T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TOHUM KARINCASI *Messor semirufus*'UN BESLENME AKTİVİTESİNDE ABİYOTİK FAKTÖRLERİN VE BESİN KAYNAKLARININ MEVSİMSEL ETKİSİ

SULTAN EBRU BİLĞİÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı: PROF. DR. YILMAZ ÇAMLITEPE

EDİRNE-2016

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

Prof. Dr. Mustafa ÖZCAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tezin **Yüksek Lisans** tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

Prof. Dr. Yılmaz ÇAMLITEPE
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tez tarafımızca okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Yılmaz ÇAMLITEPE
Tez Danışmanı

Bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından **Biyoloji** Anabilim Dalı'nda bir **Yüksek Lisans** tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	İmza
Prof. Dr. Yılmaz ÇAMLITEPE	
Doç. Dr. Çiler MERİÇ	
Doç Dr. Evren CABİ	

Tarih
18.02.2016

T.Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

DOĞRULUK BEYANI

İlgili tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını beyan ederim.

18.02.2016

Sultan Ebru BİLGİÇ

i

Yüksek Lisans Tezi

Tohum Karıncası *Messor semirufus*'un Beslenme Aktivitesinde Abiyotik Faktörlerin Ve Besin Kaynaklarının Mevsimsel Etkisi

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

ÖZET

Bu araştırmada, hasatçı karınca türü olan *Messor semirufus*'un mevsimlere göre beslenmesi ve aktivitelerinin belirlenmesine çalışılmıştır. Beslenme aktiviteleri gözlemlenirken mevsimlere göre; zemin sıcaklığı, havanın sıcaklığı, havanın nemi, atmosferik basınç, havanın ve toprağın genel durumu gibi abiyotik faktörler ve vejetasyon gibi biyotik faktörlerin etkisi incelenerek kaydedilmiştir. *M. semirufus* işçilerinin yuvadan ilk çıkışları hava sıcaklığının arttığı nisan ayı başlarında, toprak sıcaklığı yaklaşık 15°C'nin üzerine çıktıktan sonra başlamıştır. Toprak sıcaklığı 30°C'yi bulduğunda aktivasyonlarının maksimum olduğu gözlenmiştir. Besin toplama davranışları sırasında en uzun besin yolu 10 m uzunluğunda bulunmuştur. Yuvadan besin kaynaklarına doğru oluşturulan yolların maksimum sayısı 4 olarak bulunmuştur.

M. semirufus kolonisinin mevsimlere göre tohum tercihlerinin karşılaştırılması yapılmıştır. *M. semirufus* işçileri, Poaceae familyasına ait bitkilerden ilkbahar ve yaz mevsimlerinde; Asteraceae familyasına ait taksonlardan ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri boyunca tohum toplamışlardır. Diğer tohumlarını topladıkları familyalar Polygonaceae, Primulaceae Oxalidaceae, Euphorbiaceae, Portulaceae'dir.

Tohum tercihlerine yönelik deneysel çalışmamızda, *M. semirufus* yuvası çevresine doğal ortamdaki bitkilerden ayrı, farklı besin değerlerinde 12 çeşit tohum bırakılmıştır. Bunlardan % 61 oranında karbonhidrat içeren buğday en çok tercih edilen olmuştur. İkinci sırada keten tohumu tercih edilmiştir. Yulaf, ıspanak, susam, darı ve nohut

tohumları öncelikli türlerden sonra yuvaya taşınılan türlerdendir. Aspir, ayçiçeği, kolza, kenevir ve bakla ise bırakılan tohumlar arasında tercih edilmeyen tohumlardandır.

Yıl : 2016
Sayfa Sayısı : 104
Anahtar Kelimeler: Messor *semirufus*, mevsimsel aktivite, tohum tercihi, beslenme rejimi, abiyotik faktörler.

Master's Thesis

Seasonal influence of abiotic factors and food resource availability on foraging activity of seed collecting ant species *Messor semirufus*

Trakya University Institute of Natural Sciences

Biology

ABSTRACT

This study aims to determine seasonal activity and seed preference of seed collecting ant species *Messor semirufus*. During the seasonal activity observations, both the effect of abiotic factors such as air temperature, air humidity, atmospheric pressure, air in the overall situation, general condition of the soil and the biotic factors such as vegetations were recorded and compared. The first foraging trip after the winter began in early April when the temperature slowly increased and the soil temperature rose above about 15°C. When they first came out of nest, foraging behaviour was not observed, they only engaged with nest repair instead. Maximum activity was observed when the soil temperature reached 30°C. The longest food traffic they create during food collection was found 10 meters long. The maximum number of food traffic or track radiated from the nest was found to be four.

Seasonal changes of seed preferences of *M. semirufus* have been compared as; they collected seeds from Poaceae family in spring and summer and from Asteraceae during spring, summer and autumn. Other families that they collected seeds are Polygonaceae, Primulaceae Oxalidaceae, Euphorbiaceae and Portulaceae.

In our experimental studies of seed prefeance, 12 varieties of seeds of different nutritional value were placed around the nest. The most preferred seed was wheat with 61% carbohydrates content. The second one was linseed with more fat content. Oats, spinach seeds, sesame, millet and chickpea seeds were also transported to the nest, respectively.

Year : 2016
Number of Pages : 104
Keywords : *Messor semirufus*, seasonal activity, diet, abiotic factors, seed preference.

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım sırasında bilgi, fikir, kaynak ve koleksiyonu ile yardımlarını gördüğüm ayrıca zamanlarını ayırarak beni yönlendiren çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Yılmaz ÇAMLITEPE'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım boyunca bana yardımlarını sunan ve beni destekleyen Sayın Hocalarım Prof. Dr. Nihat AKTAÇ'a, Doç. Dr. Volkan AKSOY'a, tez çalışmamdaki bitki türlerinin teşhisini yapan Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Necmettin GÜLER'e, sevgili arkadaşlarım Ece ZAİMOĞLU ve Mine KAFALI'ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bugünlere gelmemi sağlayan ve bana her konuda destek olan babam Hasan BİLGİÇ, annem Fatma BİLGİÇ ve kardeşlerime en içten teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunarım. "***Avrupa Kırmızı Orman Karıncası (Formica pratensis* Retzius,1783*) nın Dağılımı, Ekolojisi ve Koruma Planı*"** başlıklı TÜBİTAK 212T118 no'lu projede burslu öğrenci olarak bu çalışmamı bitirmiş olduğumdan TÜBİTAK'a teşekkürlerimi sunmak isterim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **ii**

ABSTRACT ..... **iv**

TEŞEKKÜRLER ..... **vi**

ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **x**

TABLOLAR DİZİNİ ..... **xiv**

1. GİRİŞ **1**

2. GENEL BİLGİLER **3**

2.1. Tohum Tanesi İle Beslenenler Karıncalar **3**

2.2. Tohum Seçimi **6**

2.3. Besin Arama Modelleri **8**

2.4. Hasatçı Karıncaların Bitki Örtüsüne Etkileri **12**

2.5. Karıncaların Besin Arama Aktivasyonları **17**

2.6. Karıncaların Aktif Olduğu Zaman Periyotları **20**

3. MATERYAL VE METOD **23**

3.1. Materyal **23**

3.1.1.*Messor semirufus* **23**

3.1.2. Kullanılan Tohumlar **26**

3.1.2.1. Buğday Tohumu **26**

3.1.2.2. Keten Tohumu **27**

3.1.2.3. Yulaf Tohumu **29**

3.1.2.4. Ispanak Tohumu **30**

3.1.2.5. Nohut Tohumu **31**

3.1.2.6. Darı Tohumu **32**

3.1.2.7. Kolza (Kanola) Tohumu **32**

3.1.2.8. Kenevir Tohumu 34

3.1.2.9. Ayçiçeği Tohumu 35

3.1.2.10. Bakla Tohumu 36

3.1.2.11. Susam Tohumu 37

3.1.2.12. Aspir Tohumu 38

3.2. Metod 41

3.2.1. *Messor semirufus*'un Aktivasyon Takibi 41

3.2.2. *Messor semirufus*'un Tohum Tercihi Deneyi 41

4. BULGULAR 43

4.1. *Messor Semirufus*'un Aktivasyonu 43

4.1.1. *Messor semirufus*'un Aylara Göre Aktivasyon Ortalamaları 43

4.1.2. *Messor semirufus'*un Mevsimlere Göre Aktivasyon Ortalamaları 63

4.2. *Messor semirufus*'un Sunulan Tohumları Tercihleri 69

4.3. *Messor semirufus*'un SunulanTohumları Tercih Etme Sırası 70

4.4. *Messor semirufus*'un Doğal Ortamdan Topladığı Bitki Tohumları 73

4.4.1. *Seteria glauca* (L.) p. Beauv (Poaceae) 73

4.4.2. *Polygonum aviculare* (L.)(Polygonaceae) 73

4.4.3. *Cynodon dactylon* (L. var.)(Poaceae) 74

4.4.4. *Cynadon dactylon* (L. var. Pers *Villosus* Regel)(Poaceae) 74

4.4.5. *Anagallis arvensis* (L.var. *arvensis*) (Primulaceae= Çuhaçiçeğigiller) .. 75

4.4.6. *Oxalis corniculata* (L.) (Oxalidaceae) 76

4.4.7. *Sorghum halepense* (L. var. Pers *halepense)* (Poaceae) 76

4.4.8 *Senecio erraticus* Bertol (Asteraceae) 77

4.4.9. *Lactuca serriola* (L.)(Asteraceae) 78

4.4.10. *Euphorbia chamaesyce (*L.) (Euphorbiaceae) 78

4.4.11. *Conyza canadensis (* L.) Cronguist (Asteraceae) 79

4.4.12. *Poa trivialis* (L.) -(Poaceae) 80

4.4.13. *Helminthotheca echioides* (L.) (Asteraceae) 80

4.4.14. *Portulacea oleracea (*L.) (Portulaceae) 81

5. TARTIŞMA VE SONUÇ 82

KAYNAKLAR 89

ÖZGEÇMİŞ 104

ŞEKİLLER DİZİNİ

sayfa

Şekil 2.1. Tohum ile beslenen hasatçı çöl türlerinden *Messor (=Veromessor) pergandei* yuvasının yapısı…… 3

Şekil 2.2. Hasatçı karınca *Pogonomyrmex* türlerinde kullanılan iki belirgin tohum arama yöntemi……6

Şekil 2.3. *Pogonomoyrmex badius* türü tohum bulup yuvaya dönerken dışarı uzatılmış iğnesinden kimyasal madde bırakmaktadır……..7

Şekil 2.4. Koku izi yolu konusunda temel modeller…….8

Şekil 3.1. Gözlem yapılan *Messor semirufus* yuvası……...18

Şekil 3.2. *Messor semirufus* majör işçisinin üstten görüntüsü……18

Şekil 3.3. *Messor semirufus* majör işçisinin baş kısmının görüntüsü…….19

Şekil 3.4. *Messor semirufus* majör işçisinin yan profil görüntüsü……..19

Şekil 3.5. Buğday tohumu……...20

Şekil 3.6. Keten tohumu……..21

Şekil 3.7. Yulaf tohumu……...……22

Şekil 3.8. Ispanak tohumu……....23

Şekil 3.9. Nohut tohumu…….....24

Şekil 3.10. Darı tohumu…….....24

Şekil 3.11. Kolza tohumu…….25

Şekil 3.12. Kenevir tohumu……26

Şekil 3.13. Ayçiçeği tohumu……27

Şekil 3.14. Bakla tohumu…….....28

Şekil 3.15. Susam tohumu……...29

Şekil 3.16. Aspir tohumu…….....29

Şekil 4.1. Mart ayı ortalama birey sayısı……..33

Şekil 4.2. Nisan ayı ortalama birey sayısı……....34

Şekil 4.3. Mayıs ayı ortalama birey sayısı……...….34

Şekil 4.4. Haziran ayı ortalama birey sayısı……...35

Şekil 4.5. Temmuz ayı ortalama birey sayısı……..35

Şekil 4.6. Ağustos ayı ortalama birey sayısı……..36

Şekil 4.7. Eylül ayı ortalama birey sayısı……..36

Şekil 4.8. Ekim ayı ortalama birey sayısı……..36

Şekil 4.9. Kasım ayı ortalama birey sayısı……..37
Şekil 4.10. Mart ayında havadaki ortalama nem miktarı……..37
Şekil 4.11. Nisan ayında havadaki ortalama nem miktarı……38
Şekil 4.12. Mayıs ayında havadaki ortalama nem miktarı……38
Şekil 4.13. Haziran ayında havadaki ortalama nem miktarı…….38
Şekil 4.14. Temmuz ayında havadaki ortalama nem miktarı……39
Şekil 4.15. Ağustos ayında havadaki ortalama nem miktarı……39
Şekil 4.16. Eylül ayında havadaki ortalama nem miktarı…….39
Şekil 4.17. Ekim ayında havadaki ortalama nem miktarı……40
Şekil 4.18. Kasım ayında havadaki ortalama nem miktarı……40
Şekil 4.19. Mart ayının ortalama hava sıcaklığı……40
Şekil 4.20. Nisan ayının ortalama hava sıcaklığı……..……41
Şekil 4.21. Mayıs ayının ortalama hava sıcaklığı……..……...41
Şekil 4.22. Haziran ayının ortalama hava sıcaklığı……..……41
Şekil 4.23. Temmuz ayının ortalama hava sıcaklığı……42
Şekil 4.24. Ağustos ayının ortalama hava sıcaklığı……..42
Şekil 4.25. Eylül ayının ortalama hava sıcaklığı…….,42
Şekil 4.26. Ekim ayının ortalama hava sıcaklığı…….,43
Şekil 4.27. Kasım ayının ortalama hava sıcaklığı……...,43
Şekil 4.28. Mart ayında ortalama toprak sıcaklığı……...43
Şekil 4.29. Nisan ayında ortalama toprak sıcaklığı…….44
Şekil 4.30. Mayıs ayında ortalama toprak sıcaklığı…….44
Şekil 4.31. Haziran ayında ortalama toprak sıcaklığı……..44
Şekil 4.32. Temmuz ayında ortalama toprak sıcaklığı…….45
Şekil 4.33. Ağustos ayında ortalama toprak sıcaklığı……..45
Şekil 4.34. Eylül ayında ortalama toprak sıcaklığı…….45
Şekil 4.35. Ekim ayında ortalama toprak sıcaklığı……..46
Şekil 4.36. Kasım ayında ortalama toprak sıcaklığı……....46
Şekil 4.37. Mart ayının ortalama basınç değerleri……...46
Şekil 4.38. Nisan ayının ortalama basınç değerleri……..47
Şekil 4.39. Mayıs ayının ortalama basınç değerleri…….47
Şekil 4.40. Haziran ayının ortalama basınç değerleri……..47

Şekil 4.41. Temmuz ayının ortalama basınç değerleri……...48
Şekil 4.42. Ağustos ayının ortalama basınç değerleri…….48
Şekil 4.43. Eylül ayının ortalama basınç değerleri……..48
Şekil 4.44. Ekim ayının ortalama basınç değerleri……..49
Şekil 4.45. Kasım ayının ortalama basınç değerleri……49
Şekil 4.46. İlkbahar mevsimindeki ortalama birey sayısı……....50
Şekil 4.47. Yaz mevsimindeki ortalama birey sayısı……...50
Şekil 4.48. Sonbahar mevsimindeki ortalama birey sayısı……..50
Şekil 4.49. İlkbahar mevsimindeki havadaki nem oranı…….51
Şekil 4.50. Yaz mevsimindeki havadaki nem oranı……51
Şekil 4.51. Sonbahar mevsimindeki havadaki nem oranı……51
Şekil 4.52. İlkbaharda ortalama hava sıcaklığı……52
Şekil 4.53. Yaz mevsimindeki ortalama hava sıcaklığı……...52
Şekil 4.54. Sonbahar ortalama hava sıcaklığı……..52
Şekil 4.55. İlkbaharda ortalama toprak sıcaklığı……..53
Şekil 4.56. Yaz mevsimindeki ortalama toprak sıcaklığı…….53
Şekil 4.57. Sonbaharda ortalama toprak sıcaklığı……53
Şekil 4.58. İlkbaharda ortalama basınç değerleri…….54
Şekil 4.59. Yaz mevsimindeki ortalama basınç değerleri……54
Şekil 4.60. Sonbaharda ortalama basınç değerleri……...54
Şekil 4.61. *Seteria glauca* bitkisinin doğal ortamdaki görünüşü (a), herbaryum ş
Şekil 4.62. *Polygonum aviculare* bitkisinin doğal ortamdaki görünüşü (a), herbaryum şeklindeki görünüşü (b) ve bitkinin tohumları (c)……58
Şekil 4.63. *Cynodon dactylon (L). var. dactylon)* bitkisinin doğal ortamdaki görünüşü (a), herbaryum şeklindeki görünüşü (b) ve bitkinin tohumları (c)……..59
Şekil 4.64. *Cynadon dactylon (*L.) *Pers var. Pers villosus Regel* bitkisinin doğal ortamdaki görünüşü (a), herbaryum şeklindeki görünüşü (b) ve bitkinin tohumları……..59
Şekil 4.65. *Anagallis arvensis (L.var. arvensis)* bitkisinin doğal ortamdaki görünüşü (a), herbaryum şeklindeki görünüşü (b) ve bitkinin tohumları (c)……..60
Şekil 4.66. *Oxalis corniculata (L.)* bitkisinin doğal ortamdaki görünüşü (a), herbaryum şeklindeki görünüşü (b) ve bitkinin tohumları (c)……...60

Şekil 4.67. *Sorghum halepensis* (*L. var pers halepense)* bitkisinin doğal ortamdaki görünüşü (a), herbaryum şeklindeki görünüşü (b) ve bitkinin tohumları (c)……61
Şekil 4.68. *Senecio erraticus* Bertol bitkisinin doğal ortamdaki görünüşü (a), herbaryum şeklindeki görünüşü (b) ve bitkinin tohumları (c)……61
eklindeki görünüşü (b) ve bitkinin tohumları (c)…….58
Şekil 4.69. *Lactuca serriola (L.)* bitkisinin doğal ortamdaki görünüşü (a), herbaryum şeklindeki görünüşü (b) ve bitkinin tohumları (c)……...62
Şekil 4.70. *Euphorbia chamaesyce* (*L.*) bitkisinin doğal ortamdaki görünüşü (a), herbaryum şeklindeki görünüşü (b) ve bitkinin tohumları (c)……62
Şekil 4.71. *Conyza canadensis (L.)* cronguist bitkisinin doğal ortamdaki görünüşü (a), herbaryum şeklindeki görünüşü (b) ve bitkinin tohumları (c)……63
Şekil 4.72. *Poa trivialis (L.)* bitkisinin doğal ortamdaki görünüşü (a), herbaryum şeklindeki görünüşü (b) ve bitkinin tohumları (c)……..63
Şekil 4.73. *Helminthotheca echioides (L.)* bitkisinin doğal ortamdaki görünüşü (a), herbaryum şeklindeki görünüşü (b) ve bitkinin tohumları (c)……64
Şekil 4.74. *Portulacea oleracea (L.)* bitkisinin doğal ortamdaki görünüşü (a), herbaryum şeklindeki görünüşü (b) ve bitkinin tohumları (c)……...64

TABLOLAR DİZİNİ

sayfa

Tablo 3.1. Tohumların Besin Değerleri…….....30

Tablo 4.1. *Messor semirufus*'un SunulanTohumları Tercih Etme Sırası……..57

Tablo 4.2. *M. semirifus* İşçi Boyutuna Göre Topladığı Tohumlar……....57

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Hasatçı karıncalar düzenli olarak besinlerinin büyük bir kısmını tohumlardan alırlar. Ponerinae, Myrmicinae ve Formicinae alt familyalarının içinde birçok farklı evrimsel yolu temsil eden geniş bir topluluk oluştururlar. Hasatçı karıncalar bulundukları habitattaki bitkilerin tohumlarını yuvaya taşırlar. Yuvaya taşıdıkları bu tohumlar hasatçı karıncaların ana besin kaynağıdır. Yuvaya tohumu taşırlarken yol boyunca istemsiz olarak tohumları çevreye saçarlar [1]. Hasatçı karıncalar aracılığı ile tohumların doğada yayılmasına Myrmecori adı verilmektedir. Genellikle Euphorbiaceae familyasından olan bitki tohumlarının üzerinde bir kapak ya da kılıf gibi duran elaiozom bölgesi vardır. Elaiozom tohumun içeriği ile ilgili koku veya tat yayan yağ içerikli bir bölgedir. Karıncalar bu bölgelerden algıladıkları koku veya tat ile besin içeriğini algılayarak tohum seçiminde bulunurlar. Bu nedenle hasatçı karıncalar Euphorbiaceae familyası tohumlarının en büyük dağıtıcılarıdırlar [2,3]. Hasatçı karıncaların ziyaret ettikleri bitkiler üzerindeki etkileri tamamen olumsuz değildir. Kendileri için " hata " olarak kabul edilecek özellikleri yol boyunca tohumları düşürmeleri veya kazara yuvada saçmalarıdır ki aslında bu özellikleri sayesinde bitkilerin yayılmalarına hizmet ederler ve kısmen de olsa beslenmek için topladıkları tohumlara verdikleri zararları telafi ederler. Karıncaların ve bitkilerin, birlikte evrimleri esnasında tohumların yayılmaları sağlanmadan önce tohumların myrmekori yardımıyla yayılmış olmaları mümkündür [4].

Hasatçı karıncalar (Harvester ants) olarak gruplandırılan karınca cinslerinin besin kaynağını, topladıkları tohumun kendisi oluşturmaktadır. Myrmekofor karıncalar (Myrmecochorous ants) olarak adlandırılan karıncaların besini ise tercih ettikleri tohumun üzerindeki besleyici kapsül şeklindeki bir eklenti olan elaizom bölgesidir. Myrmekofor karıncalar, tohumun üzerinde yağlı, yumuşak bir içerik olan elaizom

bölgesini koparıp alarak tohumun geri kalanını atarlar. Bu yüzden Myrmekofor karıncalarda tohum üzerinden beslenme görülür fakat tohumu yuvaya taşıma durumu görülmez. Myrmekofor karıncalar, elaizom bölgesini kopardıktan sonra tohumu attığı için oldukça iyi bir tohum dağıtıcısıdırlar. Hem hasatçı karıncaların hem de Myrmekofor karıncaların tohum dağıtıcı rolleri ortak olmasına rağmen beslendikleri tohum bölgeleri farklıdır [5].

Sosyal böceklerin aktivite ritimlerinin biyolojik doğasını araştıran önemli araştırmalar vardır. Bu ritimler ya dışsaldır (eksojen – exogeneous) veya dış uyaranlar tarafından yönlendirilir, ya da içseldir (endojen – endogeneous) ki periyodik olarak dışsal sinyal tarafından yönlendirilen içsel saatten kaynaklanmaktadır [6]. Karıncaların aktivite ritimleri genellikle çevresel faktörlerle göre ayarlanır. Aktivasyonu etkileyen abiyotik faktörler arasında; sıcaklık [7], nem [8], atmosferik basınç, havanın genel durumu, toprak profili [9], toprağın nemliliği [9], biyotik faktörler arasında da en önemli olarak vejetasyonu sayabiliriz [10].

Araştırmamızda hasatçı bir karınca türü olan *Messor semirufus*'un mevsimlere göre beslenme ve aktivitelerinin belirlenmesine yönelik çalışmaların yanısıra tohum seçimleri ve mevsimsel dağılımlarının da karşılaştırmalı olarak araştırılması planlanmıştır. Beslenme aktiviteleri gözlemlenirken mevsimlere göre; zemin sıcaklığı, havanın sıcaklığı, havanın nemi, atmosferik basınç, havanın genel durumu, toprağın genel durumu gibi abiyotik faktörler ve vejetasyon gibi biyotik faktörlerin etkisinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi hedeflenmiştir.

BÖLÜM 2

GENEL BİLGİLER

2.1. Tohum Tanesi İle Beslenenler Karıncalar

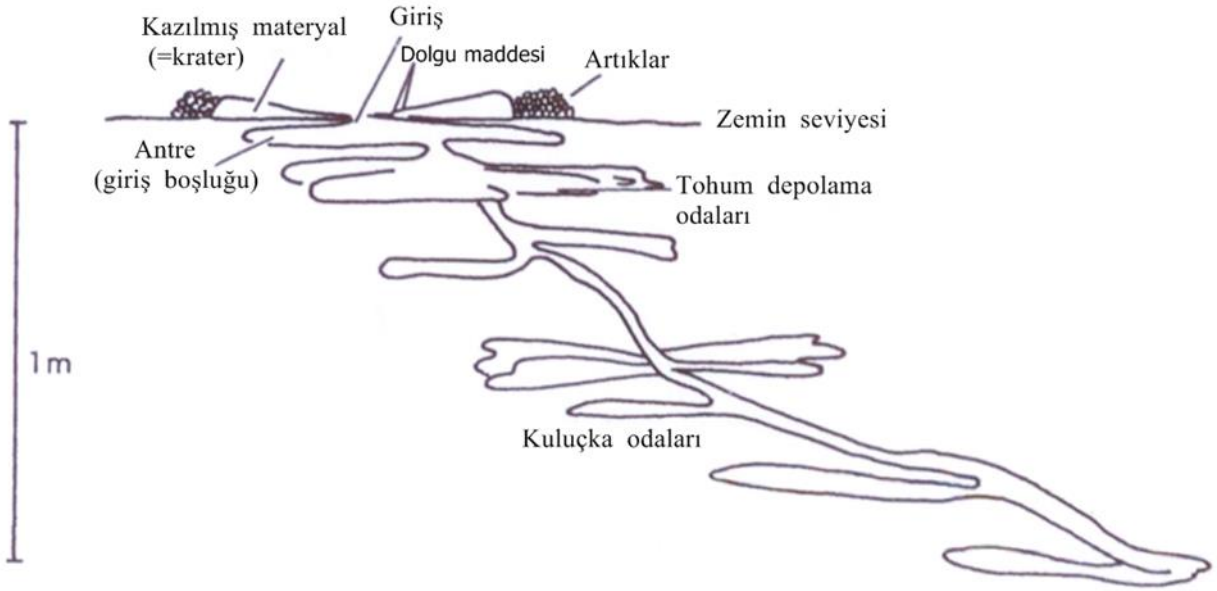
Dünyanın kurak bölgelerinde farklı evrimsel rotaları izlemiş olan farklı hasatçı karınca türleri bulunmaktadır. Bazı türler örn. Kuzeybatı Amerika'da yaşayan *Myrmecocystus* cinsine ait bal kavanozu karıncaları gibi böcek balözleriyle [11,12] beslenirler. Bazı türler örn. Avustralya'da yaşayan *Camponotus inflatus* türü gibi karıncalar hemolenf ile beslenir [13] ya da yine Avustralya'da yaşayan *Melophorus bagoti* türü gibi bitki özsularıyla beslenirler [14, 15]. Diğer türler bitki tohumlarını toplar ve yuvalarındaki odacıklarında saklarlar. Tohum toplayıcı karınca cinsleri olarak *Pogonomyrmex* [16, 17, 18], *Pheidole* [19,20], *Messor* [21,22], *Meranoplus* [23], *Aphaenogaster* [24, 25] ve *Solenopsis* [26] sayılabilir.

Messor cinsi, dünyada tohum tanesi ile beslenmeye en çok özelleşmiş cinslerden biridir. *Messor* cinsine ait son 20 yıldır birçok çalışma bulunmaktadır [27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 21, 22]. *Messor* cinsine ait türler Palearktik bölgede oldukça yaygın olup ülkemizde de geniş dağılım göstermektedirler.

Kuzey Amerika'nın en kurak ve en sıcak yerlerinden biri olan Ölüm Vadisi'nde *Messor pergandei* en yaygın olan karınca türüdür. Bu bölgede *Messor pergandei* aynı bölgedeki toplam kemirgenlerin biyolojik kütlesine eşit bir biyolojik kütleye sahiptirler [28]. Hasatçı karıncaların zor koşullar karşısındaki dayanıklıkları entomologlar arasında bir efsane olarak algılanmaktadır. Kaliforniya'da Coachella Vadisi'nde koloniler peş peşe 12 yıl süren şiddetli kuraklıkta bile yaşamayı başarmışlardır [29]. Bu başarının anahtarı toprak altlarında çok miktarda tohum tanesi depolamalarında ve hiçbir nektar

takviyesi veya avlanmış arthropoda takviyesi olmadan sadece tohumla beslenmelerinden kaynaklanmaktadır.

Olgun bir koloni populasyonu on binlerce bireyi içerecek kadar büyüktür. Tevis [29], Wheeler ile Rissing [30] adlı araştırmacıların yaptığı bir çalışma yuvanın tamamını belirlemeye en yakın olandır. Yuvaya giden yollardan birinin izini kaybedene kadar bir galeriyi 4 metre takip etmeyi başarmışlardır. Yuva yapısını anlamaya yönelik kazı çabalarına ilişkin araştırmacılar: "Derin Kanyon ve Ölüm Vadisi'nde yuvanın tepe kısmını dilimlemeye veya kenarlardan yuvanın ortasına doğru öğrencilerin yardımıyla da yuvayı kazmamıza rağmen işçileri yoğun bir şekilde bir arada bulacak kadar hızlı olamadık" demektedir. Aynı araştırıcılar yuvanın giriş deliğine reçine dökerek yuvanın bir kısmının kesitini almayı başarmışlardır. Yuvanın üst kısmının yapısı Şekil 2.1'de gösterilmiştir. Tipik olgun bir *Messor pergandei* yuvasında genellikle 2 - 4 santimetre çapında 2 veya 3 aktif giriş görülebilir [30].



Şekil 2.1. Tohum ile beslenen hasatçı çöl türlerinden *Messor (=Veromessor) pergandei* yuvasının yapısı [30].

Her krater girişi kum veya ince çakıl ile çevrilidir. Girişine en yakın sarımsı çimento benzeri madde, bir dolgu malzemesi ile bir arada tutulmaktadır. Bu malzeme aynı

zamanda işçilerin yuvalarını tanıyacakları bazı maddeler içerir. Tohum içeren saman kırıntıları yuvanın kuzey çevresinde düzgün bir yarım daire oluşturur. Her girişin hemen altındaki büyük bir oda veya antre kısmen saman ve bir miktar tohum ile doludur. Aşağıya doğru ilerlenildiğinde tohum depolama odaları yer alır ve en sondaki odalar larva ve pupaları bir arada içermektedir.

