

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Camponotus aethiops ve Formica cunicularia

TÜRLERİNDE
KARBOHİDRAT TERCİHİ

SERHAT EMİN ALACALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
PROF. DR. YILMAZ ÇAMLITEPE
EDİRNE 2013

**Camponotus aethiops ve Formica cunicularia
TÜRLERİNDE KARBOHİDRAT TERCİHİ**

SERHAT EMİN ALACALI

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
2013**

**TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. YILMAZ ÇAMLITEPE

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 tarafımca 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 Dalında bir Yüksek lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Prof. Dr. Yılmaz ÇAMLITEPE

Doç. Dr. Zühal OKYAR

Yrd. Doç Dr. M. Akif SABANER

Tarih: 11 / 07/ 2013

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.

11/ 07/ 2013

Serhat Emin ALACALI

İmzası

Yüksek Lisans Tezi

‘‘*Camponotus aethiops* ve *Formica cunicularia* Türlerinde Karbohidrat Tercihi’’

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışmada, *Camponotus aethiops* ve *Formica cunicularia* türü karınca işçilerinin farklı konsantrasyonlarda (%10, %20, %50), altı farklı karbohidrat (glukoz, maltoz, süktroz, melezitöz, d-arabinoz, d-sorbitol) türüne yönelimlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Karıncaların karbohidratlarda geçirdikleri beslenme süresi, besine geliş ve besinden çıkış açıları ve besinden ayrılma vektör uzunluğu verileri toplanarak analiz edilmiştir. Bu iki türe ait veriler Toulouse III - Paul Sabatier (*C. aethiops*) ve Trakya Üniversitesi Davranış Ekolojisi laboratuvarlarında (*F. cunicularia*), Şubat – Kasım 2012 tarihleri arasında toplanmıştır.

Sonuçlar, her iki türde de konsantrasyon fark etmeden süktrozun en çok tercih edilen karbohidrat olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca her iki türde de besine giriş ve besinden çıkış açılarıyla (*C. aethiops* için %20 karbohidrat konsantrasyonu hariç) tercih edilen karbohidratlar arasında bir ilişki olmadığı bulunmuştur. *C. aethiops*’da besinden ayrılma vektör uzunluğu ve tercih edilen karbohidratlar arasında bir ilişki yokken, *F. cunicularia*’da %10 ve %50 karbohidrat konsantrasyonunda tercih edilen karbohidratlar ile besinden ayrılma vektör uzunluğu arasında bir ilişki söz konusudur.

2013

76 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Formica cunicularia*, *Camponotus aethiops*, karbohidrat tercihi, ikmal, besin ihtiyacı, besin hacmi, besin konsantrasyonu.

Master Thesis

Responses to different carbohydrate compounds of two ant species *Camponotus aethiops* and *Formica cunicularia*

Trakya University Institute of Natural Sciences

In Biology Department

ABSTRACT

In this study, the aim is to determine the orientations of different worker ants like *Camponotus aethiops* and *Formica cunicularia* to six different carbohydrate types (glucose, maltose, sucrose, melezitose, d-arabinose, d-sorbitol) in different concentrations. The data of nutrition time of ants in carbohydrates, the angles of advent to nutrient and ascent from nutrient and vector length was analysed. The data belonging to this species was collected between February and November 2012 in behavioral ecology laboratories of Toulouse III - Paul Sabatier (*C. aethiops*) and Trakya University (*F. cunicularia*).

The results revealed that sucrose was the most preferred carbohydrate in both two species regardless of concentration. Besides, it was found out that there wasn't any relation between the angles of advent to nutrient and ascent from nutrient in both two species (except for 20% carbohydrate concentration for *C. aethiops*) and the preferred carbohydrate. Although there isn't any relation between vector length of ascent from nutrient in *C. aethiops* and the preferred carbohydrate, there is a relation between the preferred carbohydrates in %10 and %50 carbohydrate concentration of *F. cunicularia* and vector length of ascent from nutrient.

2013

76 pages

Keywords: *Formica cunicularia*, *Camponotus aethiops*, sugar preferences, recruitment, food supply, food volume, food concentration.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince verdiği akademik eğitim ve sağladığı imkanlardan dolayı çok değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Yılmaz ÇAMLITEPE'ye en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin bir kısmındaki deneyleri yaptığım Fransa sürecinde bana laboratuvarlarını açan, ekibinde bana bir an için olsa bile yabancılık çektirmeyen çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Martin GIURFA'ya maddi ve manevi desteklerinden dolayı minnet ve teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Gerek ders aşamasında gerek diğer konularda yardım ve tecrübelerini benden esirgemeyen ve çalışmalarına katkılarından dolayı çok değerli hocam Uzman Dr. Volkan AKSOY'a içtenlikle minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Fransa'da hem akademik anlamda hem de arkadaşlık anlamında beni yalnız bırakmayan ve tez sürecinde hızlanmamı sağlayan akademisyen arkadaşlarım Rio TE, Lilha PHRASE ve Lilith NACHTSCHWALB'a, tezimde kullandığım teknik programların kullanımını Türkiye'den online olarak bana anlatan ve beni büyük bir dertten kurtaran aziz dostum Arif ARINMIŞ'a sevgilerimi sunarım.

Edirne'de sürdürdüğüm akademik hayatım boyunca çektiğim her zorlukta ılımlı sesini ve kalbini yanımda hissettiğim kıymetli dostum Sinem LEVENTER'e ayrıca teşekkür eder, sevgilerimi iletirim.

Desteklerini ömrüm boyunca hissettiğim canım annem Emel ALACALI ve kıymetli babam Bahattin ALACALI'ya sevgi, saygı ve hürmetlerimi ilelebet sunmaya devam edeceğim.

Proje bursundan dolayı TÜBAP'a da teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Serhat Emin ALACALI

İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	V
İÇİNDEKİLER	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
TABLOLAR DİZİNİ	X
1.GİRİŞ VE AMAÇ	1
1.1. Karıncaların Beslenme Şekilleri	1
1.2.Karıncalarda Besin Kaynaklarına Göre Oluşan Beslenme Biçimleri	4
1.3. Tezin Amacı	13
2.KAYNAK ARAŞTIRMASI	15
3. MATERYAL VE METOD	18
3.1. Materyal	18
3.1.1. <i>Camponotus aethiops</i>	18
3.1.2. <i>Formica cunicularia</i>	19
3.1.3. Deney Sahası	21
3.1.4. Karbohidratlar	22
3.2. Metod	23
3.2.1. Deney Aşaması	24
3.2.2. Çizim Aşaması	25
3.2.3. Videodan Karbohidratlarda Geçirilen Sürelerin Hesaplanması	26
3.2.4. Diğer Verilerin Toplanması	26
3.2.5. Yorumlama Aşaması	27
3.2.6. Grafiklerin Hazırlanması	29
4.SONUÇLAR	30
4.1. Karbohidrat Hacmi Belirleme Sonuçları	30
4.2. Beslenme Süresi Sonuçları	32
4.2.1. %10 Karbohidrat Konsantrasyonu Sonuçları	35
4.2.2. %20 Karbohidrat Konsantrasyonu Sonuçları	37
4.2.3. %50 Karbohidrat Konsantrasyonu Sonuçları	39
4.3. Besine Geliş Açısı Sonuçları	41
4.3.1. %10 Karbohidrat Konsantrasyonu Sonuçları	41
4.3.2. %20 Karbohidrat Konsantrasyonu Sonuçları	44
4.3.3. %50 Karbohidrat Konsantrasyonu Sonuçları	46
4.4. Besinden Çıkış Açısı Sonuçları	48
4.4.1. %10 Karbohidrat Konsantrasyonu Sonuçları	48
4.4.2. %20 Karbohidrat Konsantrasyonu Sonuçları	50

4.4.3. %50 Karbohidrat Konsantrasyonu Sonuçları	52
4.5. Besinden Ayrılma Vektör Uzunluğu Sonuçları	54
4.5.1. %10 Karbohidrat Konsantrasyonu Sonuçları	55
4.5.2. %20 Karbohidrat Konsantrasyonu Sonuçları	57
4.5.3. %50 Karbohidrat Konsantrasyonu Sonuçları	59
5.TARTIŞMA	61
6.EKLER	70
6.1. Deney Sonuç Tutanağı Örneği	70
7. KAYNAKLAR	71
8. ÖZGEÇMİŞ	76

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL 3.1. <i>Camponotus aethiops</i> morfolojisi	19
ŞEKİL 3.2. <i>Camponotus aethiops</i> majör işçi, minör işçi	19
ŞEKİL 3.3. <i>Formica cunicularia</i> morfolojisi	20
ŞEKİL 3.4. <i>Formica cunicularia</i> işçi, kraliçe erkek	21
ŞEKİL 3.5. Deney sahası ve cam tercih sahası resimleri	22
ŞEKİL 3.6. Fluon kaplı plastik kaplardaki karınca yuvaları	23
ŞEKİL 3.7. Yuvaya yerleştirilen mavi kapaklı tahta çubukların fotoğrafı	24
ŞEKİL 3.8. Grafik tablet ve deneylerdeki çizim aşaması örneği	26
ŞEKİL 3.9. Besine giriş, besinden çıkış ve vektör uzunluğu ölçme	27
ŞEKİL 4.1. <i>C. aethiops</i> %10 karbohidrat konsantrasyonunda beslenme süresi	35
ŞEKİL 4.2. <i>F. cunicularia</i> %10 karbohidrat konsantrasyonunda beslenme süresi	36
ŞEKİL 4.3. <i>C. aethiops</i> %20 karbohidrat konsantrasyonunda beslenme süresi	37
ŞEKİL 4.4. <i>F. cunicularia</i> %20 karbohidrat konsantrasyonunda beslenme süresi	38
ŞEKİL 4.5. <i>C. aethiops</i> %50 karbohidrat konsantrasyonunda beslenme süresi	39
ŞEKİL 4.6. <i>F. cunicularia</i> %50 karbohidrat konsantrasyonunda beslenme süresi	40
ŞEKİL 4.7. <i>C. aethiops</i> %10 karbohidrat konsantrasyonunda besine geliş açısı	42
ŞEKİL 4.8. <i>F. cunicularia</i> %10 karbohidrat konsantrasyonunda besine geliş açısı	43
ŞEKİL 4.9. <i>C. aethiops</i> %20 karbohidrat konsantrasyonunda besine geliş açısı	44
ŞEKİL 4.10. <i>F. cunicularia</i> %20 karbohidrat konsantrasyonunda besine geliş açısı	45
ŞEKİL 4.11. <i>C. aethiops</i> %50 karbohidrat konsantrasyonunda besine geliş açısı	46
ŞEKİL 4.12. <i>F. cunicularia</i> %50 karbohidrat konsantrasyonunda besine geliş açısı	47
ŞEKİL 4.13. <i>C. aethiops</i> %10 karbohidrat konsantrasyonu besinden çıkış açısı	48
ŞEKİL 4.14. <i>F. cunicularia</i> %10 karbohidrat konsantrasyonu besinden çıkış açısı	49
ŞEKİL 4.15. <i>C. aethiops</i> %20 karbohidrat konsantrasyonu besinden çıkış açısı	50
ŞEKİL 4.16. <i>F. cunicularia</i> %20 karbohidrat konsantrasyonu besinden çıkış açısı	51

ŞEKİL 4.17. <i>C. aethiops</i> %50 karbohidrat konsantrasyonu besinden çıkış açısı	52
ŞEKİL 4.18. <i>F.cunicularia</i> %50 karbohidrat konsantrasyonu besinden çıkış açısı	53
ŞEKİL 4.19. <i>C. aethiops</i> %10 karbohidrat konsantrasyonu besinden ayrılma	55
ŞEKİL 4.20. <i>F.cunicularia</i> %10 karbohidrat konsantrasyonu besinden ayrılma	56
ŞEKİL 4.21. <i>C. aethiops</i> %20 karbohidrat konsantrasyonu besinden ayrılma	57
ŞEKİL 4.22. <i>F.cunicularia</i> %20 karbohidrat konsantrasyonu besinden ayrılma	58
ŞEKİL 4.23. <i>C. aethiops</i> %50 karbohidrat konsantrasyonu besinden ayrılma	59
ŞEKİL 4.24. <i>F.cunicularia</i> %50 karbohidrat konsantrasyonu besinden ayrılma	60

TABLÖLAR DİZİNİ

TABLO 4.1. 1.5 mikrolitre karbohidrat hacmi belirleme sonuçları	30
TABLO 4.2 1.25 mikrolitre karbohidrat hacmi belirleme sonuçları	31
TABLO 4.3. 1.00 mikrolitre karbohidrat hacmi belirleme sonuçları	31
TABLO 4.4. 0.75 mikrolitre karbohidrat hacmi belirleme sonuçları	32
TABLO 4.5. 0.50 mikrolitre karbohidrat hacmi belirleme sonuçları	32
TABLO 4.6. 0.30 mikrolitre karbohidrat hacmi belirleme sonuçları	33
TABLO 4.7. Karobihdrat hacmi belirleme genel ortalamaları ve yüzdeleri	33
TABLO 4.8. Beslenme süreleri için hazırlanan Post-Hoc sonuçları	34
TABLO 4.9. Besine geliş açısı için hazırlanan Post-Hoc sonuçları	41
TABLO 4.10. Besinden çıkış açısı için hazırlanan Post-Hoc sonuçları	48
TABLO 4.11. Besinden ayrılma vektör uzunluğu için hazırlanan Post-Hoc sonuçları	54

BÖLÜM 1

GİRİŞ VE AMAÇ

1.1. Karıncaların Beslenme Şekilleri

Arılarla beraber gerçek sosyalliğin böcekler arasındaki en iyi temsilcilerini oluşturan karıncalarda sosyalliğin gerekliliği olarak koloni içerisinde sayıları milyonlara kadar varabilen sayıda işçi birey aynı yuva içinde yaşamakta ve “süper organizma” tanımına uyacak şekilde koloni yaşamı ve sürekliliği için gerekli pek çok yaşamsal aktiviteyi yerine getirmektedirler. Bu kadar çok sayıda birey içeren kolonilerde yaşa ve kастlara bağlı olarak gelişebilen işbölümü mekanizmaları ile besin arama, yuva temizliği, kuluçka bakımı, savunma vb. görevler farklı bireyler tarafından yürütülmekte ve optimal bir başarı sağlanmaktadır.

Karıncalar merkeze bağlı beslenme stratejisine sahiptirler. Diğer bir deyişle yiyecek bulmadan sorumlu işçiler sürekli yuvadan çıkarak besini arama, bulma ve yuvaya getirmekle sorumludurlar. Karıncaların başarılarındaki en büyük etken belki de bu şekilde bir beslenme stratejisine sahip olmalarıdır. Karıncalarda görülen besin arama stratejilerini aşağıdaki şekilde sınıflandırabiliriz:

I- Bireysel besin arama

II- İkmal

- 1- İkili (Tandem running)**
- 2- Kütle halinde (mass recruitment)**
- 3- Grup halinde (group recruitment)**
- 4- Grup-Kütle ya da grup akını (group-mass/group raiding)**
- 5- Trunk trail**
- 6- Grupla avlanma (group hunting)**

I-) Bireysel besin arama (Individual foraging)

Bireysel besin arama davranışından kasıt, besin veya av parçalarının keşfi, yakalanması ve taşınmasında sistematik bir işbirliği ve iletişimin olmamasıdır.

Yine R. Beckers ve arkadaşlarının (1989) yaptıkları çalışmalarda “her bireyin yuvayı terk etteği, besin aradığı ve bulduğu zaman da yuvaya tek başına taşıdığı gözlemlenmiştir (*Cataglyphis bicolor*, *Pachycondyla apicalis*) [31].”

