



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

**BOLU ŞERİF YÜKSEL ARAŞTIRMA ORMANINDA  
KIRMIZI ORMAN KARINCASI (*Formica rufa* L.)'NİN YUVA  
YOĞUNLUĞUNUN DEĞİŞİMİ VE BESLENME ALIŞKANLIKLARI**

**METİN SERİN**

**DOKTORA TEZİ  
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN  
DR. ÖĞR. ÜYESİ BEŞİR YÜKSEL**

**DÜZCE, 2019**



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

**BOLU ŞERİF YÜKSEL ARAŞTIRMA ORMANINDA KIRMIZI**  
**ORMAN KARINCASI (*Formica rufa* L.)'NİN YUVA**  
**YOĞUNLUĞUNUN DEĞİŞİMİ VE BESLENME**  
**ALİŞKANLIKLARI**

Metin SERİN tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Tez Danışmanı**

Dr.Öğr. Üyesi. Beşir YÜKSEL  
Düzce Üniversitesi

**Jüri Üyeleri**

Dr.Öğr. Üyesi Beşir YÜKSEL  
Düzce Üniversitesi

Prof. Dr. Cihat TAŞÇIOĞLU  
Düzce Üniversitesi

Prof. Dr. Süleyman AKBULUT  
Düzce Üniversitesi

Prof. Dr. Serap MUTUN  
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Doç. Dr. Meriç KUMBAŞLI  
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 22/05/2019



## BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

22 Mayıs 2019

Metin SERİN



## TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Beşir YÜKSEL'e en içten dileklerle teşekkür ederim.

Tezin izleme komitesinde yer alan ve bu aşamalarda değerli katkılar sunan ve aynı zamanda jüri üyelerim Prof. Dr. Süleyman AKBULUT ve Prof. Dr. Cihat TAŞÇIOĞLU ile jüri üyelerim Prof. Dr. Serap MUTUN ve Doç. Dr. Meriç KUMBAŞLI'ya da en içten dileklerle teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca değerli katkılarını esirgemeyen Doç. Dr. Mesut YALÇIN, Dr. Öğr. Üyesi İsmail BAYSAL, Dr. Öğr. Üyesi Ali Kemal ÖZBAYRAM ve Dr. Remzi EKER'e teşekkür ederim. Arazi ve büro çalışmalarında proje süresince önemli katkıları olan Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü personeline teşekkür ederim.

Özellikle çalışma süresince aynı enstitüde araştırma verilerini bir düzen içinde toplayan ve önemli katkılarda bulunan Or.Yük.Müh. Mahir ERDEM ve Or.Yük.Müh. Uğur ŞAHİN'e, ayrıca Or.Yük.Müh. Zehra ÖZPAY PALAZOĞLU'na da şükranlarımı sunarım.

Çalışmamın birçok aşamasında desteğini esirgemeyen Bolu Orman Bölge Müdürlüğü teknik personeline teşekkürlerimi sunarım. Aynı müdürlükte tekniker olarak görev yapan Erdal KARATAŞ'a ve ayrıca Serpil AKALIN'a özel zamanlarında vermiş olduğu destek için şükranlarımı sunarım.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışmasının her aşaması Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün teknik proje kapsamında ve Düzce Üniversitesi BAP-2012-02.HD.049 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle de desteklenmiştir

**22 Mayıs 2019**

**Metin SERİN**

# İÇİNDEKİLER

Sayfa No

<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>ÇİZELGE LİSTESİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>HARİTA LİSTESİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>KISALTMALAR</b> .....	<b>xvi</b>
<b>SİMGELER</b> .....	<b>xvi</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xi</b>
<b>EXTENDED ABSTRACT</b> .....	<b>xx</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. LİTERATÜR ÖZETİ</b> .....	<b>8</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>51</b>
<b>3.1. MATERYAL</b> .....	<b>51</b>
<b>3.1.1. Araştırma Alanının Genel Özellikleri</b> .....	<b>51</b>
3.1.1.1. <i>Coğrafi konum</i> .....	51
3.1.1.2. <i>İklim</i> .....	52
3.1.1.3. <i>Jeolojik yapı ve toprak özellikleri</i> .....	55
<b>3.1.2. Kırmızı Orman Karıncası ve Taşınan Materyal</b> .....	<b>55</b>
3.1.2.1. <i>Formica rufa'nın sistematikteki yeri ve morfolojisi</i> .....	62
3.1.2.2. <i>Bitki Örtüsü ve Meşcere Tipi</i> .....	65
<b>3.1.3. İstatistiki değerlendirme</b> .....	<b>67</b>
<b>3.2. YÖNTEM (I) (II)</b> .....	<b>67</b>
<b>3.2.1. 1997 Yılı Envanter verileri</b> .....	<b>67</b>
<b>3.2.2. 2012 Yılı Karınca Yuva Sörveyi (I)</b> .....	<b>68</b>
3.2.2.1. <i>Deneme alanlarının seçimi</i> .....	70
3.2.2.2. <i>Yuva varlığı ve sayısının belirlenmesi</i> .....	72
3.2.2.3. <i>Yuva özellikleri ve konumları</i> .....	75
3.2.2.3.1. <i>Meşcere kuruluşu ve diri örtü</i> .....	76
3.2.2.3.1.1. <i>Ormanı Oluşturan Ağaç ve Çalı Türleri</i> .....	78
3.2.2.3.1.2. <i>Meşcere Kapalılığı</i> .....	78
3.2.2.3.1.3. <i>Yuva Kuruluş Yerleri</i> .....	79
3.2.2.3.1.4. <i>En yakın ağaç türü ve gelişim çağları ile uzaklığı</i> .....	79
3.2.2.3.2. <i>Topografik ölçümler</i> .....	81
3.2.2.3.2.1. <i>Eğim</i> .....	82
3.2.2.3.3. <i>Transplantasyon yuvaları</i> .....	83
3.2.2.4. <i>Beslenme alışkanlıkları (III) (IV)</i> .....	85
3.2.2.4.1. <i>Beslenme yuvalarının seçimi</i> .....	85
3.2.2.4.2. <i>Meşcere tipi</i> .....	90
3.2.2.4.3. <i>Karınca yuva çiti</i> .....	90
3.2.2.4.4. <i>Besin ve yuva materyali</i> .....	94
3.2.2.4.4.1. <i>Örneklerin toplanması ve değerlendirilmesi</i> .....	94
3.2.2.4.4.2. <i>Örneklerin teşhisi, preparasyon ve saklanması</i> .....	95
3.2.2.4.4.5. <i>Toprak örneklerinin alınması ve özellikleri</i> .....	96
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA</b> .....	<b>97</b>

<b>4.1. KARINCA YUVA ENVANTERİ (I)</b> .....	<b>97</b>
4.1.1. Yuva Yoğunluğu .....	97
4.1.2. Orta ve Büyük Boy Yuvalar (VIII) .....	99
4.1.3. Transplantasyon Yuvaları (VIII) .....	102
<b>4.2. MEŞÇERE KURULUŞU VE DİRİ ÖRTÜ (I)</b> .....	<b>104</b>
4.2.1. Omanı Oluşturan Ağaç ve Çalı Türleri .....	104
4.2.2. Diri Örtü .....	107
4.2.3. Meşcere Kapalılığı .....	110
4.2.4. Yuva Kuruluş Yerleri .....	112
4.2.5. Karınca Yuvası ile Yuvaya En Yakın Ağacın Durumu .....	117
<b>4.3. KONUM VE TOPOĞRAFYA (I)</b> .....	<b>120</b>
4.3.1. Eğim .....	120
4.3.2. Yükselti .....	122
4.3.3. Bakı .....	123
<b>4.4. 1997 İLE 2012 YILI ENVANTER VERİLERİ (II) (VII)</b> .....	<b>127</b>
4.4.1. Yuva Büyüklüğü ve Yaşlanma Eğrisi .....	127
4.4.2. Orta ve Büyük Boy Yuvaların Özellikleri (VIII) .....	130
4.4.3. Transplantasyon Yuvaları (VIII) .....	132
4.4.4. Meşcere Kuruluşu .....	132
4.4.5. Meşcere Kapalılığı .....	134
4.4.6. Diri Örtü .....	136
4.4.7. Konum ve Topoğrafya .....	140
4.4.7.1. Eğim .....	140
4.4.7.2. Yükselti .....	141
4.4.7.3. Reliyef .....	142
4.4.7.4. Bakı .....	143
4.4.8. Klimatik Faktörler .....	145
<b>4.5. BESLENME ALIŞKANLIKLARI (III) (IV) (V) (VI) (VII)</b> .....	<b>147</b>
4.5.1. Besin ve iklim ilişkileri .....	147
4.5.1.1. Sıcaklık ve Besin Etkileşimi .....	147
4.5.1.2. Bağıl Nem ve Besin Etkileşimi .....	149
4.5.2. Zamansal Besin ve Yuva Materyali Tercih (IV) .....	150
4.5.2.1. Bitkisel Besin ve Yapı Materyali .....	159
4.5.3. Toprak ve Besin İlişkileri .....	161
4.5.4. Faydalı ve Zararlı Türler .....	165
<b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER</b> .....	<b>173</b>
<b>6. KAYNAKLAR</b> .....	<b>178</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>184</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. <i>Formica rufa</i> grup karıncaların filogenetik ilişkisi. ....	12
Şekil 3.1. <i>Formica rufa</i> 'nın işçi bireyi. ....	56
Şekil 3.2. <i>Formica rufa</i> 'nın yuvası. ....	56
Şekil 3.3. Yuva üzerinde erkek karınca ve reçine taşıyan işçi karınca. ....	57
Şekil 3.4. Kesik bir ağacın kütüğü üzerinde oluşturulan yuva. ....	57
Şekil 3.5. Karınca-afid mutualizm ilişkisi. ....	58
Şekil 3.6. Karıncanın hayvansal besin örneği. ....	59
Şekil 3.7. Karıncalar tarafından ağaç kütüğünün substrat olarak tercih edilmesi. ....	59
Şekil 3.8. İğne yaprak ve dallardan oluşan yuva materyali. ....	60
Şekil 3.9. Dallardan oluşan yuva materyali. ....	60
Şekil 3.10. Yuva materyali olarak ağırlıklı olarak dal kullanılan bir yuva örneği. ....	61
Şekil 3.11. Sıcaklık ve bağıl nemölçer ile veri örneği. ....	61
Şekil 3.12. Yuva sayısı gruplarının deneme alanlarına göre dağılımı. ....	71
Şekil 3.13. Deneme alanı merkezine ahşap kazık çakılması işlemi. ....	72
Şekil 3.14. Çayırılık birinci yuva. ....	87
Şekil 3.15. Çayırılık ikinci yuva. ....	87
Şekil 3.16. Çayırılık üçüncü yuva. ....	88
Şekil 3.17. Kocayanık birinci yuva. ....	88
Şekil 3.18. Kocayanık ikinci yuva. ....	89
Şekil 3.19. Kocayanık üçüncü yuva. ....	89
Şekil 3.20. Yuva çiti. ....	91
Şekil 3.21. Ahşap rampa. ....	91
Şekil 3.22. Karınca yuva çiti ve ilk yuva giriş düzeneği. ....	92
Şekil 3.23. Yuva giriş düzeneği sorunu. ....	93
Şekil 3.24. Karınca yuva çitinde eski ve yeni yuva girişinde ölçümler. ....	93
Şekil 3.25. Besin ve yuva materyali. ....	95
Şekil 3.26. Toplanan örneklerin preparasyon ve teşhisi. ....	96
Şekil 4.1. Yuva gruplarının deneme alanlarına dağılımı. ....	98
Şekil 4.2. Büyük bir <i>Formica rufa</i> yuvası. ....	102
Şekil 4.3. Saf göknar meşceresinde bir karınca yuvası. ....	105
Şekil 4.4. Göknar+sarıçam karışık meşceresinde bir karınca yuvası. ....	105
Şekil 4.5. Saf sarıçam meşceresi ve aynı meşcerede münferit titrekkavak. ....	106
Şekil 4.6. Eğrelti etkisi altında bir karınca yuvası. ....	108
Şekil 4.7. Böğürtlen ve ısırgan etkisi altında bir karınca yuvası. ....	108
Şekil 4.8. Adi ardıç ve çayır otları etkisinde bir karınca yuvası. ....	109
Şekil 4.9. Yakı otları etkisinde bir yuva. ....	109
Şekil 4.10. Orta kapalılıkta bir meşcerede karınca yuvası. ....	111
Şekil 4.11. Göknar kütüğünde bir yuva. ....	113
Şekil 4.12. Sarıçam kütüğünde bir yuva. ....	113
Şekil 4.13. Göknar devrik gövde üzerinde bir yuva. ....	114
Şekil 4.14. Sarıçam devrik gövde üzerinde bir yuva. ....	114
Şekil 4.15. Dikili gövde dibinde bir yuva. ....	115

Şekil 4.16. Çalı içi kütük üzerinde bir yuva. ....	115
Şekil 4.17. Kök üzerinde bir yuva. ....	116
Şekil 4.18. En yakın ağaç türünü göknar olduğu bir yuva.....	117
Şekil 4.19. En yakın ağaç türünün sarıçam olduğu bir yuva. ....	118
Şekil 4.20. En yakın ağaç türünün titrek kavak olduğu bir yuva. ....	118
Şekil 4.21. Güneyli bir bakıda yer alan yuva ve karınca aktivitesi. ....	124
Şekil 4.22. Dereceli bakı gruplarına göre yuva sayısı ve yoğunluk oranları. ....	125
Şekil 4.23. Tomurcuk yuva. ....	127
Şekil 4.24. Yuva büyüklüğü hacim sınıflarına göre yuva pramidi. ....	129
Şekil 4.25. 1997 ve 2012 yılına göre yuva grupları ve yuva sayısının dağılımı.....	130
Şekil 4.26. Saf sarıçam meşçeresinde büyük bir karınca yuvası. ....	131
Şekil 4.27. 1997 ve 2012 yılı yuva hacim büyüklüğüne göre yuva sayılarının değişkenliği. ....	131
Şekil 4.28. Açık alanda bir karınca yuvası. ....	133
Şekil 4.29. Yıllara göre yuva sayısı ve yoğunluğu. ....	133
Şekil 4.30. Kapalılığa göre yuva yoğunluğu (1997-2012).....	135
Şekil 4.31. 1997 ve 2012 yılı diri örtü yoğunluğuna göre yuva sayılarının değişkenliği. ....	137
Şekil 4.32. Yıllara göre yuva alanı ve yuva hacmi ile diri örtü yoğunluğu arasında ilişkiler: A. 1997 yılı yuva alanı grupları ve diri örtü yoğunluğu, B. 1997 yılı yuva hacim grupları ve diri örtü yoğunluğu, C. 2012 yılı yuva alanı grupları ve diri örtü yoğunluğu, D. 2012 yılı yuva hacim grupları ve diri örtü yoğunluğu. ....	138
Şekil 4.33. Yıllara göre yönetici yuva grupları ve diri örtü yoğunluğu arasında ilişkiler: A. 1997 yılı yönetici yuva grupları ve diri örtü yoğunluğu, B. 2012 yılı yönetici yuva grupları ve diri örtü yoğunluğu. ....	140
Şekil 4.34. Yıllara göre eğim grupları ve yuva sayısı ilişkisi. ....	141
Şekil 4.35. Yıllara göre yükselti grupları ve yuva sayısı ilişkisi. ....	142
Şekil 4.36. Yıllara göre relief grupları ve yuva sayısı ilişkisi.....	143
Şekil 4.37. Yıllara göre bakı grupları ve yuva sayısı ilişkisi. ....	144
Şekil 4.38. Sıcaklık ile yönetici yuva ve tomurcuk yuva sayıları ilişkisi. ....	146
Şekil 4.39. Yağış ile yönetici yuva ve tomurcuk yuva sayıları ilişkisi. ....	147
Şekil 4.40. Anlık sıcaklıkla yakalanan böcek sayısı arasındaki ilişki. ....	148
Şekil 4.41. Çayırılık yöresinde hayvansal besinin tarihe göre taşınma potansiyeli.....	153
Şekil 4.42. Çayırılık - Bitkisel materyalin tarihe göre taşınma potansiyeli. ....	154
Şekil 4.43. Kocayanık yöresinde hayvansal besinin tarihe göre taşınma potansiyeli... 155	
Şekil 4.44. Kocayanık yöresinde bitkisel materyalin tarihe göre taşınma potansiyeli. 156	
Şekil 4.45. Böcek materyali besinlerin çeşit olarak dağılımı. ....	158
Şekil 4.46. Yuvaya taşınan bir Lepidoptera tırtılı.....	163
Şekil 4.47. Meşçere gruplarına göre faydalı ve zararlı böceklerin popülasyonu.....	165
Şekil 4.48. Göknar meşçeresinde faydalı böcek takımlarının popülasyon oranları.....	166
Şekil 4.49. Sarıçam+Göknar meşçeresinde faydalı böcek takımlarının popülasyon oranları. ....	166
Şekil 4.50. Meşçere gruplarına göre <i>Formica rufa</i> ölüm oranı. ....	171
Şekil 4.51. <i>Formica rufa</i> 'nın taşıdığı Arthropoda üyeleri; A. Araneae yumurta kesesi ve vital özelliğini kaybetmiş yumurtalar, B. <i>Polyxenus lagurus</i> bireyleri. ..	172

## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa No

Çizelge 3.1. Şerif Yüksel Araştırma Ormanı'nın iklim verileri (1975-1995). ....	53
Çizelge 3.2. Bolu İli Meteoroloji Müdürlüğü'ne ait iklim verileri .....	54
Çizelge 3.3. Türkiye'de bulunan <i>Formica</i> türleri. ....	64
Çizelge 3.4. <i>Formica rufa</i> deneme alanı+yuva envanter karnesi, 1997 yılı. ....	67
Çizelge 3.5. Deneme alanlarının merkez koordinatları (Dik Koordinat Sistemi) .....	69
Çizelge 3.6. <i>Formica rufa</i> deneme alanı envanter karnesi. 2012 yılı. ....	70
Çizelge 3.7. Örnek büyüklüğüne ait standart sapma ve varyans değerleri .....	71
Çizelge 3.8. Yuva envanter karnesi 2012 .....	76
Çizelge 3.9. Meşçere tipine göre deneme alanlarının dağılımı. ....	76
Çizelge 3.10. Meşçere tipine göre deneme alanlarının dağılımı. ....	77
Çizelge 3.11. Meşçere tipine göre deneme alanlarının dağılımı. ....	77
Çizelge 3.12. Diri örtü yoğunluğunun deneme alanlarındaki durumu. ....	78
Çizelge 3.13. Genel yuva yerine göre deneme alanlarının durumu. ....	78
Çizelge 3.14. Meşçere kapalılığına göre deneme alanlarının durumu. ....	79
Çizelge 3.15. Yuva kurulum yeri ağaç türüne göre deneme alanlarının durumu. ....	79
Çizelge 3.16. En yakın ağacı türü uzaklığına göre deneme alanlarının durumu. ....	80
Çizelge 3.17. En yakın ağacın gelişim çağlarına göre deneme alanlarının durumu. ....	80
Çizelge 3.18. En yakın ağacın uzaklığına göre deneme alanlarının durumu. ....	81
Çizelge 3.19. Yükseltiye göre deneme alanlarının durumu. ....	81
Çizelge 3.20. Bakıya göre deneme alanlarının durumu. ....	82
Çizelge 3.21. Eğime göre deneme alanlarının durumu. ....	83
Çizelge 3.22. Reliyefe göre deneme alanlarının durumu. ....	83
Çizelge 3.23. Yuva varlığının deneme alanlarındaki durumu. ....	84
Çizelge 3.24. Üçlü sınıflandırmaya göre yuva hacmi. ....	85
Çizelge 3.25. Beslenme yuvaları merkez koordinatları. ....	86
Çizelge 4.1. Araştırma alanında yuva varlığı. ....	98
Çizelge 4.2. Araştırma alanı yuva gruplarına göre yuva sıklığı ve yoğunluğu. ....	99
Çizelge 4.3. İkili sınıflandırmaya göre yuva hacmi. ....	100
Çizelge 4.4. Üçlü sınıflandırmaya göre yuva hacmi. ....	100
Çizelge 4.5. Büyük yuvaların sınıflandırılması. ....	103
Çizelge 4.6. Yuva hacmi sınıfı ve yuva oranı. ....	103
Çizelge 4.7. Yuva yüksekliği sınıfı ve yuva sayısı. ....	104
Çizelge 4.8. Yuva sayılarının ağaç türlerine göre dağılımı. ....	106
Çizelge 4.9. Meşçere tiplerine göre yuvaların dağılımı. ....	107
Çizelge 4.10. Diri örtü sınıfına göre yuva sayıları ve oranı. ....	110
Çizelge 4.11. Yuva sayılarının meşçere kapalılığına göre dağılımı. ....	111
Çizelge 4.12. Yuvaların kuruluş yerleri sayıları ve oranları. ....	116
Çizelge 4.13. Yuvaların kuruluşunda tercih edilen ağaç türleri. ....	117
Çizelge 4.14. Yuva ile en yakın ağaç türü arasındaki ilişkiler. ....	119
Çizelge 4.15. Yuva ile en yakın ağaç çapı arasındaki ilişkiler. ....	119
Çizelge 4.16. Yuva ile en yakın ağacın uzaklığı arasındaki ilişkiler. ....	119
Çizelge 4.17. Yuva sayılarının ve yoğunluğunun eğim sınıflarına göre dağılımı. ....	120

Çizelge 4.18. Yükselti basamaklarına göre yuva sayıları ve yoğunluğu. ....	123
Çizelge 4.19. Bakı gruplarına göre değişen yuva sayılarının ve oranlarının dağılımı..	123
Çizelge 4.20. Yuva yerlerinin dereceli bakıya göre dağılımı. ....	124
Çizelge 4.21. Yuva popülasyon değişimi. ....	128
Çizelge 4.22. Yıllara göre yuva sayısı, alanı ve hacim yoğunluğu durumu (T-test). ...	130
Çizelge 4.23. 1997 ve 2012 yıllarına göre nakil veya büyük yuvaların potansiyelinin karşılaştırılması (T-testi). ....	132
Çizelge 4.24. Diri örtü yoğunluğu ve meşcere tipi ile meşcere kapalılığı grup ilişkisi. ....	136
Çizelge 4.25. Meşcere kapalılığına göre meşcere tipi grupları eğiliminin değerlendirilmesi (Anova).....	136
Çizelge 4.26. Meşcere kapalılığına göre diri örtü yoğunluğu grupları eğiliminin değerlendirilmesi (Anova).....	136
Çizelge 4.27. Yuva alanı ve hacim grupları ile diri örtü yoğunluğu ortalaması ilişkisi. ....	138
Çizelge 4.28. Diri örtü yoğunluğuna göre yuva alanı grupları eğiliminin değerlendirilmesi (Anova).....	139
Çizelge 4.29. Diri örtü yoğunluğuna göre yuva hacim grupları eğiliminin değerlendirilmesi (Anova).....	139
Çizelge 4.30. Yönetici yuva grupları ile diri örtü yoğunluğu ortalaması ilişkisi.....	140
Çizelge 4.31. Diri örtü yoğunluğuna göre yönetici yuva grupları eğiliminin değerlendirilmesi (Anova).....	140
Çizelge 4.32. Çalışma alanı iklim veriler ile tek ve çok yıllık yuvalar.....	146
Çizelge 4.33. Sıcaklık ve bağıl neme göre besin ve yuva materyali ilişkisi (r).....	149
Çizelge 4.34. Çayırılık yöresinde besin miktarının tarihsel değişimi. ....	151
Çizelge 4.35. Kocayanık yöresinde besin miktarının tarihsel değişimi.....	152
Çizelge 4.36. Çayırılık - Besin miktarının tarihsel değişimi. ....	157
Çizelge 4.37. Kocayanık yöresinde besin miktarının tarihsel değişimi.....	157
Çizelge 4.38. Çayırılık yöresinde besin miktarının tarihsel değişimi. ....	158
Çizelge 4.39. Kocayanık yöresinde besin miktarının tarihsel değişimi.....	159
Çizelge 4.40. Çayırılık yöresinde bitkisel besin ve yapı materyalinin dağılımı. ....	160
Çizelge 4.41. Kocayanık yöresinde bitkisel besin ve yapı materyalinin dağılımı. ....	160
Çizelge 4.42. İki farklı meşcereye ait toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri. ....	161

## HARİTA LİSTESİ

Harita 2.1. <i>Formica rufa</i> grup karıncaların Avrasya’da yayılışı. ....	13
Harita 3.1. Şerif Yüksel Araştırma Ormanı .....	52
Harita 3.2. Türkiye’nin Köppen-Geiger alt iklim tipleri .....	54
Harita 3.3. Deneme alanlarının merkez koordinatları görünümü .....	68
Harita 3.4. Deneme alanları (1997 ve 2012).....	73
Harita 3.5. 2012 yılı yuva varlığı. ....	74
Harita 3.6. Faal yuvaların merkez koordinatları görünümü.....	75
Harita 3.7. Beslenme yuvaları meşçere haritası.....	90
Harita 4.1. Hacim bakımından büyük yuvaların dağılımı ( $\geq 0.400 \text{ m}^3$ ). ....	101
Harita 4.2. Karınca yuvalarının meşçere haritasındaki kapalılığa göre dağılımı.....	112
Harita 4.3. Araştırma ormanında eğim sınıflarına göre karınca yuvalarının dağılımı..	121
Harita 4.4. Yükselti sınıflarına göre karınca yuvalarının dağılımı. ....	122
Harita 4.5. Bakı gruplarına göre yuva yerlerinin dağılımı.....	126
Harita 4.6. Bakı durumuna göre yuva yerlerinin dağılımı.....	144

## KISALTMALAR

ad	Adet
cm	Santimetre
G	Göknar
GÇs	Göknar+Sarıçam
ha	Hektar
IOBC	Uluslararası Biyolojik Kontrol Organizasyonu
IUCN	International Union for Conservation of Nature
m	Metre
m <sup>2</sup>	Metrekare
m <sup>3</sup>	Metreküp
OM	Organik madde
RWA	Red Wood Ants

## SİMGELER

C	Karbon
N	Azot
P	Fosfor
CO <sub>2</sub>	Karbondioksit
DNA	Deoksiribo nükleik asit
pH	Hidrojen iyon konsantrasyonunun negatif logaritması
EC	Elektriksel iletkenlik



## ÖZET

### **BOLU ŞERİF YÜKSEL ARAŞTIRMA ORMANINDA KIRMIZI ORMAN KARINCASI (*Formica rufa* L.)'NİN YUVA YOĞUNLUĞUNUN DEĞİŞİMİ VE BESLENME ALIŞKANLIKLARI**

Metin SERİN  
Düzce Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı  
Doktora Tezi  
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Beşir YÜKSEL  
Mayıs 2019, 183 sayfa

Kırmızı orman karıncaları böcek sınıfı içerisinde önemli bir yere sahiptir. Gerek ekosistemlerin sağlıklı bir şekilde işleyişlerinde üstlendikleri önemli görevleri gerekse orman zararlılarına karşı biyolojik mücadelede kullanılmaları nedeniyle üzerinde en çok çalışılan gruplardandır. Buna karşın, ülkemizde yapılan çalışmalar çok yetersizdir. Yuvalar genellikle kapalılığın tam olmadığı seyrek orman içi açıklıklarının kenarlarında ve az eğimli sahalarda daha yaygındırlar. Bol güneş alan ve nemi az olan güneydeki yuvalar gölgeli ve nemli kuzey yamaçtakilere göre daha seyrek ve küçüktürler. Öncelikle, *Formica rufa* L.'nin ülkemiz ormanlarındaki doğal yayılış alanları, yaşam biçimi, birim alandaki yuva yoğunluğu saptanmalıdır. Biyolojik mücadele kapsamında özellikle ülkemiz ormancılığında etken bir organizma olarak kullanılan *Formica rufa* L.'nin doğal yaşam alanlarındaki beslenme alışkanlıklarının belirlenmesi; bu çalışmaların daha verimli hale getirilmesi açısından son derece önemlidir. Bilgiler alan yöneticileri için faydalı olacaktır. Bu çalışma 2012-2014 yıllarında Bolu Orman Bölge Müdürlüğü Aladağ Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içinde kalan Şerif Yüksel Araştırma Ormanı'nda, ülkemizde doğal yayılışı olan kırmızı orman karıncası (*F. rufa*) (Hymenoptera: Formicidae)'nin yuva yoğunluğunun değişimi ve beslenme alışkanlıklarını ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Bu çalışmada, *F. rufa*'nın yuvadan 60 m'ye kadar uzaklaşabildikleri ve bu nedenle yaklaşık 1 ha'lık alanda faaliyet gösterdiklerinden hareket edilerek örnekleme alanları 1ha olarak alınmıştır. Örnekleme alanlarında doğrudan ve dolaylı gözlemler yapılmıştır. Her örnekleme alanında yuva yoğunlukları tespit edilmiş ve ayrıca bilinçli bir şekilde seçilmiş 6 adet aktif yuvada da beslenme alışkanlıklarına ait bilgiler toplanmıştır. Toplam 1544 ha olan çalışma sahasında 154 adet deneme alanı alınarak taranmış ve bu alanların 131 adedinde toplam 679 adet karınca yuvası tespit edilmiştir. Araştırma alanında hâkim ağaç türü uludağ göknarı olup ikinci tür olarak sarıçam gelmektedir. Ayrıca münferit olarak karaçam, meşe, kayın ve titrekkavak türleri de bulunmaktadır. Meşcere kenarı ve buna yakın alt tabakada ardıç türleri mevcuttur. Araştırma ormanında tespit edilen karınca yuvalarının büyük oranda göknarda kurulduğu en az oranda ise titrekkavakta kurulduğu saptanmıştır. Çalışma alanında ölçümü yapılan yuvaların tamamı faal olup, yeni tesis edilmekte olan yuvaların 2/5 oranında olduğu tespit edilmiştir. Yuvaların yaklaşık 1/2'sinin yeterli büyüklükte olmasından dolayı taşımaya uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışma alanında tespit edilen yuvaların büyük bir kısmı 2 ve 3 kapalı b ve c çağındaki saf göknar meşcerelerinde daha yüksek oranda saptanmıştır. Karıncanın boşluklu ve sıkışık kapalılığı tercih etmediği tespit edilmiştir. Ayrıca *F. rufa*'nın 1450-1550 m yükselti basamağında, eğimi 2°- 20° olan hafif, orta ve dik eğimli yamaçlarda daha yaygın yuva

yaptığı tespit edilmiştir. Karıncaların yuva için tercih ettikleri yerler arasında sırasıyla ağaç kütük, devrik gövde, dikili gövde dibi ve çalı içi kütüğü tercih ettikleri görülmüştür. Ayrıca, *F. rufa*'nın sırasıyla güney, batı, güneybatı ve güneydoğu bakılı yamaçları daha fazla tercih ettiği belirlenmiştir. Elde edilen veriler istatistiki analizlerle değerlendirilmiştir. Çalışma alanı ormanlarında kırmızı orman karıncasının en önemli doğal düşmanları olarak ayı ve domuz öne çıkmaktadır. Bu canlılar, karınca yuvalarını dağıtmak suretiyle zararlı olmaktadır.

**Anahtar sözcükler:** Şerif Yüksel Araştırma Ormanı, *Formica rufa*, Yuva yoğunluğu



## ABSTRACT

### CHANGES IN NESTS DENSITY AND FEEDING HABITS OF SOUTHERN WOOD ANT (*Formica rufa* L.) IN SERIF YUKSEL RESEARCH FOREST

Metin SERİN

Düzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Forest Engineering  
Doctoral Thesis

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Beşir YÜKSEL

May 2019, 183 pages

Southern wood ants (*Formica rufa* L.) (Hymenoptera: Formicidae) have an important place in the insect class. Besides their important tasks of ecosystems in their healthfully functioning, they are among the most studied groups due to the usage in biological fight against forest pests. However, the studies conducted in our country are very inadequate. The nests are generally more common at the edges of the sparse inner forest clearance where the area is not fully endorheic and on the less sloping areas. The ants in the southern regions, where there is plenty of sun and low humidity, are less frequent and smaller than those of the shady and humid northern slopes. Primarily, the natural distribution areas of *Formica rufa* in our country forests, life style, nest density in the unit area ought to be determined. Determining nutritional habits in the natural habitats of *F. rufa*, which is used as an active organism particularly in the forestry of our country, within the scope of biological fight; it is extremely significant in terms of making become these studies more efficient. The information will be useful for field administrators. This Study in Serif Yuksel Research Forest is located within the borders of Aladağ Forestry Operation Directorate in Bolu Forestry Regional Directorate in 2012-2014, its natural spread in our country, has been made to reveal the changes of nest density and feeding habits of Southern Wood Ants (*F. rufa*). In this research, *Formica rufa* L. can move away up to 60 m from the nest and therefore by considering the fact that they act in approximately 1 ha of the area and the sampling areas were taken as 1 ha. Direct and indirect observations have been made in the sampling areas. In each sampling area, nesting densities have been determined and also information on feeding habits has been gathered in six consciously selected active nests. In the study area that is 1544 ha in total, 154 sample plots have been scanned and 679 ant nests have been determined in 131 of these areas. In the research area, the dominant tree species is Uludag fir and the second type is Scots pine. There are also black pine, oak, beech and aspen poplar species. There are juniper species in the bottom and close to the lower layer of stand. The ant nests found in the research forest have been determined to be mostly found in the fir and the least ratio in the quaking aspen. All of the nests which have been made measurement in the study area have been active and the new nests have been found to be 2/5. It has been concluded that approximately 1/2 of the nests are suitable for transportation due to their large size. A large proportion of the nests have been determined in the study area have found to be higher ratio in 2 and 3 closed b and c pure fir stands. It has been determined that ants have not prefer clearance and thick endorheic. In addition, *F. rufa*; it has been determined more common that they have been nested in 1450-1550 m elevation step of which slope 2 °- 20 ° mild, medium and steep slopes. Among the places preferred by ants for the nest, respectively; tree stump,

overturned trunk, bottom of the standing trunk and shrub were preferred. It has been also determined that *Formica rufa* mostly preferred respectively the southern, western, southwestern and southeastern slopes. The data gathered has been evaluated by statistical analysis. In the forests of the study area, bear and pigs stand out as the most important natural enemies of southern wood ants. These creatures are harmful in terms of to be broken up the ant nests.

**Keywords:** Serif Yuksel Research Forest, *Formica rufa*, Nest density



# EXTENDED ABSTRACT

## CHANGES IN NESTS DENSITY AND FEEDING HABITS OF SOUTHERN WOOD ANT (*Formica rufa* L.) IN SERIF YUKSEL RESEARCH FOREST

Metin SERİN  
Düzce University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Forest Engineering  
Doctoral Thesis  
Supervisor: Assist. Prof. Dr. Beşir YÜKSEL  
May 2019, 183 pages

### 1. INTRODUCTION

The ants are socially living insects that are expressed as about 14.000 species, common on Earth, ranked as the second in terms of biomass. The family of ants (Formicidae), wasps and other bees are together with, are in the order of Hymenoptera. Despite their small size, they are densely populated in almost all terrestrial habitats, from zoogeographic desert areas to humid tropical forests. It is one of the organisms that contributes to the maintenance of the ecological cycle in forests. They live in the form of a colony and do a division of labor in their nests.

The southern wood ant is located in the Formicidae family of the Hymenoptera order, called as the *Formica rufa* group (*Formica* s. str.: *Formica* sensu stricto). This group of ants is commonly referred to in Europe as Red Wood Ants (Red wood ant, Red forest ant). These species are presented as a key species in the management of biomass in European coniferous forests. In Turkey, the four species belonging to this group (*F. rufa*, *F. pratensis*, *F. lugubris* and *F. truncorum*) are known to spread.

*Formica rufa* group species are endangered and protected by legal regulations all over the world. In 1996, IUCN (International Society for Nature and Natural Resources) published a list of endangered species with red bulletins, and the status of *Formica rufa* "vulnerable-sensitive" protection was updated as an immediate threat (nt-near threatened).

In the life cycle of the ant; there are 4 different biological phases. These are eggs, larvae, pupae and adult phases. The life cycle of the species is completed within 6 to 10 weeks.

Nest formation and continuity are important in terms of maintaining the biological cycle

and its existence in the ecological environment. Individuals formed by the queen's egg production ensure that the nest is active.

Male and female winged ants leave the nest in certain periods and start to build a new nest. In many ant species, the main function of queens is to create a colony. The queen's every need is provided by the worker ants. The queen produces both fertilized (diploid) and unfertilized (haploid) eggs. The winged female and workers are developed from diploid eggs, while males are haploid. Workers are wingless and have no breeding characteristics.

Members of these group build nests in large and high form of hills and can house several hundred thousand ants in their nests. While the main skeleton of the nest is forming, the shape of hill formed by using the tree stump and trunk, dead plant material, branches, herbs, needle leaves, moss and lichens is the characteristics of these species.

The nests have two layers of life, both above the ground and underground.

*Formica rufa* group ants are often build their nests dome shaped on the ground around the decayed and cut logs of the trees, which are quite intact, by gathering the leaf, branch pieces and resin. There are entrance and exit galleries of the ants in the nests. These galleries extend to the depths of the soil and tree roots. The nests contain special chambers prepared for various purposes.

Forest ants need a stable and productive environment to ensure the need for high energy requirements of the nests and colonies. They are social creatures having many characteristics such as the distribution of plant seeds near the nest, their interactions with aphids, their roles in the nutrient and energy flow, hunting in invertebrate animals due to predatory characteristics, their compelling characteristics, hunting, competing with insectivorous birds and other ant species.

The members of the Formicidae family often fed on animal and sometimes herbal food. It is known that it uses as a predator on many other harmful species together with leafy caterpillar, butterfly, bee and other insect eggs and pupas. Apart from these, it is emphasized that aphids' feces which is also rich in nutrients in terms of sugar are important. Studies on the ecology of *Formica rufa* L. are scarce in Turkey.

It is a dominant living creatures which has interaction with many different species in food chain and step. It has an ecological effect on many living and inanimate objects in its surroundings. Therefore, they are also called is ecosystem engineer.

Southern wood ants have an important place in different ecological environments within the insect class. Usefulness of these is that some of the nutrients are composed of forest pest insects and are revealed the role of evaluation in biological control against forest pests. Southern wood ant, which is a naturally occurring predator in our country, is used in biological control against some forest pests.

The characteristics of the species to be benefited from biological control techniques and habitat relations should be well known. Due to their multifaceted features, this is a biological group that are conducted a large number of research among ants. There are research and publications on this species in different countries in the same field and in different ecosystems. However, studies conducted in Turkey are not adequate.

In this study, "Changes of Nest Density and Feeding Habits of Southern Wood Ants (*Formica rufa* L.) in Bolu Serif Yuksel Research Forest" was tried to be determined.

## **2. MATERIAL AND METHODS**

The study was carried out in the Scots pine, Uludağ fir and mountain juniper forests of Serif Yuksel Research Forest located in Aladağ range within the Bolu Regional Forest Directorate, Aladağ Forest Management.

The main material of our study has been comprised by Southern wood ants (*F. rufa*) and nests determined in the sample areas. The materials carried by the southern wood ants; It consists of nutrients and nest building materials.

The existence of Formicidae family *Formica* genus 22 species in total are reported in Turkey. Apart from *F. rufa*; *F. pratensis*, *F. lugubris* and *F. truncorum*, as a member of the group has been revealed.

In this study, the inventory data obtained about the number of sockets sampled and the nests and habitat characteristics were analyzed using SPSS PASW Statistics 18 statistical package program.

The fieldwork of 2012 was carried out by according with the experimental areas of 1997. Measurements and observations were made in a total of 154 sample plots. In the research, the coordinates of the sample plots which were measured in 1997 were determined with the ArcGIS program, which produced geographic information systems (CBS) with the center points (154 sample plots for each 1 hectare) of 1: 25000 scale map. Then, these points were visited by using the GPS device and field studies were carried out. An inventory report card was used to evaluate the data. These were measured in terms of

height, inclination, endorheic areas, aspect, landform, living cover and nest morphology. The elevation, slope, aspect, endorheic areas, landform, living cover, nest presence and number of nests, belonging to sample plots were determined. In addition, sample plots portable nest potential with the potential of transplantation, was revealed in 1997 by reinterpreting.

In order to determine feeding habits; studies were completed in 6 nests (Uludag fir and Uludag fir + Scots pine) in two different stands. There are more than 120 m distances between the selected slots. In order to determine the feeding habits in the anthill, a mechanism consisting of sheet material has been established. According to this; each anthill was surrounded by 4 x 4 m length and 0,7 m height flat steel. Flat steel; by placing it in the excavated soil at a depth of 25 cm, and by bending at a 30-degree angle 15 cm from the top towards the nest, it was arranged so that the ants could not exit.

The materials that ants carry; food and nesting material. Their subgroups were formed. Food material; products of animal and vegetable origin are grouped as. In the measurements of nest material; Needle leaves, branches, wood, bark, lichen, soil and stone were counted off. Food and nesting materials have been brought to the laboratory periodically. These samples were prepared according to their properties and prepared for determination in the laboratory. The transported material of each nest and stand was demonstrated. Diagnosis of the insect samples were made at the team level. The samples were stored in the laboratory of The Western Black Sea Forestry Research Institute according to the date, registration and nest numbers.

A total of eight soil profiles, including six active nests and two controls, were collected from the soil samples. In order to determine the soil properties, the physical and chemical analysis were carried out in The Poplar and Fast Growing Forest Trees Research Institute-İzmit.

### **3. RESULTS AND DISCUSSIONS**

According to the revision of 1997 data for *Formica rufa* nest inventory in Serif Yuksel Research Forest; A total of 409 active nests were identified in the 154 (piece/ha) sample plots. In this study, in the examination based on the same sample plots in 2012, 679 active ant nests were observed.

In the research area, 131 nests were observed in the active area, while 23 nests were not identified. The maximum number of nests available in a trial area was 27.

In the research area, when the number of nest evaluated in terms of the distributions in

tree species; nests were built in a large extent in the fir trees, in the least poplar trees. 44% of all nests were found in pure fir forests and 17% were found in pure scots pine forests. The ants also nest in the trench of the bush species, which was located on the stand and near the lower layer. Among the shrub species, Mountain juniper (*Juniperus communis* L.) was more preferred. Depending on the degree of refraction of the endorheic, junipers were prominently found around the nests areas. The nests were most commonly seen in areas where the living cover density was between 30-70% (intensive).

In the research area, the nests preferred by the ants, respectively; 83.36% tree stump, 9,43% on the overturned tree trunk, and the others are built the nests on stump in the bushes and on the root parts.

When the number of nests in the research area evaluated in terms of distribution of tree species, it was mostly established in fir trees and the least in poplar trees.

It was determined that southern wood ants commonly preferred 3 endorheic areas, that was, they prefer full endorheic areas, but according to the density in the unit area, they preferred 2 endorheic areas.

In the area of research, *F. rufa* built the nest in 1450-1550 m elevation step, the slope was 2° - 20° which was more common in light, middle and steep slopes. All the nests in the area were found to be between 1384-1617 m.

In the Serif Yuksel Research Forest, the most important natural enemies that damage the southern wood ants were the Brown bear (*Ursus arctos* L.) and the Wild pig (*Sus scrofa* L.) and were detrimental in terms of messing the nests.

The nests that can be transplanted were evaluated according to their size and volume. 0,400 m<sup>3</sup> and larger nests in the research forest were 369 units. The largest nest were determined to have a volume of 11.34 m<sup>3</sup>.

All of the nests measured in the field were active and it was determined that 40,65% of the nests were newly built. It was concluded that approximately 54,34% of the nests were suitable for transportation due to their size.

When the subject was examined in terms of amount of food; In the pure fir forests, while Coleoptera species was the second as the density in the fir forests, in the fir forests where the scots pine was joined to the mixture (GÇs), it was concluded that there were Coleoptera species in the fourth category in terms of density.

In the research area, bedrock is composed of volcanic tuff, anglomera and andesite type of main stones. The soil is mostly multi-stony and moderately stony. The permeability of

soils in this area is quite good, most of them are brown forest soil and do not contain lime.

#### **4. CONCLUSION AND OUTLOOK**

In the coniferous forests, the Serif Yuksel Research Forest is one of the optimum habitats for *Formica rufa*, which has been developed in terms of biological struggle factor and social life.

This research forest has a total size of 1544 ha and an inventory study has been carried out in all of the 154 ha sampling area, representing 10%. As a result of inventory study, ant nests were found in 131 of this wrong area of the hunter species and in 23 of them were not found. A total of 679 nests were identified in 131 sample plots. As each sample plot was 1 ha, all of our study areas were  $1 \times 154 = 154$  ha. According to this, for the whole area that were calculated, 6790 pieces of ant nests were determined. Approximately 15 years ago, it increased by 1.74 times according to the number of nests that Serin was determined in the same area.

In our research area, it was determined that Southern wood ant was spread throughout the forest area except for pasture and open areas.

According to the type of stands, ants were found to be more common in fir forests. The reason why ant nests are common in fir forests is; stems from the dominance of the fir tree in the field. In the pure pine stands, the nest amount is quite small. However, when the nest density in the sample plots where the nests are located is evaluated, it is seen that the highest nest number in the unit area is in 7.8 ad / ha with pure scots pine forests. The reason why the number of ant nests is higher in the unit area, in the pure scots pine forests, can be explained by the fact that the scots pine are more in the southern aspect.

In our study area, according to the relationship between the diameter development of the tree closest to the ant nests and the volume of the nest; It was seen that the diameter development of the trees was higher in areas where the ant nest volume was higher.

In the field, the location of 369 of the largest 679 nests found in the trial areas and the ecological conditions of the site have been examined in detail. As a result, it was observed that these nests were located between 1417-1617 m in each view, but mostly pure fir and fir dominant scots pine (GÇs), in stands having 3 and 2 closed respectively and  $2^\circ$  -  $20^\circ$  and medium sloping slopes.

Southern wood ant (*F.rufa*) are widely available almost all in the coniferous forest areas

in the Anatolian region of Turkey. In our country, it is possible that the number of *Formica rufa* group ants is four and this number will increase with taxonomic studies in wide area. For this reason, it is necessary to diagnose species before habitat relations in these studies.

For a forest to be fully protected, the number of nests per hectare area ought to be 4-5. At the end of our study, 679 nests have been found in 131 hectares of 154 ha area, and 4.41-5.18 ad / ha nest per unit area.

According to Serin, this value was more than 2.6 ad / ha in 1997. According to the standards determined by the Turkish Standards Institution, Rules of Protection of Forests Against Bark Beetles Numbered TS 3626 / July 1981, the number of ant hill nest was five in hectares and the value was match up with.

Southern wood ant, nutrient diversity and in the transportation of material required for nesting, while the temperature generally has an increasing effect in the increasing direction, while the high relative humidity has a negative effect in decreasing direction.

In the studies to be carried out on transplantation, primarily scientific base studies related to the region to be transplanted should be done. Prior to transplantation, food chains and species relationships in the environment must be determined. Before the transplantation process is carried out, The wildlife of the land to be studied should be examined according to the mitigation criteria. If the transplantation is carried out on land without this and similar studies, the biotic equilibrium and biodiversity will be damaged. It is necessary to conduct scientific studies based on long-term observations in natural habitats if the *F. rufa* nests, which are intensively located in the Western Black Sea Region, are targeted to be transplanted into other areas.

# 1. GİRİŞ

Karıncalar, yaklaşık 14.000 türü olduğu ifade edilen yeryüzünde yaygın, biyokütle bakımından ikinci sırada ve sosyal olarak yaşayan böceklerdir [1], [2]. Ekosistemde pek fazla dikkatimizi çekmese de bir şekilde karşılaştığımız, çoğumuzun yakından tanıdığı çalışkan ve becerikli canlılar olarak bilinir. Karıncalar, yaban arıları ve diğer arılarla birlikte, zar kanatlılar (Hymenoptera) takımında yer alır [2]. Küçük boyutlarına rağmen, zoocoğrafik çöl alanlarından nemli tropik ormanlara kadar, hemen hemen her karasal habitatta yoğun olarak bulunurlar. Bu ortamlar, bazen toprak altını da kapsayan yaşam faaliyetlerini oluşturur [3]. Beslenme zincirinde; üretici ve tüketiciler kademesinde koşullara göre besin, predatör, predasyon, çiftçi ve bahçıvan gibi özellikleriyle öne çıkan karıncalar, ormanlarda ekolojik döngünün sürdürülmesine katkı sağlayan organizmalardan biridir [3]–[5]. Insecta sınıfındaki diğer soliter türlere göre kompleks ve düzenli bir toplumsal faaliyet gerçekleştirir. Koloni şeklinde yaşar ve yuvalarında işbölümü yaparlar [3]. Tür içi etkileşimler morfolojik adaptasyonu belirgin olarak karakterize eden bireylerin işbirliğini öne çıkarır. Karıncalarda koloninin yuva kurma, besin toplama, yavru bakımı ve yuva için tehdit oluşturan düşmanlara karşı kendini ve yuvayı savunma etkinliklerini sağlayan yaşa bağlı bir işbölümü (polyetizm) bulunmaktadır. Bunların başarısı büyük ölçüde toplumsal davranıştan kaynaklanır [3]. Morfolojik olarak güçlü mandibulası ve farklı ışın dalgalarında görüş sağlayan petek gözleri vardır. Kendi ağırlığının 10 katı kadarını kaldırabilir. İlkbahar mevsiminde ortaya çıkan kanatlı eşey bireyler, üreme faaliyetini başlatır. Termitler gibi tarımsal faaliyetlerde bulunur ve yuvalarının belirli alanında fungal fermentasyona uygun ortamlar oluşur [2].

Kırmızı orman karıncası, Hymenoptera takımının Formicidae familyasında *Formica rufa* Group (*Formica* s. str.: *Formica* sensu stricto) olarak adlandırılan ara grup içerisinde yer alır. Bu grubun, Avrupa'da altı türü bulunmaktadır. Bu üyeler; *F. rufa*, *F. polyctena*, *F. aquilinoia*, *F. lugubris*, *F. paralugubris* ve *F. pratensis*'tir. Ancak farklı kıtalarda yapılan bazı yayınlarda *F. truncorum* ve *F. frontalis* türleri de bu grubun üyesi olarak bildirilmektedir. Bu grup karıncalara, yaygın olarak Avrupa'da red wood ants (Kırmızı odun karıncası, kırmızı ahşap karıncası, kırmızı orman karıncası) denilmektedir [4]–[10]. Bu türler, Avrupa iğne yapraklı ormanlarında biyokütlenin yönetiminde anahtar tür olarak

sunulmaktadır [4]. Türkiye’de ise bu gruba ait 4 türün (*F.rufa*, *F.pratensis*, *F. lugubris* ve *F.truncorum*) yayılış gösterdiği bilinmektedir [11], [12].

*Formica rufa* grubu türleri dolaylı veya doğrudan insan tehdidi altında olup olumsuz koşulların devamı halinde yakın bir gelecekte, tehdit altında türler olma olasılığının yüksek olduğu canlılar olarak ifade edilmektedir. Nesli tehlike altında olduğu için tüm dünyada yasal düzenlemelerle koruma altına alınmaktadır. IUCN (Uluslararası Doğa ve Doğal Kaynaklar Birliği) tehlike altındaki türlerin listesini kırmızı bültenlerle yayınladığı çalışmada *F. rufa*’nın 1996 yılında "vulnerable-hassas" koruma statüsü yakın tehdit (nt-near threatened) olarak güncellemiştir [5], [8], [13]–[18]. Türlerin yayılışının ulusal ve uluslararası sınırlarla kısıtlanmaması ve küreselleşme sonucu pek çok doğal değerlerin insanlığın ortak malı olarak algılanması ile yeryüzündeki flora ve faunayı korumakla görevli uluslararası kuruluşların etkinliğinde taraf olunan anlaşmaların yüklediği sorumluluklar bulunmaktadır.

*Formica rufa* grubu karıncalar, Avrupa ve Asya’nın ılıman ve boreal kuşakta yer alan iğne yapraklı ormanlarında yayılış gösterir [5], [8], [9], [16], [19]–[21]. *Formica rufa* türü ise Avrupa’nın hemen hemen her ülkesinde, Asya kıtasında Rusya Federasyonu, Özbekistan ve Türkiye’nin Anadolu bölümünde yayılış göstermektedir [22]. Bu tür, Avrupa’da Güney odun karıncası veya At karıncası (Southern Wood Ants ve Horse Ant) adıyla bilinir. Kırmızı orman karıncasının böcek sınıfı içerisinde önemli bir yeri vardır.

Kırmızı orman karıncası kolonisinin, birey ilişkileri olarak orijinal bir toplum yapısına sahip oldukları görülür. Vücut büyüklüklerine göre kapsamlı ve geniş bir alanda yüksek bir uyum içerisinde faaliyet gösterirler. Karınca kolonilerinin çoğu tek bir kraliçe tarafından başlatılır [23]. Üreyimli olan dişi kraliçedir ve ömür boyu yumurtlayarak kolonideki işçi sayısının belli bir seviyede olmasını sağlar [18]. Koloni bir ya da daha fazla dişi (kraliçe) ile çok sayıda işçi (bazen milyona ulaşan hatta aşan ve eşey olarak olgunlaşmamış dişi veya nötr) ile çok az sayıda erkek karıncalardan oluşur. Karınca kolonisindeki bireylerin yuvadaki iş bölümü ile mevcut toplumsal düzenin sürdürülmesi ilkesine kesin bağlılıkla gerçekleşir. Bu organizasyon öncelikle koloninin yaşaması ve varlığını sürdürebilmesi açısından elzemdir. *Formica rufa*’da üç farklı kalıtsal yapı bulunmakta olup, Dünya’daki diğer birçok karınca türünün tam aksine, hiçbir alt kast mevcut değildir.

Karıncanın yaşam döngüsünde; 4 farklı biyolojik evre vardır. Bunlar, yumurta, larva, pupa ve ergin evreleridir. Bunlardan yumurta, genelde oval ve bir mm boyundadır. Karınca larvası, beyaz renkte ve hareket üyeleri bakımından sessil olup, bir solucan gibi görünür. Prepupa dönemine kadar dönemsel deri değişimini gerçekleştirirler. Pupa evresinde (pupa exarate) anten ve bacakları vücut üzerinde serbest olup yetişkin beyaz karıncalar gibi görünür. Pupadan çıkan genç bireyler, yaşlı bireylere göre daha açık ve soluk renklidir. Zamanla renkleri değişir ve koyulaşır. Bireylerden kraliçe, her zaman diğer karıncalardan ebat olarak daha büyüktür. Türün yaşam döngüsü, 6 ile 10 hafta içinde tamamlanır.

Yuva oluşumu ve devamlılığı ekolojik ortamda biyolojik döngü ve varlığının sürdürülmesi açısından önemlidir. Kraliçenin koyduğu yumurta üretimiyle oluşan bireyler, yuvanın faal olmasını sağlar.

Kraliçeler, çiftleşme döneminde kanat taşımaları ile işçilerden ayrılırlar. Kanat yapısı, doğal olarak göğsün daha kuvvetli ve büyük görülmesine neden olmaktadır. Kraliçenin mandibulası diğer bireylere göre daha zayıftır.

Erkek ve dişi kanatlı karıncalar, belirli dönemlerde yuvadan ayrılarak, yeni bir yuva kurma çalışmasına başlarlar. Diğer yuvalardan gelen kanatlı bireylerin de eklenmesiyle, uçma dönemi başlar. Erkek karıncalar, bütün spermelerini, kraliçenin sperm torbasına (reseptaculatum seminis) aktarır ve birkaç gün sonra da ölürlür. Önceleri kanatları bulunan kraliçeler, çiftleştikten sonra kanatlarını atarlar. Kraliçe, yuvanın, alt katlarında inşa edilen kendi odasına yerleşerek yaşamını sürdürür. Bol miktarda yumurta bırakmaya başlamadan önce, vücudu irileşir. Kraliçe karıncalar 20 yıllık yaşamları boyunca bir kez çiftleşirler. Birçok karınca türünde kraliçelerin temel işlevi koloni oluşturmaktır. Kraliçenin her türlü ihtiyacı, işçiler tarafından sağlanır. Kraliçe hem döllenmiş (diploid) hem de döllenmemiş (haploid) yumurtalar üretir. Diploid yumurtalardan kanatlı dişi ve işçi bireyler olurken, haploitlerden erkek bireyler ortaya çıkar.

Erkekler, baş küçük, gözler büyük, göğüs geniş olup midesinin sonunda dişiyi tutmaya yarayan bir çift uzva sahiptir. Kanatlarını atmazlar. Çiftleşmeden hemen sonra, yuvadan uzaklaştırılan erkekler, birkaç gün içerisinde ölürlür. Beslenme yeteneği olmayan erkek bireyler, kolonideki üreme harici faaliyetlere katılmazlar. Çünkü dişilerle çiftleştikten sonra ölürlür.

İşçiler kanatsız olup üreme özellikleri yoktur. Birleşik anten tipi olan bu bireyler, thoraks ve abdomen arasında antene sahiptir ve göğüs ile karın arasındaki bir petiole vardır. İşçilerin büyüklükleri koloni içinde ve çevresel koşullara bağlı olarak değişkendir. Güçlü mandibulası ve abdomen çıkıntısında formik asiti kullanarak av ve düşmanlarına karşı üstünlük sağlar. Bu asiti 5 cm'den daha uzağa püskürtürler. İşçiler yuvaya bağımlı olup, yuvada yumurta, larva ve pupanın uygun sıcaklık ve nem içeren odalarda bakımlarını sağlarlar. Koloninin bütün işlerini; yuva yapımı ve onarımı, savunma, beslenme, temizlik, hava sirkülasyonu, yumurta-larva ve kraliçelerin bakımı, erginleşmemiş koloninin yeni yuvaya taşınması vb. gerçekleştirir. İşçi karıncaların ömrü, 4-10 yıl olup abdomeninde bulunan büyük mide yapısıyla tüm koloninin balözü ihtiyacını karşılar [18], [21], [23], [24].

*Formica rufa* yuvasını orta ve tam kapalı ormanlara yaparken, burada genellikle daha çok açık alanları tercih eder. Genellikle orman kenar bölgelerini veya yüksek miktarda güneş ışığı alan alanları kullanır [21]. Bu grup türleri, büyük ve yüksek tepeler halinde yuva inşa eder ve yuvalarında birkaç yüz bin karıncayı barındırabilirler [25]. Yuva ana iskeletini oluştururken ağaç kütük ve gövdesini kullanarak ölü bitki materyali, dal, otlar, iğne yaprak, yosun, likenlerden oluşan tepe şekli bu türlerin karakteristik özellikleridir [16].

Diğer bir çalışmaya göre yuvaların genellikle kapalılığın tam olmadığı seyrek orman içi açıklıklarının kenarlarında ve az eğimli sahalarda daha yaygın olduğu ifade edilmektedir. Yine, bol güneşli ve nemi az olan güney bakıdaki yuvalar, gölgeli ve nemli kuzey bakıya göre daha seyrek ve küçüktürler [24]. Yuva için, güneş enerjisinin kullanımı açık bir yaşam alanında oldukça önemlidir [5]. Yuvaların toprak altı ve üstü olmak üzere iki yaşam katmanı bulunmaktadır [6], [25].

*Formica rufa* grubu karıncalar, genellikle yuvalarını çürümeye yüz tutmuş, ancak özü oldukça sağlam ağaçların kesilmiş dip kütüklerinin etrafına; ibre, yaprak, dal parçaları ve reçine toplamak suretiyle toprak üstüne kubbemsi olarak inşa ederler. Yuvalar içerisinde karıncaların giriş ve çıkış galerileri mevcuttur. Bu galeriler toprağın ve ağaç köklerinin derinliklerine kadar uzanır. Yuvaların içerisinde çeşitli amaçlar için hazırlanmış özel odacıklar bulunur [23], [26].

Orman karıncası, yuva ve kolonilerin yüksek enerji ihtiyacı gereksinimini sağlayacak istikrarlı ve üretken bir ortama ihtiyaç duyarlar [6]. Yuvasına yakın bitki tohumlarının

dağılımı, yaprak bitleriyle olan karşılıklı etkileşimleri, besin ve enerji akışındaki rolleri, omurgasız hayvanlarda yırtıcı özellikleri nedeniyle avlanma, böcekçil kuşlar ve diğer karınca türleriyle rekabet gibi pek çok özelliklere sahip gerçek sosyal canlılardır [4], [5].

Formicidae familyası mensupları çoğunlukla hayvansal ve bazen bitkisel besin alırlar. Yaprak tırtılı, kelebek, arı ve diğer böcek yumurta ve pupaları ile daha birçok zararlı türler üzerinde predatör olarak faydalandığı bilinmektedir. Bunların dışında yaprak bitlerinin (afidlerin) şeker bakımından zengin olan dışkılarının da önemli besin kaynağı olduğu vurgulanmaktadır [27].

Türkiye’de yapılan *F. rufa*’ın ekolojisi ile ilgili çalışmalar az sayıdadır. Serin [24], tarafından yapılan “Bolu Ormanlarında Bulunan *Formica rufa* L. Grubu Karıncaların Yaşam Biçimleri ve Transplantasyon Olanakları Üzerine Araştırmalar” adlı çalışmada Şerif Yüksel Araştırma Ormanı’ndaki karıncaların, güney bakıldaki, kapalılığı gevşek, diri örtünün az, 1515-1570 m yükselti tercihi ve eğimin % 5-20 arasında olduğu yerlerde daha çok bulunduğu açıklanmaktadır. Bu yuvaların ağaç kökleri, kesim artıkları, çürümeye yüz tutmuş kökler, büyük kayaların çevreleri ve ardıç dallarının üzerinde bulunduğu ve birim alana 2,5 ad/ha yuva düştüğü belirlenmiştir.

“Isparta-Senirkent Kapıdağ Sedir Ormanlarında Yapılan *Formica rufa* L.’nin Envanteri ve Habitat Tercihi” adlı bir çalışmada, karınca yuvalarının 1377-1803 m. arasında, kuzey bakılarda, eğimi 15°-26° olan orta eğimli yamaçlarda, yoğun olarak 2 kapalı meşcerelerde, b ve c çağındaki saf sedir meşcerelerinde bulunduğunu tespit etmiştir. Yuva kuruluş yerleri olarak % 69 oranda dip kütük tercih edildiği ve birim alanda 5,87 ad/ha olarak hesaplanmıştır [28].

Antalya-Çıglıkkara Sedir ormanlarında yapılan bir çalışmada; karınca yuvalarının doğu, kuzey ve kuzeydoğu bakıları, orta yamaçları, % 21-30 eğimi ve 1751-1800 m yükseltiyi tercih ettikleri gözlenmiştir. Bu alanda karınca yuvasının, Scd3 ve Sc3 meşcere tiplerinde, orta kapalılıkta ve daha yoğun devrik gövdelerin olduğu mevkilerde bulunmuştur. Ek olarak, yuva yüksekliği sınıfının 51-75 cm’de en fazla sayıda yuva olduğu tespit edilmiştir [27].

Kırmızı orman karıncası iğne yapraklı ormanlarda nişi ve biyolojisi yönüyle saha kullanımı açısından önemli ekolojik faktörlerden biridir [5], [8], [9], [16], [19]–[21]. Bulunduğu ortamda besin zinciri ve basamağında farklı birçok türle etkileşimi olan

dominant bir canlıdır. Bulunduğu çevredeki pek çok canlı ve cansız nesnelere üzerinde ekolojik etkisi vardır. Tek bir orman karıncası yuvasındaki bireyler bir yılda 20.000 kadar böcek yerler [18]. Ormandaki direkt etkileri sebebiyle yuvasının bulunduğu çevredeki ekosistemde değerlendirme ve faydalanma rekabeti açısından yönettiği söylenebilir. Bu yüzden ekosistem mühendisi de denilmektedir [4], [7], [16], [29], [30]. Bu türün ekolojik rolleri incelendikçe, ormanlar için önemi daha da artmaktadır [5], [9], [10], [14], [15], [29], [31]. Bu özelliklerinden dolayı zarar görmüş veya biyotik dengesi bozulan bir alanda zararlı böcek miktarının yönetimine yönelik olarak yararlanılabileceği fikri oluşmaktadır.

Kırmızı orman karıncalarının böcek sınıfı içerisinde farklı ekolojik ortamlarda önemli bir yeri vardır. Bunlardan faydalı olanı, besinlerin bir kısmının orman zararlısı böceklerden oluşmasıyla orman zararlılarına karşı biyolojik mücadelede değerlendirilmeleri rolünü ortaya çıkarmaktadır [8], [10], [23], [24], [28], [31], [32]. Ülkemizde doğal olarak bulunan ve önemli bir predatör olan Kırmızı orman karıncası, bazı orman zararlılarına karşı biyolojik mücadelede kullanılmaktadır [26]. Orman ekosistemindeki etkileşimleri nedeniyle “ormanın sağlık melekleri” olarak Orman Genel Müdürlüğü tarafından biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılmaktadır [18].

Günümüz ormancılığının sürdürülebilir yönetiminde zararlı organizmalara karşı diğer canlılardan yararlanma fikri önemli bir mücadele prensibi olarak görülmektedir. Biyolojik mücadele tekniğinde faydalanılan canlı türün özellikleriyle habitat ilişkilerinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Çok yönlü özelliklerinden dolayı karıncalar arasında fazla sayıda araştırma yapılan biyolojik gruptur. Bu tür üzerine farklı ülkelerde aynı alanda ve değişik ekosistemlerde araştırma ve yayınlar bulunmaktadır. Buna karşın, Türkiye’de yapılan çalışmalar yeterli düzeyde değildir.

Türkiye’de sınırlı sayıda yapılan çalışmalarda, *F. rufa*’nın doğal yayılış alanları ve coğrafik konum, iklimik olan ve olmayan, edafik, besin-beslenme ve biyotik ilişkilerinin ortaya çıkarılması gerekliliği ifade edilmektedir. Uygulamaya yönelik biyolojik mücadele kapsamında yuva nakli ve adaptasyonu, besin zinciri ve yönetimi konusunda da ayrıntılı çalışmalar yapılması gerekmektedir. Karınca alan yönetim stratejisiyle aynı alanda multidisipliner değerlendirmeler ortaya konulmalıdır. Aynı alanda, ormancılık uygulamalarıyla değişen süksesyon ortamlarında karınca popülasyon düzeyi ve izlenmesi üzerine henüz çalışma yapılmamıştır.

Bu çalışmada “Bolu Şerif Yüksel Araştırma Ormanında Kırmızı Orman Karıncası (*Formica rufa* L.)’nin Yuva Yoğunluğunun Değişimi ve Beslenme Alışkanlıkları” belirlenmeye çalışılmıştır. Türün, doğal yayılış alanı olan araştırma ormanında, aynı alanlarda yapılan Serin [24]’in yüksek lisans tez çalışmasıyla ortaya koyduğu ekolojik ilişkilerdeki değişimin tartışılması esas alınmıştır. Benzer şekilde, değerlendirmelerle alan envanterinin belirlenmesine de çalışılmıştır.

