olan meşcerelerde, %13,3'ünün (6 adet) %30-40 eğim aralığında ve %6,7'sinin (3 adet) de %40'dan daha fazla eğime sahip olan meşcerelerde olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.2; Şekil 3.7). Genel

olarak bakıldığında yuvaların çoğunluğunun düşük eğimli meşcerelerde bulunduğu görülmektedir.

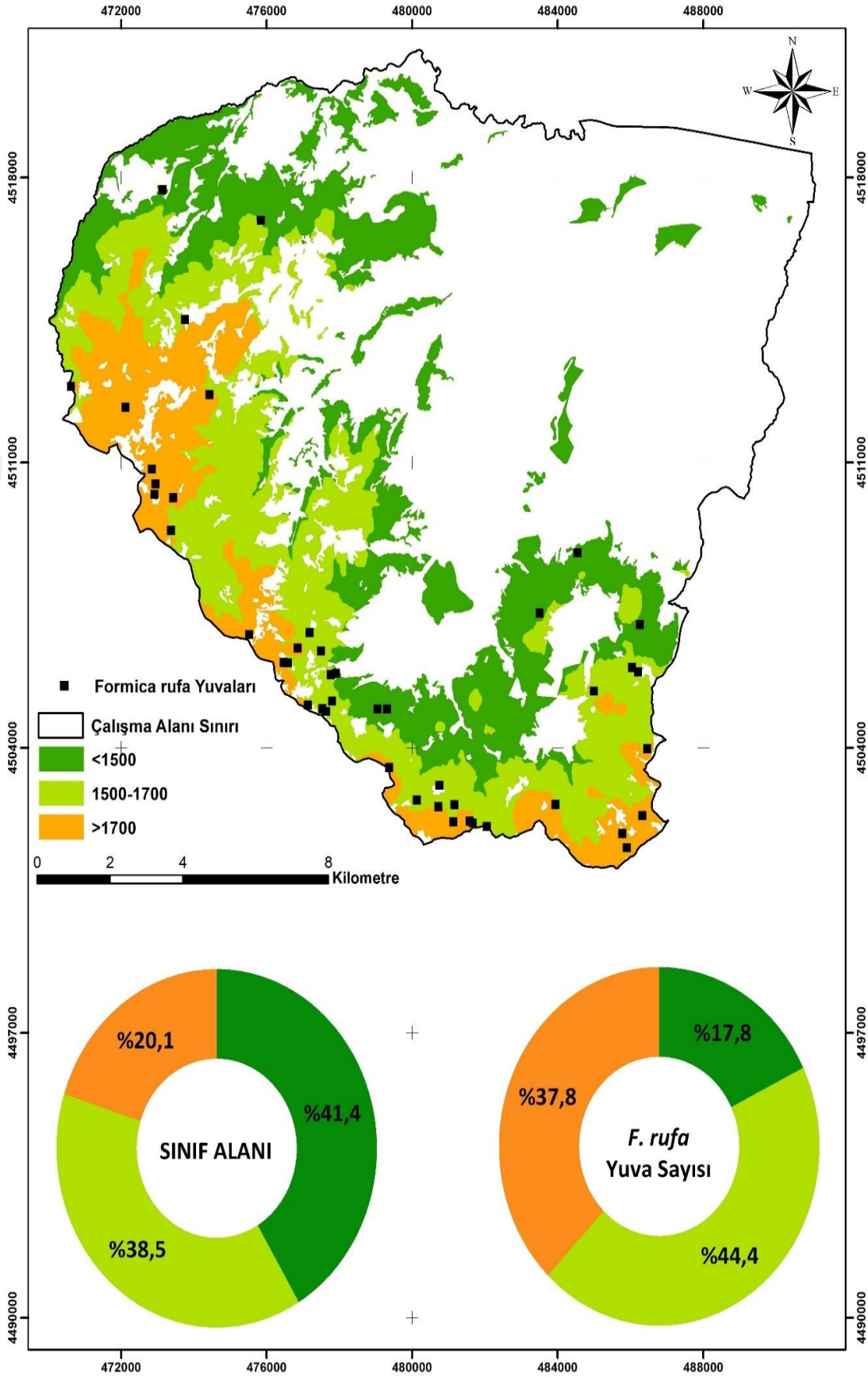
Yükseltiye göre değerlendirildiğinde ise toplam alanın %41,4'ü (4807,4 ha) 1500 m'den daha düşük yükseltilerde, %38,5'i (4461,2 ha) 1500-1700 m arasında bulunan yükseltilerde ve %20,1'i (2330,6 ha) 1700 m'den daha fazla yükseltide bulunan meşcerelerdedir. *F. rufa* yuvalarınında %17,8'i (8 adet) 1500 m'den düşük yükseltilerde, %44,4'ü (20 adet) 1500-1700 m arasında bulunan yükseltilerde ve %37,8'i (17 adet) 1700 m'den daha fazla yükseltiye sahip meşcerelerdedir (Tablo 3.2, Şekil 3.8.). *F. rufa* yuvaları daha yüksek oranda 1500 m'den daha yüksekte bulunan meşcereleri tercih etmiştir.



Şekil 3.6 Çalışma alanının ve *Formica rufa* yuvalarının gölgeli ve güneşli bakıda bulunan meşcerelere dağılımı



Şekil 3.7 Çalışma alanının ve *Formica rufa* yuvalarının farklı eğim gruplarındaki meşcerelere dağılımı



Şekil 3.8 Çalışma alanının ve *Formica rufa* yuvalarının farklı yükselti gruplarındaki meşcerelere dağılımı

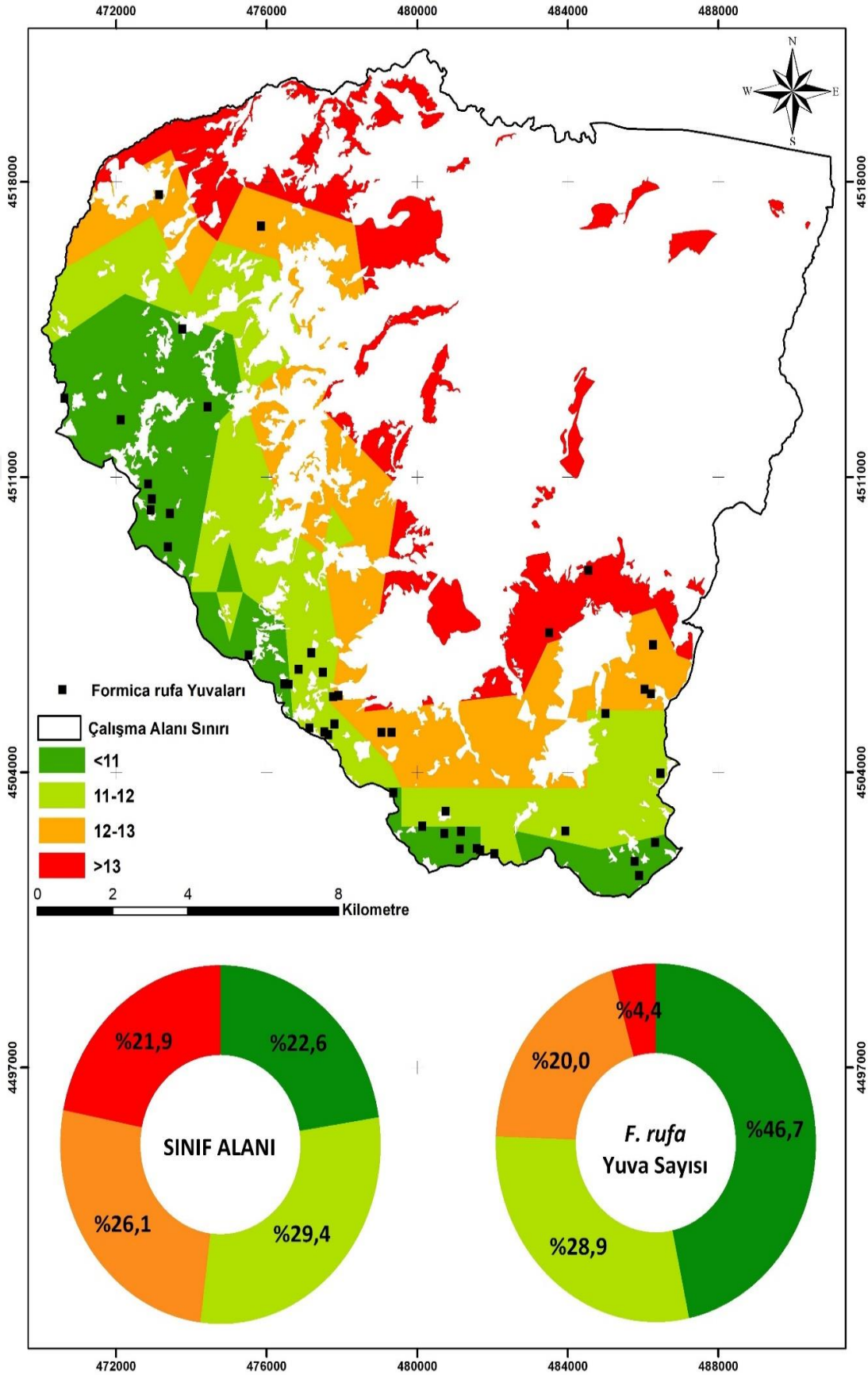
3.3 *Formica rufa* Yuvalarının Dağılımlarını Etkileyen Bazı Klimatik Özelliklere Ait Bulgular

Klimatik özelliklerden sıcaklık, yağış ve solar radyasyon açısından toplam çalışma alanının ve *F. rufa* yuvalarının dağılımı değerlendirilmiştir. Bu üç faktör içinde *F. rufa* yuvalarının aktif olduğu aylara (Mayıs-Haziran-Temmuz-Ağustos ve Eylül) ait veriler dikkate alınmıştır. Bu beş aya ait ortalama en yüksek sıcaklıklar değerlendirildiğinde toplam alanın %22,6'sı (2617,3 ha) ve *F. rufa* yuvalarının %46,7'si (21 adet) 11 °C'den daha düşük, toplam alanın %29,4'ü (3414,2 ha) ve yuvaların %28,9'u (13 adet) 11-12 °C sıcaklık aralığında, toplam alanın %26,1'i (3025,7 ha) ve yuvaların %20,0'si (9 adet) 12-13 °C sıcaklık aralığında, toplam alanın %21,9'u (2541,6 ha) ve yuvaların %4,4'ü (2 adet) 13°C'den daha yüksek sıcaklıklara sahip olan meşcerelerdir (Tablo 3.3; Şekil 3.9). *F. rufa* yuvalarının farklı sıcaklık gruplarındaki meşcerelere dağılmaları incelendiğinde daha fazla oranda 11 °C'den daha düşük sıcaklıktaki meşcereleri tercih ettikleri görülmüştür. Belirtilen aylara ait ortalama yıllık yağış miktarları değerlendirildiğinde toplam alanın %37,7'si (4376,9 ha), %15,7'si (1821,3 ha), %40,9'u (4738,9 ha) ve %5,7'si 661,7 ha) ile *F. rufa* yuvalarının %60'ı (27 adet), %13,3 (6 adet), %17,8'i (8 adet) ve %8,9'u (4 adet) sırasıyla 53 mm'den daha düşük, 53-54 mm, 54-55 mm ve 55 mm'den daha fazla yağış alan meşcerelerde yer almaktadır (Tablo 3.3; Şekil 3.10). Yuvaların farklı yağış gruplarındaki meşcerelere dağlımları incelendiğinde daha az yağışlı olan meşcereleri tercih ettikleri görülmektedir.