II-) İkmal

İkmal ile besin aranmasında öncü bir birey bir besin bulduğu zaman yuvasına döner ve besinin yeri ile bilgiyi yuvadaki inaktif bireylere aktarır ve bu bireyler de aynı döngüyü sırayla devam ettirirler. Burada şunu belirtmek gerekir ki, ikmal yapan türler de küçük kaynakların bulunması ve tüketilmesinde öncelikle bireysel besin aranmasına dayanmaktadırlar.

1) İkili ikmal (Tandem Running)

“Tandem running ' de besin kaynağının yerini bulan öncü birey yuvaya döner ve (bir koku izi bırakarak veya bırakmadan) yuva arkadaşını dokunarak (tactile stimuli) uyarıp besin kaynağına götürdüğünü” A. Buschinger (1981) belirtmiştir (*Leptothorax sp.*) [5].

2) Kütle ikmal (Mass Recruitment)

Mass recruitment ile besini bulan öncü bireyler ya da grubun yuvaya dönerken besin kaynağından yuvaya doğru yere bıraktığı koku izi ile yuvadaki bir grubun uyarılarak besin alanına yönelmesi (*Solenopsis invicta*, *Monomorium pharaonis*) gibi durumları Kobayashi ve arkadaşlarının (1980) çalışmalarından örnek olarak verebiliriz [5].

3) Grup İkmal (Group recruitment)

Holldobler (1971)'in (*Tetramorium caespitum*) ve Verhaeghe (1975)'in (*Camponotus socius*) yaptıkları çalışmalara göre “bu tip ikmalde öncü birey besin bulup yuvaya döndükten sonra yuvadaki bir grup bireyi, bazı durumlarda koku izi bırakarak, besin kaynağına doğru götürür [26].”

4) Grup-Kütle ya da Grup Akını (Group-mass/Group Raiding)

R. Beekers ve arkadaşlarına göre “bu sistem çok güçlü bir davet ve koku izi ile karakterizedir. Sonuçta da çok sayıda birey yuvayı bir telaş içinde terk ederler. “

5) Trunk Trails

Bert Hölldobler (1990)'a göre “trunk trails' da yarı - kalıcı koku izleri besin arayan bireyleri, uzun süre kullanılan besin kaynağına doğru yönlendirir (kırmızı orman karıncaları olan *Formica rufa* grubu türleri). “

6) Grup Halinde Avlanma (Group Hunting)

Bert Hölldobler *The Ants* kitabında (1990) “grup halinde avlanmada bireylerin yuvayı toplu bir şekilde terk ettiklerini ve sürü şeklinde bıraktıkları koku izi boyunca hareket ederek avlandıklarını” belirtir (sürücü karıncalar – *Dorylinae* ve ordu karıncaları- *Eciton* türleri).

Yine Bert Hölldobler (1990)'a göre “her bir yuvada 50 - 200 birey içeren Tropik Ponerin *Bothroponera tessierinoda* da yeni bir besin bulunduktan sonra yuvaya dönen öncü bireyler karakteristik bir çağırma davranışı sergilerler. Sonra birden dönerler ve vücutlarının arka uçlarını diğer bireye göstererek onu takip etmesi gerektiğini bildirirler. Eğer çağırma başarılı olmuş ise yuvadaki karınca öncü bireye katılır ve onu vücudunun arka kısmına ve arka bacaklarına saniyede 4 – 6 kez dokunmak suretiyle takip eder. Ara sıra da lider karıncanın arka kısmına başıyla dokunur. Bu ikili besin bulunan yere ulaşana kadar aynı şekilde kalırlar. Ancak eğer çift birbirlerini bu süre zarfında kaybederlerse o zaman ilk olarak lider karınca durur ve yaklaşık 4 saniye kadar bekler ve daha sonra kendini takip eden karınca gibi daireler çizerek döner ve kaybolan eşini arar. Bu şekilde tandem running yani ikili çift birbirlerini çabuk bir şekilde bulurlar ve yollarına devam ederler. “

İkmal edilen karıncanın takibini sağlayan sinyal arkasındaki karıncanın dokunmasıyla meydana gelen mekanik bir sinyaldir, bunu Schildknecht ve arkadaşları yaptıkları deneylerle göstermişlerdir[1]. Bir karınca çiftinin arasına kâğıt konulmak suretiyle ayırıldıklarında lider karınca sabit durup beklerken, takip eden karınca besin arama davranışı göstermiştir. Daha sonra bu lider karıncanın arka bacaklarına veya vücudunun arka kısmına bir kıl ile en az 2 kez dokunulduğunda öncekinde olduğu gibi, yoluna devam etmiştir.

Hangartner, (1969) *Solenopsis geminata* ile yaptığı çalışmada, işçilerin bıraktıkları izlerin çeşitlilik gösterdiğini bulmuştur [2].

1.2. Karıncalarda Besin Kaynaklarına Göre Oluşan Beslenme Biçimleri

I) Spesialistler

a-) Karnivorlar

Oldukça iyi bir protein kaynağı olan hayvan dokusu karıncalar tarafından ya predasyon ya da çöpçülük ile elde edilir. Çoğu kez omurgalı leşleri yenilse de aralarında daha çok eklembacaklıların göze çarptığı diğer omurgasızlar en önemli kaynaktır.

Çoğu karınca bir dereceye kadar predatör özelliktedir ve hem primitif hem de ileri gruplar arasında yalnızca karnivor olan türler de bulunmaktadır. Güçlü iğnelere sahip ve yenilmesi zor predatörler olan primitif ponerin karıncaları soliter olan atalarının avcılık özelliklerini devam ettirmektedirler. Toprak üstünde ve içinde yaşayan ve avlarını zengin eklembacaklı faunası arasından seçen bu karıncalar esas olarak nemli tropiklerde bulunurlar. Batı Afrika'da belli eklembacaklı gruplarına özelleşmiş olan 9 ponerin cinsine dâhil 13 tür vermektedir. Bunlar arasında Oniscid İso pod *Crustacea* 'lerle avlanan *Leptogenys* cinsine ait 2 tür ve geophilid chilopodlarla beslenen *Amblypone* ve *Apomyrma* cinslerine dâhil birkaç tür bulunmaktadır. Çok sayıda ponerin türü Diplopoda ile avlanırlar. Bu türler arasında *Myopias* [3], iki *Plectrotena* türü [3] tarafından avlarının savunma için salgıladıkları cyanide'e karşı dirençli oldukları bildirilmiş olan Güney Amerika türleri *Heteroponera manticola* ve *Gnamptogenys perspicans* sayılabilirler. Diğer ponerinler de toprak içindeki oyuklarda yaşayan belli böcekler üzerine özelleşmişleridir; örneğin *Hypoponera caeca* Collembola 'ları avlamaktadır.

Toprak içinde yaşayan diğ er sosyal böcek türleri savunmalarının üstesinden gelindiğinde avlanmaları fayda sağlayacak olan potansiyel av niteliğindedirler. Örneğın 2 Batı Afrika ponerini, *Centromyrmex sellaris* ve *Megaponera foetens*, termitler ile beslenirler; Nijerya'nın nemli bozkırlarında *M. foetens* 'ın diyetini %72 oranında *Macrotermes bellicosus* ve %22 oranında da *Odontotermes* oluşturur [4]. Av olarak tüketilen tek sosyal böcek termit değildir; ponerinlerin Cerapachyini grubunun tümü karınca predat r d r [5]. Bazı karınca predatörleri, avlarının gelişim evrelerinden yalnızca bir tanesini avlayarak diyetlerini daha da sınırlandırmışlardır. Örneğın bir ponerin olan *Discothyrea oculata* çoğunlukla Arthropod yumurtaları ile beslenirken, *Plectrotena lygaria* da Diplopoda yumurtalarına özelleşmiştir.

 zelleşmiş avcılık yalnızca Ponerinae altfamilyasında görülmez. Myrmicinae'nin Dacetini grubu sıçrarkuyrukluları yemeye özelleşmiş çok sayıda tür içermektedir. Bu grupta avcılığa yönelik morfolojik adaptasyonlar taşıyan türler mevcuttur [6]. Bazıları açık tutulabilen ve duysal kıllar ile tetiklenen hızlı bir kapama mekanizmayla aniden kapatılabilen mandib llere sahiptirler. Carroll ve Janzen, (1973) bunun avın aranması ve tutulması zamanını azaltarak bol olan toprak faunası arasındaki bir predatörün vereceği fonksiyonel tepkisini geliştirmeye yönelik bir adaptasyon olduğunu ileri sürmüşlerdir. Ancak Sudd, (1987) *Daceton* ve *Strumigenys* gibi özelleşmiş uzun çeneli formların genellikle epigeik hatta arboreal olarak beslenirlerken, hipogeik olan *Smithistruma* ve *Trichoscapa* cinslerinin kısa çeneli olduklarına dikkat çekerek bu görüşü sorgulamaktadır[7]. Kısa  eneli olan bu cinsler avın yerinin belirlenmesi ve tutulmasını kısa zamanda yapabilmelerine rağmen, yaklaşımları gizlidir ve Collembola (Sıçrarkuyruklular) ile avlanan ve avları üzerine ani hamleler yapan fakat çoğunlukla ele geçiremeyen diğ er karıncalarla tezatlık oluşturmaktadır. Sudd, Dacetinlerin uzun mandib ll  mekanizmasının belli bir av tipinden ziyade avın kaçış metoduna karşı yapılacak ani bir fırlamaya yönelik bir adaptasyon olduğu görüşündedir. Aynı zamanda Sudd b yleyi bir özelleşmenin mandib llerinin yuva kazımı ve kuluçka taşınması gibi ek işlerde kullanan karıncalarda nadir olduğunu da ileri sürmektedir. *Carebara* gibi diğ er myrmicinler özelleşmiş termit avcılarıdır ve termit yuvalarına girip burada yaşayabilen küçük işçilere sahip oldukları bilinmektedir [8].

Avlanan tüm karıncalar arasında en göze  arpanlar Yeni ve Eski Dünya Dorylinae ve Ecitoninae altfamilyalarına dâhil olan tropikal sürücü ve ordu karıncalarıdır. Bu

karıncaların karşılaşılabilecekleri her canlı hayvanı yiyebilen ekstrem generalistler olduklarına dair inanın aksine pek çoğu fazlasıyla spesialisttir. Bu durum özellikle besin tercihlerini diğer karıncalarla sınırlı tutan çok sayıda tür içeren Ecitoninae için geçerlidir. Örneğin *Eciton vagans*, *Novomyrmex esenbecki* ve *Neivamyrmex pilosus* hemen hemen yalnızca karınca kuluçkası ile beslenirler [9]. Kuluçka üzerine özelleşen diğer bir predatör karınca *Eciton hamatum* 'un diyetinde sosyal eşek arılarının kuluçkası da bulunur ancak bunlar tüm avın toplam kuru biomas ağırlıklarının %2-10 kadarını oluştururlar. Her yerde bulunabilseler dahi farklı lokalitelerdeki farklı karınca türlerine saldıran *E. hamatum* 'un lokal olarak özelleştiği görülmektedir.

Ordu karıncaları diğer sosyal böceklere de saldırırlar; *Neivamyrmex nigrescens* *Pheidole*'den oluşan diyetini termitler ile destekler [10].

b-) Fungivorlar (Fungus Yiyenler)

Sadece herbivor olan bir karınca yoktur; yüksek bitkilerin dokularının direkt olarak alınması her zaman daha dar bir beslenme biçiminin bir parçasını oluşturur. Bununla birlikte myrmicinlerin *Attini tribus* 'u fungivori tarzda bir özellik geliştirmiştir ve funguslarını genel olarak bitkisel kökenli substratlarda kültive ederler. *Atta* ve *Acromyrmex* cinsleri fungal substratlar için taze bitkisel materyal toplarlar ve aynı zamanda da bitki özsuğunu direkt olarak alırlar, bu nedenle de herbivorlara benzer ekolojik etki gösterirler.

Fungivor olarak attiniler, her bir koloninin larvaları için gerekli besinlerin hepsi olmasa bile çoğunu sağlayan bir fungusu kültüre ettiği, ekstrem derecede özelleşmiş karıncalardır. *Atta colombica tonsipes* yuvasından alınan fungal materyalin kimyasal analizi fungusların % 27 karbonhidrat, % 13 protein-bağlı amino asit, % 4,7 serbest amino asit ve % 0,2 lipit içeren ve lipit haricinde zengin ve tam bir besin sağladığını ortaya çıkarmıştır. Yine bu analizde toplam 19 amino asit tanımlanırken karbonhidratlar arasında her hangi bir polisakkarite rastlanmamıştır.

Karıncalar fungus kolonilerini bir spor evresi olmaksızın devam ettirdikleri için bu kültürler bir klon ya da klon serisi oluşturabilirler. Dahası attinilerin farklı türleri gongylidia üretimleri olgun koloni popülasyonu ile ilişkili olan fungus suşlarını kültive

ederler ki bu da karınca diyetleri arasında en özelleşmiş olanlardan bir tanesidir. Attinilerin fungus kültürasyonunun evrimsel orijini ile ilgili çok sayıda hipotez ileri sürülmüştür. Bunlardan Garling, (1979) tarafından ileri sürülen ve mutuslistik ilişkinin ve gittikçe artan fungus bağlılığının, toprak altı yuvalarının kazılması esnasında karşılaşılan ektotrofik mikorizal fungusların kullanılmasından köken aldığını ifade eden hipotez en akla yatkın görünenidir [11].

Atini funguslarının selüloz enzimi ürettiklerinin ortaya çıkarılması, karıncaların fungusları vejetasyonda bolca bulunan karbonhidrat stoğuna ulaşabilmek amacıyla yetiştirdiklerine dair var olan yaygın inancı başlangıçta destekler gibi görünmüştür. Ancak selülozdan yararlanmak için aradaki bir beslenme düzeyinin kullanılmasının, karıncalar için, bitki özsuynunun direkt olarak tüketilmesine göre daha az faydalı olacağına ve fungusların esas rolünün bu olamayacağına dikkat çekmiştir. Daha olası bir açıklama fungusların flora tarafından savunmada kullanılan çok çeşitli kimyasalları atlatmak için kullanımıyla ilgilidir. Fungikültür attinilerin polifag özellik gösterecek şekilde yeterli sayıda bitki türüne ulaşabilmelerine olanak sağlasa da hiç saldırıya uğramayan ya da çok az uğrayan pek çok bitki türü de vardır [12].

Attinilerler ve besin olarak kullandıkları funguslar arasındaki zorunlu simbiyotik ilişki, besinlerin işlenmesinde özel bir durum oluşturur. Aralarındaki bu ilişki, bu karıncaların fungal enzimlerden yararlanarak zengin ve çeşitli bitkisel materyalleri temin etmelerine olanak tanır. Powell ve Stradling, (1986) tarafından yapılan son çalışmalar ortak sindirim işleminin oldukça kompleks olduğunu kanıtlar niteliktedir [13]. Funguslar tarafından üretilen tannase ve polifenol oksidaz gibi detoksifikasyon enzimleri, kullanılan bitki türlerinin birçoğunda bulunan sekonder metabolitler üzerine etkilidirler. Sindirim enzimleriyle beraber bu enzimlerden bazıları, işçiler tarafından alınarak barsaklarına aktarılırlar ve daha sonra yeni getirilmiş bitkisel materyal üzerine dışkıyla beraber bırakılırlar. Optimum bir fungal gelişme sağlamak için kültürün asiditesi karıncalar tarafından düzenlenir [13] ve metapleur al bezlerden salgılanan antibiyotikler, bakteriyel ve fungal kontaminasyonu engelleme yönünde hizmet verir [14].