Çalışmanın amaçları

1.Şerif Yüksel Araştırma Ormanı’nda ekolojik değişkenlere göre karınca yuvasının özellikleri, yuva varlığı ve yoğunluğunun belirlenerek haritalandırılması (I), 1997 yılı envanter verilerine göre yuva dağılımında meydana gelen değişimlerin tespit edilmesi (15 yıllık) (II),

2. Karıncanın doğal yaşam alanındaki farklı meşcere tiplerinde beslenme alışkanlıklarının ve yuva materyali değişimlerinin ortaya konulması (III), besin miktarlarının zamansal (günün saatlerine ve aylara vs.) değişikliklerinin belirlenmesi (IV), farklı meşcere tiplerine ait bazı fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerine göre karınca besin ilişkilerinin değerlendirilmesi (V),

3. Karınca besin materyalinin hayvansal ve bitkisel özelliklerine göre tasnif edilmesi (VI), hayvansal besinlerin takım düzeyinde belirlenerek; faydalı ve zararlı tanımlamalarının yapılması (VII),

4. Karıncanın orman alanlarında transplantasyonlarının planlanmasına katkı sağlanması ve bu konuda tamamlayıcı bazı ekolojik verilerin elde edilmesi (VIII).

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Sosyal yaşam, canlı organizmanın gelişmesine paralel olarak, hayvanlar âleminde de, tabii bir yaşama biçimidir. Bütün canlılarda, "varlığını koruma ve güçlendirme yasaı", etkin ve temel bir yasadır. Hayvanlar âlemini de yöneten bu yasa; boğuşmayı, asgariye indirmekte; toplumsal yaşamı doğurmaktadır [1].

Hayvanların, "popülasyon" veya "toplumlar" şeklinde bir araya gelmesi; ortak besin ihtiyacı; elverişli beslenme ve barınma çevresi (çekici çevre), düşmanlarından korunma ve kaçması (itici çevre) gibi değişik faktörlerin de katkısıyla hayata geçmektedir. Doğada en ilginç canlıları oluşturan arılar, eşek arıları ve karıncalar sosyal yaşam gösterirler. Bütün bu faktörler, hayvanlar âleminde toplumlaşmayı etkileyen faktörlerdir [1].

Hayvan popülasyonlarında; toplum yaşamını en iyi şekilde, karıncalarda, termitlerde ve arılarda görmekteyiz. Karıncalar, Dünya'daki en yaygın ve toplumsal yaşayış bakımından, en iyi gelişmiş böceklerdir [1]. Toplumsal yaşamda en büyük çeşitlilik karıncalarda görülür. Bazı türler afitlerin dışkısı ile beslenir ve bu afitleri yuvalarının kışlık bölmelerine taşıyarak onları yırtıcılarından korurlar [33].

Toplumsal böcekler, dünyadaki karasal ekosistemlerde, büyük toplulukların yapısı, diğer türler üzerinde ve ekolojik işleyişinde önemli, bir etkiye sahip olan çok büyük bir hayvan biyokütlesi fraksiyonunu temsil etmektedir [15].

Sosyal böcekler (karıncalar, arılar, eşek arısı ve termitler) nüfus bakımından oldukça zengin ve ekolojik olarak baskın bir gruptur. Kırmızı orman karıncası "ekolojik mühendisler" olarak bilinir. Bazı çalışmalarda "ekosistem hizmetleri sağlayıcıları" olarak ifade edilmektedir. Ayrıca "potansiyel biyoindikatör tür" olarak da görülmektedir. [34], [35].

Karıncalar Antarktika dışında bütün dünyada yaşayabilirler [35]. Karıncalar ekolojik açıdan son derece başarılı bir böcek grubudur. Kuru çöllerden nemli tropik ormanlara kadar, hemen hemen her karasal habitatta bulunabilirler, toprak derinliklerine kadar ulaşan yaşam alanlarına sahiptir. Karıncalar, birçok alanda, özellikle ormanlarda ekolojik olarak önemli organizmalardır ve toplam hayvan biyokütlesinin yüksek bir oranını

oluşturabilir [31].

Buldukları alanda bol miktarda oldukları için, küçük boyutlarına rağmen hayvan biyokütlesine önemli bir katkı yaparlar ve av, avcı, rakip, çiftçi ve bahçıvan gibi özelliklere sahip olduklarından ekolojik toplulukların çoğunda önemli bir role sahiptirler. Karıncalar koloniler halinde yaşarlar; yuvada iş bölümü bulunur. Belirli görevler morfolojik uzmanlaşma ile karakterize edilen özgül bireyler tarafından işbirliği içinde yapılır. Karıncaların başarısı büyük ölçüde toplumsallıktan kaynaklanır [8]. Karıncalar (Hymenoptera, Formicidae) çoğu karasal ekosistemde bol miktarda bulunur ve çevrelerini çeşitli şekillerde etkiler. Önemli yırtıcı hayvanlar, otoburlar veya bitki yayılımı üzerinde etkilidirler [25]. Yırtıcı hayvanlar, parazitoitler ve diğer ekolojik faktörler koloniler üzerinde etkilidir [31].

Kırmızı Orman Karıncalarıyla (Red Wood Ants = RWA) ilgili kapsamlı çalışmalar; sosyal yapıları, coğrafi dağılımları ve yoğunlukları, popülasyon dinamikleri ve davranış, biyoçeşitlilik ile orman sağlığına etkileri şeklinde yoğunlaşmıştır [9]. Almanya, İsviçre ve Finlandiya, son 60 yıldır kırmızı ahşap karınca araştırmaları için önemli merkezler olmuştur. Bu literatürün çoğu Gösswald tarafından iki kitapta özetlenmiştir [6]. Avrupa'da bu karıncaların; sosyal yapıları incelenmiş, coğrafi dağılımı ortaya konulmaya çalışılmış, yoğunluk, popülasyon dinamiği ve davranışları üzerine kapsamlı araştırmalar yapılmıştır. Topluluk yapısı biyoçeşitlilik yönüyle incelenmiştir [14].

Bu bölümde *F. rufa* konusunda yapılan taksonomik ve biyolojik çalışmaların yanı sıra türün biyolojik evreleri, habitat ilişkilerine yönelik çalışmalar değerlendirilmiştir. Bunlar; (1) Taksonomi, morfoloji ve filogenetik çalışmalar, (2) Yayılışı, (3) Biyolojisi, (4) Yuva Özellikleri ve Alan Stratejisi, (5) Habitat İlişkileri, (6) Besin-Beslenme Özellikleri ile Yuva Materyali, (7) Koruma Statüsü (8) Toprak İlişkileri, (9) Tür ve Türler arası Rekabet (10) Transplantasyon Yuvaları ve Adaptasyonu ile Biyolojik Mücadele ve Yönetimi'dir.

#### *(1) Taksonomi, morfoloji ve filogenetik çalışmalar*

Karıncalar, Hymenoptera takımındaki tek bir aile olan Formicidae olarak gruplandırılır. [21]. Palearktık orman karıncaları çeşitli çalışmalarda tartışılmış, *Formica* s. str üyeleri (ve özellikle de *Formica rufa* grubu türleri) şeklinde gruplandırılmıştır ve yoğun çalışmaların hedefi olmuştur. Bu grubun üyelerinin belirlenmesinde taksonomik anlamda bir düzenden çok bir kaos varlığı olduğu ifade edilmektedir [36].

Kırmızı odun karıncalarının taksonomisi morfolojik benzerlikler, melezleşme ve karışık

koloniler oluşturma kabiliyeti nedeniyle net bir şekilde açıklanamamıştır. Önceleri, *Formica rufa* grubuna 8 Avrupa türü dahil edilmiştir. Bunlar; *Formica rufa* L., *F. polycytena* Foerst., *F. lugubris* Zett., *F. aquilonia* Yarrow, *F. pratensis* Retz., *F. nigricans* Emery, *F. truncorum* Fabr. ve *F. uralensis* Ruzsky'dır. Sonra iki tür ( *F. truncorum* Fabr. ve *F. uralensis* Ruzsky ) *Formica rufa* grubunun dışında tutulmuş ve daha sonra *F. frontalis* de bu grubun dışında bırakılmıştır. Ayrıca *F. nigricans*, *F. pratensis* ile birleştirilmiştir. Halen *Formica rufa* grubu altı farklı tür olarak kabul edilmektedir: Bu türler: *F. rufa*, *F. polycytena*, *F. lugubris*, *F. paralugubris*, *F. aquilonia* ve *F. pratensis*'tir [11].

Çoğu taksonomist, dört alt nesli birbirinden *Raptiformica*, *Coptoformica*, *Serviiformica* ve *Formica* s. str. şeklinde ayırmıştır. Cinsin taksonomisi belirlenirken genellikle kullanılan morfolojik karakterdeki farklılıklar yerel faunada net bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Ancak yakın ilişkili türler üzerinde, büyük coğrafi ölçekte çalışıldığında morfolojik karakterdeki farklılıklar belirsiz ve kesin değildir [37].

*Formica rufa* grubundan bahsedilirken, kırmızı odun karıncaları ve ahşap karıncaları terimi birbirinin yerine kullanılır. *Formica rufa* grubu (kırmızı odun karıncaları) morfolojik ve davranışsal olarak çok benzer altı türden oluşmaktadır [34]

*Formica rufa* grubuna ait altı tür, Avrasya'da Pleistosen döneminde ortaya çıkmıştır. Bu grup karıncaların özenli ve büyük yer üstü yuvalar yapması muhtemelen bu dönemdeki soğuk hava koşullarına karşı bir tepkinin sonucudur. Avrasya formasyonundaki kırmızı orman karınca türlerinin genetik analizleri Goropashnaya ve ark. tarafından yapılmıştır [6]. İlk enzimogenetik çalışmalar tüm türlerin çok yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Yakın zamanda yapılan mitokondriyal DNA çalışmaları ile bu sonuçlar doğrulanmıştır [32]. Bu karşılaştırmalara göre veriler, *Formica rufa* grubundaki türleşmenin nispeten hızlı olduğunu ve tahmini olarak Pleistosen döneminde gerçekleştiğini düşündürmektedir [11]. Daha önce de belirtildiği gibi, Avrupa *Formica rufa* grubu karıncaları tarafından büyük, yer üstü yuvalarının yapımı büyük olasılıkla Pleistosen sırasında soğuk toprak koşullarına yanıt olarak ortaya çıkan bir evrimleşmenin sonucudur [7].

Kırmızı orman karınca grubunun genellikle 6 türden oluştuğu düşünülmektedir: *Formica rufa* (Linnaeus, 1761), *Formica aquilonia* (Yarrow, 1955), *Formica lugubris* (Zetterstedt, 1838), *Formica paralugubris* (Seifert, 1996), *Formica polycytena* (Foerster, 1850) ve

*Formica pratensis* (Retzius, 1783) [34]. *Formica rufa* grubu (gerçek ahşap karıncaları), alt cins *Formica* s. str. içerisinde yer alan altı türden oluşur. Bunlar; *F. rufa*, *F. pratensis*, *F. polycytena*, *F. lugubris*, *F. paralugubris* ve *F. aquilonia*'dır ve filogenetik olarak sıkı bir tür kümesini temsil ederler [21]. Kırmızı Orman Karıncası (*Formica rufa* L.) Hymenoptera takımındaki Formicidae ailesinde; *Formica rufa* grubu (*Formica* s. Str. = *Formica* sensu stricto) olarak adlandırılan grup içerisinde yer alır. *Formica rufa* grubunun Avrupa'da altı türü bulunmaktadır. Bu üyeler *F. rufa*, *F. polycytena*, *F. aquilinoia*, *F. lugubris*, *F. paralugubris* ve *F. pratensis*'tir [4]–[10].

Kırmızı orman karıncaları, *Formica* sensu stricto subgenusuna aittir. *Formica rufa* grubu, Avrupa'da yedi tür tarif edilmektedir. Kuzey Amerika'da 19 türün rapor edildiği bildirilmektedir [10] .

*Formica rufa* grubundaki türlerin farklı yapılarda olmaları taksonomistler için çok uzun zamandır büyük zorluklara neden olmuştur. Bu grupta bulunan işçilerin en önemli özelliği, başın arka kenarının ve göğüs kafesinin çeşitli bölgelerinin tüylülüğüdür [32].

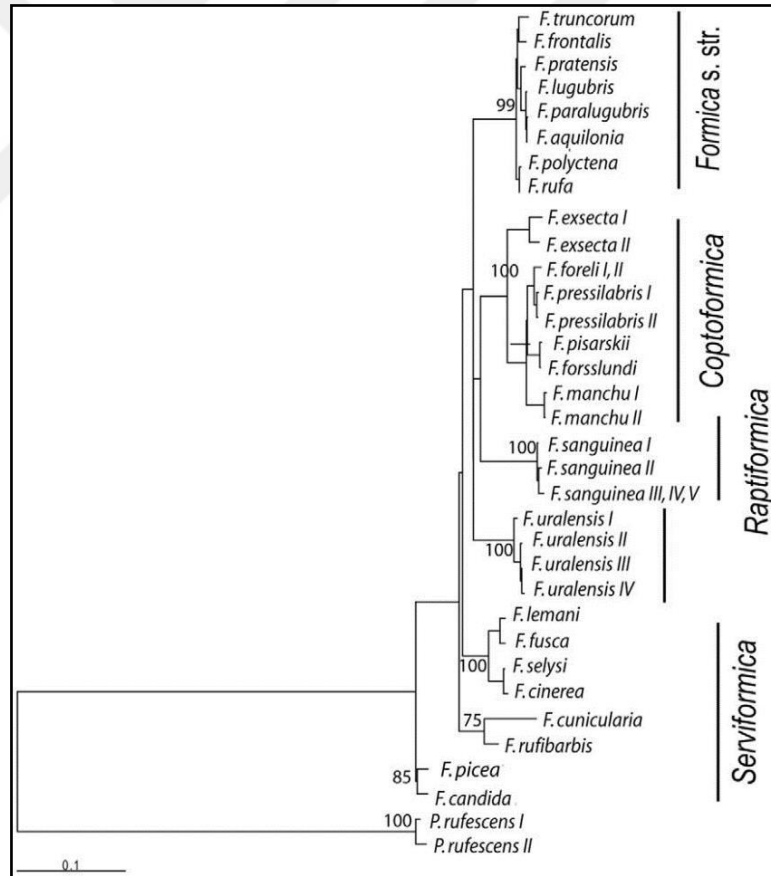
*Formica rufa* grubu odun karıncaları morfolojik olarak çok benzer özellikler taşır.” Bir lup yardımıyla, kafadaki ve göz çevresindeki kıllanma yapısı incelenecek olursa *Formica rufa*'da, başın üstünde ya da yanlarında ve gözlerin çevresinde kısa kıllar yoktur ya da çok azdır. *Formica lugubris*'in başının üstünde ve yanlarında çok uzun kıllar vardır, genellikle gözlerin altında bir “saçak” görünümü verir. Bu iki türün tanımlanması sırasında çok dikkatli olunmalıdır çünkü bu kıllar yaşla birlikte kaybolma eğilimindedir. Bu nedenle, herhangi bir tanımlama ideal olarak tek bir yuvadan birkaç örnek görüntülendikten sonra gerçekleştirilmelidir ‘’ denilmektedir [21].

Morfolojisi birbirine çok benzeyen kırmızı orman karınca türlerini tanımlarken kullanılan ana karakter, farklı vücut kısımlarında bulunan kılların yapısı ve sayısıdır [25]. *Formica rufa* grubunun teşhisi, özellikle işçilerde vücudun çeşitli kısımlarının tüylülüğüne ve kıllanma durumlarına göre yapılmıştır [36] .

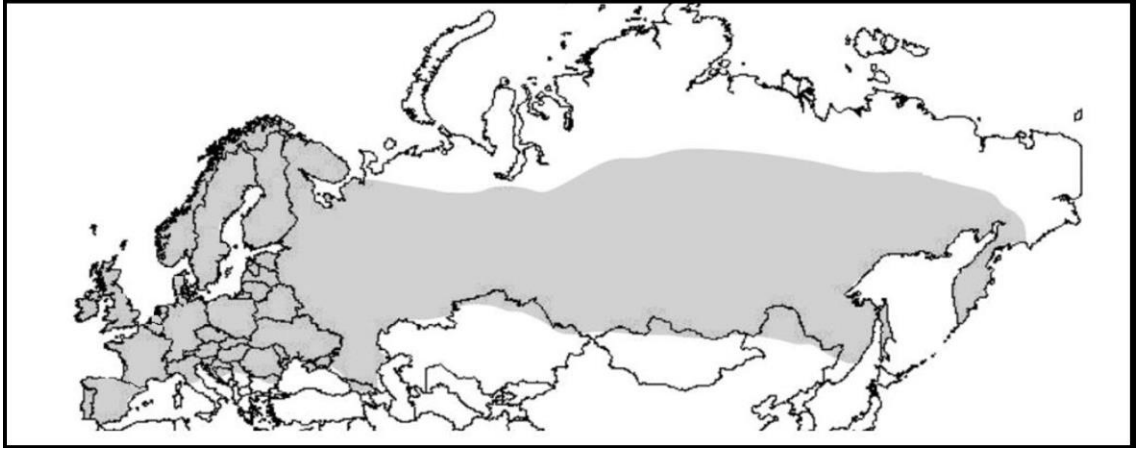
Türkiye'de yapılan bir çalışmada, Formicidae familyasının altfamilya ve cins tanı anahtarları oluşturmuştur. Bu çalışmaya göre; “Gaster'in uç kısmındaki asidopor burun şeklinde ve kıllarla saçaklanmış koronula; asidopor ve koronula yoksa antenler klipeus'un arka kenarına belli bir aralıkla bağlanmış” ise Formicinae alt familyasına, “Anten skapus'u nispeten daha kısa, başın oksipital kenarın, uzunluğunun yarısından az aşar; ocellus'lar var ve görülebilir” ise *Formica* cinsine aittir denilmektedir [28].

*Formica rufa* grubu içerisindeki türler arasında genel olarak yüksek morfolojik benzerlik bulunur, bireylerin koloni içindeki değişkenliği ile birlikte, bir koloninin türünü morfolojik olarak belirlemek oldukça zor ve bazen imkânsız hale gelebilir. Bu tür zorluklar, özellikle türlerin ikisini veya üçünün bir arada yayılış gösterdiği belirli coğrafi bölgelerde göze çarpar. Aynı yuvadan gelen işçilerin ara türler taşıdığı görülür. Bir koloni içindeki bireyler farklı türleri temsil ediyor gibi görünebilmektedir. Hem morfolojik hem de moleküler olan son araştırmalar bu soruna biraz ışık tutmuştur. *Formica rufa* grubu içinde kesişen melezleşme olasılığı kanıtlanmıştır [36].

Son yıllarda, daha fazla melez karıncalar tespit edilmiştir. Yalnızca *Formica rufa* grubunda, 5 melez karınca kombinasyonu bilinmektedir. Bunlar; (*Formica rufa* x *F. polycтена*), (*F. lugubris* x *F. rufa*), (*F. pratensis* x *F. lugubris*), (*F. polycтена* x *F. aquilonia*), (*F. aquilonia* x *F. lugubris*) şeklindedir. Sadece *Formica paralugubris* ile şu ana kadar hibrit bulunamamıştır [32].



Şekil 2.1. *Formica rufa* grup karıncaların filogenetik ilişkisi.



Harita 2.1. *Formica rufa* grup karıncaların Avrasya’da yayılışı.

*Formica rufa* grubu karıncalarının (*F. polycytena*, *F. rufa*, *F. lugubris*, *F. paralugubris*, *F. aquilonia* ve *F. pratensis*) altı türü arasındaki filogenetik ilişkiler mitokondriyal DNA (mtDNA) kullanılarak incelenmiştir. [11], [37]. *Formica* s.str. alt kümesine ait olan *Formica rufa* grubu, çeşitli tepe şeklinde yuva yapan kırmızı orman karıncalarını içerir (Şekil 2.1, Harita 2.1). [11]

Kırmızı orman karıncasının sistematikteki yeri;

- Alem : Animalia  
Şube : Arthropoda  
Sınıfı : Insecta  
Takımı : Hymenoptera  
Alt takım : Apocrita  
Familiya : Formicidae Latreille, 1809  
Alt Familiya : Formicinae Latreille, 1809  
Cinsi : *Formica* Linnaeus, 1758  
Türü : *Formica rufa* Linnaeus, 1761 şeklindedir [27].

Türkiye’de yapılan bir çalışmada; *Formica rufa* bireylerinin morfolojik özellikleri şu şekilde ifade edilmektedir;

İşçi: Baş ve göğüs kırmızımsı kahverengi, karnın üst kısmı kahverengimsi siyahtır. Baş ve birinci göğüs parçasının üst kısmında değişik büyüklükte ve nitelikte lekeler vardır. Anten kamçısı segmentlerinin 2. ve 3.’nün uzunluğu genişliğinin iki katından azdır. Gözler birkaç sayıda mikroskobik kıllıdır. Başın üst, önyüz, gula promesonotum ve gaster değişken sayılı dik kıllıdır. Antenin ilk parçası ve boyun kalkanının arka kenarı kılızsızdır. Uyluk ve arka kavalın kash yüzeyleri bazen birkaç yarı kalkık kıllıdır. Alın üçgeni ışığı

yansıtabak derecede parlak ancak küçük noktalıdır. Alın az parlak, geniş aralıklı ince ve kaba noktalıdır. Boyu, 5,5–9,0 mm'dir.

Kraliçe: Başta alın üçgeni, alın, boyun kalkanı bölgesi, göğüste scutum'un tümü ve karnın sırtı kahverengimsi siyah, diğerk kısımlar kırmızimsı kahverengidir. Kalkan ve gasterin basal yüzünde kalkık kıllar yoktur. Gaster'in 1. tergütünin dorsali sık ince noktalı arada geniş aralıklarla yerleşmiş kaba noktalıdır. Boyu, 10–11 mm'dir.

Erkek: Vücut koyu siyah, bacaklar ve cinsel organlar daha açık ve soluk renklidir. Gözler dik kıllı, gözlerin altında gena yatık kıllıdır. Alın üçgeni parlak, küçük noktalı veya düzdür. Başın üst kısmı ve göğüs (popodeum dâhil) yarı kalkık kıllıdır. Gaster tergitlerinin üst yan kısmı yarı kalkık kıllı ancak kıllar seyrek dağılımlıdır. Karnın üst kısmı yüzeyi parlak, çok seyrek ve kısa tüylüdür. Bacakların dış yüzeyleri çok az sayıda kıllı, kıllar bir sıra oluşturmaz. Boyu, 9,5–11 mm'dir [38].

## (2) Yayılışı

Odun karıncaları, tüm kıtalardaki aynı tür habitatları kullanan taksonomik olarak benzer türlerle birlikte tüm Holarktık bölgesinde yaygındır [21] .

*Formica rufa* grubunun türleri, Avrupa iğne yapraklı ormanlarında anahtar türdür. Kırmızı ahşap karınca (RWA) cinsi *Formica*, faaliyetleriyle yaşadıkları ekosistemler üzerinde büyük bir etkiye sahip olan (predasyon, yuva yapımı, balçiyi (balözü) toplama, toprak havalandırma ve beslenme akışının değışimi) sosyal böcek türlerindedir [4].

RWA'lar, ekosistemdeki yüksek bollukları ve çeşitli rolleri nedeniyle ormanlardaki besin zincirinde önemli rol oynar [9].

Kırmızı odun karıncaları (*Formica rufa* grubu), kuzey Avrupa ormanlarında yaygın türlerdir. [25].

Ahşap karıncalar, birçok trofik seviyede etkileşime sahip, kuzey iğne yapraklı ormanların dominant ve ekolojik olarak önemli bir bileşenidir [5].

Boreal ve ılıman iğne yapraklı ve karışık ormanlarda, *Formica* cinsinin bölgesel odun karıncaları, fiziksel ortamın kendileri için uygun olduğu yerlerde çok türlü karınca topluluklarının merkezlerini organize etmektedir [19].

Avrasya RWA'ları boreal ve ılıman Avrupa ve Rusya'nın büyük bölümlerini kapsayan çok geniş bir dağılıma sahiptir [8].

Odun karıncaları Avrasya ormanlarında baskın olan omurgasız yırtıcı hayvanlardır [34].

Kırmızı orman karıncaları (RWA, *Formica rufa* grubu) Avrasya'nın boreal ormanlarında baskın ekosistem unsurlarından biridir [9].

Kırmızı orman karıncaları (*Formica rufa* grubu), Avrupa orman ekosistemlerinde her yerde bulunan höyük (kubbe veya tepe) şeklinde yuva yapan sosyal böceklerdir [16].

*Formica rufa*, Avrupa çapında sürekli bir dağılıma sahip olma eğiliminde olmasına rağmen, 64 °'nin üzerindeki enleme sahip kuzey bölgelerinde ve 1200 m'den fazla yükseltilerde bulunmaz. Güneyde İspanya'nın ortası, Kuzey İtalya'da da Pireneler bölgesine kadar uzanmaktadır. *Formica rufa*, çoğu karınca türünde olduğu gibi, daha sıcak bölgelerde veya daha sıcak habitatlarda daha bol olma eğilimindedir [21].

*Formica rufa*'nın Türkiye'de Batı Karadeniz bölümünde daha fazla olmak üzere, Karadeniz Bölgesi ormanlarının önemli bir kısmında oldukça yoğun bir biçimde bulunduğu saptanmıştır. Bunun dışında İç Anadolu ve Marmara Bölgesi'ndeki bazı orman yörelerinde de karınca yuvaları görülmüştür. Türkiye ormanlarında doğal olarak bulunan Kırmızı orman karıncasının en güney sınırı ise Isparta-Kapıdağ yöresi teşkil etmiştir [28]. Türkiye'nin bazı iğne yapraklı ormanlarında yoğun olarak bulunan ve önemli bir biyolojik mücadele etmeni olan Kırmızı orman karıncasının doğal olarak yayılışının güney sınırı olan Isparta ili Senirkent ilçesine bağlı Garip köyünün güneyinde yer alan Kırığ Dağı'nın kuzey yamacında sedir ormanlarında bulunmaktadır. Senirkent Garip ormanında toplam 582,3 hektar alanda karıncanın aktif olduğu belirlenmiştir [39].

*Formica rufa*'nın ülkemizde 1050–1970 m arasında yayılış yaptığını bildirmiştir. Esas itibariyle iğne yapraklı ve kısmen de iğne yapraklı + yapraklı ağaç karışık ormanlarında yayılışının bulunduğu saptanmıştır [28]. Kırmızı orman karıncası Doğu Anadolu'da sarıçam ve ladin ormanları, Orta, Batı Karadeniz ve Batı Anadolu'da sarıçam, karaçam, göknar, ardıç, ladin ormanlarında genellikle kapalılığın tam olmadığı, seyrek orman içi açıklıklarının kenarlarındaki düz ve az eğimli yerlerde, 800-2600 m yüksekliklerde yaşar [38]. Karıncaların Türkiye'de, en doğuda Kars-Sarıkamış, Oltu, Göle ve Doğu Karadeniz ormanlarından başlayarak. Gümüşhane, Erzincan Giresun Şebinkarahisar -Alucra, Sivas Suşehri - Koyulhisar, Ordu Mesudiye, Tokat Niksar - Erbaa, Amasya Taşova, Samsun Vezirköprü, Sinop Durağan - Boyabat, Çorum Osmancık Kargı - İskilip, Kastamonu Tosya ilçesi ve Küre dağları, Ilgaz dağları, Bolu Köroğlu dağları, Zonguldak, Ankara Kızılcahamam - Çamlıdere - Beypazarı, Eskişehir Çatacık, Kütahya Emet - Tavşanlı -

Simav, Bilecik, Bursa Uludağ, Isparta Senirkent 'e kadar doğal bir yayılışa sahiptir [26]. Türkiye'nin karıncalarının ilk açıklamalı kontrol listesi sunulmuştur. Literatür kayıtlarına ve 1998'den bu yana yapılan yeni toplanan materyallere dayanarak toplam 306 geçerli tür-grup taksonu (286 tür, 20 alt tür) isminde kaydedilmiştir. *Formica lugubris* Türkiye için ilk kez yeni kayıt olarak rapor edilmiştir [12].

*Formica rufa* Avrupa'nın büyük bir kısmı; güneyde İspanya'nın orta kesimlerinden güney İngiltere ve İskandinavya'ya kadar, Rusya'da Baykal Gölüne, güneyde Kafkaslar'a kadar, Türkiye'nin Anadolu yakasında yayılış göstermektedir. Anadolu'daki yayılışı; Doğu Anadolu'da Sarıçam ve Ladin ormanları, Batı Karadeniz ve Batı Anadolu'da Sarıçam, Karaçam, Gökmar, Ardıç ve Ladin ormanlarıdır. Yuvalar genellikle kapalılığın tam olmadığı seyrek orman içi açıklıklar ile düz ve az eğimli alanlarda, 800-2600 metre aralığındadır [38].

*Formica rufa*, Anadolu'da en yaygın olan Kırmızı orman karıncası türüdür. Trakya Bölgesi'nde ilk kez Istranca Dağlarındaki meşe ormanlarında 450-720 metre yükseltilerde saptanan *Formica pratensis* Retzius grubu ise Türkiye'de temsil edilen ikinci türdür. *Formica rufa* yuvalarında karıncaların, av olarak getirdikleri ölü böceklerle, çeşitli eklem bacaklılara ve solucanlara rastlanmıştır. İşçilerin yuvadan yaklaşık 100 m kadar uzaklaştıkları, yuva yakınlarındaki ağaçlar üzerinde afitlerle yakın ilişki içinde oldukları belirlenmiştir. Besinlerinin büyük bir kısmını afitlerin balözü oluşturur [38].

Dünya'da ise Arktik bölge ormanlarının önemli bir bölümünde, özellikle İngiltere, İsveç, Norveç, Finlandiya, Batı Almanya, Çekoslovakya, Macaristan, Avusturya, Bulgaristan, İspanya ve Rusya'da yaşamakta olduğu bilinmektedir [40].

Ormanları zararlı böceklerle karşı koruyan önemli avcılardan birisi de *Formica rufa* grubu Kırmızı orman karıncalarıdır. Kırmızı orman karıncası ilk kez Linnaeus tarafından 1758'de Systema Naturae isimli eserinin 10. baskısında 1. ciltte tanımlanmıştır. Türkiye ormanlarında yayılış yapan avcı türün sistematik olarak *Formica (Formica) rufa rufa* Linnaeus 1761 olduğu ifade edilmektedir [28].

Kırmızı orman karıncalarının Türkiye'deki yayılış sahalarının belirlenmesi amacıyla orman zararlıları ile mücadele örgütlerince etüt çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar yapılırken değişik yerlerden 82 adet karınca numunesi alınmış ve bunlar İtalya ve İsviçre'de teşhis ettirilmiştir. Yapılan teşhis sonuçlarına göre numunelerin *F. rufa* olduğu anlaşılmıştır [28], [41], [42].

Kırmızı orman karıncaları (*Formica* s. Str.), Kuzey Avrupa ve Asya'nın birçok iğne yapraklı veya karışık yapraklı ormanlarında bulunurlar. Coğrafi dağılımları, yoğunlukları, popülasyon dinamiği ve davranışı, omurgasız biyoçeşitliliğine etkisi, bunların yaprak bitleri ile etkileşimleri yoluyla ağaçların büyümesine etkileri ve sosyal yapıları üzerinde geniş çaplı araştırmaların odak noktası olmuştur. Üzerinde geniş taksonomik ve genetik araştırmalar yapılmıştır. Bu gruba ait 6 tür *Formica* s str. içine yerleştirilmiştir [6].

Odun karıncaları büyük ekolojik etkilere sahiptir, bazen “ekolojik mühendis” olarak adlandırılır ve kuzey ılıman bölgelerin ormanlarında bir anahtar tür böcek grubu olarak kabul edilir. Yapılan bir çalışmada; “ağaç karıncalarının yaşadığı ormanların özel dikkatle yönetilmesi gerektiği” sonucuna varılmıştır. Kırmızı orman karıncalarının sürdürülebilir yönetiminde geniş kapsamlı ekolojik süreçler ve etkileşimlerin çok önemlidir [18]. Bulunduğu habitatların uygun yönetilmemesi ya da ormansızlaşma gibi ortaya çıkan durumlara karşı oldukça hassastır [14].

*Formica rufa* grubu karıncalar, birçok trofik seviyede etkileşime sahip, kuzey iğne yapraklı ormanların dominant ve ekolojik olarak önemli bir bileşenidir [5]. Avrupa türlerinin çoğunluğu ekolojik olarak baskındır ve ılıman ve boreal ormanlarda artropod topluluklarının yapısında ve işleyişinde anahtar bir role sahiptir [10].

Kırmızı orman karıncaları, çevrelerindeki baskın omurgasız yırtıcılardır; diğer karınca türleri de dahil olmak üzere çeşitli omurgasız avlarını avlar ve süpürürler [43].

Kırmızı orman karıncaları, Kuzey Avrasya'nın büyük bir bölümünde ormanlık alanda baskın olan omurgasız yırtıcı hayvanlardır. Kırmızı orman karıncalarının varlığı, diğer karıncaları ve yuvalarının çevresindeki omurgasızları derinden etkileyebilir. Bu nedenle, karınca ve diğer arthropod topluluk yapılarını etkileyen, hem omurgalılar için besin kaynağı hem de rakip olma durumlarına göre, çoklu ekosistem seviyelerinde önemli bir etkiye sahiptirler [34]. Birçok çalışma, höyük ya da kubbemsi şekilde yuva yapan bu grup karıncaların artropod popülasyonlarını ve çeşitliliğini (diğer yırtıcı türler ve afidler dahil) etkileyebileceğini göstermiştir [7].

*Formica rufa* grubu karıncaları, boreal orman ekosistemlerinde önemli bir bileşen oluşturur ve ekolojik etkileri çoğu trofik seviyeye kadar uzanır. Birçok orman bitkisinin tohumlarının dağıtır. Orman toprağı ve orman kompozisyonunu yeniden düzenleyerek hem omurgasızların hem de omurgalıların besin döngülerini etkilemektedir [4].

### (3) Biyolojisi

Tipik bir karınca kolonisi üç temel bireyden oluşur. Bunlar; kraliçeler, erkekler ve dişilerdir. Birçok karınca türünde kraliçelerin temel işlevi koloni oluşturmaktır. Kraliçeler eşey olgunluğa ulaştığında çiftleşme kabiliyetinde, yumurtlayan ve üreme özelliğine sahip dişi bireylerdir. Kraliçe hem döllenmiş hem de döllenmemiş yumurtalar üretir. Döllenmiş (diploid) yumurtalardan diğer (çoğunlukla kanatlı) üreme dişileri veya baskın üreme özelliği olmayan tamamı dişi olan işçi bireyler oluşur. Döllenmemiş (haploid) yumurtalar kanatlı erkekleri üretir. Erkekler normal olarak, tek bir reproduksiyon rolüne sahip olan koloninin çok kısa süreli yaşayan üyeleridir; Çok kısa bir süre sonra ölürlür. Koloninin büyük çoğunluğunu oluşturan steril=nötr işçi kasti, işçi olacak larvaları (ve mevcut kraliçeyi) besler ve kraliçe olacak larvaları besler, yuvayı inşa eder ve korur ve koloniyi savunur [21]. Karıncalar sosyal böceklerdir. İşçiler kanatsızdır, dirsek antene sahiptir ve göğüs ile karın arasındaki bir ya da iki bölümden oluşan dar bir pedisele ("eşek arısı bel") sahiptir. Karınca kolonilerinin çoğu tek bir kraliçe tarafından başlatılır [32].

*Formica rufa'* da, üç temel kasti (kraliçeler, erkekler ve işçiler) koloninin bileşenleridir. Dünyadaki birçok karınca türünden farklı olarak, *F. rufa'* da hiçbir alt kast mevcut değildir. Bununla birlikte, gerçekte polimorfik olmasa da, işçiler birçok durumda koloni içinde yerine getirdikleri işlevi belirleyebilecek büyük boyutlu bir çeşitlilik gösterebilirler. İşçi karıncalar dört yıla kadar (nadiren) yaşayabilirler [21].

Karıncaların, saldırı ve savunmalarında kullandıkları en önemli madde; zehir keselerinde üretilen formik asittir. Formik asit, sadece zehir iğnesi olmayan karıncalarda üretilir. Bunlar düşmanlarını çeneleriyle ısırarak, sabitleştirir ve zehirlerini, yaraya doğru püskürtürler. Zehir kesesinden, "formik asit" fişkırtırlar. Karınca asidinin, böceklerin sinir sisteminde ve derisinde tahrip edici etkisi olduğu gözlenmiştir [1]. Karınca formik asit, savunma ya da iz işaretlemesi için karıncalar tarafından üretilen bir uçucu organik asittir. Kimyasal silah ve genel alarm sinyali gibi davranır ve yüzlerce karınca tarafından aynı anda serbest bırakılabilir. Karınca yuvalarının çevresi formik asitle kaplıdır [16]. Avlarına karşı ya da tehlike anında düşmanlarına fiziksel olarak Formik asitle eşdeğer bir madde püskürtürler. Bu madde ağırlıklarının %20 si kadardır ve püskürtüldüğü zaman konsantrasyonu %50 kadardır. Bu maddeyi 20-50 cm mesafeye kadar püskürtebilirler. Püskürtme damlalar halinde olup her damla 1mg ağırlığındadır. Bu madde yumuşak derili böcekleri hemen öldürür ya da fumigantlar gibi etki eder. Sert kutiküla böceklerde epidermisi ve altındaki yağ dokusunu öldürür. İnsan derisinde ise püskürtüldüğünde bir

kabarcık oluşturur ve bu kabarcık 10 güne kadar kalabilir [35].

#### (4) Yuva Özellikleri ve Alan Stratejisi

Polygyny, tek bir yuvada birden çok yumurtlayan dişinin (gynes) bulunması halidir. Karıncalarda yaygın bir durumdur. Avrupa karınca türlerinin yaklaşık yarısı poliginli olarak sınıflandırılmıştır. Bazı arılarda (sosyal eşek arıları gibi), bir yuvanın toplam üretkenliğinin artmasına rağmen, kraliçe başına verimin, multigyne ilişkilerinde azaldığı bilinmektedir. Benzer şekilde, *Formica* karıncalarında, birey başına yumurtlama oranı, poligin türlerinde en küçüktür [44].

Kırmızı orman karınca kolonilerinde sıklıkla görülen çok kraliçelilik (polygyne), kısmen coğrafi faktörlerden kaynaklanmaktadır [36].

Sadece arada sırada *F. rufa*, aynı coğrafi bölgede hem poligin hem de monoginöz kolonilere sahip olabilir [45].

İsveç'teki tüm *F. rufa* kolonilerinin monoginik olmadıkları ve işçi ilişkilerine dair tahminlerinin, bir arada bulunan birkaç kraliçe ile birlikte, tek ve çift tek yuvaların ve yuvaların bir karışımını öne sürdüğü sonucuna varmışlardır. Gerçekten de, diğer çalışmalarda *F. rufa*'nın son derece poliginik olabileceği de belirtilmektedir ancak koloni düzeyinde genetik çalışmalar eksiktir [45].

Belçika'da (kuzeybatısı) *F. rufa*'nın bu popülasyonunun çoğu koloni ve yuvaları poliginik görünmektedir [45]

Belirli bir ormanlık alandaki ağaç karınca yuvalarının yoğunluğu büyük çeşitlilik gösterebilir. Yuvalar, ormanda oldukça düzensiz olarak bulunabilir, bazı bölgelerde çok sayıda yerde olma eğilimi gösterirken, bazı yerlerde daha az olabilir. Toplam ormanlık alandaki hesaplanan yuva yoğunluğu hektarda 2.95 adet yuva şeklinde bulunmuştur. Ancak, tüm yuvaların % 65'i 1.87 hektarı kaplayan bir alanda meydana gelmiş ve bu alandaki son derece yüksek 22.45 yuva ad/ha yoğunluğuna neden olmuştur. *Formica rufa* yuva yoğunlukları da Avrupa çapında büyük farklılıklar göstermektedir. Örneğin, Almanya'da, 1.50 ad/ha ile 3.33 ad/ha arasında yuva yoğunluklarını bildirmektedir. Buna karşılık, İngiltere'deki yuva yoğunluklarının 1.33 ad/ha - 18 ad/ha arasında değiştiği bulunmuştur [21].

Serin [24] tarafından yapılan bir çalışmada karıncaların, güney bakıldaki, kapalılığı gevşek, diri örtünün az, yükseltinin 1515-1570 m. ve eğimin % 5-20 arasında olduğu

yerlerde daha çok bulunduğu ve yuvaların ağaç kökleri, kesim artıkları, çürümeye yüz tutmuş kökler, büyük kayaların çevreleri ve ardıç dallarının üzerinde bulunduğu ve hektara 2,5 adet yuva düştüğü belirlenmiştir.

Öçal, tarafından yapılan “Isparta-Senirkent Kapıdağ sedir Ormanlarında *Formica rufa* L.’nin Envanteri ve Habitat Tercihi” adlı çalışmada Kırmızı orman karınca yuvalarının 1377-1803 m. arasında, kuzey bakılarda, eğimi 15°-26° olan orta eğimli yamaçlarda, yoğun olarak 2 kapalı meşcerelerde, b ve c çağındaki saf sedir meşcerelerinde bulunduğu tespit edilmiştir. Yuva kuruluş yerleri olarak % 69 oranla dip kütük tercih edilmiştir. Hektardaki yuva adedi yaklaşık 6 (5,87) adet olarak hesaplanmıştır [28].

Serttaş [27], tarafından bir çalışmada karınca yuvalarının; doğu, kuzey ve kuzeydoğu bakılarda, 1751-1800 metre rakımda, Scd3 ve Sc3 meşcere tiplerinde, 2 kapalılıklı yerlerde, orta yamaçlarda, % 21-30 eğimde ve devrik gövdelerde daha yoğun olarak buldukları görülmüştür. Yuva yüksekliğinin en fazla 51-75 cm aralığında olduğu ölçülmüştür.

Kırmızı orman karınca yuvaları (Hymenoptera, Formicidae: *Formica rufa* grubu) İsviçre’de düşüş gösterme eğilimindedir ve bazı türler İsviçre kırmızı listesinde yer almaktadır. Maalesef kırmızı odun karıncalarının gelişimi hakkında çok az veri vardır ve bunlar çelişkili sonuçlar vermektedir. Bazı çalışmalar bu karıncaların açık bir şekilde azaldığını gösterirken bazı çalışmalar ise yuva sayısında bir artış göstermektedir [20].

Örneğin, örnekleme sırasında karınca yuvalarını, büyüklüklerini ve olgunluklarını (cinsellik üretimi) dikkate almadan hesaba katmak, zamanla karşılaştırmayı yapmak için yeterli değildir [20].

Yayımlanan veriler belirli bir bölgede zaman içindeki karınca sayılarını karşılaştıran İsviçre çalışmaları çok nadirdir. Ahşap karınca regresyonunun ilk somut gözlemi (Kutter 1970) tarafından yapılmıştır. Stäfa’da (Zürih) belediyesinde 100 hektarlık bir ormanda 1963 ila 1970 arasında yuvalarının sayısındaki değişim takip edilmiştir. İki dönem arasında, yuva sayısı % 60’dan daha fazla bir azalma göstermiştir. 1963’te *Formica rufa* 26 adet, *Formica polyctena* 17 adet, *Formica pratensis* 1 adet yuva bulunmuştur. 1970’te yapılan ölçmede ise sırasıyla *Formica rufa* 4, *Formica polyctena* 11 ve *Formica pratensis* 1 adet yuva sayısına düşmüştür. 1976’da yeniden ziyaret edilen aynı bölgede, artık herhangi bir karınca yuvasının olmadığı görülmüştür [20].

İsviçre’deki ormanlık alanlarda kırmızı orman karıncasının gelişimi hakkında çok az veri

bulunmaktadır ve kullanılan yaklaşımların çeşitliliği ve elde edilen sonuçlar nedeniyle durumun analizi zordur. Üç araştırmaya göre (Stäfa, Bois de Chênes ve Jorat ormanlarındaki karıncaların envanterleri), İsviçre'de ahşap karınca yuvalarında düşüş görülmüştür, Ancak diğer iki yaklaşıma göre ise (Bois de l'Asse'deki envanter ve Zürih ormancıları ile yapılan yüzey araştırması), karınca yuvalarının arttığı bildirilmektedir. Bu nedenle, şu anda, kırmızı orman karıncalarının İsviçre'de regresyonda olup olmadıklarını söylemek mümkün değildir [20].

Gözlemlenen bir alanda karınca yuva sayısını dikkate alan sayımlar önemli bir önyargıya sahiptir. Yapım aşamasında küçük bir mevsimlik karınca yuvası, 1 m<sup>3</sup>'ten daha büyük bir kubbe ile aynı ağırlığa sahiptir. Yuvaları saymak, gerçekte karınca popülasyonlarının gerçek durumu hakkında hiçbir bilgi vermez ve hatta çok hatalı sonuçlara yol açabilir [20].

Yuva büyüklüğüne dair bir gösterge verilmediğinde, sayımlar arasında gözlenen dalgalanmalar, karıncanın bulunduğu ormanlarda yuvalarının artışı veya azalması açısından yorumlanamaz. Bu sorunu önlemek adına, çeşitli araştırmacılar yerüstü yuva hacminin nüfusun dolaylı bir ölçütü olduğunu belirtmektedir [20].

Ancak yuvanın büyüklüğünü hesaba katarak, örneğin tabandaki çapı ve kubbenin yüksekliğini ölçerek, birkaç yıl arayla yapılan sayımlar arasında karşılaştırmalar yapmak yararlı bir yaklaşımdır [20].

Bir alanda kırmızı orman karıncası varlığını tehdit eden başlıca unsur insanlardan kaynaklanmaktadır. Özellikle de karıncaların hayatta kalması üzerinde en büyük olumsuz etki; orman kesimlerinden kaynaklanmaktadır. Bu üretim faaliyetleri; (1) yuvaların doğrudan zarar görmesine, (2) koruyucu bitki örtüsünün kaldırılmasıyla yuvaların açığa çıkmasına, (3) gıda kaynaklarının yok edilmesine ve (4) kanopi oryantasyonu için kullanılan görsel ipuçlarını değiştirir. Karıncaların ormanlık alanlarda meydana gelen habitat parçalanması gibi çevresel değişimlere tepkisi (dağılma davranışı) kolonilerin sosyal yapısına ve bir yuvadaki kraliçelerin sayısına bağlıdır. Yuva içinde birden fazla kraliçeye sahip türlerde (polygyne), dağılma sıklıkla sınırlıdır çünkü dişiler hiç dağılmadan natal (= ana, temel yuvalar) kolonilerde kalabilmektedir ve yeni yuvalar genellikle tomurcuklanma ile kurulmaktadır. Ancak, tek kraliçeye sahip (monogyne) yuvalardan gelen dişiler, uçuşla dağılırlar ve bağımsız olarak yeni koloniler kurarlar [4].

Parçalanma genel olarak popülasyonların genetik farklılaşmasına ve heterozigotluk ve

alel zenginliğin kaybına yol açması beklenir, bu da uzun vadede çevresel değişikliklere cevap vermek için üreme ve azaltılmış kapasitenin azalmasıyla sonuçlanır. Kolonilerin nüfus yapısının ve demografisinin zaman içinde nasıl değiştiğini anlamak üzere 33 yıl boyunca iki türün popülasyonları izlenmiştir [4].

Gelecekteki iklim değişikliği projeksiyonlarına göre; daha yüksek enlemlerde orantısız bir ısınmanın görüleceği belirtilmektedir. Buna göre boreal ormanlardaki *Formica rufa* grubu karıncaların dağılımı değişebilir. Daha yüksek sıcaklıklar daha yüksek popülasyonları getirebilir. Bu nedenle, iklim değişikliğinin karıncalar ve boreal orman ekosistemlerindeki toprak özellikleri üzerindeki muhtemel etkileri belirsizdir [7].

Yuva oluşturma bakımından, türler arasında farklılıklar görülür. Kanatlı dişiler ve erkekler, yılda 1-2 defa yılın belirli zamanlarında ortaya çıkarlar. Yuvanın yerinin seçimi, türlere göre değişir. Yer seçimi ise, yuva kurucusu kraliçe tarafından gerçekleştirilir [24].

Karıncalar türlerinin çoğu, yuvalarını, yer altında yapar. Genellikle, bir taşın altında bulunan bir girişten; yumurtlama, erzak biriktirme ve dinlenme için ayrılmış dehlizlere ve odalara geçilir. Yuvanın, az ya da çok önemli bir bölümü, yer üstünde olabilir. İnce dallar ve çeşitli gereçlerle kubbe biçiminde oluşturulur [28].

Bu grup karıncalar, yeraltı odalarının üzerine, çam iğneleri ve yaprak ve dal parçalarıyla kurdukları büyük yuva tepeleriyle bilinir [34]. Kırmızı orman karıncası, yuvalarını büyük ve yüksek tepeler halinde yaprak, ibre ve dal parçacıklarından oluşturur [28], [38]. *Formica rufa* grubunun, höyük şeklinde, büyük, yer üstü yuva yapımları bu karıncalara soğuk iklimlerde diğer omurgasızlara karşı rekabet avantajı sağlamış olduğu düşünülmektedir [6].

*Formica* cinsine ait türler yuvalarını, tercihen değişik substratlar üzerine yapabilmektedir. Genellikle çürümeye yüz tutmuş devrik bir ağaç veya kütüğünün etrafında kurarlar. Yaşam alanlarına bağlı olarak yuva yapımlarında farklı materyaller kullanılmaktadır. Yuvanın toprak altında kalan kısmı bitkisel materyel içerir, toprak üstünde kalan iç kısmı kaba dal parçaları ile doldurulur, en üst kısmı ise özenle seçilmiş çam ya da ladin ibreleri, funda dalları ve geniş yapraklı ağaçların yaprak sapları ile örtülüdür [24], [27], [28]. Bütün Kırmızı orman karıncaları, ekseriya dışı çürümeye yüz tutmuş fakat özü oldukça sağlam ve reçineli bir dip kütüğün etrafında ibre, küçük dal parçaları, reçine ve başkaca bitkisel maddelerden inşa ettikleri çeşitli büyüklükteki tepecikler şeklinde yuvalarda toplu olarak yaşarlar [28].

Yuvanın tepe kısmında bir delik vardır (hava deliği). Bu delik giriş ve çıkışlarda kullanılmaz, giriş ve çıkış kaidelere yakın yerlerden yapılır. Tepe deliği gün sona erdiğinde soğuk ve sisli gecelerde kapalı tutulur. Deliklerin oluşturulması sırasında işçiler başlarını ve torakslarını yuva mataryelinin altından hafifçe iterek kaldırırlar. Yuvanın etrafı genellikle küçük taşlarla çevrilidir [24], [27], [28].

*Formica rufa* grubu karıncalar yuvalarını ağaçların kesilmiş dip kütüklerinin etrafına, ibre, küçük dal parçaları ve reçine toplamak suretiyle kubbe şeklinde inşa ederler. Yuvalar içerisinde karıncaların giriş ve çıkış yolları mevcuttur. Bu galeriler toprağın ve köklerin derinliklerine kadar uzar. Yuvaların içerisinde çeşitli maksatlar için hazırlanmış özel odacıklar bulunur [24], [27], [28].

*Formica rufa*'larda yuvaya taşınan mataryelin %50 si bitkisel materyaldir. Yuva mataryeli yuvaya işçiler tarafından taşınır. Taşıma işlemi avlanan bir böceğin taşınmasında olduğu gibidir. Yani 2-3 işçi aynı dal parçasını taşır. Taşınan yuva materyali tepenin üst kısmına değişik yönlerde bırakılır. Yakalanan av ise yuvanın en iç kısmına götürülür. Daha sonra yıl boyunca tepe üzerindeki materyal çok miktardaki işçi tarafından devamlı şekilde konumu değiştirilerek tepe yüzeyinin düzleşmesi ve pürüzsüz bir hale getirilmesi sağlanır. Bu şekilde yağış anında doğabilecek hasarlar da bir dereceye kadar önlenmiş olur [24], [27], [28].

Yuvanın gerçek yüksekliği ve formu, koloninin büyüklüğüne, yuva yaşına, gölgeleme derecesine, kullanılan yuva malzemesine ve kurulduğu substrata göre değişecektir. Yuvanın kendisi yüzeyden 0.5-2 metre derinliğe kadar uzanabilir ve sabit sıcaklık ve nem koşullarında muhafaza edilen yuvada daima bulunan kraliçe(ler), yumurtalar ve genç larvaları barındıran bir oda ağı içerir. Bu genellikle koloninin kış aylarının kış uykusunu geçirdiği yerdir [21]. Karıncalar kısa süren çiftleşme periyodu dışında kanatsızdırlar, bu nedenle yuvalarında yüksek sıcaklıklara ulaşmanın başka yollarını da geliştirmek zorunda kalmışlardır. Orta dereceli iklimlerde çoğu karınca toprakta daha düşük sıcaklık dalgalanmasından yararlanan yeraltı yuvaları inşa eder [4].

Yuvanın yer üstü (toprak üstü) kısmını oluşturan tepeler, solaryum olarak adlandırılırlar ve bir metre kadar yüksekliği ve bir metreden daha çok çevresi olabilir ve organik maddeden yapılır. Bu organik maddeler genellikle; değişik miktarlarda iğne yapraklı ağaçların ibreleri, dalları ve yapraklı sapları ile reçineli kozalak parçaları oluşur. Höyük şeklinde olan kubbemsi tepeler şeklindeki bu yuvalar, orman tabanına ya da bazı

durumlarda, karıncaların yiyecek arama için kullandığı bir ağacın gövdesine inşa edilmiş olabilir. Yuvalama stratejisi üreme döngüleri üzerinde derin bir etkiye sahiptir. Bazıları da, kuluçka odalarına ev sahipliği yapmak amacıyla kullanılan eski ağaç kütükleri üzerinde inşa edilebilir [21].

Karıncanın tepe şeklinde oluşturduğu bu toprak üstü yuva yapısı rastgele birikmiş bir organik madde yığını değildir, özenle inşa edilmiştir. İnşa edildikten sonra bakım ve onarımı aktif olarak sürdürülür. Kış uykusundan çıktıktan sonra yeni sezonun ilk aktivitelerinden biri, kışın yuvaya verdiği zararı gidermektir. Bu hasar yuva üzerinde bazen oldukça geniş bir alanı kapsayabilir, yüzeyde bulunan büyük delikler oluşur hatta bazı ekstrem durumlarda tüm alan tahrip olur. Aktivitenin ilk birkaç haftasında yuvaya dönen karıncaların, yiyecek maddeleriyle neredeyse aynı frekansta yuva malzemesi taşıdığını gözlemlemiştir. Yuvaya taşınan yuva materyali sonraki haftalarda giderek azalsa da aktif sezon boyunca devam eder. Yuva yapımının ve bakımın sürdürülmesi koloninin kalıcılığı açısından yaşamsal önemdedir [21]. Yuvalar, çeşitli şekillerde toprağın besinsel ve fiziksel özelliklerini etkileyebilen yuva materyalinden yapılır [34]. RWA'ların uzun ömürlü, aktif yapıdaki kolonileri ağaç yapraklarını (ibreler, dallar ve kabuk gibi), reçine ve böcekleri yuvalarında biriktirir [9].

##### (5) Habitat İlişkileri

*Formica rufa* ormanlık habitatlarda ya da çok yakınında bulunur, bulunduğu alanda genelde açık alanları tercih eder, genellikle meşçere kenarı veya yüksek miktarda güneş ışığı alan bölgeleri kullanır. Bu tür çeşitli ormanlık habitat türlerinde bulunur, fakat özellikle baltalık alanlarda ve plantasyon sahalarında daha iyi bir yapıdadır. *Formica rufa* grubunun üyeleri uygunsuz yaşam alanlarını kullanabilme kabiliyetindedir. Bu kabiliyetteki önemli faktörler yuvaların kurulumu, yapısı ve beslenme şeklidir. *Formica rufa* orman karınca grubunun diğer türlerinden çok daha etkili bir şekilde gölgeli iç yaşam alanlarını da kullanabilmektedir [21].

Türkiye’de yapılan çalışmalarda; karıncaların, güney bakıldaki, kapalılığı gevşek, diri örtünün az, yükseltinin 1515-1570 m. ve eğimin % 5-20 arasında olduğu yerlerde daha çok bulunduğu belirlenmiştir [24].

*Formica rufa* grubunun karıncaları yuvalama stratejisi açısından özellikle ilginçtir. Grup türleri yuvalanma alışkanlıkları ile karakterize edilir ve bu durum türler arasında değişiklik gösterir. Yuvaların yeraltındaki kısımlarında odacıklar bulunur. Çam

iğneleri, dal v.b. diğer yaprak parçalarıyla büyük yer üstü kubbeleri oluştururlar [34]. Ahşap karıncaların geniş, göze çarpan, kuru ot veya kozalaklı iğnelere oluşan kolonileri kubbe biçimli höyük şeklinde olup, mekansal olarak ayrılmış fakat sosyal olarak ana yuvaya bağlanmış birkaç yuva içerebilir [16].

Kırmızı orman karıncaları büyük ve tepe şeklinde yuva oluşturduklarından habitatlarında kolayca farkedilebilirler. Yuva çapları ve yükseklikleri farklı olabilir. Yuvalar genellikle kapalılığın tam olmadığı seyrek orman içi açıklıklarının kenarlarında ve az eğimli sahalarda ve 800-2600 metre aralığında bulunur. Bol güneş alan ve nemi az olan güneydeki yuvalar gölgeli ve nemli kuzey yamaçtakilere göre daha seyrek ve küçüktürler [24], [28], [38].

Besin aramak amacıyla; yuvanın büyüklüğüne göre yarıçapı birkaç m'den 60 m 'ye kadar yuvadan uzaklaşabilirler. Avlandıkları alan yaklaşık olarak 1 hektardır [24], [27], [28]. Bununla birlikte, Avrupa'da yapılan bir çalışmada karıncaların avlanma alanınının 0,5 hektarı aşmadığı belirtilmektedir. *Formica rufa* bireylerinin ortalama 80 m çapında daire biçimindeki bir alanda en yüksek ağaç tepelerine ulaşmak suretiyle avlandıkları bildirilmektedir [28]. Kırmızı ahşap karıncalar yuvalarının etrafında 60-80 metreye kadar bir alanı işgal ederler ve aktif mevsimleri boyunca stabil olan iz sistemleri yaratırlar [25], [27]. İşçilerin yuvadan yaklaşık 100 m kadar uzaklaştıkları ifade edilmektedir [28], [38]. Ormanlık bir alanın karıncalar tarafından korunabilmesi için hektarda 4ad/ha yuva yeterli görülmektedir [28].

Koloni büyüklüğü belli bir seviyeye ulaşmış ve eşey bireylere sahip olan, yalnızca olgun yuvalar, türün yaşam alanlarında başarılı bir şekilde tutunmasını sağlar [20].

*Formica rufa* grubu türleri, ısı düzenleyici özellikleriyle tanınan büyük tepe şeklinde (höyük) yuvalar inşa eder [21]. Kırmızı Orman Karıncaları "ekosistem mühendisleri" olarak bilinmektedir. Bunun nedenlerinden biri, yuvalarının ısınmasını sağlamalarıdır. Yuva termoregülasyonu yeteneği sayesinde yuva istikrarlı bir şekilde çalışır; hızlı ve güvenli şekilde besinini temin eder böylelikle de yuvanın gelişimi sağlanmış olur. Yuva sıcaklığının düzenlenmesi *Atta*, *Acromyrmex*, *Myrmecaria*, *Pogonomyrmex*, *Solenopsis*, *Iridomyrmex*, *Formica* ve *Lasius* türlerinin tepe şeklinde yuva yapan türlerinde görülmektedir. Yuva termoregülasyonunun en iyi bilinen örneği bal arısında (*Apis mellifera* L.) görülür. Bal arısı işçileri, kanat kaslarının titreşimi ile metabolik ısı üretebilmektedir [4]. Kırmızı orman karıncaları, sosyal termoregülasyonu kullanırlar;

bunun sonucu olarak yuvaları, çevreye göre istikrarlı ve daha sıcak bir çevre sağlarlar [25].

Yuva termoregülasyonu iç ısı kaynaklarına dayanır. Fakat karıncalar yuvalarındaki yüksek sıcaklıklara nasıl ulaşır? Yuvadaki mikrobiyal topluluğun ürettiği ısı yanında, karıncaların kendileri tarafından üretilen metabolik ısı ve bünyelerinde toplanan güneş ısı büyük önem taşımaktadır. İlkbaharda, karıncalar yuva yüzeyinde kümeler halinde toplanır, sıcak ve güneşe maruz kalan yerler arar ve kendilerini 40 °C'ye kadar ısıtırlar. Daha sonra ısınmış vücutlarıyla yuvanın derinliklerine geri döner ve yuva iç sıcaklığı böylelikle arttırılmış olur. Yuvalar, çevre sıcaklığından birkaç derece yüksek olacak şekilde iç sıcaklıklarını korumaktadır. Ortamda 13.6 °C'lik bir hava sıcaklığı olmasına rağmen, yuva merkezinin 25 °C'ye kadar sıcaklığını koruduğu bulunmuştur [21] .

Ancak, bu yükseltilmiş sıcaklıkların nasıl tutulduğu tam olarak yıllar boyunca büyük bir tartışma kaynağı olmuştur. Yükseltilmiş yuva sıcaklıklarını açıklamak için dört temel argüman önerilmiştir;

- 1.) Yuva materyalinin bozulması, yuva sıcaklıklarının artmasına neden olur;
- 2.) Güneş radyasyonunun yuva tarafından doğrudan emilimi ve dolayısıyla yuva yapısının etken olması;
- 3.) Karıncalar tarafından emilen ısı yuva içerisine taşınır;
- 4.) Karıncaların metabolik ısıları ile birlikte;

doğrudan güneş ışınımının toplamıyla açıklanmaktadır. Ancak, yuva konumunun ve yöneliminin bu argümanların tümünde kilit unsurlar olduğu açıktır. *Formica rufa* grubunda yuva alanlarının temel gereksinimi, orman zeminine güneş ışığını kabul eden biraz gölgeli bir alandır [21].

Sıcaklık, kuluçka gelişiminin hızını belirlemede önemli bir faktördür. *Formica rufa* grubu kolonileri, kuluçkadayken kışlama yapmazlar. Kraliçe(ler)in kuluçka süresi temmuzda, en geç ağustos sonuna kadar tamamlanır [21] .

Odun karıncaları, zorlu habitatlarda hayatta kalmalarına ve gelişmelerine olanak tanıyan birkaç alışılmadık adaptasyon geliştirmiştir. Genel koloni yapısına kadar etkide bulunan bu adaptasyonlar sırasıyla; koloni organizasyonu, yuvalama biyolojisi ve üreme stratejisidir [21].

Kışın başlangıcında, kraliçe(ler), yuva içinde görev yapan işçilerle birlikte, yuvanın en

derin odalarına girerler ve ısıyı korumak için yoğun bir kümelenme oluştururlar. Havalar kötüleştikçe, yuva dışında görev yapan işçiler de alt odalara girerler ve kümeye eklenirler. Kış ayları ılık geçerse, bazı işçiler yuva yüzeyinde görünebilir. İlkbaharın ilk sıcak günlerine ulaşır ulaşmaz, binlerce karınca (işçi ve kraliçe(ler) dahil), iç kısımları terk eder ve yuva (yüzey) üzerinde belirli bir alan üzerinde toplanır. Yuva üzerinde ısınarak vücut sıcaklığı artan bireylerin yuva derinliklerine dönerek iç yuva sıcaklıklarını yükseltmek için bunu yaptıkları düşüncesi uzun yıllardır geçerliliğini korumaktadır [21].

Kırmızı odun karıncaları iki ana yayılma yöntemini kullanırlar: Bu yöntemlerden biri geçici sosyal parazitlik diğeri ise tomurcuklanma yoluyla çoğalmadır [34].

Orman karıncaları yeni koloni kurma amaçlı olarak diğeri bazı karınca türlerinde (örn. *F. cunicularia* ve *F. fusca* karınca türleri) geçici sosyal parazitlik yapabilir. Orman karıncalarının kraliçeleri bu karınca türlerinin yuvalarına çeşitli stratejilerle girerek onların kraliçelerini öldürür, yuvayı böylece ele geçirdikten sonra kendi yavrularının bakımı ve büyütülmesi için bu işgal ettiği yuvanın işçilerini köle olarak kullanır. Köleler öldükten sonra artık yuva tamamen orman karıncalardan oluşan bir koloniye döner [18].

Çiftleşmiş yeni kraliçeler arasındaki en yaygın alışkanlık yumurtlamak üzere kendi ana yuvalarına dönmeleri veya ana koloniden bir grup işçiyle birlikte hareket ederek yuvanın yakınında bir tomurcuk yuva oluşturmasıdır. Buna "tomurcuklanma" denir [21].

Orman karıncaları iki farklı formda olabilir; monodom denilen tek bir yuva kolonisinin olduğu formudur ki bu durumda yuva tek kraliçelidir (monojin), diğeri ise polidom denilen birbirine bağlantılı birden çok yuva kolonisinin olduğu formdur ki bu durumda bir yuvada birden fazla kraliçe (polijin) vardır. Yeni kolonilerin hepsinin monodom ve monogin olduğu, yuva yaşlandıkça durumun değişerek polijinliğe girdiği varsayılmaktadır. Bir yuvada çok kraliçenin olması artık o yuvanın tomurcuklanarak ana yuvanın etranda yeni satellit (uydu) yuvaların oluşturulması zamanının geldiğini gösterir. Bu satellit yuvalar arasında işçi, besin ve kuluçka transferi görülebilir, böylece uygunsuz koşullardaki bir satellit yuvaya diğeriinin yardım eli uzatması sağlanmış olur. Zaman geçtikçe bu alanın birbirine bağlantılı çok sayıda yuvanın oluşturduğu bir polidom ağ (network) tarafından kolonize edildiği görülebilir. Uygun koşullarda hektar başına yüzlerce satellit yuvanın geliştiği görülebilir [18].

Tek bir koloninin çoklu yuvalar arasında yayılması demek olan Polydom, karıncalarda yaygın bir yaşamsal öneme sahip bir stratejidir. Polydom yuvalama, diğeri yuvalama

stratejileri gibi, bir türün çevre ile nasıl etkileştiği konusunda temel bir etkiye sahip olabilir [34].