Messor pergandei işçileri çok sayıda bitkiden tohum toplamaktadırlar. Bugüne kadar Coachella Vadisi'nde 14 bitki cinsi [29] ve Ölüm Vadisi'nde 24 cinsin 29 türüne ait bitkiden tohum topladıkları kaydı verilmiştir [31]. Ancak hasatçı karıncalar tohum seçiminde istikrarlı değildirler. Karıncalar yuvalarına götürecekleri tohumu, tohum yığınından seçmeden önce incelerler ve her bitki türünün en büyük olan tohumlarını seçerler [36]. Muhtemelen tohum kılıfları sert olduğu için *Chorizanthe, Franseria ve Lygodesmia* cinslerini daha az tercih etmişlerdir. İşçiler büyük tohumları daha çok arzu ettikleri için aynı tohum yığını içinde çeşitli bitki türlerine ait olanlar bulunsa bile yine de aynı türe ait tohuma devam etme eğilimindedirler. İşçiler yuvada tohumun endospermini parçaladıktan sonra bu parçaları larvalarına yedirirler. Went ve ark. [28] larvaların tohum materyalini sindirebildiklerini ve karbonhidrat bakımından zengin salgıyı işçilere geri verdiklerini belirtmektedir. Daha sonra aynı durum Davison [37] tarafından Avustralya hasatçı karıncası *Monomorium (= Chelaner) whitei'*de açıklanmıştır.

Messor pergandei işçileri günde iki kez besin aramaya çıkarlar [31]. Birinci çıkışları sabahın erken saatlerinde henüz insanların gözleyebileceği gün ışıması olmadan başlar sabahın geç saatlerinde havanın ısınmasıyla sona erer. İkinci dönem öğleden sonra sıcaklık düştükten sonra başlar alacakaranlığa hatta sıcak havalarda havanın kararmasına kadar devam eder. İşçiler daha önce oluşturulan yolları izleyerek bir kolon halinde çıkarlar. Wheeler ve Risling bir defasında 17.000 işçi içeren sıralı bir grubun yuvadan 40 m kadar uzaklaştığını kaydetmişlerdir.

Sert Amerikan Çöllerinde yaşayan *M. pergandei*'nin başarısı sadece tohum depolamadaki çalışmasında değil, aynı zamanda beslenme stratejisinde esneklik sağlayan üç özelliğinde de görülmektedir. Birincisi tohum az olduğu zaman işçiler daha çok bireysel besin aramasına çıkarlar oysa bir besin kümesiyle karşılaştıklarında sıralı gruplar halinde besin toplamaktadırlar. İkincisi karıncalar sıralı gruplarını çabucak yeni bir besin kümesine yönlendirip buradan da tohum taşımaya başlarlar ve böylece uzun

vadede elde ettikleri ürünü arttırırlar. Üçüncüsü eğer hoşlandıkları tohumlar az sayıda ise, işçiler daha az hoşlandıkları tohumlara, çiçek, yaprak ve gövde gibi tohumsuz bitkisel materyallere de yönelirler [31]. Davidson [38], adaptif polymorfizm için minör işçilerin küçük tohumları toplamaya eğilimli olduklarını ve majör işçilerin büyük tohumları tercih ettiğini *M. pergandai* türünde gözlemlemiştir. Eğer işçi sınıfının bu özelliği doğru ise, karıncaların tohumları çok farklı bitki türlerinden daha çabuk ve büyük enerji verimliliği ile toplamalarını mümkün kılacaktır. Ancak bir sonraki çalışmada, [39] işçilerin boyları ile toplanan tohumlarının boyları arasında az bir farklılığın olduğu gösterilmiştir. İşçi polimorfizmini, larvaların gelişimini sağlayan besinin yıllık siklusuna bağlamaktadır. Kış esnasında tohum bulmanın zorlaşması, daha kısa süreli besin arama, yeni kraliçe ve erkeklerin üretimi, işçi larvasının belirgin bir şekilde az besinle beslenmesi sonucunda işçiler boyca daha küçük olurlar. Eğer bu yaklaşım doğru ise *M. pergandai*'nin işçi polimorfizmi, besin elde etmede esnekliği arttırıcı ek mekanizmalardan öte beslemede tasarruf etme gibi uyumsal olmayan yan etkilere bağlanabilir.

Messor cinsi karıncaları genel olarak polygynoustur (çok kraliçeli). *M. semirufus, M. pergandai, M. structor* türleri polygynous iken *M. barbarus* gibi bazı türler ise monogynoustur (tek kraliçelidir) [40]. Bir karınca yuvası kazıldığında bulunan genç kraliçelerinin çok olması o yuvanın polygynous olduğunu göstermez. Çünkü genç kraliçeler yuvadan çıkıp gidip kendi yeni yuvalarını kuracaklardır. Eğer ki yuvada kanatsız kraliçe tek ise o zaman yuva monogynoustur. Monogynous olan yuvalarda ki bireyler; farklı yuvalardan gelen bireyleri hemen tanır ve yuvaya kabul etmezler. Fakat polygynous yuvalarda ki bireyler, diğer yuvalardan gelen bireylere karşı hoşgörülüdürler. Polygynous yuvalar monogynous yuvalardan daha uysaldırlar ve daha az saldırgandır [34].

M. semirufus türünde, genç kraliçeler yeni yuva yeri için daha önce kendi türünden bir işçinin hiç gitmediği, koku salmadığı yeni bir bölge seçerler. Bunu besin için ve yeni yuva yeri habitatı için rekabetten kaçınmak için yaparlar [35].

2.2. Tohum Seçimi

Araştırmalar, tüm hasatçı karıncaların doğal koşullar altında her türlü bitki tohumunu kabul ettiklerini göstermektedir. *M. pergandei* türünün doğa tarihi bize

tohum seçiminde bu denli hoşgörülü türlerin beslenmelerinde neden tohumlara bağımlı olduğunu göstermektedir.

Hasatçı karıncaların yaşadığı fiziksel olarak zorlu ortamlarda, her yıl ancak birkaç bitki verimli tohum mahsulü üretebilmektedir. Çok tohum seçebilmenin ekolojik öneminin izahı, Hahn ve Maschwitz [27]'in olağandışı olarak Orta Avrupa'da geniş dağılım gösteren hasatçı karınca *Messor rufitarsis* ile ilgili arazi çalışmalarıyla açıklığa kavuşmuştur. Dağılım sınırlarının kuzey limiti olan Almanya'daki Hassen bölgesinde *M. rufitarsis* türü ender bitki türlerinin bulunduğu doğal ortamlarda dağınık popülasyonlar halinde bulunmaktadır. Mayıs ayından ekim ayına kadar bu bitkilerin iki veya daha fazla türü kayda değer miktarda tohum üretmektedir. Bu süreçte karıncalar, bitkilerin ürün verdikleri mevsimlerde, bir insanın bir su birikintisini, üzerinde bulunan taşlara basmaya çalışarak geçmesi gibi bir bitki topluluğundan diğerine sürekli olarak geçerler.

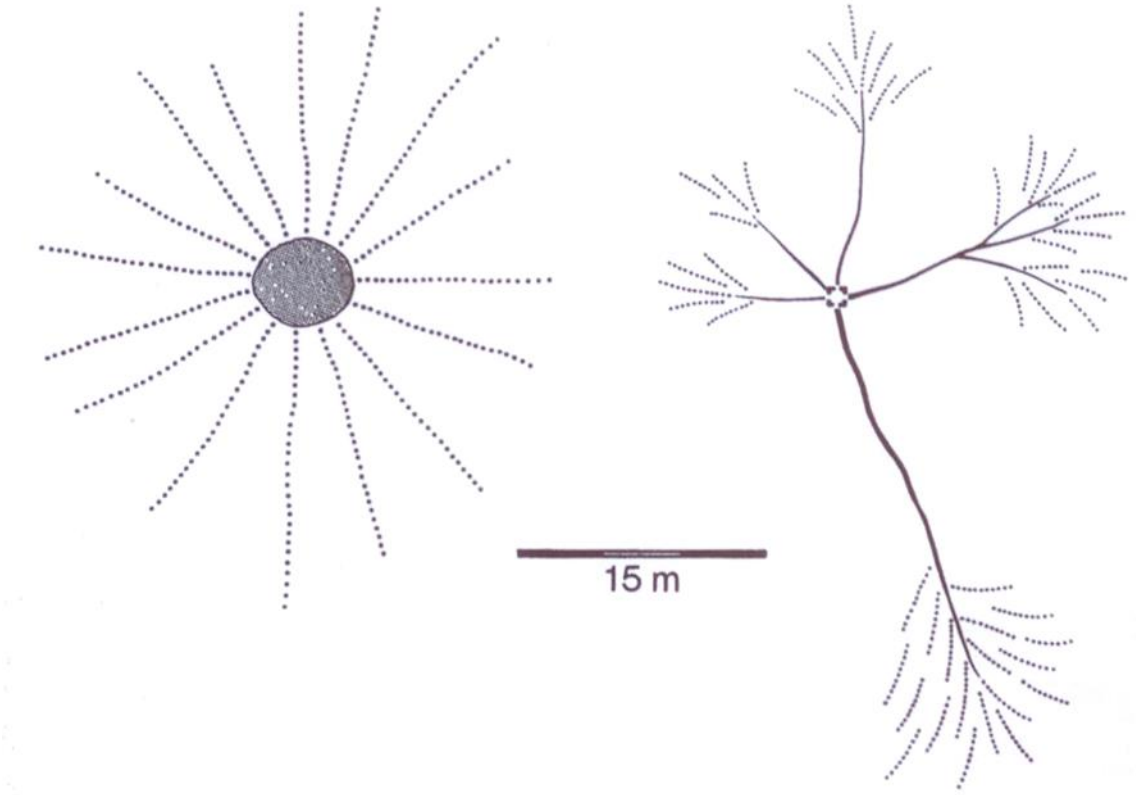
Beslenmelerinde geniş seçim olanağına sahip olmalarına karşın, hasatçı karıncalar tohumlar arasında bir dereceye kadar ayrım yaparlar. Diğer tüm koşullar eşit olmasına karşın en bol tohumu olan bitkiyi seçmeye doğru bir eğilim vardır [41].

Hasatçı karınca türlerinden olan *Messor bouvieri*' nin gıda seçimi ve toplayıcı işçilerin boyutu ile ilgili yapılan bir araştırmada [42]; karınca ile tohum arasındaki etkileşimin, bulunan tohumun mevcudiyetine ve işçilerin boyutlarına bağlı olduğu görülmüşür. Bu araştırma İspanya'da *M. bouvieri*'nin yuvalarının bulunduğu yerlerin bitişiğindeki 3 komşu bitki türünün tohumlarının işçiler tarafından seçimlerine bakılmıştır. Toplanan tohumların % 43'nün tohumun boyutuyla, % 20'sinin ise tohumun dağılım sıklığıyla ilgili olduğu saptanmıştır. Merkezi beslenme stratejisi teorisinin aksine yuvadan uzaklaştıkça toplanan tohumların boyutunda bir artış gözlenmemiştir. En az tercih edilen tohumların diyetlerinde yer alması bu az tercih edilen tohumların dağılım sıklığından ziyade çok tercih edilen tohumların dağılım sıklığıyla daha çok ilişkilidir. Büyük tohumlara sahip bitkilerin bulunduğu alanlardaki karıncaların da iri olduğu, fakat bunu büyük besinleri toplamadaki yetenekleri ya da güçleriyle ilgili olmadığı görülmüştür. Bu tercihin etraflarında büyük tohumlu bitkilerin olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir [42].

2.3. Besin Arama Modelleri

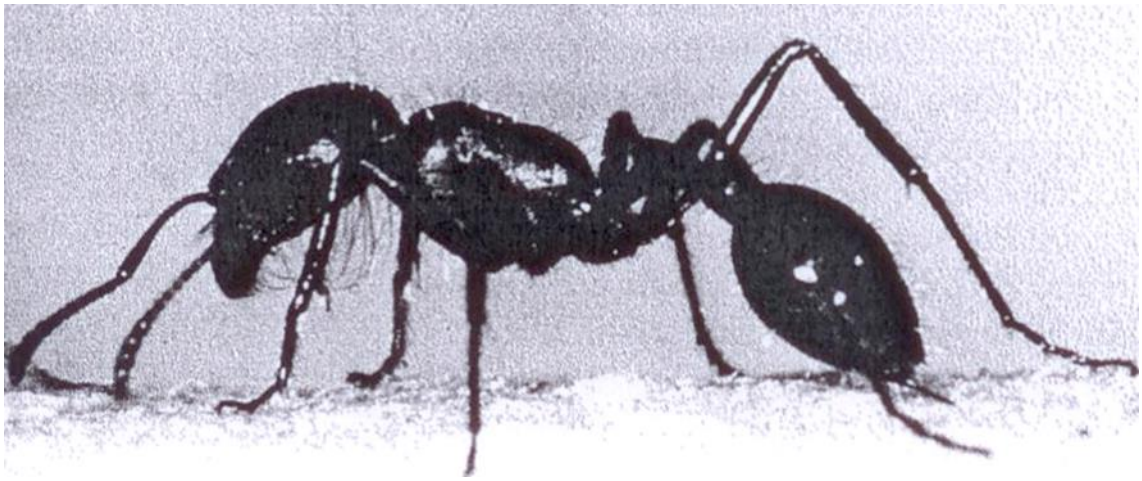
Tohum tanesi ile beslenen karıncaların hepsinde yaygın olan besin stratejisi, işçilerin karışık olarak (major, minör) bireysel ve sıralı grup halinde besin aramasına dayanmaktadır ve günden güne değişen gereksinime göre bu strateji değişmektedir. Bu strateji bariz olarak *Messor* ve *Pogonomyrmex* türlerinde görülmektedir (Şekil 2.2). Besin aramaya çıktıklarında, kendilerine görmeye dayalı çeşitli işaretler, yönlerini bulmada güneşe yönelmeleri ve yuva çıkışına yakın yerlerde koku işaretlerinin olması rehberlik etmektedir.

İşçi karınca, tek bir tohum bulduğunda, onu alır ve yuvaya taşır. Eğer bir işçi karınca birden fazla tohumdan oluşan bir kümeye rastlarsa, bu kümedeki tohumlardan birini alıp abdomeninin uç kısmında depo ettiği koku izi feromonlarını (trail pheromones) yol boyunca bırakarak yuvaya götürmektedir. Yuvadaki diğer bireyler bu koku izini takip ederek tohum kümesine ulaşırlar. Yüklendikleri tohumlarla yuvaya dönerken bir taraftan da koku izi feromonları da bırakırlar. Bu esnada eğer tohum fazla ise, çok sayıdaki karıncanın besin kaynağı ve yuva arasında ileri ve geri gidiş gelişlerini sağlamak üzere güçlü ve yeterli miktarda koku izi içeren bir yol oluşturmaktadırlar. Hatta bu koku izi hiçbir takviyeye gerek duymadan günlerce hatta haftalarca aktif kalabilmektedir.



Şekil 2.2. Hasatçı karınca *Pogonomyrmex* türlerinde kullanılan iki belirgin tohum arama yöntemi. Soldaki şekil toplayıcıların bireysel olarak yuvadan ayrılmaları halinde yuvanın çevresindeki her yöne doğru dağıldıklarını göstermektedir. Bu yöntem, araştırılan tüm *Pogonomyrmex* türlerinde görülmüştür. Ancak *P. maricopa* ve *P. californicus*'un kullandıkları tek yöntemdir. Sağdaki şekil, tohum aramadaki ana rotayı göstermektedir. Karıncalar yuvadan çıkarken nispeten sabit bir rota izlerler ve bu rotanın sonunda bireysel besin arama yapmak üzere birbirlerinden ayrılarak devam ederler. Dönüş yolunda da aynı merkezi rotayı kullanırlar. Bu yöntem sıklıkla *P. barbatus* ve *P. rugosus* türlerinde gözlenmiştir.

P. badius ve diğer *Pogonomyrmex* türlerinde çağrı salgısı zehir bezlerinden, uzun süre kalıcı olan yönelme maddesi salgısı ise Dufour bezlerinden salgılanmaktadır (Şekil 2.3) [43,44].

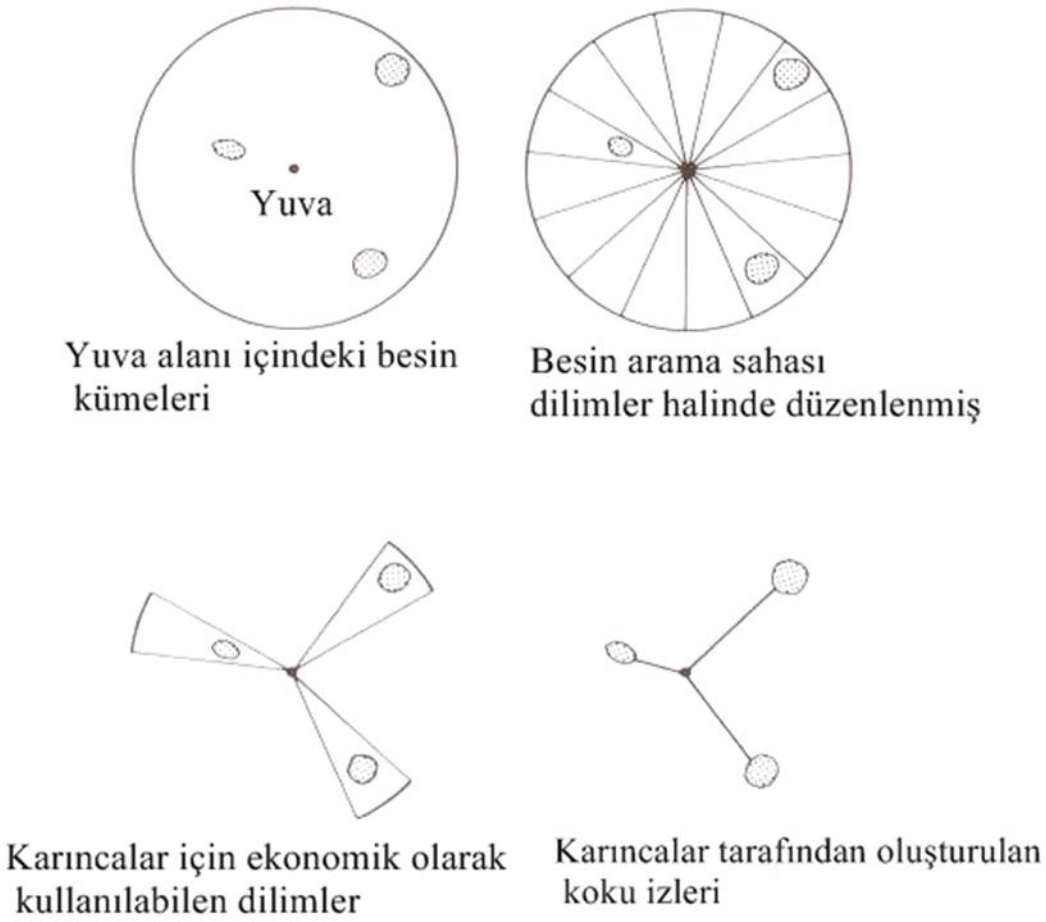


Şekil 2.3. *Pogonomoyrmex badius* türü tohum bulup yuvaya dönerken dışarı uzatılmış iğnesinden kimyasal madde bırakmaktadır [43].

Myrmicinae alt Familyasının ait olan *M. rufitaris*'te her iki feromon da Dufor bezinden salgılanır [27]. Besin kaynakları zenginleştikçe ve besinler yığın halinde keşfedildikçe, koloniler bireysel besin arayışı stratejisinden vazgeçip koku izine doğru yönelmeye ve besin arayışına başlamaktadırlar. Fakat besinin en bol olduğu zamanlarda bile birkaç izci karınca besin toplama yollarından ayrılmaktadır. Sonuçta rastlantısal olarak yeni besin kümeleri bulurlar ve koloninin diğer üyeleri ile birlikte çevrelerini etkili bir şekilde besin yerleri bakımından taramış olurlar. Genellikle yuvadan uzaklaştıkça besin arayışına çıkan karınca sayısında yoğunluk giderek azalır. *Pogonomyrmex Californicus* üzerinde De Vita'nın [45] yaptığı bir gözlemde yoğunluk yuva çıkışından 1,6 m uzakta olup bazı bireyler 13 m uzağa kadar gitmişlerdir.

Hasatçı karıncaların besin arayışına sıralar halinde çıkışları, kendilerini aynı türün diğer kolonileri ile veya yakın akrabalarıyla besin kaynakları için rekabetten uzak tutar. Bu böceklerin tipik besin arayış tarzları yuva yakınlarında aşırı yayılma şeklindedir. Yayıldıkları alan uniform olup yalnız kalma şanslarını ortadan kaldıracak ve farklı kolonilerin koku izlerinin birbiriyle çakışmasını önleyecek şekildedir. Bazen koku izleri birbirine çok yakın olur ve uç yolları birbiriyle birleşebilir, fakat işçiler yine diğer koku izine geçerek diğer koloninin besin kaynağına gitmezler. Bu besin arama modeli *Pogonomyrmex* [44] ve Avrupada yaşayan *Messor*'da gözlemlenmiştir (Şekil 2.4),

ayrıca Rissing ve Wheeler [46] da Amerika da *M. pergandei*'nin bu toplama biçimiyle yem topladığına değinmişlerdir.



Şekil 2.4. Koku izi yolu konusunda temel modeller [47].

Sıcak ve kuru iklimlerde yaygın olan günlük besin arama yönteminde iki kez besin arayışına çıkarlar. Birinci çıkış aktivitenin en yüksek olduğu sabahın serin saatlerinde, ikinci çıkış ise öğleden sonra veya akşamüzeridir. Ancak bu yöntem büyük ölçüde hava

sıcaklığına ve neme bağlıdır. Kolombiya'da yağışlı ve soğuk mevsim başladığında *Pogonomyrmex mayri* iki şekilli olan bu beslenme modelini teke düşürür ve aktivasyonunu en ileri düzeye gün ortasına getirmektedir [48]. Fildişi Sahilleri'nin savanlarında yağmurlu mevsimde *Messor gala* ve *Messor regalis*, temelde gece olan beslenme modelerini değiştirerek sekonder olarak gündüz beslenme modeline geçerler ve aktivasyonlarını en üst düzeye gündüz getirirler [49]. Japonya'da yaşayan *Messor aciculatus* gibi daha soğuk ve nemli ortamlarda yaşayan hasatçı karıncalarda ise beslenme aktivitesi günün ortasına doğru maksimuma çıkmaktadır [50].

Hasatçı karıncaların dikkat çekici bir beslenme modeli de "Ortstreue" (beslenme sırasında çabucak aynı yere dönme eğilimi, devriye nöbeti veya mevzi tutma) davranışıdır. Bireysel olarak besin arayışında olanlar ısrarlı bir şekilde aynı yere defalarca hatta günlerce gidip gelirler. Koloni üyeleri çok sayıdaki koku izi boyunca tohum elde ettiğinde işçiler "Ortstreue" davranışı gösterirler ve çabucak yollardan birini seçerler. Bu olay *Pogonomyrmex* [44], *Pheidole* [47], *Messor* [50,51] ve *Monomorium* [52] cinslerinde kaydedilmiştir. Buna yakın bir davranış modeli de aynı beslenme alanında işçilerin iki ya da daha çok tohum çeşidi bulunmasına karşın bireysel olarak ısrarla bir tip tohumu seçtikleri ihtisaslaşma modelidir. Bu davranış modelinin *Monomorium* [52] ve *Messor* (=*Veromessor*) [53] türlerinde var olduğu bilinmektedir. Kuşkusuz ki besin aramada ve besini seçmede zaman kaybını önlediği için her iki modelin de gerek bireysel etkinliği gerekse koloni etkinliğini arttırma potansiyeli vardır. Bu etkilerin meydana gelebilmesi için hasatçı türün aynı zamanda eski besin kaynakları tükendiğinde, farklı beslenme sahası ve tohum tipi seçimi yapabilen işçileri bu sürece katmasının yanı sıra yeni beslenme sahalarına ve besinlere çabucak ulaşabilme kapasitesini de arttırması zorunludur. Tüm bu özellikler *Messor* ve *Pogonomyrmex* türlerinde kaydedilmiştir ve muhtemelen bu özelliklerin büyük bir kısmı diğer hasatçı karıncalarda da mevcuttur.

2.4. Hasatçı Karıncaların Bitki Örtüsüne Etkileri

Karınca ekolojisi ile çalışanların ortak kanısına göre, karıncaların çok yoğun olduğu bölgelerde; özellikle çöllerde, çayırlarda ve diğer kurak habitatlarda hasatçı karıncalar çiçekli bitkilerin bolluk derecesini ve lokal dağılımlarını değiştirmektedirler. Bazı bitki türleri arasındaki rekabette dengeyi eşitlerken diğer bitki türlerini dengede kalmaya

teşvik eder. Aynı zamanda mevcut türlerin lokal dağılımlarını yeniden düzenlemektedirler. Çoğu hallerde karıncalar tarafından tohumla beslenme, tohum yoğunluğunu ve sonuçta bitkilerin üretimini kütlesel olarak zayıflatmaktadır. Arizona'da Brown ve arkadaşları [54] tarafından karıncalar deneysel alanlardan yok edildiklerinde iki sezon sonra yıllık bitkilerin, karınca populasyonlarının hala yer aldığı yakındaki kontrol alanlarındakine oranla % 50 daha yoğun olduğunu gözlemlemişlerdir. Avustralya'nın güneydoğusundaki okaliptus ağaçlık bölgesinde, karıncalar yok edildikten sonra *Eucalyptus baxteri* türünün fide tohumlarının yoğunluğunun 15 kat arttığı belirtilmektedir [55].

Diğer yandan; karıncalar, zarar gören bitki türlerinin yok olmamasına katkıda bulunmaktadırlar. *Pogonomyrmex rugosus* ve *Messor* (=*Veromessor*) *pergandei*, Arizona çöllerinde *Plantago insularis* ve *Schismus arabicus*'un tohumlarını toplamaktadırlar. Yuvaların etrafında biriken tohumlar, kök salabilecek kadar uzun ömürlüdürler. Bu yüzden yuvaların etrafında büyüyen bitki miktarı, yakınlardaki diğer alanlara göre beş kat daha fazladır [56]. Böylece karıncalarla bitkiler arasında karşılıklı hamleler olduğu ve bu şekilde dengenin sağlandığı söylenebilir. Karıncalar yuva görüş alanlarındaki bitkilerin tohumlarının bir kısmını toplarlar, bu kısım bitkinin kendi faydasına olacak miktarda, ekolojik dengenin sağlanacağı ölçüde bıraktığı tohumlardır.

Çevrebilimciler, karınca ve bitkiler arasındaki tüketme ve dağıtma etkileşimiyle oluşan dengelemenin çok daha karmaşık ikincil bir etkisinin olduğunu tanımlamaya başladılar. Kosta Rika'nın kuzeybatısındaki kuru tropik ormanlarında *Pheidole* ve *Atta* cinslerinin türlerinde, incir tohumlarının (*Ficus hondurensis*) ikincil dağıtıcıları oldukları gözlemlenmiştir. Tohumlar ilk önce kuşlar, koatiler, maymunlar ve kertenkeleler incir meyvesinden beslendikleri sırada dağıtılmaktadırlar. Bu birincil dağıtma işleminden sonra karıncalar, omurgalıların dışkılarından ve yenmemiş meyve parçalarından tohumları toplarlar. Taşınan bazı tohumlar filizlenir [57]. Böylece bitkiler, omurgalılar ve karıncalar arasında bir etkileşim oluşur. Yine de karıncaların tohum toplamasıyla ilgili evriminin omurgalılar tarafından sağlanmış olma ihtimali şüphelidir.

Karıncalar ve bitkiler arasında rekabet ve nesil tükenmesi başlıklarında güçlü bir etkileşim vardır. Hatta karıncalar, bitki dünyası içerisinde bitkilerin orantısız dağılımına ve biyokütlesine müdahale ederek bu başlıklarda " kilit rol " bile oynayabilirler. Önemli bir örnek olarak, Meksika ve Orta Amerika'da bulunan *Solenopsis geminata* ateş

karıncasının mevsimlik ürün yetiştirme sistemi üzerindeki etkisinden bahsedilebilir [58]. Ateş karıncalarının bulundukları bu bölgelerde, zararlı bitkilere ait tohum miktarı çok düşük seviyededir. Meksika'da ise mısır ve kabak tarlalarında yapılan araştırmalarda, karıncaların eklem bacaklı canlıların sayısını on kat, eklem bacaklı türleriniyse üç kat azalttığı görülmüştür. Karıncaların yarattıkları bu türdeki etkilerin araştırılmasıyla ilgili olarak [58], ateş karıncalarının dört ayrı grupta ikişer adet bulunan zararlı bitkiler üzerindeki etkileri incelenmiş ve karıncaların genel olarak iki bitkiden birini diğerine tercih ettikleri gözlemlenmiştir. Bu deney, karıncaların bitkilerin biyokütlesi üzerindeki nihai etkilerinin oldukça farklı olduğunu göstermiştir. Bitki çiftlerinden birinde karıncalar, her zaman tohum topladıkları yöntemin tersine, farklı bir yöntem kullanmışlar ve toplama işleminin sonunda ikincil bitkiye de yönelmişlerdir. Diğer iki durumda karıncalar, daha çabuk tükenebilecek ve ikincil tercih edilmesi beklenen bitkiye yönelmişlerdir. Dördüncü durumda ise, karıncalar birincil tercih edilmesi beklenen bitkiyi tercih etmişler, fakat ikincil bitkiye ise sadece o bitkinin varlığını sürdürebilmesine yetecek kadar yönelmişlerdir.

Hasatçı karıncaların bitkiler üzerindeki tüm bu ardışık etkilerinin ciddi bir önemi olmasına rağmen, bu konu pek fazla anlaşılamamaktadır. Andersen ve Ashton [59], Avustralya florası hakkında yazdıkları eserde karınca-bitki etkileşimini şu şekilde açıklamaktadırlar:

Karıncaların büyük sayıda tohuma zarar verme potansiyellerinin olduğunu bilmemize rağmen, bu kabulün tersi durumlara işaret eden ve incelenmesi gereken başka sorunlar var. Mesela sert yapraklı bitkilerin (*Leptospermum, Melaleuca* ve *Kunzea* gibi) ince tohumları vardır. Bu tohumlar atıkların arasına düşerek veya hızlıca düştükleri zeminin içerisine dâhil olarak karıncalardan kaçmış olurlar. İkincisi, bu tohumlar karıncaların aktivitesinin düşük olduğu dönemlerde (kış mevsimi gibi) düşerek veya tohum toplayan karıncaların az bulundukları bölgelerde düştüklerinde karıncalarla etkileşime girmeyebilirler. Tohum toplama işleminin yüksek seviyede gerçekleştiği bölgeler olsa bile, bu örnekteki gibi toplama seviyesinin çok aşağıda kaldığı bölgeler de mevcuttur. Üçüncüsü, tohum toplayıcı karıncaların büyük çoğunluğu hepçil olduğundan, böcek avları gibi alternatif besin kaynaklarının varlığı da tohum toplama aktivitesinin düşüklüğü üzerinde etkilidir. Dördüncüsü, soğuk ve yağışlı bir mevsimden sonra bitkiler daha fazla filizlenir, ama yağmur karınca aktivitesini düşürmektedir. Beşincisi,

karıncalar tarafından toplanan tohumların mutlak olarak zarar gördüğü kabul edilmektedir ki bu kabulün doğrulanması gerekmektedir. Altıncısı, tohum kayıplarının her zaman karıncaların tohum toplama ihtiyaçlarıyla doğrudan ilgisi olmayabilir; mesela tohumların zarar görmesinin sebeplerinden biri yüksek tohum yoğunluğu ise, bu durumda karıncaların tohum toplama ihtiyaçlarının etkisi bulunmamaktadır. Son olarak, sert yapraklı bitkilerin üreme biyolojisinde ateş kilit rol oynar. Ateş aynı zamanda bazı tohum düşüşlerinin de belirleyicisidir; bu durum karıncaların tohum toplama ihtiyaçlarına da etki etmektedir. Karıncaların, ateşin yokluğunda bile mevsimlik bitki mahsullerinden topladıkları tohumlarla zaten kendi ihtiyaçlarını karşılamaları mümkün olmaktadır.