II-) Generalistler

Karınca türlerinin çoğu için diyet attinilere göre çok daha az özelleşmiştir ve çok daha fazla çeşitli besinler kullanılır. Bu polifaglık özelliğinin kapsamı Porto Rico'da 3 habitat tipinde 4 altfamilyadan 25 karınca türü tarafından toplanan besin parçalarını kaydetmiş olan Torres (1984)'in bulguları ile çok iyi açıklanmaktadır. Çok çeşitli bitkisel ve hayvansal materyali içine alan bu besinler 17 kategoriye ayrılmıştır. 17 tür bunların yarısından fazlasını yerken 8 tanesi de %70'den fazlasını kullanmıştır. En az tecrübe gerçekleştiren karıncalar bile en belirgin şekilde tanımlanmış kategorileri tüketmişlerdir. Çoğu karınca, büyük bir bölümü omurgasızlardan orijinlenen hayvansal protein, bitki özuları, meyve ve değişik boyutlarda tohumlar ile beslenirler.

a-) Omurgasız Avcılığı ve Leş Yiyiciliğinin Genişliği

Çok geniş bir spektrumda mevcut hayvansal protein kaynaklarını kullanma eğilimi Myrmicinae, Formicinae ve Dolichoderinae gibi büyük altfamilyalara mensup türlerin çoğunun bir özelliğidir ve karıncaların en tipik beslenme şeklini göstermektedir. Diacamma rugosum'un diyetinin böceklerden (% 40), Crustacea'lerden (% 24) ve örümceklerden (% 12) oluştuğunu bildirmişlerdir. Kajak vd. (1972) *Myrmica* türleri tarafında Polonya otlaklarında toplanan avları kaydetmişler ve bunların % 78-88'inin çekirgelerden, lycosid örümceklerden ve yeni erginleşmiş Dipterlerden oluştuğunu bulmuşlardır. Bunlardan çekirge ve örümcekler, oranlar elde edilebilirliklerine göre değişse de, en fazla sayıdadırlar. Kajak vd. (1972) 3 batı Afrika *Camponotus* türü tarafından toplanan besin tiplerini karşılaştırmıştır. Avlanan böcekler arasında 10 ordodan temsilciler vardır ve *C. solon* bunlardan 9'unun, *C. vividus* 6'sının ve *C. acvapimensis* de 5'inin üyelerini avlamaktadırlar. *C. acvapimensis* aynı zamanda chilopod ve örümcekleri de avlamaktadır. Karıncaların avlarına ait çok sayıdaki bu kayıtlar, çoğu böcek ordosunun av olarak kullanıldığını ve arachnidlerin, myriapodların, krustaselerin ve oligoketlerin de düzenli olarak avlandıklarını göstermektedir. Omurgalı ve omurgasız leşleri de elde edilebildikleri zaman kullanılırlar.

Diğerlerine göre en iyi bilinen generalist diyetler *Formica rufa* grubuna dâhil kırmızı orman karıncalarınınkilerdir. Bu karıncalar orman zararlısı böceklerin biyolojik

kontrolündeki rolleri nedeniyle çok kapsamlı olarak çalışılmışlardır. Wellenstein (1952), *F. rufa* diyetinin yaklaşık olarak % 33'ünün avlanmış böceklerden oluştuğunu hesaplamıştır ayrıca, *F. polycтена* işçileri tarafından taşınan katı maddeleri otomatik olarak onlardan alan bir alet kullanarak bunlardan yaklaşık olarak % 50'sinin sinek olduğunu belirtmiştir. Cherix ve Bourne, (1980) Chauvin'in tekniğini kullanarak *F. lugubris* 'in diyetinin detaylı bir analizini yapmış ve avların % 76'sını böceklerin, kalan % 24'ünü de aralarında arachnid ve myriapodların mollusk ve oligoketlere göre daha bir önemli bir yer tuttuğu diğer omurgasızların oluşturduğunu kaydetmiştir. Esas olarak 6 ordoya ait böcekler avlanmıştır ki bunlardan %30'unu bitki bitleri, % 14'ünü dipterler, % 9'unu hymenopterler, % 5'ini kınkanatlılar, % 4'ünü kelebekler ve % 3'ünü psocopterler oluştururlar. Kelebeklerin düşük derecede öneme sahip olmaları büyük *F. rufa* kolonileri için hesaplanan günlük 65.000 ila 100.000 tırtıl girdisi ile tezatlık oluşturmaktadır. Farklı bitkisel kompozisyona sahip ormanlar tarafından barındırılan fitofag böcek faunalarındaki farklılıklar yukarıdaki gibi bir farktan kısmen sorumlu olabilir.

F. polycтена 'nın farklı av kaynaklarını bolluklarına ve verimliliklerine göre seçtiğini belirterek bu karıncanın en verimli besin kaynağı için özelleşmiş bir karınca olmadığı sonucuna varmaktadır. Seçici olmak konusundaki eğilim *F. rufa* için de belirlenmiştir. Bu türün Lepidopterleri ve Coleopterleri tercih ederken Gasteropoda, Araneae, Collembola, Orthoptera, Formicinae ve Hemiptera gruplarından uzak durduğunu bulmuştur. İngiltere'nin kuzeybatısında *F. rufa* kolonilerinin besin toplanmasını incelemiş ve belli başlı 10 omurgasız grubundan faydalandığını ve diğerlerine göre en çok avlananların bir bitki biti türü ile bir kelebek larvası olduğunu bulmuştur. Skinner,(1980) çeşitli unsurların elde edilebilirliklerinden görülen değişimlere bağlı olarak meydana gelen ve mevsimsel bir değişimi gösteren veriler de sunmaktadır. Bu nedenle Avrupa orman karıncaları protein kaynağı olarak çok çeşitli omurgasızları toplayan ve elde edilebilirliklerine bağlı olarak farklı kaynakları kullanabilme yeteneklerinde çok yönlülük gösteren polifag özellikte avcı böceklerdir. Bu çok yönlü polifaglık muhtemelen pek çok formicin, myrmicin ve dolichoderin türü için tipiktir [15].

b-) Şekerler

Şekerlerin karıncalar için cezbedici olduğu çok iyi bilinen bir konudur ve bu karbonhidratlar en çok tüketilen bitkisel ürünleri oluştururlar. Yüksek bitkiler böceklerle

tozlaşmaya yapacakları yardımlar için nektar sunarlar ve bu şekilde cezbedilmelerine rağmen karıncalar düşük devingenlikleri nedeniyle zayıf birer tozlaştırıcı özelliğindedirler. Bu nedenle çoğu çiçeğin yapılarının karıncaların nektara ulaşabilmelerini engelleyecek şekilde olması şaşırtıcı değildir. Bununla birlikte, karıncaların her yerde bulunuyor olmaları ve avcılık özellikleri bitkilere antiherbivor savunması sağlar. Bir çok bitki ekstrafloral nektarilerinden salgılanan şekerler ile karıncaların bu özelliklerinden yararlanmışlardır.

Ekstrafloral nektarinler şekerlerden daha fazlasını verebilirler. Inouye ve Taylor (1979), perennial bir ayçiçeği bitkisi olan *Helianthella quinquenervis* 'in çiçek braktelerinin kenarlarında floral nektardakinden 16 kat daha fazla bir konsantrasyona sahip 19 adet amino asit içeren zengin bir sukroz solusyonu salgılayan ve *Formica obscuripes* için oldukça cezbedici olan nektarinlere sahip olduğunu bulmuşlardır. Benzer şekilde, tropikal bir zencefil türü olan *Costus woodsonii* de, çiçek braktelerindeki nektarilerden sukroz ve amino asit bakımından zengin bir sıvı salgılar. Bu bitkiler hem *Camponotus platanus* hem de *Wasmannia auropunctata* tarafından ziyaret edilirler. Böylesi sekresyonlar angiospermlele sınırlı değildirler. *Pteridium aquilinum* 'un glukoz, fruktoz ve % 5'den daha az bir oranda sükrozdan oluşan bir solüsyon salgılayan ekstrafloral nektarinlere sahip olduğu bulunmuştur. Bu solüsyon ayrıca çeşitli konsantrasyonlarda toplam 21 adet amino asit içermektedir. New Mexico'da bu bitkilerden beslenen 8, İngiltere'nin kuzeyinde 4 karınca türü kaydedilmiştir [16].

Yukarıdaki gibi bir takım bitki-karınca ilişkileri incelenmiş ve Bentley (1977) konuyu yeniden elealmıştır. Bir bitki, besin arayan karıncaların kısmi enerji ihtiyaçlarını karşılayan ve aynı zamanda onlara bir amino asit karışımı da veren bir diyet sağlayarak, karıncaları avlanmalarından maksimum düzeyde fayda sağlayacağı bir yere yöneltir. Meyve suları ve bitki özsuu da karıncalar tarafından kolay özümlelenebilir karbonhidrat kaynağı olarak kullanılırlar. İşçi karıncaların enerji gereksinimlerinin karşılanmasında bitkisel şekerlerin kullanılmasının proteinlerin larval gelişim için korunmasına yardım ettiğine dikkat çekmiştir. *Myrmica* cinsine ait laboratuvar kültürlerinde, böcek proteinlerinden oluşmuş bir diyetin sükroz ile tamamlanması yumurta üretimini ve larval gelişimi arttırmaktadır [17].

Ekstrafloral nektarinlerin salgılarında olduğu gibi bal özü de sadece bir şeker kaynağı değil aynı zamanda azotlu besleyiciler, mineraller ve B vitaminleri bakımından da zengin bir maddedir. Maltaıs ve Auclair (1952), bir afit türüne ait bal özünün kuru ağırlığının % 13.2' sini oluşturan 22 serbest amino asit tanımlamıştır. Bal özüyle ilgili pek çok analiz yapılmıştır [18].

c-) Tohumlar

Bitkiler genel olarak hayvansal dokulara göre daha az besleyici madde sağlarlar da bazı yapıları zengin konsantrasyonlarda depo maddelerini yapılarında bulundurulur. Özellikle tohumlar lipit ve azot içeriği bakımından zengindirler. Hiçbir karınca türü tamamen karnivor özellikte olmasa da tohumlar kuru ortamlarda yaşayan birtakım türlerin en önemli besinini oluştururlar. Bu gruba *Messor*, *Novomessor*, *Veromessor*, *Pogonomyrmex* ve *Pheidole* gibi myrmecinin hasatçı karınca cinsleri dâhildirler. Pek çok farklı bitki türünün tohumları toplanabilir; örneğin Tevis, (1958) *Veromessor pergandei* için 12'den fazla, *Pogonomyrmex occidentalis* için 29 bitki türü kaydetmişlerdir. Pek çok granivor karınca türü belli bitkilerin tohumlarını tercih eder. Örneğin *Novomessor* cinsi üyeleri uygun mevsiminde olduklarında *Prosopis glandulosa* 'nın büyük tohumlarına yoğunlaşırken *V. pergandei* de diğer tohumlar azaldıkları zaman çok fazla miktarda *Plantago* tohumu toplar fakat yağın yağmurdan sonra tekrar diğer çöl bitkilerinin tohumlarını toplamaya devam eder. *Plantago* tohumları toksin ihtiva ederler ve Carroll ile Janzen, (1973) bu maddelerin kısmen tohum seçimini belirleyici rol oynayabileceklerini ileri sürmüşlerdir [19]. Ancak Whitford, (1978)'a göre tohum tercihindeki esas kriter beslenme mevsimi esnasındaki tohum bolluğudur [20].

d-) Özel bitkisel “besin kitleleri”

Pierre Jolivet (1996)'ya göre karıncaları cezbetmek için bitkilerden salınan tatlı içerikli ekstrafloral nektarinlerin kullanımı çok yaygındır. Ancak bazı neotropik ağaçlar daha yakın ve daha spesifik ilişkiler geliştirmişlerdir. *Acacia sphaerocephala* ve *Cecropia peltata*, *Pseudomyrma* ve *Azteca* karıncalarınca kullanılan ve protein ve yağ bakımından zengin farklı besin kitleleri oluştururlar. *Acacia* 'nın “Beltian” kitleleri küçük

yaprakların uçlarında tek tek meydana gelirlerken *Cecropia* 'nın "Mullerian" kitleleri her bir yaprak sapının bazalinde bulunan bir trachilium üzerinde toplu olarak üretilirler. Her iki bitki de karıncaların yuva olarak kullanabilecekleri ve besin maddelerini depolayabilecekleri diken ve gövde gibi içi boş yapılara sahiptirler. *Cecropia* 'nın "Mullerian" kitleleri en azından 12 serbest amino asit içermektedir ve bu maddelerin hayvan glikojeni ile aynı yapıya sahip glikojen ihtiva ettiğini kaydetmiştir.

e-) Diyetin Kompozisyonu

Skinner, (1980) İngiltere'nin kuzeyinde *F. rufa* diyetinin en önemli öğelerinin bir afit türü olan *Drepanosiphum platanoides* ve *Operopthera brumata* larvaları, bibionid sinekler ve bal özü olduğunu bulmuştur [15]. İki afit türüne ait karıncalar tarafından sergilenen davranış biçimlerinde farklılıklar vardır; *D. platanoides* en önemli avlardan birisi iken, çınar ağacı üzerinde yaşayan *Periphyllus testudinaceus* bal özü kaynağı olarak kullanılır. Av olarak kullanılan yukarıdaki üç organizmanın hepsi mevsimsel bolluklarında ve bundan dolayı da tüketimlerinde ani olarak zirve noktalarına ulaşırlar ve mevsimin ilerleyen zamanlarında sayıları azaldığında diğer avlara yönelim gösterilir. "Bal özü yılın ilk zamanlarında bu karınca türü için önemlidir ve farklı ağaç türlerinde gerçekleştirilen besin arama davranışında meydana gelen bir değişikliğin bal özü oluşturan afitlerin bolluklarındaki değişimlerle ilişkili olduğu görülmektedir [15]."

"Cherix ve arkadaşları (1980) orta Avrupa'da *F. lugubris* 'in beş afit türünden yararlandığını ancak Haziran ayı sonu itibarıyla tüm ilginin doğrudan doğruya ladin üzerinde yaşayan *Cinara pruinosa* üzerine yoğunlaştığını bulmuştur. Wellenstein (1952), *F. rufa* 'nın, diğer besinlerin az olduğu yılın ilk zamanlarında bitki özsuyla elde etmek amacıyla bitkilerin yumuşak sürgünlerine saldırdığını ve mevsimin ilerleyen zamanlarında besin dengesinin balözüne doğru kaydığını gözlemlemiştir. Larval gelişim için gerekli hayvansal protein kaynakları değişse de değişik kayıtlar orman karıncalarının, işçilerin enerji ihtiyaçlarını karşılamak için çok fazla miktarda balözünü kullandıkları konusunda hemfikirdirler. Skinner, (1980) balözünün koloninin toplam enerji girdisinin her zaman % 50'sinden daha fazlasını oluşturduğunu ileri sürmüştür [15]."

Orman karıncalarının daha bol bulunan bu besin kaynaklarına ilaveten başka besinlerden de faydalandıkları da bilinmektedir. Wellenstein (1952), *F. rufa* kolonilerinin az bir oranda tohum kullandıklarını belirtirken, Cherix vd., (1987) de büyük bir *F. lugubris* kolonisinin bir mevsimde 12 farklı bitki türüne ait 50.000 tohum topladığını hesaplamıştır [21].

1.3. Tezin Amacı

Basit bir sinir sistemine sahip olmalarına karşın çok komplike davranışlar ve orientasyonlar sergileyen karınca türlerinin bir çok evrimsel özelliği halen bilimsel olarak gün ışığına çıkmayı beklemektedir. Ayrıca bir çok karınca türünde farklılık gösteren besine karşı yönelim davranışlarının doğası da evrimsel olarak büyük bir ilgi uyandırmaktadır. Bu davranışlarının temelinde karıncaların duysal olarak karmaşık sayılabilecek bir sisteme sahip olmaları yadsınamayacak derecede önemli bir gerçektir. Hala bu konuda yapılan çalışmalar bu muazzam sistemi tam olarak açıklayamamaktadır.