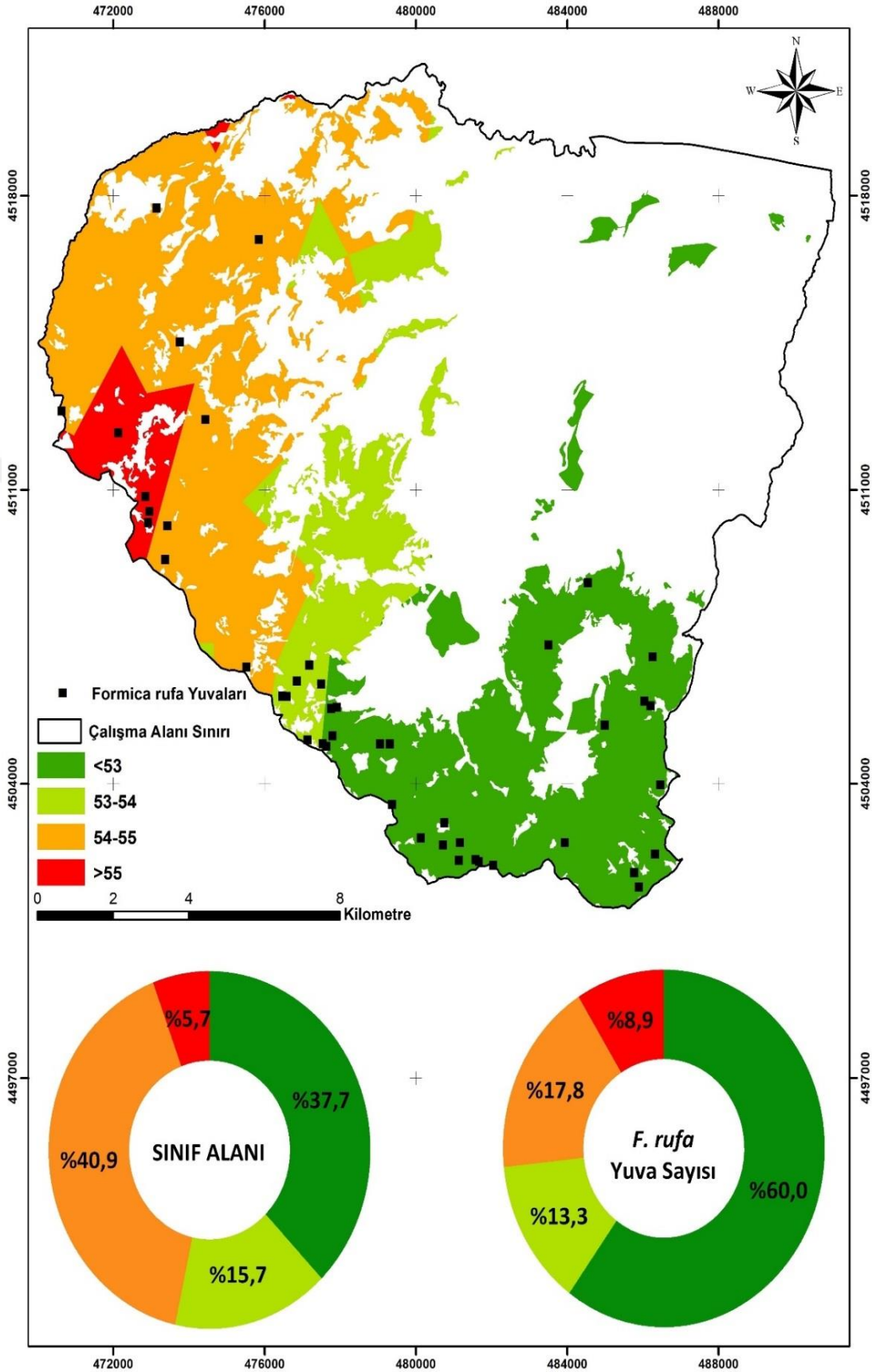
WH/m$^{2'}$den daha düşük yoğunlukta olan meşcereler, %29,0'ı (3367,9 ha) 800000-850000 WH/m^2, %32,2'si (3730,6 ha) 850000-900000 WH/m^2 ve %13,7'si (1588,9 ha) 900000 WH/m^2'den daha yüksek yoğunlukta olan meşcerelerdir. *F. rufa* yuvalarının ise %8,9'u (4 adet) 800000 WH/m^2 'den daha düşük, %33,3'ü (15 adet) 800000-850000 WH/m^2, %40,0'ı (18 adet) 850000-900000 WH/m^2 ve %17,8'i (8 adet) 900000 WH/m^2'den daha yüksek yoğunlukta olan meşcerelerdir (Tablo 3.3; Şekil 3.11). Yuvaların farklı solar radyasyon gruplarındaki meşcerelere dağlımları incelendiğinde daha fazla oranda (%73,3) 800000-900000 WH/m^2 solar radyasyon olan meşreleri tercih ettikleri tespit edilmiştir.

Tablo 3.3 Çalışma alanının ve *Formica rufa* yuvalarının bazı klimatik özelliklerine göre dağılımlarının sınıf sınır değerleri

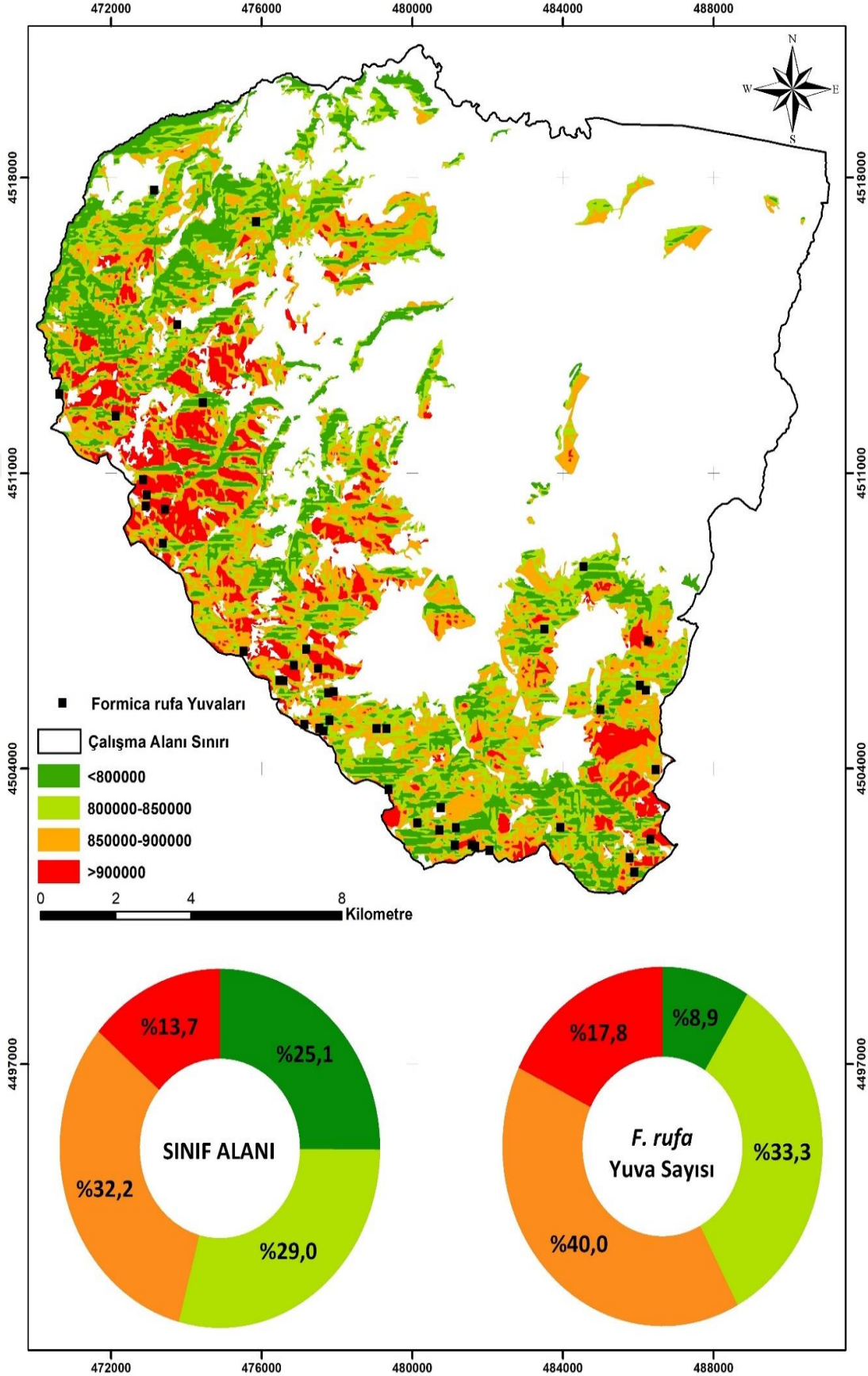
Parametre	Sınıflar	Alan		*Formica rufa* yuva	
		(ha)	%	Adet	%
Solar Radyasyon (WH/m^2)	<800000	2911,4	25,1	4	8,9
	800000-850000	3367,9	29,0	15	33,3
	850000-900000	3730,6	32,2	18	40,0
	>900000	1588,9	13,7	8	17,8
Sıcaklık (^{0}C)	<11	2617,3	22,6	21	46,7
	11-12	3414,2	29,4	13	28,9
	12-13	3025,7	26,1	9	20,0
	>13	2541,6	21,9	2	4,4
Yağış (mm)	<53	4376,9	37,7	27	60,0
	53-54	1821,3	15,7	6	13,3
	54-55	4738,9	40,9	8	17,8
	>55	661,7	5,7	4	8,9



Şekil 3.9 Çalışma alanının ve *Formica rufa* yuvalarının farklı sıcaklık gruplarındaki meşcerelere dağılımı



Şekil 3.10 Çalışma alanının ve *Formica rufa* yuvalarının farklı yağış gruplarındaki meşcerelere dağılımı



Şekil 3.11 Çalışma alanının ve *Formica rufa* yuvalarının farklı solar radyasyon gruplarındaki meşcerelere dağılımı

3.4 Örnek Alanlara ve *Formica rufa* Yuvalarına Ait Bulgular

Çalışma alanında tespit edilen toplam 45 *F. rufa* yuvasının bulunduğu yerlerde 45 adet örnek alan alınmıştır. Yuvaların %75,6'sı (34 adet) Çerkeş İşletme Şefliğinde, %24,4'ü (11 adet) Kurtçimeni İşletme Şefliğinde yer almaktadır. Örnek alanların tamamında toplam 1771 adet ağaç değerlendirilmiştir. Bu ağaçların %56,9'u Sarıçam, %34,9'u Göknar ve %8,2'si Karaçam'dır. Ayrıca örnek alanlarda, *Formica rufa* yuvalarının hacimleri ve meşcere hacimleri hesaplanmıştır. Örnek alanlara ve *Formica rufa* yuvalarına ait bilgiler Tablo 3.4'de verilmiştir.