Tüm bu karmaşık ilişkilere, hasatçı karıncaların tohumlardan faydalanan diğer türlerdeki hayvanlarla olan ilişkileri de eklenmelidir. J. H. Brown, D. W. Davidson [60] ve iş arkadaşlarıyla birlikte güney Arizona Çölleri'nde yaptıkları deneylerde çok konuşulan fenomenleri belgelemişlerdir. Tucson'ın 60 km güneybatısındaki Silver Bell alüvyon düzlüğünde bu araştırmacılar, etrafı çitle çevrilmiş 0,1 hektar büyüklüğündeki iki arazinin birindeki karıncaları, diğer arazide de kemirgenleri ortadan kaldırmışlardır. Kısa bir süre içerisinde, kemirgenlerin olmadığı arazide karınca nüfusu % 71 oranında artmıştır. Karıncaların bulunmadığı arazideyse kemirgenlerin sayısı % 20 oranında (biokütleleri de % 29 oranında) arttığı gözlemlendi. Bu durum bariz bir şekilde, iki taksondan birinin ortadan kalkmasıyla tohumlara ulaşılabilirliğin artmasından meydana gelmiştir. Bu deneyin başlamasından iki yıl sonra, beklenmedik bir şekilde bu durum aniden değişmiştir. Sadece karıncaların bulundukları arazide, karıncalar tohumları reddetmeye başlamışlardır. Ortadan kaldırılan kemirgenlerden sonra, küçük tohumlu bitkilerin yerini almaya başlayan büyük tohumlu bitkilerde artış yaşanmaktaydı, çünkü bu bitkilerden genel olarak kemirgenler beslenmekteydiler. Bu şekilde karıncaların asıl besin kaynakları azalmıştır [61]. Aynı araştırmacılar Arizona'nın 250 km doğusunda Cave Creek alüvyon düzlüğünde benzer deneyler gerçekleştirmişlerdir. Bu bölgedeki karıncalar, sadece tohum miktarının azaldığı kış mevsiminde kemirgenlerle rekabete girmektelerdi. Kemirgenler ortadan kaldırıldığında, *Pheidole xerophila* sayısında artış, *Pogonomyrmex desertorum* sayısında ise azalma gözlemlediler. Karıncalar ortadan kaldırıldığında ise kemirgenlerin nüfusunda ciddiye alınabilecek bir değişim yaşanmadı.

Her lokalitedeki karınca türleri arasındaki etkileşim farklılıklarının ve daha genel olarak iki Arizona lokalitesi boyunca organizmaların arasındaki etkileşimin nedeni şunlardır:

1) Tohum kaynaklarının mevsimsel üretimi ve 2 takson tarafından kullanılmaları;

2) Farklı yoğunlukta bulunan tohumlara karıncaların ve kemiricilerin özelleşmiş olmaları;

3) Çoğu türe ait populasyonların dağılımının tolere edilmesi

4) Rekabet halindeki gruplar arasında doğrudan bir etkileşime aracılık eden bir yolun bulunmaması ile açıklanabilir.

Sonuç olarak Arizona'daki araştırmalarda ortaya çıkan durum tıpkı bir biyomdan veya bir kıtadan diğerine geçiş gibidir. Avustralya'da örneğin karıncaların ve kuşların çoğu türü ancak memelilerin birkaç türü tohumlar üzerinden beslenmektedir, oysaki Kuzey Amerika'da her üçünde de belirgin olarak tohumlarla beslenme görülmektedir. Brown ve arkadaşlarının [62] verilerine göre, Avustralya hasatçı karınca faunasının daha verimli ve bol olup olmadığının tespit edilemeyeceği düşünülmektedir. Güney Amerika'da tohumla beslenen özel kemirgenler olmamasına rağmen tahıl ile beslenen çöl karıncaları ve kuşlar Kuzey Amerika'dan bariz bir şekilde daha çeşitli ve bol değildirler. Bir diğer karşılaştırma noktası da önemli bir hasatçı karınca cinsi olan Pogonomyrmex'in, Kuzey Amerika'nın kurak çevrelerinde 22 tür ve Güney Amerika'nın Güney yarısındaki kurak çevrelerinde karşılaştırılabilen 22 farklı türü ile temsil edilmekte olan bölgedir [63]. Güney Amerika 'daki türler daha küçük koloniler ile karakterize edilir ve az yoğun populasyonlardan oluşmaktadırlar.

Tohum tanesi ile beslenen karıncaların Türkiye'de en belirgin temsilcisi *Messor* cinsidir. Bu cins Türkiye'de geniş dağılım göstermekte ve 16 takson ile temsil edilmektedir. Bu cinse ait türlerin yuva yapıları ve tohum depoları üzerine yapılan tek çalışma 1990 yılında yapılmış olup Aktaç, Çamlıtepe ve Dane'ye aittir [32]. Yapılan bu çalışmada; hasatçı karıncalardan *Messor oertzeni* ve *Messor semirufus*'un yuva yapıları ve tohum depoları araştırılmıştır.

M. oertzeni yuvalarının benzer yapı gösterdikleri; düşey yönde bir ana galeri ile devam ettikleri, ana galeri boyunca nispeten büyük tohum odacıkları içerdikleri, odacıklarda az tohum bulunduğu ve yuva derinliğinin 350 cm'ye kadar ulaştığı gözlenmiştir.

M. semirufus yuvasının oblig tüneller aracılığıyla birbiriyle bağlantılı iki ana oda içerdiği, ana odaların çok sayıda tohum odacığı ile bağlantılı olduğu tohum odacıklarında sayılamayacak kadar çok tohum bulunduğu, yuva derinliğinin de 360 cm'ye kadar ulaştığı gözlenmiştir.

Araştırma alanında 31 familyaya ait bitki örnekleri tespit edilmekle beraber *M. oertzeni* yuvalarında en çok Leguminosae, Cruciferae, Compositae, Polygonaceae familyasına ait türlerin tohumları, *M. semirufus* yuvasında ise Ranunculaceae, Polygonaceae, Leguminosae, Boraginaceae, Rubiaceae, Graminae familyasına ait türlerin tohumları tespit edilmiştir. Ayrıca *Messor* cinsi türlerinin tohum toplama da seçici oldukları da belirlenmiştir [32].

2.5. Karıncaların Besin Arama Aktivasyonları

Hymenopterlerin Aculeata grubuna dâhil olan pek çok soliter üye, koruyucu hücrelere bıraktıkları her bir yumurtaya büyüme ve gelişmelerini tamamlamalarına yetecek kadar besin sağlayarak ebeveyn bakımı gerçekleştirmektedirler. Bu nedenle larvalar besin seçimi ve elde edilmesi gibi aktiviteler erginler tarafından üstlenildiği için bunların ortaya çıkaracağı tehlikelerden korunmuş olurlar. Yumurtadan ergin birey çıkışına kadar geçen zamanda hayatta kalma oranının % 59,9 gibi yüksek olduğu soliter tropikal bir eşek arısı türü olan *Sceliphron assimile* bu stratejinin başarılı olduğunun bir göstergesidir [64].

İşçi karıncalar arasındaki iletişim ile besine doğru ikmal oluşturarak besin aranması ve elde edilmesi beslenme verimini arttırmaktadır. Eusosyal Hymenopterler hareket kabiliyetleriyle sınırlanmış bir alan içinde bulunan yüksek kaliteli besin kaynaklarını ele geçirme ve tüketmeye uyum sağlamışlardır. Arıların ve eşekarılarının uçma yetenekleri yuvalarından birkaç kilometre uzakta bulunan yerlerden besin toplamalarına fırsat sağlar. Buna karşın karıncalar yürümek zorundadır ve bu nedenle besin arayacakları alan yuvalarından en fazla birkaç yüz metrelik uzaklıklar ile kısıtlıdır. Bu nedenle besinin karıncalar tarafından ergonomik olarak toplanması ve kullanılması bir avantajdır ve koloni içinde işlenmesi ve paylaşılmasıyla kaynak verimliliği sağlanmaktadır.

Pek çok karınca türü populasyonu, bireysel (tek haldeki) organizmalara beslenme bakımından bazı benzerlikler göstermektedirler. Kolonideki karıncaların bireysel olarak besin aramaları ve bu sırada saldırgan olmaları bireysel organizmalar ile ortak bir

davranış örneğidir. Besin toplanması, ayrılması ve işlenmesinden sorumlu olan işçi karıncalar bazı durumlarda depolamak için protein ve lipit asimilasyonu yapsalar da esas olarak enerji veren karbohidratları tüketmektedirler [65]. Genel olarak doku oluşumunun görüldüğü larval evredeki larvalar esas protein tüketicileridirler. Eşeysel bireylerin meydana gelmesi larval evredeki ve koloni oluşturulması hazırlıklarında kullanılmak üzere besin depolamak zorunda olan çiftleşmemiş kraliçelerde olduğu gibi metamorfoz sonrası dönemdeki yüksek protein ve lipit alınımına bağlıdır [66]. *Eciton* cinsinin göçmen (nomadik) olduğu evresi yoğun bir şekilde besin toplanılan ve aynı zamanda larval gelişimin en üst düzeyde olduğu evredir. Bu nedenle karıncalar tarafından besin toplanması, besin kaynaklarının elde edilebilirliğiyle ve koloni kurulması esnasında eşey bireyleri üretimi için en uygun zamanı programlamaktadırlar.

Karıncalarda besin arama modelleri; spontane olarak gerçekleşen, bireyler arasında otomatik ilişkiler (kooperasyon) ile şekillenen, çevresel faktörlerce etkilenen, kimyasal iletişime dayalı bir modellemedir [67, 68, 69, 70]. Karıncalar merkezi beslenme stratejisine sahip canlılardır ve bu özellik aslında onları dünyanın en başarılı organizmaları arasına sokmaktadır. Karıncalar besinlerine ulaşırken ve daha sonra yuvaya dönerken yön bulmada çeşitli çevresel etkenleri kullanırlar. Bunlar arasında manyetik alanın kullanımı [71, 72], dönüş hafızalarının kullanımı [73], elektromanyetik spektrumun farklı özelliklerini kullanımları [74, 75, 76] sayılabilir. Karınca türlerinde besin arama oranları farklılık göstermektedir [77]. Bu durum günün farklı zamanlarında ve mevsimlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Genellikle yakın bölgelerde yaşayan karınca türlerinin besin tercihleri ve beslenme periyotları benzerlik göstermektedir [77].

Karıncalar, beslenme konusunda da bireysel değil, sosyal bir çalışma yürütmektedirler. Karıncalar, tek başlarına taşıyabilecekleri besinleri, yuvalara kendileri taşımaktadırlar. Büyük parçaları ise yardımlaşarak taşırlar. Koloni hayatı için en önemli aktivitelerden biri besin aranması, bulunan besinin yuvaya taşınması ve yuvadaki diğer bireylerin besin yeri hakkında bilgilendirilmesidir. Yuvadan ayrılan ve besin aranmasından sorumlu olan işçi karıncalar dış ortam gezilerinde besin kaynağına ulaşmada ve yuvalarına doğru olan geri dönüş yolculuklarında başarılı bir şekilde yönlerini bulabilmektedirler.

Besin arama stratejilerini etkileyen önemli faktörlerden biri de karıncaların yuva çevresinde mevcut bulunan besin çeşitliliğidir [78,79]. Vejetasyon karınca populasyonlarının düzenini ve alt yapısını etkileyen en önemli faktörlerden biridir [80,81]. Karıncaların öncelikli olarak tükettiği besin kaynakları arasında tohum ve nektar gelirken, nadir olarak bitki özsuyuna dayalı bir beslenme de görülebilmektedir.

Karıncaların beslenme davranışlarındaki farklılıklar karıncaların besin gereksinimlerine bağlı olduğu gibi alternatif lipid ve protein kaynaklarına ulaşabilme olanaklarına da bağlıdır [82].

Farklı besin maddelerinin karıncalar üzerindeki etkileri de farklı olmaktadır. Örneğin; protein ağırlıklı beslenilmesi bir kraliçe karıncanın yumurta yapması ve larvanın gelişmesi açısından son derece önemlidir. Protein veya karbonhidrat oranı yüksek besinlerle beslenilmesi karıncaların daha sıkı ve daha fazla çalışması için enerji sağlamaktadır.

Canlılar için yegâne enerji kaynağı olan besin, yeterli miktarda bulunmadığı hallerde sınırlayıcı bir faktör olmaktadır. Besin arama davranışı deneyimli işçi karıncalarının sorumluluğunda farklı türlerde farklı saatlerinde görülmektedir. Besin arama sırasında sergilenen aktivasyon farklılıkları karıncalara bazı avantajlar da kazandırmakta olup günün aynı saatlerinde değil de farklı saatlerinde aktif olabilmelerine ve farklı besin kaynaklarına yönelebilmelerine olanak sağlar. Bu durum, türler arasındaki doğal rekabette başarı sağlamada, gece saatlerinde predasyondan korunmada ve yazın aşırı sıcaklıkta yuvada kalınarak türün korunmasında başarı sağlanmaktadır. Karıncalar şu durumlarda besini kullanmaktadırlar; yuva havalandırması [83], başka bir yere göç [84], çiftleşme uçuşu ve yeni koloni oluşturma [85, 45].

Karıncalar genel olarak yüksek sıcaklık, düşük nemde çevresinde bulunan bitkisel kaynaklardan besin arayışına girmektedirler. Düşük sıcaklık, yüksek nem koşullarında, yuvalarını yaptıkları çevrede geniş alana yayılarak besin aramakta ve temin etmektedirler [86].

Brezilya'da bir serada hazırlanan asma bitkisi köklerine *Lasius micans* karınca türünün yuvaları yerleştirilerek yıl boyunca gıda tercihine bakılmıştır. Sonbaharda protein ağırlıklı, kış ve ilkbaharda karbonhidrata dayalı bir beslenme görülmüştür. Besin olarak verilen *Tenebrio molitor* ve *Gryllus* (çekirge) böceklerinden *Gryllus* cinsi

öncelikli tercihleri olmuştur. Yuva çevresine konulan % 25'lik ve % 70'lik şekerli su çözeltilerine ilk başta ikisine de yönelim olsa bile sonradan yoğunluk % 70'lik şekerli suda olmuştur [87].

2.6. Karıncaların Aktif Olduğu Zaman Periyotları

Organizmaların çoğunda izlenen fizyolojik aktiviteler gece-gündüz periyoduna ve mevsimlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Organizmalarda ışık süresiyle ilgili olarak oluşan ritimler; günlük, aylık, mevsimsel olmak üzere üç grupta incelenmektedirler.

Karıncaların mevsimsel aktivasyon ritimleri 3 aşamada gözlemlenmektedir [88];

1-) Aktivasyona hazırlık (pre – aktivasyon) (ilkbahar: Şubat - Nisan ayları arası),

2-) Aktivasyon (Yaz mevsimi: Nisan - Eylül ayları arası),

3-) Diyapoz (Sonbahar – Kış: Ekim - Şubat ayları arası).

Böceklerin aktivasyon ritimleri göz önüne alındığında diurnal (gündüz aktif), krepeskular (alacakaranlıkta aktif) ve nokturnal (gece aktif) olarak günün farklı zamanlarında aktif bir yaşam tarzlarının olduğu görülmektedir. Özellikle nokturnal ve krepeskular bir yaşam tarzının evrimleşmiş olmasının altında ilk sırada diğer organizmalarla olan besin rekabetinin en aza indirilmesi ve düşmanlardan korunma sağlanması gelmektedir. Diğer yandan, gece koşullarında çeşitli predatör ve yuva paraziti türlerle karşılaşma olasılığı da azalmaktadır. Dolayısı ile diurnal aktivite gösteren böceklerin sayısı daha fazla olsa da krepeskular/nokturnal aktivite gösteren böceklerin olması da doğal bir durum olarak değerlendirilmektedir. Sınırlı ekolojik koşullarda hayatta kalmak ve üremek zorunda olan böceklerden olan karıncalar, krepeskular/nokturnal yaşam koşullarına bir şekilde uyum sağlayabilmek amacı ile çeşitli adaptasyonlar geliştirmişlerdir. Örneğin son yıllarda yapılan bir çalışmanın gösterdiği gibi görme sistemlerindeki uyum ve diurnal böceklere oranla daha fazla ışığı toplayıcı bir göz optiğine sahip olmaları onları bu koşullarda başarılı kılan önemli adaptif mekanizmalardan biridir [89].

Genellikle diurnal bir yaşamı tercih etmelerine rağmen, krepeskular ve nokturnal yaşamı benimsemiş karınca türleri de bulunmaktadır. Aynı tür içerisinde farklı dönemlerde farklı aktivasyon ritmi geliştiren türlerde bulunabilmektedir. Örneğin,

Ponerine cinsinde yer alan *Odontomachus chelifer* işçileri, sıcak mevsimlerde krepeskular olan aktivasyon ritmini, nokturnal olarak değiştirmektedir.

Karınca türlerinden bazıları farklı mevsimlerinde farklı aktivite modelleri gösterebilirler. Mesela, *Pheidole militicida* kış aylarında diurnal bir aktivite gösterirken yaz aylarında nokturnal bir aktivite modeli göstermektedir [90]. *Camponotus cruentatus* türü ise ilkbahar ve sonbahar aylarında diurnal bir aktivite davranışı gösterirken, yaz aylarında günün her saati aktivite gösterdiği kaydedilmiştir [91].

Karıncaların yiyecek araması genel olarak yıl boyunca devam eder. İşçiler daha çok özellikle sabah dönemlerinde alacakaranlıklarda yiyecek aramaktadırlar günün en nemli ve sıcaklık saatlerinde daha az aktiflerdir. Buna karşın düşük sıcaklıklarda daha az aktiflerdir. Yaz aylarında besin bulmaları geceleri daha sıktır. Bu durum eylül ve ekim aylarında da devam edebilmektedir.

Lasius micans kolonilerinin günlük besin arama aktiviteleri sıcaklıkla negatif bir korelasyona sahip iken, bağıl nemlilikle pozitif bir korelasyona sahiptir. Yiyecek arama faaliyetleri; sıcaklık, ışıklanma, bağıl nem ve mevsimsel gibi abiyotik faktörlere bağlı olduğu gibi türler arası rekabet gibi biyotik faktörlere de bağlı olabilmektedir [92]. Günlük beslenme aktivitelerindeki farklılaşmanın sıcaklık ve bağıl neme göre değiştiği aynı zamanda birçok karıncada bu biyotik değişkenlerle ilgili korelasyonlar olduğu ortaya konulmuştur [92]. Her ay yüksek sıcaklığa bağlı kalma süresi kısaldıkça yiyecek arama yoğunluğu yüksek sıcaklıklarda ve hava bağıl düştükçe öğleden sonranın ilk saatlerinde azalmaktadır [92].

Karıncaların gün içerisinde değişik sıcaklıklara kendilerini tolere etme yetenekleri bulunmaktadır. Ancak bazı eşik değeri üzerindeki sıcaklıklarda ‘’termal strese’’ girebilmektedirler. Termal stres: Sıcak ortamlarda durgun hava ve nemin canlı yapısında birikerek dışarıya atılamayan ısıdan canlının rahatsız olmasıyla oluşan bir durumdur. Çevresel koşulların değişimi, farklı karınca türlerinin komunite organizasyonuna parelel olarak aktivitelerini etkilemektedir. Karıncalar soğukkanlı (ektoderm) canlılar olduğu için sıcaklık değişimleri aktivitelerinde önemlidir. Örneğin, sıcaklığa karşı tolere sınırı yüksek olan türler genellikle diurnal bir yaşam tarzı göstermektedir. Sıcaklığa karşı tolere sınırı düşük olan türler krepeskular - nokturnal bir yaşam tarzı sergilemektedirler. Ormanlar ve ağaçlık alanlar güneşlenme ve gölgelik yerler bakımından gün boyunca heterojen bir yapı sergilemektedirler. Nemli ve açık

alanlar ise (çayırlar, ağacın olmadığı veya seyrek olduğu alanlar) daha homojendir ve bu alanlarda sıcağa tolere gösteren türler daha sık görülmektedir.

Fonksiyonel aktivite değişikliklerine göre günlük aktivite ritimleri (circadian rhythm) çeşitli hayvanlar, bitkiler ve mikroorganizmalarda değişik derecelerde ve farklı zamanlarda artış ya da azalış gösterebilmektedir [93]. Canlılarda yaygın olarak görülen sirkadiyan ritim olayı biyolojik saat mekanizmasına bir örnektir. Sirkadiyan ritim: Gün ışığı gibi bir çevresel uyarıcı olmasa bile, belirli fizyolojik olayların 24 saat aralıklarla düzenli bir şekilde ortaya çıkması olayıdır. Komuniteler biyolojik ritimlere uyacak şekilde programlanmıştır [93].

Karıncaların aktivite ritimleri genellikle çevresel faktörlerle göre ayarlanır. Aktivasyonu etkileyen abiyotik faktörler arasında; sıcaklık [7], nem [8], güneşlenme ve gölgelik alan [94], güneş ışınlarına maruz kalma derecesi [95,96,97,98], toprak profili [9], toprağın nemliliği [9], mevcut bulunan besin maddesi [33,99], mevcut bulunan besin maddelerinin limitleri [33;99] sayılabilir. Bunların yanında aktivasyonu etkileyen biyotik faktörler de bulunmaktadır. Bunlardan bazıları; vejetasyon yapısı [10], rekabet, türler arası etkileşim ve avlanmadır [33,100,101,102,]. Tüm bu abiyotik ve biyotik faktörler kolonilerin aktivasyonunu etkiler ayrıca yuva konumunu belirlemede son derece önemlidir.

Sosyal böcekler arasında yer alan arıların; çicek kaynaklarından besin toplayıcılıkları üzerine abiyotik faktörlerin etkisine bakılmıştır [103]. Bu çalışmada arıların yiyecek arama frekansındaki çiçeksi kaynaklar belirlenmiştir. Deneyler arılar tarafından kullanılan ana çiçek kaynaklarında 12 ay boyunca yapılmıştır. Sıcaklık ve gün ışığı arı kolonileri için de karıncalarda olduğu gibi aktivasyonu etkileyen önemli bir abiyotik faktördür. Arıların toplayıcı aktivitesi bağıl nem ve rüzgârdan etkilenmemiştir. Her türün etkinliği sadece abiyotik değişkenleri içeren faktörlerin kombinasyonuna bağlıdır, aynı zamanda mevcut çiçek kaynaklarının alınma miktarı her ziyaretçinin vücut büyüklüğüne ve davranışına bağlı olmaktadır. Günün erken saatlerinde ve abiyotik koşulların gerçekten elverişli olduğu dönemlerde besin arayışı için uyarılar çok iken belli bir süre sonra çiçek kaynaklarının kıtlığı yaşanabilmektedir [103].

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada tohum toplamak için özelleşmiş, hasatçı karınca türlerinden olan *M. semirufus* türü kullanılmıştır. Trakya Üniversitesi Balkan Yerleşkesi Kampüsü içerisinde *M. semirufus* kolonisine ait bir yuva belirlenmiştir. Bir yıl boyunca *M. semirufus* için ilkbahar, yaz ve sonbahar aylarında olmak üzere 3 mevsim aktivasyon ritimleri ve beslenme rejimleri gözlemlenmiştir. Her ay abiyotik faktör ölçümleri yapılarak kaydedilen değerler takip tablolarına kaydedilmiştir. Gözlem yapılan yuva habitatında doğal olarak yetişen bitkilerden, *M. semirufus* türünün hangi bitki tohumlarını tercih ettiği gözlemlenmiştir. *M. semirufus* türünün bulunduğu habitattan tercih ettiği bitkiler tayin edilmiştir. Yine *M. semirufus* yuva habitatında doğal olarak bulunmayan farklı besin tohumları da yuva yakınına konularak bunlar arasından tohum tercihleri gözlenerek not edilmiştir.

3.1. Materyal

3.1.1.*Messor semirufus*

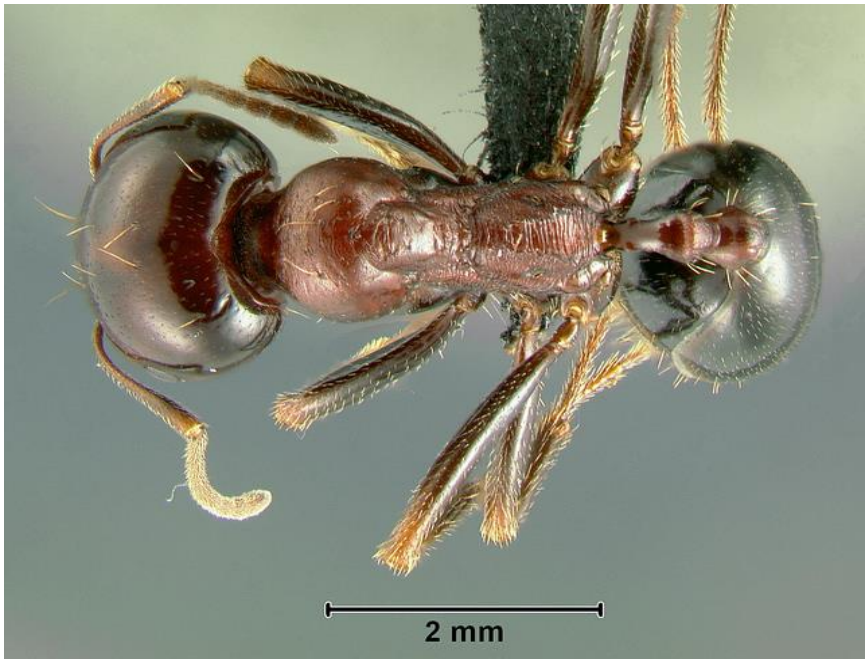
M. semirufus türü karıncalar yuvalarını tarım arazilerine, çayırlık, mera, söğütlük, kavaklık, karışık orman gibi çok çeşitli habitatlarda yapmaktadırlar. *M. semirufus*'un yuvası ağzı dışarıya açılan çok girişli bir yuvadır (Şekil 3.1).

Coğrafi dağılımı; Anadolu, Avrupa, Afganistan, Suriye, Lübnan, Filistin, Irak, İran, Hazar Denizi Sahilleri, Güneydoğu Avrupa'dır. Türkiye'de bilinen dağılımı ise; Ankara, İstanbul, Antalya, Siirt, Bodrum, Denizli, Malatya, Elazığ, Bitlis, Kars'tır. *M. semirufus; Messor* cinsinin Trakya bölgesinde yaygın olan türlerinden biridir. Özellikle ekin tarlaları kenarlarında düzenli oluşturdukları yol izleri ile fark edilmektedirler [104].

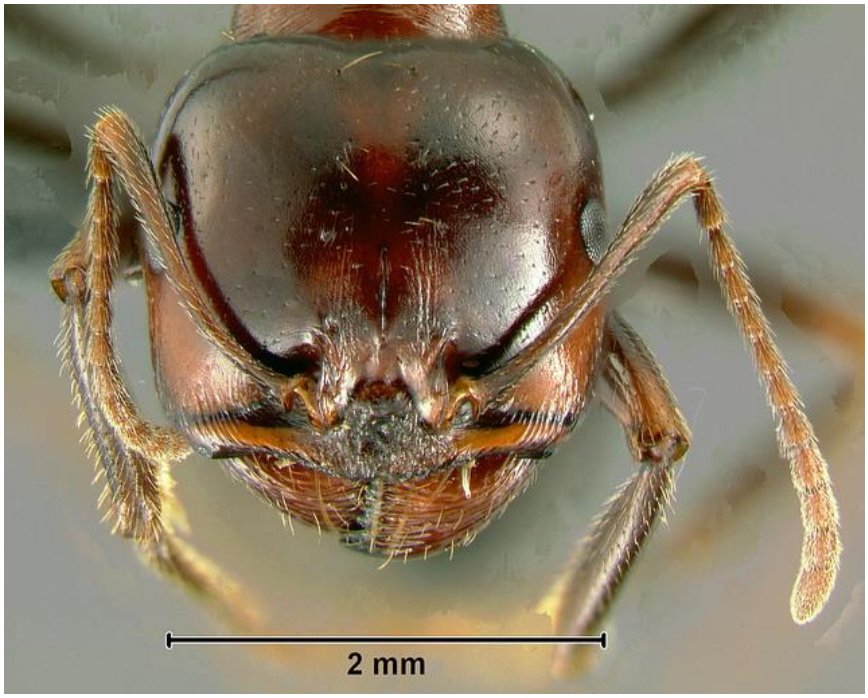
M. semirufus türünün morfolojisi şöyledir: Başın alt kısmı belirgin şekilde uzun J harfi şeklinde kıllıdır (psammophor); baş ve gaster koyu kırmızımsı kahve, toraks daha açık kırmızımsı kahve, funikulusun ilk segmenti geniş ve ikinci segmentten daha uzun konumdadır; gasterin ilk tergiti az sayıda kısa kıllıdır; baş genişliği 25 mm veya daha fazla olabilmektedir; baş ve alitrunk postpetiol genişliğinden uzun değildir (Şekil 3.2, Şekil 3.3, Şekil 3.4) [105].



Şekil 3.1. Gözlem yapılan *Messor semirufus* yuvası (foto: Ebru Bilgiç, Edirne, 2015).



Şekil 3.2. *Messor semirufus* majör işçisinin üstten görüntüsü (foto:www.discoverlife.org).



Şekil 3.3. *Messor semirufus* majör işçisinin baş kısmının görüntüsü (foto:www.discoverlife.org).



Şekil 3.4. *Messor semirufus* majör işçisinin yan profil görüntüsü (foto:www.discoverlife.org).

3.1.2. Kullanılan Tohumlar

3.1.2.1. Buğday Tohumu

Buğday (*Triticum*), buğdaygiller (Poaceae) familyasından bütün dünyada ıslahı yapılmış tek yıllık otsu bir bitki cinsidir (Şekil 3.5). Buğdayın kimyasal bileşimi diğer bitkisel gıdalardaki gibi genetik yapıya, toprak ve iklim özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Buğday protein miktarı düşük karbonhidrat miktarı yüksek gıdalar sınıfına girmektedir. Dünyada yetiştirilen buğdayların protein miktarı % 6-20, karbonhidrat miktarı da % 65-85 civarındadır. Buğdayda bulunan karbonhidratların % 90'dan fazlasını nişasta oluşturmaktadır (Tablo 3.1). Bunun yanında dekstrinler, pentozanlar ve şekerler de bulunmaktadır. Kabuk kısımlarında selüloz, pentozanlar ve mineral maddeler bulunmaktadır. Endosperminde nişasta fazla miktarlarda bulunmaktadır. Buğdayda B grubu vitaminleri ile bir miktar E vitamini bulunmaktadır, C ve D vitaminleri ise bulunmamaktadır [106]. Buğdayın gen merkezi olarak Anadolu, Batı İran ve Kafkasya kabul edilmektedir.