Karıncaların atalarının 120 milyon yıl önce (üst kretase döneminde) ortaya çıktığı düşünülmektedir. Bu süreç evrimsel olarak bir çok farklılığın ortaya çıkması için heyecan verici bir zaman aralığıdır. Bu zaman aralığında ortaya çıkan 270'in üzerindeki karınca türünün birbirinden farklı bir çok evrimsel özelliğe sahip olduğu da bilinmektedir ancak yapılan çalışmalar çok sınırlıdır.

Karıncaların besin davranışlarına göre içinde bulundukları habitatlarda farklı davranışlar gösterdikleri hatta besin sağladıkları türleri doğal düşmanlarından korudukları bile bilinmektedir. Bu kadar komplike davranışları sergileyen karıncaların hangi besin türüne afinite gösterdikleri, hangi besin türüyle ilgilenmedikleri de davranış ekolojisi bilim dalı açısından büyük bir önem teşkil etmektedir.

Davranış deneylerinde besin ödülü olarak kullanılan karbonhidrat bileşiklerinin deneyin başarısındaki rolü göz önünde bulundurulduğunda afid öz suyu ve ekstrafloral bileşiklerle beslenen her tür için karbonhidrat tercihinin bilinmesi davranış çalışmalarında kolaylık sağlayacaktır. Karıncaların farklı karbonhidratlar arasındaki tercihleri hakkında tür bazında karşılaştırmalı çalışmaların olmamasından dolayı farklı türler için

kullanılabilecek karbonhidrat için bir genelleme yapılması mevcut bilgiler ışığında oldukça zor görünmektedir. Önerilen tez çalışmasına kapsamı açısından bakılacak olunursa, elde edilecek olan verilerin multidisipliner olarak ta kullanılabilir nitelikte olacak olması önemlidir.

Doğal ortamlarında yapılan gözlemler ile afid öz suyu ile de beslendiği tespit edilen *Formica cunicularia* ve ektrafolaral bileşiklerle beslendiği tespit edilen *Camponotus aethiops* türü ile laboratuvar ortamında farklı karbohidrat bileşikleri kullanarak yapılacak bu çalışma, bu türlerin karşılaştırmalı besin tercihi ile ilgili ilk çalışma olacağı için literatürde öncül bir kaynak olması bakımından önemlidir. Ayrıca bu çalışmanın sonuçlarında iki tür arasında ortaya çıkacak olan besin afinitesi farklılıkları ya da benzerlikleri karıncaları evrimsel olarak anlamamızda ufak da olsa bir katkı sağlayacaktır. Sağlanan bu katkı ileride bu türler üzerinde yapılacak populasyon biyolojisi, fizyoloji, kimyasal ekoloji ya da genetik çalışmaları için de bir ön bilgi mahiyeti taşımaktadır.

Karıncalarda karbonhidrat türevlerine afiniteleri ile ilgili bazı çalışmalarda elde edilen bilgiler tür sayısı ve farklı ekolojik koşullar göz önüne alındığında, bu çalışmaların yetersiz olduğu görülmektedir. Yapılan bu çalışmada *Camponotus aethiops* ve *Formica cunicularia* türü karınca işçilerinin farklı konantrasyonlarda, altı farklı karbohidrat türüne yönelimlerinin tespit edilme amaçlanmıştır. Bunun için de karıncaların karbohidratlarda içirdikleri beslenme türe, besine eliş ve besinden çıkış açıları ve besinden ayrılma vektör uzunluğu verileri toplanarak analiz edilmiştir.

BÖLÜM 2

KAYNAK ARAŞTIRMASI

Karıncalar oldukça çeşitli hayvansal ve bitkisel kaynaklardan farklı katı ve sıvı gıdalar tüketirler. Bazı karınca türleri direk olarak bitkisel kaynaklı beslenirken örneğin, meyve, yaprak ve tohum gibi, bazı karınca türleri hayvansal kaynaklı besinlerle beslenmeye özelleşmiştir. Örnek olarak ölmüş hayvanlar ve hayvansal atıklar verilebilir. Bazıları ise dolaylı olarak bitkileri beslenmede kullanır. Örnek olarak bitki özsuğu, ekstra-floral nektar verilebilir [7; 19; 23].

Daha önceki çalışmalarda,

Formica cunicularia ve *Camponotus aethiops* dikey (vertikal) yatay (horizontal) bir besine gidiş stratejileri gösterirler. Bu süreç geçmişten ve süregelen davranışsal koşullardan kaynaklandığı tanımlanmıştır. Organizmaların bu stratejileri birçok teorik ve deneysel çalışmada konu olmuştur, çevrelerindeki kaynakları elde etme sırasında uygunluğunu en yüksek düzeye çıkarmak amaçlı olduğu bulunmuştur [24]. Besin arayışı sırasında tanımlanan asıl amaç enerjiyi maksimuma çıkarmak veya zamanı minimuma indirmektir. Yani, en az zamanda en fazla enerji ile besine ulaşmaktır [25]. Daha önceki çalışmalarda karıncaların beslenmeleri sırasında takip ettikleri yolda besine ulaşmada kullandığı stratejileri 4 farklı kategoride sayılmıştır: 1-) feromon izleri [22; 26; 27; 28]; 2-) yakındaki ve uzaktaki işaretler (landmark); 3-) kinestetik bilgi [29]; 4-) besin yolu boyunca art arda gelen ipuçları [22; 30]. Birey sayısı az olan küçük kolonilerde besin arayışı daha çok bireysel işçi karıncaların sorumluluğunda daha kısa mesafelerde yapılırken bu kolonilere örnek olarak *Iridomyrmex humilis* ve *Lasius niger* kolonileri örnek verilebilir, bu kolonilerin bireyleri besine ulaşmada “ U ” stratejisi kullanırken, büyük kolonilerde bireylerin ortaklaşa kararı geçerli olur ve besine gidiş sırasında genellikle feromon sinyalleri kullanılır [31; 32].

Afitlerin dehidrasyondan kurtulmak için bitkilerin floemlerinden topladıkları ve kendilerine özgü olarak modifiye ettikleri tatlı öz sularını (honeydew) karıncalarla

paylaştıkları Fisher ve Rhodes tarafından ortaya konmuştur. Bu besin alımına karşılık karıncalar da afidleri predatörlerine karşı korurlar. Birçok afid türünün tatlı öz sularının biyokimyasal analiz sonuçları azotlu bileşenler, mineraller ve B vitaminince zengin olan bu sıvının %20'sinin de karbonhidratlardan oluştuğu Zoebelein tarafından ortaya konmuştur. Şeftali afidi olarak bilinen *Acyrtosiphon pisum*'un tatlı öz suyunun analizinden ortaya çıkan sonuçlar da bu bileşiğin içinde en çok bulunandan en az bulunana doğru sıralanarak monosakkaritlerin, disakkaritlerin ve trisakkaritlerin bolca bulunduğunu göstermektedir [33].

Bununla birlikte bazı karınca türleri de bitkilerin salgıladıkları floral ve ekstrafloral bileşiklerle beslenirler. Bu bileşikler mineral, aminoasit ve karbonhidrat açısından zengin bileşiklerdir. *Gossypium thurberi* bitkisinden elde edilen ekstrafloral bileşik üzerine yapılan biyokimyasal analiz bu bileşiğin fruktoz, sükroz, maltoz ve inositol (en çok bulunandan en az bulunana doğru) bakımından zengin olduğunu göstermektedir [34]. *Sansevieria* cinsine ait 17 taksonda ve yine bu cinse bağlı 2 adet kültür bitkisi türünde bulunan floral ve ekstrafloral bileşikler üzerine yapılan biyokimyasal analizlerde ise floral bileşiklerin sükrozca, ekstrafloral bileşiklerin ise heksozlarca zengin olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca hem floral hem ekstrafloral bileşiklerde fruktoz, glukoz ve sükroz varlığına rastlanmıştır [35]. *Formica perpilosa* ve *Forelius sp.* karınca türlerinin sükrozca zengin ekstrafloral bileşikleri tercih ettikleri de bilinmektedir [36].

Karıncaların karbonhidratlara karşı afinitelerinin belirlenmesi için yapılan çalışmalarda farklı karbonhidrat bileşiklerine karşı farklı tercihler olduğu tespit edilmiştir. Örneğin, *Dorymyrmex smithi*, *Myrmecocystus mendax*, *Pheidole diversipilosa*, *Pogonomyrmex occidentalis*, *Aphaenogaster cockerelli*, *Forelius maccooki*, *F.perpilosa* ve *Pogonomyrmex barbatus* türlerinin sükroz, kazein ve her ikisinin karışımı üzerine afiniteleri ile ilgili yapılan bir çalışmada beslenme tercihinin genellikle sükrozdan yana olduğu, bazı türlerde ise kazeinin fazlaca toplandığı belirtilmektedir [37].

Solenopsis invicta ile yapılan başka bir çalışmada ise glukozun kendi türevleri arasında (2-deoksi-2-fluoroglukoz, 5-tio-glukoz, glukoz 1,6-difosfat, 2-deoksi-glukoz,

glukoz 1- fosfat , 1-tio-glukoz , 6-deoksi-glukoz , glukoz 6-fosfat) en çok tercih edilen şeker olduğu; yine aynı çalışmada kullanılan monosakkaritler ve izomerleri arasında (D-glukoz , L-glukoz , L-fukoz , D-fukoz , L-manoz , D-manoz , D-arabinoz , L-arabinoz) D-glukoz'un en çok tercih edildiği; disakkarit ve trisakkaritler (sükroz , maltoz , turanoz , trehaloz , laktoz , melibiyoz , sellobiyoz , rafinoz) arasından da en çok afinite gösterilen bileşiğin sükroz ve maltoz disakkaritleri oldukları belirlenmiştir [38].

Avustralya kanopilerinde yaşayan ve nektarla beslenen 51 karınca türü ile doğal ortamlarında yapılan bir çalışmada da, çalışmada belirlenen türlerin sırasıyla sükroz, glukoz ve fruktoza afinite gösterdikleri tespit edilmiştir [39].

Karıncaların karbonhidratlara karşı afinitesinin belirlenmesi açısından önem teşkil eden bir diğer çalışmada da *L. niger* türünün monosakkaritlerden (aldoheksozlar, ketoheksozlar, aldopentozlar, ketopentozlar, monosakkarit türevlerinden 39 farklı bileşiğin sınıandığı) 6-deoksi-D-glukoz, L-fukoz, L-galaktoz, D-glukoz alfa anomeri, D-fruktoz, L-sorboz, 6-kloro-6-deoksi-D-glukoz, 6-floro-6-deoksi-D-glukoz, D-glukonolakton ve metil-alfa-D-glukozid bileşiklerine; oligosakkaritlerden de (disakkarit, trisakkarit, tetrasakkarit ve polyol glikozidlerden 16 farklı bileşiğin sınıandığı) isomaltoz, maltoz, palatinoz, sükroz, turanoz, maltotiroz, melezitoz, rafinoz ve maltitola afinite gösterdiği belirlenmiştir [40].

Pheidole dentigula türüne ait karıncalarla yapılan bir diğer karbohidrat tercihi deneyinde ise iki farklı konsantrasyonda (0,5 ve 1,0 molar) altı farklı karbohidrattan (sükroz, glukoz, melezitoz, fruktoz, maltoz, trehaloz) sükroz ve glukozu yönelim, diğer karbohidratlara nazaran daha fazla olmuştur. Ayrıca karbohidratların konsantrasyonları azaltıldıkça sükroz ve glukozu yönelim daha da artmıştır [41].

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

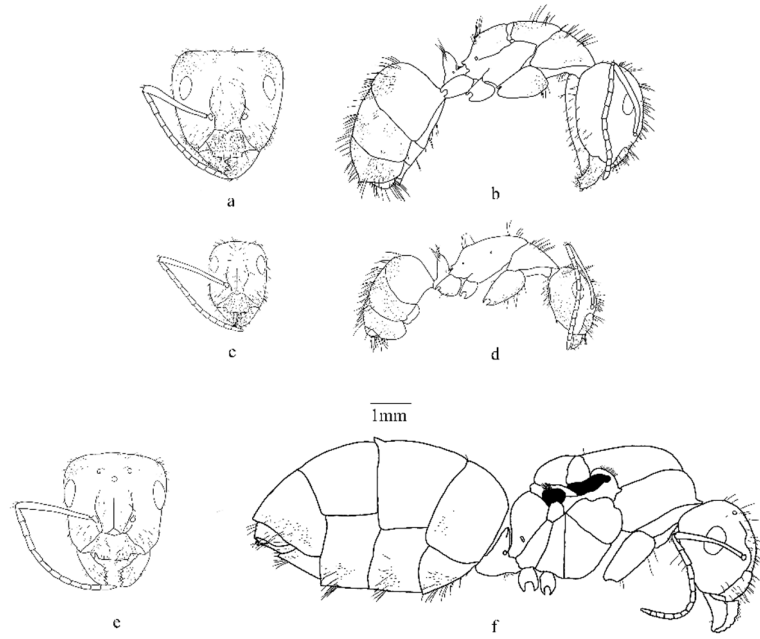
Bu çalışmada aynı habitat karakteristiklerine sahip ancak aktivasyon ritimleri farklı olan *Formica cunicularia* (Latreille) ve *Camponotus aethiops* (Latreille) türleri kullanılmıştır. *C. aethiops* işçileri, aktivasyonların, sıcaklığın ve gün ışığının nispeten az olduğu sabah erken ve akşam saatleri ile sınırlandırılmış krepeskuar bir yaşam tarzına sahipken [42], *F. cunicularia* işçileri, gün içinde aydınlanma şiddetinin ve sıcaklığın fazla olduğu saatlerde aktivite gösterirler ve bu nedenle de diurnal olarak kabul edilirler [43].

3.1.1. *Camponotus aethiops*

C. aethiops türü yuvalarını, çayır, mera, çalılık, kavaklık, söğütlük, dere kenarı, karışık orman gibi çeşitli habitatlarda taş altlarında, toprak içinde, kuru dal parçacıkları ve bitki kökleri arasında yapmaktadır. Her bir yuva birbirinden ayrıdır ve normal olarak tek bir kraliçe içerir. Bu tür, Kuzeybatı Afrika, Orta ve Güney Avrupa, Doğu Avrupa'nın güneyi, Türkiye, Orta Doğu, Kafkasya, Afganistan ve Tacikistan'da dağılım göstermektedir. Türkiye'den bilinen dağılımı, İzmir, Amasya, Cunda Adası, Edirne, Bursa, İzmit, Sultan Dağları, İstanbul, Ankara, Bodrum, Siirt, Trabzon, Hakkâri, Van, Muş, Erzurum, Kars, Erzincan, Malatya, Bitlis, Ağrı, Tunceli, Bingöl, Istranca Dağları, Çanakkale, Kırklareli, Tekirdağ, Gökçeada, Trakya, Bozcaada, Niğde, Sivas, Isparta, Balıkesir, Yalova, Adapazarı ve Bilecik'tir. Omnivor bir beslenme tarzına sahip olan *C. aethiops*, *Camponotus* cinsinin Edirne'de dağılım açısından en yaygın ve en tipik türüdür.



Şekil 3.1.a) *Camponotus aethiops* (Latreille, 1798) kafa yapısı, b) vücut yan görünüşü ve c) vücut üst görünüşü [45].