Tablo 3.4 Örnek alanlara ait bazı istatistiksel veri ile *Formica rufa* yuva ve meşçere hacimleri

Örnek Alanı No	Şeflik	Ağaç türü (adet)			Çap (cm)			Standart Sapma	Yuva Hacmi (m^3)	Meşcere Hacmi (m^3)
		Çs	G	Çk	Min	Max	Ort.			
1	Çerkeş	8	-	-	28	64	42,5	10,515	107,93	2,06
2	Çerkeş	5	-	-	40	52	48	5,099	82,02	0,66
3	Çerkeş	40	11	-	10	56	22,5	11,317	206,04	0,67
4	Kurtçimeni	-	26	-	16	64	40,8	10,600	498,2	2,19
5	Kurtçimeni	12	-	-	10	60	34,5	20,165	130,01	0,68
6	Kurtçimeni	11	34	-	10	58	20,4	11,757	170,4	0,35
7	Kurtçimeni	1	41	-	10	64	20,6	11,437	198,25	3,13
8	Kurtçimeni	13	18	-	10	52	26,1	12,894	214,56	0,43
9	Kurtçimeni	16	9	-	10	58	21,4	13,583	114,34	0,30
10	Kurtçimeni	3	6	-	10	56	27,3	16,248	83,45	0,74
11	Çerkeş	46	-	-	10	56	28,7	10,058	265,23	0,71
12	Çerkeş	8	1	-	12	44	27,3	9,433	48,38	0,11
13	Çerkeş	13	12	-	10	44	21,3	9,812	76,46	0,68
14	Çerkeş	22	31	-	12	60	30,8	13,858	452,69	1,87
15	Çerkeş	8	25	-	10	48	28,6	12,404	230,34	0,80
16	Çerkeş	4	1	-	22	52	38,4	12,116	55,67	0,30
17	Çerkeş	23	-	-	12	56	34,3	13,501	208,48	0,89
18	Çerkeş	22	9	-	12	30	20,8	5,258	84,97	0,89
19	Çerkeş	7	10	-	12	70	28,8	18,125	141,5	0,91
20	Çerkeş	18	1	-	10	48	24,2	11,621	84,78	0,67
21	Çerkeş	28	11	-	12	56	32,7	14,799	332,52	0,87
22	Çerkeş	17	28	-	12	42	23,4	9,222	180,82	0,51
23	Çerkeş	7	45	-	12	42	23,4	8,150	222,8	0,52
24	Çerkeş	9	43	-	12	48	19,7	9,260	159,44	0,29

Tablo 3.4'ün devamı

Örnek Alanı No	Şeflik	Ağaç türü (adet)			Çap (cm)			Standart Sapma	Yuva Hacmi (m^3)	Meşcere Hacmi (m^3)
		Çs	G	Çk	Min	Max	Ort.			
25	Çerkeş	49	5	-	14	40	25,2	5,922	222,20	1,68
26	Çerkeş	30	18	-	10	46	24,9	10,461	222,22	0,16
27	Çerkeş	21	-	-	12	48	26,2	11,205	107,08	0,47
28	Çerkeş	42	-	-	10	18	13,3	2,711	43,43	0,23
29	Çerkeş	23	-	-	14	52	29,2	8,174	136,72	0,22
30	Çerkeş	13	65	-	20	62	32,1	9,660	649,75	0,77
31	Çerkeş	25	-	-	8	28	18,1	5,211	50,55	0,08
32	Çerkeş	17	30	-	24	74	42,4	12,489	723,61	0,62
33	Çerkeş	51	-	10	20	44	24,1	4,883	226,82	0,51
34	Çerkeş	43	-	-	8	30	17,5	4,802	81,52	0,17
35	Çerkeş	47	-	28	22	52	30,9	6,152	454,77	0,48
36	Çerkeş	12	-	4	8	28	18,4	6,119	35,31	0,15
37	Çerkeş	42	6	-	22	58	35,5	9,195	430,39	0,49
38	Çerkeş	77	-	4	22	58	34,9	9,061	702,06	0,22
39	Çerkeş	19	8	-	8	44	20,1	9,421	82,54	0,10
40	Çerkeş	17	53	-	36	50	41,2	4,352	932,44	0,47
41	Çerkeş	11	-	76	20	48	30,6	7,459	540,7	0,13
42	Kurtçimeni	-	-	21	8	30	15,3	6,110	29,94	0,11
43	Kurtçimeni	55	-	2	20	46	30,8	5,513	351,61	0,31
44	Kurtçimeni	61	-	-	20	66	36,3	9,588	571,08	0,44
45	Kurtçimeni	12	71	-	20	72	38,2	11,397	1345,84	0,56
Toplam		1008	618	145						

Değerlendirilen *Formica rufa* yuvaların yüksekliklerinin 37-123 cm arasında değiştiği ve ortalama yüksekliğin 72,67 cm (±21,68 cm) olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında kuzey-güney ve doğu-batı yönünde yapılan ölçümlere göre yuva çaplarının 28-131 cm arasında olduğu ve ortalama yuva çapının 59,62 cm (±20,82 cm) olduğu hesaplanmıştır. Bu verilere göre yuvaların minimum hacmi 0,08 m^3, maksimum hacmi 3,13 m^3 ve ortalama hacmi 0,66 (±0,62) m^3'dür. Yuvaların bulunduğu meşcere hacimleri ise minimum 29,94 m^3, maksimum 1345,84 m^3 ve ortalama 273,11 (±296,41) m^3'dür.

3.5 *Formica rufa* Yuva Hacmini Etkileyen Bazı Faktörlere Ait Bulgular

Bu çalışmada meşcere karışımı, kapalılığı, gelişim çağı, niteliği ve boniteti olmak üzere bazı meşcere özelliklerinin; bakı, eğim ve yükselti olmak üzere bazı topoğrafik özelliklerin; sıcaklık, yağış ve solar radyasyon olmak üzere bazı klimatik özelliklerin *F. rufa* yuva hacimleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Ayrıca, meşçere hacmi ile yuva hacimlerinin arasındaki ilişki durumu da incelenmiştir. *Formica rufa* yuva hacimleri ve meşcere hacimleri Kolmogorov-Smirnov (K-S) tek örnek testine göre normal dağılmamaktadır ($p<0,05$) (Tablo 3.5).

Tablo 3.5 *Formica rufa* yuva ve meşcere hacimlerinin Kolmogorov-Smirnov (K-S) testine göre normallik kontrolü

	N	Ortalama	Standart sapma	Minimum	Maksimum	P*
Yuva hacmi	45	0,658	0,621	0,08	3,13	0,016
Meşcere hacmi	45	273,108	269,414	29,94	1345,84	0,007

*P < 0,05

3.5.1 *Formica rufa* Yuva Hacmini Etkileyen Bazı Meşcere Özelliklerine Ait Bulgular

Meşcere özelliklerinden karışım, kapalılık, gelişim çağı, bonitet ve niteliğin *F. rufa* yuva hacimleri üzerindeki etkileri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Kapalılığa göre değerlendirildiğinde 1; 2; 3 ve boşluklu kapalı meşcelerde bulunan *F. rufa* yuva hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$) (Tablo 3.6.). Kapalılığa göre Mann-Whitney U testi ile ikili karşılaştırmalar yapıldığında 1 kapalı ile boşluklu kapalı, 2 kapalı ile boşluklu kapalı ve 3 kapalı ile boşluklu kapalı meşcerelerde bulunan yuvaların hacimleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ($p<0,05$). 1; 2; 3 ve boşluklu kapalı meşcerelerde bulunan ortalama yuva hacimleri sırasıyla 0,860 m^3; 0,754 m^3; 0,710 m^3 ve 0,248 m^3'dür. Diğer bir ifade ile boşluklu kapalı merşcerelerde bulunan ortalama yuva hacmi diğer kapalılıklarda bulunan ortalama yuva hacimlerinden küçük olması istatistiksel olarak anlamlıdır.

Bonitete göre değerlendirildiğinde II., III. bonitetde ve boşluklu kapalı meşcelerde bulunan *F. rufa* yuva hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır

(p<0,05) (Tablo 3.6). IV. Bonitetde *F. rufa* yuvası bulunmadığı için değerlendirmeye alınmamıştır. Bonitete göre Mann-Whitney U testi ile ikili karşılaştırmalar yapıldığında II. bonitetde ile boşluklu kapalı meşcerelerde ve III. bonitetde ile boşluklu kapalı meşcerelerde bulunan yuvaların hacimleri istatistiksel olarak farklılık göstermektedir (p<0,05). II. III. ve boşluklu kapalı meşcerelerdeki yuvaların ortalama hacimleri sırasıyla 0,828 m^3; 0,597 m^3 ve 0,248 m^3'dür. Buna göre boşluklu kapalı meşcerelerde bulunan ortalama yuva hacimi diğer bonitetlerde bulunan ortalama yuva hacimlerinden daha küçük olması ile istatistiksel olarak anlamlıdır.

Gelişim çağlarına göre değerlendirildiğinde a, b, c, d ve boşluklu kapalı meşcelerde bulunan *F. rufa* yuva hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır (p<0,05) (Tablo 3.6.). Gelişim çağlarına göre Mann-Whitney U testi ile ikili karşılaştırmalar yapıldığında d çağı ile boşluklu kapalı meşcerelerde bulunan yuvaların ortalama hacimleri istatistiksel olarak farklılık göstermektedir (p<0,05). a, b, c, d ve boşluklu kapalı meşcerelerdeki yuvaların ortalama hacimleri sırasıyla 0,933 m^3; 0,3600 m^3; 0,7640 m^3; 0,7511 m^3 ve 0,2475 m^3'dür. Buna göre boşluklu kapalımeşcerelerde bulunan ortalama yuva hacimleri diğer gelişim çağlarında bulunan yuva hacimlerinden daha küçük olması ile istatistiksel olarak anlamlıdır.