Enerji miktarı açısından 100 gram buğdayda: % 61 gr karbonhidrat, % 12 gr yağ, % 2 gr protein, % 10 lif , % 4 mg sodyum, % 191 mg potasyum, % 19 gr kalsiyum, % 2 gr vitamin A, % 2 gr demir bulunmaktadır (Tablo 3.1).



Şekil 3.5. Buğday tohumu (foto: Ebru Bilgiç, Edirne, 2015).

3.1.2.2. Keten Tohumu

Keten (*Linum usitatissimum*), 30-100 cm boyunda, mavi çiçekli ve tek yıllık bir kültür bitkisidir. Keten, Mısırlılardan beri tarımı yapılan ve çok değişik amaçlarla kullanılan bir bitki türüdür. Tohumları, 4-6 mm uzunlukta, yumurta biçiminde, yassı, parlak, kırmızımtırak esmer renkli, kokusuz ve yağlıdır (Şekil 3.6). Amerika Ulusal Kanser Enstitüsü, kanser önleyici gıdalar arasına aldığı ve üzerinde çalışılmasını öngördüğü 6 bitkisel materyalden birisi olarak keteni belirlemiştir. Keten tohumunun besin değeri ve koruyucu etkisi onun kompleks doğasından kaynaklanmaktadır. Keten tohumu, besin değeri olan ve olmayan bileşenler içermektedir. Bu bileşenlerin, tüketilen doza, zamana ve sıklığa bağlı olarak hem yararlı hem de zararlı etkileri görülebilir. Keten tohumu genel olarak öğütülmemiş (tüm) tohum, öğütülmüş tohum ve keten tohumu yağı şeklinde bulunmaktadır [107] .

Keten tohumu yağı, yağ asitlerinin yaklaşık % 55'ini oluşturan omega 3 (n-3) yağ asitlerinden α-linolenik asidin (ALA) en zengin kaynaklarındandır. Keten tohumuna gösterilen ilgi soğuk presleme ile elde edilen yağında % 50 oranında omega-3 yağ asidi bulunduğunun anlaşılmasından sonra olmuştur. Kanada'da yetiştirilen keten tohumları % 5 palmitik asit ,% 3 stearik asit (18:0), % 17 oleik asit (18:1n-9), % 15 linoleik asit (18:2n-6) ve % 59 α-linolenik asit (ALA; 18:3n-3) içermektedir. Keten tohumunun yağ içeriği ve kalitesi türe ve kalıtsal özelliklere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Ayrıca çevresel faktörlerden sıcaklık, toprak koşulları, kültürel uygulamalar ve bitki hastalıkları da yağ içeriği ve kalitesini etkilemektedir. Yağ asidi kompozisyonunda en fazla değişkenlik oleik asit (% 14-60), linoleik asit (% 3-21) ve linolenik asitte (% 31-72) gözlenmiştir [107].

Keten en eski kültür bitkilerindendir. Türkiye'de Batı, İç Anadolu ve Karadeniz'de daha fazla olmak üzere Anadolu'nun çoğu yerinde yetişmektedir.



Şekil 3.6. Keten tohumu (foto: Ebru Bilgiç, Edirne, 2015).

3.1.2.3. Yulaf Tohumu

Yulaf (*Avena sativa* L.), bol nişastalı taneleri (tohumları) için yetiştirilen bir tarım bitkisidir. Daha çok hayvan yemi olarak kullanılan bu tahıldan insanların beslenmesinde de yararlanılmaktadır. Bir yulaf tarlası, buğday ya da arpa başaklarına benzemeyen, salkım biçimindeki dağınık başakları sayesinde kolayca ayırt edilebilmektedir. Sapçıkların ucunda bulunan başakçıkların her biri iki ya da üç tohum içermektedir (Şekil 3.7).

Yulafın beyaz, siyah, sarı, kırmızı ya da boz tohumlu, kısa ya da uzun saplı pek çok çeşidi bulunmaktadır. Tarım uzmanlarının çalışmalarıyla değişik iklim ve toprak koşullarına uygun yulaf çeşitleri geliştirilmiştir. Örneğin bunlardan kırmızı yulaf sıcak ve nemli iklimlerde yetiştirilmektedir.

Yulafın dünyada, yabanil olarak yetiştiği Asya'nın batısı ile Avrupa'nın doğusu arasında kalan bölgelerden yayıldığı düşünülmektedir. Yabanil yulaflardan türeyerek günümüze gelen kültür yulafları içinde en çok yetiştirileni hiç kuşkusuz *Avena sativa* türüdür. Bugün yulaf, arpa ve çavdardan daha büyük miktarlarda üretilen bir tahıl ürünüdür. Serin ve nemli iklimleri sevdiği için en iyi Avrupa'nın batı ve İskandinav ülkelerinini de içine alan kuzey bölümlerinde, Rusya'da ve Kuzey Amerika'da yetişmektedir. Türkiye'de ise başlıca Marmara, Ege ve İç Anadolu bölgelerinde yetiştirilmektedir.

Bol miktarda nişasta ile protein, vitamin ve mineral içeren yulaf taneleri en çok hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Ayrıca bitki tazeyken biçilerek yeşil yem ya da taneler hasat edildikten sonra kuru yem olarak hayvanlara besin olarak verilmektedir.

Yulaf üretiminin yapıldığı bölgelerin çoğunda yulaf ilkbaharda ekilmektedir. Kış yulafları dona ve kara dayanıklı olmadığı için Kuzey Kutbu'na yakın bölgelerde yetiştirilemez. Aynı arpa gibi yulaf da bazen buğdaygillerden bazı bitkilerle birlikte ekilerek güneş ve rüzgârın zararlı etkisinden korunmaktadır [108].



Şekil 3.7. Yulaf tohumu (foto: Ebru Bilgiç, Edirne, 2015).

3.1.2.4. Ispanak Tohumu

Ispanak (*Spinacia oleracea* L.), Amaranthaceae familyasından yaprağı etli koyu parlak yeşil, sarımsı yeşil çok sayıda çiçekli tek yıllık otsu bir bitkidir. Kazık kök derinliği 3-10 cm kadardır. Gövdesi otsudur. Gövde yüksekliği 30-100 cm arasında olan bir bitkidir. Ispanak suyu seven bir bitki türüdür. Ispanak tohumu; 4-9 mm uzunlukta, 3-4 mm genişlikte, 1,5-2 mm yüksekliktedir (Şekil 3,8). Çimlenme oranı %80 dir. 1000 tane tohum ağırlığı yuvarlak tohumlarda 9,5 gr, dikenli tohumlarda 8-13 gr'dır. Tohumlar karanlıkta çimlendirilmektedir. İlkbahar ve Sonbaharda ekilen ıspanağın çimlenmesi 20 gün devam eder, tohumu 5 yıl kadar çimlenebilir formda saklanabilmektedir. *M. semirufus* türünün topladığı ıspanak tohumu bir yıldır çimlenmek için bekleyen bir tohumdur. Asya Kıtası'nın orta ve güneybatı bölgelerinin yerlisi olan bu bitki dünyanın birçok farklı bölgesinde gıda olarak tüketilmektedir [109].

Ispanak; protein, karbonhidrat içermesinin yanında bolca mineral içermektedir. Bu mineraller; fosfor, kalsiyum, demir, sodyum, potasyum ve A, B, C ve E vitaminleridir (Tablo 3.1) .



Şekil 3.8. Ispanak tohumu (foto:www.sifamarket.com).

3.1.2.5. Nohut Tohumu

Nohut (*Cicer arietinum* L.), binlerce yıldır tarımı yapılan ender bitkilerden biridir. Anavatanı olarak Türkiye'nin Güney Doğu bölgesi gösterilmektedir. Pek çok kaynağa göre, bu bölgede yaklaşık 7000-7500 yıl önce nohut yetiştirilmekteydi. Bugün artık dünyanın pek çok ülkesinde nohut tarımı yapılmaktadır.

Nohut; tanelerinde bulunan % 20-25 protein, % 40-60 karbonhidrat, % 4,5-5,5 yağ, fosfor ve kalsiyum sayesinde insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir (Tablo 3.1). Dünya üretiminin hemen hemen tamamı değişik şekillerde gıda maddesi olarak tüketilmektedir. Bir baklagil olması ve köklerindeki nodüllerde havanın serbest azotunu bağlayabilmesi nedeniyle de önemli bir bitkidir (Şekil 3,9) [110].



Şekil 3.9. Nohut tohumu (öğütülmüş) (foto: Ebru Bilgiç, Edirne, 2015).

3.1.2.6. Darı Tohumu

Darı (*Panicum miliaceum* L.), Buğdaygiller (Poaceae) familyasına ait bir türdür. Tohumları buğday gibi besin maddesi olarak kullanılabilen, bir veya çok yıllık bir bitkidir. Ülkemizde insan gıdası ve hayvan yemi olarak kullanılmaktadır (Şekil 3.10). Darı bozanın hammaddesidir. Türkiye'de Güneydoğu, İç Anadolu, Karadeniz, Ege, Marmara ve Doğu Anadolu bölgelerinde bulunmaktadır.

Darının yeşil kısımlarında bitki gençken durrin denilen bir glikozit bulunur bu da hayvanları zehirleyebilmektedir. Bu yüzden darıların çok taze ve yeşilken hayvanlara yedirilmemesi gerekmektedir.

Esas itibariyle tropik iklimin yerli ürünüdür ancak ılıman iklime de iyi adapte olmuştur. Darı tohumları 8-12°C'de çimlenmektedir. Darılar kurağa dayanıklı bitkilerdir. Fakat yine de kurak koşularda gelişmeleri durgunlaşmaktadır. Kuraklık geçince hızlı gelişmelerine devam etmektedirler [111].



Şekil 3.10. Darı tohumu (foto: Ebru Bilgiç, Edirne, 2015).

3.1.2.7. Kolza (Kanola) Tohumu

Kolza, Kanadalı bitki üreticileri tarafından geliştirilen genetik olarak ıslahı yapılmış bir türdür. Genellikle kolza adı ile anılmaktadır çünkü, "kanola" ticari bir isimdir [112, 113]. Islah için, en çok Kuzey Yarımkürenin ılıman ve serin bölgelerinde yetişen, çoğu otsu, bazıları ise küçük çalı formunda olan bitkileri içeren, Brassicaceae familyasının

türleri olan *Brassica napus* (Argentine varyetesi) ve *Brassica rapa* (Polish varyetesi) kullanılmaktadır.

Ülkemizde *B. napus*, kolza adı ile geçmektedir (Şekil 3.11). Ancak bu bitki insan sağlığına zararlı erusik asit içermektedir. Bu nedenle de yemeklik yağ olarak kullanımı yasaklanmıştır. Kontrolü güç olacağından, daha sonra bitkinin ekimi de yasaklanmıştır. Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) tarafından, erusik asit miktarı, yemeklik yağlarda belli standartlardadır. Dünyada üretim hızla ilerlerken, ülkemizde de aynı şekilde kolza üretimi büyük bir hızla gelişmiştir. Ancak ülkemizde yetiştirilen kolza çeşitleri ıslah edilmemiş ve dolayısıyla erusik asiti yüksek olan çeşitler olması nedeniyle Sağlık Bakanlığınca yemeklik yağ olarak kullanımı yasaklanmış ve bunun sonucu olarak da üretimi hızla düşmüştür [114,115].

Marmara Bölgesi başta olmak üzere, Ege, Orta Anadolu ve Batı Karadeniz Bölgelerinde üretimi yapılan kolzanın 1990 yılı istatistiklerine göre sadece Adana ve Tekirdağ'da sınırlı bir oranda yetiştirildiği ortaya çıkmıştır [114]. Günümüzde kolzanın ülkemiz için önemli bir ölçüde ekimi ve üretimi bulunmamaktadır.



Şekil 3.11. Kolza tohumu (foto: Ebru Bilgiç, Edirne, 2015).

3.1.2.8. Kenevir Tohumu

Kenevir (*Cannabis* L.), Cannabaceae familyasına ait, tek yıllık bir bitki cinsidir. İnsanlık tarihinin en eski bitkisel hammadde kaynakları arasındadır, saplarında bulunan lifler iplik, dokuma ve kumaş yapımında, hamurlu kısmı ise kâğıt yapımında kullanılmaktadır. Anavatanı Orta Asya'dır. Ilıman ve Tropik bölgelerde yetişmektedir. Kenevir; sert, çalımsı, gövde içi boş, palmat yapraklı, dioik ve tek yıllık bir bitkidir.

Kenevir tohumu; genelde yağlık ve kuşyemi olarak da kullanılan veya keneviri üretmek için gerekli olan tohumdur (Şekil 3.12) [116]. Doğanın bir parçası olan kenevirin denetim altında tutulmasının nedeni ise, içerdiği thc (tetraidrocannabinolo) maddesinden kaynaklanmaktadır. Doğal kenevir az miktarda Thc içerir ve bu nedenlede uyuşturucu maddeye dönüştürülememektedir. Diğer yandan, tarladan elde edilen kenevir liflerinden, tekstil sanayiinde, çekirdeklerinden de kozmetik sektöründe yararlanılmaktadır. Odunsu sapı ise kâğıt ve kumaş üretiminde kullanılmaktadır. Kenevir bitkisinin yapraklarının tıpta kullanım alanları da vardır. Tohumu ise oldukça yağlı olması açısından yakıt ve besleyici olması açısından ise gıda olarak kullanılmaktadır. Sabun yapımı ve boya yapımında da tohumlarından faydalanılabilmektedir.

Cinsin yağ ve lif eldesinde kullanılan türü *Cannabis indica'*dır. Esrar eldesinde kullanılan türü, *Cannabis sativa*'dır. Kenevirin esrar yapımında kullanılanı, dişi eşeyli bitkidir ve yetiştirilmesi için Tarım Bakanlığı'ndan izin alınması gerekmektedir [116]. Erkek eşey bitkisi esrar elde etmede kullanılmazken, yetiştirmek için izin gerekli olup olmadığı kanunda tam olarak belirtilmemiştir. Kenevirin Türkiye'de yetiştirildiği yerler; Kastamonu, Samsun, Kocaeli, Adana, Amasya, Kayseri, Sivas, İzmir, Kütahya ve Antakya'dır [117].



Şekil 3.12. Kenevir tohumu (foto: Ebru Bilgiç, Edirne, 2015).

3.1.2.9. Ayçiçeği Tohumu

Ayçiçeği bitkisi, (*Helianthus annuus* L.), Papatyagiller (Asteraceae) familyasına aittir. Yerli bir bitki değildir ancak, soğuk yüksek yerler hariç bütün bölgelerde yetişebilmektedir. Bilhassa Ege, Trakya, Marmara bölgelerinde oldukça yaygındır.

Dünyada birçok ülkede tarımı yapılan ayçiçeği (*Helianthus annuus*) bitkisel yağ sanayisinin başlıca hammaddesidir, ekonomik değeri oldukça yüksek olan bir yağ bitkisidir. Ayçiçeği ülkemizde ekimi yapılan yağlı tohumlu bitkiler arasında hem ekim alanı (440 000 ha) hem de yağ üretimi bakımından birinci sıradadır [118]. Bunun yanında az miktarda çerezlik olarak da yetiştirilmektedir (Şekil 3.13.). Ayçiçeği verimi bakımından Türkiye ortalaması 125 kg/da iken, bazı bölgelerde verim 80 kg/da'a kadar düşebilmektedir [2]. Ayçiçeği tohumlarında % 35 oranında kabuk ve % 65 oranında iç bulunmaktadır. Kabuklu tohumların yağ oranı % 45-55; içteki yağ oranı ise % 65-70 dolaylarındadır.



Şekil 3.13. Ayçiçeği tohumu (foto: Ebru Bilgiç, Edirne, 2015).

3.1.2.10. Bakla Tohumu

Bakla, (*Vicia faba* L.) Baklagiller (Fabaceae) familyasına adını veren, gıda ve yem bitkisi olarak tarımı yapılan tek yıllık bir bitkidir. Kuru bakla tanesi % 20-36, yeşil bakla ise % 5-7 oranında protein içermektedir (Şekil 3.14) [119]. Baklada tohum verimini etkileyen kuraklık, yüksek sıcaklık, gibi abiyotik ve hastalık-zararlılar gibi biyotik faktörlerin dışında bakladaki meyve sayısı olduğu belirtilmiştir [120]. Birim alandaki bitki sayısı tohum verimini etkileyen bir faktördür.

Manga ve arkadaşlarına [121] göre, bakla tohumlarının protein, karbonhidrat ve mineral maddelerce zengin olduğundan insan ve hayvan beslenmesinde kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Araştırıcılar ayrıca, ülkemizde bulunan bakla çeşitleri arasında morfolojik ve tohum özellikleri bakımından farklılıkların bulunduğunu belirtmişlerdir. Bitki boylarının 40- 200 cm, bakladaki tohum sayıları 2-5 adet, tohum verimleri 100-400 kg/da, bin tane ağırlığı 350-800 g arasında değiştiğini ve ham protein oranlarının % 25'e kadar çıkabildiğini de belirtmiş olup, ılık ve yağışlı iklimlerde bitki boyunun uzadığını da belirtmişlerdir [121].



Şekil 3.14. Bakla tohumu (foto: Ebru Bilgiç, Edirne, 2015).

3.1.2.11. Susam Tohumu

Susam (*Sesamum indicum* L.) Susamgiller (Pedeliaceae) familyasına ait, anavatanı Afrika olan bir bitki türüdür. Asya, Avrupa ve Türkiye'nin sıcak bölgelerinde tarımı yapılmaktadır.

Susam tek yıllık çalı formunda bir bitki olup 3-4 aylık bir gelişme süreci vardır. Susam kazık köklüdür ve lifli bir kök sistemine sahiptir. Bitki 30-250 cm kadar boylanabilir. Ülkemizdeki susamlar çok dallı bir yapıya sahiptir. Yaprakları bitkinin alt kısımlarından büyük ve geniş olup, alt kısımlara doğru dar ve uzun bir şekildedir. Çiçek renkleri genel olarak pembedir. Ülkemizdeki susamlar genellikle *Sesamum indicum bicarpellatum* ssp. alt türü içinde yer almaktadır (Şekil 3.15) [122].

100 gram susamın içeriğinde; Protein (g) 17.73, Toplam yağ (g) 49.67, kül (g) 4.45, Karbonhidrat, 23.45 enerji(kcal) 573 lif, (g) 11,8, şeker, total (g) 0.30 miktarlarında bulunur. Mineral oranları ise şöyledir: Kalsiyum (mg) 975 80 - 1,263, bakır(mg) 4.08 3,7 – 5,4, demir (mg) 14,55 – 16,9, Magnezyum (mg) 351 305 – 408, Mangan (mg) 2.46 1,4 – 3,2, Fosfor (mg) 629 50 – 890, Potasyum (mg) 468 349 – 766, Selenyum (mg) 5,7, Sodyum (mg) 11 4,6 – 63,4, Çinko (mg) 7,75 2,4 – 10,2 bulunur (Tablo 3.1) [122].



Şekil 3.15. Susam tohumu (foto:www.tohumturk.com).

3.1.2.12. Aspir Tohumu

Yağlı tohumlu bitkilerden biri olan aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Papatyagiller (Asteraceae) familyasından tek yıllık bir bitkidir. Kışlık ve yazlık olarak ekimi yapılabilmektedir. Bu bitkinin eski çeşitleri yaklaşık % 25-27 oranında yağ içermektedir. Yeni çeşitlerin geliştirilmesiyle bu oran % 46-47'ye kadar yükseltilmiş durumdadır [123]. Açık renkli olan yağı, çoğunlukla doymamış yağ asitlerinden linoleik asit bulundurması nedeniyle yağ bitkileri arasında önemli bir yere sahiptir [124].

Bitki boyu 60-70 cm civarındadır. Çiçek rengi sarı, tane rengi ise beyazdır (Şekil 3.16) Dikenli bir yapıya sahip olan çeşidin bin tane ağırlığı 46-50 gr, kabuk oranı % 40, protein oranı % 14, yağ oranı ise % 32-35 dir. Çeşidin verimi kuru koşullarda 100-200 kg, sulu koşullarda ise 300-400 kg'dır. Yağındaki oleik asit miktarı % 69,5, linoleik asit miktarı ise % 21,4'tür (Tablo 3.1) [124].

Ekolojik faktörler dikkate alındığında aspir bitkisinin Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde yetiştirildiği ve buğday ile ekim nöbetine girdiği görülmektedir.



Şekil 3.16. Aspir tohumu (foto: Ebru Bilgiç, Edirne, 2015).

Tablo 3.1. Tohumların Besin Değerleri (Tablodaki Bitkilerin Besin Değeri 100 Gr İçindir).

	Buğday	Keten	Yulaf	Ispanak	Nohut	Darı	Kolza	Kenevir	Ayçiçeği	Bakla	Susam	Aspir
Karbonhidrat	61	0	63	1	61	22		18	6	27	23	34
Yağ	2	31	7	0	5	1	9	21	40	2	49	35
Protein	12	24	14	3	21	3	0	35	18	26	18	14
Lif	10	35	5	3	5	1	0	0	0	28	11	10
Kolesterol mg	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0
Sodyum mg	4	0	8	43	22	2	8			8	450	3
Potasyum mg	191	5000	335	422	664	34	8	4	3	838	4580	687
Kalsiyum	19	2300	69	84	125	16	8			77	7380	78
Vitamin A	2	800	0	521	42	0	4583	0	0	5	70	50 mg
Vitamin C	0	0	0	35	0	0	0	0	0	1	0	0
Demir	2	82	5	3	6	7	1	0	0	4	10	4,9

3.2. Metod

3.2.1. *Messor semirufus*'un Aktivasyon Takibi

Belirlenen *M. semirufus* yuvası, gün ışığını direkt olarak alabilen açık bir alanda olmasına karşın açık tarlaya göre daha korunumlu bir bölgede kalan bir bina duvarına yakın konumlanmıştır. Belirlenen *M. semirufus* kolonisinin haftanın 5 günü (Pazartesi – Salı – Çarşamba – Perşembe - Cuma) olmak üzere, günlük aktivasyon ritimleri kaydedilmiştir. Gözlemler ve ölçümler 2 saatte bir olmak üzere (07.00-09.00-11.00-13.00-15.00-17.00-19.00-21.00) yuva başında yapılmıştır. İlkbahar; mart, nisan, mayıs, yaz mevisimi; haziran, temmuz, ağustos ve sonbahar; eylül, ekim, kasım ayları olmak üzere 3 mevsim 9 ay boyunca ölçüm ve gözlem yapılarak değerler ilgili takip tablolarına yazılmıştır. Yuvanın etrafında *M. semirufus*'un besin toplama esnasında dağıldıkları alan çerçevesinde ve yuva başında aktivite halindeki birey sayısı sayılmıştır. Besin taşıyan *M. semirufus* işçileri ayrıca incelenmiştir. *M. semirufus* işçilerinin herhangi bir kısıtlamaya maruz kalmaksızın besine gidip gelmelerine izin verilmiştir. *M. semirufus* türünün ne kadar sıklıkta besin topladığı, besini yuvadan ne kadar uzakta bulduğu, besini yuvaya kaç karıncanın getirdiği belirlenen saatler kapsamında not edilmiştir. Aktivasyon ritimlerine etki edebilecek abiyotik faktörlerin ölçümü şu şekilde yapılmıştır: Lokal sıcaklık (toprak, hava); lazer termometre ile ölçülmüş ve elde edilen değerler °C cinsinden not edilmiştir. Nemlilik; havanın nemini ölçen dijital alet ile ölçülerek havadaki % nem oranı olarak kaydedilmiştir. Atmosferik basınç; dijital basınçölçer alet ile ölçülmüş olup değerleri kaydedilmiştir. Havanın genel durumu; açık, kapalı, yağışlı, bulutlu olması her gün gözlemler ile not edilmiştir. Toprağın genel durumu; ıslak, kuru, nemli oluşu not edilmiştir.

Deneyler toplam 6 parametrede (zemin sıcaklığı, hava sıcaklığı, havanın nemi, atmosferik basınç, karınca sayısı, havanın genel durumu) değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmede ayrıca parametreler kendi aralarında karşılaştırılmıştır.

3.2.2. *Messor semirufus*'un Tohum Tercihi Deneyi

Bu çalışma, *M. semirufus*'un tohum tercihlerini gözlemlemek için yapılmış bir çalışmadır. Çalışmada; buğday, keten, yulaf, aspir, nohut, bakla, susam, darı, ıspanak

tohumu, kolza, kenevir, ayçiçeği tohumları kullanılmıştır. Bu tohumlar, belirlenen yuva çevresine, yuva ağzının 1 m uzaklığına yerleştirilmiştir.

Belirlenen tohumlar, *M. semirufus* hasatçı karıncalarının henüz yuva dışına çıkmadığı, sabahın erken saatlerinde bırakılmıştır. *M. semirufus* işçilerinin yuvadan ilk çıkışlarının keşif turu olacağı düşünülerek keşif turunun ne kadar sürdüğü kaydedilmiştir. Ardında ilk olarak hangi tohumu tercih ettikleri gözlemlenmiştir. *M. semirufus*'un tohum tercihinde önceliklerinin ne olduğu ve hangi tohumu daha çok tercih ettikleri karşılaştırılmıştır. *M. semirufus* türünün tohumları toplama ve yuvaya taşıma da öncelik sırasına göre bir sıralama yapılmıştır. *M. semirufus*'un tohumları ne kadar zaman içerisinde yuvaya taşındığını görmek için süre tutulmuştur. *M. semirufus* türünün tercih etmediği tohum çeşitleri tespit edilmiştir. *M. semirufus*'un tohum taşıma sırasındaki oluşturduğu yol sayısı kaydedilmiştir.

M. semirufus'un bulunduğu habitatta doğal olarak yetişen bitkilerden hangilerini tercih ettiği, oluşturdukları yol kolonları takip edilerek tespit edilmiştir. *M. semirufus*'un tohumlarını topladığı bitkiler teşhis edilmiştir.

BÖLÜM 4

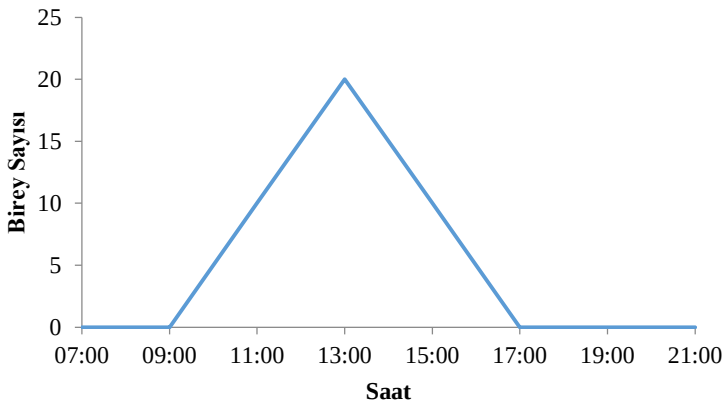
BULGULAR

4.1. *Messor Semirufus*'un Aktivasyonu

4.1.1. *Messor semirufus*'un Aylara Göre Aktivasyon Ortalamaları

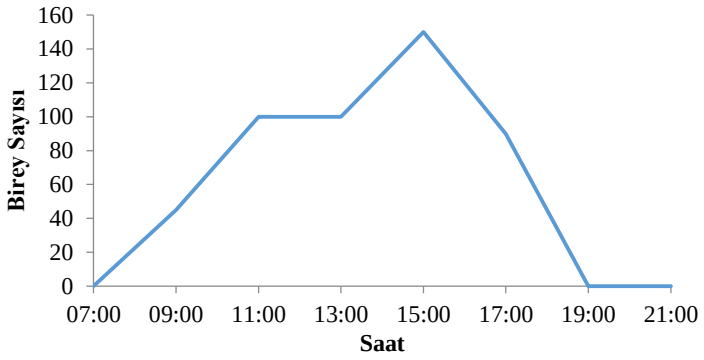
4.1.1.1. Aylık Ortalama Birey Sayıları

Mart ayının ortalama sıcaklığı genel olarak 15°C'yi geçmemiştir. Ancak ayın son haftasında 15°C'yi geçtiği günlerde öğlen sıcağının maximum olduğu saat 11.00 ile 15.00 arasında birey çıkışı gözlemlenmiştir. Sayılan birey sayısı ise 20-25 civarındadır (Şekil 4.1). Mart ayının son haftası yuvadan ilk kez çıkan *M. semirufus* işçileri sadece yuva tamiri yapmışlardır.



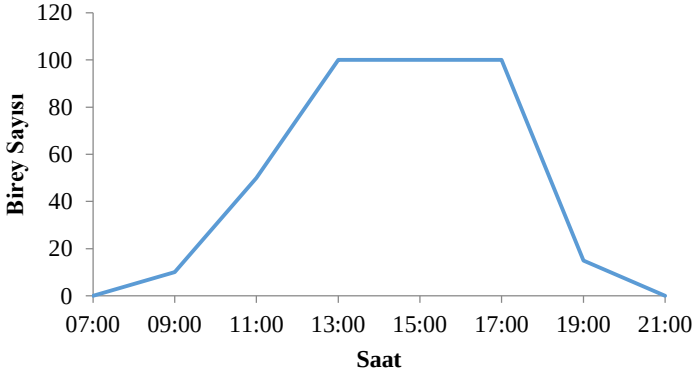
Şekil 4.1. Mart ayı ortalama birey sayısı

Nisan ayına geçildiğinde sayılan birey sayısında artış olmuştur. Mart ayının sonunda maximum 25 birey görülürken bu sayı nisan ayı genelinde 150 civarındadır (Şekil 4.2) Aktivitenin en yoğun olduğu saatler ise 11:00 ile 15:00 arasındadır. Nisan ayında sabah ilk çıkışları saat 10:30 sularında olmaktadır. Nisan ayından itibaren besin aramaya çıkış ve besin toplayışı gözlemlenmiştir.



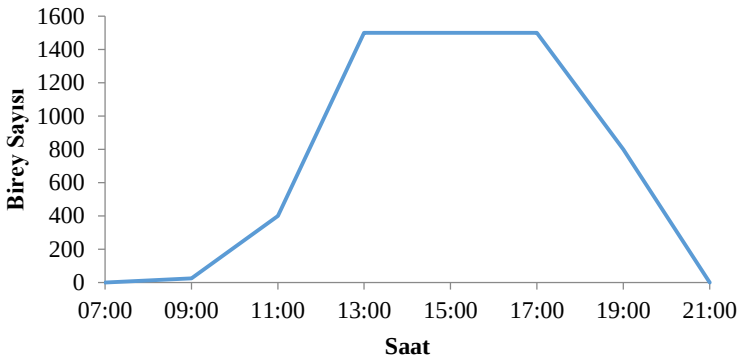
Şekil 4.2. Nisan ayı ortalama birey sayısı

Mayıs ayının ortalama birey sayısı nisan ayı ile benzerlik göstermektedir (Şekil 4.3). Mayıs ayının ilk iki haftasının sürekli yağışlı olması toprağın kurumadan sürekli ıslak kalması *M. semirufus*'un yuvadan çıkmasını engellemiştir. Yağışların durgunlaştığı mayıs ortasından itibaren tekrar yuvadan birey çıkışı gözlemlenmiştir. Yağışların ardından yaklaşık bir hafta besin aramaya çıkmadan yuva tamiri yaptıkları gözlemlenmiştir. Mayıs ayının son haftası yaklaşık 150-200 arası *M. semirufus* işçisinin besin topladığı kaydedilmiştir.