Şekil 3.2. *Camponotus aethiops* (Latreille); ♀ majör işçi, a- baş (önden), b- toraks (yandan); ♀ minör işçi, c- baş (önden), d- toraks (yandan); ♀, e- baş (önden), f- toraks (yandan) (Karaman, 2011'den)

3.1.2. *Formica cunicularia*

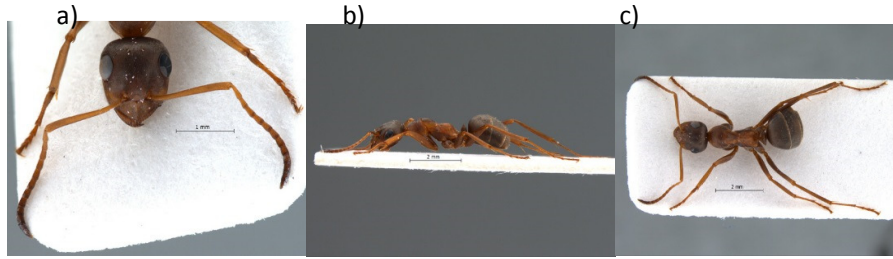
Bu gruba ait karıncalar çok çeşitli alt tür ve varyeteler oluşturmuşlardır. Bunların tümünün biyolojileri yaklaşık olarak aynı olmakla birlikte morfolojik yapıları farklıdır.

F. cunicularia, taş altlarında ya da küçük toprak yığınları içerisinde yuvalanmakta, yuvalarını demiryolu kenarlarında, ağaçlık alanların güneş alan sınır bölgelerinde, kuru ve açık çayırılık alanlarda yapmaktadır. Çürümeye yüz tutmuş bir bitki

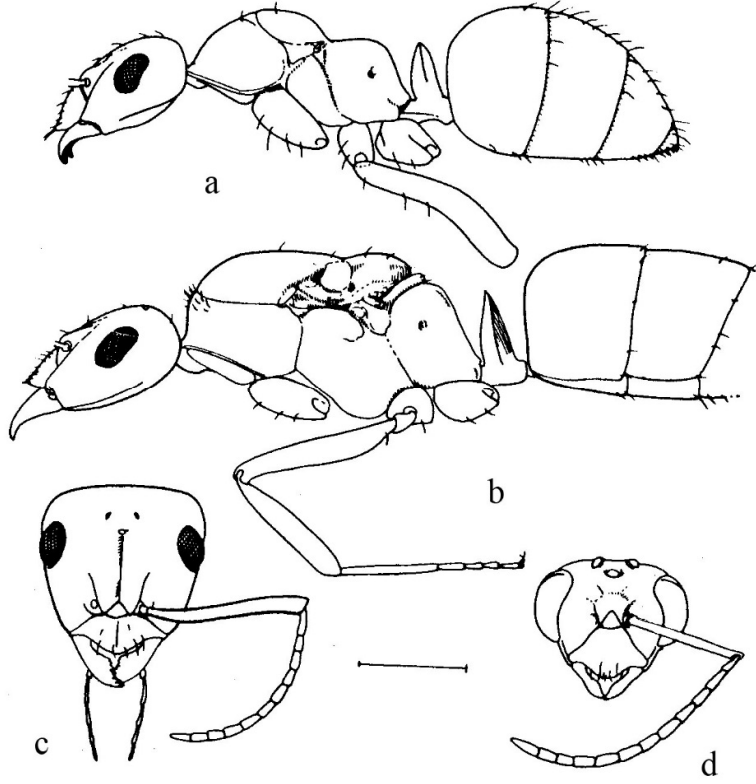
kütüğü etrafında iğne yaprak ve bitkisel maddelerden inşa ettikleri çeşitli büyüklükteki tepecikler şeklinde yuvalarını inşa ederler yuvalarda koloni halinde yaşar. Yuvalarının içinde birçok yolları vardır. Bu yollar yuvalarının alt kısmındaki toprağın içinde 1-2 metre kadar derine gider. Kış mevsiminin soğuk günlerinde yuvalarının toprak altındaki kısımlarına inerek kış uykusuna yatarlar. İlkbaharda karların erimesi ve havanın ısınmaya başlamasıyla uykudan uyanan karıncalar çok geçmeden yuvanın toprak üstündeki kısmında toplanırlar. Yaz mevsiminin sıcak günlerinde özellikle saat 12 ile 17 arasında çok hareketli olurlar ve yuvadan 60 metre kadar uzaklaşarak besin ararlar. Yağışlı ve serin havalarda yuvadan fazla uzaklaşmazlar. Genellikle bol güneş ve az nemi severler. Her bir yuva birbirinden ayrıdır ve normal olarak tek bir kraliçe içerir. Bireyler arasında polimorfizm yoktur [44].

Bu tür, Kuzey Afrika'dan Güney İskandinavya'ya, Portekiz'den Urallara kadar dağılım göstermektedir [44]. Türkiye'den bilinen dağılımı Bursa, İstanbul, Artvin, Trabzon, Ağrı, Bingöl, Bitlis, Elazığ, Erzincan, Erzurum, Kars, Malatya, Muş, Tunceli, Van, Edirne, İstanbul, Kırklareli, Tekirdağ, Bozcaada'dır. *Formica* cinsine dair pek çok türün doğal ortamlarında görsel oriyantasyonları başarılı bir şekilde gerçekleştirdiği bilinmektedir.

Hava sıcaklığının artmasıyla etrafa yayılarak besinlerini ararlar. Bunların besinleri arasında tırtıllar, solucan, yaprak arılarının larvaları, yumuşak Coleoptera türleri, kelebekler, arılar, böcek pupaları ile yumurtaları, çekirge, bitki bitlerinin dışkıları, gastropod kabukları bulunmaktadır.



Şekil 3.3. a) *Formica cunicularia* (Latreille, 1798) önden görünüş, b) vücut yan görünüşü, c) vücut üst görünüşü [46].

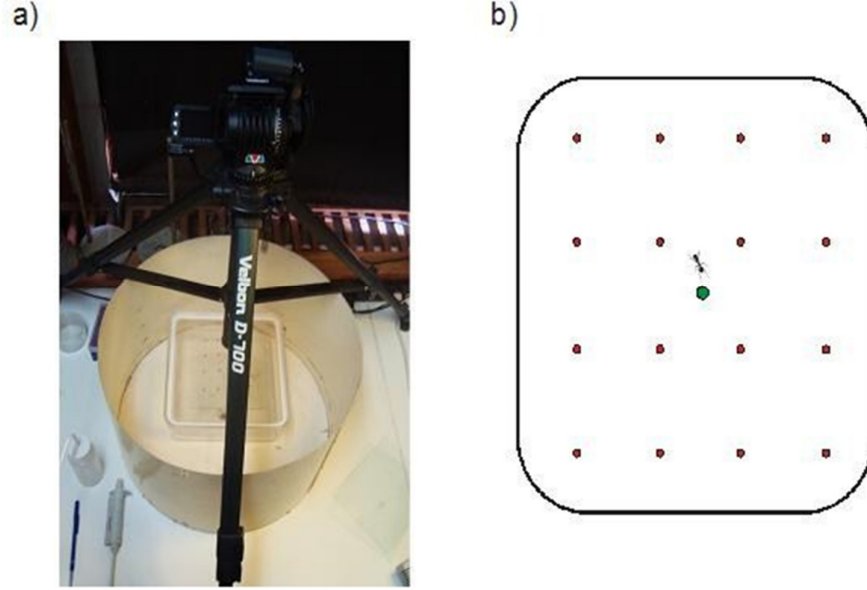


Şekil 3.4. *Formica cunicularia* Latr. **a)** işçi (yandan) **b)** kraliçe (yandan), **c)** kraliçenin başı (üstten), **d)** erkek birey başı (üstten); [44].

3.1.3. Deney Sahası

Deney sahası bir adet kamera, kameranın bağlı bulunduğu tripod, 30 cm yüksekliğinde ve 50 cm çapında beyaz silindir, silindirin içinde bulunan 28x28 cm

boyutlarında teflonlanmış plastik kap ve plastik kabın içindeki 20x16,5 cm boyutlarındaki cam tercih sahasından oluşmaktadır.



Şekil 3.5. a) Deney sahasının üstten görünümü, b) 20x16,5 cm boyutlarındaki cam tercih sahası

3.1.4. Karbohidratlar

Deneylerde kullanılan karbohidratlar;

- Glukoz
- Sükroz
- Melezitoz
- D-Arabinoz
- D-Sorbitol
- Maltoz

Kontrol grubu olarak;

- Su

3.2. Metod

Bu çalışmada öncelikle *Formica cunicularia* ve *Camponotus aethiops* türüne ait koloniler doğal yaşam alanlarında tespit edilmiş ve toplanmıştır. Ardından deneylerde kullanılacak olan bu karıncalar yuva materyali ile birlikte fluon kaplı plastik kaplarla laboratuara transfer edilmiştir. Yuva platformuna yerleştirilen karıncaların ışık, nem ve ısı (ışık:13:11; nem:%50-55; ısı:25-28C0) koşulları doğal ortamlarına benzer şekilde laboratuvar içinde ayarlanarak yuvalarını yerleştirmeleri ve alışma periyotlarını geçirmeleri sağlanmıştır.

Her bir deneyde yuvadan alınan karınca iki kez deney sahasına alınıp, ikmal yapması sağlanmıştır. Bu işlemi kolayca yapabilmek için deneylerde kullanılacak yuvaların ortasına 20 cm uzunluğunda bir tahta çubuğun üstüne tutturulmuş mavi kapaklar yerleştirilmiştir.



Şekil 3.6. Fluon kaplı plastik kaplardaki karınca yuvaları



Şekil 3.7. Yuvaya yerleştirilen mavi kapaklı tahta çubukların üstten görünümü

Karınca yuvaları hazırlandıktan sonraki metod altı aşamadan oluşur. Bunlar;

- Deney Aşaması
- Çizim Aşaması
- Videodan Karbohidratlarda Geçirilen Sürelerin Hesaplanması
- Diğer Verilerin Toplanması
- Yorumlama Aşaması
- Grafiklerin Hazırlanması

3.2.1. Deney Aşaması

Her iki türün altı farklı karbohidrata yönelimi üç farklı konsantrasyona (%10, %20, %50) göre beslenme süreleri, besine geliş açısı, besinden çıkış açısı, besinden ayrılma vektör uzunluğu verileri ile hesaplanacağı için deneyler her karıncada iki deney parçasından oluşur. Her deney parçasında üç karbohidrat ve kontrol grubu olan su, istatistiki güvenilirliği sağlamak için kendi aralarındaki dizilim sürekli değiştirilerek,

20x16,5 cm boyutlarındaki cam tercih sahasındaki 16 tatbik noktasına dörderli gruplar şeklinde 0,3 mikrolitrelik hacim belirlenerek, mikropipetle damlatılır. Deneye hazır olan cam tercih sahası 30 cm yüksekliğinde ve 50 cm çapında beyaz silindirin içerisine yerleştirilir ve silindirin üst orta noktasına denk gelecek şekilde tripod kurulur. Kurulan tripoda video kamera yerleştirildikten sonra materyaller deneye tamamen hazır hale gelmiş olur.

Deney sahası hazırlandıktan sonra yuvadaki mavi kapaklı tahta çubuktan bir adet karınca alınır. Alınan karınca cam tercih sahasının tam ortasına bırakılır ve bu noktadan sonra video kamera kayıda geçer. Karıncanın beslenme davranışları beş dakika boyunca kaydedilir. Kayıt tamamlandıktan sonra karınca deney sahasından alınır ve besin ikmalini sağlaması için işaretlenerek yuvaya tekrar geri konulur. Bu esnada deney sahası bir diğer üç karbohidratlı ve kontrol gruplu deneyin ikinci parçası için hazırlanır. Bu hazırlık aşamasında cam tercih sahası alkolle temizlenerek karıncanın koku izleri ortadan kaldırılır ve yeni karbohidratların tatbiki gerçekleştirilir. Her şey tamamlandı, karınca tekrar mavi kutunun üstüne çıktığında, karınca tekrar cam tercih sahasının orta noktasına konur ve deneyin ikinci parçası için beş dakikalık kayıt yapılır. Bu işlem her karınca türü için, üç farklı konsantrasyonda 20 karınca ile tekrarlanır.

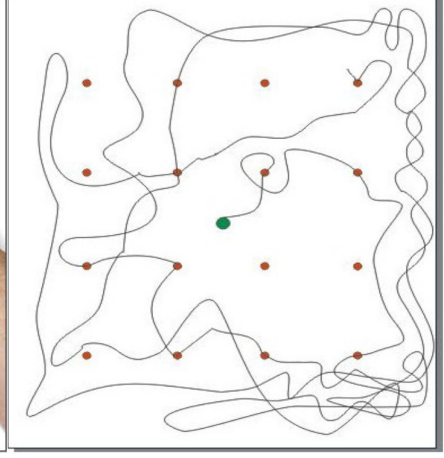
3.2.2. Çizim Aşaması

Bu aşamada Corel Draw X3 programından faydalanılmıştır. Video kayıtları incelendikten sonra grafik tablet yardımıyla Corel Draw X3 programında oluşturulan bire bir deney simülasyonuna aktarılmış ve karıncanın besin tercihi yolu oluşturulmuştur.

a)



b)



Şekil 3.8. a) Grafik tablet, b) Corel Draw X3 programında yapılan bir çizim örneği

Çizim aşaması ile karıncanın tüm hareketleri bilgisayar ortamına aktarılmış olur.

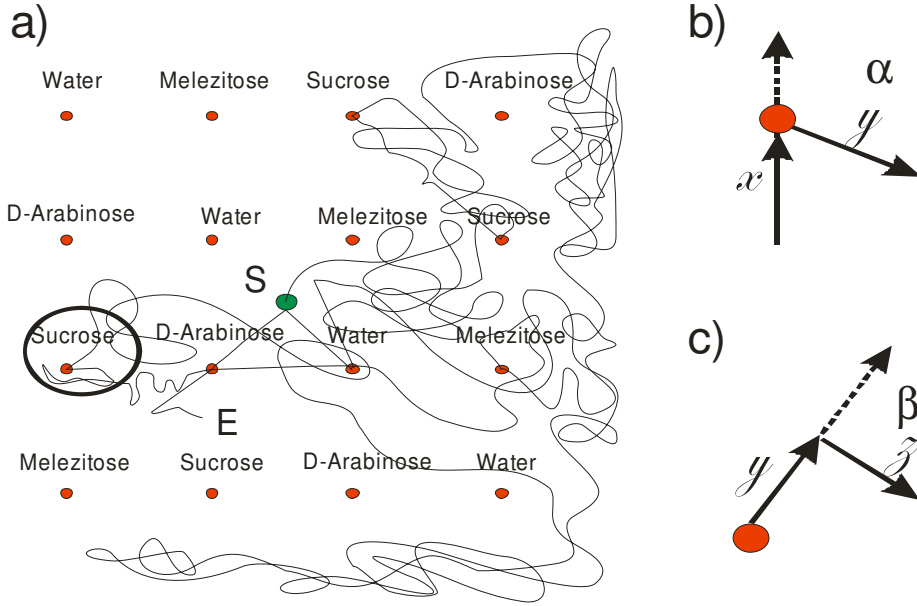
Corel Draw X3 programı sayesinde besine geliş açısı, besinden çıkış açısı ve besinden ayrılma vektör uzunluğunun ölçülmesi (mm) sağlanır.

3.2.3. Videodan Karbohidratlarda Geçirilen Sürelerin Hesaplanması

Bu aşamada karıncaların tercih sahasında seçtikleri karbohidratlarda ve suda ne kadar vakit geçirdikleri video kayıtlarından izlenerek hesaplanır ve saniye cinsinden excel'e aktarılır. Böylece beslenme süresi ile ilgili yapılacak olan istatistiki hesaplamalar ve hazırlanacak olan grafikler için gerekli veriler elde edilmiş olur.

3.2.4. Diğer Verilerin Toplanması

Beslenme süreleri ile ilgili veriler kaydedildikten sonra arda kalan uzunluk ve açı verileri de yine Corel Draw X3'ün alan, uzunluk ve açı hesaplayıcı eklentileri yardımıyla her karınca için ayrı ayrı hesaplanır ve excel'e kaydedilir. Böylece bu veriler de istatistiki hesaplamalar ve hazırlanacak olan grafikler için oluşturulmuş olur.