Tablo 3.6 Farklı meşcere kapalılığında, bonitetde ve gelişim çağında bulunan *Formica rufa* yuva hacimlerinin ortalamaları arasındaki farklılığın kontrolü, Kruskal Wallis H testi sonuçları

Faktör	Gruplar	N	Sıra Ortalaması	df	P*
Kapalılık	1 kapalı	6	30,00	3	0,012
	2 kapalı	10	28,90		
	3- kapalı	21	22,93		
	Boşluklu kapalı	8	10,56		
Bonitet	II. bonitet	24	27,54	2	0,006
	III. bonitet	13	22,27		
	Boşluklu kapalı	8	10,56		
Gelişim çağı	a çağı	3	24,00	4	0,037
	b çağı	2	16,50		
	c çağı	5	23,20		
	d çağı	27	27,02		
	Boşluklu kapalı	8	10,56		

*P<0,05

Meşcere niteliği açısından değerlendirildiğinde verimli ve boşluklu kapalı meşcelerde bulunan *F. rufa* yuva hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır ($p<0,05$) (Tablo 3.7). Verimli meşcerelerdeki ortalama yuva hacmi 0,747 m^3, boşluklu kapalı meşcerelerdeki ortalama yuva hacmi ise 0,248 m^3'dür. Verimli meşcerelerdeki yuvaların ortalama hacimleri boşluklu kapalı meşcerelerdekilerden yaklaşık 3 kat daha büyüktür.

Tablo 3.7 Meşcere niteliği ve karışımına göre *Formica rufa* yuva hacimlerinin ortalamaları arasındaki farklılığın kontrolü, Mann-Whitney U testi sonuçları

Faktör	Gruplar	N	Sıra Ortalaması	P*
Nitelik	Verimli	37	25,69	0,03
	Boşluklu kapalı	8	10,56	
Karışım	Saf	20	20,58	0,268
	Karışık	25	24,94	

*P<0,05

Meşcere karışımı açısından değerlendirildiğinde ise saf ve karışık meşcelerde bulunan *F. rufa* yuva hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ($p>0,05$) (Tablo 3.7). Saf meşcerelerdeki ortalama yuva hacmi 0,588 m^3, karışık meşcerelerdeki ortalama yuva hacmi ise 0,714 m^3'dür.

3.5.2 *Formica rufa* Yuva Büyüklüğünü Etkileyen Topoğrafik Faktörlere Ait Bulgular

Topoğrafik özelliklerden eğim, yükselti ve bakının *F. rufa* yuva hacimleri üzerindeki etkileri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Eğime göre değerlendirildiğinde belirlenen farklı 4 eğim grubunda bulunan *F. rufa* yuva hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p>0,05$) (Tablo 3.8). %20'den daha az, %20-30 eğim aralığında, %30-40 eğim aralığında ve %40'dan daha fazla eğime sahip olan meşcerelerdeki ortalama yuva hacimleri sırasıyla 0,707 m^3; 0,423 m^3; 0,923 m^3 ve 0,480 m^3'dür.

Yükseltiye göre değerlendirildiğinde belirlenen 3 farklı yükselti grubunda bulunan *F. rufa* yuva hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$) (Tablo 3.8). Yükseltiye göre Mann-Whitney U testi ile ikili karşılaştırmalar yapıldığında 1500 m'den daha düşük olan meşcerelerdeki ve 1500-1700 m'de bulunan meşcerelerdeki

ortalama yuva hacimleri ile 1500 m'den daha düşük olan meşcerelerdeki ve 1700 m'den daha fazla yükseltiye sahip meşcerelerde bulunan yuvaların ortalama hacimleri istatistiksel olarak farklılık göstermektedir ($p<0,05$).

1500 m'den daha düşük alanlar, 1500-1700 m ve 1700 m'den daha yüksek alanlardaki ortalama yuva hacimleri sırasıyla 0,260 m^3; 0,672 m^3; 0,829 m^3'dür. Yükselti arttıkça ortalama yuva hacimlerininde arttığı görülmektedir. Diğer bir ifade ile 1500 m'den daha düşük merşcerelerde bulunan ortalama yuva hacimleri diğer yükseltilerde bulunan yuva hacimlerinden küçük olması istatistiksel olarak anlamlıdır.

Tablo 3.8 Farklı eğim ve yükselti gruplarında bulunan *Formica rufa* yuva hacimlerinin ortalamaları arasındaki farklılığın kontrolü, Kruskal Wallis H testi Sonuçları

aktör	Gruplar	N	Sıra Ortalaması	df	P*
Eğim (%)	<20	26	22,71	3	0,230
	20-30	10	18,70		
	30-40	6	32,50		
	>40	3	20,83		
Yükselti (m)	<1500	8	11,44	2	0,023
	1500-1700m	20	25,58		
	>1700	17	25,41		

*P<0,05

Bakıya göre değerlendirildiğinde güneşli ve gölgeli bakılarda bulunan *F. rufa* yuva hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ($p>0,05$) (Tablo 3.9). Güneşli bakılarda bulunan meşcerelerdeki ortalama yuva hacmi 0,573 m^3, gölgeli bakılarda bulunan meşcerelerdeki ortalama yuva hacmi ise 0,673 m^3'dür.

Tablo 3.9 Bakıya göre *Formica rufa* yuva hacimlerinin ortalamaları arasındaki farklılığın kontrolü, Mann-Whitney U testi sonuçları

Faktör	Gruplar	N	Sıra Ortalaması	P*
Bakı	Güneşli	37	19,93	0,501
	Gölgeli	8	23,57	

*P<0,05

3.5.3 *Formica rufa* Yuva Büyüklüğünü Etkileyen Bazı Klimatik Faktörlere Ait Bulgular

Klimatik özelliklerinden sıcaklık, yağış ve solar radyasyonun *F. rufa* yuva hacimleri üzerindeki etkileri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Sıcaklığa göre değerlendirildiğinde belirlenen 4 farklı sıcaklık grubunda bulunan *F. rufa* yuvalarının ortalama hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p>0,05$) (Tablo 3.10). 11°C'den daha düşük sıcaklığa sahip, 11-12 °C, 12-13 °C ve 13°C'den daha yüksek sıcaklığa sahip olan meşcerlerde bulunan ortalama yuva hacimleri sırasıyla 0,797 m^3; 0,722 m^3; 0,3533 m^3 ve 0,1500 m^3'dür. Yuva hacimlerinin ortalamaları açısından değerlendirildiğinde 11°C'den daha düşük ve 11-12 °C arasında olan meşcerelerde bulunan yuvalar diğer sıcaklık aralıklarına göre daha büyük yuva hacmine sahip olduğu görülmektedir.

Yağışlara göre değerlendirildiğinde belirlenen 4 farklı yağış grubunda bulunan *F. rufa* yuvalarının ortalama hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p>0,05$) (Tablo 3.10). 53 mm'den daha düşük yağış alan, 53-54 mm, 54-55 mm ve 55 mm'den daha fazla yağış alan meşcerlerde bulunan ortalama yuva hacimleri sırasıyla 0,608 m^3; 0,645 m^3; 0,371 m^3 ve 1,588 m^3'dür. Hacim ortalamaları açısından değerlendirildiğinde 55 mm'den daha fazla yağışlı olan meşcerelerde bulunan yuvalar diğer yağış aralıklarına göre daha büyük yuva hacmine sahiptir.

Tablo 3.10 Farklı sıcaklık, yağış ve solar radyasyon gruplarında bulunan *Formica rufa* yuva hacimlerinin ortalamaları arasındaki farklılığın kontrolü, Kruskal Wallis H testi Sonuçları

Faktör	Gruplar	N	Sıra Ortalaması	df	P*
Sıcaklık (°C)	<11°C	21	26,33	3	0,051
	11-12°C	13	25,27		
	12-13°C	9	15,61		
	>13°C	2	6,50		
Yağış (mm)	<53	24	27,54	3	0,148
	53-54	13	22,27		
	54-55	8	10,56		
	>55	4	34,13		

Tablo 3.10'un devamı

Faktör	Gruplar	N	Sıra Ortalaması	df	P*
Solar radyasyon (WH/m^2)	<800000	4	24,00	3	0,849
	800000-850000	15	16,50		
	850000-900000	18	23,20		
	>900000	8	27,02		

*P<0,05

Solar radyasyona göre değerlendirildiğinde belirlenen 4 farklı grupta bulunan *F. rufa* yuva hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur (p>0,05) (Tablo 3.10). 800000 WH/m^2'den daha düşük, 800000-850000 WH/m^2, 850000-900000 WH/m^2 ve 900000 WH/m^2'den daha yüksek yoğunlukta olan meşcerelerdeki ortalama yuva hacimleri sırasıyla 0,910 m^3'; 0,517 m^3'; 0,670 m^3've 0,758 m^3'dür.

3.6 *Formica rufa* Yuvalarının Hacmi ile Meşcere Hacmi Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi

Formica rufa yuva hacmi ile yuvaların bulunduğu meşcerelerin hacimler arasındaki korelasyon değerlendirilmiştir. Buna göre 45 ayrı yerde bulunan *F. rufa* yuva hacimleri ile bu yuvaların bulunduğu meşcere hacimleri arasında (r= 0,300; p<0,005) orta düzeyde doğrusal bir korelasyon bulunmuştur. Buna göre meşcere hacmi arttıkça bu meşcerelerde bulunan *F. rufa* yuva hacimlerinin de arttığı söylenebilir.

4. TARTIŞMA

Birçok Avrupa ülkesinde yasal olarak korunmakta olan *Formica rufa* grubu (Sorvari, 2016) ekolojik olarak baskın ve ekosistemin işleyişi için önemli türlerdir (Frouz vd., 2016; Stockan ve Robinson 2016). Kırmızı orman karıncaları, ekolojik dengenin korunmasında ve zararlılarla mücadelede önemli bir rol oynarlar (Véle ve Modlinger, 2016). Farklı besin türleriyle beslendikleri için ormanların sağlık durumunu olumlu yönde etkilerler Czechowski vd., (2012). Ayrıca çevresel kararlılığı destekleyen yuva mimarileri (Penic ve Tschinkel, 2008), koloni boyutuna göre değişen işbölümü (Holbrook vd., 2011) ve toplu karar alma stratejileri (Sasaki ve Pratt 2011) nedeniyle dikkat çeken ve hayranlık uyandıran sosyal böceklerdir (Waters ve Fewel, 2012).