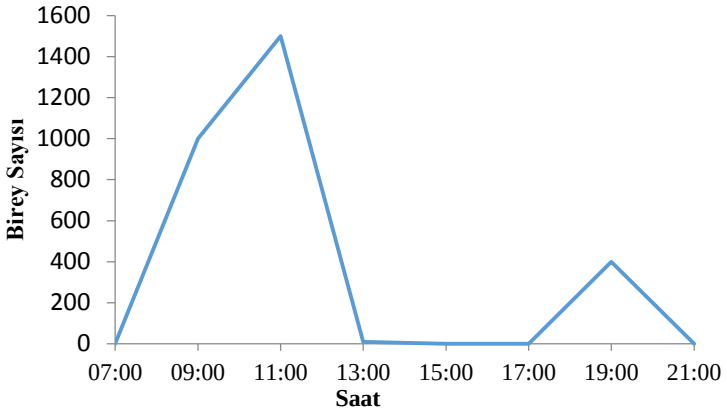
Şekil 4.3. Mayıs ayı ortalama birey sayısı

Haziran ayında artık sıcaklık 30°C üzerine çıktığı için aktivitede oldukça artmıştır. Haziran ayı boyunca ortalam 1500 bireyin aktif olarak besin taşıdığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.4) Sabah yuvadan ilk birey çıkışı saat 09:00 sularındadır.



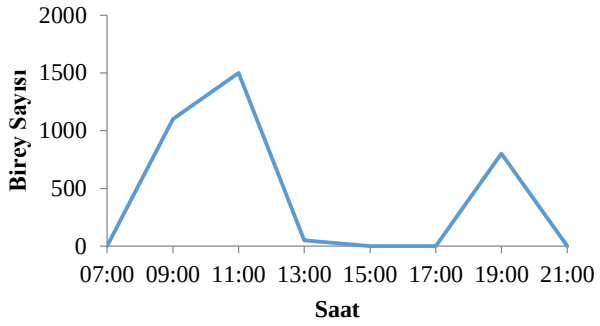
Şekil 4.4. Haziran ayı ortalama birey sayısı

Temmuz ayı yaz mevsiminin en sıcak aylarından biridir. Temmuz ayında sayılan birey sayısıda haziran ayındaki gibi 1500 civarındadır. Temmuz ayında sıcaklık genel olarak 40°C üzerindedir bu yüzden *M. semirufus* kolonisinin sıcaktan korunmak için saat 11:00 ile 17:00 saatleri arasında yuvadan çıkmadığı gözlemlenmiştir. *M. semirufus* bireylerinin yoğunluğu sabah 8:00 ile akşamüzeri 19:00 saatlerindedir (Şekil 4.5).



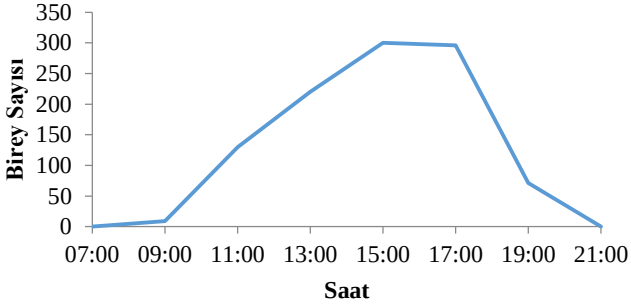
Şekil 4.5. Temmuz ayı ortalama birey sayısı

Ağustos ayında da sıcaklık temmuz ayındaki gibi yüksek devam ettiği için *M. semirufus* bireylerinin saat 11:00 ile 17:00 arasında yuvadan çıkmadıkları gözlemlenmiştir. Ağustos ayı birey sayısı ise 1500 dolaylarındadır (şekil 4.6).



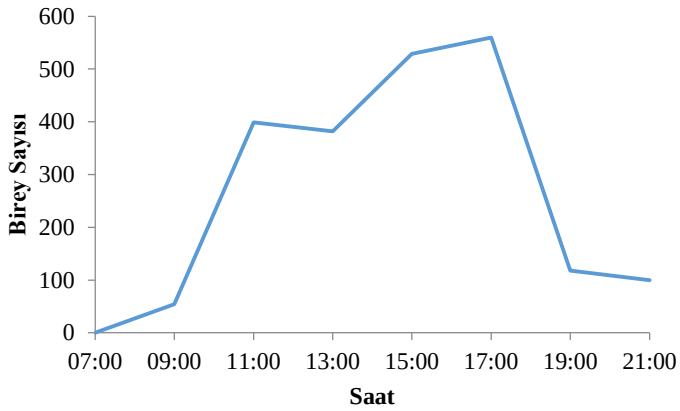
Şekil 4.6. Ağustos ayı ortalama birey sayısı

Eylül ayının genellikle yağışlı geçmesi *M. semirufus* hasatçı karıncalarının aktif birey sayısında ciddi bir düşüşe neden olmuştur. Yaz mevsiminde sayılan 1500 birey eylül ayında 500 bireyin altına düşmüştür (Şekil 4.7).



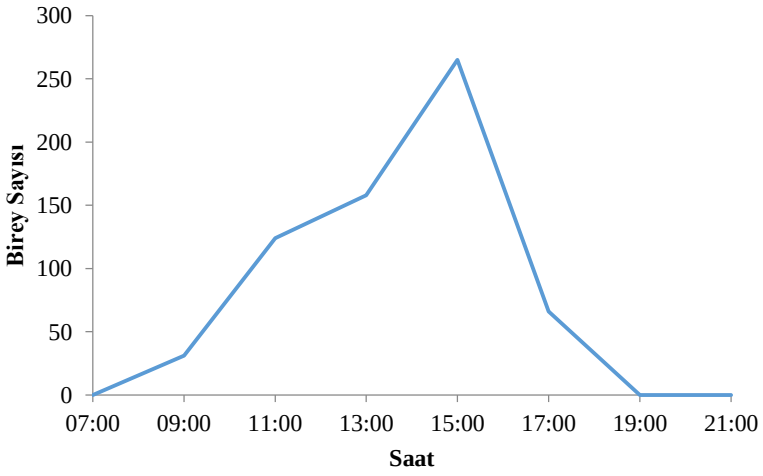
Şekil 4.7. Eylül ayı ortalama birey sayısı

Ekim ayında aktif olan *M. semirufus* birey sayısı eylül ayına göre 200 birey kadar daha fazladır (Şekil 4.8) Bu durum ekim ayında yağışların azalmasından kaynaklanmaktadır. Ekim ayında yaz mevsimindeki kadar yoğunlukta birey sayılmasa da ortama 600 bireyin her gün besin topladığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.8. Ekim ayı ortalama birey sayısı

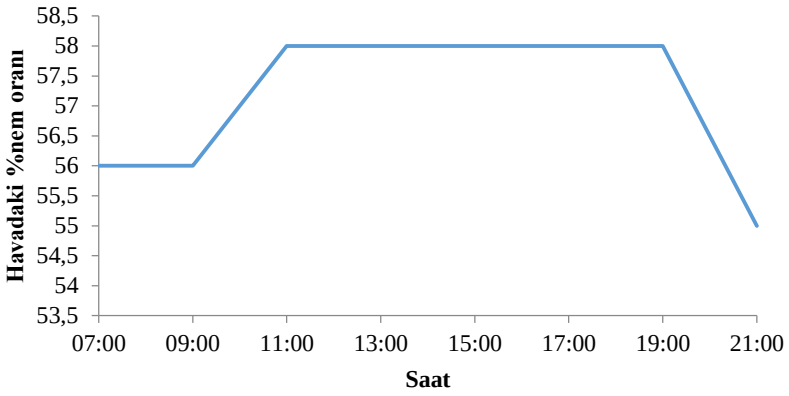
Kasım ayı, incelenen *M. semirufus* kolonisinin yuva dışında birey sayılan son aydır. Kasım ayının son günlerinde artık çıkmadıkları gözlemlenmiştir. Yuva çevresinden besin toplamaya devam ettikleri kasım ayında sayılan ortalama birey sayısı ise 250-300 arasındadır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Kasım ayı ortalama birey sayısı

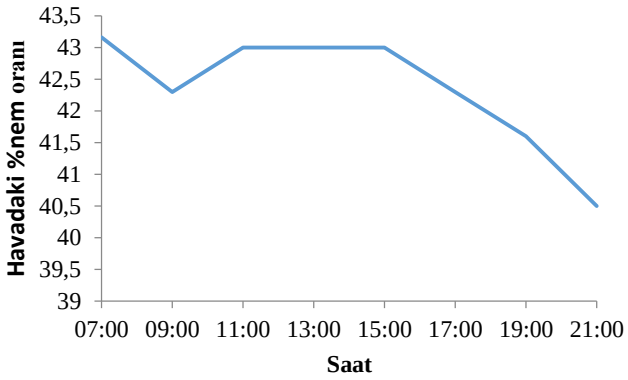
4.1.1.2. Aylık Ortalama Havadaki Nem Oranı

Mart ayında ortalama nem oranı gün içinde % 58 civarındadır (Şekil 4.10) Bu nem oranında *M. semirufus* kolonisinin aktif olduğu gözlemlenmiştir.



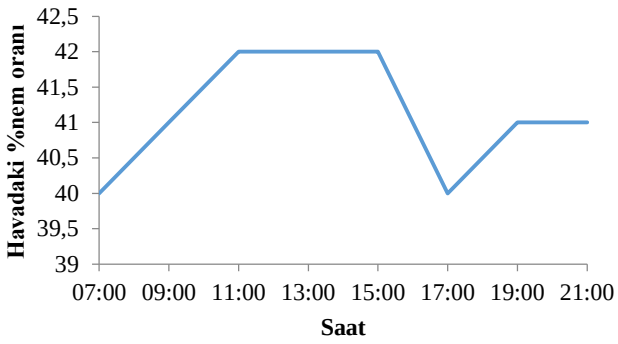
Şekil 4.10. Mart ayında havadaki ortalama nem miktarı

Nisan ayında havadaki nem oranı gün içinde % 43 civarındadır (Şekil 4.11) Bu nem oranında *M. semirufus* bireylerinin aktif olduğu gözlemlenmiştir.



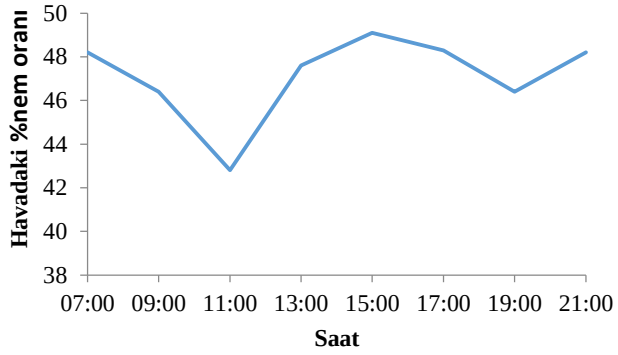
ŞekiL 4.11. Nisan ayında havadaki ortalama nem miktarı

Mayıs ayının ortalama nem miktarı gün içerisinde % 42 civarındadır (Şekil 4.12). Bu nem oranında *M. semirufus* bireylerinin aktif olduğu gözlemlenmiştir.



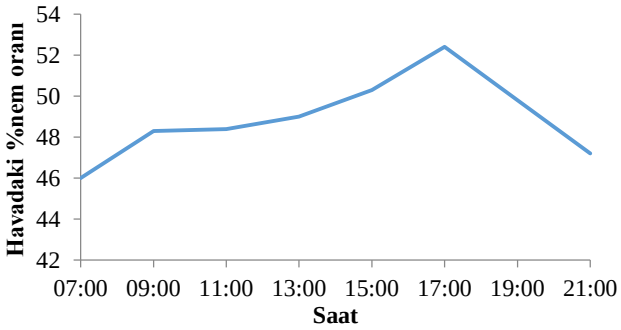
Şekil 4.12. Mayıs ayında havadaki ortalama nem miktarı

Haziran ayının ortalama nem miktarı gün içerisinde % 48-50 civarındadır (Şekil 4.13). Bu nem oranında *M. semirufus* bireylerinin aktif olduğu gözlemlenmiştir.



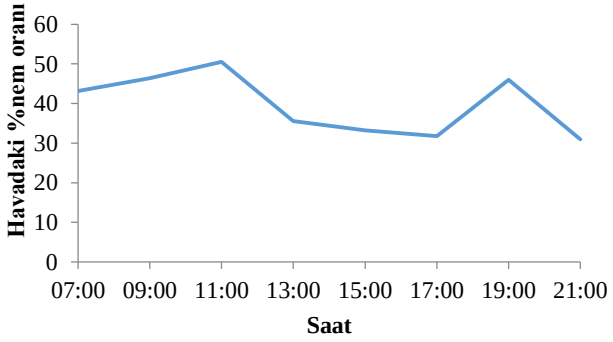
Şekil 4.13. Haziran ayında havadaki ortalama nem miktarı

Temmuz ayının ortalama nem miktarı gün içerisinde % 48-52 civarındadır (Şekil 4.14). Bu nem oranında *M. semirufus* bireylerinin aktif olduğu gözlemlenmiştir.



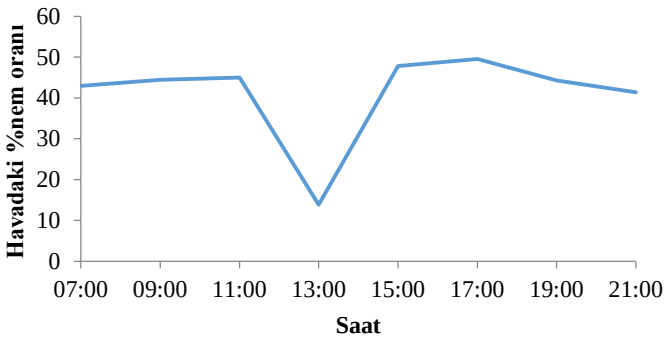
Şekil 4.14. Temmuz ayında havadaki ortalama nem miktarı

Ağustos ayının ortalama nem miktarı gün içerisinde % 40-50 civarındadır (Şekil 4.15). Bu nem oranında *M. semirufus* bireylerinin aktif olduğu gözlemlenmiştir.



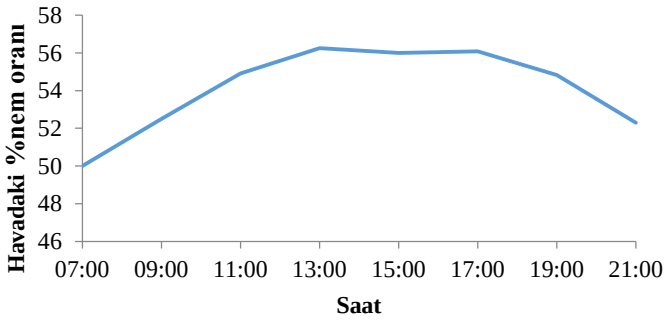
Şekil 4.15. Ağustos ayında havadaki ortalama nem miktarı

Eylül ayının ortalama nem miktarı gün içerisinde % 40-50 civarındadır (Şekil 4.16). Bu nem oranında *M. semirufus* bireylerinin aktif olduğu gözlemlenmiştir.



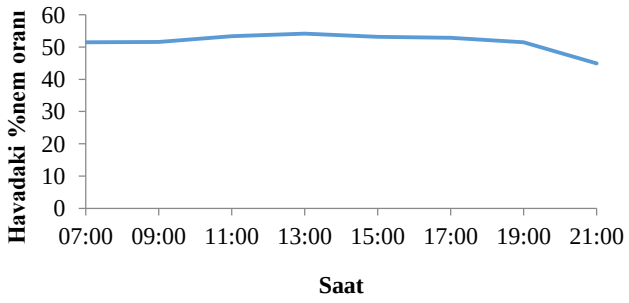
Şekil 4.16. Eylül ayında havadaki ortalama nem miktarı

Ekim ayının ortalama nem miktarı gün içerisinde % 50-54 civarındadır (Şekil 4.17). Bu nem oranında *M. semirufus* bireylerinin aktif olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.17. Ekim ayında havadaki ortalama nem miktarı

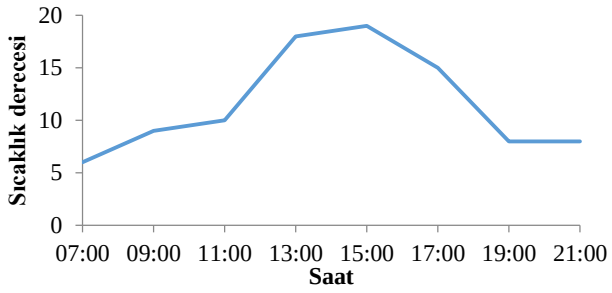
Kasım ayının ortalama nem miktarı gün içerisinde % 50'dir (Şekil 4.18). Bu nem oranında *M. semirufus* bireylerinin aktif olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.18. Kasım ayında havadaki ortalama nem miktarı

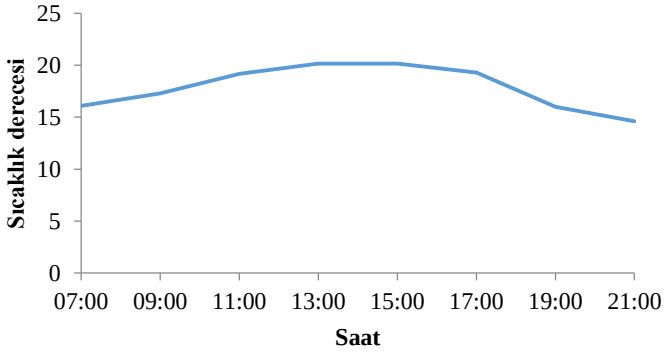
4.1.1.3. Aylık Ortalama Hava sıcaklıkları

Mart ayının ortalama sıcaklığı gün içerisinde maximum 15°C'ye çıkmıştır (Şekil 4.19). Bu yüzden de aktif olan karınca sayısı çok azdır.



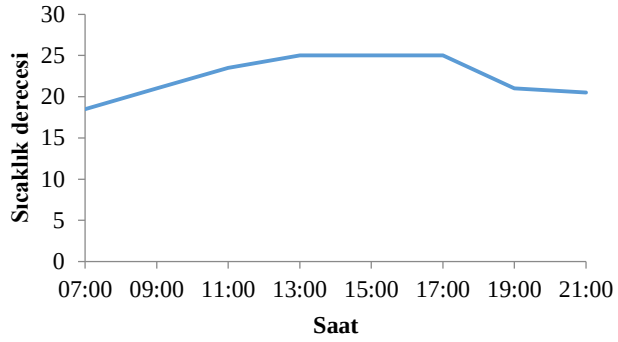
Şekil 4.19. Mart ayının ortalama hava sıcaklığı

Nisan ayının ortalama sıcaklığı gün içerisinde 20°C'dir (Şekil4.20). Bu sıcaklıkta *M. semirufus* bireylerinin aktif oldukları gözlemlenmiştir.



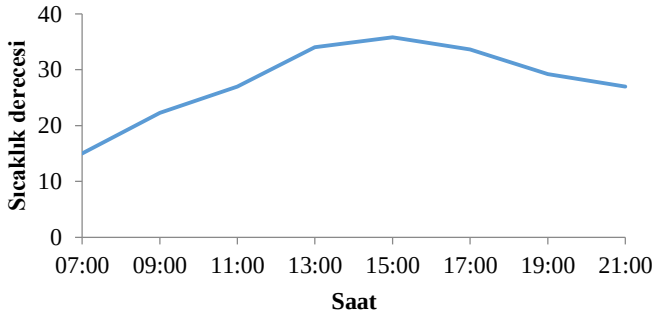
Şekil 4.20. Nisan ayının ortalama hava sıcaklığı

Mayıs ayının ortalama sıcaklığı gün içerisinde 25°C'dir Şekil (4.21). Bu sıcaklıkta *M. semirufus* bireylerinin aktif oldukları gözlemlenmiştir



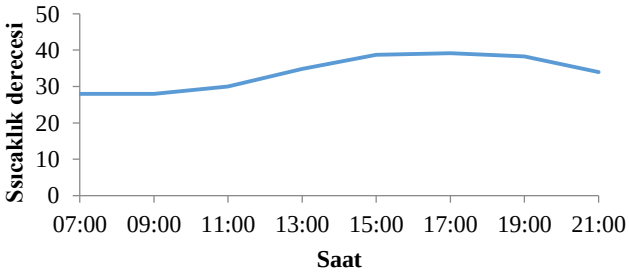
Şekil 4.21. Mayıs ayının ortalama hava sıcaklığı

Haziran ayının ortalama sıcaklığı gün içerisinde 30-35°C arasındadır (Şekil 4.22). Bu sıcaklıkta *M. semirufus* bireylerinin aktif oldukları gözlemlenmiştir



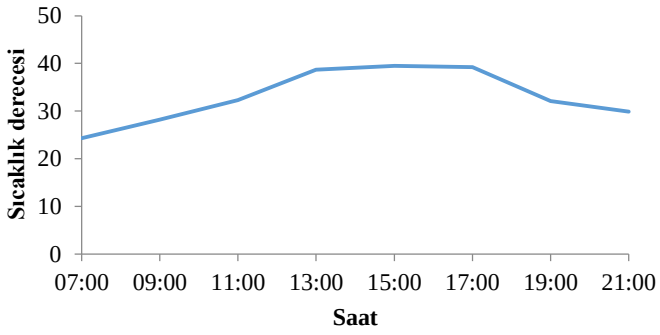
Şekil 4.22. Haziran ayının ortalama hava sıcaklığı

Temmuz ayının ortalama sıcaklığı gün içerisinde 40°C'dir (Şekil 4.23). Bu sıcaklıkta *M. semirufus* bireylerinin aktif oldukları gözlemlenmiştir



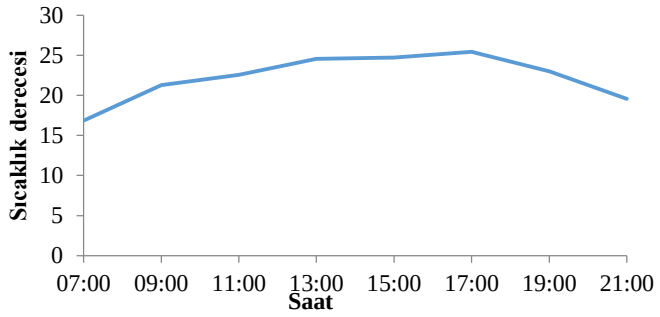
Şekil 4.23. Temmuz ayının ortalama hava sıcaklığı

Ağustos ayının ortalama sıcaklığı gün içerisinde 40°C'dir (4.24). Bu sıcaklıkta *M. semirufus* bireylerinin aktif oldukları gözlemlenmiştir



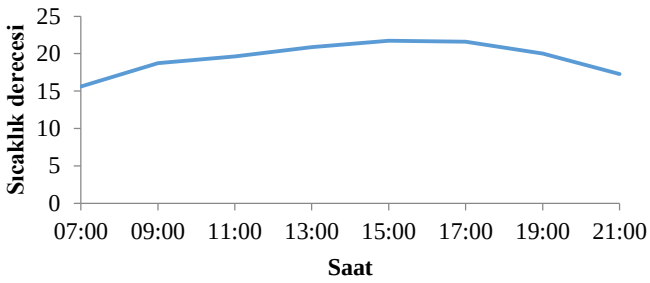
Şekil 4.24. Ağustos ayının ortalama hava sıcaklığı

Eylül ayının ortalama sıcaklığı gün içerisinde 20-25°C arasındadır (Şekil 4.25). Bu sıcaklıkta *M. semirufus* bireylerinin aktif oldukları gözlemlenmiştir.



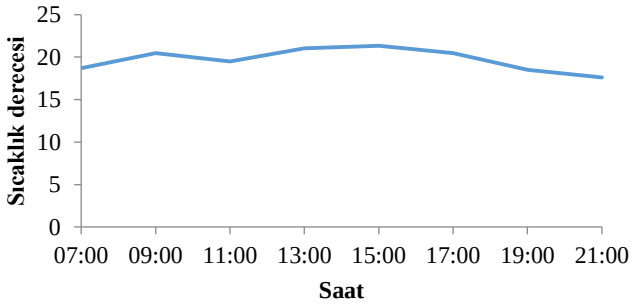
Şekil 4.25. Eylül ayının ortalama hava sıcaklığı

Ekim ayının ortalama sıcaklığı gün içerisinde 20°C'dir (4.26). Bu sıcaklıkta *M. semirufus* bireylerinin aktif oldukları gözlemlenmiştir.



Şekil 4.26. Ekim ayının ortalama hava sıcaklığı

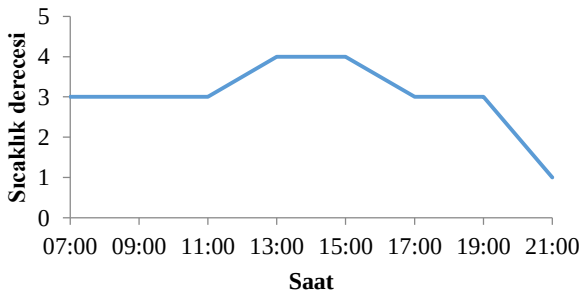
Kasım ayının ortalama sıcaklığı gün içerisinde 20°C'dir (Şekil 4.27). Bu sıcaklıkta *M. semirufus* bireylerinin aktif oldukları gözlemlenmiştir.



Şekil 4.27. Kasım ayının ortalama hava sıcaklığı

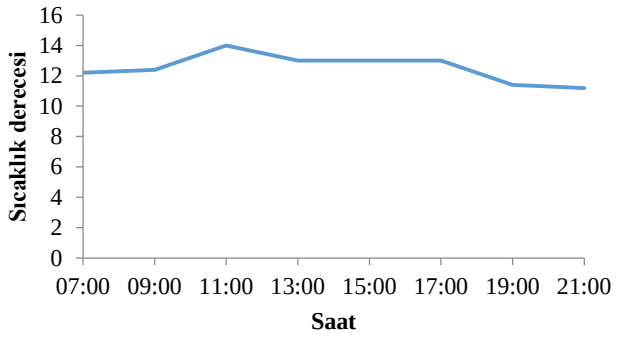
4.1.1.4. Aylara Göre Ortalama Toprak Sıcaklığı

Mart ayında toprağın sıcaklığı 4-5°C arasındadır (Şekil 4.28)Toprak sıcaklığının 4-5 °C olduğu mart ayında *M. semirufus* bireylerinin sayısı oldukça azdır ve aynı zamanda hareketleri de yavaştır.



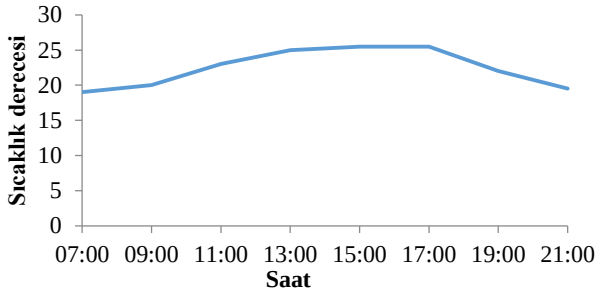
Şekil 4.28. Mart ayında ortalama toprak sıcaklığı

Nisan ayında toprağın sıcaklığı 10°C'nin üzerine çıkmıştır (Şekil 4.29). Toprak sıcaklığının artmasıyla *M. semirufus* bireylerinin sayısında da gösterdikle aktivitede de artış gözlemlenmiştir.



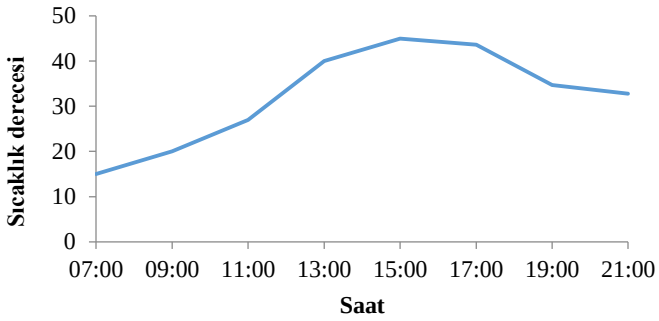
ŞekiL 4.29. Nisan ayında ortalama toprak sıcaklığı

Mayıs ayında toprağın sıcaklığı 20-30°C arasındadır (Şekil 4.30). Bu toprak sıcaklığında *M. semirufus* bireyleri oldukça aktiftir.



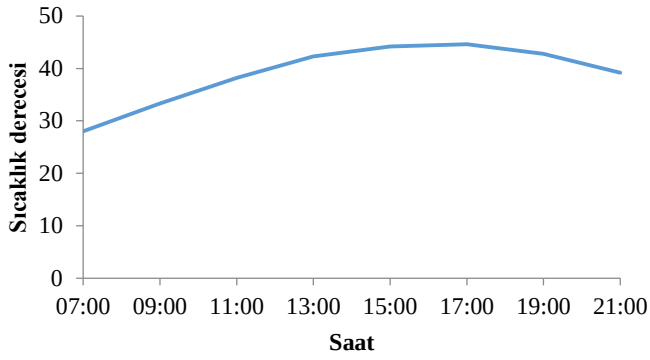
Şekil 4.30. Mayıs ayında ortalama toprak sıcaklığı

Haziran ayında toprağın sıcaklığı 30-40°C arasındadır (Şekil 4.31). Bu toprak sıcaklığında *M. semirufus* bireyleri oldukça aktiftir.



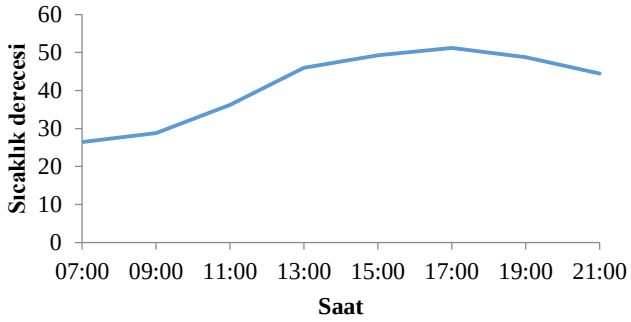
Şekil 4.31. Haziran ayında ortalama toprak sıcaklığı

Temmuz ayında toprağın sıcaklığı 40-50°C arasındadır (4.32). Bu toprak sıcaklığında *M. semirufus* bireyleri oldukça aktiftir.