Kaynaklara erişim, bireyin çevredeki konumuna bağlıdır. Bu, özellikle sosyal böcekler gibi yuva yapımına büyük önem veren hayvanlar için önemlidir. Birçok karınca türünün polydom yuvalama stratejisi vardır. Tek bir koloni, mekansal olarak ayrılmış birkaç yuvaya yerleşir. Genellikle bu yuvalar arasında kaynak değişimi yapılır. Bir polydom koloni içindeki farklı yuvalar potansiyel olarak farklı kaynaklara erişime sahiptir, ancak bunun ekolojik sonuçları belli değildir [43]. *Formica rufa* grubundaki polydom yuvalama stratejisinin potansiyel faydaları, özellikle polydominin bir koloni'ye nasıl yardımcı olabileceği tartışılmaktadır. Buna göre; kaynakları kullanmada, boşluklara hakim olmada veya yuva yıkımının olumsuz sonuçlarını azaltmada etkilerinin olduğu düşünülmektedir. Her durumda, yuvalanma stratejisinin türlerin çevreleriyle etkileşim şekilleri üzerinde derin bir etkisi vardır. Yaygın, ama büyük ölçüde incelenmemiş, yuvalama stratejisi polydomy'dir. Bir koloni, mekansal olarak ayrılmış, ancak sosyal olarak bağlanmış iki ya da daha fazla yuvalar arasında yayılırsa polydomdur [34].

Sosyal örgütlenme türü yeni çiftleşmiş dişilerin dağılım davranışlarıyla ilişkilidir. Monogyn kolonilerden gelen dişiler çiftleşme uçuşuyla dağılır ve yeni yuvalarda bağımsız olarak bulunurlar; poligyn kolonilerden gelenler ise yakın çevredeki işçilerin yardımıyla yeni yuvalar kurarlar [11].

Morfolojik benzerliğe rağmen, *F. rufa* grubu türleri farklı sosyal organizasyon türlerine sahiptir. *Formica polyctena*, *F. aquilonia* ve *F. paralugubris*, polydom (=genellikle birbirine bağlı yuvalarla geniş ağlar oluşturan) oldukça poligyn (= yuvanın birden fazla kraliçeli olma durumu) türlerdir. *Formica rufa* ve *F. pratensis*, her iki tür için de poligyn yuvalar kaydedilmiş olsa da, esas olarak monogyn (=yuvanın tek kraliçeli olma durumu) vardır [11].

Türkiye'de ise yapılan bir çalışmada *Formica rufa* yuvasında birden fazla yumurta üreten kraliçe vardır. Zonguldak- Eskipazar (Karıncalı) mevkiinde kazılan orta büyüklükte bir yuvada 30 kraliçe saptanmıştır. İşçilerin son derece saldırgan oldukları, yuvada rahatsız edildiklerinde sağanak halinde asit püskürttükleri gözlenmiştir [38].

Genellikle birbirine bağlı yuvalarla geniş ağlar oluşturan bu yuvalama stratejisi kırmızı orman karınca grubu ile sınırlı değildir. Bu strateji, farklı ekolojik nişleri dolduran 166 karınca türünde de kaydedilmiştir [34].

Yuvanın içinde ve çevresinde yer alan toprağın kimyasal yapısının değişimi, ana besin kaynağı olan yaprak bitlerini koruyarak ağaçların büyümesine olan etkileşimlere, habitat içindeki yuvaların konumu aracılık eder [34].

Dağınık yuvalama stratejileri özellikle IUCN (Uluslararası Doğayı Koruma Birliği) listesinde yer alan dünyanın en kötü istilacı karınca türlerinde yaygındır, bu listede yer alan farklı beş karınca türünün hepsi de polydomdur [34].

Polidom türlerin bir habitatta nasıl yayıldığını ve ormanlar için anahtar tür olan, ağaç karınca kolonilerinin doğal orman ekosistemlerini korumaya yardımcı olmak için nasıl çalıştığını daha iyi anlamak açısından önemlidir [34].

Karınca yuvaları, iyi organize edilmiş besin toplama yolları sistemlerine sahiptir [44].

Finlandiya’da yapılan bir çalışmada, *F. rufa* grubu karıncaların ormanlık bir habitatta kesme faaliyetleri sonrası, olgun ve uzun ömürlü yuvaların bölünmesi incelenmiştir [21]. Kırmızı orman karınca kolonilerinin (dinamik yapısı gereği) ; belirli bir süre içerisinde ortaya çıkan çevresel gıda varlığındaki değişikliklere (örneğin bir ağacın kesilmesi sonucu ortaya çıkan) tepki verdiği görülmüştür [34]. İnsan eliyle meydana gelen bu etkiler sonrası kolonilerin aynı alanda çok sayıda küçük yuvalar oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu durum, Avrupa’da pekçok yerde görülmüştür. Bu bölünmenin sebebi olarak; yuvanın mekanik olarak zarar görmesiyle besin aramada ortaya çıkan mekanik ve sosyal engeller ya da gıda rezervlerinin kaybindan kaynaklandığı ileri sürülmektedir. Bu olumsuzluklar sonucu, büyük bir koloninin, uzun ömürlü olabilmesi ve yuvanın enerji ihtiyacını sürdürebilme kabiliyeti azalmaktadır ve bu şekilde yuva içi sıcaklıklarda kısa sürede düşmektedir [21]. Koloniler, yuva ağlarını, gıda varlığında meydana gelen bu değişikliklere göre hızlı şekilde yapılandıramazlar. Bu değişiklik oldukça yavaş olmaktadır. Koloni genişlemesinin yönü afid (balözü kaynaklarının) varlığı ile dikte edildiği için, kolonilerin ağaçsız geniş alanlara yayılma olasılıkları düşüktür. Bu, habitatların fragmantasyonuna (parçalanması) durumlarına karşın özellikle savunmasız oldukları anlamına gelir [34].

Normalde yuva mekanik olarak zarar görmezse ya da bulunduğu habitat parçalanmazsa eğer; yuvaların kalıcılığı uzun ömürlü olabilmektedir. Örneğin, Charles Darwin’in kendisine 80 yıl boyunca aynı yerde kalan bir *F. rufa* yuvasını rapor eden İsviçreli myrmecolog A. Forel'e bir mektup yazdığı bilinmektedir. Nitekim Forel'in kendisi de 56 yıldır tek bir *F. pratensis* yuvası üzerinde çalışmıştır. Kuzey Amerika araştırmaları da, bu

bulguları doğrular niteliktedir. Aynı yerde faaliyetine devam eden uzun ömürlü yuvaların var olması çevresel koşulların iyi bir göstergesi olarak nitelendirilmektedir [21].

Belirli bir alandaki optimum ekolojik koşullar yuvalardaki kraliçe sayısını etkileyebilir ve farklı koloni yapılarının gelişmesine yol açar. Örneğin, birçok orman karıncasında (muhtemelen *F. rufa* dahil), çok kraliçelilik (polygyn) durumu daha sonra gelişir [21].

Boyutları ve savunmasızlıkları nedeniyle ağaç bitleri (afit), belirli ağaçlarla (ağaç gövdesi veya daha yaygın olarak yaprak alanı) sınırlı olma eğilimindedir. Normalde, rüzgâr ya da yağmurun onları yerinden etmeyeceği sabit bir mikro iklim ile korunaklı bölgeler ararlar. Ağaç bitleri, ev sahibi seçiminde spesifik olma eğilimindedir ve Britanya'nın ağaç bitlerinin yarısından fazlası, yaşam döngüsü boyunca sadece tek bir ağaç türünü kullanır. Bu nedenle, bir ağaçlık alanın yapısı ve yoğunluğu ağaç yaprak bitinin sağkalımı için önemlidir ve aynı türden çok sayıda ağacın kolayca ulaşılabilirdiği alanlar aradıkları tespit edilmiştir. Bu nedenle yaprak bitlerinin *F. rufa* beslenmesinde böylesine önemli bir rol oynaması muhtemeldir, çünkü ormanlık alanlarındaki kolonilerinin yerlerini büyük ölçüde etkileyebilirler [21].

#### (6) Besin-Beslenme Özellikleri ile Yuva Materyali

Bazı karıncalar otçuldur; bitkileri yer, bazıları etçildir, bazıları da hem etçil hem de otçuldur. Onların protein ve karbonhidrat dengesine ihtiyaçları vardır. Protein, özellikle kraliçenin yumurta yapması ve larvanın gelişmesi için önemlidir. Et ve şeker, karıncaların daha sıkı ve daha fazla çalışması için enerji sağlar. Bazı karıncalar, kendi ağırlığının, 20 katını taşır ve bunun için enerjiye ihtiyaç duyarlar. Bazı karıncalar, her şeyi yemekle birlikte, bazıları, belirli besinlere özelleşmiştir. Karıncaların beslenmesi, türlere göre büyük farklılık gösterir. Karıncalar bitki tohumları, nektarlar, böcek parçaları vs gibi birçok besinle beslenirler. Ayrıca tarım ve hayvancılık da yaparlar. Yuvalarda hazırladıkları özel odalarda, mantar yetiştirirler. Yaprak bitlerini (afit) besleyerek, onlardan şekerli bir sıvı elde ederler. Bunun karşılığında da; afitlere çok iyi bakar ve onları düşmanlarına karşı korurlar. Sonbaharda, Afit yumurtalarını, yuvalarına taşıyıp; yumurtadan çıkana kadar bakarlar ve genç afitleri, tekrar bitki köklerine yerleştirirler [28].

Sıklıkla karıncaların yapraklarda afitler tarafından üretilen şekerli atıkları topladıkları ağaçları ziyaret ederler. Honeydew (=balözü) karıncaların diyetinin büyük bir kısmını oluşturur, ancak karıncalar ayrıca, özellikle yaprak bitleri, Diptera ve Lepidoptera

larvaları gibi diğer eklembacaklıları da avlarlar [25], [27].

Yuva yakınlarındaki ağaçlar üzerinde afitlerle yakın ilişki içinde oldukları belirlenmiştir. Besinlerinin büyük bir kısmını afitlerin balözü oluşturur [28], [38].

Yuvalarında, av olarak getirdikleri ölü böceklere, arthropodlara ve solucanlara rastlanmıştır [28], [38].

Kırmızı orman karıncaları 15-20cm mesafeden 22mm çapındaki bir hareketi farkedebilirler. Avları ise ençok kendilerine 9-10cm yaklaştığı takdirde cezbedici olabilir [24], [27].

Birçok bitkinin tohumunu depo eder. Bu esnada tohumları da, etrafa dağıtmış olurlar. Bir kısım yaprak bitlerinin, kabuklu bitlerinden elde ettikleri balözünü severek yerler. Karıncalar, beslenme konusunda da bireysel değil, sosyal bir çalışma sürdürürler. Besinler toplanır ve ortak tüketilir. Sıvı besinleri, sadece taşımakla kalmazlar, kursaklarından çıkararak yuvada birbirleriyle paylaşırlar. Kursaklarındaki özel bir kas, bu sıvının mideye geçmesini, dolayısıyla sindirilmesini önler. Ayrıca kursaklarında sakladıkları bu özsuları, günü gününe besledikleri larvaların ağızlarına kusarlar. Katı besinler, yuvaya taşınıp; ortak paylaşımına sunulur. Ayrıca, ağız kusmukları (salya sıvısı) ve yemek borusu kusmukları (ön karıncık sıvısı) vardır. Ön karıncık besiniyle, yalnızca işçiler beslenir. Karıncalar, tek başlarına taşıyabilecekleri besinleri, yuvalarına kendileri taşırlar. Büyük parçaları ise, yardımlaşarak birlikte taşırlar. Her karıncanın, suya ihtiyacı vardır ve bunun için gerektiğinde çok uzaklara gider. İşçiler, midelerinde taşıyarak, yuvaya su getirebilme yeteneklerine de sahiptirler. Karıncanın sindirim sisteminde; üç adet mide bulunur. İlk kısım bir pompa gibi besinleri emmeye yarar. İkinci kısım ise besinlerin bozulmadan saklanmasını sağlayan, genişleyebilen bir nevi kursaktır. Bu "sosyal cep"ten başka birşey değildir. Onda hiçbir sindirim bezi bulunmaz. Üçüncü kısım ise, besinlerin sindirildiği gerçek midedir. Kursak, gerçek mideden tamamen ayrılmıştır. Bir karınca, yuva içinde veya dışında, aç bir arkadaşına rastladığında antenlerini, arkadaşının antenlerine dokundurarak; ön ayaklarıyla arkadaşına yaslanır. Arkasından kursağında depoladığı besinin bir kısmını, arkadaşının ağzına boşaltır. İki canlı arasında yapılan bu besin alışverişine; "trofalazi" (boşalma), denir. Beslenen karınca, aldığı besinin hepsini, midesine aktarmaz, bir kısmını, diğer karıncaları beslemek için "sosyal midesi"ne aktarır. Karınca,"sosyal midesi"ndeki besinden, kendisi hiçbir zaman faydalanamaz. Midesinin tamamen dolu olması, onun açlıktan ölmesine mani olamaz [1].

Karıncalar bitkiler üzerinde bulunan otobur türlerin varlığı, sayısı ve aktivitesi üzerinde etkin rol oynar. Diyetlerinin büyük bir kısmı karıncaya ait arboreal (=Ağaçların içinde ya da ağaçların arasında yaşamak) yaprak bitleri tarafından üretilen bal özlerinden oluşur. Karıncaların hem ağaç, hem de çalılıkların kanopilerinde (=toprak üstü kısımları) çok çeşitli otçulları etkilediği görülmüştür [25].

Karıncalarla bitki savunması, bilimsel literatürde büyük bir ilgi görmüştür ve bazı karınca türleri, ürünlere zarar veren türleri tükettiği için, agro (=tarımsal) ekosistemlerde faydalı bulunmuştur [25].

Karıncalar, bitkilere ekstrafloral nektarlar, gıda maddeleri ve domatia (=eklembacaklıları barındıran bitkilerin ürettiği küçük bir oda) gibi sebeplerden ötürü doğrudan ya da bitkiler üzerindeki balözü üreten Homoptera türleri (afitler) ile etkileşimleri sebebiyle dolaylı olarak çekilebilir [25], [46].

Bu tür besin kaynaklarını bitkiler üzerinde koruyan karıncalar, genellikle bitkilere fayda sağlayan herbivorların bolluğu ve aktivitesi üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir. Ayrıca, karıncalar tarafından kullanılan kimyasal işaretler, diğer eklembacaklılarda davranışsal değişikliklere neden olmaktadır [25].

İtalya'da yapılmış bir çalışmada, bu grubun İtalya'da 1 milyondan fazla yuvası vardır. Her yuvada ortalama 300,000 işçi olduğu; bir işçinin ise yaklaşık 8 mg olan vücut ağırlığının 1/20'si kadarda günlük besin ihtiyacının olduğu ve buna göre yapılan hesaplamada; günde ortalama 72 ton, 200 günlük aktif dönemde 14,000 tondan fazla böceği avlayarak etkisiz hale getirme potansiyelinin bulunduğu ortaya konulmuştur. Aynı yöntemle Bolu-Şerif Yüksel Araştırma Ormanında yapılan hesaplamada karıncaların kontrol altına aldığı veya bir yılda tükettikleri böcek miktarı 56,2 ton olarak hesaplanmıştır [24].

Orman karıncalarının öncelikli besin kaynağı ağaç ve çalılar üzerindeki afit kolonileridir. Karıncalar afitlerin şeker bakımından zengin olan salgıları ile beslenirler. Bunun yanında başta böcekler olmak üzere diğer omurgasız türlerden de yararlanırlar. Karıncalar için yuva sıcaklığının 28–30 °C olması gereklidir. Bu nedenle İskoçya ormanlarında güney ve güneydoğu bakılarda daha fazla yayılım gösterirler. Afit türleri olarak ladin üzerinde beslenen *Cinera pinea* ve *C. picea*'dan yararlanırlar. Ayrıca Çam yaprak arısı (*Neodiprion sertifer*) tırtılları ile de beslenirler [28].

Koloniler birkaç yüz bin (bazen bir milyona kadar) işçiye sahiptir ve birkaç hektarlık

alandaki faaliyetlerini sürdürürler. İşçilerin temel gıdaları, özellikle iğne yapraklı ağaçlarda bolca bulunan yaprak bitlerinin balözleridir. Yuvadan 100 metreye kadar bir mesafeden hasat edilir [7].

Kırmızı odun karıncaları için ana besin kaynağı, ağaçların gölgesinde homopteran kolonileri yetiştirerek toplanan baldır [34]. Odun karıncalarının ana besin kaynağı, mekansal ve zamansal olarak kararlı bir kaynak olan balözüdür (=honeydew) [44]. RWA'lar, bir ağacın üzerinde yaşayan yaprak bitlerinden dışarı atılan bir besin kaynağı olarak yoğun bir şekilde kullanılır ve diyetlerinin büyük çoğunluğu bal özünden oluşur. [9]. Dağınık küçük ağaçlar ve / veya ardıç gibi çalılar, karıncaların ana besin kaynağını türettiği yaprak bitlerini barındırmak için tercih edilirler [5]. *Formica rufa*, iki ana kaynaktan besinini temin eder. Bu kaynaklar hayvansal ve bitkisel besinler olmak üzere iki temel kaynaktır. Omurgasız avı ve baklagillerden elde edilen balöz (Hemiptera: alt sıra Homoptera) oluşturur. *Formica rufa*'nın beslenmesinde en yaygın karbonhidrat kaynağı, gıda içeriğinin yarısından fazlasına karşılık gelen yaprak bitlerinden sağılan bal çiyi ya da bal özü denilen şeker bakımından zengin dışkılarıdır [21]. Kırmızı orman karıncaları, omurgasız hayvanların avcılarıdır ve aynı zamanda bal özü için yaprak biti eğilimi gösterirler [34].

Hem karbon hem de azot, herhangi bir böceğin hayatta kalması için gerekli olan önemli kaynaklardır. Kuzey Amerika ve Avrasya'daki kırmızı odun karıncaları için birincil karbon kaynağı yaprak bitlerinden toplanan balöz ve diğer omurgasızlardan elde edilen hayvansal besinlerdir. Avrupa'da, kırmızı odun karıncaları genellikle yaşadıkları ekosistemde baskın karınca türleridir ve yaprak bitleri veya diğer av öğeleri için çok az rekabet vardır [6]. Kırmızı orman karınca kolonileri için besinin çoğu afitlerden toplanan honeydew (=balöz) ile sağlanır. Bu afit kolonileri karıncalar için mekansal ve geçici olarak stabil bir besin kaynağı sağlar. Karınca yuvası ağlarının yapısı analiz edilirken, koloni izi yapısının oluşturulmasında balöz taşınmasının önemini vurgulamıştır. Karınca yuvaları arasındaki izlerin detaylı bir şekilde gözlemlenmesi, balözlerinin en içten gelen yollar boyunca taşınan ana kaynak olduğunu da göstermiştir. *Formica rufa* grubu, Avrupa ormanlarındaki baskın karıncalardır. Tek önemli rakipleri bu nedenle diğer odun karınca türleridir [43].

*Formica rufa* bireyleri gün boyunca hava sıcaklığının artmasıyla etrafa yayılarak besinlerini ararlar. Bunların besinleri arasında tırtıllar, yaprak arılarının larvaları, yumuşak örtük kanatlı türleri, kelebekler, arılar, böcek pupaları ile yumurtaları ve bitki

bitlerinin dışkıları bulunmaktadır [27], [28].

*Formica rufa* gurubu karıncalar farklı besin kaynakları kullanırlar. Afit salgılarıyla beslenerek karbonhidrat ihtiyaçlarını giderirler. Böcek ve diğer omurgasız türlerle beslenerek de protein sağlarlar. *Formica rufa* işçileri afitlerle beslenmenin yanında başlıca Diptera, Hymenoptera, Coleoptera, Lepidoptera ve Psocoptera türlerini ağaç tepelerinden avlayarak beslenirler. Karbonhidratlar afitlerin salgıladığı ballı maddelerden, proteinler omurgasızlardan karşılanır. Protein karınca larvalarının gelişme dönemi sırasında önemli olmaktadır ve bu dönemde çok miktarda omurgasız toplanmaktadır [27], [28].

Kırmızı orman karıncalarının beslenme alışkanlıklarını ortaya koymak amacı ile İngiltere’de yapılan araştırma sonucunda ana besin kaynaklarının afitlerin ballı maddeleri, Diptera ve Lepidoptera familyalarına ait larvalarının oluşturduğu ortaya konmuştur. Afit salgılarının karıncaların gerek duyduğu enerjinin büyük kısmını sağladığı belirtilmiştir Bu çalışmada ayrıca beslenme alışkanlıklarının zamansal değişimi de izlenmiştir. Yapılan bir başka çalışmada karıncasız ağaçlardaki lepidopter larva popülasyonunun karıncalı ağaçlardan daha fazla olduğu belirlenmiştir [27], [28].

Toplumsal yaşamda en büyük çeşitlilik karıncalarda görülür. Bazı türler afitlerin dışkısı ile beslenir ve bu afitleri yuvalarının kışlık bölmelerine taşıyarak onları yırtıcılarından korurlar [27], [28].

Kırmızı orman karıncalarının besin listesi şu şekildedir: Ballı madde % 62, ağaç yaralarından akan su % 4,5, mantarlar ve leşler % 0,3, tohumlar % 0,2, önemli olmayan ve yararlı böcekler % 31,3 ve zararlı böcekler % 1,7’dir [27].

Karıncaların yakaladıkları böceklerin, % 8,3’ünün zararlı böcek, % 76,2’sinin önemsiz böcek ve % 15,5’inin ise faydalı böcekler olduğunu belirtmiştir [28].

Coccoidea (kabuklubitler, koşniller) türleri ile karıncaların oldukça ilginç ve çok yönlü ilişkileri vardır. Karıncalar, ballı madde salgılayan coccoidlerden, karbonhidrat, protein ve lipid kaynağı olarak faydalanırken, coccoidler bu ilişkiden, yeni bitkilere taşınarak, iklim koşulları ve doğal düşmanlarından korunarak çıkar sağlarlar. Bitkiler üzerinde karıncanın bulunması, coccoidlerin popülasyonunu arttırırken, karıncaların diğer zararlı böcekleri avlamaları, bitkinin genel sağlığını olumlu etkilemektedir. Coccoidlerle savaşmada karıncaların öldürülmesi veya göz ardı edilmesi diğer bitki zararlılarının popülasyonunu arttırır [47].

*Formica* grubu karıncalar zararlıların çok yoğun olduğu dönemlerde çok sayıda böceği öldürürler. Öldürülen bu böceklerin %7'si faydalı böcekler olabilir. Zararlıların yoğun olmadığı zamanlarda ve durumlarda bu oran artarak yaklaşık % 15-20 olabilmektedir. Karıncaların avlanma alanları 0,5 hektarı aşmadığı ve ormanın tam olarak korunabilmesi için hektarda 4 adet yuvanın yeterli olduğu söylenmektedir [27], [28].

Formicidae familyası mensupları çoğunlukla hayvansal ve bazen bitkisel besin alırlar. *Formica rufa*'nın tırtıl, yaprak arılarının larvaları, kelebek, arı, böcek yumurtaları ve pupaları ile daha birçok zararlılar üzerinde yırtıcılıkla geçindiği bilinmektedir. Bunların dışında yaprak bitlerinin (afitlerin) şeker bakımından zengin olan dışkılarının da (balözü-ballı madde) önemli besin kaynağı olduğu vurgulanmaktadır. Karbonhidratlar afitlerin salgıladığı ballı maddelerden, proteinler omurgasızlardan karşılanır. Protein karınca larvalarının gelişme dönemi de gereklidir ve bu dönemde çok miktarda omurgasız toplanmaktadır [27], [28]. Kırmızı orman karıncalarının besinlerinin %50 sini ise yaprak bitleri ya da afitlerin dışkıları oluşturur. Bitkilerin floemi ile beslenen afitler şeker bakımından zengin balözünü barsaklarından anüse doğru geçirirken hafifçe değişikliğe uğratırlar. Bu geçiş esnasında serbest aminoasitlerin yarısı barsakta absorbe edilir. Şeker kısmen absorbe edilir ve glucosucose, melesitoz ve daha yüksek oligosakkaritlere dönüştürülür. Diğer maddelerin özellikle organik asitler, B vitaminleri ve minerallerin bir kısmı muhtemelen tutulur. Bu kompleks karışımın bir kısmı ise dışarı atılır [27], [28]. Mittler'e göre *Tuberolachnus salignus* adında bir afit türü saatte 7 damla balözü dışarı atar. Her damla 0.065 ml'dir ve total olarak saatte her afit ağırlığının %33'ü kadar balözünü dışarı atar. Auclair'e göre diğer türler ağırlıklarının %1.9 ile %13.3 kadar balözünü saat başı dışarı atarlar. Kırmızı orman karıncaları bu balözü damlalarını bıraktıkları yerden, bitkiler üzerinden ya da direkt olarak aphidlerin kendilerinden alırlar. Wellenstein'e göre Avrupa *F. rufa*'larının diyetinin % 62' sini bu balözü oluşturur. Yine Skinner'e göre İngilteredeki kırmızı orman karıncalarının diyetinin %50'den fazlasını bu balözü oluşturmaktadır [27], [28].

Kırmızı orman karıncaları farklı besin kaynaklarını kullanırlar. Karbonhidratlar afitlerin salgıladığı ballı maddelerden, proteinler omurgasızlardan karşılanır. Protein karınca larvalarının gelişme dönemi sırasında önemli olmaktadır ve bu dönemde çok miktarda omurgasız toplanmaktadır [27], [28].

Toplanan besin örneklerinden teşhis için uygun olanların teşhisi yapılabilmektedir. Yuvaya en çok getirilen besinlerin takımlarına bakıldığında 3221 adetle Lepidoptera, 2004 adetle

Diptera, 1703 adetle Coleoptera, 1651 adetle Hymenoptera olduğu görülmüştür. Toplanan besin örneklerine bakıldığında en fazla besinin ergin haldeki böcekler olduğu görülmüştür. Bunu larva halindeki besinlerin takip ettiği, sonra sırasıyla pupa, bacak parçası, baş parçası, abdomen parçası ve kanat parçası gibi besinlerin izlediği görülmüştür [27], [28].

Besin alışkanlıkları ile ilgili yapılan gözlemler sırasında; yuvadan çıkan karıncaların abdomenlerinin küçük, ağzında besin olmadan yuvaya giren karıncaların abdomenlerinin büyük ve şişkin olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca sedir ağaçlarının tepelerine doğru çıkan karıncaların abdomenleri küçük, ağaçtan inen ve yem taşımayan karıncaların abdomenlerinin büyük ve şişkin olduğunda gözlemlenmiştir. Sedir ağaçlarında *Cinera cedri* afidinin olduğu görülmüştür. Buda karıncaların besinin bir kısmını afitlerin salgıladığı ballı maddeden sağladıklarının bir göstergesi olarak düşünülmektedir [27], [28].

Bu grubun türleri yuvalanma alışkanlıkları ile karakterize edilir: Yeraltı odacığından oluşan büyük yuvalar ve çam iğneleri ve diğer yaprak çöplerinin yer üstü kubbeleri oluştururlar [48]. Yuvalar geniş, göze çarpan, kubbe biçimli höyük, çimler veya kozalaklı iğnelerdir ve ahşap karınca kolonileri, mekansal olarak ayrılmış fakat sosyal olarak bağlanmış birkaç yuva içerebilir [16].

#### (7) Koruma statüsü

IUCN Tehdit Altındaki Türler Listesi'nde (2015), Kırmızı orman karıncaları tehdit altındakiler olarak kategorize edilir [4]. Kırmızı odun karıncalarının 8 türü, IUCN Kırmızı Tehdit Altındaki Türler Listesi'nde (IUCN, 2008) yer alır ( 6 tanesi Avrupa'daki *F. rufa* grubuna aittir) [14]. Odun karınca kolonileri yerel olarak bol miktarda bulunabilmelerine ve orman ekosisteminin topluluk kompozisyonu üzerinde büyük etkiye sahip olmasına rağmen, *F. rufa* grubunun höyük (kubbe şeklinde yuva) inşa eden kırmızı ağaç karınca türleri tehdit altında sınıflandırılmış ve IUCN (Uluslararası Koruma Birliği) 'ne dahil edilmiştir. Doğa ve Tabii Kaynaklara ait Kırmızı Liste [4]. *Formica rufa*, IUCN (2008) tarafından “tehdit altında” olarak sınıflandırılmaktadır [34].

Tüm höyük inşa eden kırmızı ağaç karınca türleri, orman habitatının bozulması, kaybı ve parçalanması ile tehdit altındadır ve birçoğu Dünya Koruma Birliği (IUCN) kırmızı listesine dahil edilmiştir [5]. Bulduğu habitatların uygun yönetilmemesi ya da ormansızlaşma gibi ortaya çıkan durumlara karşı oldukça hassastır [14]. RWA

popülasyonları yoğun tarım, habitat parçalanması, ormansızlaşma, kentleşme, habitatta meydana gelen bozulma (örneğin, aşırı gelişen çalılar) ve rekreasyon faaliyetleri gibi durumlardan olumsuz etkilenir [8].

*Formica rufa*, IUCN [2008] tarafından “tehdit altında” olarak sınıflandırılmaktadır. Bu durum dolayısıyla ona bağlı tüm türlerin de risk altında olduğu anlamına gelir [34]. *Formica rufa* grubunun altı türü IUCN Kırmızı Tehdit Altındaki Türler Listesi'nde (IUCN 2013) listelenmiştir ve çoğu Avrupa ülkesinde korunmaktadır [8]. Ahşap karınca türlerinin çoğu IUCN tarafından "tehdit altında" olarak kabul edilir [16]. Bu nedenle, ahşap karınca yuvaları bazı Avrupa ülkelerinde yasalarla kasıtlı olarak zarar görmekten korunmaktadır [21].

Bir adet *Formica rufa* yuvasının bile zengin bir omurgasız faunasını barındırdığı tespit edilmiştir. Böylece, *F. rufa*'nın korunması sadece bu “tehdit altındaki” türlerin korunmasını sağlamakla kalmaz, aynı zamanda buna bağlı olan türler için de önemli bir yaşam alanı sağlar [34].

Ekolojik dengenin doğal faktörlerinden olan *F. rufa* grubu karınca popülasyonları orman yangınları, orman kesimleri, doğal ve yarıdoğal çevrelerin bozulması ve çevre kirlenmesi ile devamlı olarak azalmaktadır. Bu nedenle ekolojik dengenin bu doğal faktörlerini korumak ve mevcut dengeyi güçlendirmek amacıyla Uluslararası Biyolojik Kontrol Organizasyonu (I.O.B.C.) tarafından koruma ile ilgili bir kanun teklifi hazırlanmış ve Avrupa Konseyine götürülen bu teklif 1965 yılındaki konsey toplantısında tüm üye ülkeler tarafından benimsenmiştir [35].

Kırmızı orman karıncalarının korunmasına yönelik:

1. Zararlı böceklerin istilasına karşı ormanları korumada yararlı olduklarından *F. rufa* grubu karıncaların bütün türleri her türlü hasardan ve afetten korunacaktır.

2. Bu karıncaların yuvalarının bozulması ve yıkılması yasaklanmıştır. Özellikle herhangi bir mevsimde uygun olmayan koşullarda yuvayı terketmiş ya da toprağın derinliklerine inmiş olsalar dahi yuva mataryelinin alınması ya da yerinin değiştirilmesi yasaktır.

3. *Formica rufa* grubu işçi, kraliçe, erkek ve larvalarının veya karınca yumurtası olarak bilinen kokonlarının toplanması veya herhangi bir ticari amaçla kullanılması yasaktır. Bu karıncaların ve yuvalarının insektisidlerle veya zararlı maddelerle hasara uğratılmaları yasaktır.

4.Yukarıda sözü edilen maddelerin toplanması, bilimsel amaçlara yönelik olmak koşuluyla orman teşkilatının iznine bağlıdır [35].

*Formica rufa* nesli tehlike altında olan ve tüm dünyada yasal düzenlemelerle koruma altına alınmış önemli bir türdür ve IUCN (Kırmızı Tehdit Altındaki Türler Listesi)'nde yer almaktadır. Uluslararası alanda taraf olduğumuz sözleşmelerin de bize yüklediği sorumluluklar bulunmaktadır [35].

Şemsiye türler ya da anahtar türler (umbrella or keystone species), koruma ile ilgili kararlar vermek için seçilen türlerdir. Bu türlerin korunması, ekolojik bileşenleri oluşturan diğer birçok türün habitatlarını dolaylı olarak korur. Şemsiye türler, korunması amaçlanan türlerin potansiyel yetiştirme ortamlarının belirlenmesine yardımcı olmak, bu koruma alanlarının minimum boyutunu, ekosistemlerin bileşimini, yapısını ve süreçlerini belirlemek için kullanılabilir [49]. Bu bağlamda, kırmızı orman karıncalarının yuvaları bulunduğu ekosistemde kolayca izlenebilmesi açısından doğa koruma planlamasında iyi bir şemsiye tür/anahtar tür olduğu söylenebilir [14].

#### (8) Toprak İlişkileri

Toprak sıcaklığı ve nemi, hava sıcaklığı, rutubet, yağmur, bitki örtüsü ve gündüz bazı saat dilimlerinin *F. rufa* dağılımının belirlenmesinde çok önemli faktörler olduğu literatürde vurgulamaktadır. Geleneksel olarak, türler hızla ısınan kumlu toprakları tercih eder. Yapılan gözlemlerde, genelde ahşap karıncaların asidik substratları tercih ettiği ve bazik ana kayaçların hakim olduğu alanlardan kaçındıkları görülmektedir. Ancak bazen *F. rufa*'nın, kireçtaşı zengini bölgelerinde yoğun olarak bulunduğunu ve bu nedenle diğer başkaca faktörlerin, ahşap karınca habitatı tercihinin baskın belirleyicileri olduğunu göstermiştir [21].

Yuvanın içinde ve çevresinde yer alan toprağın kimyasal yapısı, büyük miktarda yuva materyali olarak taşınan yaprakların sıcak kuru bir ortamda toplanmasıyla değişmektedir [34].

Yapılan çalışmalar *F. rufa* grubu karıncalarda CO<sub>2</sub> emisyonlarının ve C, N ve P konsantrasyonlarının karınca tepelerinde genellikle çevredeki orman toprağından daha yüksek olduğunu göstermiştir [7].

Bununla birlikte, karınca tepe yuvaları toplam toprak C 'nin ve besin havuzlarının küçük bir bileşenidir, ancak toprak suyunun ve mevcut besinlerin mekansal heterojenliğini arttırırlar. Tepe şeklinde yuva yapan bu karıncalar, ayrıca toprağı eklenen organik

maddenin miktarını ve kalitesini değiştirerek ağaç büyümesini de etkileyebilir. Özellikle boreal ormanlarda orman yönetimi, yangın ve iklim değişikliği, karınca dinamiklerini ve dolaylı olarak toprak özelliklerini etkileyebilir [7].

Tepe şeklinde yuvalarda yaşayan karıncaların sosyal yapısı ve populasyon biyolojisi ve Avrupa ormanlarındaki yuvaların büyüklüğü ve dağılımı üzerinde önemli araştırmalar yapılmıştır. Avrupa ormanlarındaki karıncaların yuva sayısı 0.1 ile 16.6 ad/ha arasında değişmektedir, fakat çoğu ormanda yuva sayısını 3 ad/ha.'ı geçmemiştir. Yuvanın yüksekliği, karınca türüne, yuva yaşına, kurulum yerinin durumuna, sahanın bozukluğuna ve çevredeki ekosistemin aşamalarına bağlı olarak; 30 cm ile 2 m kadar değişebilir. Yer altı yuvalar da benzer büyüklükte değişkenlik göstermektedir, ancak Avrupa *F. rufa* grubu türleri üzerinde yapılan araştırmalar genellikle yer üstü yuva hacimlerinden daha az veya buna benzer mineral toprak yuva hacimleri bulmuştur [7].

Birçok çalışma, mineral toprağa yuva yapan karıncaların su infiltrasyon oranlarını, toprak organik maddesini (OM) ve besin döngüsünü etkilediğini bulmuştur. Buna karşılık, tepe şeklinde yuva yapan orman karıncalarının toprak fiziksel ve kimyasal özelliklerini nasıl etkilediği hakkında çok az şey bilinmektedir [7].

Tepe şeklinde yuva yapan karıncaların doğrudan toprak gözenekliliğini ve OM içeriğini ve besin mevcudiyetini etkileyebilir. Kırmızı orman karıncaları aktif yırtıcılardır ve ayrıştırıcıda aktif olan diğer toprak faunasını etkileyerek toprak OM içeriğini ve besin döngüsünü etkileyebilirler [7].

Toprak özelliklerine etki yapan karınca yuvalarındaki organik maddenin kimyasal bileşimi; yuva yaşına, bulunduğu konumuna ve ekosistemin aşamalarına bağlı olarak değişir. C ve N konsantrasyonları ve C:N oranları toprak üstü yuvada, orman tabanından daha yüksektir. Bunun nedeni de düşük C:N oranlı iğne yaprak, dal ve yuva yapımına yönelik reçine parçacıklarının seçilmesinden kaynaklanmaktadır. Karınca yuvalarında yüksek C:N oranları da, çevreleyen orman tabanından daha yavaş OM ayrışma oranlarına bağlı olabilir. Karınca tepe şeklindeki yuvaları genellikle orman tabanından daha kurudur, toprak üstü bu yuvanın kendisi OM ayrışmasını engelleyebilir [7].

C ve N 'ye ek olarak, birçok çalışmada, Avrupa *F. rufa* grubu karınca yuvalarında fosfor yönünden bir zenginleşme olduğunu bildirilmiştir. Finlandiya'da yapılan bir çalışmada karışık iğne yapraklı bir ormanda bulunan karınca yuvasındaki yüksek kalsiyum konsantrasyonları çevredeki orman tabanından daha yüksek bulunmuştur, ancak fosfor,

potasyum ve magnezyum konsantrasyonlarında fark yoktur. Ancak, bu çalışmada yuvanın tepesinden sadece 4 cm'lik yüzeyi örneklenmiştir. Dolayısıyla bu besin maddelerinin karıncalarda birikimi ve dağılımı hakkında daha fazla bilgiye ihtiyaç vardır. Mineral toprak karınca çalışmalarından elde edilen sonuçlara benzer şekilde, yuvanın tabanındaki topraklar, onu çevreleyen mineral toprağa göre daha düşük hacim yoğunluklarına ve daha yüksek C ve N konsantrasyonlarına sahiptir. Karıncalar büyük miktarlarda çeşitli organik maddeleri yuvalarına taşırlar. Çeşitli çalışmalarda karınca yuvasının yüzey tabakalarında (0–15 cm) çevredeki orman tabanından daha fazla sayıda mikroorganizma ve solucan bulunmuştur. Yuvanın kalan kısmındaki kuru koşullar muhtemelen mikrobiyal aktiviteyi sınırlamaktadır. Bununla birlikte, bir karınca höyüğü terk edildiğinde, höyüğün içindeki nem seviyeleri yükselmekte ve bu da höyüğün mikroorganizmaları ve CO<sub>2</sub> dışı akımları ile OM ayrışmasını uyarmaktadır [7].

Her ne kadar karınca yuvaları orman tabanından çok daha yüksek CO<sub>2</sub> akış oranlarına sahip olsa da, Avrupa ormanlarındaki karıncaların sayısı genellikle oldukça düşüktür. Sonuç olarak, karınca yuvaları Finlandiya'daki Norveç ladin ormanlarında yıllık toprak CO<sub>2</sub> emisyonlarının sadece % 0.30'unu oluşturmaktadır. Bu oran İsviçre'de subalpin konifer ormanlarında yaz aylarında toprak CO<sub>2</sub> emisyonlarının % 0.7–2.5'i olarak bulunmuştur. Mineral toprağa yuva yapan karıncalara benzer şekilde, tepe şeklinde yuva yapan kırmızı orman karıncaları, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkileyebilir. Yuvalarının üst ve alt kısımlarındaki C, N ve P konsantrasyonları genellikle çevredeki orman toprağından daha yüksektir. Yeni yuvalar sürekli olarak inşa edilip terkedildikçe, bu ormanlarda mevcut toprak besin elementi toprak verimliliğinin mekansal heterojenliğini arttırmaktadır [7].

*Formica rufa* grubunun karınca höyükleri toplam toprak C ve N havuzlarının küçük bir bileşenidir. Avrupa orman ekosistemlerinde incelenmiştir. Yuvaların yukarı ve aşağı kısımları, çevredeki orman tabanından ve mineral toprağa göre daha yüksek C ve N konsantrasyonlarına sahip olsa da, karınca yuvasından etkilenen toplam toprak alanı çok azdır [7].

Orman karıncaları zararlı böcekleri yok ederek biyolojik mücadele için önemli fayda sağlamalarının yanında toprağın verimli bir şekilde havalanmasına yardımcı olmaktadır. Bu da bitki örtüsünün verimliliğini etkilemektedir [50].

Mineralli toprakta yaşayan karıncalar, yüzey su sızması oranlarını artırır ve yuva yapımı

sırasında makro gözenekler oluşturarak akıntı ve toprak erozyonunu azaltır. Buna karşılık, tepe şeklinde yuva yapan bu karıncaların su hareketi veya toprak erozyonu üzerindeki etkisi hakkında hiçbir bilgi bulamadık. Sadece yuvanın 10–15 cm'lik yüzeyi yağıştan etkilenirken geri kalanı kuru tutulmakta ve yağış suları yuvanın içinden mineral toprağa geçmemektedir. Ancak, bir yuva terk edildikten ve parçalanmaya başladıktan sonra, yuvanın altındaki maden toprağındaki toprak su tutma kapasitesi artar ve muhtemelen uzun vadeli toprak su tutma kapasitesini artırır. Tepe şeklinde yuva yapan kırmızı orman karıncaları, kullanılabilir toprak suyu ve bitki besin maddelerinin mevcudiyetini artırarak ağaç büyümesini olumlu yönde de etkileyebilir [7].

Karıncalar OM ayrışmasında aktif olan fauna ve mikroorganizmaları etkileyebilir. Yuva inşa eden karıncalar ayrıca, organik maddenin ayrışmasında aktif olan fauna (örn. sıçrar kuyruklar, solucan kurtları) veya örümcekler gibi diğer orman tabanındaki yırtıcı hayvanlara da etki ederler fakat bunların popülasyonları üzerinde çok az etkisi olduğu görülmektedir. Karınca yuvalarının toprak faunası üzerine etkisinin ne düzeyde olduğu tam olarak bilinmemektedir, daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır [7].

Çalışmalar, karıncalar tarafından korunan yaprak bitlerinin hem yaprak dökken ağaçlarda hem de iğne yapraklı ağaçlarda ağaçların büyümesini azalttığını göstermiştir. Buna karşılık karıncalar yaprakları dökerek zarar yapan böceklerle saldırarak ağaç büyümesini de arttırabilirler. Karıncalar tarafından ağaçların zararlılara karşı korunması, ağaçlara yaprak bitlerinin verdiği şeker kaybından daha fazla yarar sağlamaktadır. Finlandiya'da sarıçamda (*Pinus sylvestris* L.) beslenen yaprak bitlerinin, ağaç çapındaki gelişmeyi % 20'ye kadar azalttığı görülmüştür. Orta Avrupa'da yetişen sarıçamlarda ise % 5–16 oranında ağaçların çap gelişimi üzerinde olumsuz etkisi olduğu tespit edilmiştir [7].

#### (9) Tür ve Türler arası Rekabet

Karınca yuvaları, çok sayıda omurgasız mutualistler, parazitler gibi türler açısından istikrarlı, gıda açısından zengin ve sıcaklık kontrollü bir ortam sağlar. Yuvaları birçok simbiyotik türü barındırmaktadır ve karıncalar orman bitkilerinin tohumlarını dağıtır bunun yanı sıra daha yüksek trofik seviyelerdeki bazı organizmalar için güvenilir bir besin kaynağı olma özelliği bulunmaktadır (örneğin ağaçkakanlar, karınca aslanları ve amfibiler). Ayrıca yuvalarda bulunan karıncaların ve diğer türlerin (örneğin solucanlar) yer altı faaliyetleri orman topraklarının gelişimi için önemlidir [34].

Sosyal böcekler, bakteri ve virüslerden koloni işlevini tehdit eden artropodlara kadar

çeşitli parazit gruplarına maruz kalırlar. Ev sahibi, yumurta, larva, pupa ve yetişkin işçilerin tüm aşamalarına saldırabilirler. Sosyal böcek kolonilerinde yavrular üzerinde beslenen parazitlerin yaygınlığını gösteren birçok çalışma vardır. Doğada diğer organizmalar ile yakın ilişki içinde yaşamının yaygın ve başarılı bir strateji olduğu kanıtlanmıştır [21].

Karıncalar çoğu toprak omurgasız topluluklarının önemli bileşenleridir. 10.000'den fazla karınca türü tanımlanmıştır, ancak DNA analizleriyle yapılan taksonomik yöntemler daha çok kullanıldığında birçok yeni tür tanımlanmaktadır. Biyoçeşitliliğe büyük katkılarının yanı sıra karıncalar, enerji akışını değiştiren ekosistem mühendisleri olarak kabul edilirler [7].

Kırmızı orman karıncaları, böcekleri bilhassa tırtılları, yaprak arılarının larvalarını, kelebekleri, arıları, yumuşak coleopterleri ve yaprak bitlerinin çıkardıkları damla şeklindeki dışkıları yemek suretiyle geçinirler [51].

Kırmızı orman karıncaları buldukları ekosistemde beslenme ağında çok sayıda canlıyı etkileyen anahtar role sahip türlerdir. Çok sayıda zararlı böcek ve omurgasızların yiyicisidirler. Tırtıl, çekirge, zararlı kınkanatlı, kene v.b. gibi omurgasızlar özellikle karınca yavrularının protein kaynağıdır. Tek bir orman karıncası yuvasındaki bireyler bir yılda 20.000 kadar böcek yerler. Sağlıklı bir orman her metrekarede 500 orman karıncası bireyi içermelidir. Otçul omurgasızları avlayarak ağaçların sağlıklı kalmaları ve büyümelerini artırarak dolaylı olarak orman sağlığına etki ederler. Çok sayıda bitki tohumunun dağılımını sağlarlar. Toprağı havalandırırlar, besin döngüsüne katkı sağlarlar, bu açıdan en az toprak solucanları kadar faydalıdırlar, hatta tropiklerde toprak solucanından daha fazla etkilidirler [18]

Karıncalar zararlı böcekleri avlamak suretiyle ormanı korumalarının yanında, toprağı havalandırırlar, gevşetirler, karıştırırlar, humusu zenginleştirirler, toprağın süzekliğini arttırırlar, asitliğini düzenlerler, toprağı gübreleyen küçük canlıları da etkileyerek toprağı ıslah ederler ve bitki tohumlarını dağıtırlar [28].

Isparta Senirkent Kapıdağ ormanında karıncalı ve karıncasız alanlarda karşılaştırmalı olarak yaptıkları çalışmada, karıncanın bulunmadığı, ancak zararlı tür Sedir sürgün kelebeğinin (*Dichelia cedricola* Diakonoff) yoğun zarar yaptığı yer ile karıncanın bulunduğu ve dolayısıyla zararlı türün bulunmadığı alanlar arasında ağaçlardaki artım ve büyüme miktarlarını ölçülmüştür. Buna göre eşit ekolojik koşullarda karınca olan

sahalarda ağaçların daha iyi geliştiği ve zararlıyı rahatlıkla baskı altına alabildiği tespit edilmiştir. Zararlının salgın yaptığı yıllarda böceğin tahribatı sonucu ağaçlarda % 46'ya varan artım kaybı olduğu, buna karşılık karıncanın bulunduğu kısımda ise artım kaybının hiç olmadığı saptanmıştır [28].

Kırmızı orman karıncası kolonisinin 24 saat içinde 100.000 kadar böcek öldürdüğü tespit edilmiştir. Bunların hepsi zararlı olmasa bile, bu tespit Kırmızı orman karıncasının yırtıcılık, yani faydalılık ölçüsü hakkında bir fikir vermeye yeterlidir. Zararlı böceklerin kitle halinde ürediği ormanlarda yapılan incelemelerde, yanında karınca yuvası bulunmayan ağaçların tamamıyla tahribe uğradığı, buna karşılık karınca yuvası bulunan ağaçların ya tamamen veya kısmen tahribattan masun kaldığı görülmüştür [28].

Finlandiya ormanlarında, karıncalar baskın avcılar, toplayıcılar ve toprağın dönüştürücüleridir ve o bölgenin hayvan biyokütlesinin % 10'una veya daha fazlasına sahip olabilir [9]. Kuzey yarım kürenin iğne yapraklı ormanlarında, *F. rufa* grubu karıncalarının ekolojik etkileri, diğer türlerle rekabet, karşılıklı etkileşimler (örneğin yaprak bitleri ile), tohum yayılımı, besin, enerji akışı ve yırtıcı ilişkiler çoğu trofik seviyeye kadar uzanmaktadır. Buldukları ortamda, yuvaların; tohum bankası ve bitki örtüsü desenleri üzerinde önemli bir etkisi vardır. Bu karıncalar, ormanların geyikler tarafından mekansal kullanımını etkileyerek, ekosistem modellerinde heterojenlik yaratmada önemli etkenler olabilir [5]. Bu polifag yırtıcıların; avlarının bolluğunu kontrol ettiği düşünülmektedir [14]. Kırmızı orman karıncası omnivor karakterdedir [4], [21], [52].

Kuzey Amerika'da Yellowstone Milli Parkı'nda *F. rufa* karıncalarının 1600–2400 m arasında ve yıllık yağışın 250–760 mm olduğu alanda yoğun olarak buldukları bildirmektedir [28].

Kuzey Avrupa Boreal ormanlarda geniş yayılış gösteren 11 *Formica* cinsi karıncalar ekosistem için anahtar tür olarak kabul edilmektedir. Tıraşlama kesimlerin karınca yuvaları üzerinde büyük zarara neden olduğu belirlenmiştir. Meşcere kenarlarında karınca yuvalarının daha yoğun bulunduğu saptanmıştır. Karınca yayılışı üzerinde ışık, rekabet, yeryüzü şekli, bakı, nem, vejetasyon ve toprak özelliklerinin önemli olduğu görülmüştür [28].

Avrupa'da İskoçya orman karıncalarının ormanların hayati fonksiyonu olduğu kabul edilmektedir. Toprak altı ve toprak üstündeki omurgasız türlerin yapısını, yayılışını ve

bolluğunu karıncalar; özellikle yaşlı doğal ormanlarda bitki tohumlarının dağılımını sağlamaktadırlar. Bitkilerle beslenen omurgasız türleri azalttığı için ormanın sağlığı ve gelişimini olumlu yönde etkilemektedir. Ormanda besin döngüsüne katkı sağlarlar. Ayrıca bazı avcı türler için kendisi de besin kaynağı oluşturmaktadır [28].

Myrmecophile terimi esas olarak karıncalarla ilişkili hayvanlar için kullanılır. Myrmecophile terimi burada “en azından yaşam döngüsü boyunca karıncalara bağımlı olan” bir organizma anlamına gelir [34]. Eklembacaklılar arasında, tahminen 10.000 tür, karınca kolonileriyle irtibatlıdır [8]. Myrmecophil olan eklembacaklı şubesine ait türlerin çoğunun karınca yuvası üzerinde parazit olduğu bulunmuştur. Aynı zamanda karınca yuvaları, çeşitli myrmecophil türe ev sahipliği de yapmaktadır [21]. Yuvaların kendileri, çeşitli myrmecophil ve yuva ortakları için bir yaşam alanı olarak hareket ederler [34].

Bu önemli anahtar türünün yuvalanma alışkanlıklarını anlamak doğal orman ekosistemlerini korumak için önemlidir [34]. Ayrıştırıcı mikroorganizmalar, orman toprağına kıyasla toprak üstü tepe yuvalarda daha fazladır [9].

Yapılan bir çalışmada yuva ve çevresinde 125 adet arthropod myrmecophil listesi yer almaktadır. Bunların % 40'ından fazlası Coleoptera'dır, aynı zamanda Hemiptera, Diptera, Hymenoptera, Acari ve Araneae'de iyi temsil edilmektedir. Gerçek myrmecophil durumunu teyit etmek için daha fazla kayıt gereklidir. Birçok RWA'larla ilişkili myrmecophiles'in dağılımı, konakçı karınca türleri ile uyumludur. RWA'ların, araştırmamızda türlerin yaklaşık % 40'ının birincil konakçısı olduğu tespit edilmiştir [8]. *Formica rufa* yuvalarındaki yuva materyalinde yaşayan omurgasızlar üç aylık bir süre boyunca incelenmiştir. 22 adet zorunlu myrmecophiles türü ile 70 adet üzerinde zorunlu olmayan diğer omurgasız tür yuvalarında bulunmuştur [34].

İsveç ve Slovenya'daki çalışmalar, ayıların beslenme aralıkları içindeki tüm tepe şeklinde yuvaların % 8 ila % 33'ü arasında kazıldığını ve karıncaların diyetlerinin % 16'sını oluşturduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte ayıların, orman ekosistemlerindeki kırmızı odun karınca populasyonlarının gelişimini ve hayatta kalmalarını ne kadar etkileyecekleri bilinmemektedir [6]. Avrupa'daki *F. rufa* grubu yuvalarıyla *Picus viridis* L.( yeşil ağaçkakan) 'nin de beslendiği de bildirilmiştir [14].

Bir adet *F. rufa* yuvası bile zengin bir omurgasız faunasını barındırdığını göstermektedir. Bu yüzden *F. rufa*'nın korunması sadece bu “tehdit altındaki” türlerin korunmasını sağlamakla kalmaz, aynı zamanda buna bağlı olan türler için de önemli bir yaşam alanı sağlar [34].

Biyolojik mücadelede etken bir organizma olarak kullanılan *F. rufa* 'nın Şerif Yüksel Araştırma Ormanındaki yuva yoğunluğunun belirlenmesine yönelik olarak gerçekleştirilen bir çalışmada Serin [24], bu kapsamda önemini vurgulamaya çalışmıştır [24].

Kırmızı orman karıncaları yüksek yoğunluklara ulaşabilir ve etkileri çeşitli trofik seviyeler ve ekosistem süreçleri boyunca uzar. Orman karıncalarının yırtıcı artropodların popülasyonlarını etkileyebileceği bilinmektedir. Ekolojik rolleri arasında; Höyük ya da kubbe şeklinde yuva oluşturma, tohum dağıtma yoluyla toprak kompozisyonu ve besin akışının değiştirilmesi, yaprak bitleri ile karşılıklı ilişkilerde bulunma, omurgasız hayvanlarda avlanma ve böcekçil kuşlar ve diğer karınca türleri dahil diğer yırtıcılarla rekabet etme sayılabilir. Bu nedenle kırmızı orman karıncaları, orman zararlılarına karşı ‘‘anahtar tür’’, ‘‘ekosistem mühendisleri’’ ve ‘‘biyokontrol ajanı’’ olarak kabul edilmektedir [16].

Yırtıcı davranışlarından ötürü, kırmızı orman karıncaları uzun zamandır orman zararlı türlerini azaltmak için potansiyel biyokontrol ajanları olarak kabul edilmiştir [25]. *Formica rufa* grubunun Avrupalı türleri, geçen yüzyılın ilk yarısında genel biyoloji ve özellikle türlerin orman zararlılarının kontrolündeki rolü araştırılmıştır. Halen farklı şekilde yoğun bir şekilde araştırılmaktadır [32]. 19. yüzyılın ikinci yarısında, birkaç kırmızı odun karınca türü (*F. rufa* grubu) biyolojik ajan olarak kullanılmıştır [10]. Başlangıçta, zararlı böcekleri kontrol etmek amacıyla önemli görülen Kırmızı orman karınca (RWA)'ları, daha sonra bitki besin maddeleri bakımından topraktaki döngüleri ve karmaşık sosyal organizasyonlar içindeki önemleri nedeniyle bu canlıların korunması önlemlerini teşvik etti. Bununla birlikte, yuvalarının myrmecophiles ve diğer ilgili türler için önemi çoğu zaman göz ardı edilmiştir [19]. İtalya'da, kırmızı orman karıncaları Alpler ile sınırlıdır. 1900'lü yılların ortalarından beri kırmızı orman karıncaları, Almanya ve İtalya gibi birçok Avrupa ülkesinde biyolojik kontrol ajanları olarak kullanılmıştır. Alpler'de daha önce bulunmadığı yörelere *F. aquilonia*, *F. rufa*, *F. polyctena* ve özellikle *F. lugubris* kolonileri transplantasyon çalışmalarında çok sık kullanılmıştır [10].

Gökmar, çam ve kayın ormanları için zararlı olan *Nematus erichsoni*, *Coleophora larissella* veya *Thaumetopeoa pityocampa* gibi zararlı böceklerin yayılmasını sınırlamak amacıyla kırmızı orman karıncalarının doğal olmayan yerlere taşınması gereği doğmuştur. Bununla birlikte, kırmızı ağaç karıncaları, doğal yaşam alanlarının bir parçası olmayan bölgelere sokulduklarında zararlı olabilirler. Bu türlerin çoğunun, kuşlar, bitkiler ve bazı eklem

bacaklılar da dahil olmak üzere diğer organizmalar üzerindeki olumsuz ekolojik etkileri hakkında kapsamlı bir literatür de bulunmaktadır. Kırmızı orman karıncalarının; ağaç büyümesi üzerinde etkili olan, hatta ağaçların hayatiyetini tehlikeye sokan bazı yaprak zararlısı böceklerin biyolojik kontrolünde tatminkar olduğu kanıtlamıştır, ancak bu olumlu etki her zaman yaprak bitlerinin büyük bir artışı ile dengelenmiştir [10].

Ülkemizde doğal olarak bulunan ve önemli bir predatör olan kırmızı orman karıncası bazı orman zararlılarına karşı biyolojik mücadelede kullanılmaktadır [26]–[28], [35].

Avcı olan kırmızı orman karıncalarının çeşitli faydaları arasında ormancılık yönünden en önemli olanı zararlı böcekleri yok etmeleridir. Bugün karıncaların böcek popülasyonlarını sınırlandırdıkları, salgınları ve bir takım zararların meydana gelmesine imkân bırakmadıkları kesinlikle ortaya çıkmıştır [28], [53].

#### *(10) Transplantasyon Yuvaları ve Adaptasyonu ile Biyolojik Mücadele ve Yönetimi*

Kırmızı orman karıncalarının besinlerinin %50 sini canlı böceklerin oluşturması, popülasyonlarını birey sayısı bakımından yüksek derecede tutabilme yetenekleri, avlanacak böcek az olsa dahi afitlerin balözleri ile beslenebilme özellikleri dikkate alındığında; doğal yayılış alanlarının dışına çıkabilecekleri ve biyolojik kontrol ajanı olarak götürülebilecekleri yerlere adapte olabilecekleri fikrini doğurmuştur [27].

İlk kez 1949 yılında Pavan tarafından İtalya Alplerinden, Prealplerin dağlık arazilerindeki ormanlarından 25 lokaliteden ve Apeninlerden 28 lokaliteden örnekler toplanmış, biyolojileri ve taksonomileri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Günde ortalama 72 ton ve 200 günlük aktif periyotta ise 14.000 tondan fazla böceği imha edebilecek bir potansiyelin varlığı belirtilmiştir [24], [27].

Daha sonra aşamalı olarak bu karıncaların bulunmadığı yeni orman alanları araştırılmış, araştırılan orman alanlarının özellikle bu gruba ait popülasyonları kabul edebilecek nitelikte olmasına ve zararlı böceklerin istilasından korunmaya muhtaç bir yer olmasına dikkat edilmiştir. Bunu takiben büyük popülasyonların toplanması, taşınması ve yerleştirilmesini sağlayan pratik deneyler geliştirilmiştir [27].

Bu olumlu sonuçlar İtalya dışında İspanya, İsviçre, Romanya, Polonya, Finlandiya ve Türkiye’de de elde edilmektedir. Hatta 1971-1973 yıllarında kırmızı orman karıncaları grubundan *F. lugubris* türüne ait popülasyonlar Kanada’ya Quebec ormanlarına transfer edilmiş ve özellikle ladin ve köknar ağaçlarına zarar veren ve bir Lepidopter olan *Choristoneura fumiferana* ‘ya karşı olumlu sonuçlar alınmıştır ve haziran ayı ortalarında

günde 11.000 *C. fumiferana* tırtılının yuvaya taşındığı tespit edilmiştir. Rusya’da yapılan çalışmalarda büyük bir kırmızı orman karıncası yuvasına günde 20.000 böceğin taşındığı (yarısından çoğu orman zararlısı böcek) rapor edilmektedir [27]. Bu çalışmalara paralel olarak Bolu Aladağ ormanlarından alınan 3 karınca yuvasını Antalya- Bük kızılçam ormanlarına ve Elmalı-Çığlıkkara sedir ormanlarına götürülmüştür. Sonra bunlar 3 yuva ile daha takviye edilerek 3 ay sonra Bük ormanında yapılan kontrolde 3 karınca kolonisinden birisinin yuvasını terk ederek dağıldığı, ikisinin ise faaliyetlerine devam ettiği kaydedilmektedir. Çığlıkkara sedir ormanında ise 3 koloniden birinin yuvada kaldığı, diğer ikisinin yuvadan ayrılarak civarda çürümeğe yüz tutmuş sedir kütükleri dibinde yeni yuva yapmağa çalıştıkları gözlenmiştir [27]. Biyolojik mücadele; zararlıların tabiattaki düşmanlarının, yani avcı, parazit ve parazitoit gibi ikincil zararlıların, insan tarafından bu zararlılara karşı kullanılması olarak tanımlanmaktadır. Biyolojik mücadele, uygulanan çeşitli yöntemlere göre doğal dengenin oluşturulmasına yardımcı olmak üzere ileriye dönük uzun vadede de olsa, kalıcı sonuçlar vermesi ve son hedefe ulaştırabilmesi bakımından en çok tercih edilmesi gereken mücadele şeklidir [28].

Ormancılıkta ve tarımda zaman zaman büyük oranda ürün kaybına sebep olan zararlı böceklerle karşı birçok ülkede ekolojik faktörlere göre değişik savaş yöntemleri geliştirilmiştir. Özellikle 1950’li yıllardan itibaren sentetik bileşikler kullanılarak zararlılara karşı kimyasal savaş denemeleri ve uygulamaları artmıştır. Bu yöntemin bilinen birçok yan etkisi nedeniyle doğada tamiri zor olan yaralar açılmıştır. Ortaya çıkan sorunlar ve yoğun kimyasal bileşiklerin kullanımının sonucu doğal dengenin bozulmuş olması araştırmacıları, böcek zararını azaltmak için canlı organizmalardan yararlanmak suretiyle yapılan biyolojik savaşa yöneltmiştir [28].

Ülkemizde 20 milyon hektarlık ve yaklaşık yarısı sağlıklı olan ormanlarda zararlılara karşı mücadelenin kimyasal ve mekaniksel olarak yürütüldüğünü, kırmızı orman karıncaları ile biyolojik mücadele aktivitesinin ise 1971 yılında başladığını görüyoruz. 1972 yılında kuzeydoğu ve kuzeybatı Anadolu’daki sarıçam ormanlarında tespit edilen *F. rufa* yuvalarından 250 adedi, 650 km güneydeki sedir ormanlarına 2 yıllık periyot esnasında taşınmıştır [28].

*Formica rufa*’nın doğal yayılış sahasının dışına çıkarılmasının mümkün olabileceği ve yeni götürüldükleri yerlerde de faydalı faaliyetlerde bulunabilecekleri düşünüülerek taşıma denemesine girişilmiştir. Karınca yuvaları 15.04.1967 tarihinde, 1330 m yükseltideki Kızılcahamam Çamkoru sarıçam ormanlarından alınarak Güney Anadolu Ormancılık

Araştırma İstasyonuna bağlı Çamkuyusu (Bucak) sedir ormanının 1400 m ve Bük kızılçam ormanının 650 m yükseltideki sahalarına götürülmüştür [28].

Biyolojik mücadele amacı ile Kırmızı orman karıncalarının doğal yaşama alanlarından alınarak başka sahalara taşınabileceği fikri ilk olarak İtalyanlar tarafından ortaya atılmıştır. Orman zararlısı böceklerin kontrolünde etkili olan *F. rufa*'nın, tabii yayılış alanlarının dışındaki yörelere nakledilerek, yeni toplumlar oluşturulmasını sağlamak amacıyla dünyada ve ülkemizde çalışmalar yapılagelmiştir. Bu kapsamda yurdumuzda ilk kez 1967 yılında Kızılcahamam Çamkoru'dan alınan 7 adet karınca yuvası Antalya-Bük ve Bucak ormanlarına götürülmüştür. Bunların yöreye uyum sağlayarak gelişmelerini sürdürdükleri tespit edilmiştir. Bolu-Aladağ'dan Antalya-Bük ve Elmalı-Çığılkara'ya götürülen yuvalar da bölgeye uyum sağlamışlardır. [28].

Kırmızı orman karıncaları aynı zamanda predatör oldukları için; zararlı böcekleri yok ederek ormancılık yönünden önemli faydalar sağlar. Karıncalar günümüzde böcek popülasyonlarını sınırlandırarak, salgınları önleyerek tahribatın en aza indirilmesinde önemli rol oynadıkları kabul edilmiştir [28], [53].

Tüm bu olumlu sonuçlar göz önüne alınarak yapılan bir pratik hespla bu karıncaların Avrupa ve Asya'da ormanlık alanların İtalya Alplerinkinden 50 defa daha büyük olduğunu varsayarsak ve her yuvada ortalama 300.000 işçi düşünürsek Avrupa ve Asya'da toplam olarak 15 milyar işçisi bulunan 50 milyon yuva düşünülebilir. Böylece 200 günlük aktif periyotta 720.000 ton böceğin biyolojik kontrolle imhası söz konusu edilebilir [28].

Kırmızı orman karıncalarının zararlı böceklere karşı biyolojik mücadelede kullanımı 1971 yılında başlamıştır. 1972 yılında kuzeydoğu ve kuzeybatı Anadolu'daki sarıçam ormanlarında tespit edilen karınca yuvalarından 250 adedi, 650 km güneydeki sedir ormanlarına iki yıl içinde taşınmıştır. Taşınan yuvalardan yarısının yaşamını devam ettirdiği ve Çamkese böceği (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.) (Lepidoptera Thaumetopoeidae) ve Sedir Yaprak kelebeğine (*Acleris undulana* Wlsgm.) (Lep. Tortricidae)'ne karşı olumlu sonuçlar alındığı kaydedilmiştir [28].

*Formica rufa*'nın taşıma yapılacak alanların yol durumu, bakısı, eğimi, ağaç türü, kapalılık, enkaz durumu ve zararlı böcek türleri açısından yuvaların alınacağı alana mümkün olduğunca uyum sağlamanın başarıyı arttırdığı bildirilmektedir. Isparta Orman Bölge Müdürlüğü'nde taşıma çalışmalarına 2000 yılında başlamış ve Isparta Karatepe'de

11 adet, Eğirdir-Yukarıgökdere sedir tohum meşceresine 9 adet yuva nakli yapılmıştır [28].