Kırmızı orman karıncalarının kolonilerinin nerede oluştuğunun bilinmesi oldukça önemlidir (Van Bungeum, 2022). Bu türlerin korunması ve yönetim stratejilerinin geliştirilebilmesi dağılımları ve habitat tercihleri hakkındaki ayrıntılı bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır (Dekoninck vd., 2014; Sorvari ve Hakkarainen 2007). Ekolojik olarak baskın olan orman karıncalarının bir habitatın destekleyebileceği koloni sayısı sınırlıdır (Savolainen ve Vepsäläinen, 1988). Orman karıncalarının dağılımını ve varlığını etkileyen faktörlerin başında, iklim, orman yapısı, ibreli ağaç sayısı (Vandegehuchte vd., 2017), ışık koşulları (Kilpeläinen vd., 2005, Klimetzek 1970, Sondej vd., 2018), gıda kaynaklarının varlığı (Kilpeläinen vd., 2005), topografik koşullar (Doncaster 1981) yükseklik, bakı, kapalılık, eğim (Punttila ve Kilpeläinen 2009; Risch vd., 2016; Seifert 2018; Serttaş vd., 2020; Vandegehuchte vd., 2017), meşcere gelişim çağı (Domisch vd., 2005, Kilpeläinen vd., 2008) gelmektedir.

Bu çalışmada *F. rufa* yuvalarının %44,4'ü saf, %55,6'sının karışık meşcerelerde tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak saf meşcerelere oranla yuvaların karışık meşcerlerde daha fazla bulunduğu görülmektedir. Çalışma alanında bulunan karışık meşcereler ibreli ağaçlardan Sarıçam-Göknar ve Sarıçam-Karaçam meşcereleridir. Bu bulgu ile literatürün paralellik gösterdiği görülmektedir. İbreli ağaçların varlığı, *Formica rufa* grubu için önemli faktörlerden biridir (Vandegehuchte vd., 2017) ve karışık ormanları saf ormanlara tercih ederler (Rosengren vd., 1979).

Avrupa ormanlarında genellikle ibreli karışık ormanlarda bulunurlar (Gösswalt, 1989). Vandegehuchte vd (2017)'de yapmış oldukları çalışmada orman karıncalarının yuvalarının yoğunluk olarak en yüksek oranda baskın türün Norveç ladini olduğu ibreli karışık ve ibreli-yapraklı karışık ormanlarda olduğunu belirtmektedirler. Serin (1999)'da *F. rufa* yuvalarının Bolu ormanlarında bulunan karışık ormanlarda daha yaygın olduğunu belirtmektedir.

Kapalılık, kırmızı orman karıncalarının önemli habitat faktörlerinden biridir (Punttila ve Kilpeläinen, 2009). Bu çalışmada da *F. rufa* yuvalarının %68,9'u orta ve tam kapalı (%40-70 ve %>70) meşcerelerde bulunması literatürle benzerlik göstermektedir. Öçal (2011)'de sedir ormanlarında yaptığı çalışmada yuvaların en çok 2 kapalı meşcerelerde bulunduğunu bunun yanında 3 kapalı meşcerelerde de yuvaların bulunduğunu vurgulamaktadır. Antonova ve Marinov (2021) *F. rufa*'nın yuva yoğunluğunun meşcere kapalılığından önemli ölçüde etkilendiğini ve %40-80 kapalılıkta *F. rufa* yuva sayılarının en yüksek seviyede olduğunu belirtmektedir. Buna karşılık Türkiye'nin güneyi için transplantasyonu yapılan *F. rufa* yuvalarının gevşek ve orta kapalı meşcerelerde daha başarılı olacağı tespit edilmiştir (Serttaş vd., 2020). *Formica polyctena*'nın kapalılığı yüksek alanları tercih ettiği vurgulanmakla (Berberich vd., 2022; Punttila 1996) birlikte Punttila ve Kilpeläinen (2009) *F. rufa* ve *F. polyctena*'nın düşük ve yüksek kapalılıkarda benzer oranlarda dağılım gösterdiği de belirtmektedir.

Meşcere gelişim çağları açısında bakıldığında bu çalışmada *F. rufa* yuvaları tüm gelişim çağlarında bulunmalarına rağmen %60'ının kalın ağaçlık çağında (>36 cm) bulunan meşcerelerde olduğu görülmüştür. Çalışma alanında daha yaşlı meşcerelerin daha yüksek oranda yuva barındırdığı görülmektedir. Meşcere yaşı ile, *F. rufa* yuva yoğunluğu arasında da bir pozitif korelasyon bulunmaktadır. Bununla birlikte en yüksek yoğunluk 70 ile 100 yaş arasındaki meşcerelerde kaydedilmiştir (Antonova ve Marinov 2021). *F. polyctena* Czechowski vd., 2012; Pisarski 1994; Punttila 1996) ve *F. rufa* yaşlı meşcereleri tercih etmektedir (Sondejii vd., 2018; Sorvari, 2009). Öçal (2011)'de *F. rufa* yuvalarının b ve c gelişim çağındaki sedir meşcerelerini tercih ettiğini belirtmektedir. Berberich vd (2022)'de *F. polyctena*'nın olgun çam ağaçlarının baskın olduğu ormanları tercih ettiğini bildirmektedir. *F. rufa* yuvalarının çalışma alanında boşluklu kapalı ormanlara kısayla verimli ormanları tercih ettikleri ayrıca

yetişme ortamı verimliliği açısından da II. ve III. bonitetteki alanlarda yoğunlaştıkları görülmüştür.

Bu çalışma ile *F. rufa* yuvalarının güneşli bakılara kıyasla gölgeli bakılarda bulunma oranının 5,5 kat daha yüksek olduğu bulunmuştur. Freitag vd., (2016a) kırmızı orman karınca türlerinin yuvalarının doğuya bakan yamaçlarda bulunma olasılığının yüksek olduğunu vurgulamaktadır. Bu sonuçlara paralel olarak doğu bakılarda (Vandegehuchte vd 2017), doğu, kuzeydoğu ve kuzey bakılarda daha fazla kırmızı orman karıncası yuvası bulunmaktadır (Serttaş vd., 2021). Öçal (2011)'de karıncaların yuva yapmak için kuzey bakılı yamaçları tercih ettiğini belirtmektedir. Kilpeläinen, (2008)'de karıncaların Boreal orman kuşağındaki ladin ve sarıçam ormanlarında daha fazla güneş alan meşcerenin kenar kısımlarını tercih ettiğini vurgulamaktadır. Bu türlerin doğu bakıları tercih etmelerinin nedeni günün en soğuk saatlerinde sabah güneşini alarak ısınmasını ve en sıcak saatler olan öğlen saatlerinde çok yoğun solar radyasyondan kaçınması olarak yorumlanabilir (Vandegehuchte vd., 2017). Bu durum özellikle yüksek rakımlarda bulunan yuvalar açısından bir avantajdır.

Çalışma alanında *F. rufa* yuvalarının genellikle düşük eğimli ve 1500 m'den daha yüksekte bulunan meşcereleri tercih ettiği görülmektedir. Öçal (2011)'de Türkiye'nin kuzeybatısında saf sedir ormanlarında yaptığı çalışmada benzer şekilde eğimin düşük (15-26°), yükseltinin 1500-1700 m olduğu alanlarda yuva kurma alanı olarak en çok tercih edilen habitatlar olduğunu belirtmektedir. Aktaç (1987) yuvaların genellikle 800 ile 2600 metre arasındaki düz ve hafif eğimli alanlarda bulunduğunu vurgulamaktadır. Bu bulgunun aksine Risch vd (2016) Orta Avrupa'da *F. polyctena, F. rufa* ve *F. pratensis'*in esas olarak 1500 m'nin altında bulunduğunu belirtmektedir.

Kırmızı orman karıncalarının üç farklı türünün değerlendirildiği çalışmada farklı türlerin farklı yükselti aralıklarında bulunabileceği belirtilmektedir. Bu türlerden *F. rufa*'nın 537 ile 1650 m arasında dağılım gösterdiği, *F. rufa*'nın diğer türlere (*F. lugubris* ve *F pratensis*) kıyasla daha yüksek rakımlı alanları (1001-1700 m) tercih ettiği tespit edilmiştir (Antonova ve Marinov, 2021). Ilıman bölgelerde. *F. rufa* genellikle dağlık alanların daha aşağı kesimlerini tercih etmektedir (Seifert 2018). *F. lugubris* yuvaları daha karasal iklimi ve daha yüksek yaz radyasyonu seviyeleri

nedeniyle yüksek rakımlarda bulunmaktadır (Vandegehuchte vd., 2017). Kırmızı orman karınca yuvaları Türkiye, Bolu-Aladağ'da 1515-1570 m yükseltiler arasında (Serin, 1999), Kuzey Amerika'da 1600-2400 m yükseltiler (Risch vd., 2008) arasındaki bulunmaktadır.

Klimatolojik faktörlere göre ise bu çalışmada *F. rufa* yuvalarının farklı sıcaklık gruplarındaki meşcerelere dağılmalarında daha fazla oranda 11 °C'den daha düşük sıcaklığa sahip meşcereleri, 53 mm'den daha az yağış alan ve 800000-900000 WH/m^2 solar radyasyon olan meşcereleri tercih ettikleri tespit edilmiştir. *F. rufa* grubunun yuvaları, hem dış hem de iç ısı kaynakları tarafından ısıtılabilir. Ana dış ısı kaynağı ise güneş radyasyonudur (Hölldobler vd., 1981). Solar radyasyon yuvanın ısıtılması ve yuva malzemesinin kuru tutulması açısından önemlidir (Frouz, 2000). Zakharov (1978) küçük *F.rufa* yuvalarının (çapı 0,6 m ye kadar) ısı düzenleme yeteneğine sahip olmadığını ve bu tür yuvalarda ısınma rejiminin güneş radyasyonuna bağlı olduğunu belirtmektedir. Kuzey Amerikada yağışın 250-760 mm arasında olduğu ormanlarda yuvaları daha fazladır (Risch vd., 2008).

Formica rufa yuvası, genel olarak ince dallar ve ibrelerden oluşmuş gevşek konik bir höyük şeklindedir (Dmitrienko ve Petrenko, 1976). Yuva boyutu, koloninin büyüklüğü ve sağlığını temsil eden bir göstergedir (Freitag vd., 2016b). Farklı çapa ve yüksekliğe sahip yuvalar, farklı populasyon büyüklüklerine ve farklı yaşlardaki kolonileri temsil etmektedir. Büyük karınca yuvaları kural olarak daha yaşlıdır ve onlarca, hatta yüzlerce yıl varlıklarını sürdürebilirler (Zakharov, 2015). Kolonilerin populasyonu, sabit koşullarda oldukça kararlıdır ve 10 yıl içinde karınca yuvası sayısı %8-10 arasında değişim gösterebilir (Dyachenko, 2017).