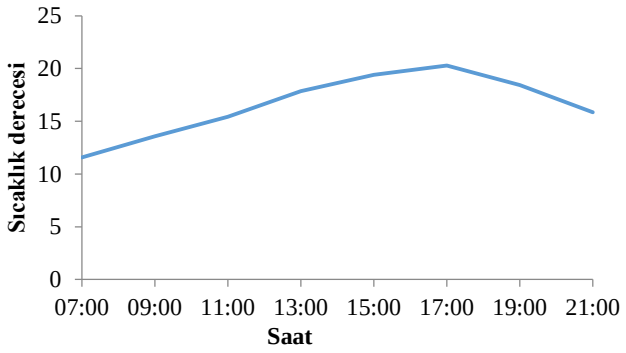
Şekil 4.32. Temmuz ayında ortalama toprak sıcaklığı

Ağustos ayında toprağın sıcaklığı 40-50°C arasındadır (Şekil 4.33). Bu toprak sıcaklığında *M. semirufus* bireyleri oldukça aktiftir.



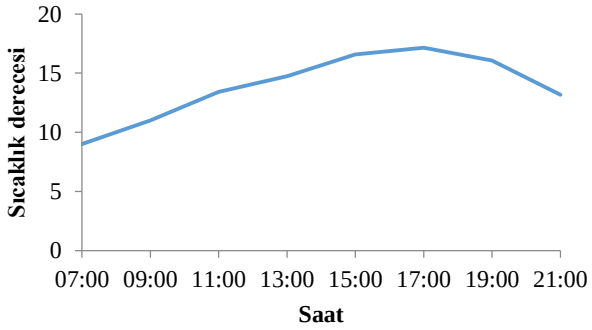
Şekil 4.33. Ağustos ayında ortalama toprak sıcaklığı

Eylül ayında toprağın sıcaklığı 20°C civarındadır (Şekil 4.34). Bu toprak sıcaklığında *M. semirufus* bireyleri oldukça aktiftir.



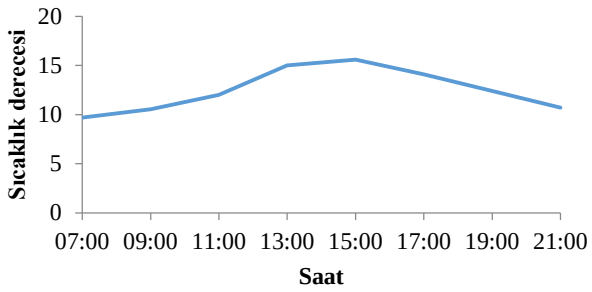
Şekil 4.34. Eylül ayında ortalama toprak sıcaklığı

Ekim ayında toprağın sıcaklığı 10-20°C arasındadır (Şekil 4.35). Bu toprak sıcaklığında *M. semirufus* bireylerinin sayısında yaz mevsimine göre azalma gözlemlenmiştir.



Şekil 4.35. Ekim ayında ortalama toprak sıcaklığı

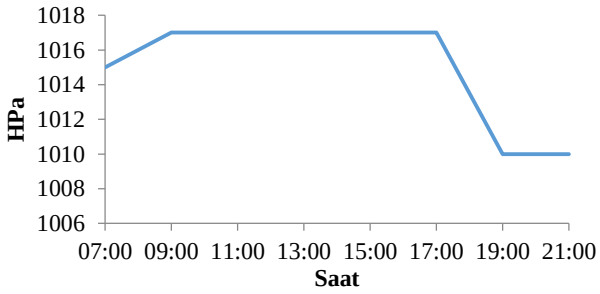
Kasım ayında toprağın sıcaklığı gün içerisinde maksimum 15°C' ye çıkmıştır (Şekil 4.36).Bu toprak sıcaklığında *M. semirufus* bireylerinin sayısı ve aktiviteleri oldukça azalmıştır.



Şekil 4.36. Kasım ayında ortalama toprak sıcaklığı

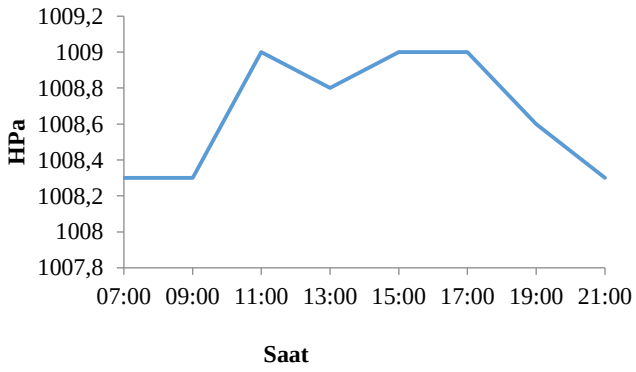
4.1.1.5. Aylık Ortalama Basınç Değerleri

Ölçülen basınç değerlerinde çok büyük farklılıklar bulunmamıştır. Sıcaklığa bağlı olarak az bir değişim olsa da her ayın ortalama değeri birbirine yakındır. Mart ayının ortalama basıncı gün içerisinde 1016 hPa (hava basıncı pascal)'dır (Şekil 4.37).



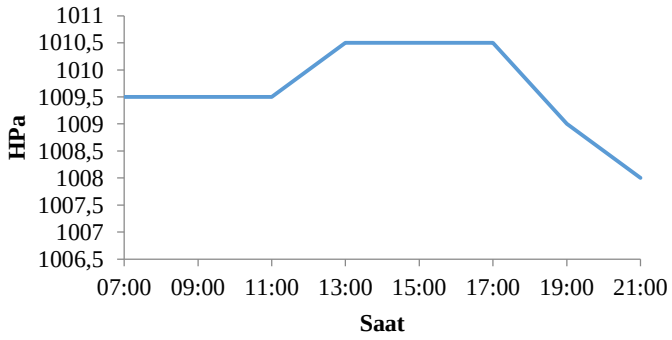
Şekil 4.37. Mart ayının ortalama basınç değerleri

Nisan ayının ortalama basıncı gün içerisinde 1008-1009 hPa'dır (Şekil 4.38).



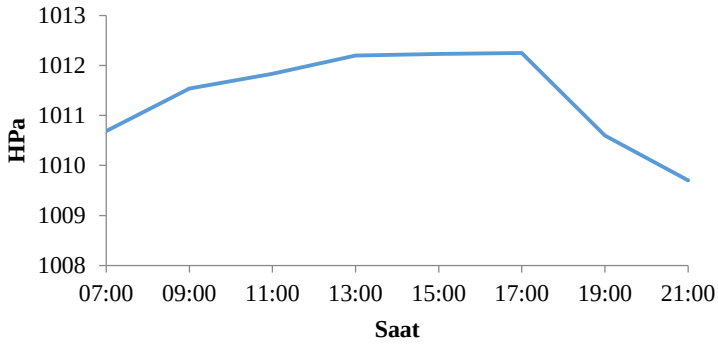
Şekil 4.38. Nisan ayının ortalama basınç değerleri

Mayıs ayının ortalama basıncı gün içerisinde 1009-1010 hPa'dır (Şekil 4.39).



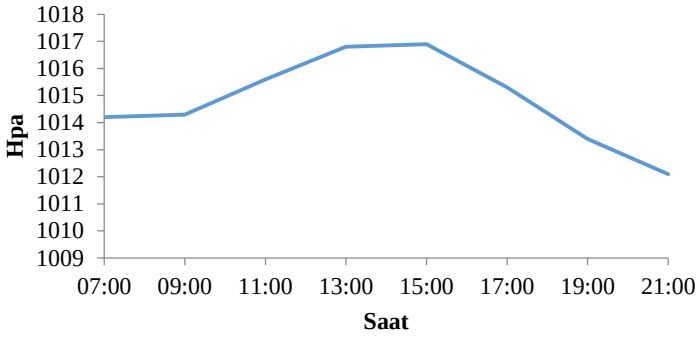
Şekil 4.39. Mayıs ayının ortalama basınç değerleri

Haziran ayının ortalama basıncı gün içerisinde 1011-1012 hPa'dır (Şekil 4.40).



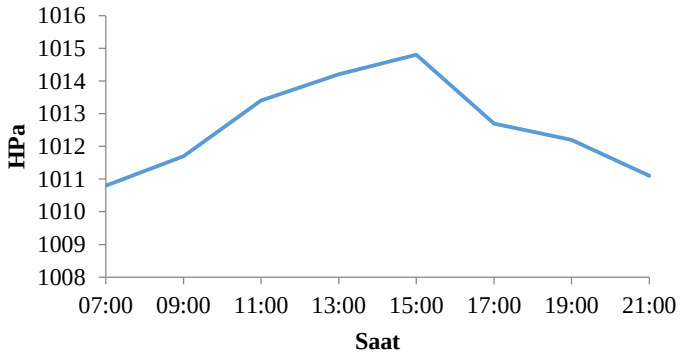
Şekil 4.40. Haziran ayının ortalama basınç değerleri

Temmuz ayının ortalama basıncı gün içerisinde 1014-1016 hPa'dır (Şekil 4.41).



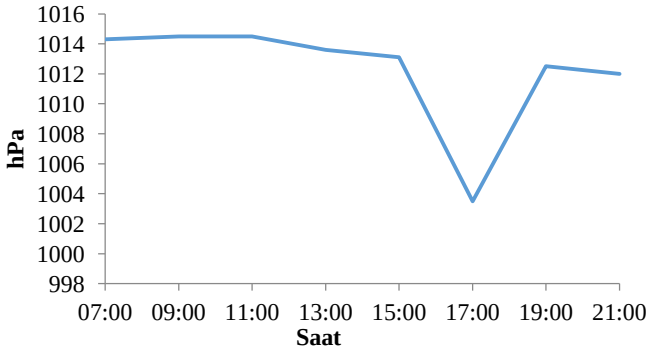
Şekil 4.41. Temmuz ayının ortalama basınç değerleri

Ağustos ayının ortalama basıncı gün içerisinde 1013-1014 hPa'dır (Şekil 4.42).



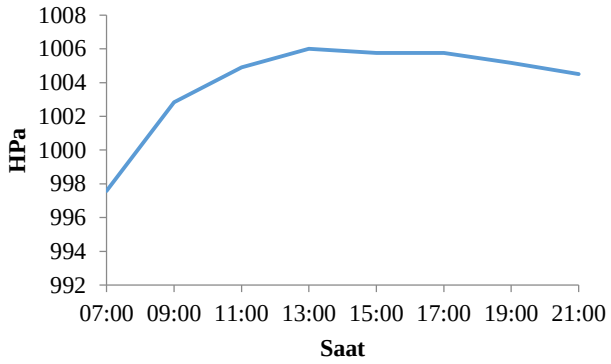
Şekil 4.42. Ağustos ayının ortalama basınç değerleri

Eylül ayının ortalama basıncı gün içerisinde 1015 hPa'dır (Şekil 4.43).



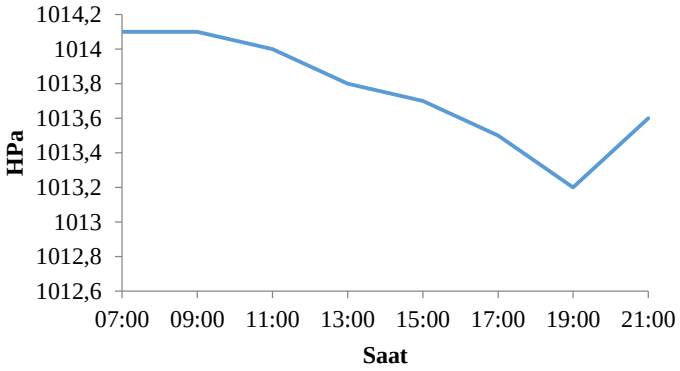
Şekil 4.43. Eylül ayının ortalama basınç değerleri

Ekim ayının ortalama basıncı gün içerisinde 1004-1006 hPa'dır (Şekil 4.44).



Şekil 4.44. Ekim ayının ortalama basınç değerleri

Kasım ayının ortalama basıncı gün içerisinde 1013-1014 hPa'dır (Şekil 4.45).

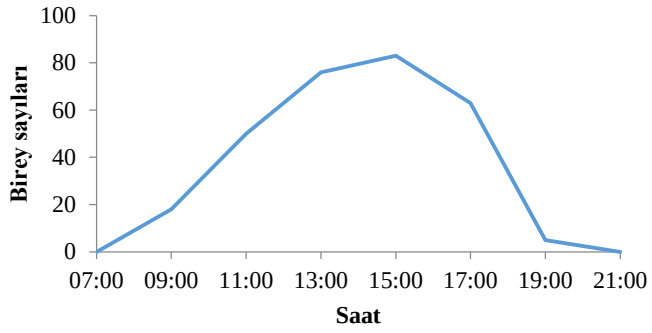


Şekil 4.45. Kasım ayının ortalama basınç değerleri

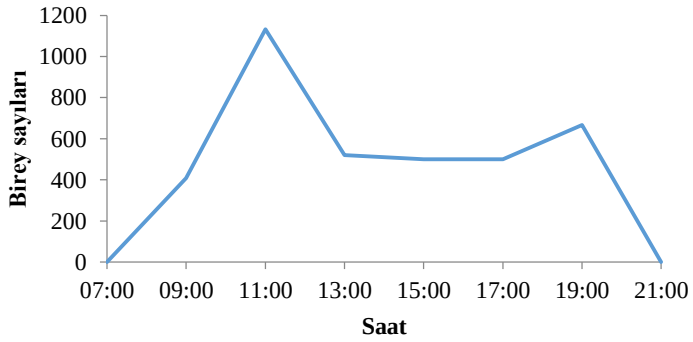
4.1.2. *Messor semirufus*'un Mevsimlere Göre Aktivasyon Ortalamaları

4.1.2.1. Birey Sayılarının Mevsimlere Göre Farklılıkları

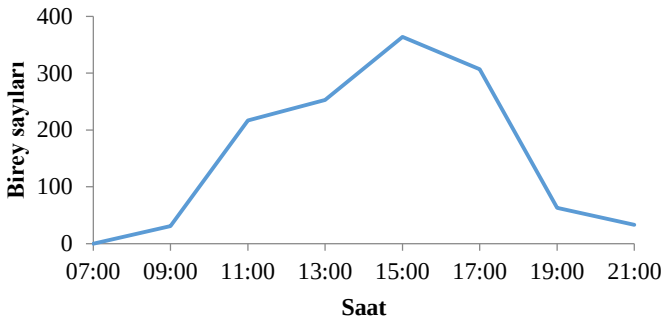
M. semirufus türünün doğal ortamdaki aktivasyonu sırasındaki birey sayıları bir yıl boyunca sayılmıştır. *M. semirufus* türü kış aylarında toprak üzerinde aktivite göstermemektedir. İlkbahar mevsimindeki birey sayıları ortalama 90 (Şekil 4.46), yaz mevsimindeki birey sayıları ortalama 1200 (Şekil 4.47), sonbahar mevsimindeki birey sayıları da ortalama 350 birey civarındadır (Şekil 4.48).



Şekil 4.46. İlkbahar mevsimindeki ortalama birey sayısı



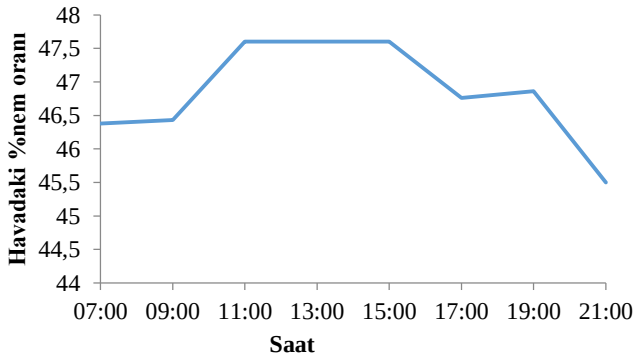
Şekil 4.47. Yaz mevsimindeki ortalama birey sayısı



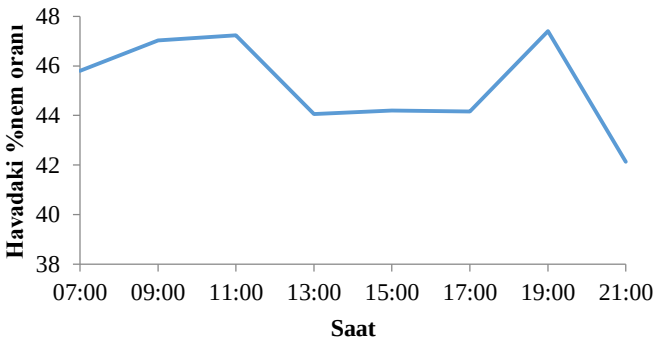
Şekil 4.48. Sonbahar mevsimindeki ortalama birey sayısı

4.1.2.2. Havadaki Nem Oranının Mevsimlere Göre Farklılıkları

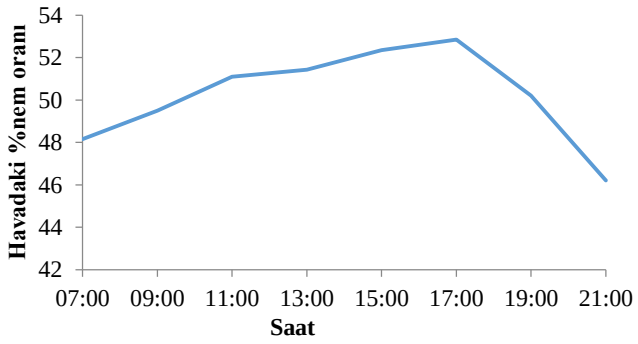
M. semirufus bireylerinin aktif olduğu mevsimlerde (ilkbahar, yaz, sonbahar) havadaki nem oranı ilkbaharda % 47,5 (Şekil 4.49), yaz mevsiminde % 45-47 (Şekil 4.50), sonbaharda ise % 48-52 arasındadır (Şekil 4.51). Ortalama yakın değerde olan bu nem değerlerinde *M. semirufus* türü aktivite göstermiştir.



Şekil 4.49. İlkbaharda havadaki nem oranı



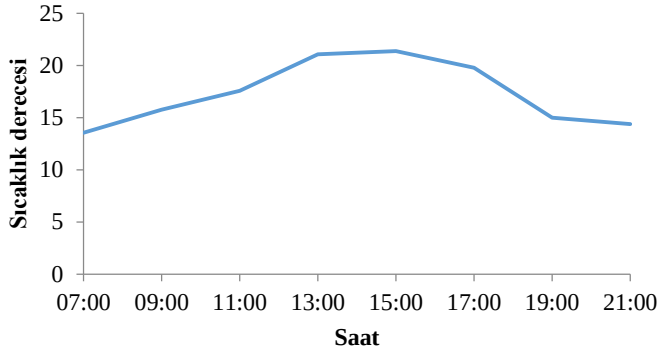
Şekil 4.50. Yaz mevsiminde havadaki nem oranı



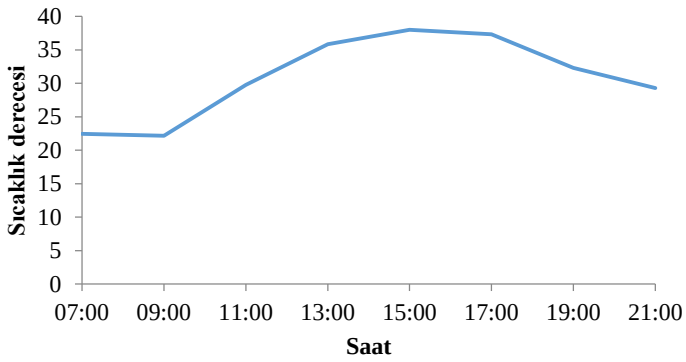
Şekil 4.51. Sonbaharda havadaki nem oranı

4.1.2.3. Hava Sıcaklığının Mevsimlere Göre Farklılıkları

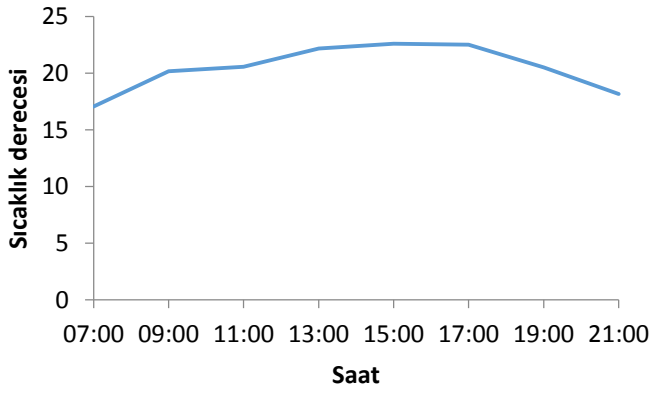
M. semirufus bireylerinin aktif olduğu mevsimlerde ortalama hava sıcaklıkları şöyledir: İlkbaharda 15-20°C arasında (Şekil 4.52), yaz mevsiminde 35-40°C arasında (Şekil 4.53), sonbaharda 20°C'dir (Şekil 4.54). Sıcaklığın en fazla olduğu yaz mevsiminde sayılan birey sayısı da en fazla olmuştur.



Şekil 4.52. İlkbaharda ortalama hava sıcaklığı



Şekil 4.53. Yaz mevsiminde ortalama hava sıcaklığı

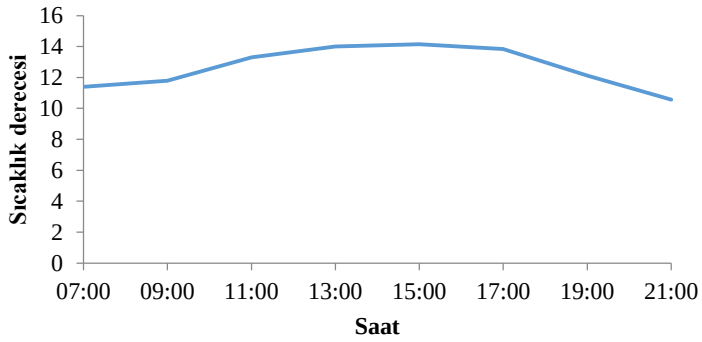


Şekil 4.54. Sonbaharda ortalama hava sıcaklığı

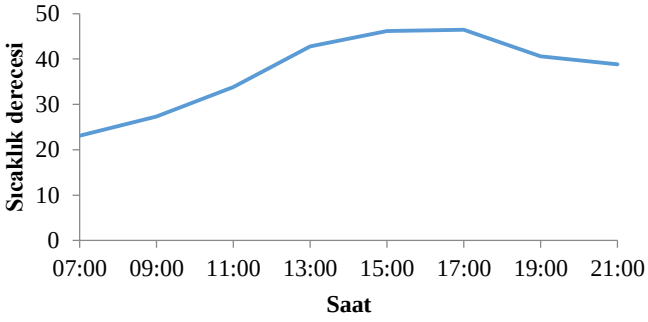
4.1.2.4. Toprak Sıcaklığının Mevsimlere Göre Farklılıkları

Toprağın ısınması karıncalar için önemli abiyotik faktörlerden biridir. İncelenen *M. semirufus* karıncaları toprak sıcaklığının 4°C'nin altında olduğu koşullarda aktif

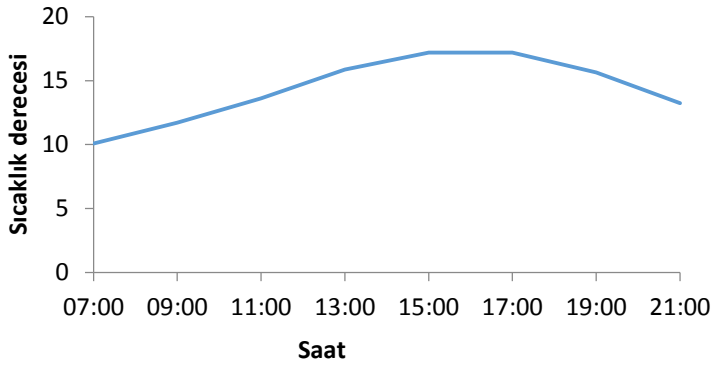
değildirler. *M. semirufus* bireylerinin aktif olduğu mevsimlerde ortalama toprak sıcaklıkları şöyledir: İlkbaharda 12-14°C arasında (Şekil 4.55), yaz mevsiminde 40°C 'nin üzerinde (Şekil 4.56), sonbaharda ise 16-18°C arasındadır (Şekil 4.57). Toprak sıcaklığının 40°C'nin üzerinde olduğu yaz mevsiminde *M. semirufus* bireylerinin en aktif olduğu dönemdir.



Şekil 4.55. İlkbaharda ortalama toprak sıcaklığı



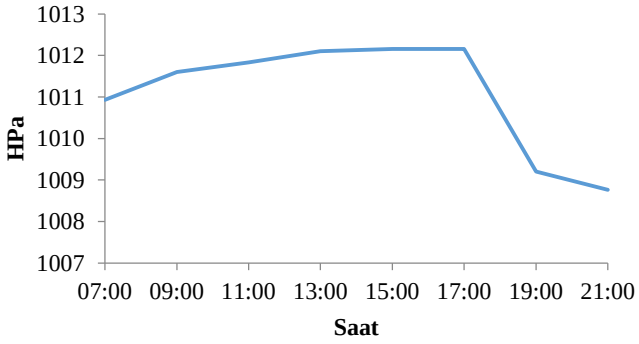
Şekil 4.56. Yaz mevsiminde ortalama toprak sıcaklığı



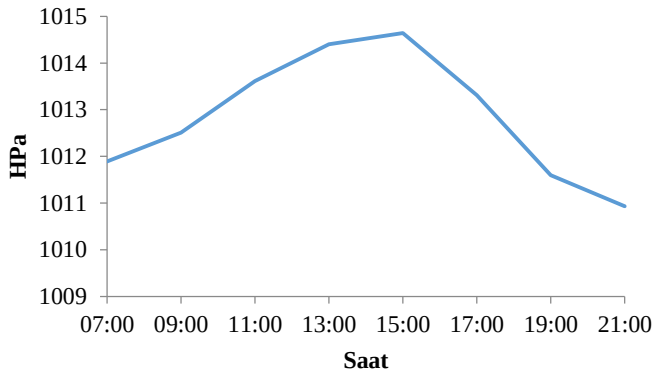
Şekil 4.57. Sonbaharda ortalama toprak sıcaklığı

4.1.2.5. Hava Basıncının Mevsimlere Göre Farklılıkları

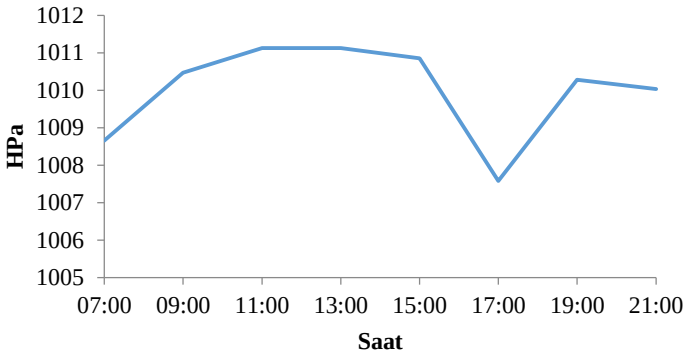
M. semirufus bireylerinin aktif olduğu mevsimlerde hava basınçları şöyledir: İlkbaharda 1012 (Şekil 4.58), yaz mevsiminde 1012-1014 arası (Şekil 4.59), sonbaharda 1011 hPa civarındadır (Şekil 4.60). Hava basıncında mevsimler arasında çok büyük değişimler olmamıştır. Yaz mevsiminde sıcaklığın artmasıyla hava basıncında da bir artış görülmüştür.



Şekil 4.58. İlkbaharda ortalama basınç değerleri



Şekil 4.59. Yaz mevsiminde ortalama basınç değerleri



Şekil 4.60. Sonbaharda ortalama basınç değerleri

4.2. *Messor semirufus*'un Sunulan Tohumları Tercihleri

M. semirufus'un aktif olduğu günlerde 12 farklı tohum seçeneği gözlem yapılan yuva ağzına 1 m uzağına eşit miktarda (her biri 200gr.) konularak gözlem yapılmıştır. Bırakılan bitki tohumları şunlardır: buğday, keten, yulaf, kenevir, nohut, bakla, kolza, susam, ayçiçeği, darı, aspir ve ıspanak tohumu. Temmuz ayında sabah 07:00 sularında alan taramasına iki minör işçi çıkmıştır. Keten tohumundan birer tane alıp yuvaya dönmüşlerdir. Alanı tarayıp yuvalarına dönmeleri yarım saat kadar sürmüştür. Saat 07:30 sularında ortalama 200 *M. semirufus* işçisi her tohuma yönelmiştir. Yarım saat kadar sonra yani saat 08:00 olduğunda 1000-1500 arası *M. semirufus* işçisi tohumları yuvaya taşımak için seferber olmuştur.

Tohum toplayan *M. semirufus* koloni üyelerinden minör işçiler ağırlıktadır. Tohum toplarken traktlar oluşturan işçilerden ortalama her 30 tanesinden biri majör işçidir. Ortalama 1500 işçinin aktif olarak besin topladığı bir ortamda 50 tane majör işçi varken

diğerleri minör işçidir. Majör işçiler, sunulan 12 tohumdan diğerlerine göre daha büyük olan; yulaf, buğday, aspir, ıspanak gibi daha iri tohumları toplamışlardır. Büyük tohumları toplayan işçiler arasında minör işçiler oldukça azdır. Öncelikli tercihlerinden olan keten tohumunun taşınması sadece minör işçiler tarafından yapılmıştır.

İlk keşif turunda bütün tohumlara bakan işçiler kısa bir süre sonra ay çekirdeği, kenevir, bakla, aspir ve kolzayı bırakıp diğer tohumlara yönelmişlerdir.

Ayrıca *M. semirufus* türü karıncaların bol tohum taşıma aktivitesinde olduğu bir sabah bir tane *Cataglyphis* cinsi karınca gelip bu ortamda 20 dakika kadar bir süre dolaşıp hiçbir şey almadan gitmiştir.

Hazır olarak tohum yığınları bulan *M. semirufus* işçileri o gün için başka besin kaynağı arayışına girmemişlerdir. Sadece bırakılan tohum yığınlarını belli bir ilgiye göre toplamışlardır. Hazır tohum yığınları olmadığı günlerde doğal olarak habitatlarında bulunan bitkilerden besin toplamaktadırlar.

4.3. *Messor semirufus*'un SunulanTohumları Tercih Etme Sırası

1.) Buğday: On iki tohum arasından ilk öncelikleri buğday tohumu olmuştur. Bırakılan 200 gram kadar tohumu yuvaya taşımaları 45 dakika içerisinde bitmiştir. Tohumu taşıma süresi en kısa olan buğday tohumu olduğu için ilk tercihleridir denilebilir. Diğer tohumlardan taşıma devam etse dahi ilk önce buğdayın taşınmasına ağırlık vermişlerdir.

2.) Keten: İkinci tercihleri keten olmuştur. Yağ oranı yüksek olan tohumlar: Keten, susam, ayçiçeği ve aspirdir. Yağ oranı yüksek olan tohumlar arasında favori olan keten tohumudur. Keten tohumunun taşınması 60 dakika kadar sürmüştür.

3.) Yulaf: Üçüncü olarak en fazla taşınan yulaf tohumudur. Yulaf tohumunu yuvaya taşımaları 90 dakika kadar sürmüştür.