Şekil 3.9. a) Bir karıncanın beslenme esnasında katettiği yolun Corel Draw X3 yardımıyla çizilmiş hali üzerinden besine giriş, besinden çıkış açılarının ve besinden ayrılma vektör uzunluğunu açıklayan genel resim, b) Karınca besine girmeden önce x doğrusu üzerinden tatbik noktasına (turuncu nokta) gelir. Beslendikten sonra ise y doğrusu boyunca cam tercih sahası üzerindeki tatbik noktasından ayrılır. İşte bu noktada x doğrusu boyunca hayali bir çizgi çizilir ve bu çizgi ile y doğrusu arasında kalan açı (alfa açısı) besine giriş açısı olarak belirlenir (genel resimde işaretlenmiş sükroz üzerinden). , c) Besinden y doğrusu boyunca ayrılan karınca belli bir süre sonra z doğrusu boyunca yön değiştirecektir. İşte bu noktada y doğrusu üzerinden hayali bir çizgi çizilir ve bu çizgi ile z doğrusu arasında kalan açı (beta açısı) besinden çıkış açısı olur. Y doğrusunun uzunluğu ise bize besinden ayrılma vektör uzunluğunu milimetre cinsinden verecektir.

3.2.5. Yorumlama Aşaması

Tüm veriler (karıncaların beslenme süreleri, karıncaların besine giriş ve besinden çıkış açıları, karıncaların beslendikten sonra katettiği yolun mm cinsinden karşılığı) konsantrasyonlara (%10,%20,%50) göre üç ana grup altında toplandıktan sonra gruplardaki sonuçlar kendi içlerinde birleştirilir. Bilindiği üzere her bir karınca için karbohidratları iki adet üçlü gruba bölünmüştü ve iki ayrı video kaydı gerçekleştirilmişti. Bu veriler toplu olarak yazılarak 6 farklı karbohidratın ve kontrol grubu olan suyun kendi aralarındaki ilişkisini kolaylıkla görebilir.

Ancak bu durumda tek bir karıncanın bir karbohidrat için birden çok veri sağladığı zamanlar da oldu. Bu da istatistik programlarını uygularken bir sorun oluşturacaktı. Bu noktada stabil sonuçlar alabilmek için birden çok seçim yapılan karbohidratların ve kontrol grubu olan suyun da kendi içinde ortalamaları alındı. Böylece her yüzdede 20 karınca için her karbohidrata ait 20 veri gibi stabil bir veri seti oluştu.

Verileri yorumlarken Statistica adlı programdan faydalanılır. Her grup kendi içinde istatistiki olarak belli testlerden geçer.

Bu testler sırasıyla :

a-) Tekrarlayan Değerler için Anova : Kullanılan iki farklı kolonideki bireylerin testlerde birleştirilip birleştirilemeyeceğini sınamak için kullanılır. Fransa’da deneyleri yapılmış olan *C. aethiops* türüne ait veriler her karbohidrat yüzdesi için ayrı iki koloniden onar karıncalık verilerden elde edilmişti. Bu test ile bu kolonilerdeki verilerin birlikte kullanılıp kullanılamayacağını belirlendi.

b-) Anova-Manova Power Değeri Testi : Bu test elde edilen veriler arasında anlamlı bir fark olup olmadıklarını görmek için kullanılır.

c-) Post Hoc Tukey HSD Test : Bu testin yapılma amacı karbohidratlara göre ayrılan beslenme süresi, aç, uzunluk verilerinin birbirinden farklı olup olmadığını anlamak ve hangilerinin kendi arasında ilişkisi olduğunu görebilmektir.

Başka bir deyişle karıncanın çok fazla vakit geçirmeyeceği ön görülen kontrol grubu olan su ile hangi karbohidratların ilişkili (yani tercih edilmeyen) ve hangi karbohidratların kontrol grubu olan sudan farklı (yani tercih edilen) olduğunu gösterir.

3.2.6. Grafiklerin Hazırlanması

Verilerin kendi aralarındaki ilişkiyi (Post Hoc Tukey HSD Testi ile) ve anlamlı olup olmadıklarını (Anova-Manova Testi ile) belirlendikten sonra grafiklerini oluşturmak için Sigma Plot adlı programdan faydalanılır.

Bu programı kullanarak ayrı ayrı her karbohidrat yüzdesi için beslenme süresi, giriş açısı, çıkış açısı ve besinden ayrılma vektör uzunluğu grafikleri oluşturulur.

BÖLÜM 4

SONUÇLAR

4.1. Karbohidrat Hacmi Belirleme Sonuçları

Deneylerde kullanılacak olan karbohidratların hangi hacimde daha çok veri alınmasına izin vereceğini bulmak için, deneylere başlamadan önce belirli hacimlerde (1.5 mikrolitre, 1.25 mikrolitre, 1.00 mikrolitre, 0.75 mikrolitre, 0.50 mikrolitre, 0.30 mikrolitre) onar karıncalık veri sonuçları toplanmıştır. Veri sonuçları toplanırken metotta anlatılan deney aşaması ile aynı prosedür izlenmiştir (bkz. Bölüm 3.2.1). Ancak cam tercih sahasındaki tatbik noktalarına sadece yapılan kaynak araştırmasında karıncalar arasında en çok tercih edilen sükroz [37] ve kontrol grubu olan su tatbik edilmiştir. Bu iki tür benzer gaster büyüklüklerine sahip oldukları için, deneyler sadece *C. aethiops* türünde yapılmıştır.

Tablo 4.1. 1,5 mikrolitredeki sonuçlar

Karınca No.	Toplam Yönelim	Sükroza Yönelim	Beslenme
1	3	1	+
2	4	1	+
3	3	1	+
4	5	1	+
5	6	2	+
6	4	1	+
7	4	2	+
8	5	3	+
9	3	1	+
10	2	1	+
ORTALAMA	3,9	1,4	%100

Tablo 4.2. 1,25 mikrolitredeki sonuçlar

Karınca No.	Toplam Yönelim	Sükroza Yönelim	Beslenme
1	3	1	+
2	5	2	+
3	4	1	+
4	4	1	+
5	4	2	+
6	6	2	+
7	4	1	+
8	5	2	+
9	4	1	+
10	3	1	+
ORTALAMA	4,2	1,4	%100

Tablo 4.3. 1,00 mikrolitredeki sonuçlar

Karınca No.	Toplam Yönelim	Sükroza Yönelim	Beslenme
1	3	1	+
2	5	2	+
3	6	2	+
4	4	1	+
5	6	2	+
6	6	3	+
7	5	2	+
8	5	2	+
9	6	3	+
10	5	2	+
ORTALAMA	5,1	2,2	%100

Tablo 4.4. 0,75 mikrolitredeki sonuçlar

Karınca No.	Toplam Yönelim	Sükroza Yönelim	Beslenme
1	4	2	+
2	7	3	+
3	5	2	+
4	4	1	+
5	8	3	+
6	7	3	+
7	8	3	+
8	6	3	+
9	8	4	+
10	7	3	+
ORTALAMA	6,4	2,7	%100

Tablo 4.5. 0,50 mikrolitredeki sonuçlar

Karınca No.	Toplam Yönelim	Sükroza Yönelim	Beslenme
1	6	3	+
2	6	2	+
3	4	3	+
4	9	4	+
5	5	1	+
6	8	5	+
7	8	4	+
8	7	3	+
9	9	4	+
10	10	5	+
ORTALAMA	7,1	3,4	%100

Tablo 4.6. 0,30 mikrolitrdeki sonuçlar

Karınca No.	Toplam Yönelim	Sükroza Yönelim	Beslenme
1	11	6	+
2	9	8	+
3	9	6	+
4	9	7	+
5	12	6	+
6	11	8	+
7	10	7	+
8	9	7	+
9	9	8	+
10	8	6	+
ORTALAMA	9,7	6,9	%100

Bu sonuçlar eşliğinde her mikrolitre için sükroza yönelim ortalamaları toplam yönelim ortalamalarına bölünmüş ve hem en çok sükroza yönelimin hem de tercih sayısının daha fazla olduğu hacim belirlenmiştir.

Tablo 4.7. Genel ortalamalar ve yüzdeler

Hacim	T.Y. ORT.	S. Y. ORT.	Beslenme ORT.	S.Y / M.Y (%)
1,5 mikrolitre	3,9	1,4	%100	%35,9
1,25 mikrolitre	4,2	1,4	%100	%33,3
1,00 mikrolitre	5,1	2,2	%100	%43,1
0,75 mikrolitre	6,4	2,7	%100	%42,1
0,50 mikrolitre	7,1	3,4	%100	%47,8
0,30 mikrolitre	9,7	6,9	%100	%71,1

Bu verilerin ışığında %71,1 ortalama değeri ile diğer hacimlerden daha çok tercih edilebilir olan 0,30 mikrolitrelik değer, deneylerin tümünde kullanılacak olan değer olarak belirlenmiştir.

4.2. Beslenme Süresi Sonuçları

Deneyler tamamlandıktan sonra elde edilen post-hoc verileri ile hangi karbohidratın sudan farklı olduğu (yani tercih edilebilir), hangi karbohidratın su ile benzerlik gösterdiği (yani tercih edilmediğini) post-hoc verileri ile ortaya kondu.

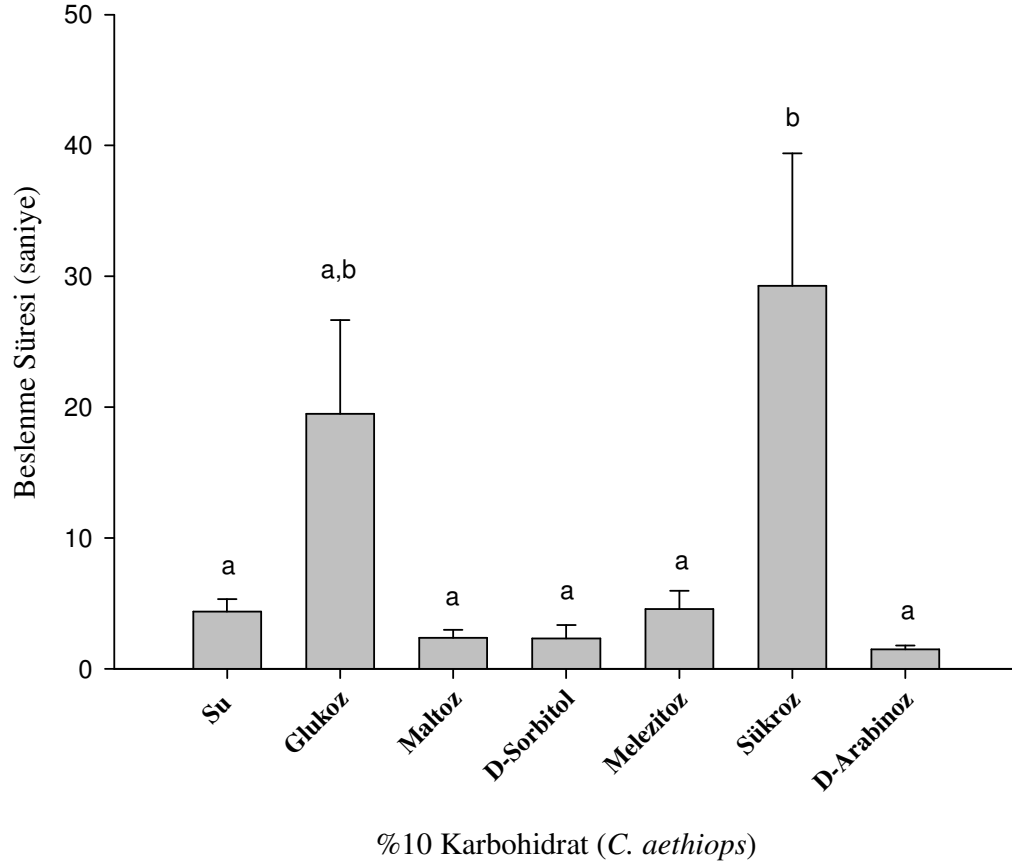
Post-hoc uygulanırken p değeri 0,05'ten küçük olan gruplar birbirinden farklı iken, daha yüksek p değerlerindeki gruplar ise birbirleriyle aynı olarak kabul edilirler.

Tabloda 'a' grubu karbohidratlar karıncalar tarafından tercih edilmeyen karbohidratlarken, 'b' grubu ise sudan farklı yani tercih edilebilir karbohidratlar olarak ortaya çıktı. Melez grupların da ortaya çıktığı gözlemlendi (a,b ve ya a,c gibi).

Tablo 4.8. Beslenme Süreleri için Hazırlanan Post-Hoc Sonuçları

	%10		%20		%50	
	<i>C.aethiops</i>	<i>F.cunicularia</i>	<i>C.aethiops</i>	<i>F.cunicularia</i>	<i>C.aethiops</i>	<i>F.cunicularia</i>
Su	a	a	a	a	a	a
Glukoz	a,b	a,b	b	a	a	a
Maltoz	a	a	a	a	a	a,c
D-Orbitol	a	a	b	a	a	a,b
Melezitoz	a	b	a,b	b	a	a
Sükroz	b	b	b	b	a	b
D-Arabinoz	a	a	a	a	a	a,c

4.2.1. %10 Karbohidrat Konsantrasyonu Sonuçları



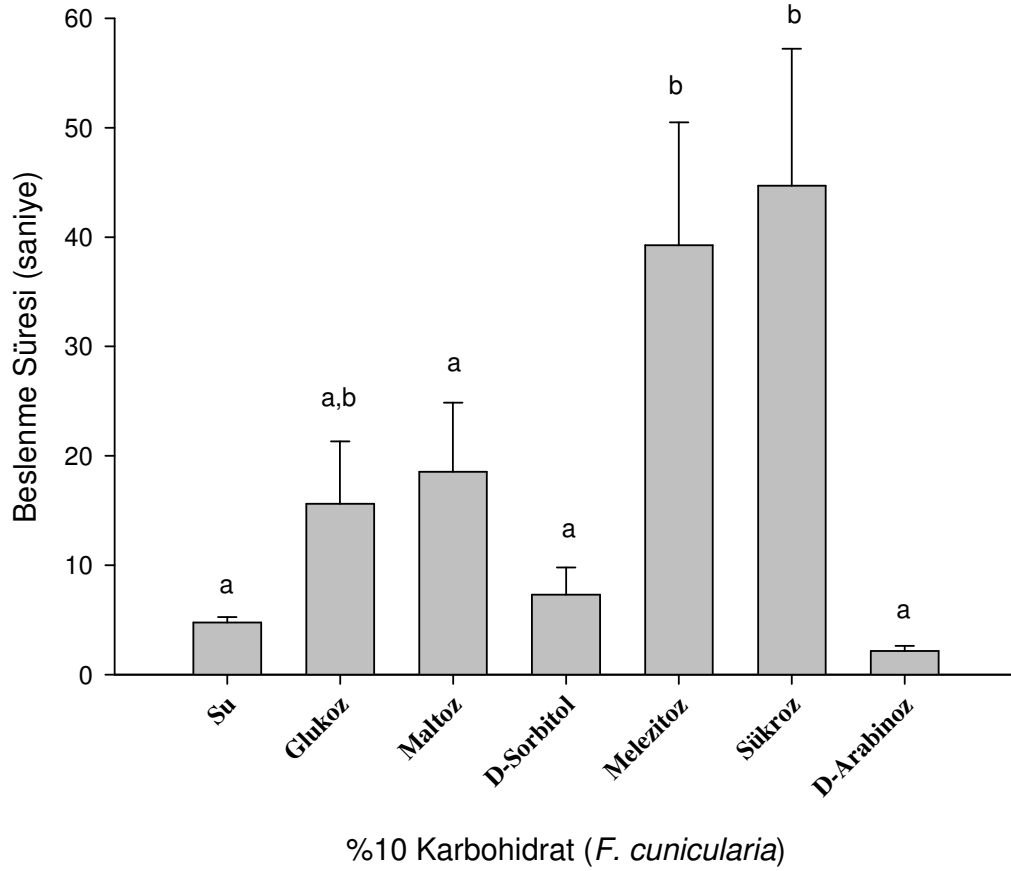
Şekil 4.1. *C. aethiops* için %10'luk karbohidrat konsantrasyonundaki beslenme süresi sonuçları

İki farklı koloniden onar işçi karınca verileri ile çalışılan *C. aethiops* deneylerinde, öncelikle verilerin birleştirilip birleştirilemeyeceğini anlamak adına tekrarlayan ölçütler için yapılan ANOVA testi uygulandı. Test sonuçlarına göre (ANOVA for repeated measurements: $F_{1,18} = 0.17$, $p = 0.69$, NS) iki grubun da birleştirilebileceği ortaya kondu (Şekil 4.1.).