Bir kolonide çok sayıda büyük karınca yuvasının bulunması, uzun yıllar boyunca istikrarlı varlığının bir işareti olabilir (Stukalyuk vd., 2021). Bazı araştırmalar, meşcere yaşının, orman yapısındaki bazı farklılıkların, kırmızı orman karıncalarının miktarı ve yuva boyutu üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu belirtmektedir (Gibb ve Johansson 2010; Punttila 1996). Çalışma alanında *F. rufa* yuvalarının yüksekliklerinin 37-123 cm arasında değiştiği ve ortalama yüksekliğin 72,67 cm olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında kuzey güney ve doğu batı yönünde yapılan ölçümlere göre yuva çapları

28-131 cm arasında değişmekte olup ortalama yuva çapı 59,62 cm'dir. Bu verilere göre yuvaların ortalama hacmi 0,6578 m^3'dür.

Farklı kırmızı orman karınca türlerine göre yuvaların çapı 0,5m - 4m arasında değişebilmekte ve 1,8m yüksekliğe kadar ulaşabilmektedir (Zakharov, 2015). Punttila ve Kilpelainen (2009), Finlandiya'da yaptığı çalışmada ortalama yuva yüksekliğini *F. polyctena* için 0,73m, *F. aquilonia* için 0,53m, *F. rufa* için 0,49m ve *F. lugubris* için 0,45m olarak tespit etmiştir. Ortalama yuva çapları için ise *F. polyctena* için 1,33m, *F. aquilonia* ve *F. rufa* için 1,00m, *F. lugubris* için 0,81m olarak belirlemiştir. Ayrıca ortalama yuva hacimleri *F. polyctena* için 1,01m^3, *F. rufa* için 0,40m^3 olduğu belirtilmiştir. *F. rufa* için bu çalışmada elde edilen ortalama yuva yüksekliği, çapı ve hacmi Fillandiya'da elde edilen sonuçlardan fazladır. Genellikle *F. lugubris* (Gyllenstrand ve Seppa, 2003) ve *F. rufa* (Zakharov, 2015) 'in yuvaları diğerlerine göre daha büyük olmaktadır.

Meşcere özelliklerinden karışım, kapalılık, gelişim çağı, bonitet ve niteliğin *F. rufa* yuva hacimleri üzerindeki etkileri değerlendirildiğinde kapalılık, bonitet, gelişim çağı ve niteliğin yuva hacmini etkilediği meşcere karışımının ise etkilemediği belirlenmiştir. Boşluklu kapalı meşcerelerde bulunan ortalama yuva hacimleri diğer kapalılıklarda, diğer bonitetlerde ve diğer gelişim çağlarında bulunan ortalama yuva hacimlerinden daha küçüktür ve istatistiksel olarak farklıdır. Chen ve Robinson (2014) kapalılığın artmasıyla yuva boyutunun önemli ölçüde arttığını belirtmektedir.

Vandegehuchte vd., (2017)'de *F. lugubris* yuvalarının yüksek yaz güneş radyasyonundan olumlu etkilendiğini ve türün kapalı ormanlardaki güneşli alanlarda daha büyük yuvalar oluşturabileceğini, *F. paralugubris* genellikle daha açık ormanlarda ve daha az güneşli alanlarda büyük yuvalar oluşturabileceğini ifade etmektedir. Punttila (1996), küçük yuva boyutlarının genç ormanlar için tipik olduğu belirtmektedir. Aynı zamanda verimli ormanlarda bulunan ortalama yuva hacimleri boşluklu kapalı ormanlarda bulunanlardan daha büyüktür.

Topoğrafik faktörlerden ise eğimin ve bakının ortalama *F. rufa* yuva hacimlerini etkilemediği ancak yükseltinin etkilediği belirlenmiştir. Yükselti açısından

bakıldığında yükselti arttıkça yuva hacimleri de artmaktadır. Bunun yanında bizim bulgularımız ile uyuşmasa da ışık miktarının yuva boyutunu etkilediği ve gölge arttıkça yuvanın çapı, yüksekliği ve hacminin arttığı da belirtilmiştir (Sondej vd., 2018). Klimatolojik özelliklerinden sıcaklık, yağış ve solar radyasyonun *F. rufa* yuva hacimleri üzerindeki etkileri değerlendirildiğinde üç faktöründe ortalama yuva hacmini etkilemediği belirlenmiştir. Yuva kolonileri için tüm yuvaların boyutlarının toplamını ifade eden koloni boyutu üzerinde solar radyasyonun önemli bir etkisi bulunmamaktadır (Chen ve Robinson, 2014).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma Ankara Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Çerkeş Orman İşletme Müdürlüğü'nde bulunan Çerkeş ve Kurtçimeni Orman İşletme Şefliği ormanlarında yürütülmüştür.

Çerkeş Orman İşletme Şefliğinde 34 adet, Kurtçimeni Orman İşletme Şefliğinde, ise 11 adet olmak üzere toplam 45 adet *Formica rufa* yuvası belirlenmiştir. Her yuvanın olduğu yerde örnek alanlar alınmış ve bu örnek alanlarda toplam 1771 adet ağaç değerlendirilmiştir. Bu ağaçların %56,9'u Sarıçam, %34,9'u Göknar ve %8,2'si Karaçam'dır.

Formica rufa yuvalarının dağılımları ve yuva hacimleri bazı meşcere özellikleri (karışım, kapalılık, gelişim çağı, nitelik ve bonitet), bazı topografik (bakı, eğim ve yükselti) ile klimatolojik (sıcaklık, yağış ve solar radyasyon) özelliklere göre değerlendirilmiştir.

Meşcere özelliklerinden karışım dikkate alındığında, *F. rufa* yuvalarının %44,4'ü saf, %55,6'sı ise karışık meşcerelerde bulunmaktadır.

F. rufa yuvalarının kapalılığa göre dağılımına bakıldığında yuvaların büyük oranda orta ve tam kapalı meşcelerde bulundukları tespit edilmiştir.

Meşcere gelişim çağlarına göre değerlendirildiğinde ise *F. rufa* yuvaların çoğunlukla d gelişim çağında bulunan meşcerelerde yer aldıkları belirlenmiştir.

Yetişme ortamı verimliliği açısından *F. rufa* yuvaların en fazla II. bonitette bulundukları ayrıca yuvaların %82,2'si II. ve III. bonitetlerde tespit edilmiştir.

Meşcerelerin niteliğine göre ise *F. rufa* yuvalarının 4,6 kat daha fazla oranda verimli meşcerelerde tercih ettiği görülmektedir.

Topoğrafik özelliklerinden bakı, eğim ve yükselti değerlendirilmiştir. Bakı dikkate alındığında, *F. rufa* yuvaları yaklaşık 5,5 kat oranında gölgeli bakılarda bulunmaktadır.

Eğime göre değerlendirildiğinde *F. rufa* yuvalarının yarıdan fazlasının %20'den daha az eğime sahip olan meşcerelerde bulunduğu görülmüştür.

Yükseltiye göre değerlendirildiğinde ise *F. rufa* %58,6'sının 1500 m'den daha yüksekte bulunan meşcerelerde olduğu tespit edilmiştir.

Klimatolojik özelliklerinden sıcaklık, yağış ve solar radyasyon değerlendirilmiştir. Sıcaklık dikkate alındığında, *F. rufa* yuvalarının 11 °C'den daha düşük alanları tercih etme oranları %46,7 ve 12 °C'den daha düşük alanları tercih oranları %75,6 olmuştur.

Ortalama yıllık yağış miktarları değerlendirildiğinde ise *F. rufa* yuvalarının daha düşük oranda yağışlı olan meşcereleri tercih ettikleri görülmektedir.

F. rufa yuvalarının farklı solar radyasyon gruplarındaki meşcerelere dağılımlarında 800000-900000 WH/m^2 solar radyasyon olan alanlarda yoğunlaştıkları belirlenmiştir.

Formica rufa yuvalarının büyüklüğünü etkileyen bazı meşcere özellikleri (karışım, kapalılık, gelişim çağı, nitelik ve bonitet), bazı topografik (bakı, eğim ve yükselti) ile klimatolojik (sıcaklık, yağış ve solar radyasyon) özellikler de ayrıca değerlendirilmiştir.

Kapalılığa göre değerlendirildiğinde 1; 2; 3 kapalı ve boşluklu kapalı meşcelerde bulunan *F. rufa* yuva hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır. Boşluklu kapalı merşcerelerde bulunan ortalama yuva hacimleri diğer kapalılıklarda bulunan yuva hacimlerinden küçüktür.

Bonitete göre değerlendirildiğinde II., III. bonitet de ve boşluklu kapalı meşcelerde bulunan *F. rufa* yuva hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır.

Boşluklu kapalı meşcerelerde bulunan ortalama yuva hacimleri diğer bonitetlerde bulunan yuva hacimlerinden daha küçüktür.

Gelişim çağlarına göre a, b, c, d ve boşluklu kapalı meşcelerde bulunan *F. rufa* yuva hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. Boşluklu kapalı meşcerelerde bulunan ortalama yuva hacimleri diğer gelişim çağlarında bulunan yuva hacimlerinden daha küçüktür.

Meşcere niteliğine göre verimli ve boşluklu kapalı meşcelerde bulunan *F. rufa* yuva hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. Verimli meşcerelerdeki yuvaların ortalama hacimleri boşluklu kapalı meşcerelerdekilerden daha büyüktür.

Meşcere karışımına göre saf ve karışık meşcelerde bulunan *F. rufa* yuva hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur.

Topoğrafik özelliklerden eğime ve bakıya göre değerlendirildiğinde farklı eğim gruplarında ve bakı gruplarında bulunan *F. rufa* yuva hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur.

Topoğrafik özelliklerden farklı yükselti gruplarında bulunan *F. rufa* yuva hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır. 1500 m'den daha düşük meşcerelerde bulunan ortalama yuva hacimleri diğer yükseltilerde bulunan yuva hacimlerinden daha küçüktür.

Klimatolojik özelliklerden sıcaklık, yağış ve solar radyasyonun *F. rufa* yuva hacimleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir.

F. rufa'nın yuva yoğunlukları ve dağılımları bölgeden bölgeye değişiklik gösterebilir. Bu nedenle bu tür çalışmaların bölge bazında yapılması sağlanmalıdır.

Doğal *F. rufa* yuvalarının dağılımı ve habitat tercihleri ile yuva büyüklüğünü etkileyen faktörlerin ortaya koyulabilmesi için daha ayrıntılı bilgiler elde edilebilecek çalışmalar yapılmalıdır.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar kırmızı orman karıncalarının koruma ve yönetim stratejileri geliştirilmesi açısından önemlidir.