4.) Ispanak Tohumu: Dördüncü sırada yuvalarına taşıdıkları tohumdur. Ortamdaki buğday, keten, yulaf bittikten sonra taşıma aktivitesi devam etmektedir. Daha çok majör işçiler tarafından taşınmışlardır. Ispanak tohumunu taşımaları *M. semirufus*'un bir günlük aktiviteleri boyunca devam etmiştir (Tablo 4.2).

5.) Susam: Beşinci olarak sıralanabilecek tohumdur. *M. semirufus*'un yağ oranı yüksek olan tohumlar arasından ikinci tercihleri olmuştur. Sunulan 200 g kadar susam tohumunun yarısını iki gün içerisinde toplamışlardır.

6.) Nohut, Darı: Nohut ve darı tohumlarına ilgileri oldukça azdır. İki gün boyunca bu tohumların üzerine çok nadir olarak gelmişlerdir. İki tohumdan da iki gün boyunca topladıkları adet saysı 9-10 kadardır. Darı tohumu ilk bırakıldığı anda yönelim nohut tohumundan daha fazla olmuştur ama darı tohumunu taşımakta zorluk çekince bırakmışlardır. Sonuç olarak bu iki tohumdan yuvaya götürülen tohum adedi sayısı birbirine çok yakındır.

7.) Aspir, Ayçiçeği: İlginin oldukça az olduğu tohumlardır. İlk bırakıldıkları gün iki tohumdan da 3-4 tane kadar tohum tanesini yuvaya götürmüşlerdir. Diğer günler bu tohumlardan taşıma davranışı görülmemiştir.

8.) Kolza, Kenevir, Bakla: Bu üç tohuma hiç ilgi yoktur. Hiç yuvaya taşımamışlardır. İlk keşif sırasında üzerinde dolaşan 5-6 işçi dışında bir daha bu tohumlara uğramamışlardır. Kenevir, kolza ve bakla tohumları tercih edilmeyen tohumlar olarak kaydedilmiştir (Tablo 4.1).

Nohut ve bakla tohumu besinin kendi taneleri olduğu için karıncaların taşıyacağından çok daha büyük boyuttadır. Bu yüzden nohut ve bakla tohum taneleri öğütücüde ufak parçalara getirildikten sonra yuvaya yakın bir mesafeye dökülmüştür.

M. semirufus hasatçı karıncaları ilk tohumlar ile karşılaştıklarında karışık olarak yuva besin arasında git gel yapmışlardır. Yarım saat içerisinde ilk üç tercihleri olan buğday, keten ve yulafa yönelim büyük oranda artmış ve bariz olarak 3 yol oluşturulmuştur. Öncelikleri bu üç tohumdan sonra gelen tohumlara ise bariz bir yol olmaksızın çok az işçinin gidip geldiği gözlemlenmiştir.

Tablo 4.1. *Messor semirufus*'un SunulanTohumları Tercih Etme Sırası.

Tohumları Tercih Etme Sırası	**Tohumların Adı**	**Bırakılan Tohum Miktarı**	**Tohumların Toplanma Sayıları**	**Tohumların Toplandığı Süre (dakika-gün)**
1	Buğday	200 gr	Hepsi alınmıştır.	45 dakika
2	Keten	200 gr	Hepsi alınmıştır.	60 dakika
3	Yulaf	200 gr	Hepsi alınmıştır.	90 dakika
4	Ispanak	200 gr	Hepsi alınmıştır.	1 gün
5	Susam	200 gr	Yarısı alınmıştır.	2 gün
6	Nohut-Darı	200 gr (her biri)	9-10 adet alınmıştır.	2 gün
7	Aspir-Ayçiçeği	200 gr (her biri)	3-4 adet alınmıştır.	1 gün
	Kolza-Kenevir-Bakla	200 gr (her biri)	Hiç tohum alınmamıştır.	-

Tablo 4.2. *M. semirifus* İşçi Boyutuna Göre Topladığı Tohumlar.

***M. semirufus* İşçi Türü**	**Tohumların Adı**
Majör İşçilerin Topladığı Tohumlar	Yulaf, Ispanak, Aspir, Buğday, Ayçiçeği
Minör İşçilerin Topladığı Tohumlar	Buğday, Keten, Nohut, Darı, Susam, Yulaf

4.4. *Messor semirufus*'un Doğal Ortamdan Topladığı Bitki Tohumları

Gözlem yapılan hasatçı karınca *M. semirufus*'un yuva habitatında bulunan çeşitli bitkilerden tohum taşıdığı kaydedilmiştir. Bu bitkiler şunlardır:

4.4.1. *Setaeria glauca* (L.) P. Beauv (Poaceae)

Poaceae familyasına ait *S. Glauca* (sıçan saçı) türü gözlem yapılan habitatta doğal olarak yetişmektedir (Şekil 4.61). *S. glauca* bitkisi *M. semirufus* karınca türü tarafından öncelikli tercih edilen bitkiler arasındadır. *S. glauca* bitkisinden tohum taşıma olayı, ilkbahar ve yaz mevsiminde gözlemlenmiştir.



a b c

Şekil 4.61. *Seteria glauca* bitkisinin doğal ortamdaki görünüşü (a), herbaryum şeklindeki görünüşü (b) ve bitkinin tohumları (c) (foto: Ebru Bilgiç, Edirne, 2015).

4.4.2. *Polygonum aviculare* (L.) (Polygonaceae)

Polygonaceae familyasına ait olan *Polygonum aviculare* türü gözlem yapılan *M. semirufus* yuvasının bulunduğu habitatta doğal olarak yetişmektedir (Şekil 4.62). Bu bitkinin tohumlarını daha çok yaz ve sonbahar mevsimlerinde topladıkları gözlemlenmiştir.



a b c

Şekil 4.62. *Polygonum aviculare* bitkisinin doğal ortamdaki görünüşü (a), herbaryum şeklindeki görünüşü (b) ve bitkinin tohumları (c) (foto: Ebru Bilgiç, Edirne, 2015).

4.4.3. *Cynodon dactylon* (L.) var. *dactylon* (Poaceae)

Poaceae familyasına ait olan *Cynodon dactylon* (L.) var. *dactylon* taksonu gözlem yapılan *M. semirufus* yuvasının bulunduğu habitatta doğal olarak yetişmektedir (Şekil 4.63). Öncelikli tercihlerinden olan bu bitkinin tohumlarını daha çok ilkbahar ve yaz mevsiminde topladıkları gözlemlenmiştir.



a b c

Şekil 4.63. *Cynodon dactylon* (L.) var. *dactylon* bitkisinin doğal ortamdaki görünüşü (a), herbaryum şeklindeki görünüşü (b) ve bitkinin tohumları (c) (foto: Ebru Bilgiç, Edirne, 2015).

4.4.4. *Cynadon dactylon* (L.) Pers *villosus* Regel (Poaceae)

Poaceae familyasına ait olan *Cynodon dactylon villosus* türü gözlem yapılan *M. semirufus* yuvasının bulunduğu habitatta doğal olarak yetişmektedir (Şekil 4.64).

Öncelikli tercihlerinden olan bu bitkinin tohumlarını daha çok ilkbahar ve yaz mevsiminde topladıkları gözlemlenmiştir.



a b c

Şekil 4.64. *Cynadon dactylon* (L.) Pers *Villosus* Regel bitkisinin doğal ortamdaki görünüşü (a), herbaryum şeklindeki görünüşü (b) ve bitkinin tohumları (c) (foto: Ebru Bilgiç, Edirne, 2015).

4.4.5. *Anagallis arvensis* (L.) var. *arvensis* (Primulaceae= Çuhaçiçeğigiller)

Primulaceae familyasına ait olan *Anagallis arvensis* türü gözlem yapılan *M. semirufus* yuvasının bulunduğu habitatta doğal olarak yetişmektedir (Şekil 4.65). Bu bitkinin tohumlarını daha çok yaz mevsimi ve sonbaharda topladıkları gözlemlenmiştir.



a b c

Şekil 4.65. *Anagallis arvensis (*L.) var. *arvensis* bitkisinin doğal ortamdaki görünüşü (a), herbaryum şeklindeki görünüşü (b) ve bitkinin tohumları (c) (foto: Ebru Bilgiç, Edirne, 2015)

4.4.6. *Oxalis corniculata* (L.) (Oxalidaceae)

Oxalidaceae familyasına ait olan *Oxalis corniculata* türü gözlem yapılan *M. semirufus* yuvasının bulunduğu habitatta doğal olarak yetişmektedir (Şekil 4.66). Bu bitkinin tohumlarını daha çok sonbaharda topladıkları gözlemlenmiştir.



a b c

Şekil 4.66. *Oxalis corniculata (*L.) bitkisinin doğal ortamdaki görünüşü (a), herbaryum şeklindeki görünüşü (b) ve bitkinin tohumları (c) (foto: Ebru Bilgiç, Edirne, 2015).

4.4.7. *Sorghum halepense* (L.) var. Pers *halepense* (Poaceae)

Poaceae familyasına ait olan *Sorghum halepense* türü gözlem yapılan *M. semirufus* yuvasının bulunduğu habitatta doğal olarak yetişmektedir (Şekil 4.67). Öncelikli tercihlerinden olan bu bitkinin tohumlarını daha çok ilkbahar ve yaz mevsiminde topladıkları gözlemlenmiştir.



a b c

Şekil 4.67. *Sorghum halepensis* (L.) var. Pers *halepense* bitkisinin doğal ortamdaki görünüşü (a), herbaryum şeklindeki görünüşü (b) ve bitkinin tohumları (c) (foto: Ebru Bilgiç, Edirne, 2015).

4.4.8 *Senecio erraticus* Bertol (Asteraceae)

Composite familyasına ait olan *Senecio erraticus* türü gözlem yapılan *M. semirufus* yuvasının bulunduğu habitatta doğal olarak yetişmektedir (Şekil 4.68). Bu bitkinin tohumlarını daha çok yaz ve sonbahar mevsiminlerinde topladıkları gözlemlenmiştir.



a b c

Şekil 4.68. *Senecio erraticus* Bertol bitkisinin doğal ortamdaki görünüşü (a), herbaryum şeklindeki görünüşü (b) ve bitkinin tohumları (c) (foto: Ebru Bilgiç, Edirne, 2015).

4.4.9. *Lactuca serriola* (L.) (Asteraceae)

Asteraceae familyasına ait olan *Lactula serriola* türü gözlem yapılan *M. semirufus* yuvasının bulunduğu habitatta doğal olarak yetişmektedir (Şekil 4.69). Öncelikli tercihlerinden olan bu bitkinin tohumlarını aktif oldukları üç mevsimde (ilkbahar, yaz ve sonbahar) topladıkları gözlemlenmiştir.



a b c

Şekil 4.69. *Lactuca serriola* (L.) bitkisinin doğal ortamdaki görünüşü (a), herbaryum şeklindeki görünüşü (b) ve bitkinin tohumları (c) (foto: Ebru Bilgiç, Edirne, 2015).

4.4.10. *Euphorbia chamaesyce* (L.) (Euphorbiaceae)

Euphorbiaceae familyasına ait olan *Euphorbia chamaesyce* türü gözlem yapılan *M. semirufus* yuvasının bulunduğu habitatta doğal olarak yetişmektedir (Şekil 4.70). Bu bitkinin tohumlarını daha çok yaz ve sonbahar mevsimlerinde topladıkları gözlemlenmiştir.



a b c

Şekil 4.70. *Euphorbia chamaesyce* (L.) bitkisinin doğal ortamdaki görünüşü (a), herbaryum şeklindeki görünüşü (b) ve bitkinin tohumları (c) (foto: Ebru Bilgiç, Edirne, 2015).

4.4.11. *Conyza canadensis* (L.) Cronquist (Asteraceae)

Asteraceae familyasına ait olan *Conyza canadensis cronguist* türü gözlem yapılan *M. semirufus* yuvasının bulunduğu habitatta doğal olarak yetişmektedir (Şekil 4.71). Öncelikli tercihlerinden olan bu bitkinin tohumlarını aktif oldukları üç mevsimde (ilkbahar, yaz ve sonbahar) topladıkları gözlemlenmiştir.



a b c

Şekil 4.71. *Conyza canadensis (* L.) cronquist bitkisinin doğal ortamdaki görünüşü (a), herbaryum şeklindeki görünüşü (b) ve bitkinin tohumları (c) (foto: Ebru Bilgiç, Edirne, 2015).

4.4.12. *Poa trivialis* (L.) (Poaceae)

Poaceae familyasına ait olan *Poa trivialis* türü gözlem yapılan *M. semirufus* yuvasının bulunduğu habitatta doğal olarak yetişmektedir (Şekil 4.72). Öncelikli tercihlerinden olan bu bitkinin tohumlarını daha çok ilkbahar ve yaz mevsiminde topladıkları gözlemlenmiştir.



a b c

Şekil 4.72. *Poa trivialis* (L.) bitkisinin doğal ortamdaki görünüşü (a), herbaryum şeklindeki görünüşü (b) ve bitkinin tohumları (c) (foto: Ebru Bilgiç, Edirne, 2015).

4.4.13. *Helminthotheca echioides* (L.) (Asteraceae)

Asteraceae familyasına ait olan *Helminthotheca echioides* türü gözlem yapılan *M. semirufus* yuvasının bulunduğu habitatta doğal olarak yetişmektedir (Şekil 4.73). Öncelikli tercihlerinden olan bu bitkinin tohumlarını aktif oldukları üç mevsimde (ilkbahar, yaz ve sonbahar) topladıkları gözlemlenmiştir.



a b c

Şekil 4.73. *Helminthotheca echioides* (L.) bitkisinin doğal ortamdaki görünüşü (a), herbaryum şeklindeki görünüşü (b) ve bitkinin tohumları (c) (foto: Ebru Bilgiç, Edirne, 2015).

4.4.14. *Portulacea oleracea (*L.) (Portulaceae)

Portulaceae familyasına ait olan *Portulacea oleracea* türü gözlem yapılan *M. semirufus* yuvasının bulunduğu habitatta doğal olarak yetişmektedir (Şekil 4.74). Bu bitkinin tohumlarını daha çok yaz ve sonbahar mevsimlerinde topladıkları gözlemlenmiştir.



a b c

Şekil 4.74. *Portulacea oleracea* (L.) bitkisinin doğal ortamdaki görünüşü (a), herbaryum şeklindeki görünüşü (b) ve bitkinin tohumları (c) (foto: Ebru Bilgiç, Edirne, 2015).

BÖLÜM 5

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada *M. semirufus* hasatçı karıncalarının topladıkları tohumlar, ister doğal habitatlarında olsun ister ortama deneysel olarak sonradan eklensin çevrelerindeki bütün tohumları toplama eğiliminde oldukları görülmüştür. Tohum toplama işlemi esnasında *M. semirufus* işçilerinin tohum tercihlerinde seçici oldukları ortaya konulmuştur. Genel olarak aktif oldukları dönem boyunca çevrelerinde var olan tohumları toplama eğiliminde oldukları gözlenmiştir. Poaceae familyasındaki bitkilerin tohumlarını ilkbahar ve yaz aylarında daha fazla toplamalarının sebebi ise bitkiyi bu periyotlar da daha sık bulabiliyor olmalarıdır. Yaptığımız gözlemlere dayalı olarak; Polygonaceae, Primulaceae, Oxalidaceae, Euphorbiaceae, Portulaceae, familyalarından en çok tohumun yaz mevsimi ve sonbaharda *M. semirufus* işçileri tarafından toplanması bitkilerin tohumlarının bu mevsimlerde bulunmasından kaynaklanmaktadır. Asteraceae familyasının bitkilerinin üç mevsimde tohum veriyor olması 3 mevsim boyunca *M. semirufus* işçileri tarafından tercih edilmesini sağlamıştır.

M. semirufus yuvasının yakınına tohum bırakılarak tohum seçimlerinin gözlendiği deney ilkbahar, yaz ve sonbaharda yapılmış ve işçiler üç mevsimde de hazır buldukları bu tohumları toplamışlardır. Örneğin öncelikli tercihlerinden olan keten tohumunu yaz mevsiminde tercih etmişlerdir sonbahar döneminde de aynı şekilde tercih etmişlerdir. Tercih edilmeyen tohumlardan kolza, kenevir ve bakla tohumlarını ortamda besin az iken karıncalar tarafından yine tercih edilmedikleri ortaya koyulmuştur. Besin olarak tercih ettikleri tohumları bulduklarında mevsime bağlı olmaksızın işçilerin bu tohumları yuvaya taşıdıkları gözlenmiştir [87].

Bütün yıl izlenen *M. semirufus* kolonisi ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde toprak üzerinde aktif oldukları belirlenmiştir. Yapılan gözlemlerde *M. Semirufus*'un kış

mevsimini ve ilkbaharın ilk ayını yani aralık, ocak, şubat ve mart aylarını toprak altında geçirdiği gözlenmiştir. Gözlem yapılan *M. semirufus* bireyleri yuvalarını kuytu bir köşeye kurarak yazın aşırı sıcaklarından korunmak için güvenli bir habitat seçmişlerdir. Yine yapılan gözlemlerde karıncalar abiyotik etkenlerden korunmak için korunaklı yerleri tercih etmişlerdir, fakat yuva kurmak için asıl faktörün besin olduğu düşünülmektedir. Tarım arazilerinde tahıl tarlalarının olduğu bölgelerde *Messor* cinsinin yaygın olmasının sebebi besin kaynağına ulaşılabilirliktir [104].

Mart ayı ortalama sıcaklığının 15°C olduğu günlerde yapılan gözlemde *M. semirufus* yuvasına komşu olan *Formica cunicularia* yuvadan çıkıp toprak üzerinde aktivite (yem arama, yuva tamiri) gösteriyor iken, *M. semirufus'* un (genel olarak *Messor* cinsi için de geçerli) henüz yuvadan çıkmadığı, herhangi bir aktivitede bulunmadığı görülmüştür. Bu durum *Messor* cinsinin *Formica* cinslerine oranla daha çok sıcak seven türler olduğunu göstermektedir. Nitekim bu durum hasatçı karıncalar için birçok ülkede ifade edilen, çöl hasatçıları söylemini doğrulamaktadır [125, 54, 60, 62, 29].

Gözlemlerin yapıldığı yılda mart ayının ortalama sıcaklığı 15°C civarıdır. Gözlemlenen *M. semirufus* hasatçıları, hava sıcaklığının 17°C'nin üzerine çıktığı nisan ayında aktif olarak tohum toplama davranışına başlamışlardır (Bknz Şekil 4.2). İlkbaharda besin toplama davranışı saat 10:00 civarında başlayıp akşam üzeri 18:00'a kadar devam ettikleri gözlemlenmiştir (Bknz Şekil 4.46). Yaz sıcaklıklarının iyice etkisini gösterdiği Temmuz ayında ise sabah saat 08:00 de yaklaşık 1000 işçi karıncanın besin arayışına çıktığı ve besin toplamaya başladığı görülmüştür (Bknz Şekil 4.47). Günün sıcaklığının iyice arttığı saat 11:00'de ise artık yuvaya çekilip akşam üzeri serinliğine kadar çıkmadıkları gözlemlenmiştir. Yaz mevsiminde akşam üzeri 19:00 itibari ile bir ya da iki saat kadar besin arayışı ve besin taşıma aktivitesi görülmüştür. Bu durum *M. semirufus*'un yıl içinde sıcak mevsimlerde aktivite gösterse dahi aşırı sıcaklardan kaçındığını göstermektedir. Hatta hava sıcaklığının 40°C'nin üzerine çıktığı günlerde sabah 08:00 - 11:00 arası besin toplama faliyetleri dışında gün boyunca bir daha yuvadan çıkmadıkları bir hafta kadar bir süre olduğu gözlemlenmiştir. Sonbaharda ise *M. semirufus* bireylerinin rutin olarak saat 09:00 civarı başlayan besin toplama davranışı akşam üzeri 19:00 civarına kadar devam etmektedir. Bu rutin aktivasyon sırasında en çok bireyin sayıldığı zaman dilimi ise 11:00 ile 17:00 saatleri arasındadır (

Bknz Şekil 4.48). Bu araştırmada, *M. semirufus* ‘un gün içindeki aktivasyonunun mevsimlere göre değişiklik gösterdiği görülmüştür. Sonuçlarımız, karıncalarda gün içinde ve mevsimlere bağlı olarak aktivasyon farklılıklarının olduğunu rapor eden Hunt’un [77] çalışmasını destekler niteliktedir.

Tohum toplayan karıncaların buldukları besinler ile yuva arası mesafeler farklı olabilmektedir. Buldukları bazı besinler yuva ağzına 1 m kadar yakınken, bazıları ise 10 metre uzaklıkta olabilmektedir. Besin arayışı için keşfe çıkan *M. semirufus* işçilerinin yuva ağzına yakın besinleri 10 dakika içerisinde fark ettikleri ve bir tane tohumu alıp yuvaya taşıdıkları gözlenmiş olup daha sonrasında yuvadaki diğer işçi karıncaların birbirlerini takip ederek bulunan besine yöneldikleri ve yuva ile besin arasında bir yol oluşturdukları saptanmıştır. Çalışma sırasında en uzakta bulunan besin yuva ağzına 10 m mesafededir bu besini keşif turunda fark etmeleri yaklaşık yarım saat civarı sürmüştür. *M. semirufus* işçileri aynı anda birden fazla besine yönelebilmekte ve birden fazla yol traktları oluşturmaktadırlar [47]. Yapılan gözlemler sırasında besin varlığına göre oluşan yolların sayısında değişiklik gözlemlenmiştir, bazen tek yol varken bazen 2 ya da daha fazla yol gözlemlenmiştir. Gözlemler sırasında *M. semirufus* işçilerinin oluşturduğu, farklı mesafelerde olan en fazla 4 kola ayrılan yol izine tanık olunmuştur. Bu yollar 3 m, 4 m, 6 m ve 8.5 m olmak üzere farklı uzunluklardadır. Bu durum habitatta birden fazla besin varsa *M. semirufus*’un aynı anda hepsini fark ederek toplama eğiliminde olduklarını göstermektedir.

M. semirufus kolonisine sunulan 12 tohum arasından işçilerin ilk tercihleri buğday tohumu olmuştur. Diğer tohumları da taşıma faaliyetini sürdüren *M. semirufus* işçileri öncelikli olarak buğdayı tamamen taşımıştır. Bu *M. semirufus’*un besinler arasında öncelikli olarak buğdayı tercih ettiğini göstermektedir çalışma boyunca buğday tohumları *M. Semirufus* için önemli bir besin olmuştur. Buğday, besin içeriği açısından % 65’i geçen bir karbonhidrat değerine sahiptir [106]. Çalışma kapsamında buğdayın yüksek karbonhidrat içeriğine sahip bir besin olması, bu tohumun karıncalar tarafından öncelikli olarak tercih edilmesine dair bir açıklama getirdiği düşünülmüştür. Ayrıca ortamda en yüksek karbonhidrat içeren besin buğday tohumudur. Nitekim yakın zamanda yapılan bir çalışmada karıncaların yüksek karbonhidratlı besini düşük karbonhidratlı besine tercih ettiği görülmüştür [87]. *M. semirufus* işçilerinin buğday tohumu tükendikten sonra diğer tohumlara yöneldiği gözlenmiştir. Buğday tohumu

ortamda tükendikten sonra *M. semirufus* işçilerinin diğer tohumları topladıkları anda ortama sonradan tekrar buğday eklenmiştir. Buğdayın eklendiği karıncalar tarafından hemen fark edilip (1 dakika içerisinde) buğday tohumu ortamdan tekrar taşınmaya başlanmıştır. Bu durum *M.semirufus* için buğdayın öncelikli besin olarak kullanıldığına dair düşüncemizi pekiştirmektedir. Bu sırada *M.semirifus* buğday dışındaki diğer tohumları toplama sürecine (özellikle keten tohumu) tamamen ara vermemişlerdir. *M. semirufus*'un birinci tercihleri olan buğday tohumu ile hiç toplamadıkları kolza tohumları karıştırılıp yuva etrafına konulduğunda bu yığının içinden buğday tohumunu tercih ettikleri kolza tohumunu tercih etmedikleri gözlenmiştir. Karıştırılıp verilen bu tohumlardan kolza tohumu tek olarak kalmıştır. Buğday, kenevir ve kolza tohumu karışımı verildiğinde ise karıncalar tarafından buğdayın alınıp kolza ve kenevirin ortamdan alınmadığı görülmüştür bu durum karışık olsalar dahi bu karıncaların kullandıkları besini ayırt edebildiklerini göstermektedir. 12 tohumun tamamı karışık verildiğinde ise; buğday tohumları karıncalar tarafından her zamanki gibi öncelikli tercih edilmiştir.

M. semirufus'un ikinci tercihi keten tohumu olmuştur. Yağ oranı yüksek olan tohumlar arasında en çok tercih edilen keten tohumudur. Yapılan gözlemlerde keten tohumunun diğer tohumlara göre hafif olması onun genellikle minör işçiler tarafından tercih edilmesini sağlamıştır [42]. Ayrıca bu karıncaların yeşil sebzelerin tohumlarını tercih edip etmediklerini gözlemlemek için Türkiye'de sık yetiştirilen ıspanak bitkisi seçilmiştir. *M. semirufus* işçileri ortamdaki buğday, keten, yulaf tohumları tükendikten sonra ıspanak tohumunu taşımaya devam etmişlerdir. Bu durum karıncaların ilk öncelikleri olan tohumları taşımaya daha çok ağırlık verdiklerini göstermektedir. Ispanak tohumu genel olarak buğday gibi çok fazla ilgi görmemiştir ama yine de yuvaya taşınan tohumlar arasındadır. Bu durum ortamda daha çok sevdikleri bir besin olsa dahi diğerlerini de toplayıp depo etme eğiliminde olduklarını göstermektedir. Yapılan bir araştırmada *M. semirufus*'un tohum depoları araştırılmış ve 6 bitki familyasına ait bitki tohumları bulunmuştur. Bu durum çok çeşitli tohumları depolama isteğinde olduklarını göstermektedir [32]. Ispanak tohumları daha çok majör işçiler tarafından taşınmıştır çünkü ortamdaki diğer tohumlara göre daha iri tohum taneleri ıspanaklara aittir. Gözlemler esnasında büyük tohumların majör işçiler tarafından taşındığı görülmüştür.

Nitekim *Messor bouvieri* türü hasatçı karıncalarda da benzer sonuçlar Willout ve arkadaşları tarafından rapor edilmektedir [42].

Darı tohumları ortama ilk bırakıldığı anda yönelimin fazla olduğu ama yuvaya çok taşınamayan bir tohum çeşidi olmuştur. Bu tohum ilk bırakıldığı anda taşınmaya çalışılmış ve çok fazla düşürülmüştür. Bu durum darı tohumunun yuvarlak ve pürüzsüz olması yüzünden ortaya çıkmıştır. Karıncalar darı tohumları arasından, çok az tohum taşıyabilmişlerdir. Bir gün boyunca 10 tane kadar tohum tanesi taşımışlardır.

Nohutun öğütülmüş olması elaizom bölgesinin parçalanmasına neden olmuştur. Baklanın elaizom kısmı tohum taneleri üzerindeki kabuğundadır. Kuru baklanın kabuğundan soyulmuş ve öğütülmüş olması onun karıncalar tarafından fark edilmesini engellemiştir. Karıncaların besinin içeriğini algıladıkları elaizom bölgesinin dağılmış olması *M. semirufus* işçilerinin nohut ve bakla tohumlarını tercih etmelerini engellemiş olabileceği düşünülmüştür [2,3]. Aspir ve ayçiçeği tohumlarıda çok az tercih edilen tohumlardandır. Ortamda sadece 3-4 tane taşınmış bir daha taşınmamışlardır. Aspir ve ayçiçeğinin kabuklu olması tercih edilmelerini engellemiştir.

Kolza ve kenevir tohumlarına *M. semirufus* bireyleri hiç ilgi göstermemiş ve hiç yuvaya taşımamışlardır. Bu tohumlar bırakıldıktan sonra *M. semirufus* işçileri ilk fark ettiklerinde üzerlerinde dolaşmışlardır. Birkaç tane kolza tohumunu alıp geri bırakmışlar ve hiç yuvaya taşımamışlardır. Kolza ürününün yağında insan sağlığına zararlı erüsik asit ve glukosinolat bulunmaktadır, bu tohum karıncalar tarafından tercih edilmemiştir. Erüsik asitin belirtilen değerden yüksek olması kalp kaslarının yağlanmasına, kolza bitkisinin küspesindeki yüksek orandaki glukosinolat ise hayvanlarda tiroid bezi büyümeleri, gut iltihaplanmaları, karaciğer rahatsızlıklarına sebep olmaktadır [126]. Glukosinolatlar suda çözünebilir, anyonik, uçucu olmayan ve ısıya karşı stabil bileşiklerdir [127]. Bitki dokusu çeşitli işlemlerle (kesme, doğrama, çiğneme gibi) parçalandığında veya zedelendiğinde glukosinolatlar, dokuda doğal olarak bulunan endojen mirosinaz tarafından hidrolize edilmekte ve bu parçalanma sonucunda izotiyosiyanatlar, tiyosiyanatlar, nitriller, oksazolidin-2-tiyonlar, hidroksinitriller, epitiyonitriller gibi bozunma ürünleri oluşmaktadır [127]. Kenevir tohumunun da *M. semirufus* bireyleri tarafından tercih edilmemesinin sebebi karıncaların tohum içeriğini algıladıklarından dolayıdır. Brezilya'da yapılan bir araştırmada *Lasius micans* karınca türüne besin olarak verilen *Tenebrio molitor (Un kurdu) ve Gryllus* (çekirge) cinsine

ait böcek türlerinden protein değerinin yüksek olduğu *Gryllus* cinsini tercih etmeleri besin içeriğini algıladıklarını göstermektedir [87]. Eğer *M. semirufus* hasatçı karıncaları tohumların içeriğini algılamıyor olsaydı ayırt etmeden kolza, kenevir ve bakla tohumlarını da toplayıp yuvalarına götürmeleri beklenirdi. Ancak *M. semirufus*'un, kolza, kenevir ve bakla tohumlarını mandibülleri ile kısa süreli olarak tutup ardından bıraktıkları gözlemlenmiştir. Bu durum karıncaların besin tercih ederken içeriğini algıladıkları görüşünü desteklemektedir. Aksi durumda buğday tohumlarını topladıkları gibi kolza, kenevir ve bakla tohumlarını da toplamaları beklenirdi.

Tohumlar kullanılarak yapılan bu gözlemler sırasında başka bir günde *M.semirufus* karıncalarına ilk iki tercihleri olan buğday ve keten tohumu hiç verilmemiştir. Bunların yerine; kenevir, kolza, ıspanak, nohut, bakla, yulaf, ayçiçeği, aspir, darı ve susam tohumları verilmiştir. İşçiler ıspanak ve yulaf tohumlarından taşımışlar ancak diğer tohumlara hiç dokunmamışlardır. İlk iki tercihleri ortamda yokken üçüncü ve dördüncü tercihlerini toplamışlar, daha önceden ne olduğunu algıladıkları tohumları ise hiç taşımamışlardır.