Ankara Orman Bölge Müdürlüğü'nün Çamlıdere, Kızılcahamam ve Ilgaz Orman İşletmeleri mıntikasında bol miktarda *F. rufa* yuvaları mevcuttur. Yuvalar 1000– 1600 m yükseklikte ve genellikle sarıçam meşcerelerinin kuzeye bakan yamaçlarında bulunur. Bölgemizde *F. rufa* yuvalarının taşıma işlemi 1980'li yıllara dayanır. Karınca taşıma işlemi nisan ayının ortalarından başlayıp sonuna kadar yapılarak bitirilmektedir. Ankara Orman Bölge Müdürlüğü mıntikasında özellikle ağaçlandırma sahalarında biyolojik mücadele yöntemleri ile yaprak böceklerine karşı (Hymenoptera ve Lepidoptera) başarılı sonuçlar alınmıştır [28].

Güney Finlandiya'da ladin ve huş karışık ormanlarında, yaşlı meşcerelerdeki yuvaların genç meşcerelere oranla daha büyük ve daha sık olduğu belirlenmiştir. Karınca yuvası ve hemen çevresinde karbon, azot ve fosfor yoğunlukları yuvadan uzak yerlere göre daha yüksek bulunmuştur. Karınca afit arasındaki ortak yaşama ilişkisinin 30 yaşındaki bir ladin ormanında çap gelişmesi üzerinde olumsuz etkisi görülmüştür. Bununla birlikte genel olarak karbon, besin, kök ve ağaç gelişimi üzerinde karıncalar olumlu etkide bulunmaktadır [54].

Kuzey İsviçre'de Avrupa kırmızı orman karınca grubunda yer alan *Formica polyctena* 'nın varlığının, kene (*Ixodes*) bolluğu üzerine etkisi incelenmiştir. Kene arayan karıncaların varlığı ve karınca yuvasının hacmi arttıkça kene sayısı (esas olarak nimfler) önemli ölçüde azaldı. Parazit ve vektör organizmalar bakımından da odun karıncalarının ormanı etkilediği bilinmektedir. Bu özellikleri bakımından önemli ekosistem hizmetleri sağlamaktadırlar. Bu nedenle ahşap karıncaların korunması ve desteklenmesi gerekir [16].

Ancak bu olumlu özelliklerine rağmen kırmızı orman karıncaları çimler, piknik alanları ve insan yerleşiminin diğer yerlerinde ortaya çıktıklarında, ciddi bir sıkıntı haline de gelebilirler Onlarla fiziksel temas rahatsız edicidir, çünkü sert bir şekilde ısırırlar. Genellikle formik asit püskürttükleri için ısırıldıkları bölgede ağırlı bir his oluşturur, cilt yıkanmazsa kabarır. Tepe şeklinde yuvaların varlığı da bazı durumlarda doğal peyzajı bozabilir. Diğer karıncaların yanı sıra, ağaçlarda, çalılıklarda ve yabani otlarda yaprak biti kolonilerinin sürü gibi çoğalmalarına yardımcı olur. Yaprak biti sürülerinden beslenirken bu durum bazen yaprak biti sorununa yol açar, çünkü yaprak bitlerini tatlı

özsuları için korurken, yaprak bitlerini eşek arısı ve hanım böcekleri gibi doğal düşmanlarına karşı da korurlar [32].

Bununla birlikte, daha ciddi diğer bitki ve yaprak zararlılarını baskılar, bu nedenle ağır yaprak biti istilasında bile hala faydalıdırlar. Onlar polimorfiktir, yani işçiler aynı koloni içerisinde farklı büyüklükte dirler [32]. Karıncalarda kimyasal ipuçlarının önemli bir rol oynadığı bilinmektedir. Birçok çalışma, karınca formik asitinin keneleri ittiğini göstermiştir. Formik asit, savunma ya da iz işaretlemesi için karıncalar tarafından üretilen bir uçucu organik asittir. Formik asit, karıncalar tarafından başka organizmalara karşı bir silah ve aynı zamanda genel alarm sinyali gibi kullanılır. Formik asidi yüzlerce karınca vücutlarından aynı anda serbest bırakılabilir. Bu yüzden, karınca yuvalarının çevresi karınca formik asidiyle kaplıdır. Bu durum kene bolluğunu olumsuz yönde etkileyebilir. Ağaç karıncalarının, predasyon ve / veya formik asit nedeniyle keneler üzerindeki doğrudan etkilerine ek olarak, ahşap/odun karıncaların kenelere ait konakçılarının varlığını (örneğin küçük memeliler) etkilemesi de mümkündür [16].

Yuvaları açılan karıncaların, muhtemelen kendilerini korumak amacıyla karınlarının sonundan bir fiskiye gibi, fakat fasıllı olarak takriben 50–60 cm mesafeye ulaşan karınca asidi (Formik asit) püskürttükleri ve yuvanın üstünde asit buharından bir sis tabakasının meydana geldiği müşahede edilmiştir [55].

*Formica rufa* grubuna ait Kırmızı orman karıncaları; orman ağaçlarının ibrelerini dökerek zarar veren pek çok orman zararlısı böceğin avcısı olmaları nedeniyle özellikle Avrupa’da üzerinde en çok çalışılan türdür [28], [38].

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. MATERYAL

##### 3.1.1. Araştırma Alanının Genel Özellikleri

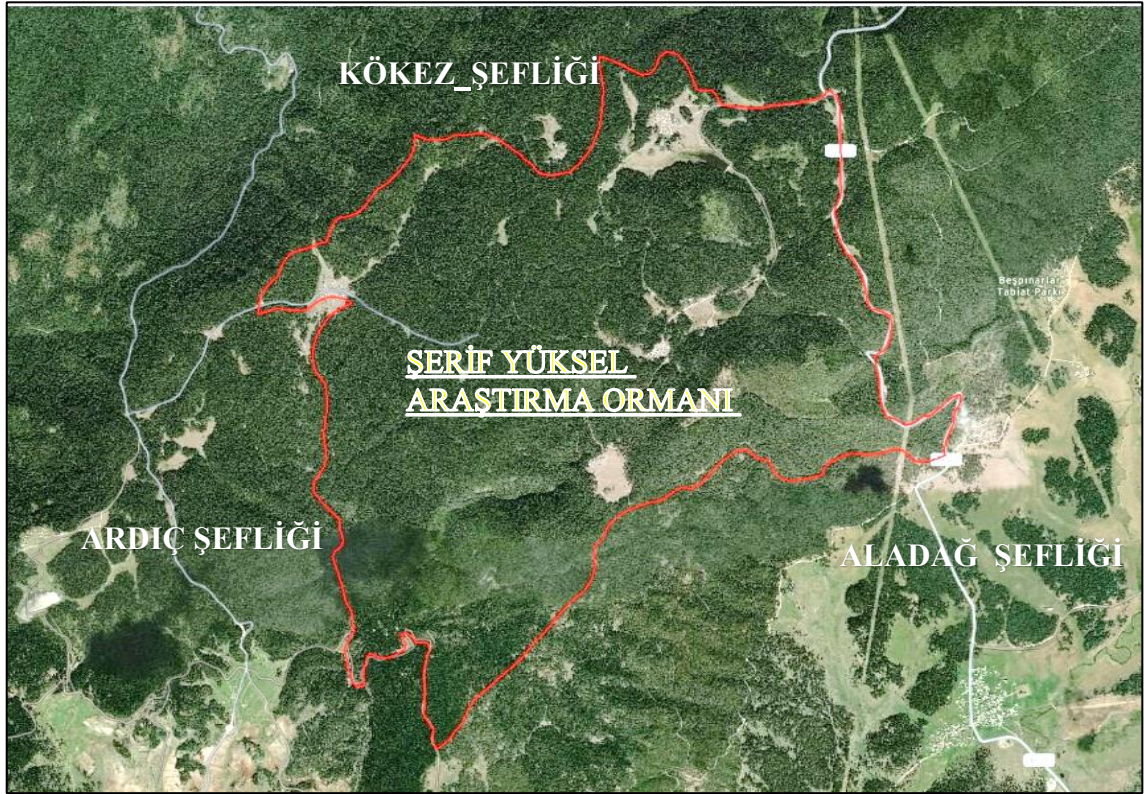
Şerif Yüksel Araştırma Ormanı Bolu'nun güneyinde bulunur. Bolu ili, Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Aladağ Orman İşletmesi sınırlarında yer almaktadır. Alanı 1544 hektar olup 1965 yılında kurulmuştur. Araştırma Ormanında köy bulunmamakla birlikte Bolu'nun ova köylerine ait 5 adet yayla vardır. Yaz aylarında bu yaylalarda köylüler hayvan otlatmak amacıyla konaklar ve kısmen orman ürünlerinin üretiminde çalışırlar. Araştırma ormanında Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Uludağ Gökarnarı (*Abies bornmulleriana* Mattf.) türleri saf ve karışık meşcereler oluşturmaktadır. Sarıçam meşcereleri genellikle aynı yaşlı ve tek tabakalı bir kuruluş gösterir. Uludağ göknarı meşcereleri ise daha ziyade seçme kuruluşuna yakın bir yapıdadır [56]. (Bu türlerden başka karaçam (*Pinus nigra* Arn. ), titrek kavak (*Populus tremula* L.) mevcuttur. Çok az da olsa münferit olarak kayına (*Fagus orientalis* L.) rastlanır.

##### 3.1.1.1. Coğrafi konum

Şerif Yüksel Araştırma Ormanı mülki açıdan Bolu ili Merkez ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. İdari açıdan; Batı Karadeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Şerif Yüksel Araştırma Ormanı Mühendisliği ve Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Aladağ Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı bulunmaktadır [57].

Batı Karadeniz Bölgesi'nde Bolu ilinin güneyine düşen araştırma ormanı, kuzey Anadolu dağlarının bir kolu olan Köroğlu masifinin güney yamacında yer alan Aladağ dağlarında bulunmaktadır. Şerif Yüksel Araştırma Ormanı Greenwich'e göre 31° 33' 57"- 31° 37' 41" doğu boylamları ve Ekvator'a göre 40° 35' 32"- 40° 38' 16" kuzey enlemleri arasında kalmaktadır. Karadeniz'den kuş uçuşu 83km içerdedir [58]. En yüksek noktası 1640m yükseklikte araştırma alanının kuzeyinde yer alan Ortayanık Tepe ve en alçak noktası 1330 m ile güney sınırında olan Harmancık Deresi'dir, orta derecede engebeli bir arazi karakterindedir. Genel hatları ile arazi güneye, kısmen güneybatı ve güneydoğuya dönüktür [59]. Araştırma Ormanı; Amenajman Plan ünitesine göre, BOLU- G27d1-

G27d3- G27d4 1/25000 ölçekli paftalar içerisinde yer almaktadır.



Harita 3.1. Şerif Yüksel Araştırma Ormanı.

Şerif Yüksel Araştırma Ormanı; kuzeyde Kökez Orman İşletme Şefliği, doğuda Aladağ Orman İşletme Şefliği, güneyde Ardıc Orman İşletme Şefliği ile komşudur. Şerif Yüksel Araştırma Ormanına en yakın tüketim merkezleri olan Bolu'ya 20 km, Ankara'ya 220 km, İstanbul'a 300 km uzaklıktadır (Harita 3.1) [57] .

#### 3.1.1.2. İklim

İklim tipi, böceklerin üremelerini ve yayılmalarını sınırlayan klimatik bir faktördür. Karınca araştırma verileri ilgili iki farklı meteoroloji istasyonu verileri vardır. Bunlardan yerel istasyon verileri [59], Serin [24]'in ilk çalışmasında kullanılmıştır. Bu istasyon 2000'li yılların başında kapatılmıştır. Bu çalışmada Bolu İli Meteoroloji Müdürlüğü iklim verileri kullanılmıştır (Çizelge 3.2). Şerif Yüksel Araştırma Ormanı (Bolu'ya 23 km uzaklıkta), Türkiye makro iklim bölgeleri ayırımına göre, Batı Karadeniz makro iklim bölgesi içinde yer alır ve “Karadeniz ardı yarınemli-yarıkurak iklim tipi” olarak nitelendirilmektedir. Bu iklim tipinin kapsadığı Karadeniz sıra dağlarının ardında kalan alçak yerlerinde Karaçam, yüksek alanlarında Sarıçam ve sis alan kuzeye bakan yamaçlarında Uludağ göknar ormanları yetişir [60].

Araştırma ormanında kurulmuş meteoroloji istasyonunun (1550m) 21 yıllık iklim verilerine göre, B4C'2rb'2 simgeleriyle (Thorntwait) belirtilen “nemli, mikro termal, su noksanı yok veya pek az olan, kısmen deniz etkisinde” bir iklim tipi olduğu belirtilmektedir (Çizelge 3.1) [59].

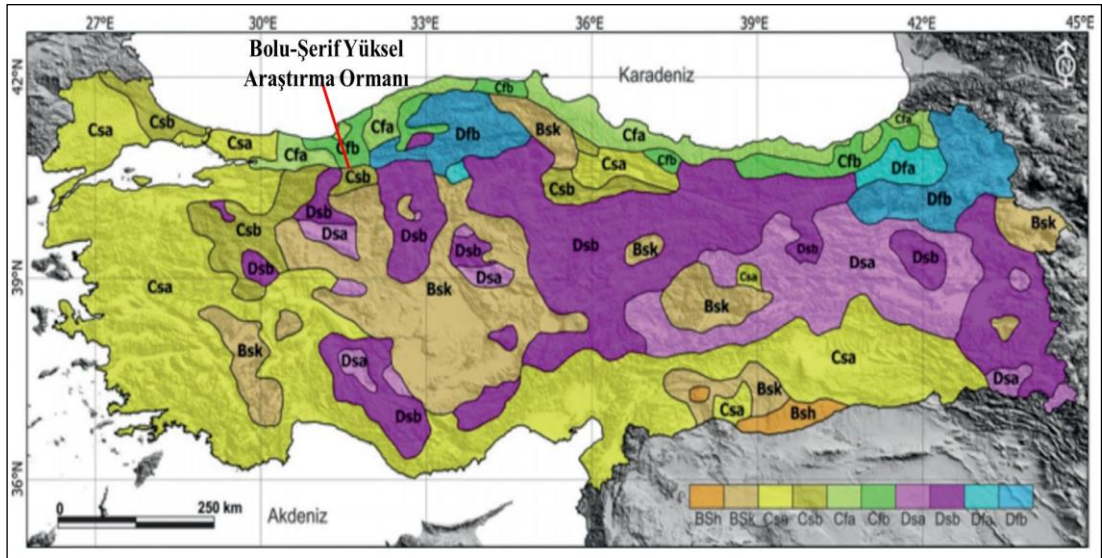
Çizelge 3.1. Şerif Yüksel Araştırma Ormanı'nın iklim verileri (1975-1995).

Veri Grupları Adı ve Birimi	Rasat Değerleri (Ort. ad./yıl)
Sıcaklık (°C)	5.7
Yağış Miktarı (mm)	882.6
Bağıl Nem (%)	81.6
Karla Örtülü Gün Sayısı (gün)	145
Su Noksanı (mm)	52.9

Çalışma sahamızı da kapsayan Araştırma Ormanında sıcaklığın yüksekliğe bağlı değişimi incelendiğinde Ocak ve Şubat aylarında 1330m üzerinde sıcaklıklar 0 °C altına düşer. Karıncanın aktif olduğu 1982-1997 yıllarında Nisan-Ekim aylarında sıcaklık ortalaması 15,26 °C iken, 1998-2012 yıllarında 16,23 °C olarak ölçülmüştür. Yaz mevsiminde Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklıklar 19,3 - 21,0 °C düzeyinde gerçekleşmektedir. Ancak aynı dönemlerde toplam yağışın arttığı görülmektedir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Bolu İli Meteoroloji Müdürlüğü'ne ait iklim verileri.

Aylar	1982-1997			1998-2012		
	Yağış Ort. (mm)	Sıcaklık Ort. (°C)	Bağıl Nem (%)	Yağış Ort. (mm)	Sıcaklık Ort. (°C)	Bağıl Nem (%)
Ocak	52,5	0,8	79,3	59	1,6	80,4
Şubat	37,6	1,3	75,7	55,9	2,3	76,8
Mart	39,5	4,4	72,7	60,5	5,2	73
Nisan	46,1	9,7	70,3	61,6	10	70,9
Mayıs	53,3	14	72,1	59,1	14,5	71,1
Haziran	53,3	17,1	71,8	55,4	18,2	71,9
Temmuz	37,1	19,2	72	31,5	21,1	68,8
Ağustos	28,9	19,4	71,2	25,9	20,8	69,2
Eylül	19,5	16	71	28	16,7	72
Ekim	50,1	11,4	75,9	47,6	12,3	75,5
Kasım	51,8	6	77,7	40,3	7,4	75,3
Aralık	63,1	2,6	80,7	54,3	3,6	78,8
Toplam/Ort. (ad/yıl)	532,8	10,2	74,2	579,1	11,1	73,6



Harita 3.2. Türkiye'nin Köppen-Geiger alt iklim tipleri.

Araştırma Ormanında, Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Türkiye'deki en yaygın iklim tipi olan (%43) kışları ılıman nemli orta enlem (C) iklim tipi tüm kıyı kesimlerini ve Güneydoğu Anadolu'nun büyük bölümünü içine alır. Bu iklim tipinin dört

alt tipinden biri olan (Csb)'dir. Yazları ılık iklim tipi, Güney Marmara Bölümü'nün doğu kesimi ile İç Batı Anadolu'nun kuzey kesiminde, Trakya'da Yıldız Dağları üzerinde ve Orta Karadeniz'in en iç kesiminde görülür. Csb alt iklim alanları kış mevsiminde gezici orta enlem depresyonlarına bağlı olarak ülkemize batıdan sokulan serin ve yağışlı hava kütlelerinin etkisi altında olmasına rağmen diğer alt iklim gruplarına (Cfa ve Cfb) göre yaz kuraklığı daha belirgin olmaktadır. Csb iklim tipi Yıldız Dağları'nda nemli ve yarı nemli geniş yapraklı orman örtüsüyle, Orta Karadeniz'in iç kesimlerinde, Güney Marmara'nın güneydoğusu ve doğusunda ise meşe ve karaçamdan oluşan kuru orman örtüsü ile karakterize edilmektedir (Harita 3.2). Ancak Şerif Yüksel Araştırma Ormanı'nın kuzeyi saf göknar ve göknar+sarıçam ile temsil edilirken güneyinde saf sarıçam ve sarıçam+göknar ormanları ile kaplıdır. Bu alan Karadeniz (Cfb), Akdeniz ve Karasal (Dsb) iklim alt gruplarına sınır olup, bunlardan daha çok Karadeniz ikliminin etkisi görülmektedir [61].

#### 3.1.1.3. Jeolojik yapı ve toprak özellikleri

Araştırma Ormanı, Bolu Ovasını güneyden çevreleyen yüksek dağ masifleri üzerinde yer almaktadır [56]. Bölgeye hakim olan jeolojik özellikler araştırma sahasını da kapsamaktadır. Bölge jeolojik yapısı incelendiğinde, genel olarak Mezozoik-Tersiyer ve bilhassa Bolu'nun güneyine isabet eden sahalarda Kretase dönemi oluşumlar görülmektedir [60]. Orta derecede engebeli bir topoğrafik yapıya sahip olan Araştırma sahasında; anakaya volkanik tüf, anglomera ve andezit cinsi dış püskürük formasyonundan oluşmaktadır [58], [62].

Jeolojik temeli volkanik kökenli andezit türevi anataşların oluşturduğu bu alanda topraklar çoğunlukla derin (60-120 cm) ve orta derin (30-60 cm) özelliktedir. Toprak çoğunlukla çok taşlı ve orta derecede taşlıdır. Geçirgenlikleri oldukça iyi olan bu alandaki toprakların büyük bir kısmını esmer orman toprağı temsil etmektedir. Toprağın pH derecesi derinlere doğru artar. Asitli yapıdan zayıf asidik yapıya doğru değişmektedir [62].

#### 3.1.2. Kırmızı Orman Karıncası ve Taşınan Materyal

Çalışmamızın ana materyalini örnek alanlarında saptanan Kırmızı orman karıncası (*F. rufa* L.) ve yuvaları oluşturmuştur (Şekil 3.1, Şekil 3.2, Şekil 3.3). Şekil 3.4'de kesik bir ağacın kütüğü üzerinde oluşturulan yuva görülmektedir.



Şekil 3.1. *Formica rufa* 'nın işçi bireyi.



Şekil 3.2. *Formica rufa* 'nın yuvası.



Şekil 3.3. Yuva üzerinde erkek karınca ve reçine taşıyan işçi karınca.



Şekil 3.4. Kesik bir ağacın kütüğü üzerinde oluşturulan yuva.



Şekil 3.5. Karınca-afid mutualizm ilişkisi.

Kırmızı orman karıncası ile taşıdıkları materyal; besin maddeleri ve yuva yapı malzemelerinden oluşmaktadır. Ancak bir alanda *F. rufa* potansiyeli, karınca-afid mutualizm ilişkisine bağlıdır (Şekil 3.5). Bu konuda yapılan bazı çalışmalarda karıncanın bulunduğu ekosistemlerde iklimin sınırlayıcı özellikleri ile birlikte besinleri, (1) afidlerden alınan bal özü+bitkisel sıvılar (%50-62 + %4,5), (2) tohumlar (%0,2) ile (3) böcekler ve diğer hayvan türlerinden (%33) oluşmaktadır (Şekil 3.6). Değişik substratlar üzerine yuvalarını yapabilmekle birlikte genellikle çürümeye yüz tutmuş devrik bir ağaç veya kütüğünü tercih ederler (Şekil 3.7). Yuva materyali genelde bir ağaç veya kütüğünü esas alarak (4) iğne yaprak, dal ve otlar (Şekil 3.8, Şekil 3.9 ve Şekil 3.10), (5) reçine ve (6) fungus materyallerinden (%5 reçine+fungus) oluşmaktadır [24], [27], [28], [63]–[65].



Şekil 3.6. Karıncanın hayvansal besin örneği.



Şekil 3.7. Karıncalar tarafından ağaç kütüğünün substrat olarak tercih edilmesi.



Şekil 3.8. İğne yaprak ve dallardan oluşan yuva materyali.

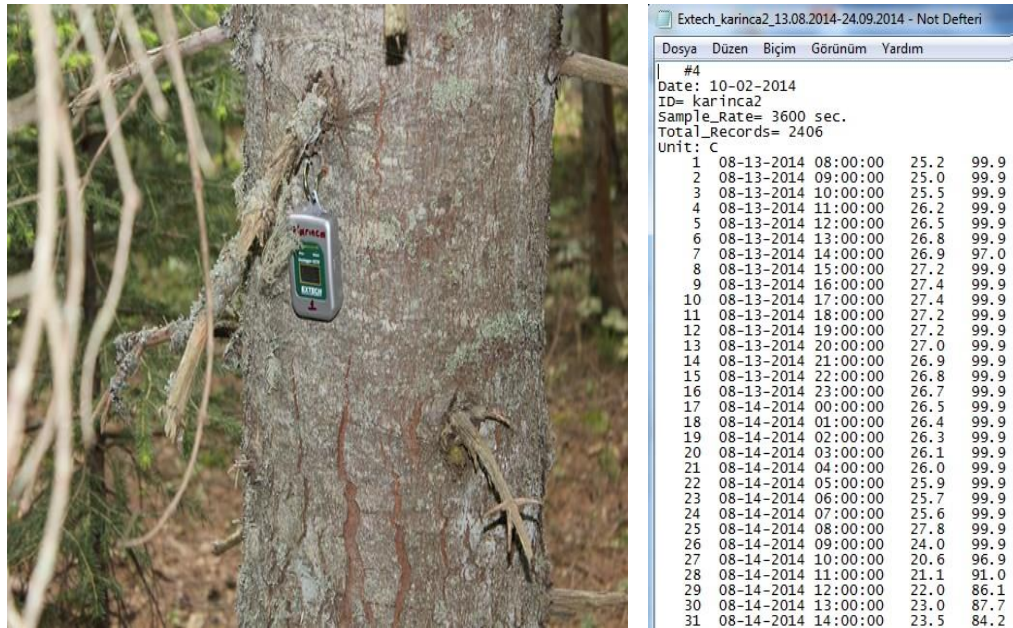


Şekil 3.9. Dallardan oluşan yuva materyali.



Şekil 3.10. Yuva materyali olarak ağırlıklı olarak dal kullanılan bir yuva örneği.

Bu çalışmada besin ve yuva materyali ile ilgili ölçümlerin yapıldığı iki farklı meşçerede sıcaklık ve bağıl nem değerleri saatlik kayıt yapma özelliğine sahip data logger cihazıyla (otomatik sıcaklık ve nem ölçer) ölçülmüştür (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Sıcaklık ve bağıl nemölçer ile veri örneği.

### 3.1.2.1. *Formica rufa*'nin sistematikteki yeri ve morfolojisi

*Formica rufa* L.'nin sistematikteki yeri aşağıda verilmiştir [6], [11], [21], [24], [26]–[28], [36], [37], [52] .

Alem : Animalia

Şube : Arthropoda

Sınıfı : Insecta

Takımı : Hymenoptera

Alt takım : Apocrita

Familya : Formicidae Latreille, 1809

Alt Familya : Formicinae Latreille, 1809

Cinsi : *Formica* Linnaeus, 1758

Türü : *Formica rufa* Linnaeus, 1761

Alt Türler : *Formica rufa angusticeps* Stårcke, 1947; *Formica rufa brevisetosa* Ruzsky, 1926; *Formica rufa constricta* Karavaiev, 1929; *Formica rufa obscurata* Santschi, 1925; *Formica rufa rufopratenoides* Forel, 1874 ve *Formica rufa tshugunovi* Ruzsky, 1914.

Sinonimleri : *Formica apicalis* Smith, F., 1858; *Formica dorsata* Panzer, 1798; *Formica ferruginea* Christ, 1791; *Formica gaullei* Bondroit, 1917; *Formica piniphila* Schenck, 1852; *Formica rufa meridionalis* Nasonov, 1889; *Formica rufa rufopratenensis* Forel, 1874.

Kırmızı orman karıncası, *Formica rufa* grup olarak adlandırılan ara grup içerisinde bulunmaktadır. Bu grubun, Dünyada bilinen sekiz türü vardır. Bu türler; Bu üyeler; *F. truncorum*, *F. frontalis*, *F. rufa*, *F. polycytena*, *F. aqulinoia*, *F. lugubris*, *F. paralugubris* ve *F. pratensis*'tir [4]–[10].

*Formica rufa* bireylerinin özellikleri Aktaş [38]'e göre ortaya konmuş olup bunlar;

İşçi: Baş ve göğüs kırmızımsı kahverengi, karnın üst kısmı kahverengimsi siyahtır. Baş ve birinci göğüs parçasının üst kısmında değişik büyüklükte ve nitelikte lekeler vardır. Anten kamçısı segmentlerinin 2. ve 3.'nün uzunluğu genişliğinin iki katından azdır. Gözler birkaç sayıda mikroskobik kıllıdır. Başın üst, önyüz, gula promesonotum ve gaster değişken sayılı dik kıllıdır. Antenin ilk parçası ve boyun kalkanının arka kenarı kılsızdır. Uyluk ve arka kavalın kaslı yüzeyleri bazen birkaç yarı kalkık kıllıdır. Alın üçgeni ışığı

yansıtacak derecede parlak ancak küçük noktalıdır. Alın az parlak, geniş aralıklı ince ve kaba noktalıdır. Boyu, 5,5–9,0 mm'dir.

Kraliçe: Başta alın üçgeni, alın, boyun kalkanı bölgesi, göğüste scutum'un tümü ve karnın sırtı kahverengimsi siyah, diğer kısımlar kırmızımsı kahverengidir. Kalkan ve gasterin basal yüzünde kalkık kıllar yoktur. Gaster'in 1. tergitinin dorsali sık ince noktalı arada geniş aralıklarla yerleşmiş kaba noktalıdır. Boyu, 10–11 mm'dir. Kırmızı orman karıncası kraliçeleri yumurtalarını nisan ayının ikinci yarısından itibaren bırakmaktadır.

Erkek: Vücut koyu siyah, bacaklar ve cinsel organlar daha açık ve soluk renklidir. Gözler dik kıllı, gözlerin altında gena yatık kıllıdır. Alın üçgeni parlak, küçük noktalı veya düzdür. Başın üst kısmı ve göğüs (popodeum dahil) yarı kalkık kıllıdır. Gaster tergitlerinin üst yan kısmı yarı kalkık kıllı ancak kıllar seyrek dağılımlıdır. Karnın üst kısmı yüzeyi parlak, çok seyrek ve kısa tüylüdür. Bacakların dış yüzeyleri çok az sayıda kıllı, kıllar bir sıra oluşturmaz. Boyu, 9,5–11 mm'dir [38].

Türkiye'de Formicidae familyası *Formica* cinsi türlerine yönelik farklı zamanlarda çalışmalar yapılmıştır. Toplam 22 adet türün varlığı bildirilmektedir (Çizelge 3.3) [12], [52], [55]. Bu çalışmalarda grup üyesi olarak *F. pratensis*, *F. lugubris* ve *F. truncorum*'un da yayılışı ortaya konulmuştur [12], [18], [24], [28], [38], [66].

Çizelge 3.3. Türkiye’de bulunan *Formica* türleri.

<i>Formica</i> Grup Adları	Tür Adları	
<i>Formica sensu stricto</i>	<i>Formica rufa</i> Linnaeus, <i>Formica pratensis</i> Retzius, <i>Formica lugubris</i> Zetterstedt, <i>Formica truncorum</i> Fabricius	
<i>Coptoformica</i>	<i>Formica foreli</i> Bondroit, <i>Formica exsecta</i> Nylander, <i>Formica pressilabris</i> Nylander	
<i>Serviformica</i>	<i>Formica cinereofusca</i> Karavaiev, <i>Formica gagates</i> Latreille, <i>Formica lemani</i> Bondroit	
	<i>Formica (ServiFormica) rufibarbis</i> group	<i>Formica anatolica</i> Seifert & Schultz, <i>Formica clara</i> Forel, <i>Formica cunicularia</i> Latreille, <i>Formica rufibarbis</i> Fabricius, <i>Formica subpilosa</i> Ruzsky
	<i>Formica cinerea</i> group	<i>Formica anatolica</i> Seifert & Schultz, <i>Formica clara</i> Forel, <i>Formica cunicularia</i> Latreille, <i>Formica rufibarbis</i> Fabricius, <i>Formica subpilosa</i> Ruzsky
	<i>Formica fusca</i> group	<i>Formica fusca</i> Linnaeus, <i>Formica gagatoides</i> Ruzsky, <i>Formica picea</i> Nylander
<i>Raptiformica</i>	<i>Formica sanguinea</i> Latreille	

Araştırma alanında farklı dönemlerde alınan kırmızı orman karıncası örneklerinin teşhis ve tanımlamaları gerçekleştirilmiştir. Tarafımızdan da yapılan değerlendirmede bu türün *Formica rufa* L. olduğu tespit edilmiştir [18], [24], [38], [41], [42], [55], [67].

### 3.1.2.2. Bitki Örtüsü ve Meşcere Tipi

Araştırma ormanında deneme alanlarının; ikili gruplandırmaya göre diri örtü yoğunluğu %49,9'un altında olanlar 117 adet ve % 50 ve üstünde olanlar ise 37 adettir.

Diri örtü yoğunluğu dörtlü grup olarak değerlendirildiğinde % 10'dan daha az diri örtü yoğunluğu gösteren deneme alanı sayısı 25, %10-29,9 arasında olanlar 40 adet, %30-69,9 arasında olanlar 77 adet ile %70 ve üstü olanlar ise 12 adettir.

Araştırma ormanında yapılan vejetasyon türleri olarak, ağaç, ağaççık, çalı ve otsu bitkiler ortaya konulmuştur. Bu türler aşağıda verilmiştir.

Ağaç türleri olarak, Karaçam (*Pinus nigra* Arn. ), Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Uludağ göknarı (*Abies bornmullariana* Mattf.), Katran ardıcı (*Juniperus oxycedrus* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), Adi gürgen (*Carpinus betulus* L.), Adi kızılbaş (*Alnus glutinosa* L.), akçaağaç (*Acer* sp.), karaağaç (*Ulmus* sp.), çınar (*Platanus* sp.), Adi fındık (*Corylus avellana* L.), kavak (*Populus* sp.), Sapsız meşe (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.), Mazı meşesi (*Quercus infectoria* Oliv.), Adi kiraz (*Prunus avium* L.) ve üvez (*Sorbus* sp.)'dir. Ağaççık ve Çalı türleri; Kızılcık (*Cornus mas*), Böğürtlen (*Rubus* sp.), Akçakesme : (*Phillyrea latifolia*), Funda (*Calluna vulgaris*), Kuşburnu (*Rosa canina*), Alıç (*Crataegus orientalis*), Karayemiş (*Prunus laurocerasus*), Geyik dikenini (*Crataegus monogyna*)'dir. Otsu bitkiler; Yonca (*Medicago* sp.), Eğrelti (*Pteridium* sp.), Isırgan (*Urtica dioica* L.), Kekik (*Thymus* sp.), Papatyagiller (*Asteraceae* türleri), Buğdaygiller (*Gramineae* türleri) [57].

Karıncanın yayılış yaptığı Araştırma Ormanında, iki orman toplumu söz konusudur. Bunlardan birincisi, asperulalı (*Asperula odorata* L.) göknar orman tipi, ikincisi ise kartal eğreltili (*Pteridium aquilinum* L.) sarıçam orman tipidir. Asperulalı göknar orman tipinde yaygın olarak görülen dominant türler; *Oxalis acetosella*, *Luzula forsteri*, *Sanicula europaea*, *Galium rotundifolium*, *Primula acaulis*, *Helleborus orientalis*, *Polygonatum multiflorum*, *Cyclamen coum*'dur. Kartal eğreltili sarıçam orman tipinde ise *Brachypodium silvaticum*, *Pyrola rotundifolia*, *Cytisus hirsutus*, *Hiericum silvaticum*, *Sanicula europaea*, *Veronica officinalis* daha baskın türler olarak görülmektedir [58].

*F.rufa*'nın ülkemizde 1050-1970 m arasında yayılış yaptığını bildirmiştir. Esas itibariyle iğne yapraklı ve kısmen de iğne yapraklı + yapraklı ağaç karışık ormanlarında yayılışının bulunduğu saptanmıştır [55].

Kırmızı orman karıncası Doğu Anadolu'da sarıçam ve ladin ormanları, Orta, Batı Karadeniz ve Batı Anadolu'da sarıçam, karaçam, göknar, ardıç, ladin ormanlarında genellikle kapalılığın tam olmadığı, seyrek orman içi açıklıklarının kenarlarındaki düz ve az eğimli yerlerde, 800-2600 m yüksekliklerde daha yaygındırlar [38].

Bu çalışmada meşçere tipi olarak 154 deneme alanının 86'sı saf göknar ve saf sarıçam, 66'sı göknar+sarıçam karışık meşçeresi ile 2'si açıklık alandan oluşmaktadır. Araştırma alanında sarıçam meşçereleri genellikle aynı yaşlı ve tek tabakalı bir kuruluş yapısı gösterirken göknar meşçereleri daha çok seçme kuruluşuna yakın bir yapıdadır.

Yöre ormanları daha ayrıntılı olarak değerlendirildiğinde 75'inin saf göknar, 36'sının göknar+sarıçam karışık, 29'unun sarıçam+göknar karışık, 10'unun saf sarıçam, 1'er deneme alanı saf göknar+ağaçsız orman toprağı ve 2'si açıklık alandan oluşmaktadır.

Karıncalar yuva yerinin seçiminde genellikle kütük tercihinde bulunduğu deneme alanı sayısı 125 adettir. 44 deneme alanında ise devrik gövde tercih ettiği görülmüştür. En az tercihler kök (1 adet) ve çalı içi kütük (8 adet) tercih edilmektedir. Ancak 23 adet deneme alanında karınca yuvasına hiç rastlanmamıştır. Yuva bulunmayan deneme alanlarının yarısı bitki örtüsünden yoksundur.

Yuvaya en yakın ağacın meşçere gelişim çağına göre değerlendirilmesinde  $d_{1.30} \geq 8$  cm'sinin üstünde ağaç ölçümleri yapılmıştır. Buna göre; gençlik ve sıklık çağındaki fertler değerlendirmeye alınmamıştır. Bu çalışmada meşçere gelişim çağına göre; sıklık ve direklik çağında 92 ad./ha deneme alanı, ince ağaçlık çağında 81 ad./ha, orta ağaçlık çağında 71 ad./ha ve kalın ağaçlık çağında ise 58 ad./ha adettir.

Karıncaların en yakın ağaç türü tercihleri bakımından; %77,91'i göknar ve %20,32'si sarıçam olup ender olarak titrek kavak, karaçam ve meşe ağaçlarına yakın yuva kurulumlarını gerçekleştirdikleri görülmüştür.

Kapalılık yönünden deneme alanlarımızın 100 adedi tam kapalı, 51 adedi orta kapalı 2 adedi boşluklu kapalı ve 1 adedi de gevşek kapalı olarak ölçülmüştür. Deneme alanlarının kapalılık tespiti 1999 amenajman haritasının kapalılıkla ilgili sayısal verileri de göz önünde bulundurularak belirlenmiştir.

Yuva kuruluş yeri bakımından deneme alanlarının sayısı ağaç türleri itibariyle sırasıyla; göknar (117 adet), sarıçam (56 adet), ardıç (4 adet), titrek kavak (5 adet) olduğu gözlenmiştir.

### 3.1.3. İstatistiki değerlendirme

Araştırmada örneklenen yuva sayısı ve yuvalar ile yetiştirme ortamı özellikleri hakkında elde edilen envanter verileri SPSS PASW Statistics 18 istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiştir.

## 3.2. YÖNTEM (I) (II)

### 3.2.1. 1997 Yılı Envanter verileri

Deneme alanı yuva envanterinin değerlendirilmesinde Serin [24]'e göre, ilave ölçülen 10 farklı deneme alanı verileriyle birlikte sınıflandırma yapılarak ölçümler değerlendirilmiştir. Deneme alanlarının seçiminde basit rastgele örnekleme yöntemiyle 1544 ha alanın temsil edecek şekilde istatistiksel olarak %95 güven aralığında yeterli örnek büyüklüğünün  $n \geq 150$  adet olabileceği hesaplanmıştır [24].

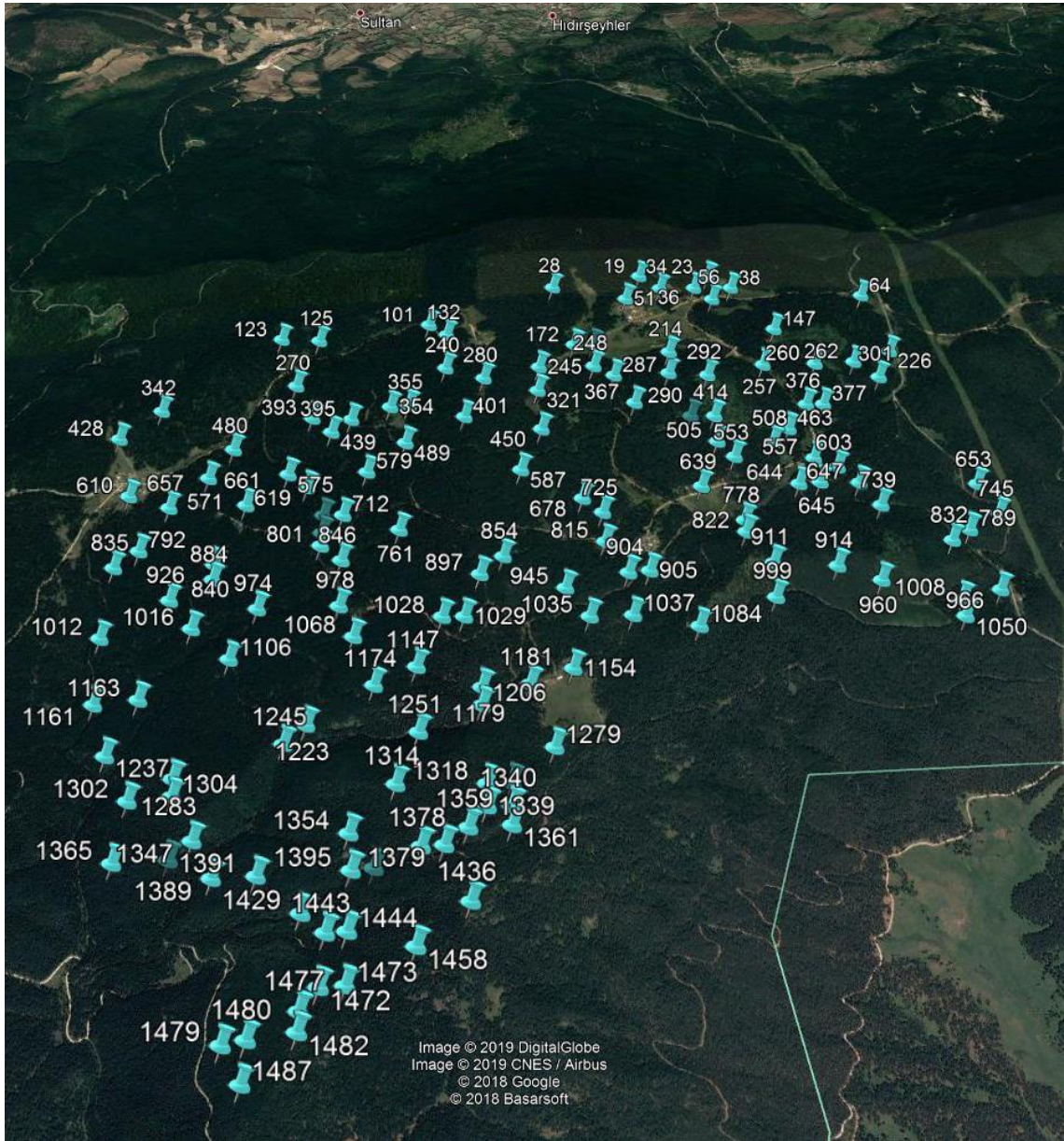
Böylece her deneme alanı 1 hektarı temsil etmek üzere 1544 hektara karşılık 1544 adet numaralı kartın 1/10'unun tombalayla çekilmesi sonucu harita üzerinde 150 (+10) nokta temsilen belirlenmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde envanter karnesi kullanılmıştır (Çizelge 3.4). Yuva özelliklerine bağlı; yükselti, eğim, kapalılık, bakı, reliyef, diri örtü ve yuva morfolojisi ölçülmüştür. Deneme alanlarına ait yükselti, eğim, bakı, kapalılık, reliyef, diri örtü, yuva varlığı ve yuva sayısı belirlenmiştir.

Çizelge 3.4. *Formica rufa* deneme alanı+yuva envanter karnesi, 1997 yılı.

Bölme No	19	Nokta No :	367	
Meşcere Tipi	Gc2	Yuva	Yuva Yüksekliği(cm)	Yuva Tabanı Çev.(m)
Yükselti	1575	1	70	7.1
Bakı	SW	<u>TOPLAM</u>	<u>ORTALAMA</u>	<u>ORTALAMA</u>
Eğim %	30			
Relief	Orta Yamaç	1	70	7.1
Diri Örtü	Yoğun			

### 3.2.2. 2012 Yılı Karınca Yuva Sörveyi (I)

Deneme alanlardaki ölçme ve gözlemler 04.06/03.12.2012 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Araştırmada 1997 yılında ölçümü yapılan deneme alanlarının 1:25000 ölçekli haritaya işlenmiş merkez noktaları (1'er hektarlık 154 deneme alanı) coğrafi bilgi sistemlerini (CBS) ortaya koyan ArcGIS programıyla dönüşümü yapılarak koordinatları dik koordinat sistemine göre belirlenmiştir (Çizelge 3.5). Daha sonra GPS aleti kullanılarak bu noktalara gidilmiş ve arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Harita 3.3).



Harita 3.3. Deneme alanlarının merkez koordinatları görünümü.

Çizelge 3.5. Deneme alanlarının merkez koordinatları (Dik Koordinat Sistemi).

Deneme Alanı No	X Koordinat	Y Koordinat	Deneme Alanı No	X Koordinat	Y Koordinat	Deneme Alanı No	X Koordinat	Y Koordinat
19	381592	4499171	571	379270	4497559	1035	381190	4496549
23	381986	4499174	575	379681	4497562	1037	381397	4496544
28	381091	4499065	579	380087	4497562	1050	383001	4496552
34	381704	4499068	587	380880	4497568	1068	380061	4496447
36	381900	4499076	603	382516	4497563	1084	381705	4496439
38	382109	4499066	610	378868	4497461	1106	379476	4496346
51	381502	4498969	619	379784	4497462	1147	380366	4496240
56	381993	4498965	639	381805	4497454	1154	381099	4496235
64	382839	4498969	644	382303	4497446	1161	378855	4496131
101	380391	4498758	645	382411	4497449	1163	379066	4496142
123	379575	4498652	647	382612	4497448	1174	380169	4496147
125	379782	4498655	653	383220	4497447	1179	380670	4496141
132	380491	4498657	657	379087	4497357	1181	380895	4496135
147	382310	4498665	661	379478	4497360	1206	380670	4496028
172	381193	4498561	678	381190	4497360	1223	379862	4495952
173	381298	4498559	711	379876	4497263	1237	378945	4495839
214	381709	4498462	712	379976	4497261	1245	379764	4495851
226	382924	4498473	725	381288	4497262	1251	380382	4495848
240	380487	4498355	739	382693	4497259	1279	380996	4495738
245	380995	4498360	745	383296	4497242	1283	379285	4495644
248	381292	4498357	757	379875	4497143	1302	379087	4495557
257	382217	4498369	761	380263	4497154	1304	379289	4495555
260	382500	4498365	778	381992	4497156	1314	380287	4495546
262	382711	4498369	789	383128	4497135	1318	380690	4495548
270	379679	4498264	792	378966	4497066	1319	380799	4495545
280	380693	4498271	801	379873	4497060	1339	380689	4495435
287	381398	4498274	815	381288	4497053	1340	380799	4495426
290	381693	4498276	822	381988	4497055	1347	379395	4495344
292	381903	4498264	832	383022	4497044	1354	380085	4495334
301	382833	4498253	835	378851	4496964	1359	380607	4495328
321	380984	4498168	840	379352	4496953	1361	380797	4495325
342	378974	4498069	846	379979	4496962	1365	379055	4495241
354	380194	4498059	854	380781	4496966	1367	379302	4495245
355	380292	4498063	884	379354	4496855	1378	380403	4495236
367	381497	4498061	897	380665	4496845	1379	380503	4495238
376	382417	4498063	904	381394	4496841	1389	379498	4495141
377	382508	4498061	905	381497	4496844	1391	379693	4495138
393	379783	4497976	911	382102	4496850	1395	380103	4495138
395	379989	4497957	914	382416	4496839	1396	380202	4495134
401	380589	4497958	926	379152	4496736	1429	379896	4494944
413	381788	4497951	945	381081	4496750	1436	380618	4494933
414	381913	4497951	960	382621	4496751	1443	380007	4494830
428	378772	4497867	966	383213	4496744	1444	380100	4494826
439	379890	4497862	974	379587	4496654	1458	380391	4494721
450	380995	4497863	978	379983	4496652	1472	380001	4494533
463	382299	4497867	999	382095	4496652	1473	380109	4494535
480	379381	4497768	1008	383002	4496652	1477	379928	4494421
489	380282	4497764	1012	378837	4496525	1479	379619	4494311
505	381913	4497765	1016	379275	4496556	1480	379721	4494319
508	382206	4497768	1028	380483	4496554	1482	379927	4494324
553	381994	4497660	1029	380589	4496554	1487	379717	4494118
557	382404	4497642						

Bu çalışmada 1997 yılında ölçümü yapılan 154 adet deneme alanının yuva ve ekolojik verileri [24], 2012 yılında aynı alanlarda yapılan verilerle değerlendirilmiştir.

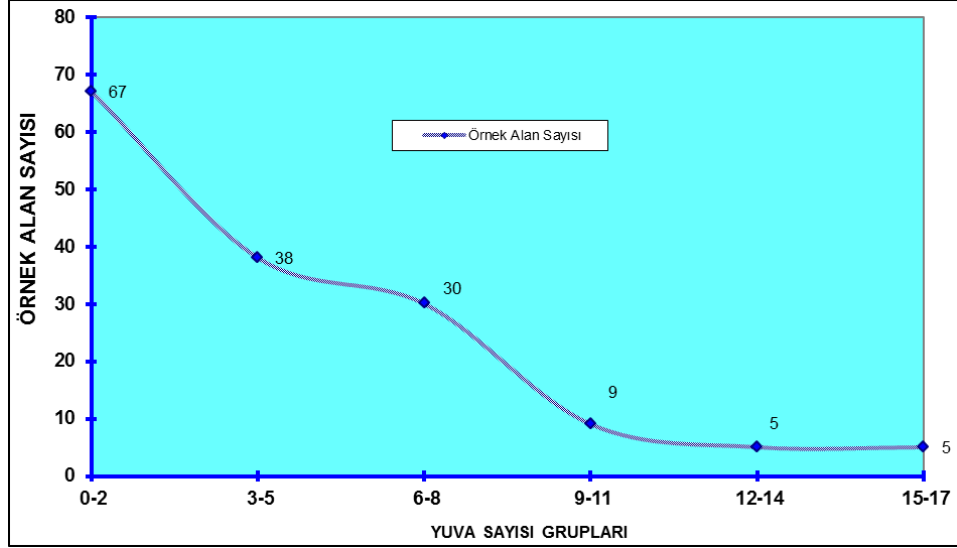
Verilerin değerlendirilmesinde 2012 yılında zenginleştirilmiş envanter karnesi kullanılmıştır (Çizelge 3.6). Bunlar yuva özelliklerine bağlı; yükselti, eğim, kapalılık, bakı, meşcere tipi, yakın ağaç türü ve çapı, yakın ağaç uzaklığı, yuvanın kurulduğu yer ve ağaç türü, reliyef, diri örtü, yuva morfolojisi ve yuvanın transplantasyon potansiyeli ölçülmüştür. Deneme alanlarına ait yükselti, eğim, bakı, kapalılık, meşcere tipi, reliyef, diri örtü, yuva varlığı ve yuva sayısı ile deneme alanının taşınabilir yuva potansiyeli belirlenmiştir. 2012 yılı verilerinin değerlendirmelerine paralel olarak 1997 yılı meşcere tipi, yuvanın transplantasyon potansiyeli ile deneme alanı taşınabilir yuva potansiyeli de bu çalışmayla tekrar yorumlanarak ortaya konulmuştur.

<b>Formica rufa L. (KIRMIZI ORMAN KARINCASI) ENVANTER KARNESİ</b>				
<b>DENEME ALANI BİLGİLERİ</b>				
<b>ENVANTER TARİHİ:</b>				
<b>ENVANTERİ YAPAN:</b>				
<b>BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ:</b>				
<b>İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ</b>				
<b>İŞLETME ŞEFLİĞİ:</b>				
<b>DEN. ALANI KOORDİNATLARI:</b>	X:		Y:	
<b>MEŞÇERE TİPİ:</b>	Saf		Karışık (Çs + G)	
<b>MEŞÇERE KAPALILIĞI:</b>	1	2	3	
<b>DIRİ ÖRTÜ DURUMU (%) 20m x 20m</b>				
<b>RAKIM (m)</b>				
<b>BAKI</b>				
<b>EĞİM (%)</b>				
<b>RELİYEF</b>				
<b>YUVA DURUMU</b>	VAR		YOK	
<b>YUVA SAYISI</b>				

Çizelge 3.6. *Formica rufa* deneme alanı envanter karnesi, 2012 yılı.

### 3.2.2.1. Deneme alanlarının seçimi

Çalışmada deneme alanı sayısının belirlenmesinde örnek büyüklüğünün 154 olması durumu istatistiksel olarak %95 güven aralığında test edilmiştir. Buna göre; örnek büyüklüğünün Şerif Yüksel araştırma ormanını temsil etmesi bakımından yeterli bulunduğu sonucuna varılmıştır (Şekil 3.12, Çizelge 3.7).



Şekil 3.12. Yuva sayısı gruplarının deneme alanlarına göre dağılımı.

Çizelge 3.7. Örnek büyüklüğüne ait standart sapma ve varyans değerleri.

Örneğin Standart Sapması	4,74
Toplumun Standart Sapması	4,72
Örneğin Varyansı	22,47
Toplumun Varyansı	22,32
Örneğin Ortalaması	4,41

Araştırma amaçlarının değerlendirilmesinde, *F. rufa*'nın besin ve yuva materyali taşınmasında yuvadan 60 m'ye kadar uzaklaşabildikleri bilinmektedir [24]. İşçi karıncaların etkin avlanma alanı yarıçapı 25-30m'yi geçmeyen bir çember içerisinde gerçekleşmektedir [40]. Bazı çalışmalarda bu türün işçilerinin besin aramak için yuvadan 60 m kadar uzaklaşabildikleri ve avlanma sahalarının yaklaşık bir hektar alana denk geldiği ifade edilmektedir [38], [68]. Ayrıca işçilerin besin temini için 76-100m'ye kadar uzaklaşabildikleri gözlemlenmiştir [38], [69]. Bu türler toprağın üstünde ve altında bireye göre 25-100m yarıçapındaki bir sahada en yüksek ağaç tepelerine de erişmek suretiyle avlanmaktadırlar [42]. Orta büyüklükte bir koloniye ait bireyler en fazla yuvadan 50 m uzaklaşır. Bu çalışmada karıncanın yaklaşık faaliyet alanına göre envanteri yapılan deneme alanının büyüklüğü bir hektar olarak seçilmiştir.

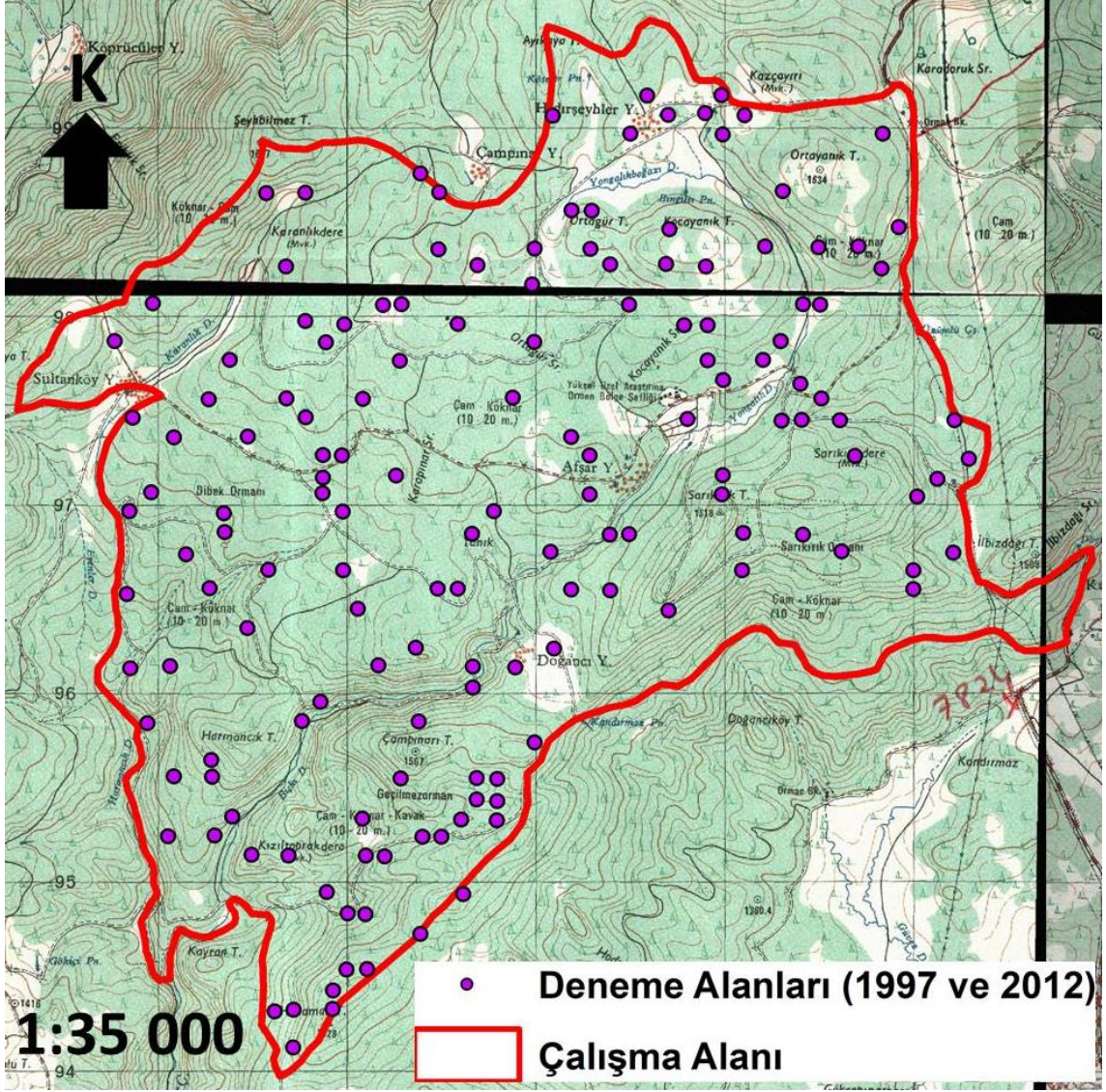
Deneme alanları ve yuvalarının taranmasında merkezine ahşap (50 cm) bir kazık çakılarak GPS aletinin yatay mesafesi bu merkez noktalara göre sıfırlanmış ve 60 ml'lik bir yarıçap içerisinde ölçümler gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.13).



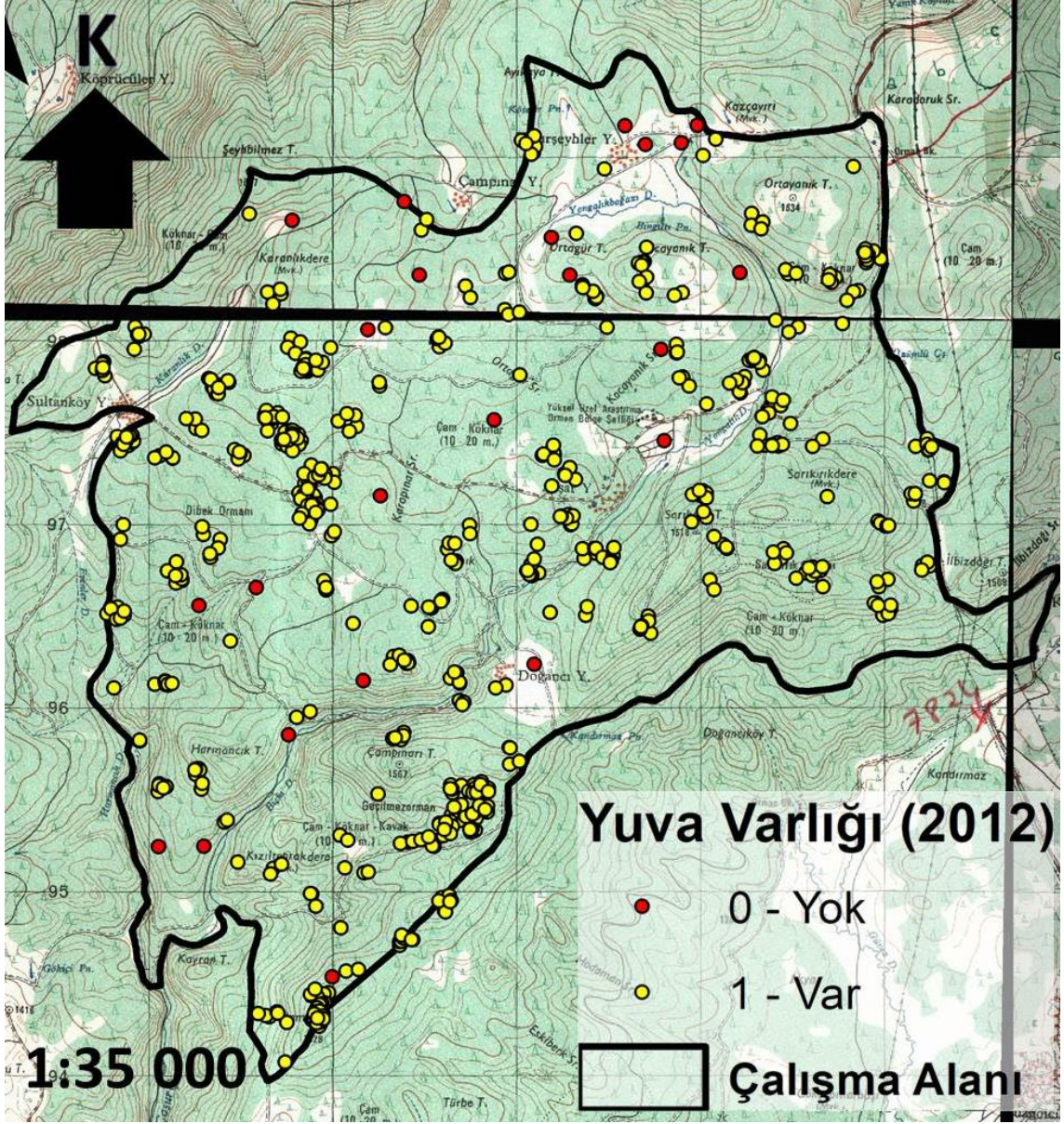
Şekil 3.13. Deneme alanı merkezine ahşap kazık çakılması işlemi.

#### 3.2.2.2. Yuva varlığı ve sayısının belirlenmesi

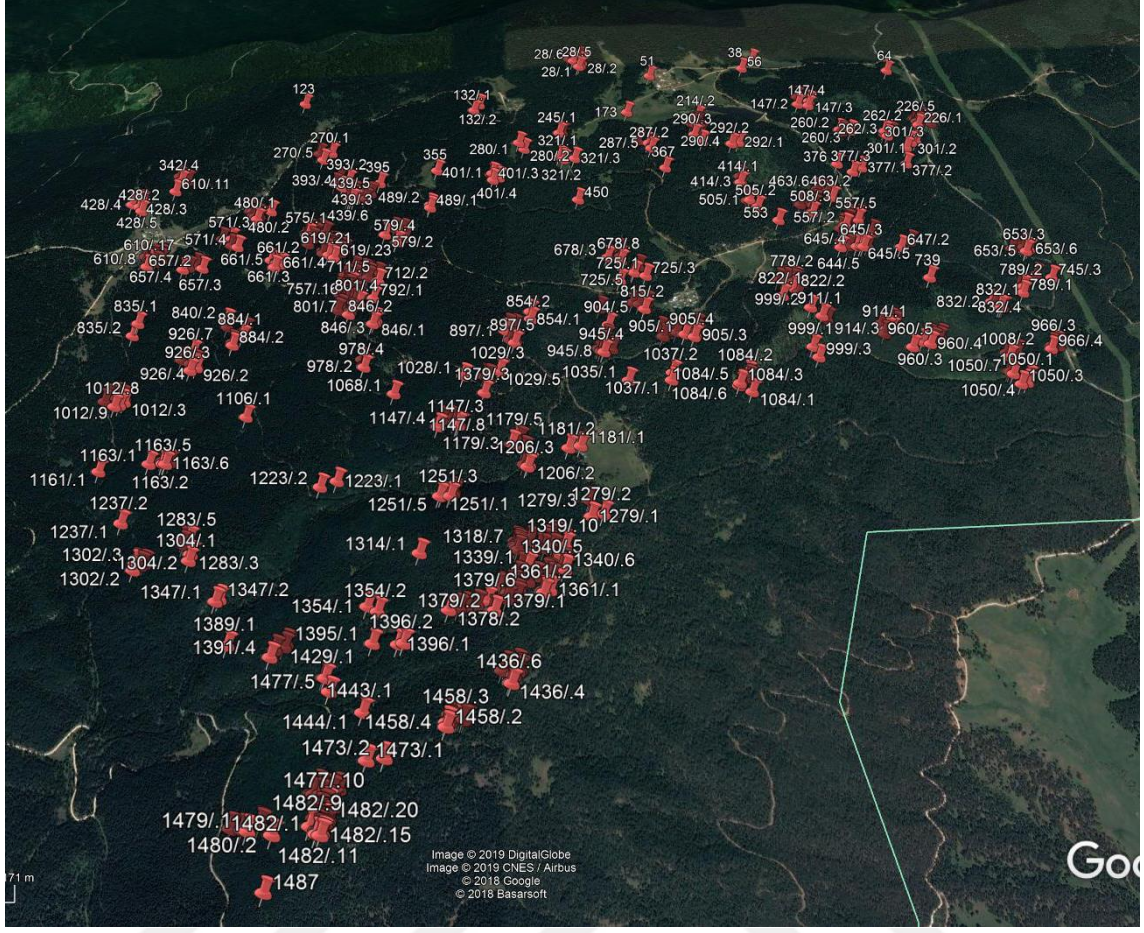
Şerif Yüksel Araştırma Ormanında envanter karneleri incelendiğinde deneme alanlarının ekolojik özellikleri dikkate alınarak yuva varlığı ve varsa yuva sayıları tespit edilmiştir. Deneme alanları ve bu alanlarda tespit edilen yuvalar Arcgis programı kullanılarak haritalandırılmıştır (Harita 3.4, Harita 3.5, Harita 3.6).



Harita 3.4. Deneme alanları (1997 ve 2012).



Harita 3.5. 2012 yılı yuva varlığı.



Harita 3.6. Faal yuvaların merkez koordinatları görünümü.

### 3.2.2.3. Yuva özellikleri ve konumları

Karınca yuvalarının araştırma ormanının meşcere özelliklerini yansıtan Gök nar ve Sarıçam alanlarında dengeli bir vaziyette bulunduğu görülmüştür. Ekolojik istekleriyle uyumlu ve sahayı temsil edecek şekilde dağılım göstermektedir. Araştırmada ölçümü yapılan yuvaların envanter verileri Çizelge 3.8’da verilen envanter karnesi örneğine uygun biçimde doldurulmuştur.

Çizelge 3.8. Yuva envanter karnesi, 2012 yılı.

Yuva Özellikleri			
Deneme Alanı No			
Yuva No			
Yuva Yüksekliği (M)			
Yuva Taban Çevresi (M)			
Yuvaların Kurulma Yeri	Dip Kütük		
	Devrik Gövde		
	Açık		
	Diğer		
Yuva Koordinatı	X	Y	
Yuvaya En Yakın Ağaç Türü			
Yuvaya En Yakın Ağaç Mesafesi (m)			
Yuvanın Nakil İçin Uygunluğu			
Yuva Aktivitesi	Aktif	Sönmüş	

### 3.2.2.3.1. Meşcere kuruluşu ve diri örtü

Bu çalışmada meşcere tipi olarak üçlü, beşli ve sekizli gruplandırmalar yapılmıştır. Üçlü gruplandırma faktörünün saf göknar veya saf çam, karışık (GÇs) ve açık olmak üzere 3 seviyesi vardır. Bu gruplandırmada 154 deneme alanının 86 adedi saf göknar ve saf çam meşceresi, 66 adedi Karışık (GÇs) meşcere ve 2 adedi de açıklık alan şeklinde dağılmıştır (Çizelge 3.9).

Çizelge 3.9. Meşcere tipine göre deneme alanlarının dağılımı.