Özellikle transplantasyonu yapılacak *F. rufa* yuvalarının yerleri belirlenirken bu çalışmada belirtilen meşcere, topoğrafik ve klimatolojik faktörlerin etkileri dikkate alınmalıdır.

Bu türlerin bulundukları habitatlarda geniş periyotlarda izlenmeleri, korunmaları açısından oldukça önemlidir. Aynı zamanda bulundukları habitatların iyileştirilmesi ve bu alanların korunması sağlanmalıdır.

Ormanlarda bulunan zararlı böceklerde mücadelede biyolojik kontrol ajanı olarak etkin oldukları için ekolojik dengenin korunmasındaki önemli rolleri dikkate alındığında ormanlardaki varlıklarının sürekliliğin sağlanması ve korunmaları için gerekli tedbirler alınmalıdır.

KAYNAKLAR

Agosti, D., Majer, J., Alonso, L., & Schultz, T. (2000). Sampling Ground-dwelling Ants: *Case Studies from the Worlds' Rain Forests.*

Aksu, Y., Çelik Göktürk, B. (2013). *Formica rufa L*. (*Hymenoptera: Formicidae*)'nın biyolojisi, morfolojisi, transplantasyonu ve biyolojik mücadeledeki önemi. *Orman Mühendisleri Dergisi. 50*, 29-34.

Aktaç, N. (1987). Research on spread and taxonomy of red wood ants (*Formica rufa, Hymenoptera: Formicidae*) in Turkey. *1st Entomology Congress of Turkey*, October 13-16, İzmir.

Anonim, (2013). Avrupa Kırmızı Orman Karıncası *Formica pratensis*, Tür Koruma Eylem Plani Rapor. Edirne İli "Avrupa Kırmızı Orman Karıncası (*Formica pratensis*) Tür Koruma Eylem Planı" Projesi, Edirne, 61

Antonova, V., & Marinov, M. P. (2021). Red wood ants in Bulgaria: distribution and density related to habitat characteristics. *Journal of Hymenoptera Research*, 85, 135.

Barden, P. M., Fewell, J. H. & Holbrook, C. T. (2011). Division of labor increases with colony size in the harvester ant Pogonomyrmex californicus. *Behavioral Ecology*, 22(5), 960-966

Baş, R., (1973). Türkiye'de Orman Ağaçlarına Zarar Yapan Zar Kanatlılar (*Hymenoptera*) Üzerine Araştırmalar. OGM Sıra No: 570, Seri No: 23, Ongun Kardeşler Matbaası, Ankara, VII+169

Berberich, G. M., Berberich, M. B., & Gibhardt, M. (2022). Red wood Ants (*Formica rufa-group*) prefer mature pine forests in Variscan granite environments (*Hymenoptera: Formicidae*). *Fragmenta entomologica*, 54(1), 1-18.

Bujan, J., K. A. Roader, K. De Beurs, M. D. Weiser, M. Kapsari. 2020a, Thermal diversity of Nort American ant communities: cold tolerance but not heat tolerance tracks ecosystem temperature. Glob Ecol. Biogeogr. 29:1486-1494.

Carus, S., 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.

Castella, G., Chapuisat, M., & Christe, P. (2008). *Prophylaxis with resin in wood ants*. Anim Behav. 2008; 75(4), 1591-1596.

Chapman, R. E., & Bourke, A. F. (2001). The influence of sociality on the conservation biology of social insects. *Ecology Letters*, 4(6), 650-662.

Chen, Y. H., & Robinson, E. J. (2014). The relationship between canopy cover and colony size of the wood ant Formica lugubris-Implications for the thermal effects on a keystone ant species. *PLoS One, 9*(12), e116113.

Coenen-Stass, D., Schaarschmidt, B., & Lamprecht, I. (1980). *Temperature distribution and calorimetric determination of heat production in the nest of the wood ants Formica polyctena (Hymenoptera Formicidae)*. Ecology. 61, 238-244.

Cotti, G. (1963). Bibliografia ragionata 1930-1961 del Gruppo *Formica rufa* in Italiano, Deutsch, English. Min. Agric. For. Roma, Call. Verde 8, 413 pp.

Czechowski vd., (2012). Czechowski W., Godzinska E. J., Kozlowski M. W. (2002). Rescue Behaviour shown by workers of Formica sanguinea Latr., F. Fusca L. and F. Cinerea Mayr (*Hymenoptera: Formicidae*) in response to their nestmates caught by an ant lion Larva – Ann. Zool., 52, 423-431.

Çakır, M. (2021). Orman Karıncalarının (*Formica rufa* grup) Mikroeklembacaklı Komünite Yapısına Etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 23*(3), 941-949

Çakır, M., Makineci, E. (2011). Toprak faunası: sınıflandırılması ve besin ağındaki yeri, *İÜ Orman Fakültesi Dergisi, 61*(2), 43-5.

Çakır, M., Tunç, T. (2019). Ayrışma Sürecinde Orman Karıncalarının (*Formica rufa* grup) Rolü: İlk Yıl Sonuçları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 21*(2), 477-485.

Çamlıtepe, Y., & Aksoy, V. (2019). Distribution and Conservation Status of the European Red Wood Ant Species Formica pratensis Retzius, 1783 (*Hymenoptera, Formicidae*) in (European) Turkey. *Journal of the Entomological Research Society, 21*(2), 199-211.

Dekoninck, W., Maebe, K., Breyne, P., & Hendrickx, F. (2014). Polygyny and strong genetic structuring within an isolated population of the wood ant *Formica rufa. Journal of Hymenoptera Research, 41*, 95-111.

Dmitrienko, V.K. and Petrenko, E.S., *Ants in the Taiga Biocenoses of Siberia* (Nauka, Novosibirsk, (1976).

Domisch, T., Finér, L., & Jurgensen, M. F. (2005). *Red woodant mound densities in managed boreal forests.* Annales Zoologici Fennici 42, 277-282.

Domisch, T., Finer, L., Jurgensen, M. F., Kilpelainen, J., Neuvonen, S., Punttila, P., … & Niemela, P. (2013). The role of wood ants (*Formica rufa group*) in carbon and nutrient dynamics of a boreal Norway spruce forest ecosystem. Ecosystems, 16, 196-208.

Doncaster, C. P. (1981). The spatial distribution of ants' nestson Ramsey Island, South Wales. *Journal of Animal Ecology, 50*, 195-218.

Dyachenko, N.G. (2017). Red wood ants of Belovezhskaya Pushcha. Moscow, Russia: KMK (in Russian).

Ellis, S. (2015). The organisation of polydomous nesting in wood ant colonies: behaviour, networks, foraging and resource redistribution (*Doctoral dissertation, University of York*).

Freitag, A., Kaiser-Benz, M., Bernasconi, C., Cherix, D., Düggelin, C., Risch, A., & Wermelinger, B. (2016a). *Vielfalt und Verbreitung der Waldameisen in Graubünden (Hymenoptera, Formicidae, Formica rufa-Gruppe):* erste Ergebnisse. Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden 119, 161-176.

Freitag, A., Stockan, J.A., Bernasconi, C., Maeder, A., & Cherix, D. (2016b). Sampling and Monitoring Wood Ants. In: Stockan, J.A., Robinson, E.J.H. (Eds.), Wood Ant Ecology and Conservation. *Cambridge University Press*, Cambridge, pp. 238-263.

Frouz J., & Kalčík, J. (2005). *Cudlín P.Accumulation of phosphorus in nests of red wood ants Formica s. str*. Ann Zool Fennici. 42(3), 269-275.

Frouz, J. (2000). *The effect of nest moisture on daily temperature regime in the nests of Formica polyctena wood ants*. Insectes sociaux, 47(3), 229-235.

Frouz, J., & Jilkova, V. (2008). The effect of ants on soil properties and processes (*Hymenoptera: Formicidae*). Myrmecological News, 11(11), 191-199.

Frouz, J., Jilkova, V., & Sorvari, J. (2016). Contribution of wood ants to nutrient cycling and ecosystem function. In: Stockan, J.A., & Robinson, E.J.H. (Eds.): Wood ant ecology and conservation. *Cambridge University Press*, Cambridge, UK, pp. 207-220.

Gibb, H., Johansson, T. (2010). *Forest succession and harvesting of hemipteran honeydew by boreal ants.* Annales Zoologici Fennici, 47, 99-110.

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 Phylogeny and Evolution* 32, 198-206.

Gösswald, K. (1989a). Die Waldameise. Band I. Biologische Grundlagen, Ökologie und Verhalten. AULA, Wies baden, German

Gyllenstrand, N., & Seppä, P. (2003). Conservation genetics of the wood ant, *Formica lugubris*, in a fragmented landscape. *Molecular Ecology*, 12(11), 2931-2940.

Hillebrand, H., Gruner, D.S., Elizabeth, T., Borer, E.T., Bracken, M.E.S., & Cleland, E.E. et al. (2007). Consumer versus resource control of producer diversity depends on ecosystem type and producer community structure. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104, 10904-10909.

Horstmann, K., Schmid, H. (1986). Temperature regulation in nests of the wood ant, *Formica polyctena (Hymenoptera: Formicidae)*. *Entomologia Generalis.* 11(3-4), 229-236.

Hölldobler, B. and Wilson, E.O. (1990). The Ants. The Belknap Press of *Harvard University Press,* Cambridg.

Hughes, J., & Broome, A. (2007). Forests and wood ants in Scotland. *Forestry Commission, Information Note,* 8.

Jones, C.G., Lawton, J.H., & Shachak, M. (1994). Organisms as ecosystem engineers. Nordic Society Oikos, 69, 373-386.

Jurgensen, M. F., Finér, L., Domisch, T., Kilpeläinen, J., Punttila, P., Ohashi, M., M., Niemelä, P., Sundström, L., Neuvonen, S., & Risch, A. (2008). Organic mound-building ants: their impact on soil properties in temperate and boreal forests. *Journal of Applied Entomology, 132*(4), 266-275.

Jusino-Atresino, R., & Phillips, S. A. (2021). Impact of red imported fire ants on the ant fauna of central Texas. *In Exotic Ants CRC Press*. (259-268).

Kadochová, Š., & Frouz, J. (2013). Thermoregulation strategies in ants in comparison to other social insects, with a focus on red wood ants (*Formica rufa group*). F1000Research, 2.

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.

Kilpeläinen, J., Finér, L., Niemelä, P., Domisch, T., Neuvonen, S., Ohashi, M., ... & Sundström, L. (2007a). 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.

Kilpeläinen, J., Punttila, P., Fnér L., Niemelä, P., Domisch, T., Jurgensen, M.F., Neuvonen S., Ohashı, M., Risch A.C., Sundström, L. (2007b). Distribution of ant species and mounds (*Formica*) in different-aged managed spruce stands in Eastern Finland. *Journal Applied Entomology, 132,* 315-325.