M. semirufus'un Poaceae (buğdaygiller) familyasından tercih ettiği türler: *Seteria glauca, Cynodon dactylon, Cynadon dactylon villosus, Sorghum halepense, Poa trivialis* olmak üzere beş tanedir. Gözlem yapılan *M. Semirufus* yuva çevresinde bu beş türden başka Poaceae familyasından bitki bulunmamaktadır. *M. Semirufus* işçileri Poaceae familyasına ait bitkilerden ilkbahar mevsimi boyunca tohum toplamışlardır. Yaz mevsiminde daha kuru halde olan Poaceae familyasından tohum toplama davranışı devam etmiştir.

M. semirufus hasatçı karıncaları ortamda ikinci derecede en çok bulunan Asteraceae familyasından da tohum taşımışlardır. Gözlem yapılan ortamda Asteraceae familyasına ait; *Lactuca serriola, Conyza canadensis Senecio aquaticus* ve *Helminthotheca echioides* türleri vardır ve bu 3 türden de tohum taşımışlardır. Asteraceae familyasının tohumları uçucu formda tüysü şekildedir. Kış mevsimi hariç üzerinde uçucu tohumları bulunan bu tohumları *M. semirufus* hasatçılarının her 3 mevsimde de (ilkbahar, yaz, sonbahar) topladıkları gözlemlenmiştir. Asteraceae ve Poaceae familyaları gözlem yapılan habitta en çok bulunan ve en çok tercih edilen bitkilerdir.

Asteraceae ve Poaceae familyaları dışında diğer tercih ettikleri bitkiler şunlardır: *Polygonum aviculare* (Polygonaceae), *Anagallis arvensis* (Primulaceae), *Oxalis*

corniculata (Oxalidaceae), *Euphorbia chamaesyce* (Euphorbiaceae), *Portulacea oleracea* (Portulaceae), türleridir. Bu türler genel olarak yaz mevsimi ve sonbaharda tohum verdikleri için *M. semirufus* tarafından tercih edilen bitkilerdir. *M. semirufus*'un yuva tipi ve besin depolarının araştırıldığı bir çalışmada [32] besin deposunda tespit edilen başlıca tohumlar; Ranunculaceae, Polygonaceae, Fabaceae, Boraginaceae, Rubiaceae ve Poaceae familyalarına aittir. Bu yapılan araştırma ile bizim sonuçlarımıza göre tercih edilen familyalar arasında ortak olan iki familya vardır Polygonaceae ve Poaceae'dir. Ranunculaceae, Leguminosae, Boraginaceae ve Rubiaceae familyalarının araştırıcıların yaptıkları çalışmada besin depolarında tespit edilememiş olmasının nedeni çalışma yapılan habitatta bu familyaların yer almamasından kaynaklanmış olabilir. Yapılan iki çalışmada farklı familyaların yer alması *M. semirufus* türünün besin yelpazesinin oldukça geniş olduğunu göstermektedir [32].

Sonuç olarak, elde edilen bulgular *M. semirufus*'un aktif olduğu ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde tohum toplarken tohum tercihinde seçici olduklarını ortaya koymuştur. *M. semirufus*'un karbonhidrat ve protein değeri yüksek tohumları tercih ettikleri belirlenmiştir. *M. semirufus*'un Asteraceae, Poaceae, Polygonaceae, Primulaceae, Oxalidaceae, Euphorbiaceae ve Portulaceae familyalarından tohum topladığı ortaya konulmuştur. Doğada en çok topladıkları tohumların buğdaygiller olduğu tespit edilmiş olup deneysel çalışmamızda da bunu teyid eder veriler elde edilmiştir. Türlerin besin tercihlerindeki benzerlik ve farklılıklarını ortaya koyacak benzeri yeni çalışmalar türlerin besin rekabeti konusunda geliştirdikleri özel stratejilerin tespit edilmesinde şüphesiz büyük katkılar sunacaktır. Ekosistemde önemli bir rol teşkil eden, tohumların dağılımında etkin bir rol oynayan hasatçı karıncaların beslenme ekolojilerinin aydınlatılmasında bu katkıların önemi büyük olacaktır.

KAYNAKLAR

[1] MARTİN PFEİFFER, HEİKO HUTTENLOCHER AND MANFRED AYASSE, ***Myrmecochorous plants use chemical mimicry to cheat seed-dispersing ants.*** Institute of Experimental Ecology, University of Ulm, Albert-Einstein-Alle 11, 89069 Ulm, Germany. Functional Ecology 2010,24, 545–555.

[2] KOLSARICI, Ö., A. GÜR, D. BAŞALMA, M. D. KAYA VE N. İŞLEK. 2005. ***Yağlı Tohumlu Bitkiler Üretimi.*** TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, VI. Teknik Kongresi, 3-7 Ocak, s. 409-429, Ankara.

[3] GERRİET FOKUHL, JÜRGEN HEİNZ, PETER POSCHLOD,. ***Myrmecochory by small antseBeneficial effects through elaiosome nutrition and seed dispersal.*** LS Biologie VIII, Universität Regensburg, Universitätsstraße 31, 93040 Regensburg, Germany.

[4] RISSING, S. W., 1986. ***Indirect effects of granivori by harvester ants: plants species composition and reproductive increase near ant nests.*** Oecologia, 68(2): 231-234.

[5] SERMANDER, R. 1906. ***Entwurf einer Monographie der europaischen Myrmekochoren.*** Kungliga Swenska Vetenskapsakademiens Handlingar, 41(7): 1-410.

[6] FOURCASSİE V.J.L., SCHATZ B., BEUGNON G., ***Temporal İnformation in Social Insects,*** Birkhauser Verlag, 261-275, (1999).

[7] SANDERS C.J., ***Seasonal and Daily Activity Patterns of Carpenter Ants (Camponotus spp.) In Nırthwestern Ontono (Hymenoptera:Formicidae),*** The Canadian Entomol., 104, 1681-1687, (1972).

[8] SHARMA V.J.,LONE S.R., GOEL A., CHANDRASHEKARAN M.K., ***Circadian Consequences of social Organization in the ant species Camponotus compresus,*** Naturwissenschaften, 91, 386-390, (2004).

[9] FERGUS J., ROURKE O., ***The Distribution and General Ecology of the Irısh Formicidae***, Proceesing of the Royal Irısh Academiy, 52, 383, (1950).

[10] JAVİER RUİZ-DEL-SOLAR, RODRİGO VERSCHAE. ***Skin Detection using Neighborhood Information***. In Proceedings of the 6th International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition (FG2004), Seoul, Korea, pp. 463-468, 2004.

[11] HÖLLDOBLER, B. 1976a: ***Tourmaments and slavery in a desert ant.*** –Science 192:912-914.

[12] SNELLING, R. 1976: ***A revision of the honey ants, genus Myrmecocystus (Hymenoptera: Formicidae)***. – Natural History Museum of Los Angeles Country Science Bulletin 24: 1-163.

[13] BARRETT, C. 1927: ***Ant life in Central Australia***. – Victorian Naturalist 44: 209-212.

[14] CONWAY, J. 1992: ***Notes on the excavation of a nest of Melophorus bagoti LUBBOCK in the Northern Territory, Australia***. –Journal of the Australian Entomological Society 31: 247-248.

[15] MUSER, B., SOMMER, S., WOLF, H., & WEHNER, R. 2005: ***Foraging ecology of the thermophilic Australian desert ant, Melophorus bagoti.*** – Australian Journal of Zoology 53: 301-311.

[16] JOHNSON, R.A. 2000a: ***Seed harvester ants of North America: an overview of ecology and biogeography.*** – Sociobiology 36: 89-122.

[17] JOHNSON, R. A. 2001: ***Biogeography and community structure of North American seed-harvester ants.*** – Annual Review of Entomology 46: 1-29.

[18] MACMAHON, J. A., MULL, J. & CRIST, T. 2000: ***Harvester ants (Pogonomyrmex spp.): their community and ecosystem influences***.- Annual Review of Ecology and Systematics 31: 265-291.

[19] WHITFORD, W.G., DEPREE, D.J., HAMILTON, P. & ETTERSHANK G. 1981: ***Foraging ecology of seed-harvesting ants, Pheidole spp. in a Chihuahuan Desert ecosystem.*** – American Midland Naturalist 105: 159-167.

[20] JOHNSON, R.A. 2000b: ***Seed harvesting species of Pheidole***. –Sociobiology 36: 597.

[21] CREIGHTON, W. 1953: ***New data on the habits of the ants of the genus Veromessor***. – American Museum Novitates 1612: 1-18.

[22] BOLTON, B. 1982: ***Afrotropical species of the myrmicine ant genera Cardiocondyla, Leptothorax, Melissotarsus, Messor and Cataulacus (Formicidae).*** – Bulletin of the British Museum of Natural History (Entomology) 45: 307-370.

[23] ANDREW, M. 1986: ***Granivory of the annual grass Sorghum intrans by the harvester ant Meranoplus sp. in tropical Australia.*** – Biotropica 18: 344-349.

[24] MORALES, M. & HEITHAUS, E. 1998: ***Food from seed-dispersal mutualism shifts sex ratios in colonies of the ant Aphaenogaster rudis***. – Ecology 79: 734-739.

[25] MARTÍNEZ-DURO, E., FERRANDIS, P., HARRANZ, J. & COPETE, M., 2010: ***Do seed harvesting ants threaten the viability of a critically endangered non-myrmecochorous perennial plant population? A complex interaction.*** – Population Ecology 52: 397-405.

[26] CARROLL, C.R. & RISCH, S.J. 1984: ***The dynamics of seed harvesting in early successional communities by a tropical ant, Solenopsis geminata***. – Oecologia 61: 388-392.

[27] HAHN, M. and MASCHWITZ, U., 1985. ***Foraging strategies and recruitment behaviour in the European harvester ant Messor rufitarsis (F.).*** Oecologia, 68(1): 45-51.

[28] WENT, F. W. , WHEELER, J., and WHEELER, G. C., 1972. ***Feeding and digestion in some ants (Veromessor and Manica).*** Bioscience, 22(2) :82-88.

[29] TEVIS, L., 1958 ***Interrelations between the harvester ant Veromessor pergandei (Mayr) and some desert ephemerals.*** Ecology, 39(4) : 695-704.

[30] WHEELER, J., and RISSING, S. W., 1975. ***Natural History of Veromessor pergandei, I: The nest (Hymenoptera: Formicidae).*** Pan-Pacific Entomologist, 51(3):205-216.

[31] RISSING, S. W., and WHEELER, J., 1976 ***Foraging responses of Veromessor pergandei to changes in seed production (Hymenoptera: Formicidae).*** Pan- Pacific Entomologist, 52(1): 63-72.

[32] AKTAÇ, N., ÇAMLITEPE, Y., DANE, F. (1990) ***Hasatçı Karıncaların (Messor oertzeni ve M. semirufus)Yuva Yapıları ve Tohum Depoları Üzerine Bir Araştırma.*** X.Ulusal Biyoloji Kongresi, Cumhuriyet Univ, 18-20 Temmuz, Sivas.

[33] DEAN W.R.J., YEATON R.I., ***The importance of harvester ant Messor capensis nest-mounds as germination sites in southern Karoo, South Africa,*** Afr. J. Ecol., 30, 335–345,(1992).

[34] E. PROVOST, G. RIVIERE, I M. ROUX, 2 A.-G. BAGNERES, and J.L. CLEMENT ***It Laboratoire de Neurobiologie Equipe Communication chimique, Cutıcular Hydrocarbons Whereby Messor barbarus Ant Workers Putatıvely Dıscrımınate Between Monogynous And Polygynous Colonıes. Are Workers Labeled By Queens,*** C.N.R.S. 31, chemin Joseph Aiguier 13402 MarseiUe Cedex 20, France 2Laboratoire de Biomath~matique UniversiM Aix-MarseiUe Ill Marseille, France (Received December 20, 1993; accepted July 1 l, 1994).

[35] T.J. KAWECKİ, ***"YOUNG QUEENS OF THE HARVESTING ANT MESSOR-SEMIRUFUS AVOID FOUNDING INPLACES VISITED BY CONSPECIFIC WORKERS"***, *Insectes sociaux*, 39(1), 1992, pp. 113-115.

[36] RISSING, S. W., 1981a. ***Foraging specializations of individual seed- harvester ants.*** Behavioral Ecology and Sociobiology, 9(2) : 149-152.

[37] DAVISON, E. A., 1982. ***Seed utilization by harvester ants.*** In R. C. Buckley, ed., ant- plant interactions in Australia, pp. 1-6. Dr. W. Jung, The Hague.

[38] DAVIDSON, D. W., 1978. ***Size variability in the worker caste of a social insect (Veromessor pergandei Mayr) as a funchtion of the competitive environment.*** American Naturalist, 112:523-532.

[39] RISSING, S.W., 1987 ***Annual cycles in worker size of the seed-harvester ant Veromessor pergandei (Hymenoptera: Formicidae).*** Behavioral Ecology and Sociobiology, 20(2): 117-124.

[40] KEVİN P. O'CONNOR, SARA HELMS CAHAN, AND KEN R. HELMS. ***Primary Polygyny in the Desert Seed-Harvester Ant***, Messor pergandei Department of Biology, University of Vermont, 109 Carrigan Rd., Burlington, VT 05405.

[41] DAVIDSON, D. W., BROWN, J. H., and INOUYE, R. S., 1980. ***Competition and the structure of granivore communities.*** BioScience, 30(4): 233-238.

[42] S.J. WİLLOTT · S.G. COMPTON · L.D. INCOLL ***Foraging, food selection and worker size in the seed harvesting ant Messor bouvieri*** Received: 30 November 1999 / Accepted: 14 April 2000.

[43] HÖLLDOBLER B., and WILSON, E.O., 1970**.** ***Recruitment trails in the harvester ant Pogonomyrmex badius.*** Psyche, 77(4): 385-399.

[44] HÖLLDOBLER, B., 1976a. ***Recruitment behavior, home range orientation and territoriality in harvester ants, Pogonomyrmex.*** Behavioral Ecology and Sociobiology, 1(1): 3-44.

[45] PASSERA L., KELLER L., ***Loss of Mating Flight and Shift in the Pattern of Carbohydrate Storage on Sexuals of ants (Hymenoptera; Formicidae),*** Journal of Comperative Physiology, 160, 207-211, (1990).

[46] RISSING, S. W., and WHEELER, J., 1976 ***Foraging responses of Veromessor pergandei to changes in seed production (Hymenoptera: Formicidae).*** Pan- Pacific Entomologist, 52(1): 63-72.

[47] HÖLLDOBLER, B., and MÖGLICH, M., 1980. ***The foraging system of Pheidole militicida (Hymenoptera: Formicidae).*** Insectes Sociaux, 27 (3): 237-264.

[48] KUGLER C., 1984. ***Ecology of the ant Pogonomyrmex mayri : foraging and competition.*** Biotropica, 16(3): 227-234.

[49] LEVİEUX, J., 1979 ***La nutrition des fourmis granivores, IV: Cycle d'activite et regime alimentaire de Messor galla et de Messor (= Cratomyrmex) regalis ensaison des pluies fluctuations annuelles: discussion.*** Insectes Sociaux, 26(4): 279-294.

[50] ONOYAMA, K., 1982. ***Foraging behavior of the harvester ant Messor aciculatus, with special reference to foraging sites and diel activity of individual ants.*** Japanese Journal of Ecology, 32(4): 453-461.

[51] ONOYAMA, K., and ABE, T., 1982**. *Foraging behavior of the harvester ant Messor aciculatus in relation to the amount and distribution of food.*** Japanese Journal of Ecology, 32(3): 383-393.

[52] DAVISON, E. A., 1982. ***Seed utilization by harvester ants.*** In R. C. Buckley, ed., ant- plant interactions in Australia, pp. 1-6. Dr. W. Jung, The Hague.

[53] RISSING, S. W., 1981a. ***Foraging specializations of individual seed- harvester ants.*** Behavioral Ecology and Sociobiology, 9(2) : 149-152.

[54] BROWN, J. H., REICHMAN, O. J., and DAVIDSON D. W., 1979b. ***Granivory in desert ecosystems.*** Annual Review of Ecology and Systematics, 10: 201-227.

[55] ANDERSEN, A. N., 1987. ***Effects of seed predation by ants on seeding densities at a woodland site in SE Australia.*** Oikos, 48(2): 171-174.

[56] RISSING, S. W., 1986. ***Indirect effects of granivori by harvester ants: plants species composition and reproductive increase near ant nests.*** Oecologia, 68(2): 231-234.

[57] ROBERTS J. T., and HEITHAUS, E. R., 1986. ***Ants rearrange the vertabrate generated seed shadows of a Neotropical fig tree.*** Ecology, 67(4): 1046-51.

[58] RISCH, S. J., and CARROLL, C. R., 1986. ***Effects of seed predation by a tropical ant on competition among weeds.*** Ecology, 67(5) : 1319-27.

[59] ANDERSEN, A. N., and ASHTON, D. H., 1985***. Rates of seed removal by ants at heath and woodland sites in southeastern Australia.*** Australian Journal of Ecology, 10(4) 381-390.

[60] BROWN, J. H., DAVIDSON, D. W., and REICHMAN, O. J., 1979a. ***An experimental study of competition between seed-eating desert rodents and ants.*** American Zoologist, 19(4): 1129-43.

[61] DAVIDSON, D. W., INOUYE, R. S., and BROWN, J. H., 1984. ***Granivory in a desert ecosystem: experimental evidence for indirect facilitation of ants by rodents.*** Ecology, 65(6):1780-86.

[62] BROWN, J. H., DAVIDSON, D. W., and REICHMAN, O. J., 1979a. ***An experimental study of competition between seed-eating desert rodents and ants.*** American Zoologist, 19(4): 1129-43.

[63] KEMPF, W. W., 1972b. ***Catalogo abreviado das formigas da Regiao Neotropical (Hymenoptera: Formicidea).*** Studia Entomologica, n.s., 15(1-4): 3-344.

[64] FREEMAN B.E., PARNELL J.R., ***Mortality of Scheliphron Assimile Dalhbom (Specidae) Caused by the Eulophid Melittobia Chalybii Ashmea,*** The Journal of Animal Ecology, 42, 779, (1973).

[65] DLUSSKY G.M., KUPİANSKAYA A.N., ***Consumption of Protein Food and Growth of Myrmica Colonies,*** Ekologia Polska, 20, 73-82, (1972).

[66] SCHNEİRLA T.C., A ***Comparison of Species and Genera on the Ant Subfamily Dorylinae with Respect to Functional Pattern,*** Insects Sociaux, 4, 259-298, (1957).

[67] PASTEEL J.M., DENEUBOUARNG J.L., GOSS S., ***Self-organization mechanisms in ant societies (I): Trail recruitment to newly discovered food sources,*** Individual to Collective Behaviour In Social Insects, 24, 155-176, (1987).

[68] BECKERS R., GOSS S., DENEUBOURG L., PASTEELS J.M., ***Colony Size, Communication and Ant Foraging Strategy,*** A Journal of Entomology, 96, 239-256, (1989).

[69] CAMLITEPE Y (1999). ***Trail following responses of the red wood ant F. rufa in Darkness.*** , Vol. 45, pp.231-238.. ISRAEL JOURNAL OF ZOOLOGY (45), 231.

[70] CAMLITEPE Y (1998). ***Do red wood ants use group specific pheromones for route fidelity?*** A Preliminary Survey.. BIOLOGIA (53), 657.

[71] CAMLITEPE Y, STRADLING DJ (1995). ***Wood ants orient to magnetic fields.*** PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY B-BIOLOGICAL SCIENCES (261), 37-41.

[72] CAMLITEPE Y., AKSOY V., UREN N., YILMAZ A., BECENEN I. (2005). ***An experimental analysis on the magnetic field sensitivity of the black-meadow ant Formica pratensis Retzius (Hymenoptera: Formicidae).*** Acta Biologica Hungarica, 56(3), 215-224.

[73] AKSOY V., CAMLITEPE Y (2005). ***Use of idiothetic information for left/right turning memory by the Ant Formica pratensis.*** BIOLOGIA, 60(2), 197-200.

[74] CAMLITEPE Y, AKSOY V (2010). ***First evidence of fine colour discrimination ability in ants (Hymenoptera, Formicidae).*** JOURNAL OF EXPERIMENTAL BIOLOGY, 213(0), 72-77.

[75] AKSOY V, CAMLITEPE Y (2012). ***Behavioural analysis of chromatic and achromatic vision in the ant Formica cunicularia (Hymenoptera: Formicidae).*** VISION RESEARCH, 67, 28-36.

[76] AKSOY V, CAMLITEPE Y (2014). ***A behavioral analysis of achromatic cue perception by the ant Cataglyphis aenescens (Hymenoptera; Formicidae)***. Turkish journal of Zoology, (38), 199-208.

[77] HUNT J.H., ***Temporal Activity Patterns in Two Competing Ant Species (Hymenoptera: Formicidae),*** A Journal of Entomology, 81 237-242, (1974).

[78] CAROLL C.R., JANZEN D.H., ***Ecology of Foraging by Ants,*** Annual Review of Ecology and Systematics, 4, 231, (1973).

[79] TRANİELLO J.F.A., ***Foraging Strategies of Ants,*** Annual Review of Entomology, 34, 191-210, (1989).

[80] RETENA J., CERDA X., ***Patterns of diversity and composition of Mediterranean ground ant communities tracking spatial and temporal variability in the thermal environment,*** *Oecologia*, 123, 436–444, (2000).

[81] Lassau S.A., Hochuli D.F., ***Effects of Habitat Complexity on Ant Assemblages,*** *Ecography*, 27, 157-164, (2004).

[82] FARİNHA C., ZORZENON F.J., ***Predatory and Interaction Behaviours of Paratrechura fuvva (Mayr), (Hymenoptera: Formicidae) on Phytophagous Insects on Palm Trees,*** Inst.Biol., 72, 143-144, (2005).

[83] SAVOYARD J.L., GAMBOA G.T., FOSTER R.L., ***The Communicative Meaning of Body Oscillations in the Social Wasps Polistes fuscatus (Hymenoptera, Vespidae,*** Insect Sociaux, 45, 215-230, (1998).

[84] TOPOFF H., MİRENDA J., DROUAL R., HERRİCK S., ***Behavioral ecology of mass recruitment in the army ant Neivamyrmex nigrescen,.*** Anim. Behav., 28**,** 779-789, (1980).

[85] HÖLLDOBLER B., WİLSON E.O., ***The Ants,*** Harvard University Press. Cambridge, Mass., 732 , (1990).

[86] FELLERS J.H., ***Interference and Exploitation in a Guild of Woodland Ants,*** Ecology, 68, 1466-1478, (1987).

[87] NONDİLLO A, FERRARİ L, LERİN S, BUENO OC, BOTTONA M: ***Foraging activity and seasonal food preference of Linepithema micans (Hymenoptera: Formicidae), a species associated with the spread of Eurhizococcus brasiliensis (Hemiptera: Margarodidae).*** *J Econ Entomol*; 2014 Aug;107(4):1385-91.

[88] SANCHES A.M., AZCARATE F.M., PECO B., ***Effects of Harvester Ants on Seed Availability and Diapersal of Lavandula stoeshas subsp. Pedunculata in Mediterranean Grassland- Scrubland Mosaic***, Plant Ecology, 185, 49–56 (2005).

[89] YİLMAZ A, AKSOY V, CAMLİTEPE Y AND GİURFA M. (2014). ***Eye structure, activity rhythms, and visually-driven behavior are tuned to visual niche in ants.*** Front. Behav. Neurosci. 8.205. doi: 10,3389/fnbeh.2014.00205.

[90] HÖLLDOBLER B., MOGLİCH M., ***The foraging system of Pheidole militicida (Hymenoptera: Formicidae),*** Insectes Soc., *27*, 237–264, (1980).

[91] CERDA X., BOSCH J., ALSİNA A., RETENA J., ***Dietary spectrum and activity patterns af Aphaenogaster senilis (Hymenoptera: Formicidae),*** Ann. Soc. Ent. Fr., 24, 69–75, (1988).

[92] S.J. WİLLOTT · S.G. COMPTON · L.D. INCOLL ***Foraging, food selection and worker size in the seed harvesting ant Messor bouvieri.*** Oecologia (2000) 125:35–44.

[93] ELWOOD S., MCLUSKEY E.S., ***Rhythms and Clocks ın Harvester And Argentıne Ants,*** Physiol.Zool., 36, 273-292, (1963).

[94] CROS S., CERDA X., RETENA J., ***Spatial and Temporal Variations in te Activity Patterns of Mediterranean Ant Communities***, Ecoscience, 4, 269-278, (1997).

[95] SUDD J.H., FRANKS N.R., ***The Behavioural Ecology of Ants,*** Blackie. Glasgow, 3, 206- 216, (1987).

[96] DİAZ M., ***Spatial patterns of granivorous ant nest abundance and nest site selection in agricultural landscapes of Central Spain,*** Insectes Soc., 38, 351–363, (1991).

[97] GORDON D.M., ***Behavioral flexibility and the foraging ecology of seed-eating ants.***, *Am. Nat., 38*, 379–411, (1991).

[98] DEAN W.R.J., MİLTON S.J., KLOTZ S., ***The role of ant nest-mounds in maintaining small-scale patchiness in dry grasslands in Central Germany,*** Biodivers. Conserv., 6 , 1293–1307, (1997).

[99] CAMMERAAT L.H., WİLLOTT S.J., COMPTON S.G., INCOOL L.D., ***The effects of ants' nests on the physical, chemical and hydrological properties of a rangeland soil in semi-arid Spain,*** Geoderma, 105, 1–20, (2002).

[100] BRİESE D.T., MACAULEY B.J., ***Food collection within an ant community in semi-arid Australia, with special reference to seed harvesters,*** Aust. J. Entomol., 6, 1–19, (1981).

[101] GORDON D.M., ***The spatial scale of seed collection by harvester ants,*** *Oecologia, 95*, 479–487, (1993).

[102] SAVOLAİNEN R., VEPSALAİNEN K., ***Competition Hierarchy Among Boreal Ants: İmpact On Resource Partitioning And Community Structure,*** *Oikos*, 51, 135–155, (1988).

[103] LEANDRO P. POLATTO & JOSÉ CHAUD-NETTO &VALTER V. ALVES – JUNİOR. ***Influence of Abiotic Factors and Floral Resource Availability on Daily Foraging Activity of Bees*** Revised: 7 April 2014 /Accepted: 28 April 2014 / Published online: 8 May 2014.

[104] AKTAÇ N. , ÇAMLITEPE Y. , ARAS A. KIRAN K., ***Trakya Bölgesi Karıncaların Taksonomik ve Faunistik Açıdan Değerlendirilmesi***. (2000)

[105] COLLİNGWOOD, C. A.; AGOSTİ, D. 1996. ***Formicidae (Insecta: Hymenoptera) of Saudi Arabia (part 2).*** Fauna Saudi Arab. 15: 300-385 PDF.

[106] ZELENY L 1971, CRİTERİA OF WHEAT QUALİTY, İN POMERANZ Y. 1971. ***Wheat Chemistry and Technology***, A.A.C.C. İncorporated St. Paul Minnesota, 821 S.

[107] HİLAL İŞLEROĞLU, ZELİHA YILDIRIM, METİN YILDIRIM, ***Fonksiyonel Bir Gıda Olarak Keten Tohumu*** GaziosmanpaÇa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 60240, Tokat.

[108] tr.wikipedia.org, Ege Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümü Ders Notları.

[109] http://www.bahcenet.com/ispanak-spinacia-oleracea-l.html

[110] DR. METİN BABAOĞLU (Ziraat Yüksek Mühendisi) ***NOHUT ve TARIMI (Cicer arietinum L.)*** TRAKYA TARIMSAL ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ EDİRNE 2003.

[111] http://bitkirehberi.net

[112] http://www.canola-council.org/about/Facts.htm. ***Facts About Canola***

[113] VAAİSEY-GENSER, M., YLİMAKİ, G. "***Baking with Canola Oil Products***" Cereal Foods World, 34 (3), 2446-258 (1989).

[114] Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Hazırlık Çalışmalar, Sanayi Bitkileri Özel İhtisas Alt Komisyonu Raporu, Ankara (1993).

[115] ARSLAN, N. ***"Dünyada Üretimi Hızla Artarken Bizde Unutulan Bitki Kolza"*** Tarım, Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Dergisi, Yıl:l, Sayı:10, s: 18-20, (1986).

[116] KENEVİR EKİMİ VE KONTROLÜ HAKKINDA YÖNETMELİK, Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığından Yayımlandığı Resmi Gazete Tarihi: 21/10/1990 Yayımlandığı Resmi Gazete Sayısı: 20672.

[117] http://www.focusdergisi.com.tr/

[118] Anonim 2007. FAO Database. http://www.fastat.fao.org/site/340/

[119] VURAL, H., D. EŞİYOK, İ. DUMAN ***, Kültür Sebzeleri***, Ege Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova, İzmir, !96s, 2000.

[120] Anonim, 2004b. www. hort.purdue.edu/newcrop/cropfactsheats/faba bean.html

[121] MANGA, İ., Z. ACAR, İ. AYAN, 1995, ***Baklagil Yem Bitkileri***, 19 Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Notu:7, Samsun,342s.

[122] İŞLER NECMİ , '***Susam Yetiştiriciliği***', M.K.Ü. Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü.

[123] METCALFE, D. S., ELKİNS, D.M., (1980). ***Crop production principles and practeses.*** Mac. Millan Pub. Co. Inc, New York.

[124] ERYILMAZ TANZER, CESUR CÜNEYT, MURAT KADİR, YESİLYURT, EMİNE AYDIN. ***Aspir (Carthamus tinctorius L.), Remzibey-05 Tohum Yağı Metil Esteri: Potansiyel Dizel Motor Uygulamaları için Yakıt Özellikleri***. Bozok Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 66200, Yozgat Bozok Üniversitesi, Tarım ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 66200, Yozgat Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 53100, Rize. Sorumlu yazar: tanzer.eryilmaz@bozok.edu.tr.

[125] DE VITA, J., 1979. ***Mechanisms of interference and foraging among colonies of the harvesting ant Pogonomyrmex californicus in the Mojave Desert.*** Ecology 60(4): 729-737.

[126] TAN ŞEMSETTİN, ***KANOLA (KOLZA) TARIMI,*** T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Ege Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü.

[127] ARTIK NEVZAT, YEMİŞ OKTAY, ***Glukosinolatlar ve İnsan Sağlığı Açısından Önemi*** Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs 2006, Bolu Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Müh., Dışkapı, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

1990 yılında Balıkesir Edremit'de doğdum. Ortaöğrenimimi Küçükkuyu Yeşilyurt General Nihat Kocabaş Lisesinde tamamladıktan sonra 2008-2012 yılları arasında Adnan Menderes Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'nde lisans eğitimi aldım. 2013 yılında Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda Zooloji alanında yüksek lisans eğitimine başladım. 2014-2015 yılında Yıldız Teknik Ünivesitesinde tezsiz yüksek lisans yaptım. 01.06.2013 tarihinde başlayan "***Avrupa Kırmızı Orman Karıncası (Formica pratensis* Retzius,1783*) nın Dağılımı, Ekolojisi ve Koruma Planı*"** başlıklı TÜBİTAK 212T118 no'lu projede burslu öğrenci olarak görev aldım.