Anova-Manova testindeki sonuçlara göre tüm verilerin arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edildi ($F_{6,114} = 4.02$, $p < 0.002$) (Şekil 4.1.).

Beslenme süreleri göz önünde bulundurulduğunda *C. aethiops* için %10'luk karbohidrat konsantrasyonunda sükrozun (b) tercih edilebilir bir karbohidrat olduğu

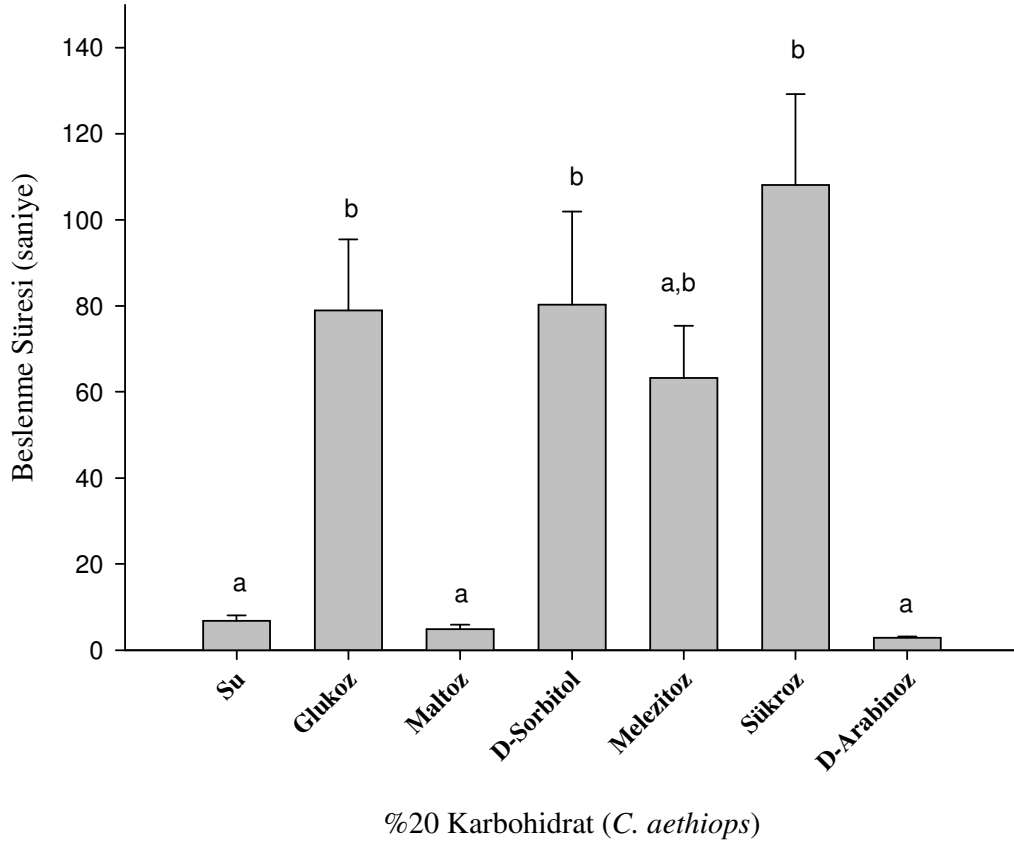
ortaya çıktı. Melez grupta (a,b) yer alan glukoz da süktroz kadar olmasa da tercih edilebilir bir karbohidrat olarak öne çıktı (Şekil 4.1.).



Şekil 4.2. *F. cunicularia* için %10'luk karbohidrat konsantrasyonundaki beslenme süresi sonuçları Anova-Manova testindeki sonuçlara göre tüm verilerin arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edildi ($F_{6,114} = 6,11$ $p < 0.00001$) (Şekil 4.2.).

Beslenme süreleri göz önünde bulundurulduğunda *F. cunicularia* için %10'luk karbohidrat konsantrasyonunda süktroz ve melezitozun (b) tercih edilebilir bir karbohidrat olduğu ortaya çıktı. Melez grupta (a,b) yer alan glukoz da süktroz ve melezitoz kadar olmasa da tercih edilebilir bir karbohidrat olarak öne çıktı (Şekil 4.2.).

4.2.2. %20 Karbohidrat Konsantrasyonu Sonuçları



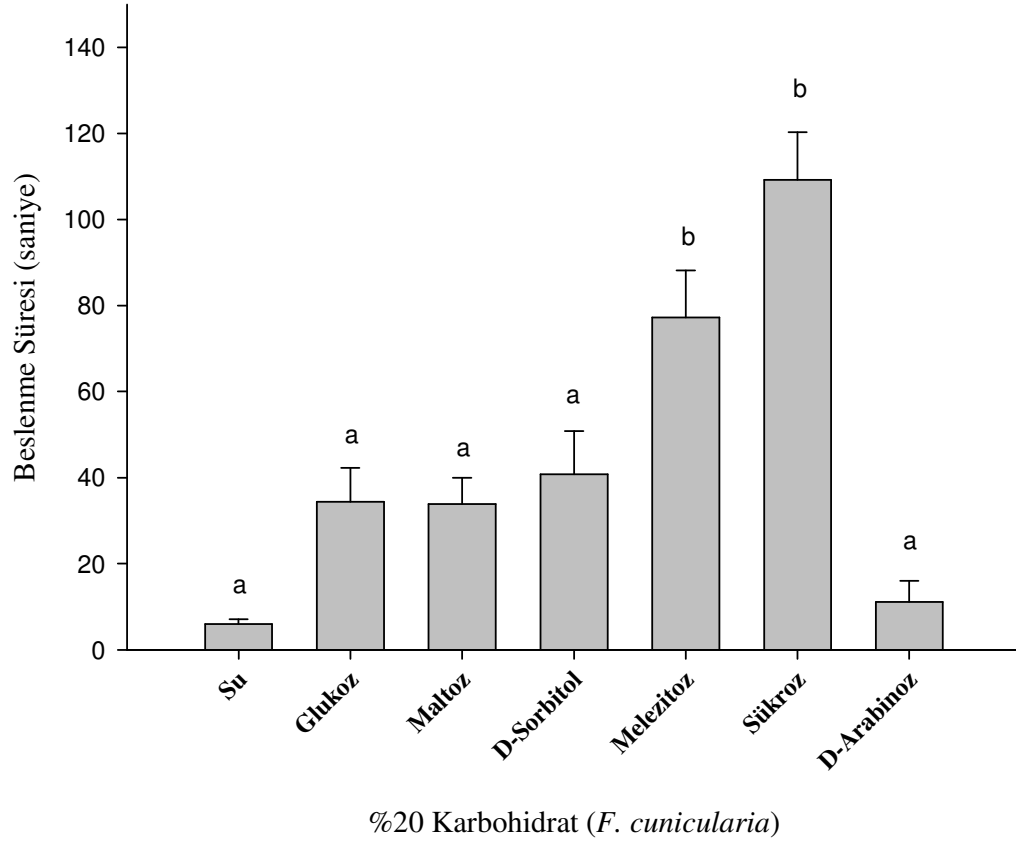
Şekil 4.3. *C. aethiops* için %20'lik karbohidrat konsantrasyonundaki beslenme süresi sonuçları

İki farklı koloniden onar işçi karınca verileri ile çalışılan *C. aethiops* deneylerinde, öncelikle verilerin birleştirilip birleştirilemeyeceğini anlamak adına tekrarlayan ölçütler için yapılan ANOVA testi uygulandı. Test sonuçlarına göre (ANOVA for repeated measurements: $F_{1,18} = 2.37$, $p = 0.14$, NS) iki grubun da birleştirilebileceği ortaya kondu (Şekil 4.3.).

Anova-Manova testindeki sonuçlara göre tüm verilerin arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edildi ($F_{6,114} = 9.23$, $p < 0.0001$) (Şekil 4.3.).

Beslenme süreleri göz önünde bulundurulduğunda *C. aethiops* için %20'lik karbohidrat konsantrasyonunda glukoz, d-sorbitol ve sükrozun (b) tercih edilebilir bir

karbohidrat olduğu ortaya çıktı. Melez grupta (a,b) yer alan melezitoz da glukoz, d-sorbitol ve süktroz kadar olmasa da tercih edilebilir bir karbohidrat olarak öne çıktı (Şekil 4.3.).

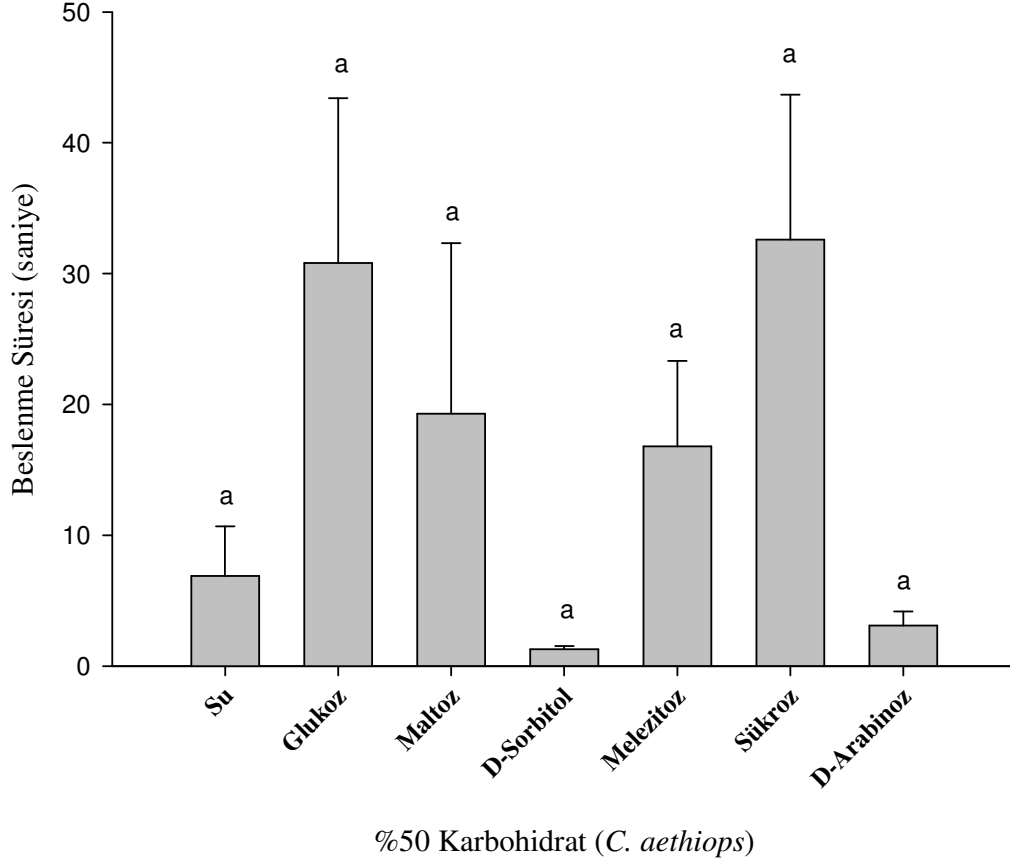


Şekil 4.4. *F. cunicularia* için %20'lik karbohidrat konsantrasyonundaki beslenme süresi sonuçları

Anova-Manova testindeki sonuçlara göre tüm verilerin arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edildi ($F_{6,114} = 19,66$, $p < 0.00001$) (Şekil 4.4.).

Beslenme süreleri göz önünde bulundurulduğunda *F. cunicularia* için %20'lik karbohidrat konsantrasyonunda süktroz ve melezitozun (b) tercih edilebilir bir karbohidrat olduğu ortaya çıktı (Şekil 4.4.).

4.2.3. %50 Karbohidrat Konsantrasyonu Sonuçları



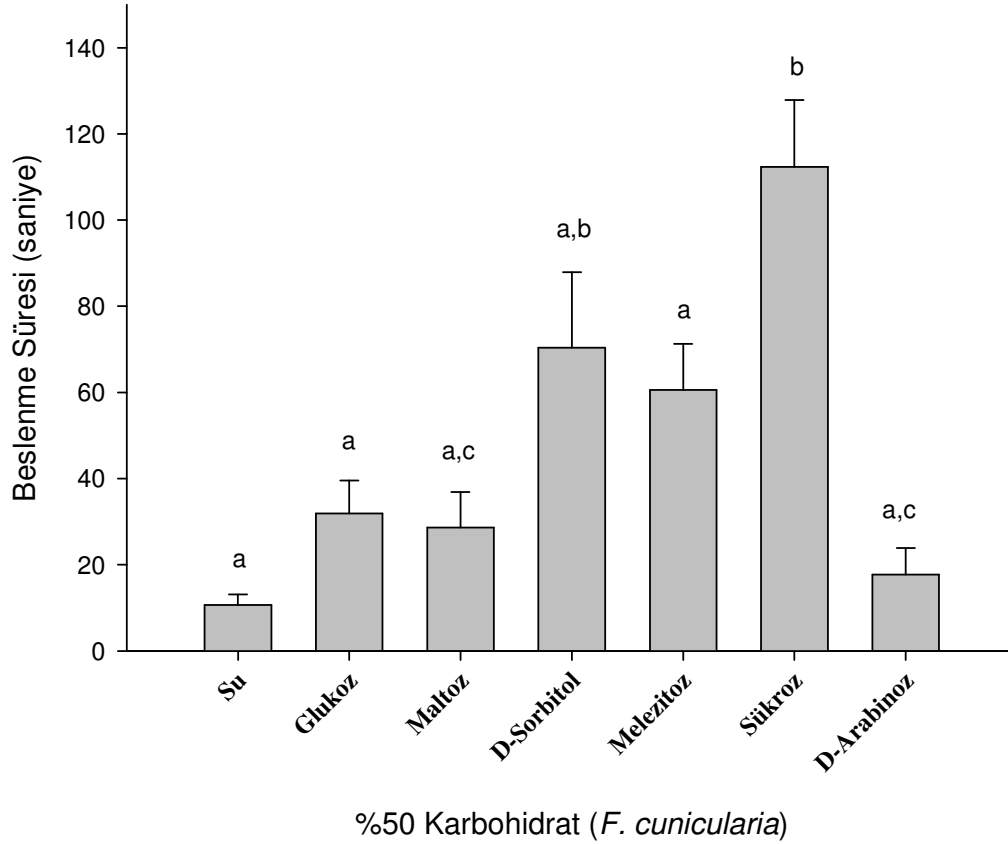
Şekil 4.5. *C. aethiops* için %50'lik karbohidrat konsantrasyonundaki beslenme süresi sonuçları

İki farklı koloniden onar işçi karınca verileri ile çalışılan *C. aethiops* deneylerinde, öncelikle verilerin birleştirilip birleştirilemeyeceğini anlamak adına tekrarlayan ölçütler için yapılan ANOVA testi uygulandı. Test sonuçlarına göre (ANOVA for repeated measurements: $F_{1,18} = 1.14$, $p = 0.14$, NS) iki grubun da birleştirilebileceği ortaya kondu (Şekil 4.5.).