Meşcere Tipi	Kodu	Deneme Alanı (ad.)
Saf Göknar, Çam	1	86(16) <sup>1</sup>
Karışık (GÇs)	2	66(5)
Açık	3	2

Beşli gruplandırma faktörünün saf göknar, karışık GÇs, saf sarıçam, açıklık ve ÇsGDy-ÇsDy olmak üzere 5 seviyesi vardır. Bu gruplandırmada 154 deneme alanının 76 adedi saf göknar, 66 adedi Karışık (GÇs), 10 adedi saf sarıçam meşceresine ve 2 adedi de açıklık alana tekabül etmiştir (Çizelge 3.10).

<sup>1</sup> Parantez içi veriler, deneme alanına dahil olup hiç yuva olmayan alanlardır

Çizelge 3.10. Meşçere tipine göre deneme alanlarının dağılımı.

Meşçere Tipi	Kodu	Deneme Alanı (ad.)
Saf G (Gökmar)	1	76 (16)
Karışık GÇs	2	66(5)
Saf Çs (Sarıçam)	3	10
Açıklık	4	2
ÇsGDy- ÇsDy	5	-

Sekizli gruplandırma faktörünün saf gökmar, karışık GÇs, karışık ÇsG, saf sarıçam, Saf G+OT, karışık ÇsG+OT, açıklık ve ÇsGDy- ÇsDy olmak üzere 8 seviyesi vardır. Bu gruplandırmada ise 154 deneme alanının 75 adedi Saf Gökmar, 36 adedi Karışık GÇs, 29 adedi Karışık ÇsG, 10 adedi Saf Sarıçam meşçeresi olmak üzere, 1 adedi Saf Gökmar+OT, 1 adedi Karışık ÇsG+OT ve 1 adedi de açıklık saha da bulunmuştur (Çizelge 3.11).

Çizelge 3.11. Meşçere tipine göre deneme alanlarının dağılımı.

Meşçere Tipi	Kodu	Deneme Alanı (ad.)
Saf G (Gökmar)	1	75(16)
Karışık GÇs	2	36(3)
Karışık ÇsG	3	29(2)
Saf Çs (Sarıçam)	4	10
Saf G+OT	5	1
Karışık ÇsG+OT	6	1
Açıklık	7	2
ÇsGDy-ÇsDy	8	-

Araştırmada; Diri örtü yoğunluğu faktörünün yok (%10 dan az), az yoğun (%10-29,9), yoğun (%30-69,9), çok yoğun (%70 ve üstü) olmak üzere 4 seviyesi vardır. Diri örtü yoğunluğu bakımından deneme alanlarının dağılımı Çizelge 3.12'te verilmiştir.

Çizelge 3.12. Diri örtü yoğunluğunun deneme alanlarındaki durumu.

Diri Örtü Yoğunluğu	Kodu	Ort	Den. Alanı (ad.)
Yok (%10 dan az)	1	4,96	25
Az Yoğun (%10-29,9)	2	15,87	40
Yoğun(%30-69,9)	3	42,30	77
Çok Yoğun (%70 ve üstü)	4	74,44	12

### 3.2.2.3.1.1 Ormanı Oluşturan Ağaç ve Çalı Türleri

Araştırmada; Genel yuva yeri faktörünün yuva yok (0), kütük, devrik gövde, dikili gövde dibi, çalı içi kütük ve kök olmak üzere 6 seviyesi vardır. Genel yuva yeri bakımından deneme alanları dağılımı Çizelge 3.13'te verilmiştir.

Çizelge 3.13. Genel yuva yerine göre deneme alanlarının durumu.

Genel Yuva Yeri	Kodu	Deneme Alanı (ad.)
Yuva Yok	0	23
Kütük	1	125
Devrik Gövde	2	44
Dikili Gövde Dibi	3	22
Çalı İçi Kütük	4	8
Kök	5	1

### 3.2.2.3.1.2 Meşcere Kapalılığı

Araştırmada; Meşcere Kapalılığı faktörünün boşluklu kapalı (açıklık), gevşek kapalı, orta kapalı, tam kapalı ve sıkışık/grift kapalı olmak üzere 5 seviyesi vardır. Meşcere kapalılığı bakımından deneme alanlarının dağılımı Çizelge 3.14'te verilmiştir.

Çizelge 3.14. Meşcere kapalılığına göre deneme alanlarının durumu.

Kapalılık <sup>2</sup>	Kodu	Tepe Kapalılığı	Den. Alanı (ad.)
Boşluklu kapalı (Açıklık)	1	% 10 ve daha az	2(2)
Gevşek Kapalı	2	% 11-40 arası	1
Orta Kapalı	3	%41-70 arası	51(5)
Tam Kapalı	4	%41-100 arası	100(16)
Sıkışık/Grift kapalı	5	% 100 den fazla	-

#### 3.2.2.3.1.3 Yuva Kuruluş Yerleri

Araştırmada; yuva kurulum yeri ağaç türü faktörünün göknar, sarıçam, ardıç ve kavak olmak üzere 4 seviyesi vardır. Yuva kurulum yeri ağaç türü bakımından deneme alanlarının dağılımı Çizelge 3.15’de verilmiştir.

Çizelge 3.15. Yuva kurulum yeri ağaç türüne göre deneme alanlarının durumu.

Yuva Kurulum Yeri Ağaç Türü	Kodu	Deneme Alanı (ad.)
Göknar	1	117
Sarıçam	2	56
Ardıç	3	4
Kavak	4	5

#### 3.2.2.3.1.4 En yakın ağaç türü ve gelişim çağı ile uzaklığı

Araştırmada; En yakın ağaç türleri faktörünün göknar, sarıçam, titrek kavak, karaçam ve meşe olmak üzere 5 seviyesi vardır. En yakın ağacın türüne göre deneme alanlarının dağılımı Çizelge 3.16’de verilmiştir.

<sup>2</sup> Amenajman planına göre; meşcere aktüel durumu dikkate alınarak sınıflandırılmıştır.

Çizelge 3.16. En yakın ağacı türü uzaklığına göre deneme alanlarının durumu.

En Yakın Ağaç Türü	Kodu	Yakın Ağaca Göre Yuva ad	Yakın Ağaca Göre Yuva (%)
Gök nar	1	529	77,91
Sarıçam	2	138	20,32
Titrek kavak	3	9	1,33
Karaçam	4	2	0,29
Meşe	5	1	0,15

En yakın ağacın gelişim çağı faktörünün gençlik ve sıklık (7,9 cm ye kadar)\*, sıklık ve direklik (8-19,9 cm), ince ağaçlık (20-35,9cm), orta ağaçlık (36-51,9cm) ve kalın ağaçlık (52cm ve yukarı) olmak üzere 5 seviyesi vardır. En yakın ağacın gelişim çağına göre deneme alanlarının dağılımı Çizelge 3.17’de verilmiştir.

Çizelge 3.17. En yakın ağacın gelişim çağına göre deneme alanlarının durumu.

En yakın ağacın gelişim çağı ve Çapı (cm)	Sembol	Kodu	Den. Alanı (ad.)
Gençlik ve sıklık (7,9 cm ye kadar) <sup>3</sup>	a	1	
Sıklık ve direklik (8-19,9 cm)	b	2	92
İnce ağaçlık (20-35,9cm)	c	3	81
Orta ağaçlık (36-51,9cm)	d	4	71
Kalın ağaçlık (52cm ve yukarı)	e	5	58

En yakın ağacın uzaklığı faktörünün 0-1,00 m, 1,01-5,00 m, 5,01m ve daha yukarı olmak üzere 3 seviyesi vardır. En yakın ağacın uzaklığına göre deneme alanlarının dağılımı Çizelge 3.18’da verilmiştir.

<sup>3</sup> 8 cm’nin altındaki ağaçlar ölçüme dahil edilmedi.

Çizelge 3.18. En yakın ağacın uzaklığına göre deneme alanlarının durumu.

En Yakın Ağaç Uzaklığı	Kodu	Deneme Alanı (ad.)
0-1,00 m	1	64
1,01-5,00 m	2	125
5,01 m ve daha yukarı	3	27

#### 3.2.2.3.2. Topografik ölçümler

Topografya ile ilgili ekolojik faktörler: yükselti, bakı, eğim ve reliyef yönünden incelenmiştir. Bu faktörlere göre gruplandırmalar yapılmıştır.

Yükselti faktörü, 1350-1450m, 1450-1550 m ve 1550-1650m olmak üzere üç farklı gruplandırma oluşturulmuştur. Yükseltiye göre deneme alanlarının dağılımı Çizelge 3.19’de verilmiştir. İskoçya ormanlarında kırmızı orman karıncalarının güney ve güneydoğu bakılı yamaçları tercih etmelerinin gerekçesi olarak; yuva içi sıcaklık optimumu ile ıslak zemindeki nemin daha hızlı şekilde drenaj edilmesi dengesine bağlanmaktadır [70].

Çizelge 3.19. Yükseltiye göre deneme alanlarının durumu.

Yükseklik	Kodu	Yükseklik Ort.(m)	Deneme Alanı (ad.)
1350-1450	1	1428	14
1450-1550	2	1520	71
1550-1650	3	1574	69

Bu çalışmada bakı faktörünün kuzey, kuzeydoğu-kuzeybatı, doğu-batı, güneydoğu-güneybatı ve güney olmak üzere 5 seviyesi vardır. Bakıya göre deneme alanlarının dağılımı Çizelge 3.20’de verilmiştir. Baş ve Öymen [40]’e göre *F. rufa*’nın yayılış alanında iki farklı bakı tercihi değerlendirilerek, bol güneş alan ve nemi az olan güneydeki yuvaları, gölgeli ve nemli kuzey yamaçtakilere göre daha seyrek ve küçük olduğu ifade edilmektedir. Bazı araştırmalar, bakı değişkenini sinüs ve cosinüs değerlerine göre iki ayrı değişken oluşturmakta ve bu değişkenleri istatistiksel analize dahil edilmektedir

[71]–[73]. Ancak bakının herhangi bir “A” değişken ile önemli ilişkisi olduğundan bahsedilebilmesi için bakıya ait her iki dönüşüm değerlerinin “A” değişkeni ile önemli ilişki göstermesi gerekir [72]. Bu sebepten bakının sinüs ve cosinüs değerlerine dönüşüm değerleri tercih edilmemiş, Hahs, Enright ve Thomas [74] tarafından kuzeyden itibaren başlanarak, her iki yöne eşit açılara aynı değeri vermek suretiyle dereceli sıra verileri elde etme yolu tercih edilmiştir. Buna göre, kuzey= 1, kuzeydoğu ve kuzeybatı= 2, doğu ve batı= 3, güneydoğu ve güneybatı= 4 ve güney= 5 değeri almıştır. Böylece gölgeli bakılardan güneşli bakılara doğru dereceli verilerle bakı değerleri istatistiksel analiz için hazır hale getirilmiştir [73].

Çizelge 3.20. Bakıya göre deneme alanlarının durumu.

Bakı	Kodu	Deneme Alanı (ad.)
Kuzey	1	13(2) <sup>4</sup>
Kuzeydoğu-Kuzeybatı	2	18(2)
Doğu-Batı	3	40(7)
Güneydoğu-Güneybatı	4	47(4)
Güney	5	36(8)

#### 3.2.2.3.2.1 Eğim

Eğim faktörünün düz-düze yakın (% 0-2), hafif eğimli (% 2-6), orta eğimli (% 6-12), dik (% 12-20), çok dik (% 20-30), sarp (% 30-45) ve çok sarp (% >45) olmak üzere yedi seviyesi vardır. Yurdumuzda kullanılan bu eğim sınıfları Susam ve Oğuz [75]’ dan alınmıştır. Benzer sınıflandırma Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatı’nda da yer almaktadır.

Stockan, Rao ve Pakeman [5]’in bir çalışmasına göre yuva yerleşiminin reliyef ve eğim faktörlerinden etkilendiğini bildirmektedir. Bu yüzden güney bakılarda hafif eğimli arazilerdeki yuvalar daha uzun süre kalıcı olmaktadır. Eğime göre deneme alanlarının dağılımı Çizelge 3.21’de verilmiştir.

<sup>4</sup> Parentez içi veriler, deneme alanına dahil olup hiç yuva olmayan alanlardır.

Çizelge 3.21. Eğime göre deneme alanlarının durumu.

Eğim	%	Sembol	Kodu	Deneme Alanı (ad.)
Düz-düze yakın	0-2	A	1	9
Hafif eğimli	2-6	B	2	43
Orta eğimli	6-12	C	3	37
Dik	12-20	D	4	27
Çok dik	20-30	E	5	18
Sarp	30-45	F	6	9
Çok Sarp	>45	G	7	11

Reliyef faktörünün dere-alt yamaç, orta yamaç-çayır, mera, otlak, üst yamaç ve tepe-sırt olmak üzere 5 seviyesi vardır. Reliyefe göre deneme alanlarının dağılımı Çizelge 3.22’de verilmiştir.

Çizelge 3.22. Reliyefe göre deneme alanlarının durumu.

Reliyef	Kodu	Deneme Alanı (ad.)
Dere-Alt Yamaç	1	35(6)
Orta Yamaç-Çayır, Mera, Otlak	2	72(10)
Üst Yamaç	3	44(7)
Tepe-Sırt	4	3

### 3.2.2.3.3. Transplantasyon yuvaları

Transplantasyon yuvaları genellikle büyüklüğü dikkate alınarak tanımlanmaktadır. Yapılan çalışmalarda 0,200 m<sup>3</sup> yuva materyalinin yeni bir alanda yuva oluşumu ve adaptasyonunda yeterli olduğu belirtilmektedir. Çalışmalarda 0,400 – 0,520 m<sup>3</sup> büyüklüğündeki yuvanın transplantasyon için uygun yuvalar olduğu ortaya konulmaktadır [27], [28], [40], [76], [77]. Ancak bazı çalışmalarda yuva çevresi ve Varol tarafından yuva yüksekliği [78]’de transplantasyon yuvalarının sınıflandırılmasında kullanılmıştır.

Transplantasyon; *F. rufa* grubu karıncalardan ormanlarda doğal olarak bulunmadığı yerlerde de faydalanabilmek amacıyla yuvaların doğal yayılış alanlarından alınıp bir başka yere götürülmesi yani yuvayı bir başka yere nakletme işlemi olarak tanımlanmaktadır [24], [79].

Yuva hacminin hesaplanmasında yuvanın eksantrik ve parabol yapısı değerlendirilerek yayınlarda farklı formüller kullanılmıştır. Bu çalışmada;  $V=(1/2) \pi*a^2*h$  parabolit hacim formülü kullanılmıştır. Bazı çalışmalarda;

$V= \pi*h^2/3*(3*r-h)$  eliptik parabolit hacim,

$V=(1/3) \pi*r^2*h$  koni hacmi,

$V=(2/3) \pi*r^2*h$  elipsoid hacim,

$V=(2/3) \pi*a*b*c$  yarım elipsoid hacim ve

$V = \pi \int_a^b f(\sqrt{x})^2 dx$  integral hesaplamasıyla da yapılmaktadır.

Deneme alanlarındaki yuva varlığının değerlendirilmesinde; yuva var ve yuva yok için sırasıyla 1 ve 0 rakamları kullanılmıştır. Yuva varlığının deneme alanlarına dağılımı Çizelge 3.23'te verilmiştir.

Çizelge 3.23. Yuva varlığının deneme alanlarındaki durumu.

Yuva Varlığı	Kodu	Deneme Alanı ad.
Yok	0	23
Var	1	131
Toplam		154

Bu çalışmada yuva büyüklüklerine ve transplantasyonunun değerlendirilmesinde iki ve üçlü sınıflandırma uygulanmıştır. İkili sınıflandırmaya göre yuva hacmi  $< 0,400 \text{ m}^3$  ve  $\geq 0,400 \text{ m}^3$  şeklinde değerlendirilmiştir. Torossian [77]'a göre yapılan üçlü sınıflandırmada ise; büyük yuvalar  $\geq 0,520 \text{ m}^3$  olarak ölçülmüştür (Çizelge 3.24).

Çizelge 3.24. Üçlü sınıflandırmaya göre yuva hacmi.

Yuva Hacim Sınıfı	Kodu	Yuva Hacim Ort. (m3)
<0,032	1	0,016
0,032-0,520	2	0,202
≥0,520	3	1,808

#### 3.2.2.4. Beslenme alışkanlıkları (III) (IV)

Tezin arazi çalışmalarının ikinci yılında beslenme alışkanlıklarının tespit edilmesi amaçlanmıştır.

##### 3.2.2.4.1. Beslenme yuvalarının seçimi

Alanda 1997 yılında yapılan yüksek lisans tezi verilerine dayalı olarak *F. rufa* yuvalarına ait optimal yayılış alanı yüksekliği 1500 m tespit edilmiştir. Beslenme alışkanlıklarını belirlemek amacıyla bu optimal yayılış alanı yüksekliği dikkate alınarak tek yükselti basamağında 6 adet aktif yuva seçilmiştir (, Şekil 3.14, Şekil 3.15, Şekil 3.16, Şekil 3.17, Şekil 3.18, Şekil 3.19 ve Çizelge 3.25). Seçilen yuvalar arasında 120 m'den fazla mesafe bulunmaktadır.

Çizelge 3.25. Beslenme yuvaları merkez koordinatları.

Beslenme Yuva Koordinatları		Yuva Yüksekliği	Yuva Çevresi	Yukselti	Meşçere Tipi	Kapalılık
Çayırılık	1. D :380985 K: 4498104 Şekil 3.14	120	650	1590	Saf Gökmar	3
	2. D: 380960 K: 4498148 Şekil 3.15	35	320			
	3. D: 380946 K: 4498171 Şekil 3.16	140	615			
Kocayık	1. D: 381776 K: 4498018 Şekil 3.17	55	850	1600	GÇscd2	2
	2. D: 381717 K: 4497956 Şekil 3.18	70	540			
	3. D: 381839 K: 4497985 Şekil 3.19	130	650			



Şekil 3.14. Çayrlık birinci yuva.



Şekil 3.15. Çayrlık ikinci yuva.



Şekil 3.16. Çayırılık üçüncü yuva.



Şekil 3.17. Kocayanık birinci yuva.



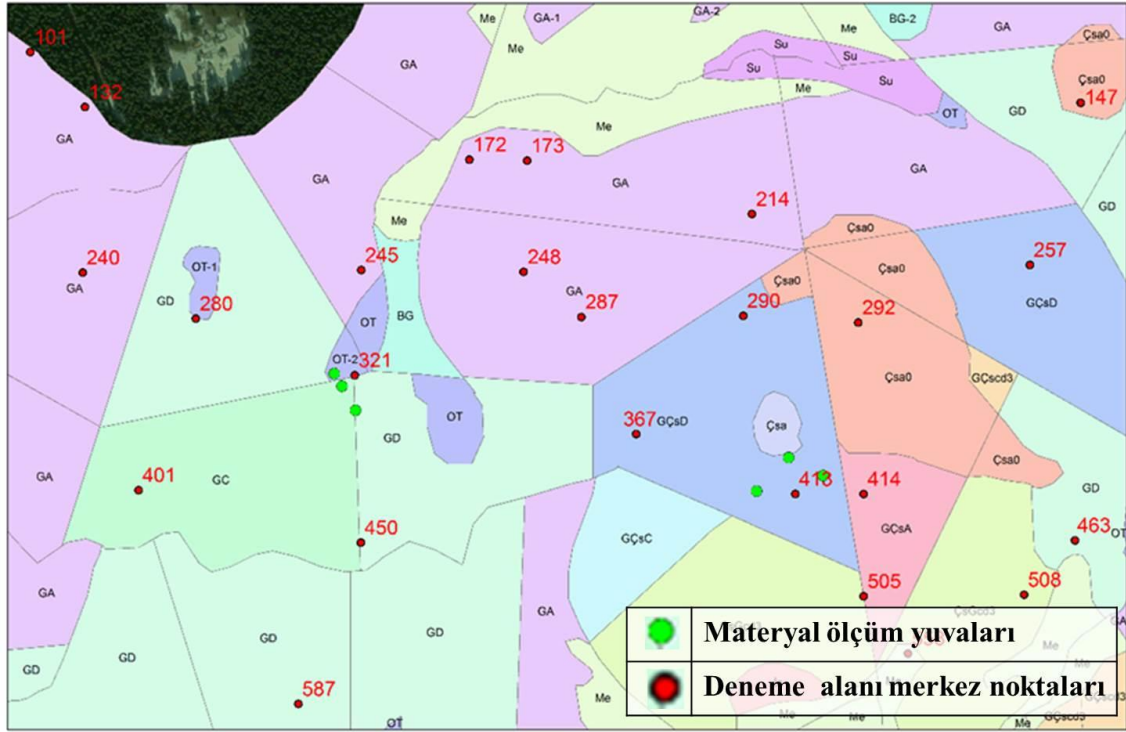
Şekil 3.18. Kocayanık ikinci yuva.



Şekil 3.19. Kocayanık üçüncü yuva.

### 3.2.2.4.2. Meşcere tipi

Karıncaların faaliyet gösterdikleri meşcere kuruluşlarını temsil etmek üzere saf göknar (seçme) ve göknar+sarıçam karışımına sahip iki farklı meşcere kuruluşu istatistikî desenlemeye dahil edilmiştir. Beslenme alışkanlıklarını tespit etmek amacıyla, toplamda ölçme ve gözlemlerin yapılacağı bu 6 adet aktif yuvada çalışılmıştır (Harita 3.7).



Harita 3.7. Beslenme yuvaları meşcere haritası.

### 3.2.2.4.3. Karınca yuva çiti

2012 yılı Nisan ayı sonunda bilinçli olarak seçilen 6 adet aktif karınca yuvasında beslenme alışkanlıklarının tespiti için düzenek kurulmuştur. Besin ve yuva materyalinin belirlenmesine yönelik yuva çiti Skinner [64]'e göre yapılmıştır. Buna göre; her bir karınca yuvası, 4 x 4 m uzunluk ve 0,7 m yükseklikte karelaç saçla çevrilmiştir. Saç 25 cm derinlikte kazılan toprak içerisine yerleştirilerek ve üstten 15 cm yuvaya doğru 30 derecelik açıyla saç plaka bükülerek karıncaların çıkamayacağı şekilde düzenlenmiştir (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. Yuva çiti.

Bu çit daha önce G. J. Skinner tarafından karınca besinlerinin değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Karıncaların yuvalara girip çıkabilmeleri için tahtadan (yapraklı ağaç) yapılmış giriş-çıkış rampaları yerleştirilmiştir (Şekil 3.21).



Şekil 3.21. Ahşap rampa.

Karıncaların rampalara uyum sağlayabilmeleri için etrafları doğal kütük ve toprakla desteklenmiş ancak bazı sorunlar ortaya çıkmıştır. Özellikle ölçümlerin yapıldığı 2012 yılında bu rampaların çok dik olması ve taşınan malzemelerin rampa civarında bırakılması nedeniyle karınca girişleri değiştirilmiştir. Yeni yuva girişleri 2013 yılında toprak seviyesinde olacak şekilde delikler açılmış ve ölçümlerin kontrollü yapılabilmesi sağlanmıştır. Böylece besin ve yuva materyali ölçümü gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.22, Şekil 3.23 ve Şekil 3.24).



Şekil 3.22. Karınca yuva çiti ve ilk yuva giriş düzeneği.



Şekil 3.23. Yuva giriş düzeneği sorunu.



Şekil 3.24. Karınca yuva çitinde eski ve yeni yuva girişinde ölçümler.

#### 3.2.2.4.4. Besin ve yuva materyali

Karıncaların taşıdıkları materyal besin ve yuva malzemesi olarak ikiye ayrılmıştır. Bunların alt grupları oluşturulmuştur.

Besin materyali; Hayvansal ve bitkisel kökenli ürünler olarak gruplandırılmıştır. Hayvansal ürünler; sınıf ve takımlarına göre Homoptera, Coleoptera Lepidoptera Hymenoptera, Diptera, Annelida, Arachnida, Chilopoda ve Diplopoda olarak ayrılmıştır. Ayrıca hayvanların ergin, larva ve pupa evreleri ile bunların baş, gövde, karın, anten, bacak ve kanat parçaları sayılmıştır. Bitkisel ürünler; tohum ve göknar karpeli olarak ölçülmüştür.

Formicidae familyası mensupları çoğunlukla hayvansal ve bazen bitkisel besin alırlar. *Formica rufa*'nın da temel iki besin kaynağı vardır [21]. *Formica rufa*'nın tırtıl, yaprak arılarının larvaları, kelebek, arı, böcek yumurtaları ve pupaları ile daha birçok zararlılar üzerinde yırtıcılıkla geçindiği bilinmektedir. Bunların dışında yaprak bitlerinin (afidlerin) şeker bakımından zengin olan dışkılarının da (balözü-ballı madde) önemli besin kaynağı olduğu vurgulanmaktadır [27].

Aktaç [38]'e göre besinlerinin büyük bir kısmını afitlerin balözü oluşturur bununla birlikte Zonguldak- Eskipazar (karıncalı) mevkiinde kazılan orta büyüklükte bir yuvada av olarak getirdikleri ölü böceklere, arthropodlara ve solucanlara rastlanmıştır.

Yuva Materyali; iğne yaprak, dal, odun, kabuk, liken, toprak ve taş ile koruyucu materyal olarak ise reçine sayımları gerçekleştirilmiştir.

##### 3.2.2.4.4.1 Örneklerin toplanması ve değerlendirilmesi

Her örnekleme alanında yuva yoğunlukları tespit edilmiş ve yuva aktifliği ve büyüklük bakımından eşit olan altı adet aktif yuvada beslenme alışkanlıklarına ait ölçümler yapılmıştır. Karıncaların yuvaya getirdiği materyaller Mayıs ayından Eylül ayı sonuna kadar on günde bir ve günün üç farklı saatinde, üç farklı yükseltide otuzar dakikalık sürede olmak üzere (08.30-10.00, 12.00-13.30 ve 15.30-17.00) toplanmıştır. Bu veriler birim saat olarak değerlendirilmiştir.

Yuvalara ait toplanan bitkisel materyaller etiketlenmiş kutu veya poşetlerine konulmuştur (Şekil 3.25). Bazı hayvansal besin maddeleri ise alkol dolu şişelere konularak laboratuvara nakledilmiştir.

İki farklı meşçereye ait besin ve yuva materyali verileri ölçülen anlık ve günlük sıcaklık ve bağıl nem değerleri ile değerlendirilmiştir.



Şekil 3.25. Besin ve yuva materyali.

#### 3.2.2.4.4.2 Örneklerin teşhisi, preparasyon ve saklanması

Besin ve yuva materyalleri periyodik olarak laboratuvara getirilmiştir. Bu örnekler özelliklerine göre preparasyonu yapılarak laboratuvarında teşhis için hazırlanmıştır. Her yuvanın ve meşçerenin taşınan materyali ortaya konulmuştur. Böcekli numunelerin takım düzeyinde teşhisleri Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Entomoloji Laboratuvarında tarafımızdan yapılmıştır (Şekil 3.26). Örnekler Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü laboratuvarında tarih, kayıt ve yuva numaralarına göre saklanmaktadır.



Şekil 3.26. Toplanan örneklerin preparasyon ve teşhisi.

#### 3.2.2.4.5. Toprak örneklerinin alınması ve özellikleri

Beslenmeye ilişkin tespit edilen altı adet aktif yuva ve iki adet kontrol olmak üzere toplam sekiz adet toprak profili açılarak toprak örnekleri alınmıştır. Alınan örneklerle ilgili olarak toprak özelliklerini belirlemek amacıyla fiziksel ve kimyasal analizler İzmit Kavakçılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde yaptırılmıştır.

0-10, 10-20 cm derinlikte alınan toprak numunelerinin toprak türü belirlenerek kum, kil ve toz oranlarına göre tekstür yapıları ölçülmüştür. Aynı derinliklerde pH,  $EC \cdot 10^3$ , organik madde, nem, azot değerleri belirlenmiştir.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada Bolu Şerif Yüksel Araştırma Ormanında *F. rufa*'nın yuva yoğunluğunun değişimi için yapılan değerlendirmede 154 deneme alanında 679 adet yuvada ekolojik veriler ve yuva dağılımı ilişkilendirilmiştir. Bu verilerin karınca yuva dağılımı, yoğunluğu ilgili envanter bilgilerinin 1997 yılına göre değişimi ortaya konulmuştur. Araştırmanın diğer bölümünü ise iki farklı meşcerede ( saf göknar ve sarıçam+göknar) belirlenen 6 adet aktif karınca yuvasında beslenme alışkanlıkları ve yuva materyali izlenerek elde edilen bulgular oluşturmaktadır.

### 4.1. KARINCA YUVA ENVANTERİ (I)

Şerif Yüksel Araştırma Ormanında *F. rufa* yuva envanteri için yapılan 1997 yılındaki ilk çalışmada Serin [24]'in verilerine göre revize edilen 154 adet deneme alanında toplam 409 adet aktif yuva tespit edilmiştir. Bu çalışmada 2012 yılında aynı deneme alanları esas alınarak yapılan incelemede 679 adet aktif karınca yuvası gözlenmiştir.

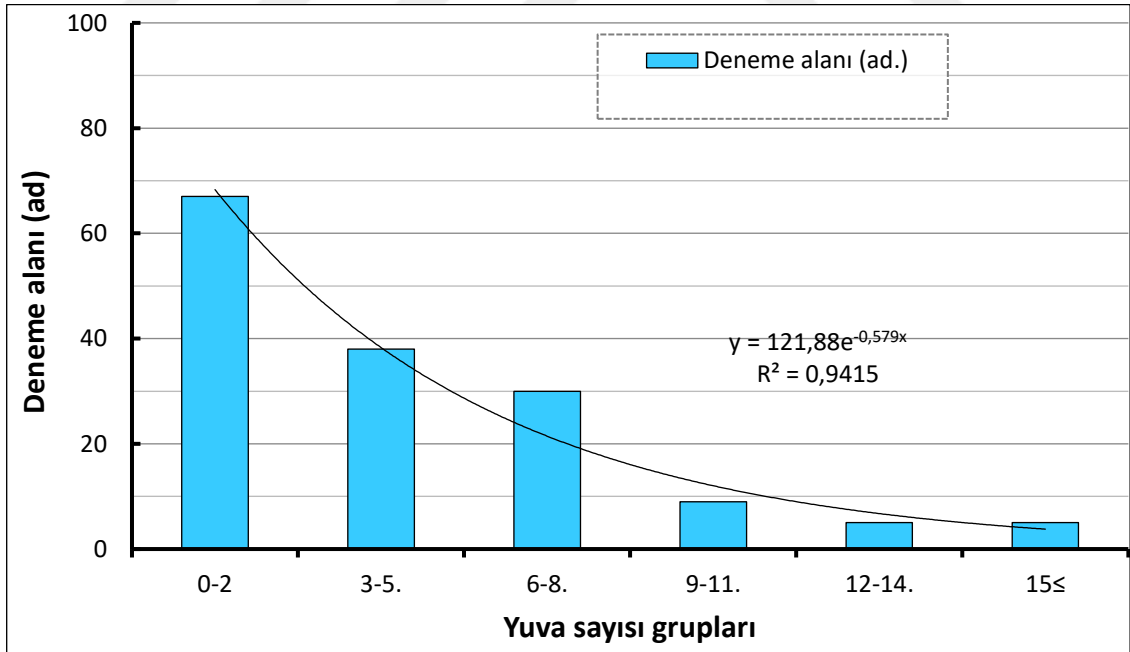
#### 4.1.1. Yuva Yoğunluğu

Araştırma alanında deneme alanlarının 131'inde aktif yuva gözlenirken, 23'ünde hiç yuva belirlenmemiştir. Ölçümü yapılan alanın % 14, 94'ünde yuva bulunmazken, birim alana düşen yuva miktarı 4,41 ad./ha olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Araştırma alanında yuva varlığı.

Yuva Varlığı	Kodu	2012		
		Deneme Alanı (ad)	Yuva Sayısı (ad)	Yuva Yoğunluğu (ad/ha)
Yok	0	23	0	0,00
Var	1	131	679	5,18
Toplam		154	679	4,41

Araştırma alanında yuva sıklığının en fazla olduğu 0-2 yuva grubu, genel alanın %44,16'sını temsil etmektedir. Ancak, bu grubun yuva yoğunluğu toplam yuva sayısının %12,67'sini oluşturmaktadır. Genel alanın %18,83'nü temsil eden 6-8 yuva grubu ise %32,84 ile en yüksek yuva yoğunluğu oranını oluşturmaktadır ( Şekil 4.1, Çizelge 4.2).



Şekil 4.1. Yuva gruplarının deneme alanlarına dağılımı.

Çizelge 4.2. Araştırma alanı yuva gruplarına göre yuva sıklığı ve yoğunluğu.

Yuva Grubu	Yuva Sıklığı	Deneme Alanı (ad)	Yuva Sayısı (ad)	Yuva Yoğunluğu (ad/ha)	Yuva Yoğunluğu (%)
Zayıf	0-2	68	86	1,26	12,67
Orta	3-5	38	161	4,24	23,71
İyi	6-8	29	223	7,69	32,84
Yüksek	9-11	9	98	10,89	14,43
Ekstrem Yüksek	12-14	5	66	13,20	9,72
Aşırı Yüksek 15 ve daha yukarı	6	5	111	22,20	16,35

#### 4.1.2. Orta ve Büyük Boy Yuvalar (VIII)

Yuva büyüklükleri karıncanın sahayı kullanım stratejisiyle ilgili olup, uygulamada transplantasyonu yönünden değerlendirilmektedir. Yuva büyüklüklerine göre iki ve üçlü sınıflandırma yapılmıştır. İkili sınıflandırmaya göre 0,400 m<sup>3</sup> ve daha büyük olan 369 adet yuva bulunmaktadır. Araştırma ormanında bu yuvalar 1417-1617 m yükseltiler arasında dağılım göstermektedir. Bu yuvaların %85,09'u güneydoğu-güneybatı, doğu-batı ve güney bakılarda kurulmuştur. Saf göknar meşcerelerinde 183, saf sarıçam meşcerelerinde 21, karışık meşcerelerde ise 165 adet yuva bulunmuştur. Bu yuvalar gevşek kapalılıkta 2, orta kapalılıkta 135 ve tam kapalılıkta 232 adet yuva olarak dağılım göstermiştir. Eğim bakımından yuvaların % 81,57'si hafif, orta ve dik eğimli alanlarda olduğu görülmüştür. En fazla büyük yuva 15 adet ile 610 no'lu deneme alanında bulunmuştur. Bu deneme alanı 1514 m yükselti, 270° batı bakıda ve 10° eğime sahip ve 3 kapalı saf göknar ormanıdır (Çizelge 4.3)

Çizelge 4.3. İkili sınıflandırmaya göre yuva hacmi.

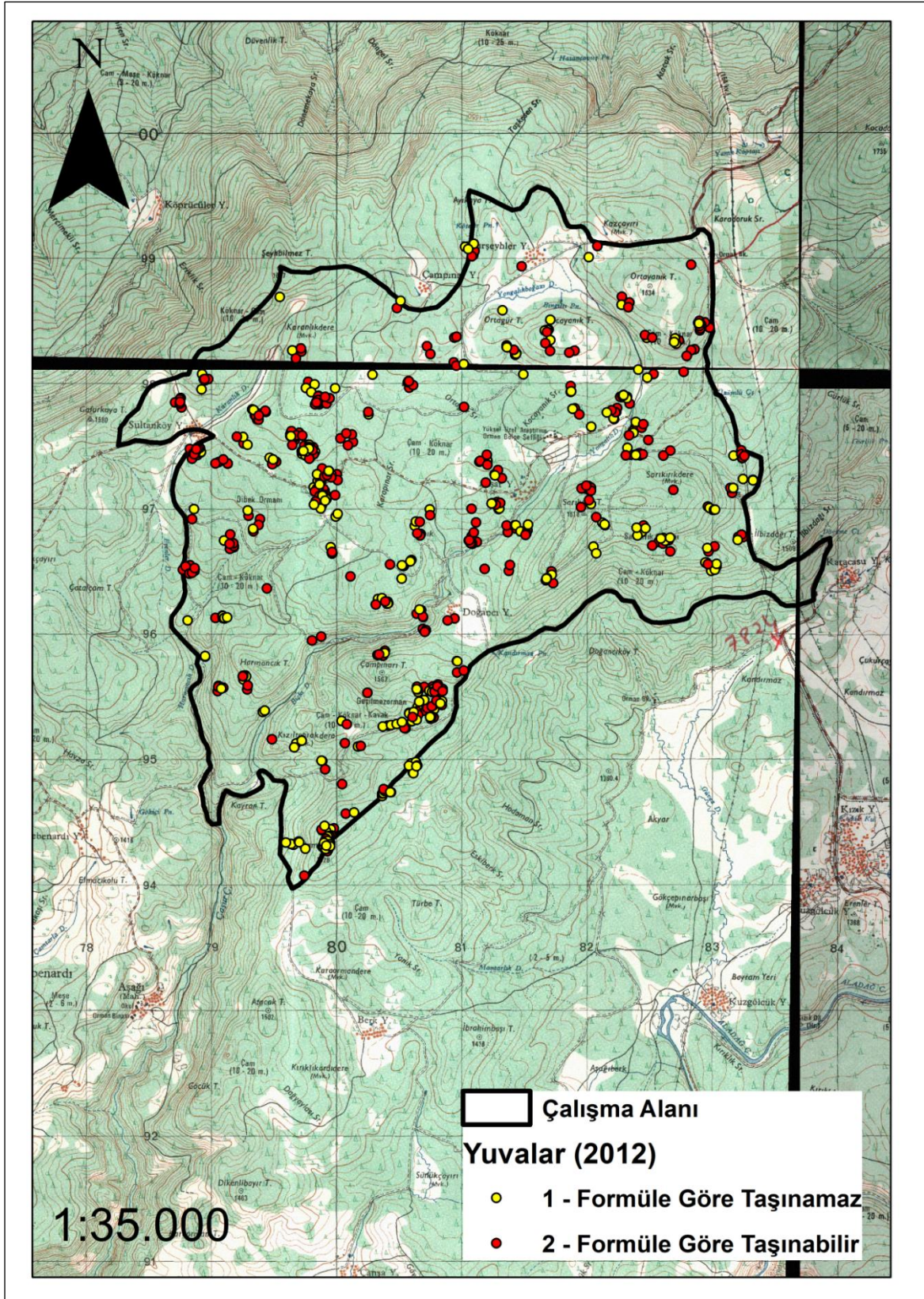
Yuva Hacmi Sınıfı	Hacim (m <sup>3</sup> )	Yuva Sayısı (ad)	Yuva Oranı (%)	Gözleme göre nakil yuva sayısı (ad)
Yuva Yok (0)	0	23	0	0
< 0,400	0,144	310	45,66	0
≥ 0,400	1,679	369	54,34	139

Çalışma sahasında en büyük yuva 575 no'lu deneme alanında bulunmuş olup yuva 1553 m yükseltide tam kapalı saf göknar meşçeresindedir. Göknar kütüğü üzerine yapılan bu yuva 11,34 m<sup>3</sup> hacme ulaşmıştır (Şekil 4.2). Karışık meşçerede en büyük yuva 301 no'lu deneme alanında bulunmuş olup yuva 1584 m yükseltide tam kapalı alanda yine göknar kütüğünde bulunmaktadır. Saf sarıçam meşçeresinde en büyük yuva 1477 no'lu deneme alanında bulunmuş olup yuva 1525 m yükseltide tam kapalı bir alanda sarıçam kütüğünde kurulmuştur.

Üçlü sınıflandırmaya göre; yuva transplantasyonu 0,520 m<sup>3</sup> ve daha büyük yuvalar 334 adettir. Bu yuvalar 1417-1617 m yükselti arasında dağılım göstermektedir. Bu yuvaların %85,93'ü güneydoğu-güneybatı, doğu-batı ve güney bakılarda kurulmuştur. Bu bakılardan en çok güneydoğu-güneybatı bakılarını tercih etmektedir. Büyük yuvalarda ayı ve domuz zararı görülmektedir (Şekil 4.2). Bu sınıflandırma; sahada yapılan gözlem ve incelemelere göre; tüm alanda 139 adet transplantasyonu yapılacak yuva sayısı ile örtüşmektedir (Çizelge 4.4, Harita 4.1).

Çizelge 4.4. Üçlü sınıflandırmaya göre yuva hacmi.

Yuva Hacmi Sınıfı	Hacim (m <sup>3</sup> )	Genel Yuva Sayısı (ad)	Yuva Oranı (%)	Gözleme göre nakil yuva sayısı (ad)	Büyük Yuva Sayısı (ad)
<0,032	0,016	50	7,36	0	0
0,032-0,520	0,202	295	43,45	0	35
>0,520	1,808	334	49,19	139	334



Harita 4.1. Hacim bakımından büyük yuvaların dağılımı ( $\geq 0.400 \text{ m}^3$ ).



Şekil 4.2. Büyük bir *Formica rufa* yuvası.

#### 4.1.3. Transplantasyon Yuvaları (VIII)

Transplantasyonu yapılabilecek yuvalar hacim ve yükseklik büyüklüklerine göre değerlendirilmektedir. Araştırma ormanında 0,400 m<sup>3</sup> ve daha büyük olan yuvalar 369 adettir. Bu yuvaların hacmi 0,401-11,340 m<sup>3</sup> arasında değişmekte olup, ortalaması 1,679 m<sup>3</sup>'dir. Alanda tespit edilen yuvaların %54,34'ü biyolojik mücadele amacıyla taşınmaya uygundur. Doğal yayılış alanında taşınacak büyük yuvaların alındığı ve nakledildiği mevkilere adaptasyonu ve yaşamlarını sürdürmelerine göre basit, orta ve ekstrem olarak üç sınıfa ayrılmıştır (Çizelge 4.5). Buna göre nakil için sorun oluşturmayacak yuvaların orta ve ekstrem sınıflardakilerden seçilmesi gerekmektedir.

Çizelge 4.5. Büyük yuvaların sınıflandırılması.

Büyük Yuvalar		Deneme Alanı	Yuva Sayısı	Yuva Oranı	Yuva Yoğunluğu (ad/ha)	Yuva Hacmi Ort.
Sınıf adı	Hacim ( m <sup>3</sup> )	(ad)	(ad)	(%)	(%)	(m <sup>3</sup> )
Basit	0,400-0,999	82	163	44,17	1,99	0,687
Orta	1,000-4,999	89	191	51,76	2,15	2,123
Ekstrem	5,000 m <sup>3</sup> 'den yukarı	13	15	4,07	1,15	6,801

Akdeniz iklim kuşağında Torossian [77] tarafından yapılan üçlü sınıflandırmada *F. rufa* yuva hacmi bakımından küçük, orta ve büyük olarak üç gruba ayrılmıştır. Bu gruplandırmaya göre araştırma alanında büyük yuva olarak 0,520 m<sup>3</sup> ve daha hacimli yuvaların 334 adet olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6). Bu değerlendirmeye göre büyük yuvalardan ( $\geq 0,400$  m<sup>3</sup>) 35 adedinin orta sınıfta olduğu ve transplantasyon için değerlendirilemeyeceği görülmektedir.

Çizelge 4.6. Yuva hacmi sınıfı ve yuva oranı.

Yuva Hacmi		Hacim Ort.	Yuva Sayısı	Yuva Oranı	Büyük Yuva ( $\geq 0,400$ m <sup>3</sup> )
Sınıf Adı	Büyüklüğü (m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(ad)	(%)	(ad)
Küçük	<0,032	0,016	50	7,36	0
Orta	0,032-0,520	0,202	295	43,45	35
Büyük	>0,520	1,808	334	49,19	334

Araştırma alanında yuvalar yüksekliklerine göre transplantasyona uygunluk açısından da oldukça zayıf, çok zayıf, zayıf, orta ve yüksek şeklinde sınıflara ayrılmıştır. Büyük yuvaların yüksekliği 0,20-2,20 m arasında değişmekte olup, ortalaması 0,766 m'dir. Bu sınıflardan orta ve yüksek kategoride olan 154 adet yuvanın taşımaya uygun büyüklükte olduğu görülmektedir. Buna göre taşınabilir yuvaların %42,01'i zayıf ve %27,64'ü orta sınıfta olduğu görülmektedir. Çok zayıf kategorisindeki büyük yuvaların ancak % 16'lık kısmının uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Bu yuvalar bazı orman zararlılarıyla mücadele amacıyla taşımaya uygundur (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Yuva yüksekliği sınıfı ve yuva sayısı.

Yuva Yüksekliği		Yuva Yüksekliği Ort.	Yuva Sayısı	Büyük Yuva ( $\geq 0,400 \text{ m}^3$ )	Hacim Ort.
Sınıf	Büyüklüğü (m)	(m)	(ad)	( $\geq 0,400 \text{ m}^3$ )	( $\text{m}^3$ )
Oldukça zayıf	0-0,09	0,043	3	0	0,018
Çok zayıf	0,10-0,50	0,347	303	60	0,278
Zayıf	0,51-0,75	0,653	209	155	1,059
Orta	0,76-1,00	0,869	108	102	1,715
Yüksek	1,00 dan yukarı	1,250	56	52	3,097

## 4.2. MEŞÇERE KURULUŞU VE DİRİ ÖRTÜ (I)

### 4.2.1. Ormanı Oluşturan Ağaç ve Çalı Türleri

Araştırma alanının kuzey, doğu ve batı yamaçlarında çoğunlukla saf göknar ve göknar+sarıçam doğal orman örtüsü hakimdir (Şekil 4.3, Şekil 4.4).



Şekil 4.3. Saf göknar meşceresinde bir karınca yuvası.



Şekil 4.4. Göknar+sarıçam karışık meşceresinde bir karınca yuvası.

Güney yamaçlarda sarıçam+göknar ve saf sarıçam meşcereleri mevcuttur. Ayrıca sahada münferit olarak karaçam, meşe, kayın ve titrekavak türleri de bulunmaktadır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Saf sarıçam meşceresi ve aynı meşcerede münferit titrekkavak.

Meşcere kenarı ve buna yakın alt tabakada ardıç türleri mevcuttur. Araştırma ormanında tespit edilen karınca yuvalarının ağaç türlerine göre dağılımı ve yoğunlukları Çizelge 4.8’de görülmektedir. Buna göre yuvaların büyük oranda göknar ağaç türünde en az oranda ise titrekkavakta saptanmıştır.

Çizelge 4.8. Yuva sayılarının ağaç türlerine göre dağılımı.

Ağaç Türleri	Yuva Sayısı (ad)	Yuva Oranı (%)
Göknar	501	73,78
Sarıçam	161	23,71
Ardıç	12	1,77
Kavak	5	0,74

Araştırma alanında meşcere tiplerine göre karınca yuva kuruluşu ve tercihleri değerlendirildiğinde karıncaların birim alanda yuva yoğunluğu potansiyeli bakımından en çok saf sarıçam meşcerelerini tercih ettiği görülmüştür. Aktüel meşcere gelişim çağı bakımından ise sırkılık ve direklik (%32,99) ile ince ağaçlık (%28,87) çağındaki meşcerelerde daha fazla yuva bulunmaktadır. Buna karşılık orman içi açıklık ve karışık meşcerelerde yuva yoğunluğu çok az ve/veya hiç bulunmamaktadır (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Meşcere tiplerine göre yuvaların dağılımı.

Meşcere Tipi	Deneme Alanı (ad)	Yuva Sayısı (ad)	Yuva Oranı (%)
Saf Gökmar (G)	75(16)	299	16,04
Karışık (GÇs)	37(3)	181	19,68
Saf Sarıçam (Çs)	10	78	31,38
Karışık (ÇsG)	28(2)	117	16,81
Saf Gökmar + Açıklık (G+OT)	1	2	8,05
Karışık + Açıklık (ÇsG+OT)	1	2	8,05
Açıklık (Me+OT)	2	0	0,00

#### 4.2.2. Diri Örtü

Araştırma alanında kapalılığın kırılma derecesine bağlı olarak meşcere altını; eğrelti (*Polystichum* ve *Asplenium* türleri), Isırgan (*Urtica dioica* L.), Adi ardıç (*Juniperus communis* L.), orman gülü (*Rhododendron ponticum*), böğürtlen (*Rubus* türleri), Çoban püskülü (*Ilex aquifolium*), Yakı otları (*Epilobium* türleri), sütleğen (*Euphorbia* türleri) ve çeşitli çayır otları (*Poa* ve *Trifolium* türleri) gibi diri örtü türleri kaplamaktadır (Şekil 4.6, Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9). Buna göre diri örtünün %30-69,9 olduğu alanlarda karınca yuva sayısı en yüksektir.



Şekil 4.6. Eğrelti etkisi altında bir karınca yuvası.



Şekil 4.7. Böğürtlen ve ısırgan etkisi altında bir karınca yuvası



Şekil 4.8. Adi ardıç ve çayır otları etkisinde bir karınca yuvası.



Şekil 4.9. Yakı otları etkisinde bir yuva.

Deneme alanında yuva hacmi ve kapladığı alan dikkate alınırsa karıncaların birinci derecede diri örtünün az yoğun (%10-29,9) olduğu sahaları tercih ettiği görülmektedir. Ancak, Kırmızı orman karıncasının, diri örtünün az yoğun olduğu alanlarda yuva hacmi

büyük ve yuva alanı daha geniş, diri örtünün yoğun olduğu alanlarda ise daha küçük yuvalar oluşturduğu görülmektedir (Çizelge 4.10). Burada, diri örtü, populasyon dağılımları örnekleme yöntemlerinde populasyon yoğunluğunun belirlenmesinde önemli bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 4.10. Diri örtü sınıfına göre yuva sayıları ve oranı.

Diri Örtü Yoğunluğu Sınıfı (%)	Diri Örtü Yoğ.Ort. (%)	Deneme Alanı (ad)	Yuva Sayısı (ad)	Yuva Oranı (%)	Yuva Alanı Ort. (m <sup>2</sup> )	Yuva Hacmi Ort. (m <sup>3</sup> )
Yok (%10 dan az)	4,96	25	104	26,80	2,634	0,829
Az Yoğun (%10-29,9)	15,87	40	166	26,74	3,199	1,195
Yoğun(%30-69,9)	42,30	77	382	31,96	2,406	0,918
Çok Yoğun (%70 ve üstü)	74,44	12	27	14,50	2,686	1,072

#### 4.2.3. Meşcere Kapalılığı

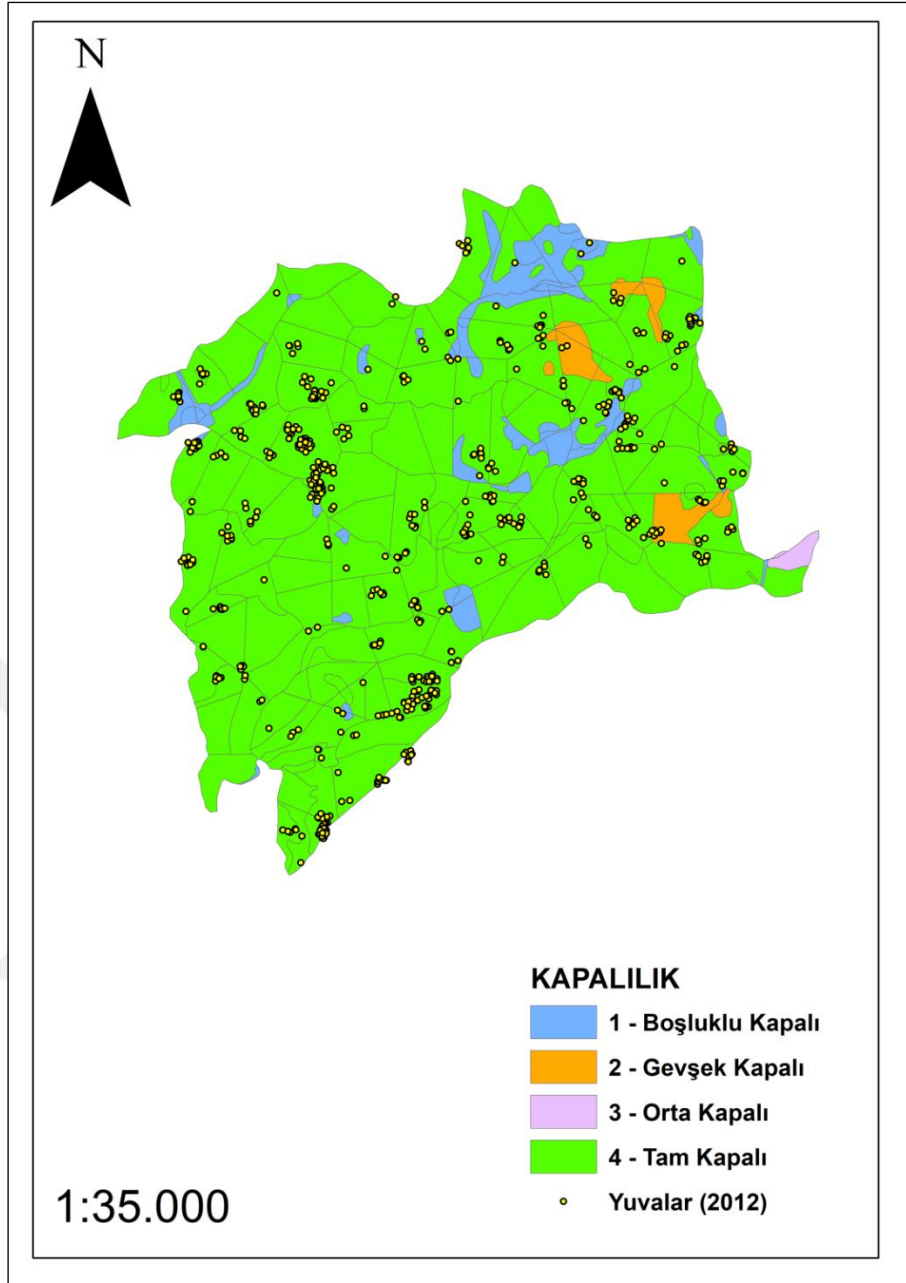
Deneme alanlarında aktüel meşcere kapalılıklarına göre karıncanın boşluklu ve sıkışık kapalılığı tercih etmediği tespit edilmiştir. Yoğunluk sırasına göre karıncanın en çok 2 kapalı meşcereleri tercih ettiği görülmektedir (Çizelge 4.11). Buna göre karıncaların yuva kuruluşunda meşcere kapalılığının önemli olduğu, türün orta ve tam kapalı meşcereleri tercih ettiği belirlenmiştir. 2005 yılı sayısallaştırılmış verileriyle 2012 yılı aktüel meşcere kapalılığı verileri arasında orta kapalı alanlar %33,12 olmasına rağmen şekilde bu alanlar çok az olarak görülmektedir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Orta kapalılıkta bir meşcerede karınca yuvası.

Çizelge 4.11. Yuva sayılarının meşcere kapalılığına göre dağılımı.

Kapalılık	Kodu	Tepe Kapalılığı	Deneme Alanı (ad)	Yuva Sayısı (ad)	Yuva Yoğunluğu(%)
Boşluklu kapalı (Açıklık)	0	%10 ve daha az	2	0	0,00
Gevşek Kapalı	1	%11-40 arası	1	3	24,43
Orta Kapalı	2	%41-70 arası	51	262	41,86
Tam Kapalı	3	%41-100 arası	100	414	33,71
Sıkışık/Grift kapalı	3	%100 den fazla	-	-	-



Harita 4.2. Karınca yuvalarının meşcere haritasındaki kapalılığa göre dağılımı.

#### 4.2.4. Yuva Kuruluş Yerleri

Araştırma alanında belirlenen yuvaların kuruluş yerleri Çizelge 4.12’de verilmiştir. Genel olarak göknar ormanı olan bu alanda karıncanın beş farklı yuva kuruluş ortamını tercih ettiği gözlenmiştir. Bu yuvaların sırasıyla ağaç kütüğü (Şekil 4.11 ve Şekil 4.12), devrik gövde (Şekil 4.13 ve Şekil 4.14), dikili gövde dibi (Şekil 4.15), çalı içi kütük (Şekil 4.16) ve kök kısmına (Şekil 4.17) yapıldığı saptanmıştır.



Şekil 4.11. Göknar kütüğünde bir yuva.



Şekil 4.12. Sarıçam kütüğünde bir yuva.



Şekil 4.13. Gökmar devrik gövde üzerinde bir yuva.



Şekil 4.14. Sarıçam devrik gövde üzerinde bir yuva.



Şekil 4.15. Dikili gövde dibinde bir yuva.



Şekil 4.16. Çalı içi kütük üzerinde bir yuva.



Şekil 4.17. Kök üzerinde bir yuva.

Yuvaların çoğunlukla açık veya gölgeli alanda bulunan ağaç kütüklerine kurulduğu tespit edilmiştir. Eğimin yüksek olduğu toprak üstü yuva materyali bulunmayan bir yuvada ise dikili sarıçam ağacının kök kısmının tercih edildiği görülmüştür.

Çizelge 4.12. Yuvaların kuruluş yerleri sayıları ve oranları.

Yuva Yeri	Yuva Sayısı (ad)	Yuva Oranı (%)
Ağaç Kütüğü	566	83,36
Devrik Gövde	64	9,43
Dikili Gövde Dibi	31	4,57
Çalı İçi Kütük	17	2,50
Kök	1	0,15

Karınca dört farklı ağaç türünde yuva yapmaktadır. Bunlar uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* ssp. *bornmuelleriana*), sarıçam (*Pinus sylvestris*), ardıç (*Juniperus communis*) ve kavak (*Populus tremula*) türleridir. Yuvaların %73,78'i uludağ göknarı ve %23,71'i sarıçam türünde gözlenmiştir. Araştırma ormanında münferit olarak bulunan titrek kavak türünde en az yuva bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Yuvaların kuruluşunda tercih edilen ağaç türleri.

Ağaç Türü	Yuva Sayısı (ad)	Yuva Oranı (%)
Uludağ göknarı	501	73,78
Sarıçam	161	23,71
Adi ardıç	12	1,77
Titrek kavak	5	0,74

#### 4.2.5. Karınca Yuvası ile Yuvaya En Yakın Ağacın Durumu

Araştırma ormanında 679 adet *F. wrufa* yuvasına uzaklığı bakımından ağaç türleri Çizelge 4.14'te verilmiştir. Her yuvaya göre yakın ağacın türü, çapı ve uzaklığı değerlendirilmiştir.

Yuvaların 529 adedine en yakın ağacın Uludağ göknarı, 138 adedine sarıçam ve 9 adedine titrek kavak, 2 adedine karaçam ve 1 adedine de meşe türü olduğu saptanmıştır (Şekil 4.18, Şekil 4.19, Şekil 4.20).



Şekil 4.18. En yakın ağaç türünü göknar olduğu bir yuva.



Şekil 4.19. En yakın ağaç türünün sarıçam olduğu bir yuva.



Şekil 4.20. En yakın ağaç türünün titrek kavak olduğu bir yuva.

Bu ağaçların çapları 8-111 cm (ort. 32,51 cm) arasında değişmektedir (Çizelge 4.15). Yuvaya en yakın ağacın çapı arttıkça yuva sayısının azaldığı görülmüştür. Yuva yakınındaki bu ağacın çapındaki artışla, yuvanın yüksekliği, yarıçapı, alanı ve hacminin

ise arttığı yönünde çok yüksek düzeyde ilişki görülmüştür. Ağaçların yuvaya uzaklığına göre yuvaya 0-1040 cm (ort. 239 cm) arasında değişen bir mesafede olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.16). *Formica rufa* yuvası kendisine en yakın ağaçtan uzaklaştıkça yuva sayısı, yüksekliği, çevresi ve alanı arasındaki ilişki orta düzeyde azalmaktadır. Hacim bakımından yüksek düzeyde ve artan yöndedir. Büyük 369 yuvada bu mesafe ortalama 235 cm'dir.

Çizelge 4.14. Yuva ile en yakın ağaç türü arasındaki ilişkiler.

En Yakın Ağaç Türü	Yuva Sayısı (ad)	Yuva Oranı (%)
Göknar	529	77,91
Sarıçam	138	20,32
Titrek kavak	9	1,33
Karaçam	2	0,29
Meşe	1	0,15

Çizelge 4.15. Yuva ile en yakın ağaç çapı arasındaki ilişkiler.

En Yakın Ağaç Çapı <sup>5</sup>	Deneme Alanı (ad)	Ağaç Çapı Ort. (cm)	Yuva Sayısı (ad)	Yuva Oranı (%)	Yuva Yoğunluğu (ad/ha)	Yuva Yüksekliği (m)	Yuva Yarı Çapı (m)	Yuva Çevresi (m)	Yuva Alanı (m <sup>2</sup> )	Yuva Hacim (m <sup>3</sup> )	Büyük Yuva (ad)	Yük selti (m)
Gençlik ve sıklık (7,9 cm ye kadar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sırlıklık ve direklik (8-19,9 cm)	92	12,68	223	32,84	2,42	0,563	0,748	4,702	2,259	0,783	114	1540
İnce ağaçlık (20-35,9cm)	81	26,83	192	28,28	2,37	0,570	0,789	4,959	2,610	0,945	98	1533
Orta ağaçlık (36-51,9cm)	71	43,00	148	21,80	2,08	0,587	0,831	5,226	2,789	1,013	81	1527
Kalın ağaçlık (52cm ve yukarı)	58	66,65	116	17,08	2,00	0,719	0,911	5,727	3,269	1,363	76	1547

Çizelge 4.16. Yuva ile en yakın ağacın uzaklığı arasındaki ilişkiler.

En Yakın Ağaç Uzaklığı	Kodu	Deneme Alanı (ad)	Genel Yuva ad	Genel Yuva (%)	Genel Yuva (ad/ha)	Büyük Yuva (ad)	Büyük Yuva (ad/ha)	Yükse lti (m)	Yuva Yarı Çapı (m)	Yuva Çevresi (m)	Yuva Alanı (m <sup>2</sup> )	Yuva Hacim (m <sup>3</sup> )	Büyük Yuva (ad)
0-1,00m	1	64	125	18,41	1,95	72	19,51	1531	0,640	0,833	5,239	2,864	1,119
1,01-5,00m	2	125	515	75,85	4,12	275	74,53	1538	0,582	0,799	5,022	2,605	0,946
5,01 ve daha yukarı	3	27	39	5,74	1,44	22	5,96	1530	0,658	0,805	5,059	2,499	0,947

<sup>5</sup> 8 cm'nin altındaki ağaçlar ölçüme dahil edilmemiştir.

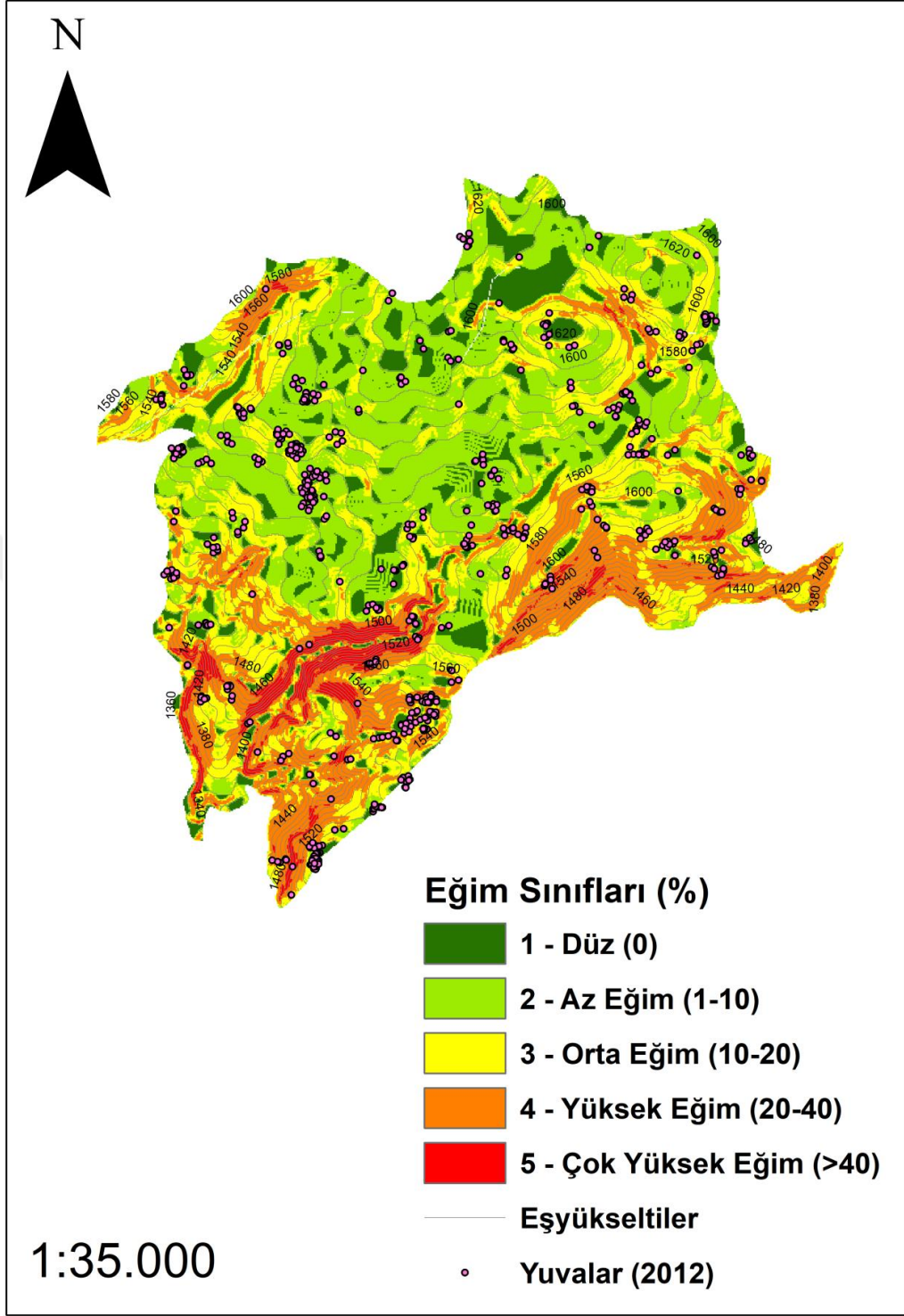
### 4.3. KONUM VE TOPOĞRAFYA (I)

#### 4.3.1. Eğim

Araştırma alanındaki deneme alanlarında arazinin eğimi derece cinsinden ölçülmüştür. Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartlarına göre 7 eğim sınıfı oluşturulmuştur. Deneme alanlarında belirlenen bu 7 sınıfın dağılımı Çizelge 4.17’de belirtilmiştir. Birim alandaki yuva yoğunluğuna göre Kırmızı orman karıncasının, hafif, orta ve dik eğimli alanları tercih etmekte olduğu görülmektedir. Bu eğimlerdeki (2°-20°) toplam yuva yoğunluğu %59,78’dir. Ancak bu denemede karıncanın; özellikle sarıçamın saf veya karışık meşcere kuruluşunda olduğu çok sarp eğim sınıfını da (>45°) tercih ettiği ve bu eğimdeki yuva yoğunluğun %15,9 olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.17. Yuva sayılarının ve yoğunluğunun eğim sınıflarına göre dağılımı.