Kilpeläinen, J., Punttila, P., Sundström, L., Niemelä, P., & Finér, L. (2005). *Forest stand structure, site type and distribution of ant mounds in boreal forests in Finland in the 1950s*. Annales Zoologici Fennici 42, 243-258

Klimetzek, D. (1970). Zur Bedeutung des Kleinstandorts fürdie Verbreitung hügelbauender Waldameisen der *Formica rufa* - Gruppe (*Hymenoptera: Formicidae*). *Zeit-schrift für Angewandte Entomologie, 66,* 45-48.

Kristiansen, S. M., Amelung, W., & Zech, W. (2001). Phosphorus forms as affected by abandoned anthills (*Formica polyctena Förster*) in forest soils: sequential extraction and liquid-state P-NMR spectroscopy. J Plant Nutr Soil Sci 164, 49-55.

Lavelle, P., Bignell, D., Lepage, M., Wolters, W., Roger, P., Ineson, P., Heal, O., & Dhillion, S. (1997). "Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers", *European Journal of Soil Biology 33(*4), 159-193.

Lenoir, L., Persson, T., & Bengtsson, J. (2001). Wood ant nests as potential hot spots for carbon and nitrogen mineralisation. *Biology and fertility of Soils*, *34*(4), 235-240.

Mabelis, A.A. (2007). Do ants need protecting ? Entomologische Berichten, 67(4), 145-149.

Moffett, M. W., Garnier, S., Eisenhardt, K. M., Furr, N. R., Warglien, M., Sartoris, C., Ocasio,W., Knudsen,T., Bach, L.A., & Offenberg, J. (2021). Ant colonies: building complex organizations with minuscule brains and no leaders. *Journal of Organization Design*, *10*(1), 55-74.

Moreau, C. S., Bell, C. D., Vila, R., Archibald, S. B., & Pierce, N. E. (2006). *Phylogeny of the ants: Diversification in the age of angiosperms*. Science, 312(5770), 101-104.

OGM, 2014. Ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajman planlarının düzenlenmesine ait usul ve esaslar. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Tebliğ No: 299. 227, Ankara.

Öçal, F. (2011). Isparta-Senirkent Kapıdağ Sedir Ormanında *Formica rufa*'nın envanteri ve habitat tercihi. *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi.

Özdamar, K. (2003). SPSS ile Biyoistatistik, Kaan Kitabevi, Yenilenmiş 5. Baskı, Eskişehir.

Öztan, Ü. (1979). Orman karıncaları ormanın sağlık melekleridir. Bilim ve Teknik, Sayı: 141, 1-5, Ağustos (Karl Gosswald'dan çeviri).

Pamilo, P., Gertsch, P., Thorén, P., & Seppä, P. (1997). Molecular population genetics of social insects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, *28*(1), 1-25.

Parmentier, T., Dekoninck, W., & Wenseleers, T. (2014). *A highly diverse microcosm in a hostile world: a review on the associates of red wood ants (Formica rufa group)*. Insectes Sociaux, 61(3), 229-237.

Parr, C. L., & Bishop, T. R. (2022). The response of ants to climate change. *Global change biology*, *28*(10), 3188-3205.

Penick, C.A., & Tschinkel, W. R. (2008). *Thermoregulatory brood transport in the fire ant, Solenopsis invicta*. Insectes Sociaux 55, 176-182.

Pisarski B., & Czechowski vd., (2012). *Ways to reproductive success of wood ant queens*. Memorabilia Zoologica, 48, 181-186

Punttila, P. (1996). Succession, forest fragmentation, and the distri¬bution of wood ants. Oikos, 75, 291-298.

Punttila, P., & Kilpeläinen, J. (2009). *Distribution of mound-building ant species (Formica spp., Hymenoptera) in Finland: preliminary results of a national survey*. Annales Zoologici Fennici 46(1), 1-15.

Risch, A. C., Jurgensen, M. F., Schütz, M., & Page-Dumroese, D. S. (2005). The contribution of red wood ants to soil C and N pools and CO2 emissions in subalpine forests. *Ecology*, *86*(2), 419-430.

Risch, A.C., Ellis, S., & Wiswell, H., (2016). Where and why? Wood ant population ecology. Edited by. Stockan,J.A., Robinson, E.J.H. Wood ant ecology and conservation. *Cambridge University Press*.81-105.

Risch, A.C., Jurgersen, M.F., Storer, A.J., Hyslop, M.D., & Schütz, M., (2008). Abundance and distribution of organic mound building ants of the *Formica rufa group* in Yellowstone National Park. *Journal Applied Entomology 132*, 326-336.

Robinson, E.J., & Stockan, J. A. (2016). Future directions for wood ant ecology and conservation. Edited by. Stockan,J.A., Robinson, E.J.H. Wood ant ecology and conservation. *Cambridge University Press*.287-299.

Rolstad, J., Loken, B., & Rolstad, E., (2000). *Habitat selection as a hierarchical spatial process: the green woodpecker at the northern edge of its distribution range*. Oecologia 124, 116-129.

Rosengren, R., Fortelius, W., & Lindström, K. et al.: *Phenology and causation of nest heating and thermoregulation in red wood ants of the Formica rufa group studied in coniferous forest habitats in southern Finland.* Annales Zool Fennici. 1987, 24: 147-155

Rosengren, R., Vepsalainen, K., & Wuorenrinne, H. (1979). *Distribution, nest densities, and ecological significance of wood ants (the Formica rufa group) in Finland*. OILB Bull SROP 3, 181-213.

Rosumek, F.B. (2017). Natural history of ants: what we do not know about trophic and temporal niches of neotropical species. *Sociobiology*, *64*, 244-255.

Sasaki, T., & Pratt, S. C. (2011). Emergence of group rationality from irrational individuals. *Behavioral Ecology*, *22*, 276-281.

Savolainen, R., & Vepsäläinen, K., (1988). *A competition hierarchy among boreal ants: Impact on resource partitioning and community structure*. Oikos 51, 135-155.

Seeley, T.D. and Heinrich, B. (1981*). Regulation of temperature in the nest of social insects In: Insect Thermoregulation* (B. Heinrich, Ed). John Wiley and Sons. pp 160-234.

Seifert, B. (2018). The ants of central and north Europe. *Lutra Verlags-und Vertriebsgesellschaft*, 407.

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 No:2, 133-182.

Serttaş, A., Bakar, Ö., Alkan, U. M., Yılmaz, A., Yolcu, H. I., & Ipekdal, K. (2020). Nest Survival and Transplantation Success of *Formica rufa (Hymenoptera: Formicidae*) Ants in Southern Turkey: A Predictive Approach. Forests, 11(5), 533.

Serttaş, A., Yolcu, H. İ., Sarıbaşak, H., Güngöroğlu, C., Erler, F., & Avcı, M. (2013). Elmalı-çığlıkara sedir ormanlarında büyük *formıca rufa L*. yuvalarının bazı özellikleri. *Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 1(15), 17-31.

Sondeij, I., Domisch, T., Finér, L., & Czechowski vd. (2012). *Wood ants in the Białowieża Forest and factors affecting their distribution.* Annales Zoologici Fennici, 55, 103–114.

Sorvari, J. (2009). Foraging distances and potentiality in forest pest insect control: an example with two candidate ants *(Hymenoptera: Formicidae*). *Myrmecol News* 12, 211-15.

Sorvari, J., & Hakkarainen, H. (2007). Wood ants are wood ants: deforestation causes population declines in the poly domous wood ant *Formica aquilonia*. *Ecological Entomology 32*(6), 707-711.

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.

Stockan, J. A., & Robinson, E. J. (2016). Wood ant ecology and conservation. *Cambridge University Press.*

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.

Stukalyuk, S., Radchenko, A., Akhmedov, A., Reshetov, A., & Netsvetov, M. (2021). Acquisition of invasive traits in ant, Crematogaster subdentata Mayr (*Hymenoptera: Formicidae*) in urban environments. *Serangga*, *26*(4), 1-29.

Swenson, J.E., Jansson, A., Riig, R., & Sandegren, F. (1999). Bears and ants: myrmecophagy by brown bears in central Scandinavia. *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie 77*, 551-561.

Trigos-Peral, G., Juhász, O., Kiss, P. J., Módra, G., Tenyér, A., & Maák, I. (2021). Wood ants as biological control of the forest pest beetles Ips spp. *Scientific reports, 11*(1), 1-10.

Trigos-Peral, G., Juhász, O., Kiss, P. J., Módra, G., Tenyér, A., & Maák, I. (2021). Wood Ants: Important Components of the Forest" Immunity System".

Underwood E.C., Fisher, B. L. (2006). The role of ants in con-servation monitoring: if, when and how. *Biological Conservation, 132*, 166-182.

URL 1, (2021). https://fauna-eu.org/, Erişim tarihi: 27/01/2021

URL 2, (2021). U.S. Geological Survey. https://earthexplorer.usgs.gov/, Erişim tarihi: 03/03/2021

URL 3, IUCN, (2021). https://www.iucnredlist.org/species/8645/12924924, Erişim Tarihi: 06/02/2021

URL 4, Worldclim. (2021). Global Climate Data, Version 2 (Free climate data for ecological modeling 646 and GIS). http://worldclim.org/version2, Erişim tarihi: 02/10/2021

URL 5, (2023). AntWeb. www.antweb.org, Erişim tarihi: 13/02/2023

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.

Vandegehuchte, M. L., Wermelinger, B., Fraefel, M., Baltensweiler, A., Düggelin, C., Brändli, U. B., Freiitag A, Bernasconi C, Cherix D., & Risch A. C. (2017). Distribution and habitat requirements of red wood ants in Switzerland: Implications for conservation. *Biological Conservation, 212*, 366-375.

Véle, A., & Modlınger, R. (2016). Foraging strategy and food preference of *Formica polyctena* ants in different habitats and possibilities for their use in forest protection. *Lesnícky Časopis / Forestry Journal, 62*, 223-228.

Vepsäläinen, K., & Pisarski, B. (1982). Assembly of island ant communities. In:Annales Zoologici Fennici. Finnish Academy of Sciences, Societas Scientiarum Fennica, Societas pro Fauna et Flora Fennica and Societas *Biologica Fennica Vanamo*, 327-335.

Waters, J. S., & Fewell, J. H. (2012). Information processing in social insect networks. *PloS one, 7*(7), e40337.

Zakharov, A. A. (2015). Ants of forest communities, their life cycle and role in forests. Moscow, Russia: KMK Scientific Press (in Russian).

Zakharov, A.A., Muravei, sem'ya, koloniya (Ant, Family, Colony), Moscow: Nauka, 1978.