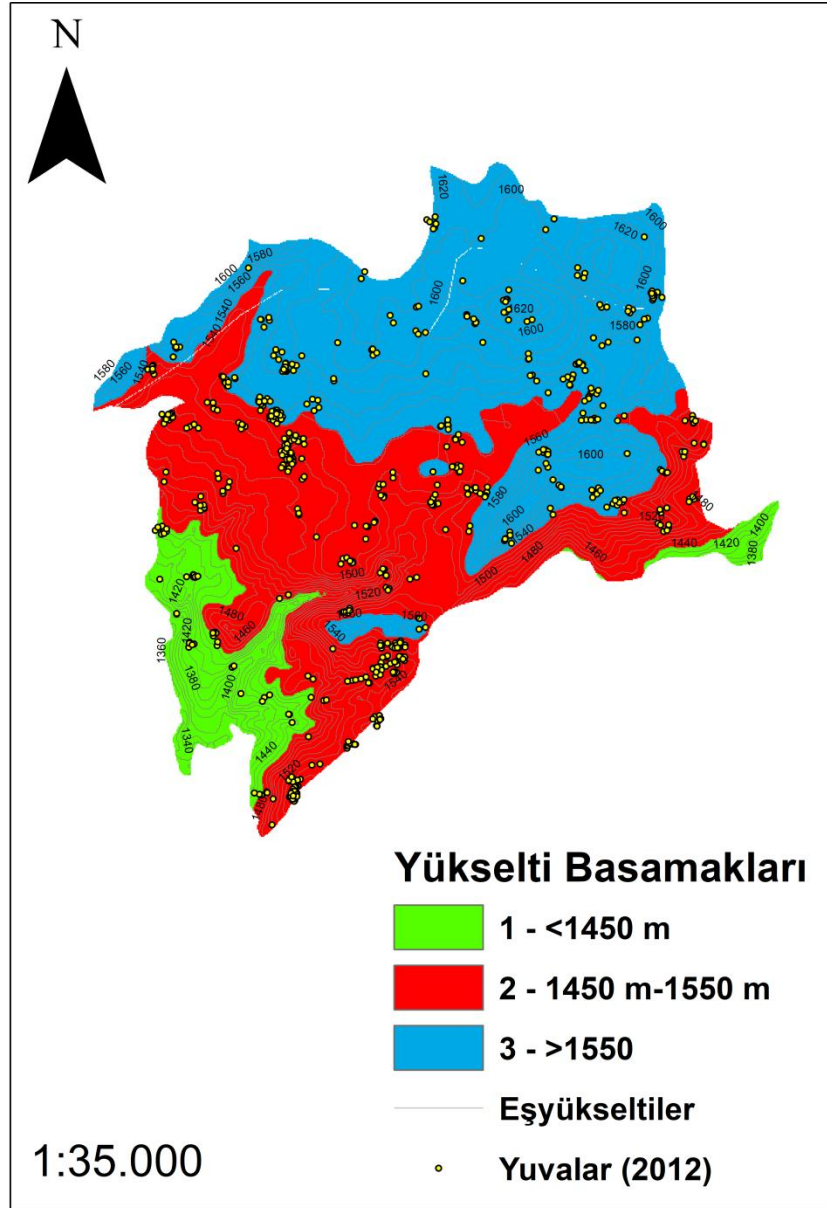
Eğim Sınıfı	Eğim Derecesi (°)	Eğim Derecesi Ort. (°)	Den. Alanı (ad)	Yuva Sayısı (ad)	Yuva Sayısı (ad/ha)	Yuva Yoğunluğu (%)
Düz-düze yakın	0-2	0,67	9(6)	14	1,56	5,9
Hafif eğimli	2-6	4,91	43(7)	213	4,95	18,8
Orta eğimli	6-12	9,86	37(3)	187	5,05	19,2
Dik	12-20	17,22	27(1)	154	5,70	21,7
Çok dik	20-30	27,22	18(3)	43	2,39	9,1
Sarp	30-45	41,11	9(2)	22	2,44	9,3
Çok Sarp	>45	60,45	11(1)	46	4,18	15,9



Harita 4.3. Araştırma ormanında eğim sınıflarına göre karınca yuvalarının dağılımı.

### 4.3.2. Yükselti

Araştırma ormanındaki 154 deneme alanının yükseltisi 1384 m ile 1617 m arasında değişmektedir. Buna göre yükselti sınıfları <1450 m (1), 1450-1550 m (2) ve 1550< m (3) olarak gruplandırılmıştır. Yuvaların orta yükselti sınıfı olan 1450-1550 m yükselti aralığında yoğunlaştığı belirlenmiştir (Harita 4.4 ve Çizelge 4.18).



Harita 4.4. Yükselti sınıflarına göre karınca yuvalarının dağılımı.

Çizelge 4.18. Yükselti basamaklarına göre yuva sayıları ve yoğunluğu.

Yükselti Sınıfı	Deneme Alanı (ad)	Yuva Sayısı (ad)	Yuva Yoğunluğu (%)
1350-1450	14	39	23,43
1450-1550	71	370	43,74
1550-1650	69	270	32,83

#### 4.3.3. Bakı

Şerif Yüksel Araştırma Ormanı Aladağ'ın üst silsilesi içerisinde yer alan orta derecede engebeli bir arazide her yöne bakmaktadır. Bu yüzden bakı grubu güneşlenme enerjisi bakımından farklı etkileşimleri nedeniyle ana, ara ve dereceli yön bakıları olarak gruplandırılmıştır.

Tespit edilen yuvaların deneme alanlarına ve bakı gruplarına göre dağılımı (Çizelge 4.19, Çizelge 4.20 ve Şekil 4.21)'de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Bakı gruplarına göre değişen yuva sayılarının ve oranlarının dağılımı.

Bakı	Deneme Alanı (ad)	Yuva Sayısı (ad)	Yuva Yoğunluğu (ad/ha)	Yuva Yoğunluğu (%)
Kuzey	13(2)	45	3,46	11,11
Kuzey Doğu	2	3	1,50	4,82
Kuzey Batı	16(2)	52	3,25	10,44
Doğu	13(3)	45	3,46	11,11
Batı	27(4)	144	5,33	17,12
Güney Doğu	23	106	4,61	14,81
Güney Batı	24(4)	117	4,88	15,68
Güney	36(8)	167	4,64	14,91

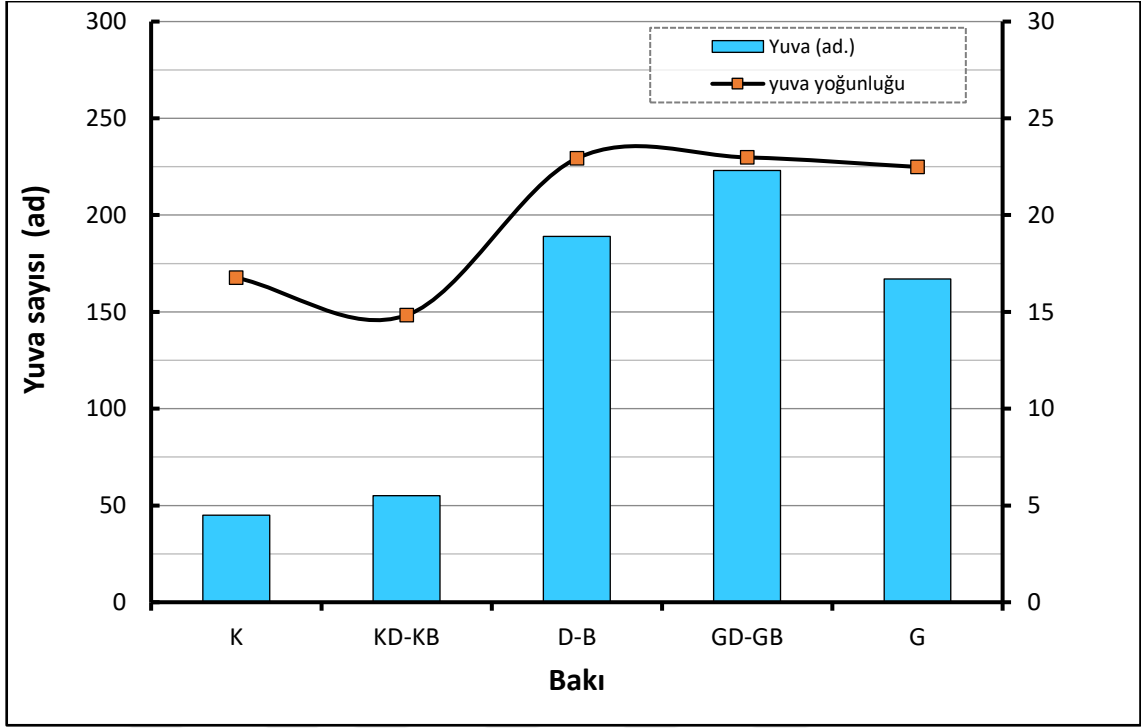
Gölgeli bakılardan güneşli bakılara doğru beş bakı grubu düzenlenmiştir (Çizelge 4.20 ve Şekil 4.22). Buna göre birim alanda toplam yuva yoğunluğunun %68,40'ı doğu-batı, güneydoğu-güneybatı ve güney bakılarda görülmektedir (Şekil 4.21) Bu bakılar içerisinde en çok tercih edilen bakı batıdır (Çizelge 4.19, Harita 4.5).



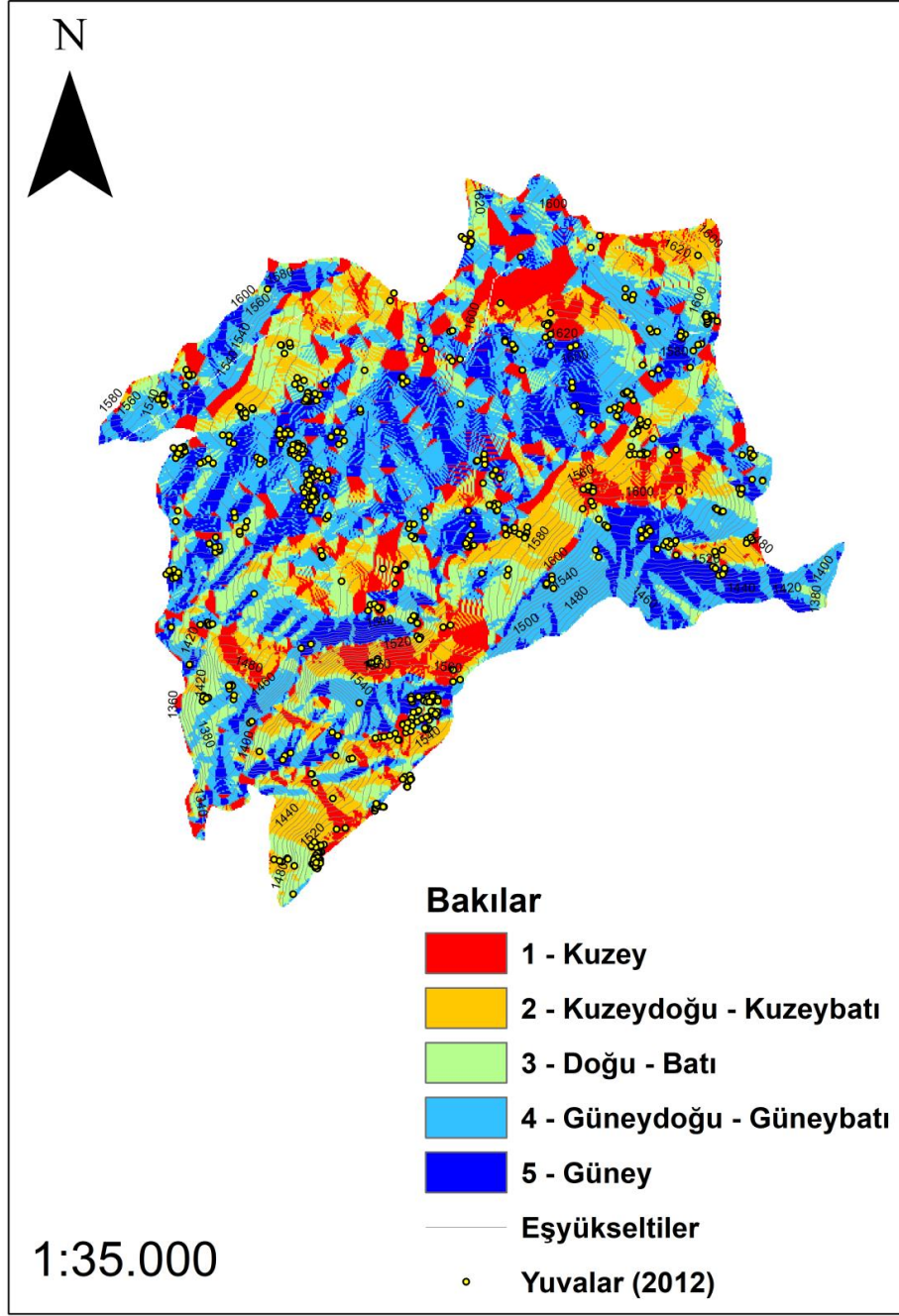
Şekil 4.21 Güneyli bir bakıda yer alan yuva ve karınca aktivitesi.

Çizelge 4.20. Yuva yerlerinin dereceli bakıya göre dağılımı.

Bakılar (°)	Deneme Alanı (ad)	Yuva Sayısı (ad)	Yuva Yoğunluğu (ad/ha)	Yuva Yoğunluğu (%)
Kuzey	13	45	3,46	16,77
Kuzeydoğu-Kuzeybatı	18	55	3,06	14,83
Doğu-Batı	40	189	4,73	22,93
Güneydoğu-Güneybatı	47	223	4,74	22,98
Güney	36	167	4,64	22,49



Şekil 4.22. Dereceli bakı gruplarına göre yuva sayısı ve yoğunluk oranları.



Harita 4.5. Bakı gruplarına göre yuva yerlerinin dağılımı.

#### 4.4. 1997 İLE 2012 YILI ENVANTER VERİLERİ (II) (VII)

##### 4.4.1. Yuva Büyüklüğü ve Yaşlanma Eğrisi

*F.rufa*'nın habitatında görülen polidom yuvalar monodom yuvalardan daha uzun kalmakta ve habitatı da genç veya tomurcuk yuvalarla işgal etmektedir. Bu durum karınca yuva büyüklüklerinin bir yaş eğrisi olarak kullanılabilirliklerini ortaya koymaktadır (Şekil 4.23,Şekil 4.24).



Şekil 4.23. Tomurcuk yuva.

Araştırma ormanlarında aynı deneme alanlarının 1997 yılında 110 adedinde, 2012 yılında ise 131 adedinde aktif yuva gözlenmiştir. Ölçümü yapılan alanın 1997 yılında %28,57'sinde, 2012 yılında %14,94'ünde yuva bulunmazken, birim alandaki yuva yoğunluğu 2,66 ad/ha'dan, 4,41 ad/ha (2012)'ya yükselmiştir (Çizelge 4.21, Çizelge 4.22). Sadece yuva bulunan deneme alanları dikkate alınırsa 1997 yılında 3,72 ad/ha ve 2012 yılında 5,18 ad/ha yuva sayılmıştır. Ayrıca 1997 yılında yuva bulunmayan 12 deneme alanında 2012 yılında da yuva tespit edilememiştir. Ancak kalan 32 deneme alanında 126 adet yuva sayılmıştır.

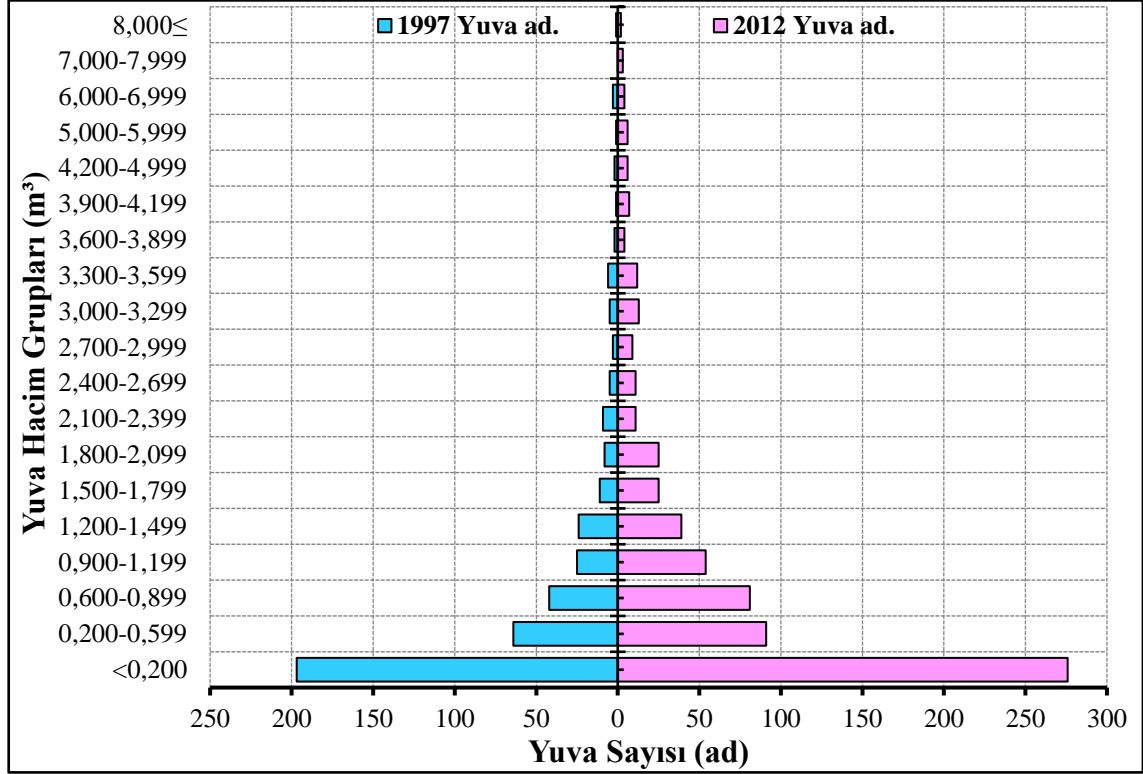
Populasyon büyüklüğü ile büyüme hızı arasındaki ilişkiyi en basit yolla ortaya koyan logistik eşitliktir. Karınca yuvalarında başlangıç olarak bir kuruluş fazı vardır. Bu yüzden 0,200 m<sup>3</sup> hacimden küçük yuvalar olgunlaşmamış genç yuvalar olarak bilinmektedir. Karınca yuva hacim ve büyüklük sınıflarına göre 1997 ve 2012 yılları arasında belirtme ilişki katsayısı  $r^2=0,99$  olup yuva sayısının pozitif yönde arttığı çok yüksek düzeyde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Yuva büyüklüğü piramidine göre karınca toplumunun büyüyen popülasyonu söz konusudur (özellikle 85 deneme alanında yuva popülasyonunda) (Çizelge 4.21). Buna karşılık değişim oranı  $\lambda < 1$ 'den küçük olan 41 deneme alanında populasyon artış hızı negatif çıkmaktadır. Yörede *F. rufa*'nın yuva hacimsel büyüklüğü piramidi incelendiğinde 1997 yılına göre ortamda daha fazla yaşlı veya çok yıllık yuva bulunmaktadır. Başka bir ifadeyle 1997 yılının 185 adet çok yıllık yuvaları alanda 197 adet tomurcuk veya çok genç yuvalar oluştururken, 2012 yılının 369 adet çok yıllık yuvaları alanda 276 adet tomurcuk veya çok genç yuvalar oluşturabilmiştir.

Çizelge 4.21. Yuva popülasyon değişimi.

Grup Adı	Sabit Alanlar		Değişim Gösteren Alanlar	
	Sıfır Yuva	Dengeli	Gerileyen	Gelişen
Deneme alanı sayısı (ad) ve (%)	12 (%7,79)	16 (%10,39)	41 (%26,62)	85 (%55,19)
Yuva değişimi (ad)	0	45	-102	372
1997/2012 Yuva Sayısı (ad)	0/0	45/45	190/88	174/546
Populasyon Değişim ( $\lambda$ ) /Artış (r) <sup>6</sup> Oranı	-	1,00/0,00	0,463/-0,770	3,138/+1,144
1997/2012 Genel Yuva Sayısı ve Populasyon Değişim ( $\lambda$ ) /Artış (r) Oranı	409/679 ; 1,660/+0,507			

<sup>6</sup> John Napier,  $r = \log_e e^r$ , eşitlikte,  $e = 2.7182817$  doğal logaritma tabanıdır.

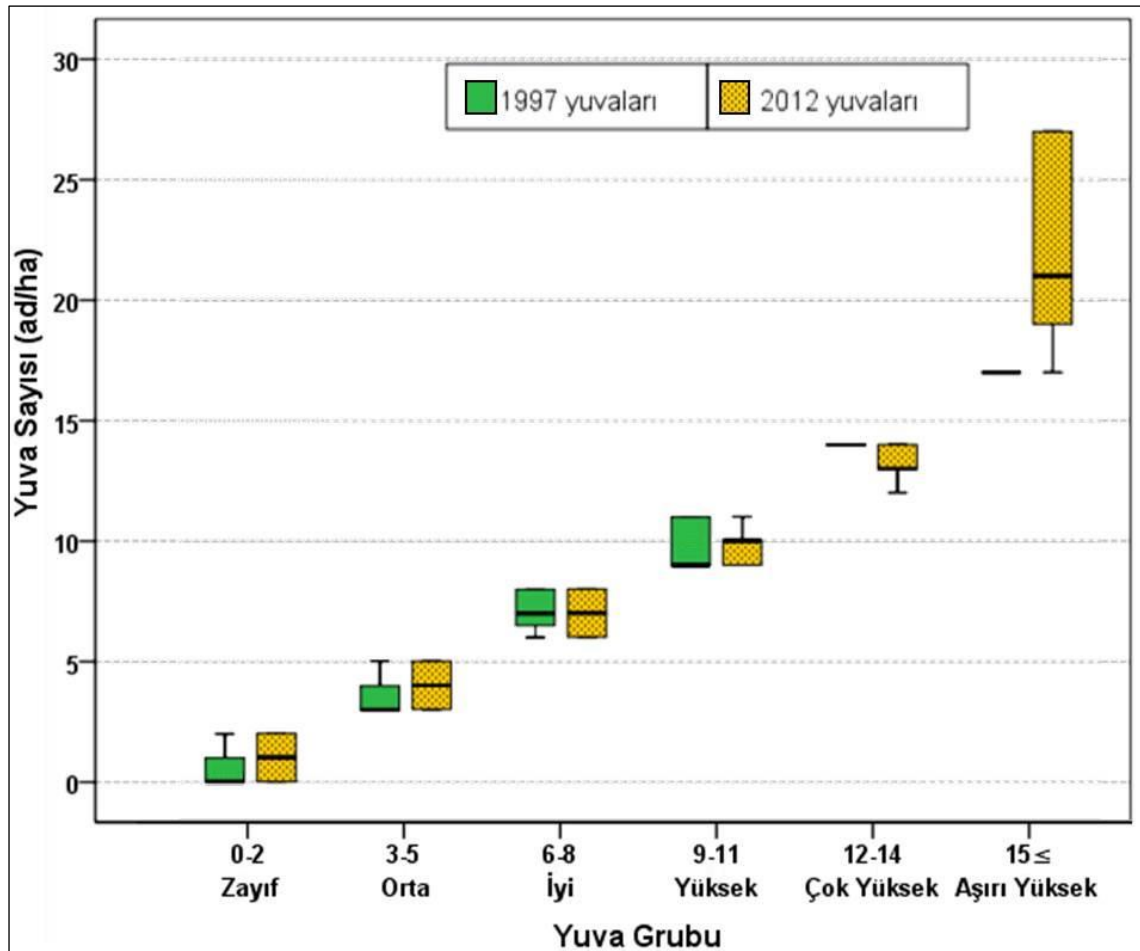
Çizelge 4.22 ve Şekil 4.25 birlikte değerlendirildiğinde yıllara göre karınca yuvası ölçüm gruplarının varyansları arasında farklılık olduğu görülmektedir. T-testi sonucu değerlendirildiğinde, 1997 ve 2012 yılı karınca yuva sayısı, alanı ve hacim ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmuştur ( $p=0,0001$ ). Grup istatistiklerine göre 1997 yılında yuva alanı ve yuva hacim ortalaması sırasıyla  $5,70 \text{ m}^2/\text{ha}$  ve  $1,99 \text{ m}^3/\text{ha}$  iken, 2012 yılında sırasıyla  $11,67 \text{ m}^2/\text{ha}$  ve  $4,31 \text{ m}^3/\text{ha}$  olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.24. Yuva büyüklüğü hacim sınıflarına göre yuva pramidi.

Çizelge 4.22. Yıllara göre yuva sayısı, alanı ve hacim yoğunluğu durumu (T-test).

		Varyansların eşitliliği düzey testi		Ortalamaların eşitliliği t-testi				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Yuva Sayısı (ad)	Varyansların eşit olduğu varsayımı	15,276	0,0001	-3,886	306	0,000	-1,753	0,451
	Varyansların eşit olmadığı varsayımı	-		-3,886	257,616	0,000	-1,753	0,451
Yuva Alanı (m <sup>2</sup> )	Varyansların eşit olduğu varsayımı	28,714	0,0001	-4,614	306	0,000	-5,968	1,294
	Varyansların eşit olmadığı varsayımı	-		-4,614	232,541	0,000	-5,968	1,294
Yuva Hacim (m <sup>3</sup> )	Varyansların eşit olduğu varsayımı	29,295	0,0001	-4,563	306	0,000	-2,324	0,509
	Varyansların eşit olmadığı varsayımı	-		-4,563	231,317	0,000	-2,324	0,509



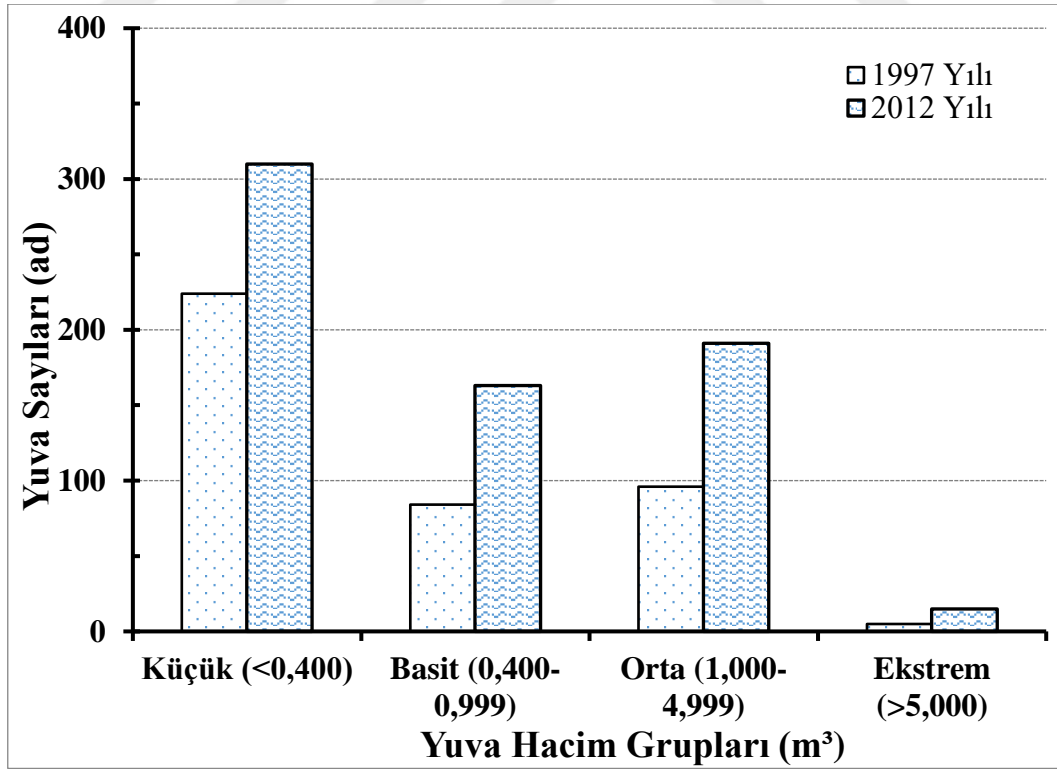
Şekil 4.25. 1997 ve 2012 yılına göre yuva grupları ve yuva sayısının dağılımı.

#### 4.4.2. Orta ve Büyük Boy Yuvaların Özellikleri (VIII)

Araştırma alanlarındaki orta ve büyük yuvalar 1997 yılında 63 deneme alanına dağılmış olup 101 adettir. 2012 yılında bu yuvalar 102 deneme alanına dağılmış olup 206 adettir (Şekil 4.26 ve Şekil 4.27).



Şekil 4.26. Saf sarıçam meşceresinde büyük bir karınca yuvası.



Şekil 4.27. 1997 ve 2012 yılı yuva hacim büyüklüğüne göre yuva sayılarının değişkenliği.

#### 4.4.3. Transplantasyon Yuvaları (VIII)

Transplantasyonu yapılabilecek yuvalar genellikle hacim büyüklüklerine göre değerlendirilmektedir. Araştırma ormanında 0,400 m<sup>3</sup> ve daha büyük olan yuvalar 1997 yılında 185 adet iken, 2012 yılında 369 adettir. Örnekleme alanlarında nakil yuva veya büyük yuvaları 1997 ve 2012 yılları arasında anlamlı ve artan yönde ilişki bulunmaktadır. Bu çalışmada nakil veya büyük yuvaların potansiyelinin yıllara göre karşılaştırılması için yapılan t-testi sonrasında 1997 ve 2012 yıllarının nakil yuva miktarlarının birbirinden farklı olduğu bulunmuştur ( $t_{0,005}=306=-1,975$ ). Buna göre, 1997 yılı ortalama nakil yuva miktarı ( $\bar{x}=1,45$ ) 2012 yılı yuva ortalamasından ( $\bar{x}=2,01$ ) daha küçüktür (Çizelge 4.23). Ancak transplantasyon yuvaları, rekabetin yüksek olduğu ve birden fazla yönetici yuvanın bulunduğu alanda seçilmesi en uygundur.

Çizelge 4.23. 1997 ve 2012 yıllarına göre nakil veya büyük yuvaların potansiyelinin karşılaştırılması (T-testi).

Grup	Varyansların eşitliği düzey testi	Ortalamaların eşitliliği t-testi						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Yıllar	Varyansların eşit olduğu varsayımı	1,960	0,163	-1,975	306	0,049	-0,558	0,283
	Varyansların eşit olmadığı varsayımı	-		-1,975	287,073	0,049	-0,558	0,283

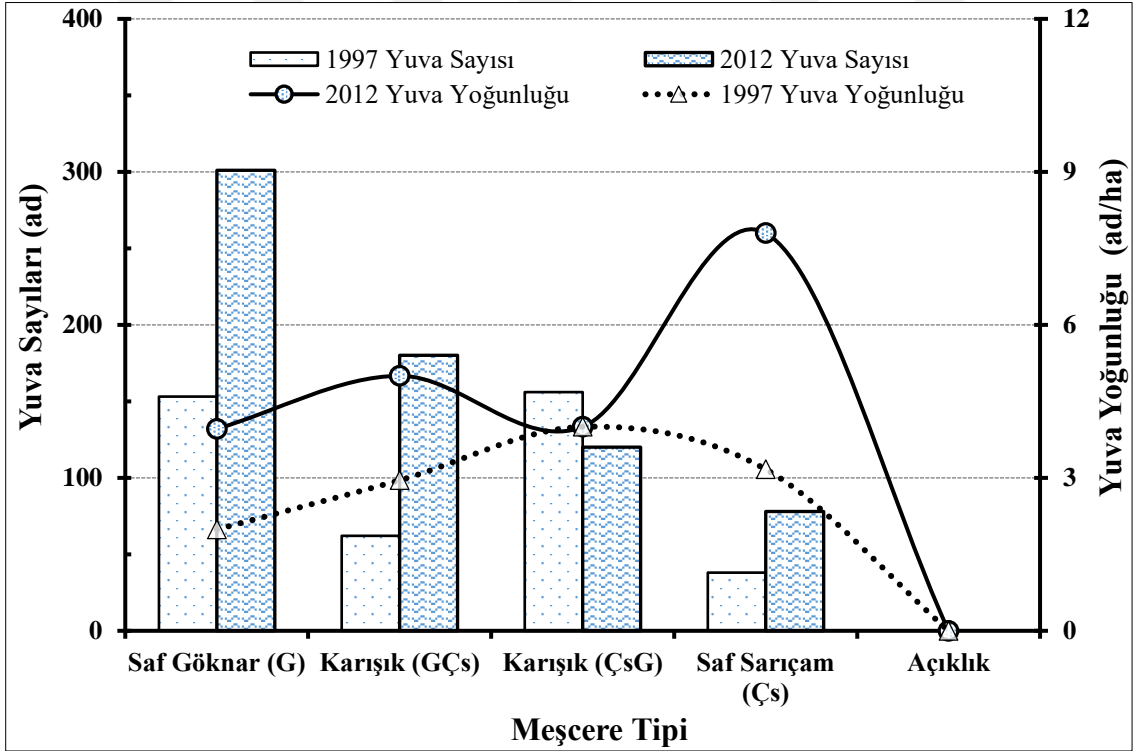
#### 4.4.4. Meşcere Kuruluşu

Deneme alanlarının yaklaşık yarısı saf göknar meşcere kuruluş tipinde olup, bu meşcerelerde toplam yuva sayısı, 1997 yılında %37,41 iken, 2012 yılında ise bu oran %44,33'e yükselmiştir. Yıllara bağlı olarak birim alanda yuva yoğunluğu ile ilişki katsayısı  $r=0,76$  olup, pozitif yönde yüksek düzeyde ilişki gözlenmiştir (Şekil 4.29). Ayrıca, yuva yoğunluğu bakımından en yüksek değişim saf sarıçam meşcere tipinde görülmekte olup, 1997 yılında 3,17 ad/ha iken, 2012 yılında 7,80 ad/ha'dır. Genel olarak saf sarıçam, karışık ve saf göknar meşcere kuruluşu ile açık alanlara doğru gidildikçe birim alanındaki yuva yoğunluğu  $r=-0,86$  (1997) ve  $r=-0,88$  (2012) olup, her iki yıl içinde doğrusal ve azalan yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur (Şekil 4.28).

Araştırma orman alanının meşcere tiplerine göre karınca yuva kuruluşu ve tercihleri değerlendirildiğinde birim alanda yuva yoğunluğu potansiyeli 1997 yılında sarıçam+göknar karışık (%33,04) ve saf sarıçam (%26,16) meşcerelerini tercih ettiği görülmüştür. 2012 yılında ise, saf sarıçam (%37,57) ve göknar+sarıçam (%24,08) meşcereleri yönünde değişiklik göstermektedir. Buna karşılık yıllara göre orman içi açıklık ve mera alanlarında karınca yuvası görülmemiştir.



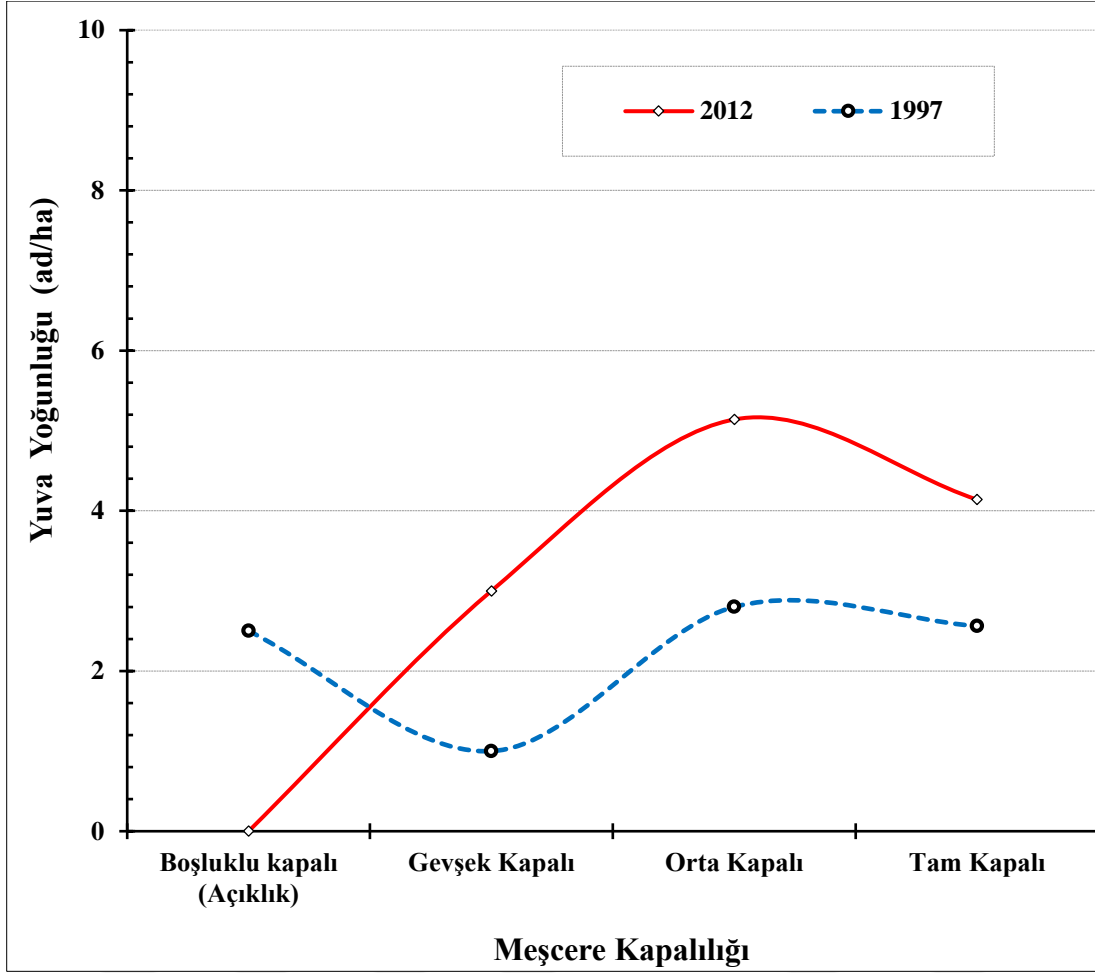
Şekil 4.28. Açık alanda bir karınca yuvası.



Şekil 4.29. Yıllara göre yuva sayısı ve yoğunluğu.

#### 4.4.5. Meşcere Kapalılığı

Deneme alanlarında aktüel meşcere kapalılıklarına göre 1997 ve 2012 yıllarında karıncanın boşluklu (639 ve 1154 deneme alanı) ve sıkışık kapalılığı nadiren tercih ettiği görülmektedir. Özellikle yuva bulunmayan 21 adet deneme alanından 16 deneme alanının meşcere kapalılığı (19, 101, 125, 172, 240, 248, 257, 413, 587, 761, 974, 1016, 1174, 1245, 1365 ve 1367) her iki yılda grift kapalılığa yakın ya da 2012 yılına kadar grift kapalılığa yaklaşmıştır. Yıllara göre ise kapalılığın belirgin şekilde arttığı görülmektedir. Bunlardan diri örtü yoğunluğu ortalaması 16 deneme alanında %51,09 iken 761, 1174, 1245, 1365 ve 1367 deneme alanlarında ise %8'in altındadır. Buna göre karıncaların yuva kuruluşunda diri örtünün orta yoğunluğu alt grubu ile meşcere kapalılığın sırasıyla orta ve tam kapalı gruplarında yüksek yuva yoğunluğuna ulaştığı belirlenmiştir (Şekil 4.30). Ancak kapalılık ile meşcere diri örtü yoğunluğu ve meşcere kuruluşu arasında negatif yönde çok anlamlı bir ilişki tespit edilmesine rağmen bunun karınca yuvası ile aynı düzeyde olduğu söylenemez (Çizelge 4.24 Çizelge 4.25 ,Çizelge 4.26). Bu yüzden karıncanın bazı spesifik bitki türleri (*Juniperus* spp., *Epilobium* spp.gibi) veya kominitesiyle ilgili çalışmalar yapılması gerekmektedir.



Şekil 4.30. Kapalılığa göre yuva yoğunluğu (1997-2012).

Karınca'nın bulunduğu meşcerelerde ışık, tomurcuk ve genç yuva gruplarının yönetimi ve kurulum alanı bakımından pozitif yönde bir etkide bulunmaktadır. Bunun yanısıra tomurcuk yuvalar gölge ağacı meşcerelerinde daha az sayıda, ışık ağacı meşcerelerinde ise daha çok sayıda kurulması ile farklılaşmaktadır. Yönetici yuvaların özellikle canlı ağaç dipleri dahil olmak üzere anlamlı şekilde daha kapalı alanlarda kurulumu tercih edilirken, genç yuvaların bu alanlardan kaçındığı kısmen daha açık olan alanlara genellikle geçici olarak kurulduğu görülmektedir.

Çizelge 4.24. Diri örtü yoğunluğu ve meşcere tipi ile meşcere kapalılığı grup ilişkisi.

Grup No.	Meşcere Tipi Grupları				Diri Örtü Yoğunluğu Grupları				
	1997 Yılı		2012 Yılı		1997 Yılı		2012 Yılı		
	N	Ortalama	N	Ortalama	N	Ortalama	N	Ortalama	
1	10	4,20	2	5,00	10	3,00	2	100,00	4,00
2	3	1,67	1	1,00	3	3,67	1	70,00	4,00
3	82	2,06	51	1,96	82	2,43	51	35,69	2,61
4	59	1,58	100	1,77	59	1,86	100	28,76	2,39
Toplam	154	2,01	154	1,87	154	2,27	154	32,25	2,49

Çizelge 4.25. Meşcere kapalılığına göre meşcere tipi grupları eğiliminin değerlendirilmesi (Anova).

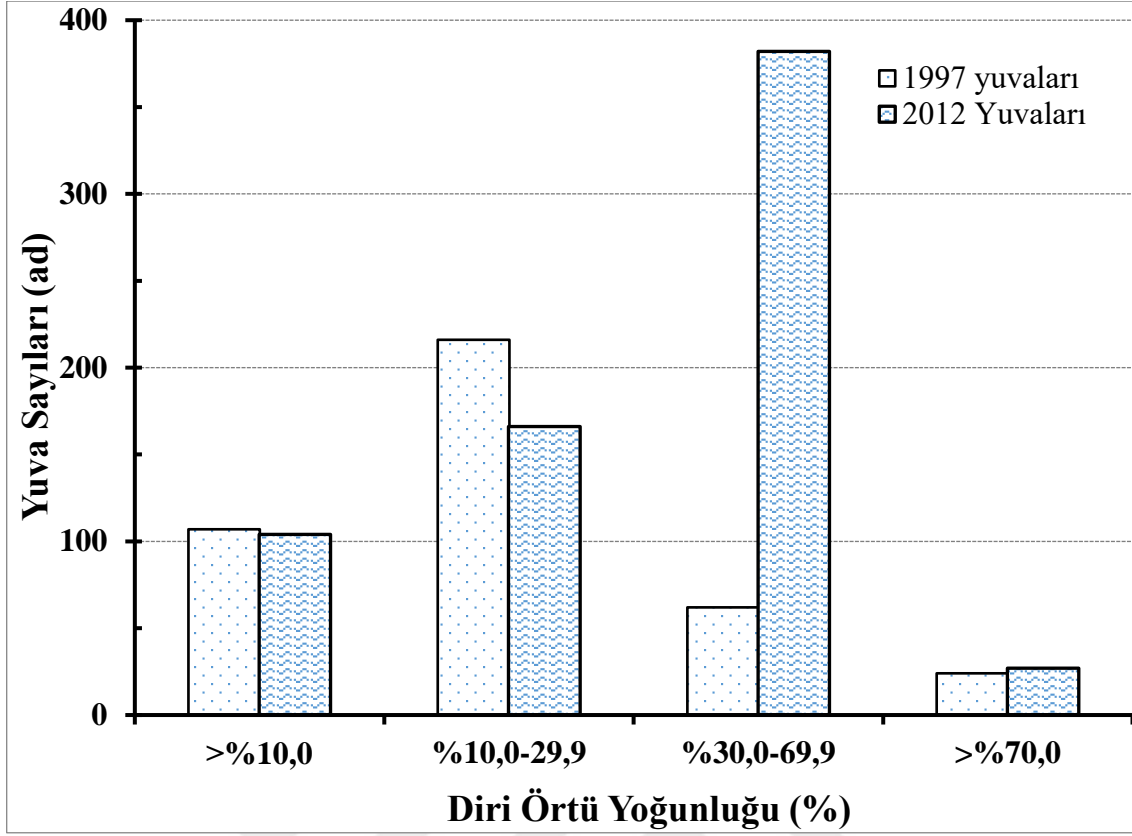
		Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Meşcere Tipi 1997	Gruplar Arası	59,625	3	19,875	19,959	,000
	Gruplar İçi	149,369	150	,996		
	Toplam	208,994	153			
Meşcere Tipi 2012	Gruplar Arası	21,771	3	7,257	7,796	,000
	Gruplar İçi	139,632	150	,931		
	Toplam	161,403	153			

Çizelge 4.26. Meşcere kapalılığına göre diri örtü yoğunluğu grupları eğiliminin değerlendirilmesi (Anova).

		Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Diri Örtü Yoğunluğu (%)1997	Gruplar Arası	22,903	3	7,634	11,049	,000
	Gruplar İçi	103,643	150	,691		
	Toplam	126,545	153			
Diri Örtü Yoğunluğu (%) 2012	Gruplar Arası	12425,403	3	4141,801	10,370	,000
	Gruplar İçi	59913,220	150	399,421		
	Toplam	72338,623	153			

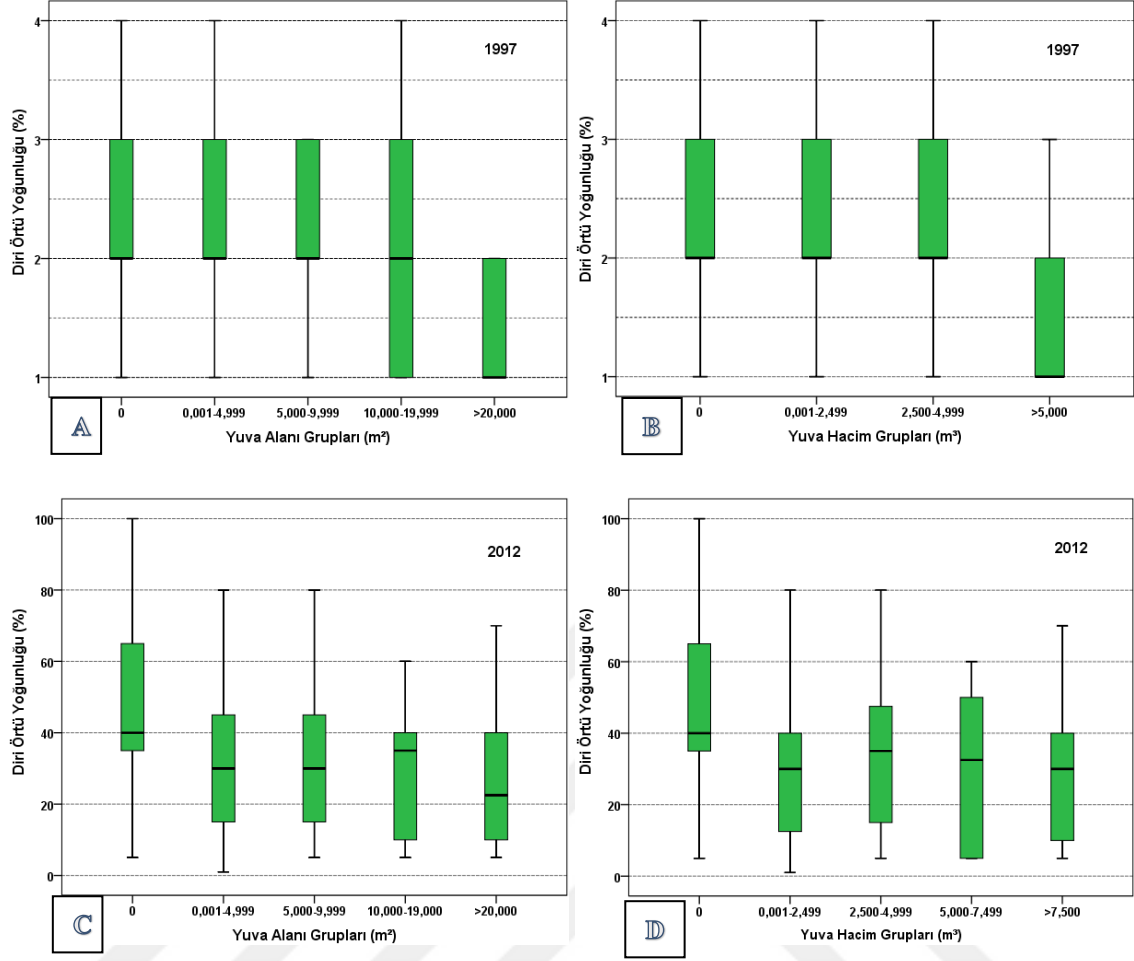
#### 4.4.6. Diri Örtü

Diri örtü karınca yuva potansiyeli için önemli fakat bu potansiyeli tek başına açıklayan bir ekolojik faktör değildir (SPSS 18.0, Faktör analizi). Özellikle diri örtüyü oluşturan katmanlar olarak farklı afid türleri, fungus, tohum, yapı materyali ve bunun koruyucu kimyası veya aroması özellikleri ile *F. rufa*'nın tercihlerinin uygunluğu yönünden önemlidir. Burada birim alanda yıllara göre diri örtünün değişimi ve yuva varlığı, büyüklüğü ve yönetici yuvanın diri örtü yönünde etkinliği değerlendirilmiştir.



Şekil 4.31. 1997 ve 2012 yılı diri örtü yoğunluğuna göre yuva sayılarının değişkenliği.

Yıllara göre yuva sayısı ve diri örtü yoğunluğu değişimi ile her kademedede farklılaşma görülmekte (Şekil 4.31) ve bunun içinde üretim faaliyetleri gibi önemli motive edici işletme uygulamaları da bulunmaktadır. Ancak diri örtü gruplarında değişimi yuvanın kapladığı alan ve hacim daha iyi açıklayabilir. Yıllara göre hektarda yuva alanı ve yuva hacim grupları ile diri örtü yoğunluğu arasında anlamlı ilişkiler görülmektedir. Buna göre yuva alanı ve yuva hacim gruplarının hiç bulunmadığı alanlarda diri örtünün en yüksek olduğu (%46,09), ancak yuva alanı ve yuva hacim gruplarının bulunduğu veya arttığı alanlarda diri örtünün azaldığı ve özellikle belli bir optimum aralıkta (%27,86-30,90) değişim yaptığı ortaya konulmuştur (Şekil 4.32). Veriler birlikte değerlendirildiğinde ve uygulanan Post hoc (Games-Howell-1997 ve Duncan-2012) testi sonucundaki veriler bu farklılaşmanın birinci grup ve son gruba yakın kümeler veya arasındaki farklılıktan kaynaklandığını ifade etmektedir (Çizelge 4.27, Çizelge 4.28 ve Çizelge 4.29).



Şekil 4.32. Yıllara göre yuva alanı ve yuva hacmi ile diri örtü yoğunluğu arasında ilişkiler: A. 1997 yılı yuva alanı grupları ve diri örtü yoğunluğu, B. 1997 yılı yuva hacim grupları ve diri örtü yoğunluğu, C. 2012 yılı yuva alanı grupları ve diri örtü yoğunluğu, D. 2012 yılı yuva hacim grupları ve diri örtü yoğunluğu.

Çizelge 4.27. Yuva alanı ve hacim grupları ile diri örtü yoğunluğu ortalaması ilişkisi.

Grup No.	Yuva Alanı Grupları ve Ortalaması					Yuva Hacim Grupları ve Ortalaması				
	1997 Yılı		2012 Yılı			1997 Yılı		2012 Yılı		
	N	Ortalama	N	Ortalama		N	Ortalama	N	Ortalama	
1	44	2,48	23	2,96	46,09	44	2,48	23	2,96	46,09
2	52	2,38	40	2,42	30,90	68	2,34	56	2,36	28,23
3	27	2,26	29	2,52	30,34	22	2,23	27	2,59	34,07
4	22	2,00	34	2,35	29,71	20	1,65	18	2,28	29,17
5	9	1,33	28	2,36	27,86	-	-	30	2,43	29,33
Toplam	154	2,27	154	2,49	32,25	154	2,27	154	2,49	32,25

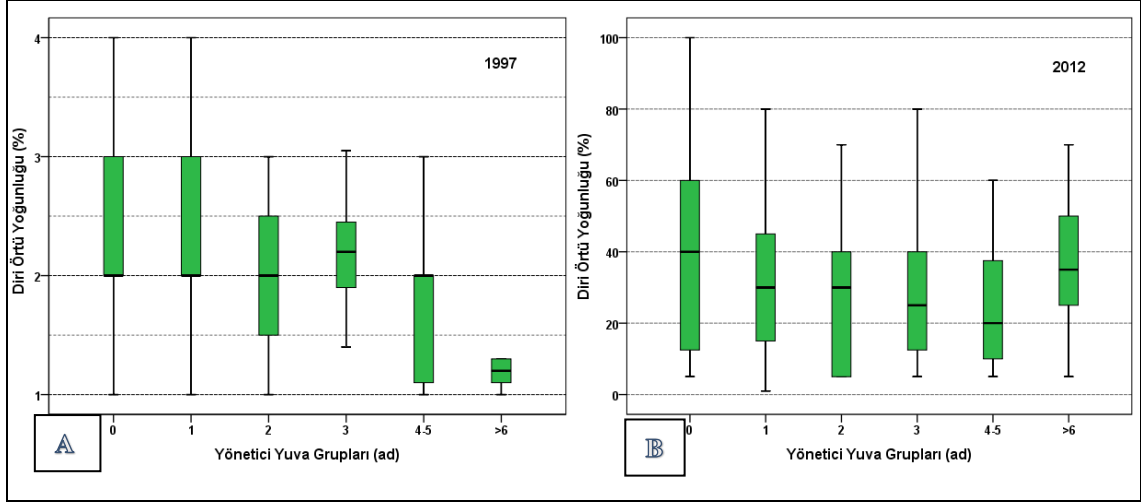
Çizelge 4.28. Diri örtü yoğunluğuna göre yuva alanı grupları eğiliminin değerlendirilmesi (Anova).

		Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.
1997	Gruplar Arası	12,075	4	3,019	3,929	,005
	Gruplar İçi	114,470	149	0,768		
	Toplam	126,545	153			
2012	Gruplar Arası	5342,158	4	1335,540	2,970	0,021
	Gruplar İçi	66996,465	149	449,641		
	Toplam	72338,623	153			

Çizelge 4.29. Diri örtü yoğunluğuna göre yuva hacim grupları eğiliminin değerlendirilmesi (Anova).

		Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.
1997	Gruplar Arası	9,934	3	3,311	4,259	0,006
	Gruplar İçi	116,611	150	,777		
	Toplam	126,545	153			
2012	Gruplar Arası	5823,797	4	1455,949	3,261	0,013
	Gruplar İçi	66514,827	149	446,408		
	Toplam	72338,623	153			

Yönetici yuva, mevki kazanımı veya seçilimi ile karıncanın biyolojik çevre mutualizmi için uygun döngülerin sürdürülebildiği veya bu kazanımların belli bir direnç predasyonu ile korunmaya dönüştürüldüğü habitatlardır. Yönetici yuva grupları ile diri örtü yoğunluğu ortalaması arasında genellikle negatif yönde bir ilişki görülmektedir. İlaveten bu ilişki sahada ortalama 4-5 adet yönetici yuvaya kadar devam etmektedir (Çizelge 4.30, Çizelge 4.31). Sonrasında 6 adet ve daha fazla yönetici yuvanın bulunduğu ortamlarda ya yuvaların veya ortam faktörlerinin dirençleri eğilim üzerinde etkili olmaktadır (Şekil 4.33). Başka bir ifadeyle on yıldan fazla sahada kalan büyük yuvalar diri örtü yoğunluğunun belli bir oranda artışına dahi direnç gösterebilmektedir.



Şekil 4.33. Yıllara göre yönetici yuva grupları ve diri örtü yoğunluğu arasında ilişkiler: A. 1997 yılı yönetici yuva grupları ve diri örtü yoğunluğu, B. 2012 yılı yönetici yuva grupları ve diri örtü yoğunluğu.

Çizelge 4.30. Yönetici yuva grupları ile diri örtü yoğunluğu ortalaması ilişkisi.

Yönetici Yuva Grupları	1997 Yılı		2012 Yılı		
	N	Ortalama	N	Ortalama	
Yuva sayısı, 0	67	2,43	40	40,38	2,73
Yuva sayısı, 1	39	2,41	33	30,03	2,48
Yuva sayısı, 2	24	2,00	25	26,00	2,24
Yuva sayısı, 3	13	2,15	19	29,47	2,37
Yuva sayısı, 4-5	6	1,85	19	25,00	2,26
Yuva sayısı, 6 ve daha fazla	5	1,18	18	37,50	2,72
Toplam	154	2,27	154	32,25	2,49

Çizelge 4.31. Diri örtü yoğunluğuna göre yönetici yuva grupları eğiliminin değerlendirilmesi (Anova).

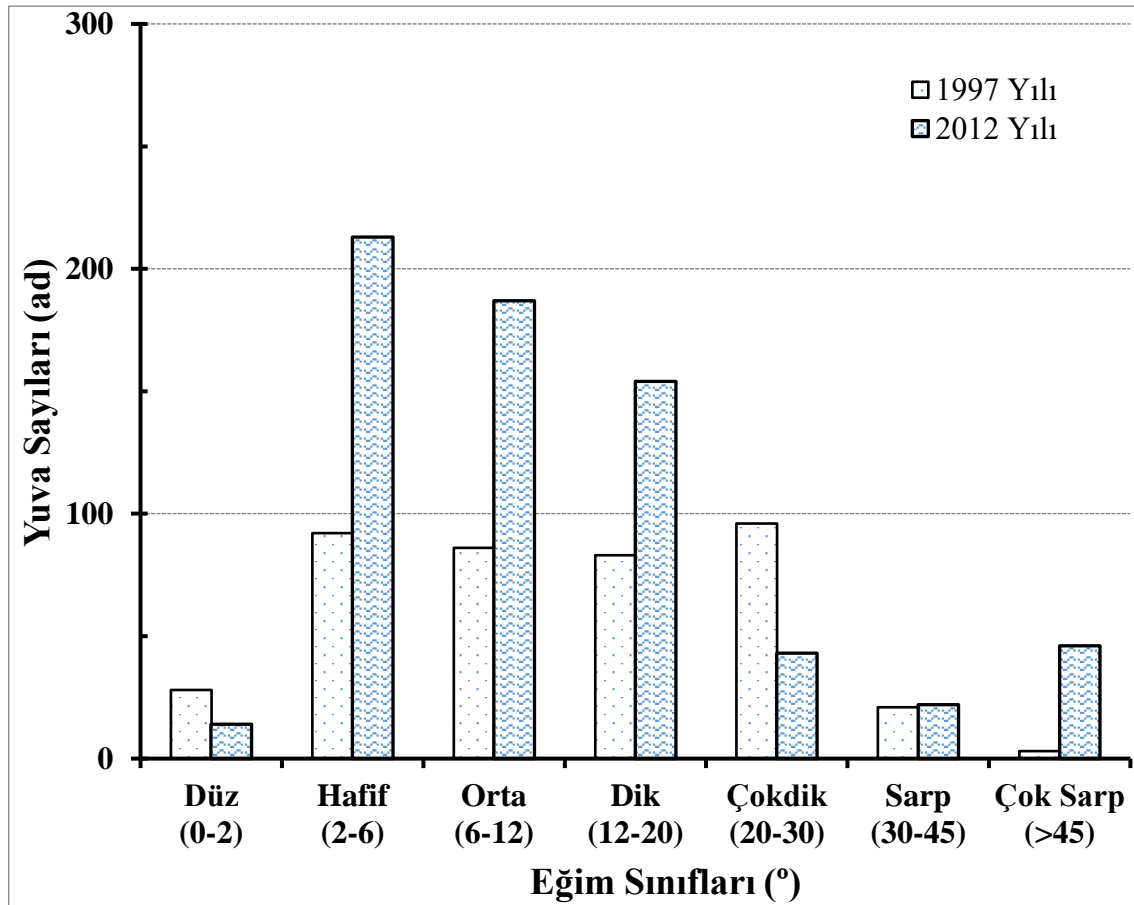
		Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.
1997	Gruplar Arası	11,466	5	2,293	3,225	0,009
	Gruplar İçi	105,259	148	0,711		
	Toplam	116,725	153			
2012	Gruplar Arası	5421,042	5	1084,208	2,398	0,040
	Gruplar İçi	66917,582	148	452,146		
	Toplam	72338,623	153			

#### 4.4.7. Konum ve Topoğrafya

##### 4.4.7.1. Eğim

Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartlarına göre yedi eğim sınıfı oluşturulmuştur.

Deneme alanlarında belirlenen bu yedi sınıfın dağılımı Çizelge 4.17’de belirtilmiştir. Birim alandaki yuva yoğunluğuna göre Kırmızı orman karıncası, 1997 yılında önem sırasına göre çok dik, hafif, orta ve dik eğimli alanlar olarak toplam yuva sayısı oranının %87,28’ini karşılamaktadır. 2012 yılında sırasıyla dik, orta, hafif ve çok sarp eğimli alanları tercih etmekte olduğu alanlarda yuva sayısı oranı %75,60 olarak görülmektedir. Araştırma alanında 1997 yılında 2°-30° eğimli alanları tercih ederken 2012 yılında da genelde 2°-20° eğimli alanlar ile ekstrem >45° olan çok sarp eğimli alanları tercih etmiştir. Ancak 2012 yılında karıncanın; özellikle sarıçamın saf veya karışık meşcere kuruluşunda olduğu çok sarp eğim sınıfını da (>45°) tercih ettiği, bu eğimde yuva yoğunluğu %15,9 olarak tespit edildiği görülmektedir (Şekil 4.34).

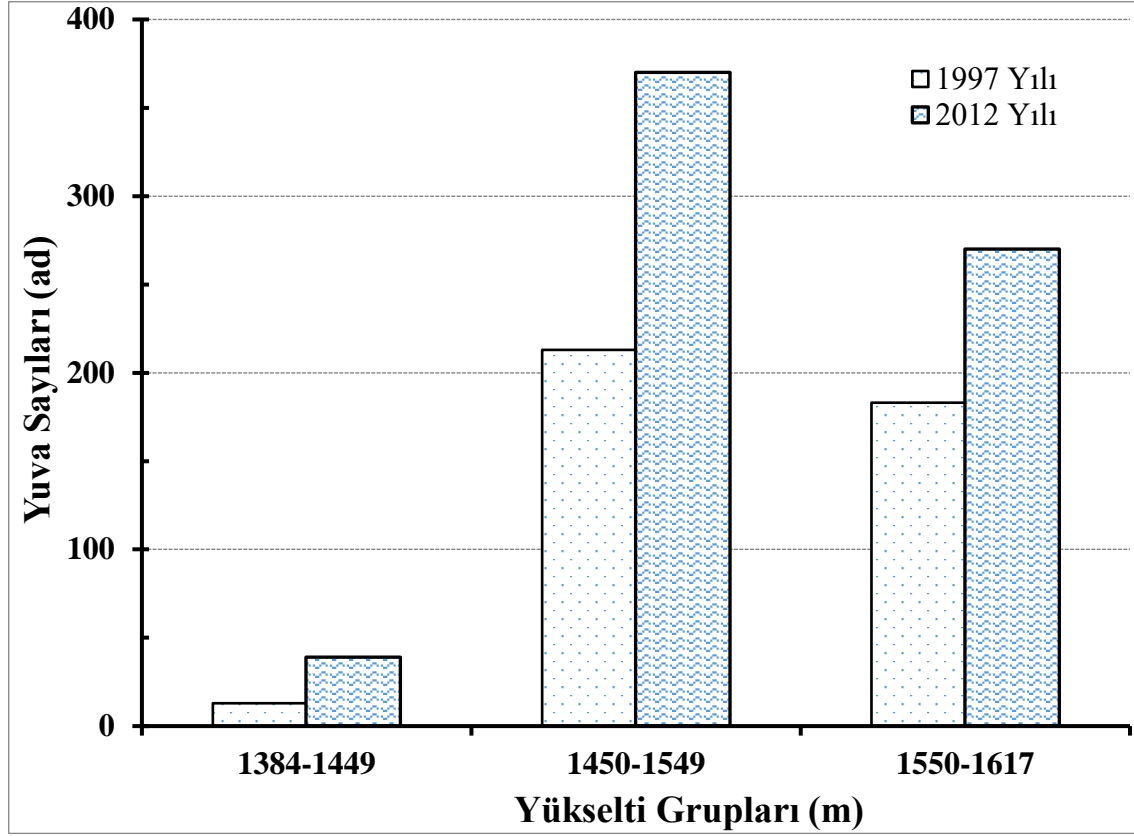


Şekil 4.34. Yıllara göre eğim grupları ve yuva sayısı ilişkisi.

#### 4.4.7.2. Yükselti

Karıncaların yuva kurmada sırasıyla 1450-1549 (orta), 1550-1617 (Üst) ve 1383-1449 (Alt) yükselteleri tercih ettiği tespit edilmiştir. 1997 yılında yuvaların %52,08’i (3,00 ad/ha) ve 2012 yılında %43,74’ü (5,21 ad/ha) orta yükseltide kurulmuştur (Şekil 4.35). Yükseltiye bağlı olarak ortam sıcaklığının değişmesi gözönünde bulundurulduğunda

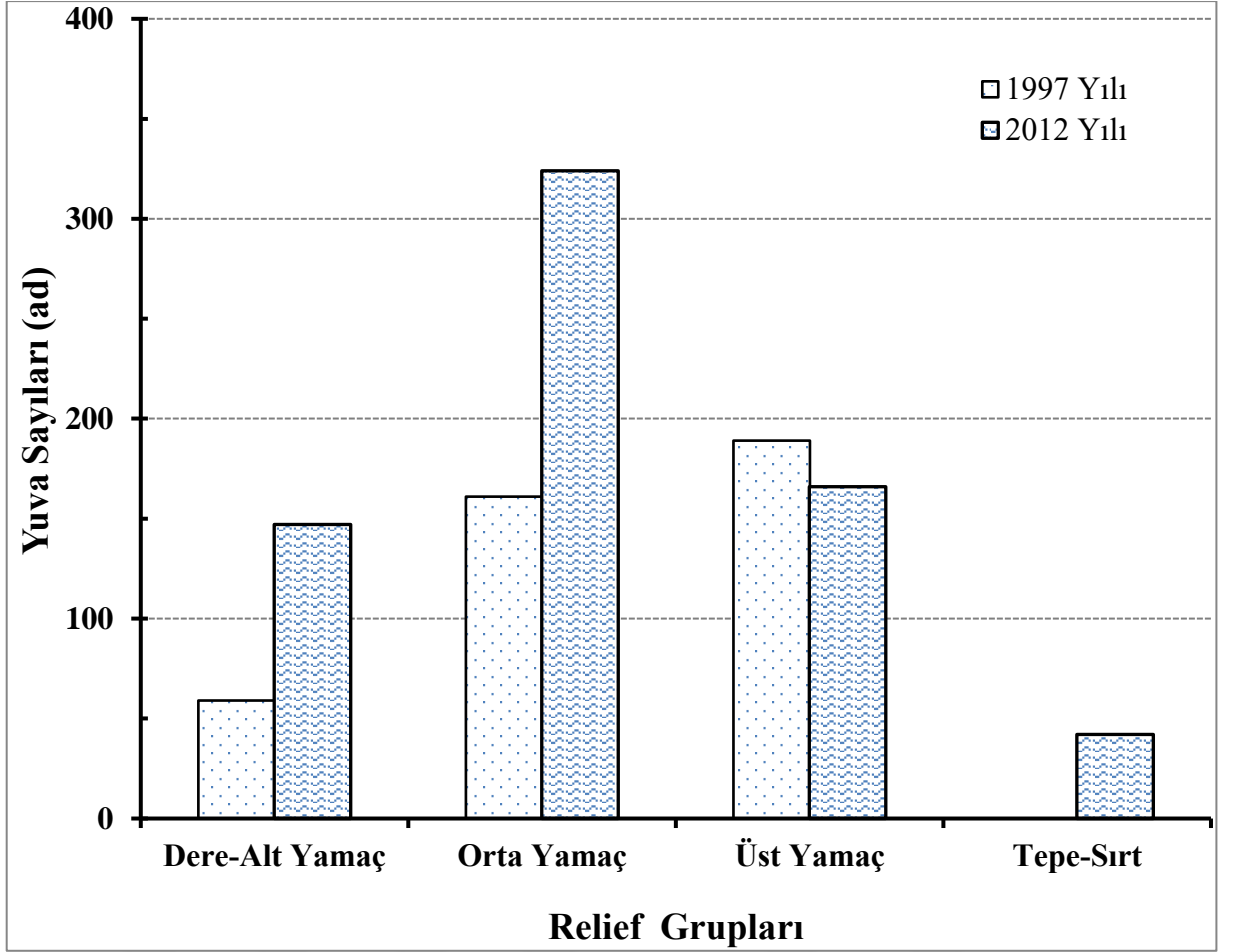
sıcaklıkların 1997 yılında yıllık ortalama sıcaklık 9,76 °C iken karıncanın faal olduğu aylarda 13,00 °C ve 2012 yılında ise yıllık ortalama sıcaklık 11,78 °C iken karıncanın faal olduğu aylarda 16,01 °C olduğu görülmüştür.



Şekil 4.35. Yıllara göre yükselti grupları ve yuva sayısı ilişkisi.

#### 4.4.7.3. Reliyef

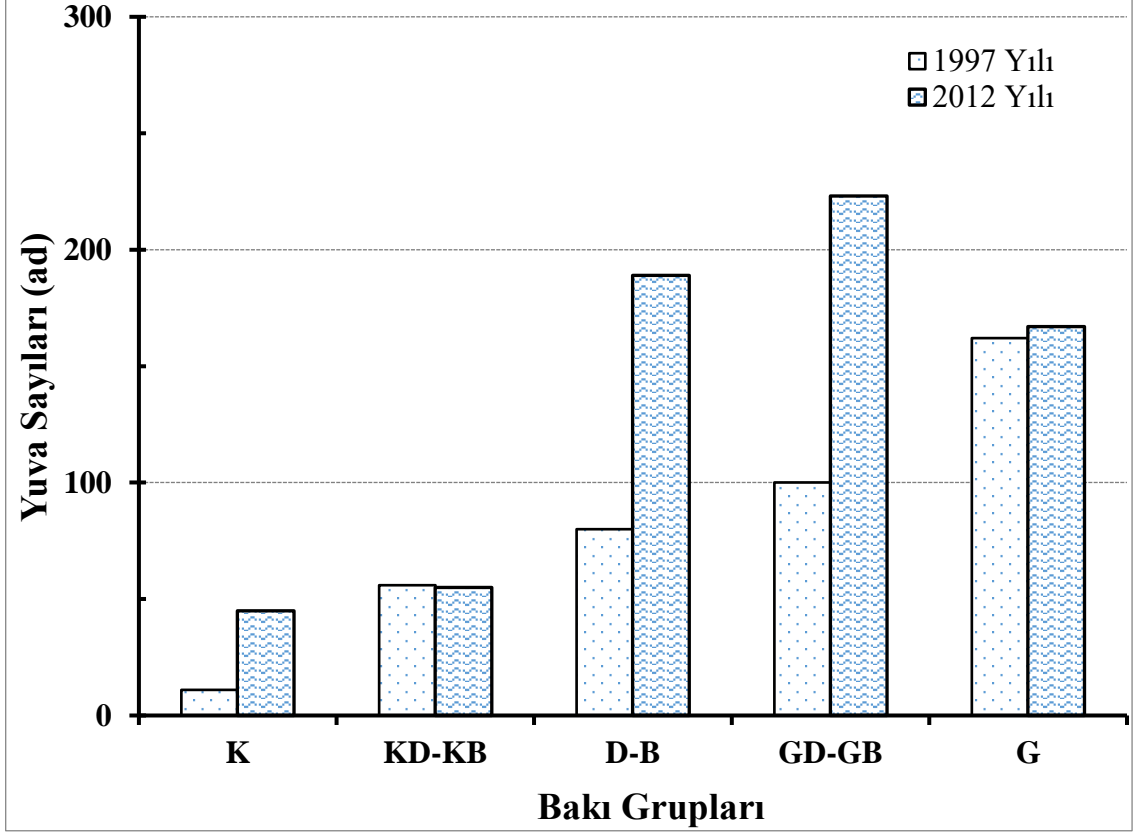
Yaban hayatında dere-alt yamaç ile orta yamaç arası riperian zonu veya önemli kenar etki alanıdır. Yaban hayatı yöneticileri bir tür için yaşam ortamı kapasitesinin belirlenmesini amaçlıyorsa besin üretimi, barınak ve yeterli kenar etki alanı gibi üç önemli unsuru dikkate almak zorundadır. Araştırma alanında 1997 yılında üst yamaç ve orta yamaç tercih edilirken, 2012 yılında orta yamaç belirgin olarak daha çok tercih edilmiştir (Şekil 4.36).



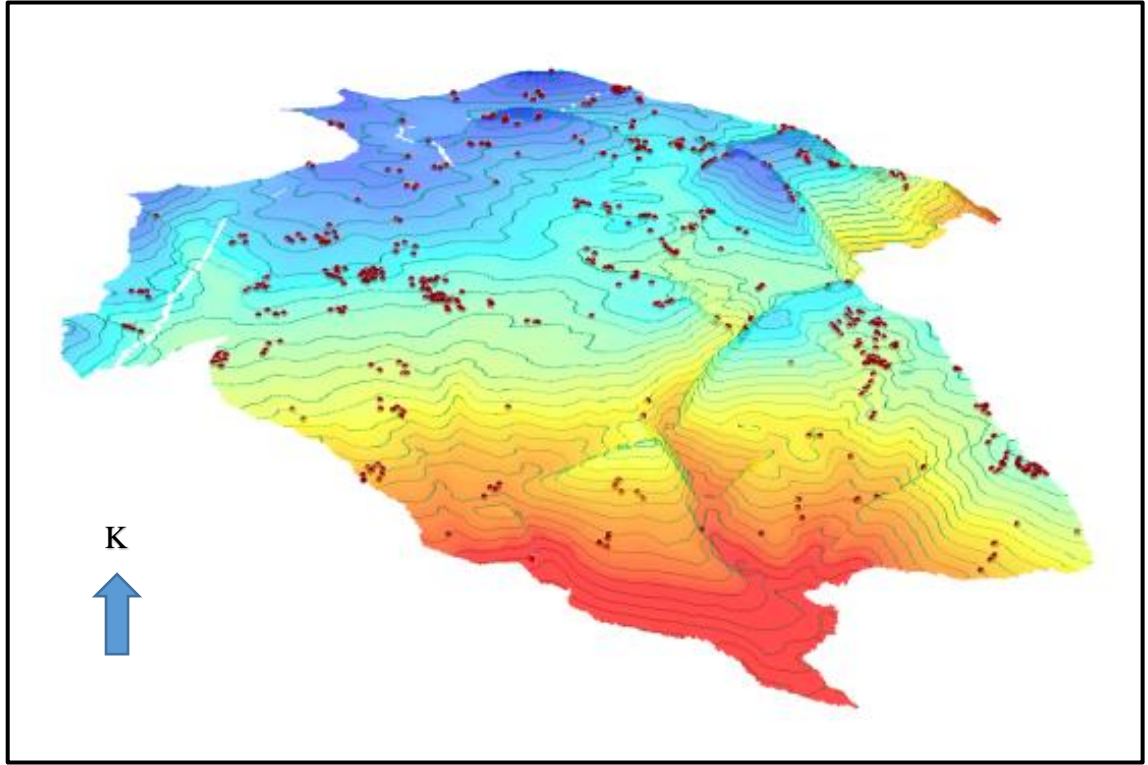
Şekil 4.36. Yıllara göre relief grupları ve yuva sayısı ilişkisi.

#### 4.4.7.4. Bakı

Şerif Yüksel Araştırma Ormanı Aladağ'ın üst silsilesi içerisinde yer alan orta derecede engebeli bir arazi yapısıyla her yöne bakışı bulunmaktadır. Bu yüzden bakı grubu güneşlenme enerjisi bakımından farklı etkileşimleri nedeniyle ana, ara ve dereceli yön bakıları ilişkilendirilmiştir. 1997 yılında yuvalar sırasıyla Güney, Güney doğu-Güney batı ve Doğu-Batı yönlerinde kurulmuştur. Benzer şekilde 2012 yılında Güney doğu-Güney batı, Doğu-Batı ve Güney yönlerinde kurulmuş olup sadece sıralama değişmiştir. 1997 yılının ortalama sıcaklık değerlerinin 2012 yılına göre 2,02 °C daha düşük olması yuvanın Güney bakılarda belirgin olarak yoğunlaşmasını açıklamaktadır (Şekil 4.37).



Şekil 4.37. Yıllara göre bakı grupları ve yuva sayısı ilişkisi.



Harita 4.6. Bakı durumuna göre yuva yerlerinin dağılımı.

#### 4.4.8. Klimatik Faktörler

Bu bölümde 1997 ve 2012 yılına ait veriler değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme; geçmiş yılların çevresel etkilerinde varlığını sürdüren çok yıllık yönetici yuvalar ile aynı yıl içinde mevsimsel etkilerle oluşturulan genç veya tomurcuk yuvaların değerlendirilmesi şeklindedir.

Bu orman alanında yağış, sel ve yüksek nem etkisiyle karıncaların yönetici yuvaları riparian alanlardan uzak olması gerekirken diğer taraftan su esas olmak üzere besin ve biyolojik çeşitliliğin yüksek olduğu bu alandan da kaçınmaması gerekmektedir. Ancak tüm bu durumlar *F. rufa*'nın habitatında zorunlu olarak bulunması gereken ekolojik katmanların sürekliliği içinde değerlendirilmesi gerekmektedir.

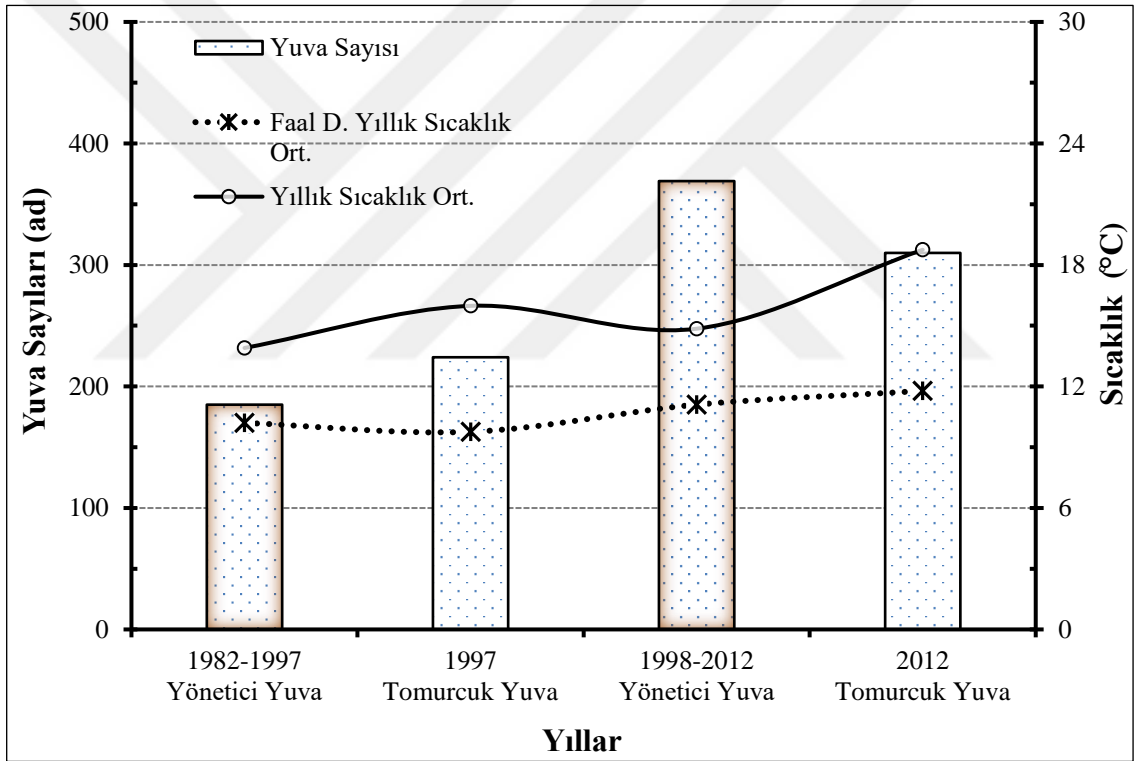
Böcek türleri için optimum nem ve sıcaklıklar vardır. Bu değerlerin altında veya üstünde olursa böceklerin üreme ortamı etkilenir, yumurta yapabilme kapasitesi düşer veya varlığını sürdüremez. Grup istatistiklerine göre 1997 ve 2012 yılları arasında geçen sürede yıllık yuva sayısı, yuva alanı ve yuva hacim ortalaması sırasıyla 1.66, 2.05 ve 2.17 kat olarak artmıştır. Bu artış nedeni olarak iklimik ve iklimik olmayan çevre faktörleri ile birlikte besin miktarı, cinsi ve kalitesindeki değişimler de gösterebilir. Böceklerin populasyon dalgalanmalarında iklimik faktörler birinci, biyotik faktörler ikinci derece etkiye sahiptir [80].

1997 ve 2012 yılları baz alınarak, iklim faktörlerinden sıcaklık, yağış ve bağıl nem koşullarının sınırlayıcı etkileri gözönünde bulundurulduğunda karıncanın riparian zon ile tepe relieflerinden kaçındığı gözlenmiştir. Özellikle 1997 yılı ve öncesi yıllarda yağışların yüksek olması ve yıllık ortalama sıcaklığın da düşük olması nedeniyle yönetici ve tomurcuk yuvalar %46,21 oranında üst yamaçta ve daha sonra %39,36 oranında orta yamaçta kurulumu tercih edilmiştir (Çizelge 4.32). 1997 yılında yönetici yuvaların orta ve üst yamaçta kendi sayılarına uygun tomurcuk yuvalarla birlikte pozitif yönde saha işgali ile geniş alanda besin taşımaya, riparian zonunda ise negatif yönde yuva onarımı ve dar alanda besin taşımaya odaklandığı görülmektedir.

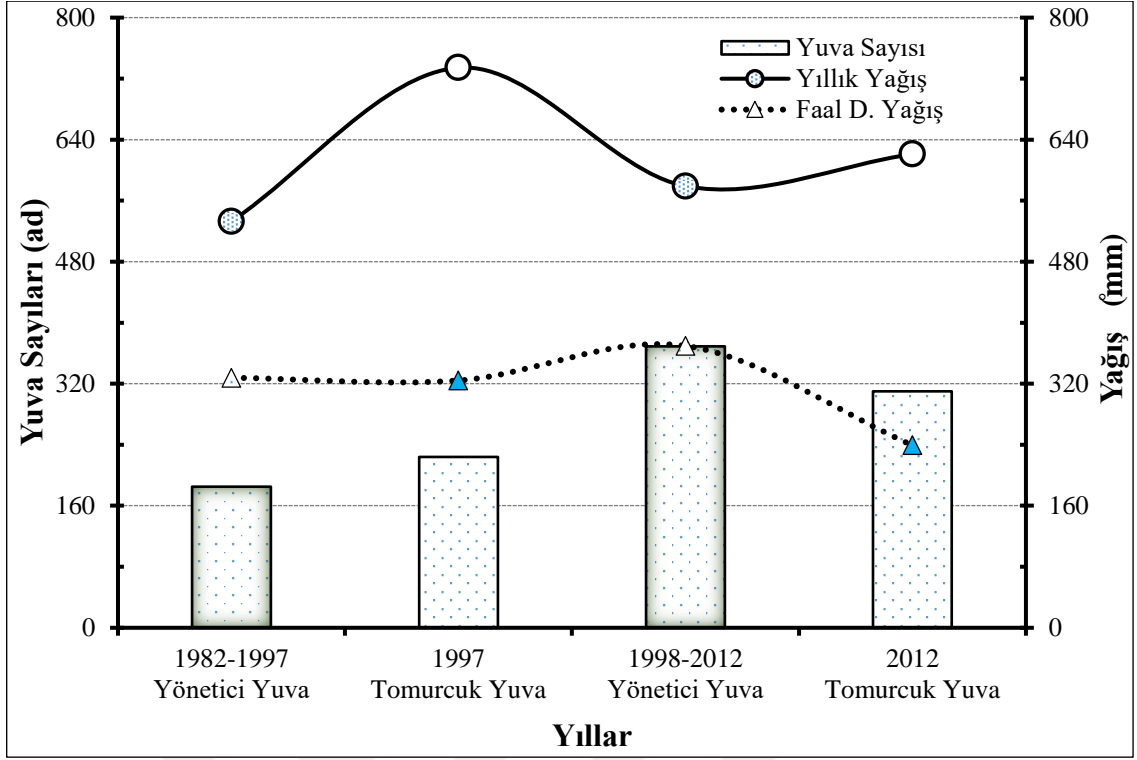
Bu durumun aksine yıllık yağışın azalması, bağıl nemin düşmesi ve sıcaklığın arttığı 2012 yılında özellikle su stresine karşı karınca yönetici ve tomurcuk yuvaları %47,72 oranda dereye daha yakın orta yamaçta kurmuştur (Şekil 4.38, Şekil 4.39).

Çizelge 4.32. Çalışma alanı iklim verileri ile tek ve çok yıllık yuvalar.

Yıl	Yıllık			Mart-Ekim Ayları Faal Dönem			Yuva Sayısı (ad)
	Sıcaklık Ort. (°C)	Bağıl Nem Ort. (%)	Top. Yağış (mm)	Bağıl Nem Ort. (%)	Sıcaklık Ort. (°C)	Toplam Yağış (mm)	
1982-1997	10,20	74,20	532,80	72,13	13,90	327,80	185
1997	9,76	78,04	<b>734,30</b>	75,96	15,98	<b>324,20</b>	224
1998-2012	11,10	73,60	579,10	71,55	14,85	369,60	369
2012	11,78	71,79	<b>621,00</b>	67,67	18,75	<b>239,30</b>	310



Şekil 4.38. Sıcaklık ile yönetici yuva ve tomurcuk yuva sayıları ilişkisi.



Şekil 4.39. Yağış ile yönetici yuva ve tomurcuk yuva sayıları ilişkisi.

#### 4.5. BESLENME ALIŞKANLIKLARI (III) (IV) (V) (VI) (VII)

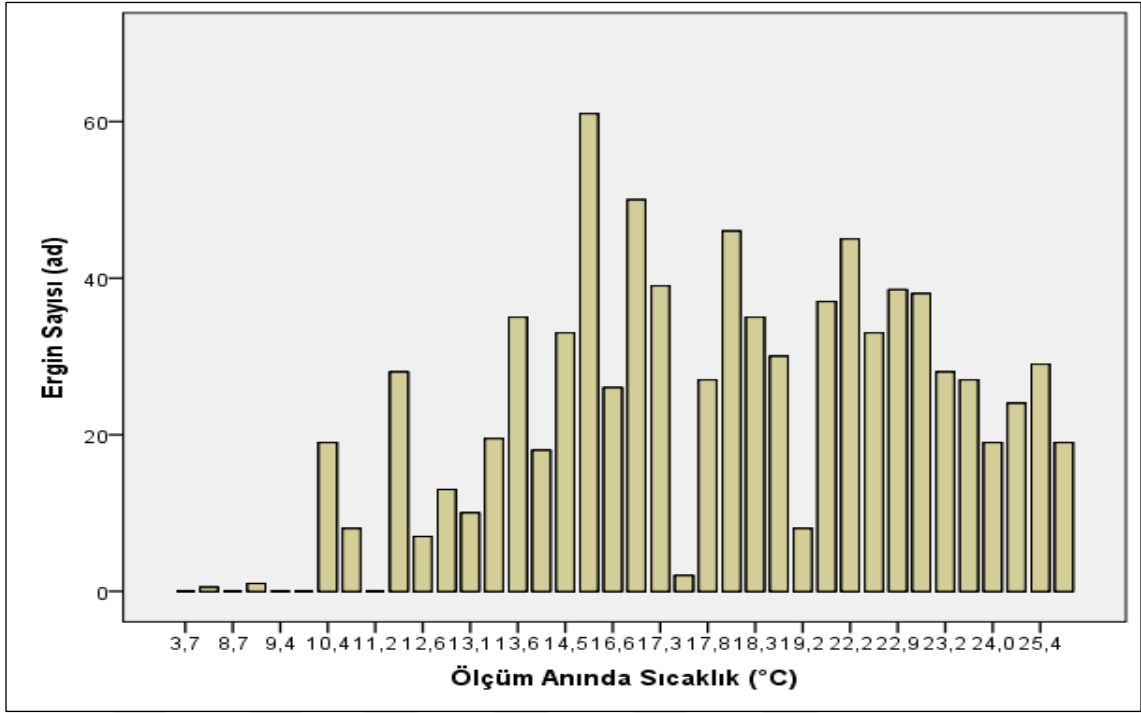
##### 4.5.1. Besin ve iklim ilişkileri

Besin ve iklim ilişkilerini belirlemek amacıyla iki farklı meşçerede (saf sarıçam ve göknar+sarıçam) saatlik sıcaklık ve nem ölçümleri yapılarak; buna göre anlık ve günlük sıcaklık-nem verileriyle besin ve yuva materyali ilişkileri ortaya konulmuştur.

##### 4.5.1.1. Sıcaklık ve Besin Etkileşimi

Saf göknar meşçeresinde anlık ölçülen sıcaklık, ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık ve minimum sıcaklık değerleri ile ergin böcek sayısı arasında artan yönde anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Buna bağlı olarak ergin böceklerin yuvaya taşınması daha fazla olmaktadır. Ortalama sıcaklık ve maksimum sıcaklık değerleri ile hayvansal ürün sayısı arasında artan yönde anlamlı ilişki gözlenmiştir.

Göknar+sarıçam meşçeresinde böcek materyali, hayvansal ürün, ergin böcek, bitki ve tohum sayısı ile ölçüm anında sıcaklık, ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık ve minimum sıcaklık değerleri arasında anlamlı artan yönde ilişkiler bulunmuştur. Her iki meşçerede kırmızı orman karıncasının besin ve yuva materyallerini yuvaya taşımasında gün içerisinde değişen sıcaklıkların önemli bir etkisi vardır (Şekil 4.40, Çizelge 4.33).



Şekil 4.40. Anlık sıcaklıkla yakalanan böcek sayısı arasındaki ilişki.

Çizelge 4.33. Sıcaklık ve bağıl neme göre besin ve yuva materyali ilişkisi (r).

Meşcere Tipi	Besin ve Yuva Materyali	Anlık Sıcaklık (°C)	Ort. Sıcaklık (°C)	Max. Sıcaklık (°C)	Min. Sıcaklık (°C)	Anlık Bağıl Nem (%)	Bağıl Nem (%)
Gök nar+Sarıçam (Kocayamık)	Böcek Sayısı	0,379* <sup>7</sup>	0,404** <sup>8</sup>	0,472**	0,310*	-0,472**	-0,437**
	Diğer Hayvansal Ürün						-0,310*
	Hayvansal Ürün	0,396**	0,407**	0,476**	0,330*	-0,470**	-0,457
	Ergin Böcek Sayısı	0,496**	0,420**	0,454**	0,431**	-0,379*	-0,385
	Tohum	0,435**	0,469**	0,510**	0,439**		-0,384
	Bitkisel Ürün	0,385**	0,385**	0,417**	0,387**		-0,367*
Saf Gök nar (Çayırılık)	Böcek Sayısı					-0,296*	-0,323*
	Diğer Hayvansal Ürün						
	Hayvansal Ürün		0,317*	0,308*			-0,297*
	Ergin Böcek Sayısı	0,342*	0,369*	0,352*	0,342*		-0,331*
	Tohum						
	Bitkisel Ürün						

#### 4.5.1.2. Bağıl Nem ve Besin Etkileşimi

Saf göknar meşceresinde ölçüm anındaki bağıl nem değerleri ile böcek materyali, ortalama bağıl nem değerleri böcek materyali, hayvansal ürün ve ergin böcek sayısı arasında azalan yönde ilişkiler görülmektedir.

*Formica rufa*'nın besin ve yuva materyallerini yuvaya taşımada yüksek bağıl nem değerlerinin genellikle olumsuz etkileri görülmektedir.

Gök nar+sarıçam meşceresinde böcek materyali, hayvansal ürün, ergin böcek sayısı arasında azalan yönde ilişki görülmektedir. Ortalama bağıl nem değerleri ile böcek materyali, hayvansal ve diğer hayvansal ürünler, ergin böcek sayısı, bitki ve tohum sayısı arasında anlamlı azalan yönde ilişkiler gözlenmiştir.

<sup>7</sup> \*: p<0,05

<sup>8</sup> \*\*: p<0,01

#### **4.5.2. Zamansal Besin ve Yuva Materyali Tercihi (IV)**

Karıncaların yuvaya getirdiği besin maddeleri Mayıs ayı başından Eylül ayına kadar 7-10 günde bir, 15 hafta ve günün üç farklı saatinde, 30 dakikalık sürelerle (09:00-09.30, 12.30-13.00 ve 16.30-17.00) yuvaya yerleştirilen ahşap giriş rampaları üzerinde toplanmıştır.

Besin toplama işlemi Ağustos ayı sonuna kadar sürdürülmüştür. Tüm yuvalarda Eylül ayının ortasında ve daha sonra yapılan gözlemlerde herhangi bir besin ve yuva materyali tespit edilmemiştir. Toplanan besin maddeleri laboratuvarında özelliklerine göre sınıflandırılmış ve teşhis edilmiştir. Daha sonra, bu örnekler preparasyon kutulara konulmuştur. Diğer taraftan her bir yuvaya getirilen besin miktarı sayısı, tarihsel olarak çizelgesine işlenmiştir. Örneklerden tür ve familya düzeyinde tanımlama yapılmasına rağmen genel olarak takım bazında teşhisler yapılmıştır. Bazı örnekler, gerekli özellikleri taşımadıkları için teşhis edilememiştir (kanat, bacak vs.).

Karıncalar tarafından yuvaya getirilen besin miktarının (adet) tarihsel olarak dağılımı değerlendirilmiştir. Besin getirisinin Çayırılık yöresinde (saf göknar) tüm yuvalarda hayvansal ve bitkisel kaynaklı besinler olarak en yoğun olduğu dönemler 29.05.2014 ve 25.06.2014 tarihlerinde olurken, Kocayanık yöresinde (karışık göknar+sarıçam) hayvansal besinler 29.05.2014 ve bitkisel besinler ise 01.07.2014 tarihlerinde miktarda fazla oldukları belirlenmiştir (Çizelge 4.34 ve Çizelge 4.35)

Çizelge 4.34. Çayrlık yöresinde besin miktarının tarihsel değişimi.

Tarih	Böcek ve diğer hayvan parçaları		Tohum ve diğer bitki parçaları	
	(ad.)	(%)	(ad.)	(%)
02.05.2014	0	0,00	0	0,00
15.05.2014	40	2,17	284	3,94
21.05.2014	40	2,17	218	3,03
29.05.2014	334	18,11	1706	23,69
05.06.2014	80	4,34	576	8,00
12.06.2014	0	0,00	0	0,00
19.06.2014	78	4,23	448	6,22
25.06.2014	290	15,73	1116	15,50
01.07.2014	60	3,25	134	1,86
10.07.2014	208	11,28	432	6,00
23.07.2014	134	7,27	172	2,39
01.08.2014	136	7,38	250	3,47
06.08.2014	164	8,89	514	7,14
14.08.2014	144	7,81	760	10,56
29.08.2014	136	7,38	590	8,19
Genel Top.	1844	100	7200	100

Çizelge 4.35. Kocayanık yöresinde besin miktarının tarihsel değişimi.

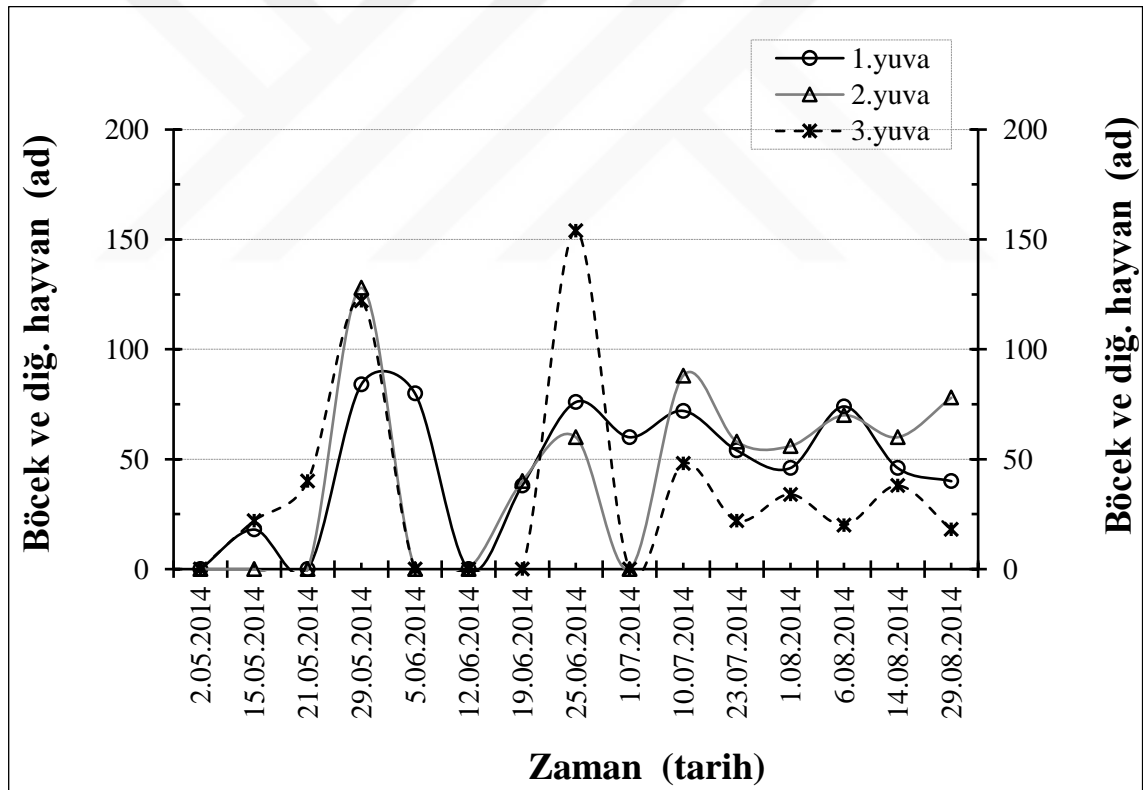
Tarih	Böcek ve diğer hayvan parçaları		Tohum ve diğer bitki parçaları	
	(ad.)	(%)	(ad.)	(%)
02.05.2014	8	0,35	8	0,11
15.05.2014	38	1,65	118	1,57
21.05.2014	68	2,94	114	1,52
29.05.2014	356	15,41	788	10,47
05.06.2014	28	1,21	228	3,03
12.06.2014	46	1,99	714	9,49
19.06.2014	192	8,31	596	7,92
25.06.2014	272	11,77	580	7,71
01.07.2014	252	10,91	1308	17,38
10.07.2014	240	10,39	676	8,98
23.07.2014	226	9,78	300	3,99
01.08.2014	168	7,27	796	10,58
06.08.2014	230	9,96	520	6,91
14.08.2014	136	5,89	768	10,21
29.08.2014	50	2,16	10	0,13
Genel Top.	2310	100,00	7524	100,00

Besin toplama tarih ve saatlerine göre getirilen besin miktarındaki değişimlere bakıldığında; besin çeşidi, mevkii ve meşcere tipi etkileri görülmektedir. Hayvansal besin olarak, Kocayanık yöresinde (GÇs) 09.00-09.30 (%30,56) ile 16.30-17.00 (%31,26) zaman aralıklarında yuvalara getirilen toplam hayvansal besin miktarının birbiriyle paralellik gösterdiği görülmektedir. 12.30-13.00 (%38,18) zaman aralığında ise yuvaya getirilen hayvansal besin miktarı ise biraz daha fazla olmuştur. Tohum ve diğer bitkisel materyal (Yuva onarımı) olarak 09.00-09.30 (%29,90) ile 12.30-13.00 (%28,18) zaman aralıklarında yuvalara getirilen toplam hayvansal besin miktarının birbiriyle paralellik

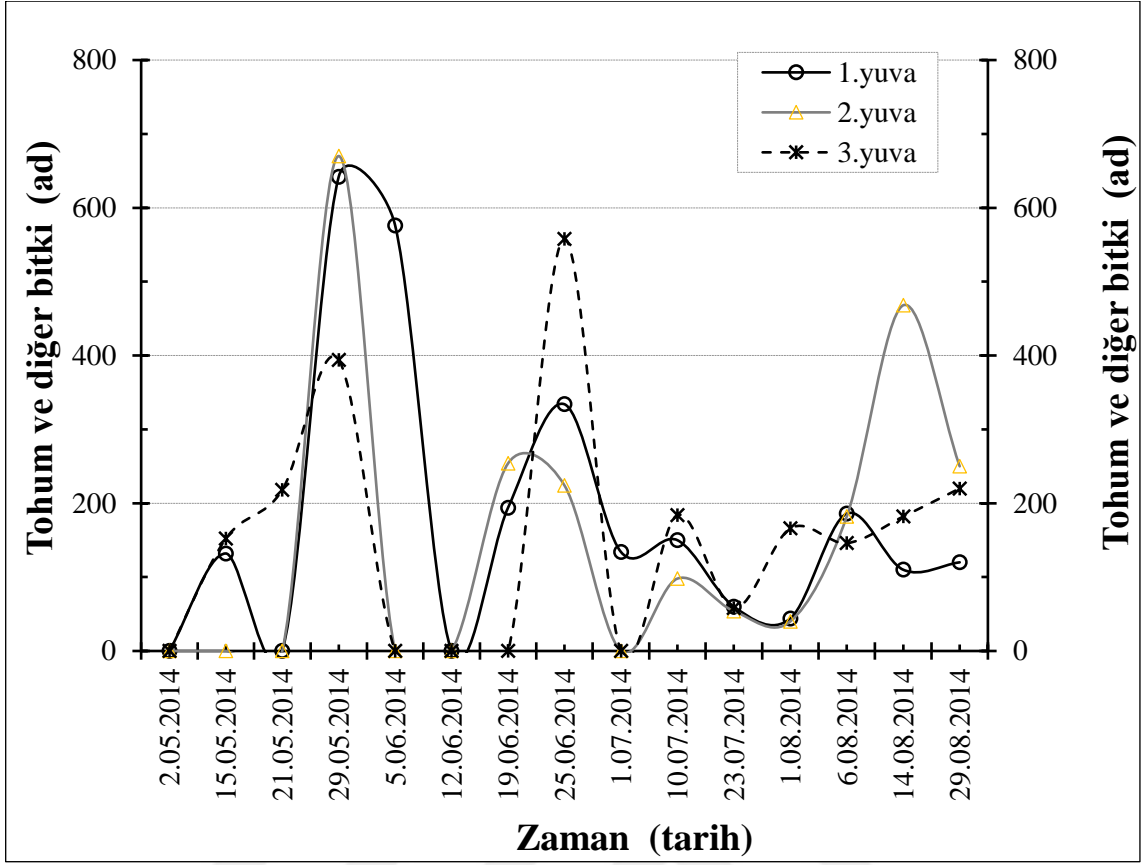
gösterdiği görülmektedir. Bitkisel materyalde 16.30-17.00 (%41,92) zaman aralığında daha yoğun taşıma gerçekleşmiştir.

Hayvansal besin olarak, Çayırılık yöresinde (G) 09.00-09.30 (%37,31) zaman aralığında yuvaya getirilen hayvansal besin miktarı daha yüksek olup, bu oran 12.30-13.00 zaman aralığında %34,60'a ve 16.30-17.00 zaman aralığında ise %28,09'a düşmüştür. Tohum ve diğer bitkisel materyal olarak benzer şekilde 09.00-09.30 zaman aralığında %37,25 oranında daha yoğun taşıma gerçekleşmiş olup, 12.30-13.00 (%31,11) ile 16.30-17.00 (%31,64) zaman aralıklarında yuvalara getirilen toplam bitkisel materyal miktarının birbiriyle paralellik gösterdiği belirlenmiştir.

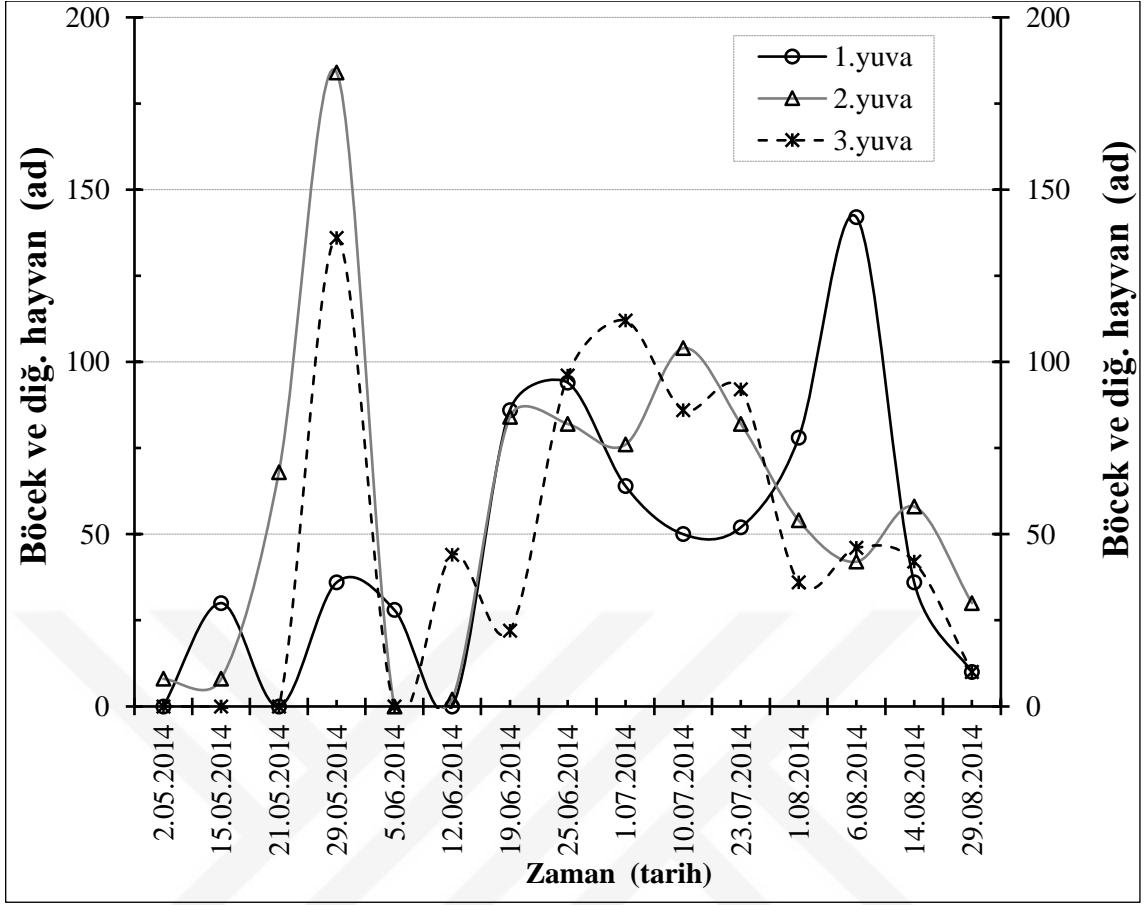
Karıncaların Çayırılık ve Kocayanık alanlarındaki üçer yuvaya sabah, öğlen ve ikinci zaman aralığında getirilen hayvansal ve bitkisel besin ile yuva materyali potansiyeli Şekil 4.41, Şekil 4.42, Şekil 4.43 ve Şekil 4.44'de görülmektedir.



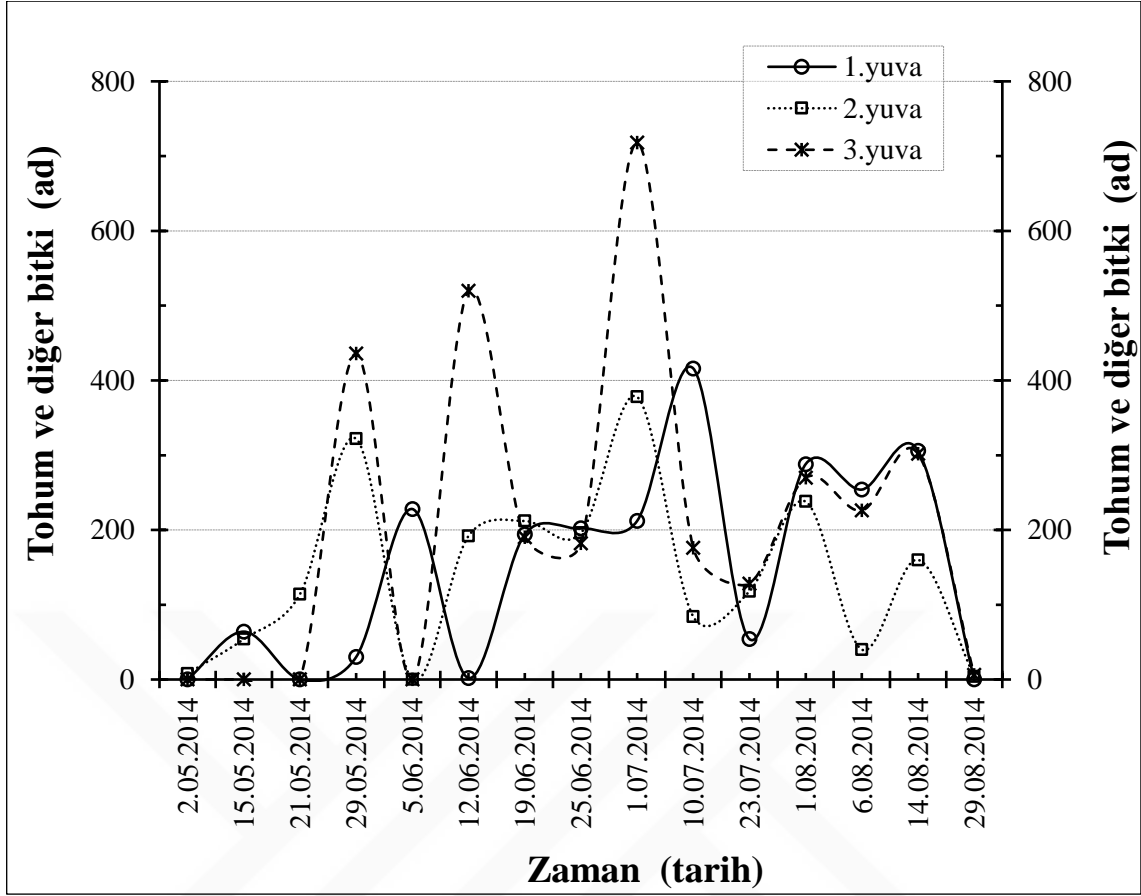
Şekil 4.41. Çayırılık yöresinde hayvansal besinin tarihe göre taşıma potansiyeli.



Şekil 4.42. Çayırılık yöresinde bitkisel materyalin tarihe göre taşınma potansiyeli.



Şekil 4.43. Kocayanık yöresinde hayvansal besinin tarihe göre taşınma potansiyeli.



Şekil 4.44. Kocayanık yöresinde bitkisel materyalin tarihe göre taşınma potansiyeli.

Besin ve yuva materyali örnekleri iki farklı meşcerede, haftada (veya 10 günde) bir ve günün üç farklı saatinde olmak üzere 15 hafta boyunca toplanmıştır. Bu süre içinde altı yuvada 18.878 adet besin ve yuva materyali örneği toplanmıştır. Çayırılık yöresinde (G) yuvaya en çok getirilen böcek takımlarından Hymenoptera (%83,18 Formicidae ölü ergini), Coleoptera, Diptera ve Homoptera türleri olduğu tespit edilmiştir. Toplanan bu ergin böceklerin toplama oranları %80,13'dir. Kocayanık yöresinde (GÇs) yuvaya en çok getirilen böcek takımlarının Diptera, Hymenoptera (%56,31 Formicidae ölü ergini), Homoptera ve Coleoptera türleri olduğu tespit edilmiştir. Toplanan bu ergin böceklerin toplam oranları %80,13'tür (Çizelge 4.36 ve Çizelge 4.37).

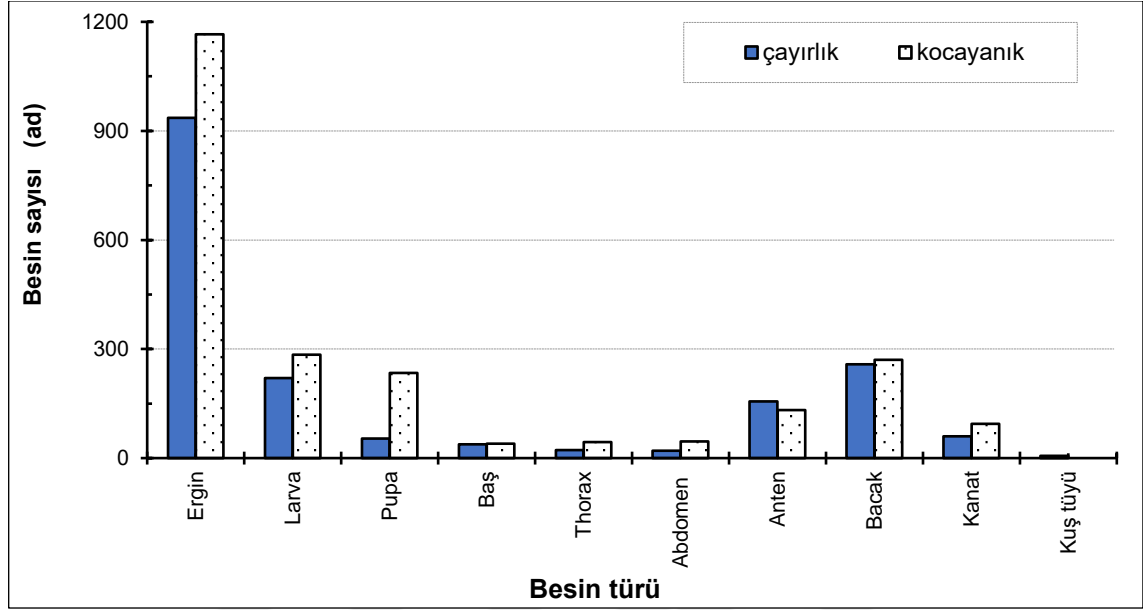
Çizelge 4.36. Çayırlik yöresinde besin miktarının tarihsel değişimi.

Tarih	Orthoptera	Dermeptera	Blattodea	Odonata	Plecoptera	Homoptera	Hemiptera	Coleoptera	Neuroptera	Tricoptera	Lepidoptera	Hymenoptera	Diptera	Karnca	Teşhis edilemeyen böcek	Böcek Top.	Annelida	Gastropoda	Arachnida	Chilopoda	Diplopoda	Malacostraca (Isopoda)	Teşhis edilemeyen (Hayvan tüyü)	Diğer Animalia top.	Genel Top.
02.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.05	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	2	20	36	0	0	2	0	0	2	0	4	40
21.05	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	10	24	38	0	0	0	0	2	0	0	2	40
29.05	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	2	18	52	238	334	0	0	0	0	0	0	0	0	334
05.06	0	0	0	0	0	0	0	66	0	0	2	0	0	4	8	80	0	0	0	0	0	0	0	0	80
12.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19.06	0	0	0	0	0	14	0	12	0	0	0	0	4	4	34	68	0	4	0	2	4	0	0	10	78
25.06	0	0	0	0	0	94	0	28	0	0	0	6	18	8	128	282	2	0	6	0	0	0	0	8	290
01.07	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	4	10	2	12	34	20	0	4	0	2	0	0	26	60
10.07	0	0	0	0	0	16	0	22	16	0	4	2	12	8	104	184	10	2	0	2	6	0	4	24	208
23.07	0	0	0	0	0	4	0	6	2	2	2	2	34	18	58	128	2	2	2	0	0	0	0	6	134
01.08	2	0	0	0	0	6	2	6	2	0	2	8	26	20	42	116	6	0	10	0	0	2	2	20	136
06.08	2	2	0	0	2	2	0	4	2	0	0	6	24	8	90	142	10	0	8	4	0	0	0	22	164
14.08	0	2	0	0	0	8	0	10	0	0	0	6	16	20	62	124	18	0	2	0	0	0	0	20	144
29.08	0	0	0	0	0	2	4	10	0	0	0	0	14	22	0	62	26	0	52	2	2	0	0	82	136
G.Top.	4	4	0	0	2	160	6	196	24	2	10	36	176	178	820	1628	94	8	86	10	16	4	6	224	1844

Çizelge 4.37. Kocayanık yöresinde besin miktarının tarihsel değişimi.

Tarih	Orthoptera	Dermeptera	Blattodea	Odonata	Plecoptera	Homoptera	Hemiptera	Coleoptera	Neuroptera	Tricoptera	Lepidoptera	Hymenoptera	Diptera	Karnca	Teşhis edilemeyen böcek	Böcek Top.	Annelida	Gastropoda	Arachnida	Chilopoda	Diplopoda	Malacostraca (Isopoda)	Teşhis edilemeyen (Hayvan tüyü)	Diğer Animalia top.	Genel Top.
02.05	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	6	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8
15.05	0	0	0	0	0	2	0	6	0	0	0	0	4	2	22	36	0	0	0	0	0	2	0	2	38
21.05	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	2	4	2	46	64	2	0	0	0	0	2	0	4	68
29.05	2	4	0	0	0	46	0	30	0	0	0	2	8	16	206	314	6	0	12	2	20	2	0	42	356
05.06	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	10	2	10	26	0	0	0	2	0	0	0	2	28
12.06	0	0	0	0	0	4	0	6	0	0	0	16	0	8	6	40	0	0	0	0	0	6	0	6	46
19.06	0	0	0	0	0	14	0	14	0	4	0	4	20	10	86	152	20	2	12	4	2	0	0	40	192
25.06	0	0	0	0	0	4	0	8	4	0	4	4	30	16	180	250	6	4	4	4	2	2	0	22	272
01.07	0	0	0	0	0	18	2	14	10	0	10	2	38	10	66	170	54	0	14	8	4	2	0	82	252
10.07	0	0	0	0	0	4	0	12	0	2	6	20	38	8	122	212	24	0	2	2	0	0	0	28	240
23.07	0	2	0	0	0	14	0	10	4	0	4	12	66	8	96	216	0	2	8	0	0	0	0	10	226
01.08	0	0	0	0	0	24	0	8	0	0	4	8	18	6	82	150	10	0	8	0	0	0	0	18	168
06.08	0	0	0	0	0	16	0	12	0	0	2	2	8	16	164	220	6	0	4	0	0	0	0	10	230
14.08	0	0	0	0	0	6	0	8	0	0	4	8	16	8	64	114	10	0	8	0	4	0	0	22	136
29.08	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	2	10	8	4	10	42	0	0	4	0	4	0	0	8	50
G.Top.	2	6	0	2	0	154	2	148	18	6	36	90	268	116	1166	2014	138	8	76	22	36	16	0	296	2310

Toplanan besin çeşitlerine bakıldığında karıncaların yuvalarına en fazla ergin bireyleri taşıdığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.38 ve Çizelge 4.39). Bunları sırasıyla bacak, larva, pupa, anten, kanat, baş, thorax ve abdomen takip etmektedir. Besinlerin çeşit olarak dağılımı Şekil 4.45’de görülmektedir.



Şekil 4.45. Böcek materyali besinlerin çeşit olarak dağılımı.

Çizelge 4.38. Çayırılık yöresinde besin miktarının tarihsel değişimi.

Tarih	Ergin	Larva ve Nimf	Pupa	Baş parçası	Thorax parçası	Abdomen parçası	Anten parçası	Bacak parçası	Kanat	Kuş tüyü	Genel Top.
02.May	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.May	20	0	0	0	0	0	2	6	12	0	40
21.May	16	0	0	0	0	2	12	10	0	0	40
29.May	96	70	2	14	0	0	44	88	20	0	334
05.Haz	72	0	0	0	0	0	2	4	2	0	80
12.Haz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19.Haz	44	6	4	0	4	0	0	8	12	0	78
25.Haz	162	40	2	6	10	10	34	20	6	0	290
01.Tem	48	2	0	2	0	0	0	8	0	0	60
10.Tem	100	24	10	6	2	4	36	22	0	4	208
23.Tem	76	24	0	2	0	2	6	24	0	0	134
01.Ağu	92	14	2	0	4	0	6	16	0	2	136
06.Ağu	74	22	20	2	2	2	8	30	4	0	164
14.Ağu	82	16	14	6	0	0	6	20	0	0	144
29.Ağu	54	2	0	0	0	0	0	2	4	0	62
Genel Top.	936	220	54	38	22	20	156	258	60	6	1770

Çizelge 4.39. Kocayanık yöresinde besin miktarının tarihsel değişimi.

Tarih	Ergin	Larva ve Nimf	Pupa	Baş parçası	Thorax parçası	Abdomen parçası	Anten parçası	Bacak parçası	Kanat	Kuş tüyü	Genel Top.
02.May	2	2	0	0	0	2	0	0	2	0	8
15.May	16	4	4	2	2	2	2	6	0	0	38
21.May	22	8	4	0	0	0	12	14	8	0	68
29.May	152	28	10	8	4	0	46	76	32	0	356
05.Haz	18	0	0	0	2	2	2	4	0	0	28
12.Haz	40	0	0	0	4	2	0	0	0	0	46
19.Haz	106	22	20	0	0	0	10	24	10	0	192
25.Haz	92	66	10	2	14	10	26	34	18	0	272
01.Tem	186	36	4	2	2	8	2	6	6	0	252
10.Tem	118	42	8	4	6	8	12	32	10	0	240
23.Tem	130	36	4	12	2	2	4	32	4	0	226
01.Ağu	86	14	36	0	0	2	4	24	2	0	168
06.Ağu	66	18	124	2	6	4	2	6	2	0	230
14.Ağu	88	8	10	8	0	0	10	12	0	0	136
29.Ağu	44	0	0	0	2	4	0	0	0	0	50
Gen.Top.	1166	284	234	40	44	46	132	270	94	0	2310

#### 4.5.2.1. Bitkisel Besin ve Yapı Materyali

Bu bölüm *F. rufa*'nın beslenme, yuva yapımı ve bitkisel materyallerinden oluşmaktadır. Karıncalar bitkisel materyal olarak sırasıyla tohum (%45,4-47,0) tohum, iğne yaprak (%19,30-24,56), reçine (%11,22-13,80) ile dal ve göknar karpeli taşımaktadırlar (Çizelge 4.40 ve Çizelge 4.41).

Çizelge 4.40. Çayrılık yöresinde bitkisel besin ve yapı materyalinin dağılımı.

Tarih	Tohum	Gök nar karpel	İğne yaprak	Dal	Kabuk	Odun	Reçine	Liken	Diğer bitki parçası	Toprak ve taş	Genel Top.
02.May	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.May	138	10	92	10	0	0	32	0	0	2	284
21.May	112	16	18	10	12	8	36	0	6	0	218
29.May	830	66	230	64	14	26	284	24	70	98	1706
05.Haz	312	6	68	18	2	4	158	4	4	0	576
12.Haz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19.Haz	114	8	140	38	0	20	92	12	20	4	448
25.Haz	494	38	346	50	12	12	148	4	8	4	1116
01.Tem	18	6	40	10	12	8	28	4	6	2	134
10.Tem	134	20	96	38	32	2	82	14	6	8	432
23.Tem	22	24	58	26	14	0	2	22	4	0	172
01.Ağu	92	8	38	32	28	0	18	24	10	0	250
06.Ağu	346	16	46	36	52	2	2	8	6	0	514
14.Ağu	388	18	104	92	60	6	30	50	12	0	760
29.Ağu	256	42	108	68	10	2	36	16	50	2	590
Genel Top.	3256	278	1384	492	248	90	948	182	202	120	7200

Çizelge 4.41. Kocayanık yöresinde bitkisel besin ve yapı materyalinin dağılımı.

Tarih	Tohum	Gök nar karpel	İğne yaprak	Dal	Kabuk	Odun	Reçine	Liken	Diğer bitki parçası	Toprak ve taş	Genel Top.
02.May	0	0	2	2	0	0	4	0	0	0	8
15.May	6	6	22	6	2	2	58	2	14	0	118
21.May	14	14	18	6	2	2	32	10	16	0	114
29.May	232	36	320	24	6	6	150	10	2	2	788
05.Haz	68	6	60	6	0	6	78	4	0	0	228
12.Haz	234	30	264	14	8	8	62	46	48	0	714
19.Haz	240	34	172	28	6	4	92	6	14	0	596
25.Haz	178	22	266	20	14	6	66	4	2	2	580
01.Tem	702	32	280	30	18	10	120	32	32	52	1308
10.Tem	326	104	84	40	8	10	84	2	8	10	676
23.Tem	166	16	74	12	14	0	6	6	2	4	300
01.Ağu	640	20	48	20	22	2	26	10	8	0	796
06.Ağu	394	22	60	16	4	4	6	4	2	8	520
14.Ağu	328	20	178	84	36	18	60	32	6	6	768
29.Ağu	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Gen.Top.	3536	364	1848	308	140	78	844	168	154	84	7524

### 4.5.3. Toprak ve Besin İlişkileri

Çalışma alanında iki farklı meşcereden alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini gösterir analiz sonuçları Çizelge 4.42’de verilmiştir.

Çizelge 4.42. İki farklı meşcereye ait toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Lab.No	Alındığı Yer	TEKSTÜR					Toprak Türü	Total % CaCo3	pH	EC*10 <sup>3</sup>	Org.Mad. %	Nem %	N %
		Derinlik (cm)	Kum %	Kil %	Toz %								
5917	M.K. 5-0 Kuzey	0-10	50,99	10,49	38,52	Balçık	0,00	5,13	0,15	22,09	4,91	1,1	
5918	M.K. 5-0 Kuzey	10-20	52,16	6,42	41,42	Kumlu balçık	0,00	4,76	0,17	13,69	6,97	0,68	
5919	M.K. 5-0 Güney	0-10	45,46	12,9	41,63	Balçık	0,00	4,75	0,18	20,78	7,53	1,04	
5920	M.K. 5-0 Güney	10-20	56,62	10,65	32,73	Kumlu balçık	0,00	5,28	0,14	18,98	6,54	0,95	
5921	M.K. 5-0 A	0-10	51,83	10,77	37,4	Kumlu balçık	0,00	4,73	0,2	11,5	7,71	0,57	
5922	M.K. 5-0 C	10+	44,49	6,32	49,19	Kumlu balçık	0,00	4,71	0,73	9,85	5,29	0,49	
5923	M.K. 5-1 Kuzey	0-10	46,16	10,62	43,23	Balçık	0,00	5,51	0,11	15,52	6,16	0,78	
5924	M.K. 5-1 Kuzey	10-20	40,46	21	38,55	Balçık	0,00	4,75	0,1	9,53	4,98	0,48	
5925	M.K. 5-1 Güney	0-10	29,59	21,11	49,3	Balçık	0,00	5,76	0,28	15,21	5,53	0,76	
5926	M.K. 5-1 Güney	10-20	46,62	10,52	42,85	Balçık	0,00	5,68	0,25	134,19	5,24	6,71	
5927	M.K. 5-1 AH	0-20	53,80	9,08	37,12	Kumlu balçık	0,00	5,72	0,75	37,97	13,46	1,9	
5928	M.K. 5-1 A	20-62	50,58	12,14	37,28	Balçık	0,00	5,73	0,7	21,06	21,36	1,05	
5929	M.K. 5-1 C	62+	30,57	31,22	38,21	Killi Balçık	0,00	5,13	0,14	7,28	4,06	0,36	
5930	M.K. 5-2 Kuzey	0-10	66,77	10,82	22,41	Kumlu balçık	0,00	4,86	0,15	20,94	8,15	1,05	
5931	M.K. 5-2 Kuzey	10-20	32,57	25,01	42,43	Balçık	0,00	5,26	0,15	7,92	4,19	0,4	
5932	M.K. 5-2 Güney	0-10	64,92	2,14	32,93	Kumlu balçık	0,00	5,44	0,12	22,85	7,2	1,14	
5933	M.K. 5-2 Güney	10-20	56,38	6,43	37,19	Kumlu balçık	0,00	5,14	0,1	14,35	7,11	0,72	
5934	M.K. 5-2 A	0-18	78,03	6,36	15,61	Kumlu balçık	0,00	5,2	0,11	20,82	6,04	1,04	
5935	M.K. 5-2 C	18+	32,79	24,92	42,28	Balçık	0,00	5,57	0,14	6,96	3,84	0,35	
5936	M.K. 5-3 Kuzey	0-10	67,40	12,74	19,87	Kumlu balçık	0,00	5,32	0,21	16,44	6,13	0,82	
5937	M.K. 5-3 Kuzey	10-20	54,10	20,86	25,04	Kumlu killi balçık	0,00	5,19	0,18	9,95	4,32	0,5	
5938	M.K. 5-3 Güney	0-10	67,76	10,75	21,49	Kumlu balçık	0,00	4,85	0,52	19,71	7,46	0,99	
5939	M.K. 5-3 Güney	10-20	57,77	14,78	27,45	Kumlu balçık	0,00	4,72	0,46	13,29	5,57	0,66	
5940	M.K. 5-3 AH	0-11	65,68	13,73	20,59	Kumlu balçık	0,00	5,21	0,83	12,97	14,42	0,65	
5941	M.K. 5-3 A	11-20	72,27	8,53	19,2	Kumlu balçık	0,00	5,09	0,86	17,69	6,66	0,88	
5942	M.K. 5-3 C1	20-61	39,66	4,16	56,18	Tozlu Balçık	0,00	4,54	0,7	8,45	4,04	0,42	
5943	M.K. 5-3 C2	61+	53,52	21,13	25,35	Kumlu killi balçık	0,00	5,52	0,19	6,97	5,64	0,35	
5944	M.K. 6-0 Kuzey	0-10	68,01	6,4	25,59	Kumlu balçık	0,00	5,49	0,23	23,34	6,63	1,17	
5945	M.K. 6-0 Kuzey	10-20	57,82	12,65	29,52	Kumlu balçık	0,00	5,95	0,19	13,74	5,44	0,69	
5946	M.K. 6-0 Güney	0-10	44,63	14,91	40,46	Balçık	0,00	5,71	0,24	17,23	6,47	0,86	
5947	M.K. 6-0 Güney	10-20	49,38	21,09	29,53	Balçık	0,00	5,93	0,17	12,84	5,46	0,64	
5948	M.K. 6-0 AH	0-9	75,78	12,11	12,11	Kumlu balçık	0,00	5,32	0,22	11,11	21,12	0,56	
5949	M.K. 6-0 A	9-37	43,21	21,03	35,76	Balçık	0,00	5,37	0,24	51,83	5,17	2,59	
5950	M.K. 6-0 C	37+	37,59	10,4	52,01	Tozlu Balçık	0,00	5,73	0,22	15,89	4,01	0,79	
5951	M.K. 6-1 Kuzey	0-10	57,81	6,33	35,86	Kumlu balçık	0,00	5,73	0,21	8,64	5,46	0,43	
5952	M.K. 6-1 Kuzey	10-20	48,01	14,56	37,43	Balçık	0,00	5,58	0,15	21,03	3,97	1,05	
5953	M.K. 6-1 Güney	0-10	58,04	10,49	31,47	Kumlu balçık	0,00	5,78	0,13	6,57	4,89	0,33	
5954	M.K. 6-1 Güney	10-20	68,76	2,08	29,16	Kumlu balçık	0,00	5,55	0,11	17,27	4,14	0,86	
5955	M.K. 6-1 AH	0-21	28,72	0	71,28	Tozlu Balçık	0,00	5,5	0,13	86,23	78,19	4,31	
5956	M.K. 6-1 A	21-36	58,51	4,15	37,34	Kumlu balçık	0,00	5,85	0,11	46,62	3,73	2,33	
5957	M.K. 6-1 C v	26+	56,58	6,2	37,22	Kumlu balçık	0,00	5,62	0,33	15	3,39	0,75	
5958	M.K. 6-2 Kuzey	0-10	47,46	4,2	48,34	Kumlu balçık	0,00	6,05	0,2	12,71	5,09	0,64	
5959	M.K. 6-2 Kuzey	10-20	58,06	0	41,94	Kumlu balçık	0,00	6,28	0,17	20,12	4,84	1,01	
5960	M.K. 6-2 Güney	0-10	57,77	4,22	38,01	Kumlu balçık	0,00	6,02	0,21	25,87	5,57	1,29	
5961	M.K. 6-2 Güney	10-20	58,01	2,1	39,89	Kumlu balçık	0,00	5,77	0,22	13,57	4,98	0,68	
5962	M.K. 6-2 A	0-29	47,39	2,1	50,51	Tozlu Balçık	0,00	5,95	0,2	19,56	5,22	0,98	
5963	M.K. 6-2 B	29-54	50,25	0	49,75	Kumlu balçık	0,00	5,98	0,1	14,93	8,15	0,75	
5964	M.K. 6-3 Kuzey	0-10	78,82	0	21,18	Balçıklı kum	0,00	5,11	0,26	11,54	5,91	0,58	
5965	M.K. 6-3 Kuzey	10-20	57,64	0	42,36	Kumlu balçık	0,00	5,64	0,24	36,45	5,91	1,82	
5966	M.K. 6-3 Güney	0-10	78,37	0	21,63	Balçıklı kum	0,00	6,04	0,19	24,6	8,15	1,23	
5967	M.K. 6-3 Güney	10-20	37,50	6,25	56,25	Tozlu Balçık	0,00	6,14	0,16	27,01	4,17	1,35	
5968	M.K. 6-3 A	0-22	57,63	0	42,37	Kumlu balçık	0,00	5,86	0,22	11,87	5,93	0,59	
5969	M.K. 6-3 B	22-64	37,90	10,35	51,75	Tozlu Balçık	0,00	5,87	0,19	23,68	3,5	1,18	

Saf göknar (Çayırılık) meşceresinde bütün derinliklerdeki kum, kil ve toz oranlarına göre; toprak türünün kontrol profili de dahil olmak üzere balçık, kumlu balçık, balçıklı kum, killi balçık, tozlu balçık ve kumlu killi balçık bir yapıda olduğu görülmektedir. Aynı derinliklerde pH değerinin 4,54-5,76, EC\*10<sup>3</sup> değerinin 0,1-0,86, organik madde değerinin % 6,96-134,19, nem değerinin % 3,84-21,36 ve azot değerlerinin ise % 0,35-6,71 aralığında oldukları belirlenmiştir.

Gökner+sarıçam (Kocayanık) meşceresinde bütün derinliklerdeki kum, kil ve toz oranlarına göre; toprak türünün kontrol profili de dahil olmak üzere balçık, kumlu balçık, balçıklı kum ve tozlu balçık bir yapıda olduğu görülmektedir. Aynı derinliklerde pH değerinin 5,11-6,28, EC\*10<sup>3</sup> değerinin 0,1-0,33, organik madde değerinin % 6,57-86,23, nem değerinin % 3,39-78,19 ve azot değerlerinin ise % 0,33-4,31 aralığında oldukları belirlenmiştir.

Her iki meşçerede de CaCO<sub>3</sub> değerine rastlanmamıştır.

İki farklı meşçere tipine ait bazı fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerine göre karınca besin ilişkileri değerlendirilmiştir. Karıncaların getirdiği besinlerin takım düzeyinde ilişkileri irdelendiğinde:

Coleoptera takımının;

Kuzey yönünden alınan 0-10 cm derinlikte toprak türüyle -0,825\* azalan yönde, Güney yönünden alınan 0-10 cm derinlikte killi toprakla 0,839\* artan yönde, Güney 0-10 cm derinlikte alınan toprak türüyle -0,825\* azalan yönde, Güney 10-20 cm derinlikte Organik Madde miktarı yüzdesiyle 0,837\* artan yönde ve A horizonundaki toprak türüyle – 0,936\*\* azalan yönde ilişkili olduğu,

Lepidoptera takımının;

A Humus horizonundaki organik madde yüzdesiyle 0,882\* artan yönde, A Humus horizonundaki nem değeriyle 0,914\* artan yönde, A Humus horizonundaki azot değeriyle 0,881\* artan yönde, A Horizonundaki organik madde yüzdesiyle 0,830\* artan yönde ve A horizonundaki azot değeriyle 0,829\* artan yönde ilişkili olduğu (Şekil 4.46) ,



Şekil 4.46. Yuvaya taşınan bir Lepidoptera tırtılı.

Hymenoptera takımının;

Kuzey yönünden alınan 10-20 cm derinlikte toprak türüyle -0,981\*\* azalan yönde ilişkili olduğu,

Chilopoda takımının;

Kuzey yönünden alınan 0-10 cm derinlikte organik madde yüzdesiyle -0,865\* azalan yönde, Kuzey yönünden alınan 0-10 cm derinlikte azot değeriyle -0,871\* azalan yönde, A humus horizonundaki kum değeriyle -0,843\* azalan yönde ve A humus horizonundaki nem değeriyle 0,852\* artan yönde ilişkili olduğu,

Diplopoda takımının;

BC horizonundaki kum değeriyle 0,845\* artan yönde ve BC kil değeriyle -0,843\* azalan yönde ilişkili olduğu,

Ayrıca Karıncanın kendisiyle ise;

Kuzey yönünden alınan 10-20 cm derinlikte kum değeriyle -0,946\*\* azalan yönde ve Kuzey yönünden alınan 10-20 cm derinlikte toprak türüyle -0,843\* azalan yönde ilişkili olduğu bulunmuştur.

Karıncaların getirdiği besinlerin böcekli materyalin yapısı düzeyinde ilişkileri irdelendiğinde ise;

Pupa parçası bakımından;

Kuzey yönünde alınan 10-20 cm derinlikte organik madde yüzdesiyle 0,919\*\* artan yönde, yine aynı yönde alınan ve aynı derinlikte azot değeriyle 0,918\*\* artan yönde, Güney yönünde alınan 10-20 cm derinlikte toprak türüyle 0,828\* artan yönde, BC horizonundaki toprak türüyle 0,827\* artan yönde, BC horizonundaki organik madde yüzdesiyle 0,897\* artan yönde ve BC horizonundaki azot değeriyle 0,895\* artan yönde ilişkili olduğu,

Thorax parçası bakımından;

A humus horizonundaki organik madde yüzdesiyle 0,843\* artan yönde, A humus horizonundaki nem değeriyle 0,967\* artan yönde, A humus horizonundaki azot değeriyle 0,843\* artan yönde, A horizonundaki organik madde yüzdesiyle 0,884\* artan yönde ve A horizonundaki azot değeriyle 0,883\* artan yönde ilişkili olduğu,

Anten parçası bakımından;

A humus horizonundaki kum değeri 0,896\* artan yönde, A humus horizonundaki nem değeri -0,814\* azalan yönde ilişkili olduğu,

Bacak parçası bakımından;

Güney yönünde alınan 0-10 cm derinlikte  $EC \cdot 10^3$  yüzdesi -0,813\* azalan yönde ve Güney yönünde alınan 10-20 cm derinlikte  $EC \cdot 10^3$  yüzdesi -0,857\* azalan yönde ilişkili olduğu,

Kanat parçası bakımından;

Güney yönünden alınan 0-10 cm derinlikte  $EC \cdot 10^3$  yüzdesi -0,891\* azalan yönde, Güney yönünden alınan 10-20 cm derinlikte kil değeri -0,929\*\* azalan yönde ve yine aynı yönde ve derinlikte  $EC \cdot 10^3$  yüzdesi -0,871\* azalan yönde, A humus horizonu kil değeri -0,813\* azalan yönde, A humus horizonundaki  $EC \cdot 10^3$  yüzdesi -0,863\* azalan yönde ve A horizonundaki  $EC \cdot 10^3$  yüzdesi -0,889\* azalan yönde ilişkili olduğu görülmüştür.

Karıncaların getirdiği bitkisel besinler düzeyinde ilişkileri irdelendiğinde ise;

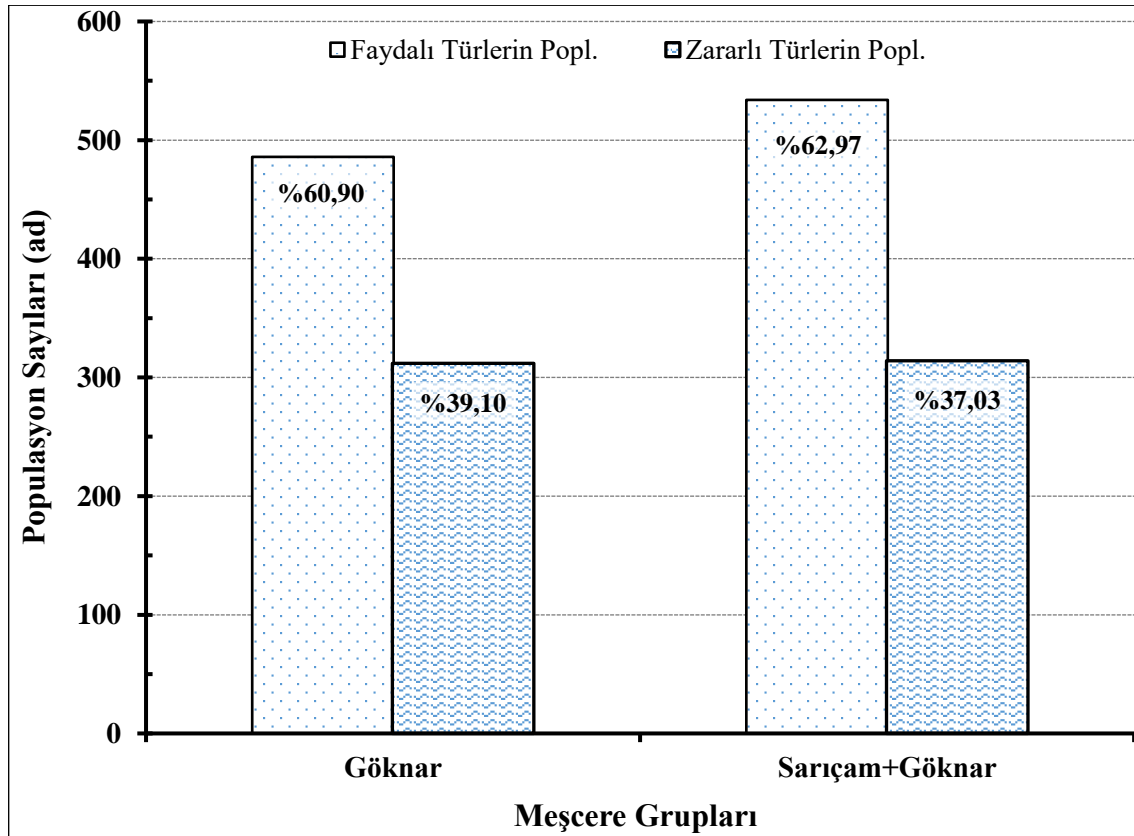
Tohum bakımından;

Güney yönünde alınan 0-10 cm derinlikte organik madde yüzdesi -0,945\*\* azalan yönde ve yine aynı yönde ve derinlikte azot değeri -0,945\*\* azalan yönde, A humus horizonundaki organik madde yüzdesi 0,909\* artan yönde, aynı horizonta nem değeri

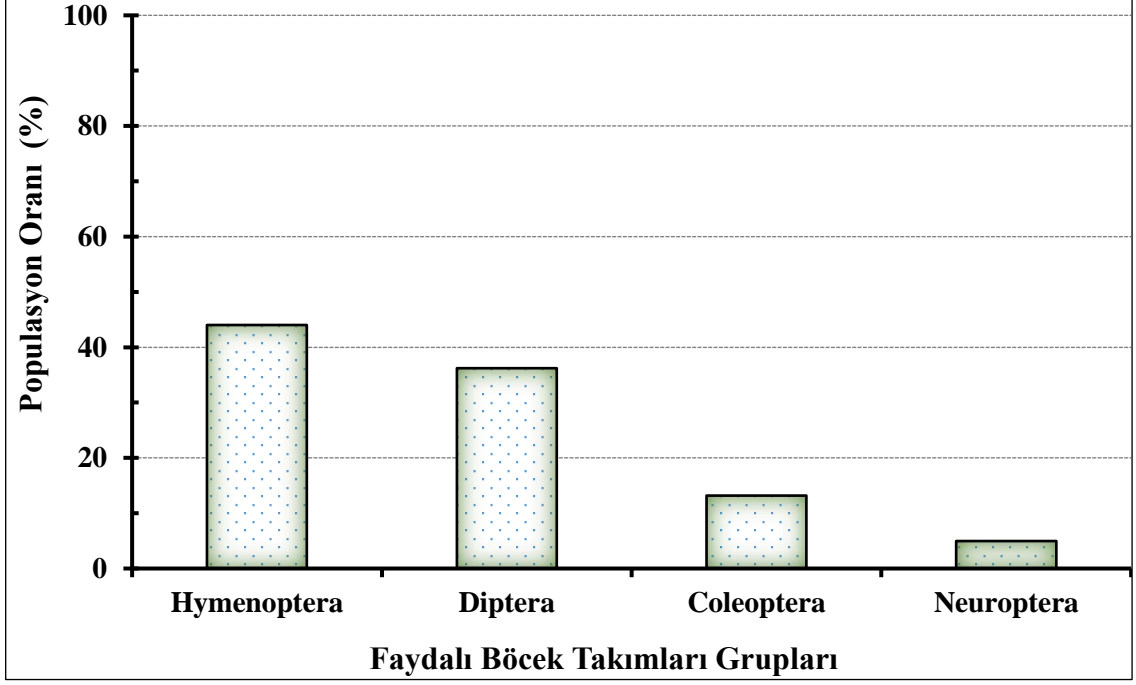
0,884\* artan yönde ve yine aynı horizonta azot değeri 0,909\* artan yönde, A horizontundaki organik madde yüzdesinin 0,890\* artan yönde ve yine aynı horizonta azot değeri 0,889\* artan yönde ilişkili olduğu bulunmuştur.

#### 4.5.4. Faydalı ve Zararlı Türler

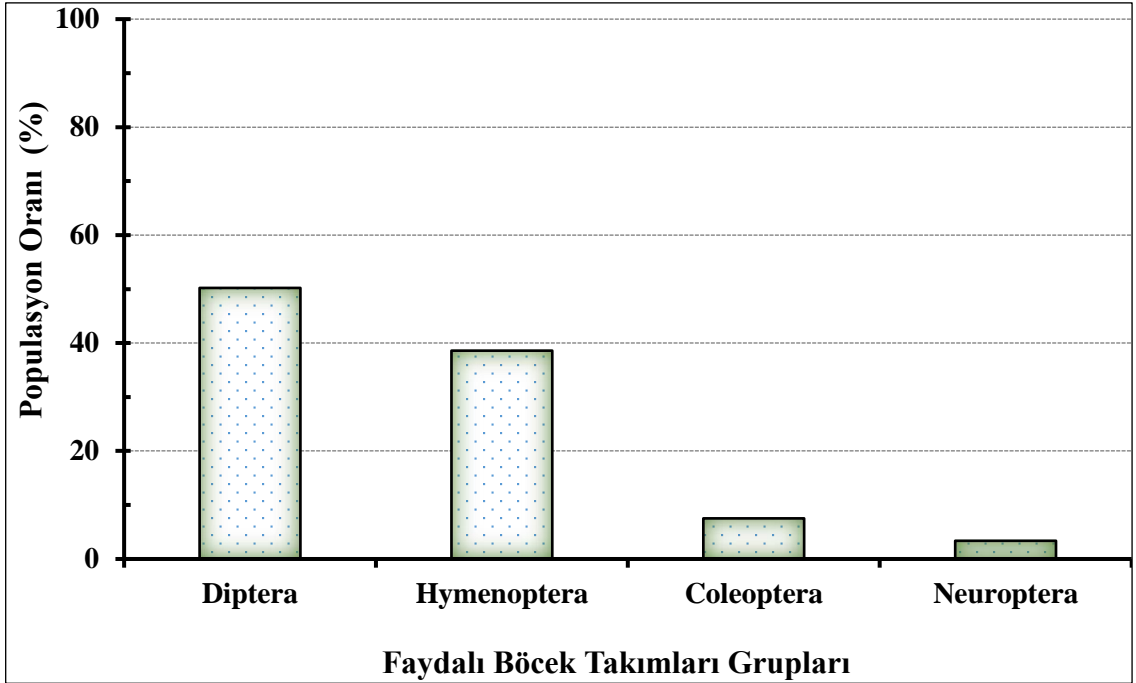
*Formica rufa* orman alanında orman ölü örtüsünün gezgin predatörü olarak bilinen Carabidae türleri dâhil olmak üzere, genellikle afidlerin parazit veya parazitoidleri olarak tanımlanan Diptera ve Hymenoptera türlerinin baskın predatörüdür. Çalışma alanında karışık meşcerede faydalı böcek oranının saf göknar meşceresine göre daha yüksek sayıda yuvalara taşındığı tespit edilmiştir (Şekil 4.47). Saf göknar meşceresinde faydalı böceklerin sayısal büyüklüklerine göre Hymenoptera, Diptera, Coleoptera ve Neuroptera olarak sıralanırken, karışık Sarıçam+Göknar meşceresinde Diptera, Hymenoptera, Coleoptera ve Neuroptera olarak sıralanmaktadır (Şekil 4.48, Şekil 4.49).



Şekil 4.47. Meşcere gruplarına göre faydalı ve zararlı böceklerin popülasyonu.



Şekil 4.48. Göknar meşceresinde faydalı böcek takımlarının populasyon oranları.



Şekil 4.49. Sarıçam+Göknar meşceresinde faydalı böcek takımlarının populasyon oranları.

Orman karıncası tarafından yuvaya taşınan bazı Arthropoda üyelerinin göknar meşceresinde (Çayırılık yöresi) 12.06.2014, 10.07.2014 ve 14.08.2014 ile sarıçam+göknar meşceresinde (Kocayanık) 12.06.2014 ve 10.07.2014 tarihlerinde teşhis edilen familia ile türleri aşağıda verilmiştir.

Gök nar Meşceresi (Çay ır lık)	Sarıçam+Gök nar Meşceresi (Kocayanık)
Diptera	
<b>Chamaemyiidae</b>	<b>Chamaemyiidae</b>
<i>Cremifania</i> sp.	<i>Cremifania</i> sp.
<b>Muscidae</b>	<b>Muscidae</b>
<i>Musca domestica</i> L.	<i>Musca domestica</i> L.
-	<b>Rhaigionidae</b> 10.07.2014, sabah, 3. yuva
<b>Syrphideae</b>	<b>Syrphideae</b>
<i>Eupeodes latifasciatus</i> (Macq.) 14.08.2014, öğ len, 3. yuva	<i>Eupeodes latifasciatus</i> (Macq.) 10.07.2014, sabah-öğ len 1, 2, 3. yuvalar
-	<i>Eupeodes luniger</i> (Meig.) 10.07.2014, akş am, 3. yuva
<i>Platycheirus albimanus</i> (Fabr.) 10.07.2014 sabah, 2. yuva	<i>Platycheirus albimanus</i> (Fabr.) 10.07.2014 akş am 1 nolu yuva
-	<b>Xylomidae</b>
	<i>Xylomia</i> sp. 10.07.2014, akş am, 3. yuva
Hymenoptera	
<b>Formicidae</b>	<b>Formicidae</b>
<i>Formica rufa</i> (L.)	<i>Formica rufa</i> (L.)
<i>Lasius</i> sp. 14.08.2014, akş am, 2. yuva	-
<b>Sphecidae</b> 14.08.2014, sabah, 2. yuva	-

**Ichneumonidae**

-

-

**Torymidae**

*Megastigmus suspectus* Borr.  
12.06.2014, akşam, 2. yuva

Neuroptera

Raphidioptera

**Raphidiidae**

*Raphidia xanthostigma* Schum.  
10.07.2014 sabah, 1. yuva

Coleoptera

**Carabidae**

*Bradycellus* sp. 10.07.2014, akşam, 2.  
yuva

-

**Tenebrionidae****Elateridae****Staphylinidae**

*Ocypus olens* (Mull.) 14.08.2014, sabah,  
3. yuva

**Ichneumonidae, (*Ophion* sp.)****Braconidae**

*Pauesia grossa* (Josef Fahringer)  
10.07.2014, akşam, 3. yuva

**Torymidae**

*Megastigmus suspectus* Borr.  
10.07.2014, öğlen, 3. yuva

Neuroptera

**Carabidae**

-

**Coccinellidae** 01.07.2014, öğlen, 1.  
yuva

-

**Elateridae, *Athous* sp.**

-

**Cantharidae****Lymexyloidae**

*Hylecoetus dermestoides* (L.) -  
10.07.2014 öğlen-akşam, 1 ve 2. yuva

-

**Curculionidae**

*Phyllobius* sp. 12.06.2014, öğlen, 3.  
yuva

Heteroptera (Hemiptera ve Homoptera)

**Cixiidae****Issidae**

*Mycterodus* sp. 10.07.2014, sabah, 2.  
yuva

**Aphididae**

*Aphis* sp.

*Cinera confinis* (Koch) 12.06.2014,  
öğlen, 2. yuva

*Cinara pectinatae* (Nördl.) 14.08.2014,  
öğlen, 3. yuva

*Mindarus abietinus* Koch. 12.06.2014,  
akşam, 2. yuva

**Cantharidae****Cerambycidae**

*Obrium brunneum* Fabr. 10.07.2014,  
akşam, 2. yuva

**Curculionidae**

*Otiorhynchus* sp. 10.07.2014, öğlen, 3.  
yuva

-

**Aphididae**

*Aphis* sp.

*Cinara confinis* (Koch) 10.07.2014,  
öğlen-akşam, 1 ve 3. yuva

*Cinara* sp. nymfleri 12.06.2014, öğlen,  
1. yuva

-

## **Adelgidae**

*Dreyfusia piceae* Ratz. -

## **Arachnida**

### **Araneae**

### **Araneae**

25.06.2012 akşam, 2. yuva, yumurta kesesi

19.06.2014 sabah, 3. yuva, yumurta kesesi

01.07.2014 sabah, 2. yuva, yumurta kesesi

06.08.2014 öğlen, 1. yuva, yumurta kesesi

## **Diplopoda**

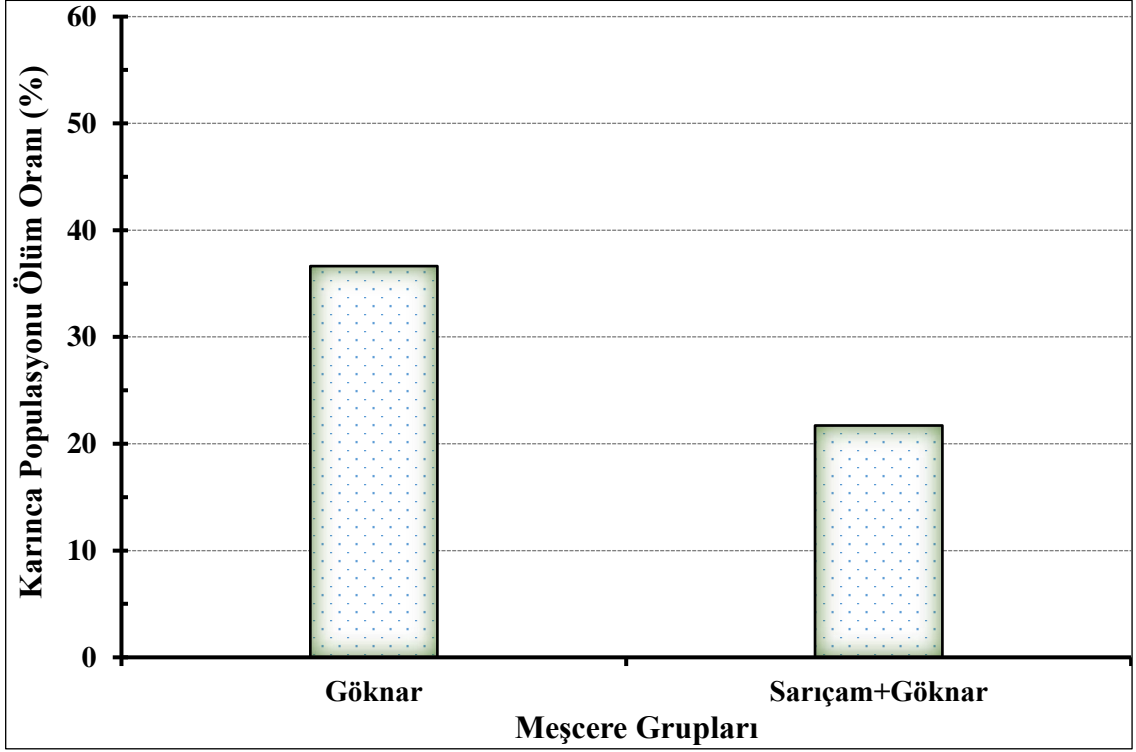
## **Polyxenidae**

*Polyxenus lagurus* (L.) 29.05.2014, öğlen, 2.yuva -

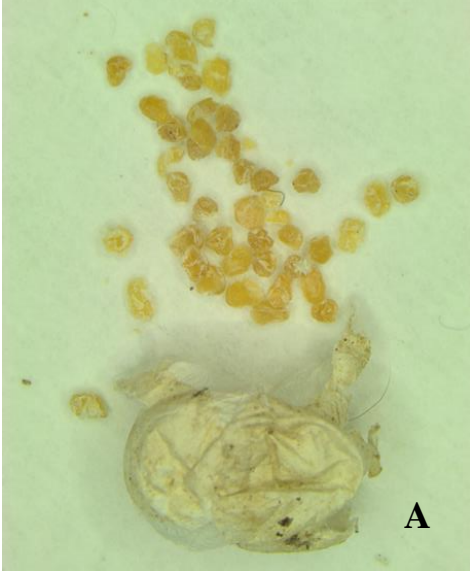
*Formica rufa*'nin işçileri tarafından Haziran-Ağustos aylarında yuvaya taşınan Araneae yumurta keselerinde genellikle yumurta segmentasyonunun gerçekleşmediği veya bazı keselerin parçalanmış uç kısımlarında çıkmaya çalışan ilk nymflerin tamamının öldüğü gözlenmiştir (Şekil 4.51). Karıncalar tarafından yuva sterilasyonu ve savunmada kullanılan formik asitin örümceklerin yumurta ve ilk nymflerini öldürmesi oldukça önemlidir. Bu yüzden virüs hastalıklarına vektör olan Ixodidae familyası üyeleri ve özellikle Kırmızı-Kongo kanamalı ateşini taşıyan bazı *Hyalomma* türlerinin biyolojik mücadelesinde, koruyucu krem ve sprelerde veya mümkünse toksinlerin tedavisinde çalışmalar yapılması önerilebilir.

Kırmızı orman karıncası, özellikle alınan besinle ilişkili koruma mutualizmi gereği olarak, Aphidoidea türleriyle beslenen Neuroptera predatörlerini, yumurta koyma döneminde ise Ichneumonidae ve Braconidae parazitlerini yakalayarak Temmuz-Ağustos aylarında yuvaya taşımaktadır. *Formica rufa*'nin işçi bireyleri yuva savunması ve alan işgaliyle predasyonunu gerçekleştirirken özellikle diğer predatörlerden negatif yönde etkilendikleri gözlenmiştir. İşçi bireylerin bazılarının bu faaliyetler sırasında zarar görmesi sonucu popülasyon ölümleri görülmüştür. Buna göre saf göknar meşçeresinde

(%36,63) karınca ölümleri sarıçam+gökmar meşceresine (%21,72) göre belirgin olarak daha fazladır (Şekil 4.50). Predatör türlere (örümcek ve karıncalar) karşı vücudu koruyucu tüylerle örtülü olan *Polyxenus lagurus* dahi, Kırmızı orman karıncası tarafından yuvaya taşınmaktadır (Şekil 4.51). Orman karıncalarının işgal ettiği ve yerleşik yönetici yuvaların bulunduğu alanlara uygun hava koşullarında her gün koşucu böcekleri (Carabidae) taşınması da anlamlı bir ilişki olarak görülebilir.



Şekil 4.50. Meşcere gruplarına göre *Formica rufa* ölüm oranı.



Şekil 4.51. *Formica rufa*'nın taşıdığı Arthropoda üyeleri; A. Araneae yumurta kesesi ve vital özelliğini kaybetmiş yumurtalar, B. *Polyxenus lagurus* bireyleri.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İğne yapraklı ormanlarda biyolojik mücadele etmeni ve sosyal yaşam bakımından gelişmiş olan *Formica rufa* L. için, Şerif Yüksel Araştırma Ormanı optimum yaşam alanlarından biridir.

Bu tür geçmiş yıllarda bölgeden yuvaları alınarak Antalya Elmalı sedir ormanlarına taşınmak suretiyle zararlıların mücadelesinde kullanılmıştır. Diğer taraftan ülkemizde son yıllarda *Formica rufa* L.'nin yaşam alanına uygun yeni alanlara adaptasyonu izlenmektedir. Bu türle ilgili bölgesel çalışmalar oldukça az sayıdadır.

Çalışma, Bolu Orman Bölge Müdürlüğü Aladağ Orman İşletmesi sınırları içerisinde Aladağ silsilesinde bulunan Şerif Yüksel Araştırma Ormanında yayılış gösteren Sarıçam, Gökнар ile Ardıç meşcerelerinde yürütülmüştür.

Bu araştırma ormanı toplam 1544 ha. büyüklüğünde olup %10'nu temsilen 154 ha. örnekleme alanının tamamında envanter çalışması yapılarak avcı türün bu yayılış alanın 131 ha.'lık bölümünde karınca yuvaları bulunmuş, 23 ha.'lık bölümünde yuvaya rastlanmamıştır.

Bir deneme alanında bulunan en fazla yuva sayısı 27 adettir. 131 deneme alanında toplam 679 adet yuva tespit edilmiştir. Her bir deneme alanımız 1 ha olduğundan ve tüm çalışma sahası toplam,  $1 \times 154 = 154$  ha.'dır. Buna göre tüm alan için yapılan hesaplamada 6790 adet karınca yuvasının olduğu belirlenmiştir. Yaklaşık 15 yıl önce aynı alanda Serin [24]'in tespit ettiği yuva sayısına göre 1.74 katlık bir artış bulunmaktadır.

Araştırma alanımızda mera ve açıklık alanlar hariç ormanlık alanın tamamında Kırmızı orman karıncasının yayılış yaptığı tespit edilmiştir.

Kırmızı orman karıncası Türkiye'nin Anadolu bölümünde hemen hemen bütün ibreli orman alanlarında yaygın olarak bulunmaktadır. Trakya'da sadece Avrupa kırmızı orman karıncası (*F. pratensis*) yayılmıştır [38]. Bu grubun karıncalarından *F. truncorum* Bilecik ve Kastamonu [66], *F. lugubris* ise Erzincan yöresinde yayılmıştır [12]. Ülkemizde *F. rufa* grup karıncalarının dört adet olması ve geniş alanda taksonomik çalışmalarla bu sayının artması olasıdır. Bu nedenle yapılacak çalışmalarda habitat ilişkilerinden önce tür teşhislerinin yapılması gerekmektedir.

Bir ormanın tam olarak korunabilmesi için bir hektar alandaki yuva sayısının 4-5 adet olması yeterli görülmektedir [28], [81]. Öcal'a [28] göre; birim alanda 5.87 ad./ha yuva bulunmuştur. Çalışmamızın sonunda 154 ha alanın 131 hektarında 679 adet yuva bulunmuş olup birim alana 4.41-5.18 ad/ha yuva düşmektedir. Bu değer, Serin [24] 'e göre 1997 yılında birim alanda 2.6 ad/ha yuvadan daha fazla olduğu görülmektedir. Türk Standartları Enstitüsü'nün TS 3626/Temmuz 1981 tarih ve sayılı "Ormanların Kabuk Böceklerine Karşı Korunması Kurallarını" belirlediği standartlarda, karınca yuvası sayısının hektarda 5 adet olması ile bulunan değer örtüşmektedir [81].

Çalışma alanımızda karınca yuvalarına en yakın ağacın çap gelişimi ile yuva hacmi arasındaki ilişki incelendiğinde; karınca yuva hacminin fazla olduğu alanlardaki ağaçlarda çap gelişiminin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Araştırma alanında yuva sayılarının ağaç türlerine dağılımı bakımından değerlendirildiğinde çoğunlukla göknar ağaçlarında, en az oranda ise kavak ağaçlarında kurulmaktadır.

Meşçere tiplerine göre, saf göknar ormanlarında karınca yuvalarının daha yaygın olduğu belirlenmiştir. Saf sarıçam meşçerelerinde ise yuva miktarı oldukça azdır. Tüm yuvaların % 44'ü saf göknar ormanlarında, % 17'si ise saf sarıçam ormanlarında bulunmuştur. Ancak yuvaların bulunduğu deneme alanlarındaki yuva yoğunluğu değerlendirildiğinde birim alanda en yüksek yuva sayısının 7.8 ad/ha ile saf sarıçam ormanlarında olduğu görülmektedir. Göknar ormanlarında karınca yuvalarının yaygın olmasının sebebi; göknar ağacının sahadaki hâkimiyetinden kaynaklanmaktadır. Ancak birim alanda saf sarıçam ormanlarında karınca yuva sayısının daha fazla olmasının nedeni ise, sarıçamın güney bakılarda daha fazla bulunmasıyla açıklanabilir. Konu besin miktarı yönüyle incelendiğinde; saf göknar ormanlarında zarar veren Coleoptera türlerinin yoğunluk olarak ikinci sırada iken, sarıçamın karışıma katıldığı göknar ormanlarında (GÇs) ise yoğunluk bakımından dördüncü sırada Coleoptera türlerinin olduğu sonucuna varılmaktadır.

Kırmızı orman karıncalarının yaygın olarak ormanın kapalılığının 3 olduğu, yani tam kapalı alanları tercih ettiği ancak birim alanındaki yoğunluğa göre ise en çok 2 kapalı alanları tercih ettiği belirlenmiştir. Bununla birlikte karınca boşluklu ve sıkışık kapalı meşçerelerde ender olarak bulunduğu tespit edilmiştir.

Yuvaların büyük bir kısmının 2 ve 3 kapalı b ve c çağındaki saf göknar meşçerelerinde

daha fazla yaygın olduğu görülmüştür. Yine aynı meşçere gelişim çağlarına göre yuva yoğunluğunun 2,37-2,42 ad/ha ile diğer meşçere gelişim çağlarından daha yüksek oranda olduğu saptanmıştır. Bu yapıdaki ormanlarda yuvaların orman içi yol ve buna yakın açıklık sahaların daha fazla ışık alan kısımlarında bulunduğu tespit edilmiştir.

Ülkemizin değişik bölgelerinde Baş [55]'ın bir çalışmasına göre, karınca yuvalarının genellikle kapalılığın tam olmadığı, seyrek meşçerelerde ve orman içi açıklıkların kenarlarında olduğu ifade edilmektedir. Aynı zamanda bol güneş alan ve nemi daha az olan güney bakılardaki yuvaların gölgeli ve nemli kuzey yamaçlardakilere nazaran daha seyrek ve küçük oldukları bildirilmiştir. İskandinavya Boreal iğne yapraklı orman kuşağında (ladin ve sarıçam) karıncanın meşçerelerin daha fazla güneş alan kenar kısımlarını (meşçere içi ve çevresindeki besinleri toplamak amacıyla) yuva kurarken tercih ettiği bildirilmektedir [48].

Araştırma alanında *F. rufa* 1450-1550 m yükselti basamağında, eğimi 2°- 20° olan hafif, orta ve dik eğimli yamaçlarda daha yaygın yuva yapmıştır. Tüm alandaki yuvaların ise 1384-1617 m arasında bulunduğu belirlenmiştir. Bu alanda 1997 yılında yapılan çalışmada karınca yuvalarının 1515-1570 m yükseltiler arasında, güney bakılı ve eğimi % 5-20 arasında olan yamaçlardaki sarıçam, göknar ile karışık ormanlarda daha yaygın oldukları saptanmıştır [59]. Türkiye'de en alt rakım olarak 1050 m yükseltide Ayancık-Çangal yöresi karaçam, göknar ve kayın karışık ormanlarında karınca yuvalarına rastlanmıştır [55]. Aktaş [38] ; en yüksek rakım olarak Sarıkamış-Yanarsu mevkiindeki sarıçam ormanında 2500-2600 m'de yuvaların varlığından bahsetmektedir.

Arazide deneme alanlarında tespit edilen toplam 679 adet yuvadan en büyük 369 adedinin konum ve bulunduğu yerin ekolojik koşulları detaylı olarak irdelenmiştir. Sonuç olarak bu yuvaların 1417-1617 m arasında, her bakıda olmakla birlikte, çoğunlukla saf göknar ve göknar hakim karışık sarıçam (GÇs), sırasıyla 3 ve 2 kapalılıktaki meşçerelerde ve 2°- 20° az ve orta eğimli yamaçlarda bulunduğu görülmüştür. En büyük yuvanın 11,34 m<sup>3</sup> hacminde olduğu belirlenmiştir.

Araştırma alanında anakaya volkanik tüf, anglomera ve andezit türevi anataşların oluşturduğu topraklardır. Toprak çoğunlukla çok taşlı ve orta derecede taşlıdır. Bu alandaki toprakların geçirgenlikleri oldukça iyi, büyük bir kısmı esmer orman toprağı olup kireç ihtiva etmemektedir. Islak kalma süresi daha uzun olan üst tabakası humusça zengin bu topraklar kırmızı orman karıncalarının sırasıyla güney, batı, güneybatı ve

güneydoğu bakılı yamaçları daha fazla tercih etmelerine neden olmaktadır. Akdeniz bölgesi Isparta-Senirkent Kapıdağ'da yapılan bir çalışmada Öcal [28]'e göre; ıslak kalma süresi daha kısa olan kireç taşından oluşmuş topraklarda Kırmızı orman karıncalarının kuzey bakılı yamaçları daha fazla tercih etmektedirler.

Karıncalar meşcere kenarı ve buna yakın alt tabakada bulunan çalı türlerinin siperine de yuva yapmaktadırlar. Çalı türleri arasında Adi ardıç (*Juniperus communis*) daha çok tercih etmektedirler. Kapalılığın kırılma derecesine bağlı olarak yuva alanlarının çevresinde belirgin olarak ardıçlara rastlanmaktadır. Yuvalar en yaygın olarak diri örtü yoğunluğunun % 30-70 (yoğun) arasında olduğu alanlarda görülmektedir. Buna ilave olarak yuva yoğunluğunun en yüksek olduğu diri örtü alanları ise %10-30 (az yoğun) arasında tespit edilmiştir.

Araştırma sahasında karıncaların yuva için tercih ettikleri yerler sırasıyla % 83,36 oranında ağaç kütüğü, % 9,43 oran ile devrik gövde üzeri ve dikili gövde dibi, çalı içi kütük ve kök kısımları şeklinde sıralanabilir. Öcal [28]'e göre; dip kütüklerinin çalı içlerinde olması karınca yuvalarının domuz zararından korunması bakımından önemlidir.

Şerif Yüksel araştırma ormanında Kırmızı orman karıncasına zarar veren en önemli doğal düşmanlar Boz ayı (*Ursus arctos* L.) ve Yabani domuz (*Sus scrofa* L.) olup yuvaları dağıtmak suretiyle zararlı olmaktadır. Aylar karınca yuvalarınının yaklaşık %8-33 oranında zarar vermektedir [82]. Domuz zararı ise yaklaşık %25 oranında görülmektedir [28]. Araştırma alanında Serin [24], karıncaların, ağaç kökleri, kesim artıkları, çürümeye yüz tutmuş kökler, büyük kayaların çevresi ve ardıç dallarının üzerinde bulunduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde diri örtü tarafından daha korunaklı halde bulunan yuvaların daha büyük hacimlere ulaşabildiği belirtilmiştir [24], [28].

Sahada ölçümü yapılan yuvaların tamamı faal olup, yeni tesis edilmekte olan yuvaların %40,65 oranında olduğu tespit edilmiştir. Yuvaların yaklaşık %54,34'ünün yeterli büyüklükte olmasından dolayı taşımaya uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Kırmızı orman karıncası besin çeşitliliği ve yuva kurulum materyalinin yuvaya taşınmasında sıcaklığın genellikle artan yönde anlamlı bir etkisi görülürken, yüksek bağıl nemin ise azalan yönde olumsuz etkisi görülmektedir.

Bölgeler arası karınca transplantasyonu gerçekleştirmek için ortamdaki besin zincirleriyle tür ilişkilerinin uyumlu olması gerekmektedir. Araştırma ormanında transplantasyon yuvalarının başka bölgelere naklinde, rekabetin yüksek olduğu ve birden fazla yönetici

yuvanın bulunduğu birim alanlardan seçilmesi ve bu alanlarda en az bir yönetici yuvanın bırakılması en uygundur. Diğer bir ifadeyle yuva nakli ve adaptasyon türü için arazinin yaban hayatı mitigasyon kriterlerine göre izlenmesi de gerekmektedir [83]. Şayet bu ve benzeri çalışmalar yapılmaksızın arazilere transplantasyon işlemi gerçekleştirilecek olursa oradaki biyotik dengenin bozulması ve biyolojik çeşitliliğin zarar görmesi söz konusu olacaktır. Batı Karadeniz Bölgesi'nde yoğun olarak bulunan *F. rufa* yuvalarının başka alanlara transplantasyonu hedefleniyorsa; doğal yaşam alanlarında yapılacak uzun dönemli gözlemlere dayalı olarak, göknar ormanlarındaki yuva potansiyeli ve özellikle yuva büyüklüğü tercihi dikkate alınarak düzenlenmesi gereklidir.



## 6. KAYNAKLAR

- [1] Ş.Bayraktar, (2018, 25 Aralık). [Online]. Erişim: <http://www.yaklasansaat.com/dunyamiz/canlilar/karincalar.asp>.
- [2] Anonim, (2018, 11 Kasım). [Online]. Erişim:<https://tr.wikipedia.org/wiki/Karinca>.
- [3] D. B. Huszár, “The evolutionary ecology of multi-queen breeding in ants”, PhD., School of the Faculty of Science, University of Copenhagen, Denmark, 2014.
- [4] Š. Kadochová and J. Frouz, “Thermoregulation strategies in ants in comparison to other social insects, with a focus on red wood ants (*Formica rufa* group)”, *F1000 Research*, c.2, ss.16, 2014.
- [5] J. A. Stockan, S. Rao and R. Pakeman, “Nesting preferences of the threatened wood ant *Formica exsecta* (Hymenoptera: Formicidae); implications for conservation in Scotland”, *Journal of Insect Conservation*, c.14, sayı 3, ss. 269–276, 2010.
- [6] M. F. Jurgensen, A. J. Storer and A. C. Risch, “Red wood ants in North America”, *Annales Zoologici Fennici*, c.42, sayı 3, ss. 235-242, 2005.
- [7] Jurgensen, M. F. Finér, L. Domisch, T. Kilpeläinen, J. Punntila, P. Ohashi, M. Niemelä, P. Sundström, L. Neuvonen, S. and Risch, A. C., “Organic mound-building ants: Their impact on soil properties in temperate and boreal forests”, *Journal of Applied Entomology*, c.132, sayı 4, ss. 266-275, 2008.
- [8] T. Parmentier, W. Dekoninck, and T. Wenseleers, “A highly diverse microcosm in a hostile world: a review on the associates of red wood ants (*Formica rufa* group)”, *Insectes Sociaux*, c. 61, sayı 3, ss. 229–237, 2014.
- [9] T. Domisch, L. Finer and M. F. Jurgensen, “Red wood ant mound densities in managed boreal forests”, *Annales Zoologici Fennici*, sayı 42, ss. 277–282, 2005.
- [10] F. Frizzi, A. Masoni, C. Natali, C. Ciofi, C. Bernasconi and G. Santini, “Molecular identification of imported red wood ant populations in the Campigna Biogenetic Nature Reserve (Foreste Casentinesi National Park, Italy)”, *Conservation Genetics Resources*, c. 11, sayı 2, ss. 231–236, 2019.
- [11] A. V. Goropashnaya, V. B. Fedorov and P. Pamilo, “Recent speciation in the *Formica rufa* group ants (Hymenoptera, Formicidae): Inference from mitochondrial DNA phylogeny”, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, c.32, sayı 1, ss. 198-206, 2004.
- [12] K. Kiran and C. Karaman, “First annotated checklist of the ant fauna of Turkey (Hymenoptera: Formicidae)”, *Zootaxa*, c.3548, ss.1-38, 2012.
- [13] A. A. Mabelis and J. Korczyńska, “Long-term impact of agriculture on the survival of wood ants of the *Formica rufa* group (Formicidae)”, *Journal of Insect Conservation*, c.20, sayı 4, ss. 621-628, 2016.
- [14] W. Dekoninck, F. Hendrickx, P. Grootaert and J. P. Maelfait, “Present

- conservation status of red wood ants in north-western Belgium: Worse than previously, but not a lost cause”, *European Journal of Entomology*, c.107, sayı 2, ss. 209-218 , 2010.
- [15] H. Mäki-Petäys, A. Zakharov, L. Viljakainen, J. Corander and P. Pamilo, “Genetic changes associated to declining populations of *Formica* ants in fragmented forest landscape”, *Molecular Ecology*, c. 14, sayı 3, ss. 733-742, 2005.
- [16] S. Zingg, P. Dolle, M. J. Voordouw and M. Kern, “The negative effect of wood ant presence on tick abundance,” *Parasites and Vectors*, c.11, sayı 1, 2018.
- [17] N. A. Robinson and E. J. H. Robinson, “Myrmecophiles and other invertebrate nest associates of the red wood ant *Formica rufa* (Hymenoptera Formicidae) in Northwest England”, *British Journal of Entomology and Natural History*, c.26, sayı 2, ss. 67-88, 2013.
- [18] Y. Çamlıtepe, “Edirne İli Avrupa Kırmızı Orman Karıncası (*Formica pratensis* Retzius) Tür Koruma Eylem Planı Projesi”, T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü III. Bölge Müdürlüğü Edirne Şube Müdürlüğü, 2013.
- [19] W. Czechowski, T. Rutkowski, W. Stephen and K. Vepsäläinen, “Living beyond the limits of survival: wood ants trapped in a gigantic pitfall”, *Journal of Hymenoptera Research*, c.51, ss. 227-239, 2016.
- [20] A. Freitag, “Les fourmis des bois (Hymenoptera, Formicidae) sont-elles en régression en Suisse ? Le point sur nos connaissances et révisions pour des études futures”, *Entomo Helvetica*, c.1, ss.33-41, 2008.
- [21] P. A. Clarkson, “The Influence of Aspect ve Forest Edge Effects on the Ecology of the Wood Ant, *Formica rufa* L. (Hymenoptera : Formicidae)”, PhD., University of Leicester, 211 s., 2005.
- [22] Anonim, (2018, Nov 12). [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1996.RLTS.T8645A12924924.en>.
- [23] Anonim, (2019, Jan 08). [Online]. Available: <http://www.hipspro.com/pubs/Thaching%20ant.pdf>.
- [24] M. Serin, “Bolu ormanlarında bulunan *Formica rufa* L. grubu karıncaların yaşam biçimleri ve transplantasyon olanakları üzerinde araştırmalar”, Yüksek Lisans tezi, Orman Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak, Türkiye, 1998.
- [25] V. Maňák, “Interactions between ants and pine weevils effects on forest regeneration”, PhD., Swedish University of Agricultural Sciences, 2014.
- [26] A. O. Güzel, E. Akın ve A. Yaman, “*Formica rufa* L. (Hymenoptera: Formicidae)’nın nakil esasları, biyolojik mücadeledeki önemi ve Türkiye ormanlarındaki yayılış alanları”, Türkiye II. Orman Entomolojisi Ve Patolojisi Sempozyumu, Bartın, 2014.
- [27] A. Serttaş, H. Sarıbaşak, H. İ. Yolcu, C. Güngöroğlu, F. Erler, M. Avcı, ve N.Sungur, “Elmalı Çığılıkara sedir ormanlarına nakledilen kırmızı orman karıncalarının (*Formica rufa* L.) envanteri ve beslenme alışkanlıklarının tespiti”, Teknik Bülten No: 47, Enstitü Yayın No: 63, ss. 46, 2011.
- [28] F. Öçal, “Isparta-Senirkent Kapıdağ sedir ormanında *Formica rufa* L.’nin

- envanteri ve habitat tercihi”, Yüksek Lisans tezi, Orman Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye, 2011.
- [29] R. E. Chapman and A. F. G. Bourke, “The influence of sociality on the conservation biology of social insects”, *Ecology Letters*, sayı 4, ss. 650-662, 2001.
- [30] T. R. New, “Jenni A. Stockan and Elva J. H. Robinson (eds): Wood ant ecology and conservation”, *Journal of Insect Conservation*, c. 21, sayı 1, ss. 169–170, 2017.
- [31] A. T. A. Bell, “On The Lateralised Motor Behaviour Of Insects”, PhD., A University of Sussex, 2016.
- [32] J. Ambach, “Hügelbauende Waldameisen ( *Formica rufa* -Gruppe ) Ein aktueller Überblick”, *Denisia*, sayı 25, ss. 93-106, 2009.
- [33] H. Çanakçıoğlu ve T. Mol, *Böceklerde Davranış*, İstanbul, Türkiye: İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları, böl. 11, 2001.
- [34] S. Ellis, “The organisation of polydomous nesting in wood ant colonies: behaviour, networks, foraging and resource redistribution”, PhD., Faculty of Biology University of York, 2015.
- [35] J. A. Stockan ve E. J. H. Robinson, *Wood ant ecology and conservation*, Cambridge, England: Cambridge University Press, ss.1-304, 2016.
- [36] W. Czechowski ve A. Radchenko, “Do permanently mixed colonies of wood ants (Hymenoptera: Formicidae) really exist?”, *Annales Zoologici*, sayı 56, ss.667-673, 2006.
- [37] A. V. Goropashnaya, V. B. Fedorov, B. Seifert and P. Pamilo, “Phylogenetic relationships of Palaearctic *Formica* species (Hymenoptera, Formicidae) based on mitochondrial cytochrome b sequences”, *Plos One*, c. 7, sayı 7, 2012.
- [38] N. Aktaş, “Kırmızı orman karıncalarının *Formica rufa* Group (Hymenoptera: Formicidae) Türkiye deki yayılışları ve taxonomisi üzerine araştırmalar”, Türkiye I. Entomoloji Kongresi, İzmir, 1987.
- [39] M. Avcı, F. Öçal, ve M. D. Kantarcı, “Isparta-Kapıdağ Sedir Ormanında Kırmızı Orman Karıncası *Formica rufa*’nın bulunuşu ve yayılışının ekolojik açıdan değerlendirilmesi”, Türkiye I. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu, Antalya, 2011.
- [40] R. Baş ve T. Öymen, “Kırmızı Orman Karıncası (*Formica rufa* L.)’nın Biyolojik Özellikleri Ve Doğal Dengenin Korunmasındaki Rolü,” Orman Böcek ve Hastalıkları Biyolojik Mücadele Semineri, Eskişehir, 1988.
- [41] T. Göktepe, “*Formica rufa* grubu karıncaların önemi ve tanıtılması”, *Orman Bakanlığı Teknik Haber Bülteni*, c. 53, ss. 97–106, 1975.
- [42] T. Göktepe, “*Formica rufa* grubu karıncalar ve biyolojik mücadele”, *Orman Bakanlığı Teknik Haber Bülteni*, c. 57, ss. 89–104, 1976.
- [43] S. Ellis, D. W. Franks, ve E. J. H. Robinson, “Ecological consequences of colony structure in dynamic ant nest networks”, *Ecology and Evolution*, c. 7, sayı 4, ss. 1170–1180, 2017.
- [44] P. Pamilo, “Genetic population structure in polygynous formica ants”, *Heredity*, c. 48, ss.95–106, 1982.
- [45] W. Dekoninck, K. Maebe, P. Breyne, ve F. Hendrickx, “Polygyny and strong

- genetic structuring within an isolated population of the wood ant *Formica rufa*”, *Journal of Hymenoptera Research*, c.41, ss.95-111, 2014.
- [46] M. Fleury, C. Bernasconi, A. Freitag, P. Pamilo, ve D. Cherix, “Behavioural species discrimination in red wood ants (*Formica rufa* group)”, *Eco.mont*, c. 2, sayı 2, 2010.
- [47] S. Turguter ve S. Ülgentürk, “Karıncalar (Hymenoptera: Formicidae) ve Coccoidea (Hemiptera: Sternoryncha) türlerinin ilişkileri”, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, c.13 , s.3, 2007.
- [48] J. Kilpeläinen, P. Punttila, L. Finér, P. Niemelä, T. Domisch, M. F. Jurgensen, S. Neuvonen, M. Ohashi, A. C. Risch and L. Sundström , “Distribution of ant species and mounds (*Formica*) in different-aged managed spruce stands in eastern Finland”, *Journal of Applied Entomology*, c.132, sayı 4, ss. 315-325, 2008.
- [49] Anonim, ( 2019, 13 Jan). [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Umbrella\\_species](https://en.wikipedia.org/wiki/Umbrella_species).
- [50] Ü. Öztan, “Orman karıncaları ormanın sağlık melekleridir (Karl Gosswald’dan çeviri)”, *Bilim ve Teknik*, sayı: 141, ss. 1–5, 1979.
- [51] A. Acatay, *Tatbiki Orman Entomolojisi*, İstanbul,Türkiye: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını, 1963.
- [52] Anonim (2019 Jan 07), [Online]. Available: [http://www.antwiki.org/wiki/Formica\\_rufa](http://www.antwiki.org/wiki/Formica_rufa).
- [53] O. Malazgirt, “Orman karıncalarının biyolojik mücadeledeki rolü,” *Orman Mühendisliği Dergisi*, sayı 3, ss. 10, 1973.
- [54] J. Kilpeläinen, “Wood ants (*Formica rufa* group) in managed boreal forests: implications for soil properties and tree growth”, *Dissertationes Forestales* 66, ss. 33, 2015.
- [55] R. Baş, *Türkiye’de Orman Ağaçlarına Zarar Yapan Zar Kanatlılar (Hymenoptera) Üzerine Araştırmalar*, Ankara,Türkiye: Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 1973.
- [56] S. Tosun, “Bolu Aladağ Ormanlarında Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Uludağ Göknaarı (*Abies bornmulleriana* Mattf.)’nın Tohum Verimi Üzerine Araştırmalar,” *Batı Karadeniz Orman. Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Teknik Bülteni*, sayı 13, 2010.
- [57] “Şerif Yüksel Araştırma Ormanı Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planı (2019-2038)” Orman Genel Müdürlüğü, 2019.
- [58] İ. H. Bozakman, “Bolu - Şerif Yüksel Araştırma Ormanı vejetasyon analizi ve doğal meşcere tipleri üzerine araştırma,” *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülteni*, sayı 86, 1976.
- [59] M. Serin, “Bolu Şerif Yüksel Araştırma Ormanı Meteoroloji İstasyonunun 21 Yıllık (1975-1995) İklim Değerleri,” *Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Dergisi*, ss. 25–37 , 1998.
- [60] A. Irmak, M. Sevim, ve F. Gülçur, “Bolu Aladağ Orman Sahasında Pedolojik Araştırmalar”, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1962.
- [61] M. Z. Öztürk, G. Çetinkaya and S. Aydın, “Köppen-Geiger İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye’nin İklim Tipleri”, *Journal of Geography*, sayı 35,

ss.17-27, 2017.

- [62] E. Akgül ve C. Aksoy, “Bolu-Şerif Yüksel araştırma ormanının toprak karakterleri ve toprak haritaları,” *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülteni* sayı 95, ss.52, 1976.
- [63] G. Wellenstein, “Die Ernährungsbiologie der Roten Waldameise (*Formica rufa* L.)”, *Z. Pflanzenkr. Pflanzenschutz*, c.59, sayı 11/12, 1952.
- [64] G. J. Skinner, “The Feeding Habits of the Wood-Ant, *Formica rufa* (Hymenoptera: Formicidae), in Limestone Woodland in North-West England”, *The Journal of Animal Ecology*, c.49, ss. 417, 2006.
- [65] M. J. Way ve K. C. Khoo, “Role of Ants in Pest Management”, *Annual Review of Entomology*, c.37, ss. 479-573, 2003.
- [66] W. Czechowski, A. Radchenko and W. Czechowska, The ants (Hymenoptera, Formicidae) of Poland, Warszawa, Poland: Studio 1, 2002.
- [67] N. Aktaç, A. G. Radchenko, ve K. Kıran, “Türkiye karıncalarının (Hymenoptera; Formicidae) altfamilya ve cins tanı anahtarları”, *Türkiye Entomoloji Dergisi*, c.26 sayı 1, ss. 51-61, 2002.
- [68] D. Otto, “Über die Arbeitsteilung in Staate von *Formica rufa rufopratensis* minor Gössw. und ihre verhaltensphysiologischen Grundlagen”, *Wissenschaftliche Abhandlungen (Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin)*, sayı 30, 1958.
- [69] O. Malazgirt ve S. Oray, “Kırmızı orman kanncası grubu karıncaların *Acantholyda nemoralis* Thoms. (Yaprak Arılarının) populasyon dinamiği üzerine etkileri,” *Orman Genel Müdürlüğü Teknik Haberler Bülteni*, c. 6, sayı 23, 1967.
- [70] J. Hughes ve A. Broome, “Forests and wood ants in Scotland”, Forestry Commission, *Information note*, 2007.
- [71] İ. Daşdemir, Türkiye’deki Doğu Ladini (*Picea orientalis* L. Carr.) Ormanlarında Yetiştirme Ortamı Faktörleri-Verimlilik İlişkisi, Yüksek Lisans tezi, Orman mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 1987.
- [72] N. Çepel, M. Dünder, ve G. A., “Türkiye’nin Önemli Yetiştirme Bölgelerinde Saf Sarıçam Ormanlarının Gelişimi ile Bazı Edafik ve Fizyografik Etmenler Arasındaki İlişkiler”, *TÜBİTAK Yayınları*, c.354, sayı 65, ss. 160, 1977.
- [73] K. Özkan, “Beyşehir Gölü Havzası Çarık Saraylar yetiştirme ortamı yöreler grubunda fizyografik yetiştirme ortamı faktörleri ile ağaç ve çalı tür çeşitliliği arasındaki ilişkiler analizi,” *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2006.
- [74] A. Hahs, N. J. Enright, ve I. Thomas, “Plant communities, species richness and their environmental correlates in the sandy heaths of Little Desert National Park, Victoria”, *Australian Journal of Ecology*, c 24, s.3, 1999.
- [75] İ. Oğuz, A. Durak, T. Susam, ve H. Güleç, “Uğrak Havzası arazisinin toprak etüd, haritalama ve sınıflandırılması”, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, c.22, sayı 2, ss. 95-103, 2005.
- [76] J. Sorvari, E. Huhta, ve H. Hakkarainen, “Survival of transplanted nests of the red wood ant *Formica aquilonia* (Hymenoptera: Formicidae): The effects of intraspecific competition and forest clear-cutting,” *Insect Science*, c. 21, sayı 4, ss.

486–492, 2014.

- [77] Nageleisen (Louis-Michel), “Etude de la densité et du rôle bioindicateur des fourmis rousses dans les forêts du nord-est.”, *Revue Forestière Française*, ss. 487-495, 2009.
- [78] T. Varol, “Bursa ve Eskişehir Orman Bölge Müdürlüğü ormanlarında *Formica rufa* grubu karıncaların transplantasyonunun esasları ve planlanması”, Orman Böcek ve Hastalıklarıyla Biyolojik Mücadele Semineri, Eskişehir, 1988.
- [79] Ö. Beşçeli ve M. Ekici, “Biyolojik mücadele ve *Formica rufa* L.”, *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, c.. 13, sayı 2, ss. 3–8, 1967.
- [80] L. P. Pedigo, *Entomology and pest management*, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall, U.S.A., 1999.
- [81] Ormanların kabuk böceklerine karşı korunması kuralları, Türk Standartları Enstitüsü TS 3626, 1981.
- [82] J. E. Swenson, A. Jansson., R. Riig ve F. Sandegren, “Bears and ants: myrmecophagy by brown bears in central Scandinavia”, *Canadian Journal of Zoology*, c.. 77, ss. 551–561, 1999.
- [83] M. Serin, “Kahramanmaraş bölgesi ormanlarında Kırmızı Orman Karıncası potansiyel transplantasyon sahalarının tespiti”, Orman Genel Müdürlüğü, Türkiye, Rap., 36178555-903.07.04/395039, 2015.

# ÖZGEÇMİŞ

## KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Metin SERİN  
Doğum Tarihi ve Yeri : 11.09.1972 / Arpaçay  
Yabancı Dili : İngilizce  
E-posta : metinserin@ogr.duzce.edu.tr



## ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Doktora	Orman Müh.	Düzce Üniversitesi	2019
Y. Lisans	Orman Müh.	Zonguldak Karaelmas Üniversitesi	1998
Lisans	Orman Müh.	İstanbul Üniversitesi	1993
Lise	Öğrenci	Bolu Lisesi	1989

## YAYINLARI

- SERİN, M., 1998. Bolu ormanlarında bulunan *Formica rufa* L. grubu karıncaların yaşam biçimleri ve transplantasyon olanakları üzerine araştırmalar. Z.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Mühendislik Tezi.
- SERİN, M., 1998. Bolu Şerif Yüksel Araştırma Ormanı Meteoroloji İstasyonunun 21 yıllık (1975-1955) iklim değerleri. Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Dergisi, Sayı: 1, 25-37 s, Bolu.
- SERİN, M. TOSUN, S. 2002. Dağ ormanlarında kış tahribatı. Türkiye Dağları I.Ulusal Sempozyumu. 25-27/06/2002.
- SERİN, M., ERDEM, M., YÜKSEL, B. ve AKBULUT, S., 2005. Bolu ve Aladağ orman işletmesi göknar (*Abies bornmülleriana* Mattf.) ormanlarında etkin zarar yapan kabuk böceklerinin yaşam döngülerinin belirlenmesi ve bunlara karşı alınabilecek önlemlerin araştırılması, Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Bakanlık

Yayın No: 275, Müdürlük Yayın No: 19, Teknik Bülten No: 12, Bolu.

5. SERİN, M., ÖZPAY, Z., TOSUN, S., KARATEPE, H., 2002. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ve Meşe (*Quercus petrea* (Matt.) Lieb, *Q.hartwissiana* Stev.) türlerinde boylu fidan üretimi ve plantasyon tekniğinin araştırılması. Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Teknik Bülten Yayını No: 6, Bolu.

6. SERİN, M., YÜKSEL, B., AKBULUT, S., ERDEM, M., ÜNAL, S., BAYSAL, İ., 2005. Doğu Ladini Sariçam ve Gökmar Ormanlarında *Thanasimus formicarius* (L.) (Coleoptera : Cleridae)'un başlıca avları ile ilişkileri ve biyolojik mücadeledeki rolü. Ladin Sempozyumu. 20-22 Ekim 2005 Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Trabzon.

7. SERİN, M., YÜKSEL, B., AKBULUT, S., ERDEM, M., ÜNAL, S., BAYSAL, İ., 2005. Doğu Ladini, Sariçam ve Gökmar ormanlarında *Rhizophagus depressus* (Fabr.) ( Coleoptera : Rhizophagidae)'un başlıca avları ile ilişkileri ve biyolojik mücadeledeki rolü. Ladin Sempozyumu. 20-22 Ekim 2005 Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Trabzon.

8. BAYSAL, İ., AKBULUT, S., YÜKSEL, B., SERİN, M., ERDEM, M., 2006. Preliminary experiment on the pathogenicity of *Bursaphelenchus mucronatus* on three pine species under greenhouse conditions. Pine Wilt Disease: a worldwide threat to forest ecosystems. International symposium ,10-14 July 2006 Calouste Gulbenkian Foundation , Lisbon. ( www.nemalab.uevora.pt )

9. SERİN, M., TOKCAN, M., KÖSE, N., GÜLER, M. 2007: Bolu Orman Bölge Müdürlüğü'nde Karaçam (*Pinus nigra* Arn. subsp. pallasiana) ve Doğu Kayını ( *Fagus orientalis* Lipsky.)'na ait usulsüz kesimlerde ağaç kesim zamanının dendrokronolojik yöntem ile tespitinin araştırılması. Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü; Teknik bülten ( Basım aşamasında).

10. AKBULUT, S., YÜKSEL, B., SERİN, M., BAYSAL, İ., ERDEM, M., 2007. Pathogenicity of *Bursaphelenchus mucronatus* in Pine Seedlings under Greenhouse Conditions. Turkish Journal of Agriculture and Forestry , Volume 31, Issue 3, (2007), 169-173 ,Tübitak ,TÜRKİYE

11. SERİN, M., ERDEM, M., YÜKSEL, B. AKBULUT, S., 2007. Bolu ve Aladağ Gökmar ormanlarında Gökmar Hortumlu Böceği *Pissodes piceae* (Illig.) (Coleoptera:Curculionidae)'nın Ekolojisi, Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma

Müdürlüğü, Bakanlık Yayın No: 313, Müdürlük Yayın No: 18, Çeşitli Yayınlar Serisi No: 3, Bolu.

12. SERİN, M., ERDEM, M., YÜKSEL, B. AKBULUT, S., 2008. Bolu ve Aladağ Orman İşletmesi göknar ormanlarında kabuk böceklerinde kullanılan feromon tuzak tiplerinin yakalama kapasitelerinin belirlenmesi (*Pityokteines curvidens* (Germar) örneği), Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Müdürlük Yayın No: , Teknik Bülten No: , Bolu.(Henüz basılmadı).

13. SERİN, M., ERDEM, M., DUYAR, A., YÜKSEL, B. AKBULUT, S., 2010. Aladağ Orman İşletmesi Uludağ Göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf. ) ormanlarında kabuk böceklerinin kışlama (= Hibernasyon) davranışlarının belirlenmesi (*Pityokteines curvidens* (Germar) örneği), Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Müdürlük Yayın No:30 , Teknik Bülten No:19 , Bolu.

14. YÜKSEL, B., SERİN, M., ERDEM, M., 2010. Life Cycle of *Orthotomicus erosus* (Woll) and Its Biological Control : A Regional Comparison. EFIMED Mediterranean Forest Week Turkey 2010 Antalya, 13-16th of April. Poster.

15. SERİN, M., ERDEM, M., YÜKSEL, B. AKBULUT, S., 2011. Türkiye'de *Pityokteines curvidens* (Germar) (Coleoptera:Curculionidae)'in bir predatörü *Rhizophagus bipustulatus* Fabricus. Türkiye I. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu. 23-25 Kasım 2011 Clup Sera Hotel Lara, Antalya.Sözlü bildiri.

16. RAVN, H. P., HAVİLL, N. P. , AKBULUT, S., FOOTTİT, R. G. , SERİN, M., ERDEM, M., MUTUN, S., KENİS M., 2012. *Dreyfusia nordmanniana* in Northern and Central Europe: potential for biological control and comments on its taxonomy, Journal of Applied Entomology, DOI: 10.1111/jen.12012.

17. AKBULUT, S., YÜKSEL, B., SERİN, M., ERDEM, M., 2014. Comparison of pathogenic potential of *Bursaphelenchus* species on conifer seedlings between greenhouse and outdoor conditions. Phytoparasitica ; April 2015, Volume 43, Issue 2, pp 209-214; Date: 03 Sep 2014

18. SERİN, M., ŞAHİN, U., 2012. Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü'ndeki ormancılık araştırmalarının gelişim sürecinin dünyadaki örneklere (Kanada ve Norveç) göre irdelenmesi. 60. Yılında Ormancılık Araştırma Enstitüleri: Dünü, Bugünü, Yarını Sempozyumu 7-8-9 Kasım 2012, Bolu Sözlü Sunum.