Anova-Manova testindeki sonuçlara göre tüm verilerin arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edildi ($F_{6,114} = 2.25$, $p < 0.04$) (Şekil 4.5.).

Beslenme süreleri göz önünde bulundurulduğunda *C. aethiops* için %50'lik karbohidrat konsantrasyonunda sükroz ve glukozun ortalama beslenme süresi verileri diğer karbohidratlara nazaran daha yüksek olmasına rağmen, post-hoc sonuçları herhangi

bir karbohidratın bu konsantrasyonda daha tercih edilebilir olmadığını ortaya koydu (Şekil 4.5.).



Şekil 4.6. *F. cunicularia* için %50'lik karbohidrat konsantrasyonundaki beslenme süresi sonuçları

Anova-Manova testindeki sonuçlara göre tüm verilerin arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edildi ($F_{6,114} = 9,04$, $p < 0.00001$) (Şekil 4.6.).

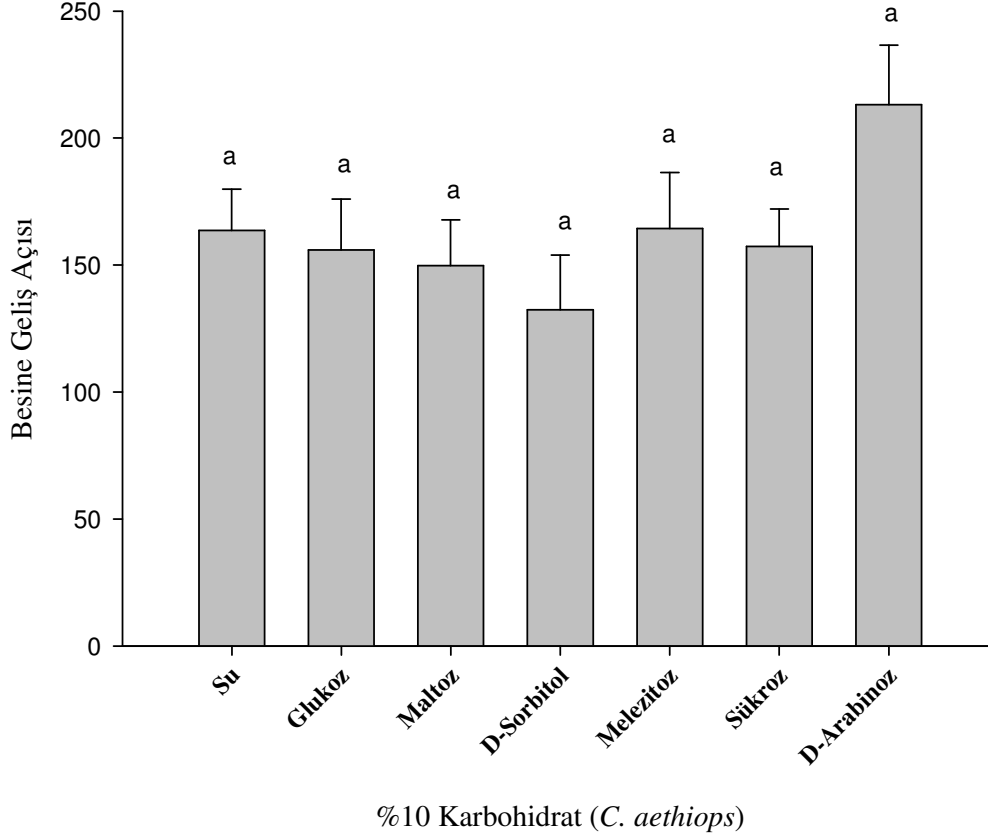
Beslenme süreleri göz önünde bulundurulduğunda *F. cunicularia* için %50'lik karbohidrat konsantrasyonunda sükrozun (b) tercih edilebilir bir karbohidrat olduğu ortaya çıktı. Melez grupta (a,b) yer alan d-sorbitol de sükroz kadar olmasa da tercih edilebilir bir karbohidrat olarak öne çıktı (Şekil 4.6.).

4.3. Besine Geliş Açısı Sonuçları

Tablo 4.9. Besine Geliş Açısı için Hazırlanan Post-Hoc Sonuçları

	%10		%20		%50	
	<i>C.aethiops</i>	<i>F.cunicularia</i>	<i>C.aethiops</i>	<i>F.cunicularia</i>	<i>C.aethiops</i>	<i>F.cunicularia</i>
Su	a	a	a	a	a	a
Glukoz	a	a	a	a	a	a
Maltoz	a	a	a	a	a	a
D-Orbitol	a	a	a	a	a	a
Melezitoz	a	a	a	a	a	a
Sükroz	a	a	a	a	a	a
D-Arabinoz	a	a	a	a	a	a

4.3.1. %10 Karbohidrat Konsantrasyonu Sonuçları

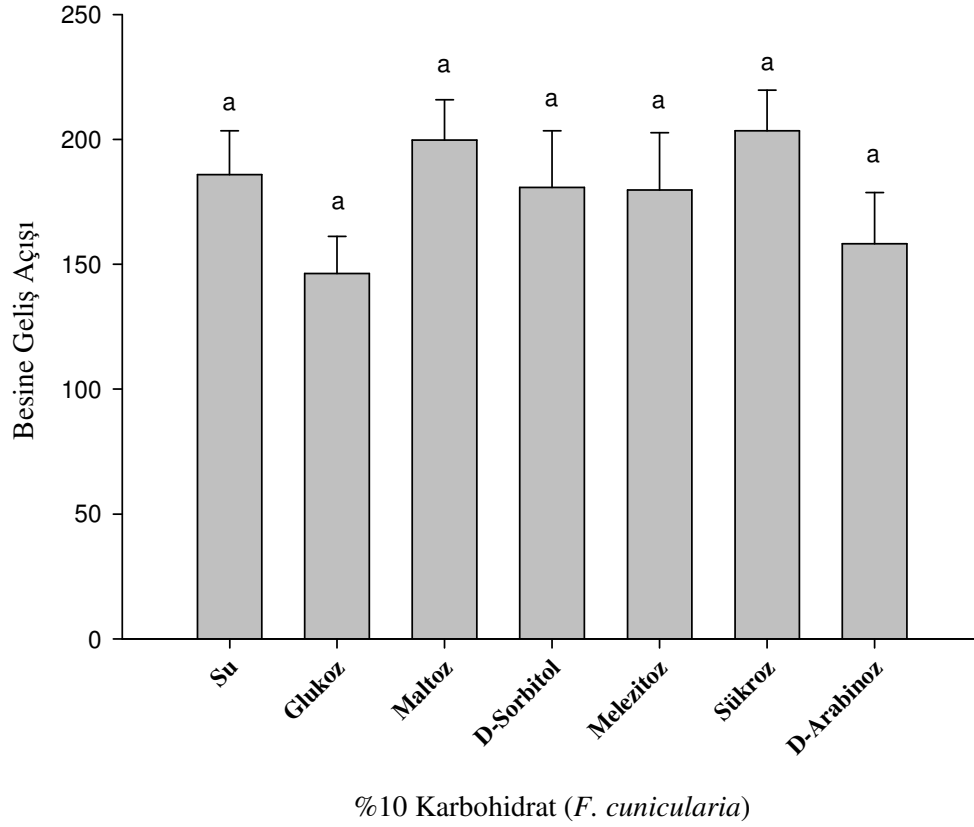


Şekil 4.7. *C. aethiops* için %10'luk karbohidrat konsantrasyonundaki besine geliş açısı sonuçları

İki farklı koloniden onar işçi karınca verileri ile çalışılan *C. aethiops* deneylerinde, öncelikle verilerin birleştirilip birleştirilemeyeceğini anlamak adına tekrarlayan ölçütler için yapılan ANOVA testi uygulandı. Test sonuçlarına göre (ANOVA for repeated measurements: $F_{1,18} = 0.42$, $p = 0.26$, NS) iki grubun da birleştirilebileceği ortaya kondu (Şekil 4.7.).

Anova-Manova testindeki sonuçlara göre tüm veriler arasında anlamlı bir fark bulunamadı ($F_{6,114} = 0.92$; $p = 0.49$) (Şekil 4.7.).

Besine geliş açısı göz önünde bulundurulduğunda *C. aethiops* için %10'luk karbohidrat konsantrasyonunda hiçbir karbohidrat seçiminin besine geliş açısı ile bir bağlantısı olmadığı ortaya çıktı (Şekil 4.7.).

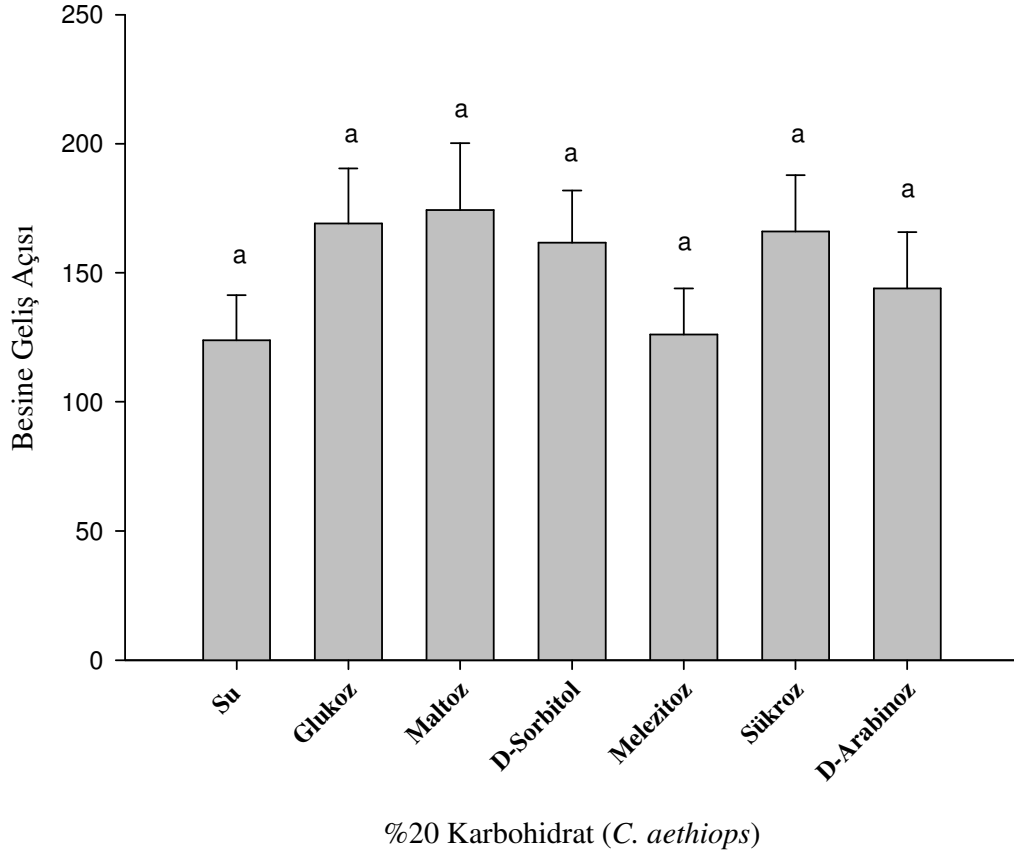


Şekil 4.8. *F. cunicularia* için %10'luk karbohidrat konsantrasyonundaki besine geliş açısı sonuçları

Anova-Manova testindeki sonuçlara göre veriler arasında anlamlı bir fark bulunamadı ($F_{6,114} = 1.23$; $p = 0.3$) (Şekil 4.8.).

Besine geliş açısı göz önünde bulundurulduğunda *F. cunicularia* için %10'luk karbohidrat konsantrasyonunda hiçbir karbohidrat seçiminin besine geliş açısı ile bir bağlantısı olmadığı ortaya çıktı (Şekil 4.8.).

4.3.2. %20 Karbohidrat Konsantrasyonu Sonuçları

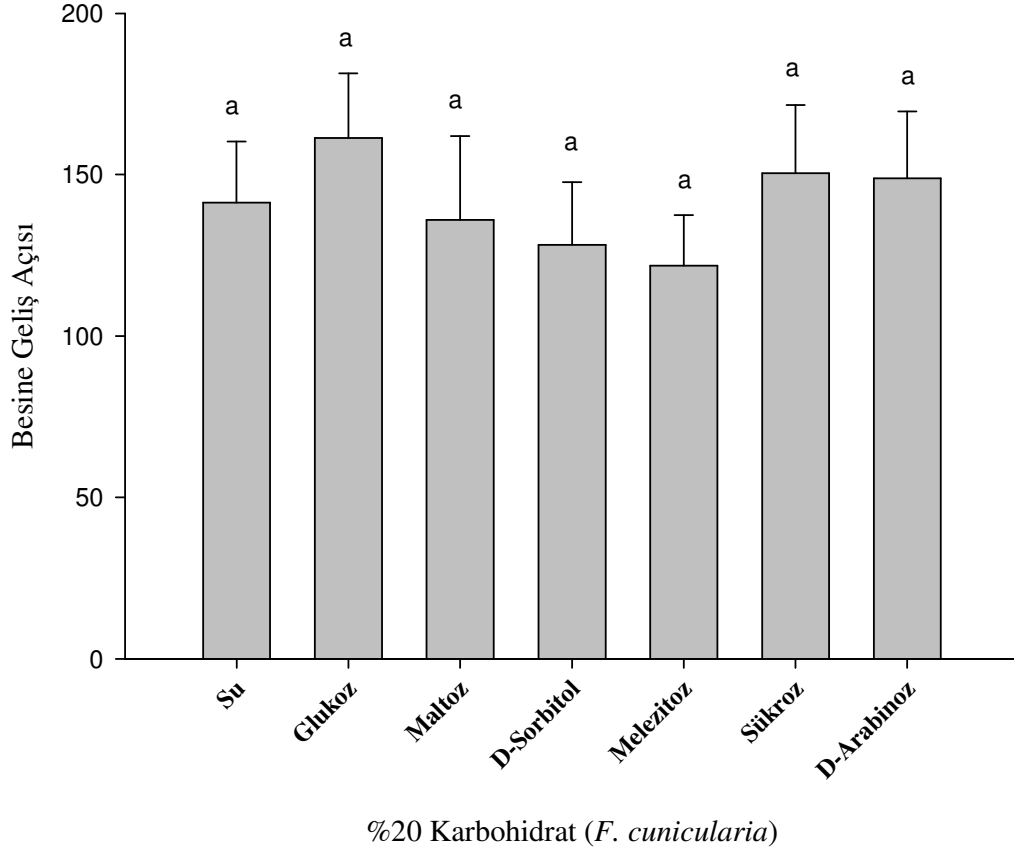


Şekil 4.9. *C. aethiops* için %20'lik karbohidrat konsantrasyonundaki besine geliş açısı sonuçları

İki farklı koloniden onar işçi karınca verileri ile çalışılan *C. aethiops* deneylerinde, öncelikle verilerin birleştirilip birleştirilemeyeceğini anlamak adına tekrarlayan ölçütler için yapılan ANOVA testi uygulandı. Test sonuçlarına göre (ANOVA for repeated measurements: $F_{1,18} = 0.32$, $p = 0.11$, NS) iki grubun da birleştirilebileceği ortaya kondu (Şekil 4.9.).

Anova-Manova testindeki sonuçlara göre tüm verilerin arasında anlamlı bir fark bulunamadı ($F_{6,114} = 0.88$; $p = 0.51$) (Şekil 4.9.).

Besine geliş açısı göz önünde bulundurulduğunda *C. aethiops* için %20'lik karbohidrat konsantrasyonunda hiçbir karbohidrat seçiminin besine geliş açısı ile bir bağlantısı olmadığı ortaya çıktı (Şekil 4.9.).

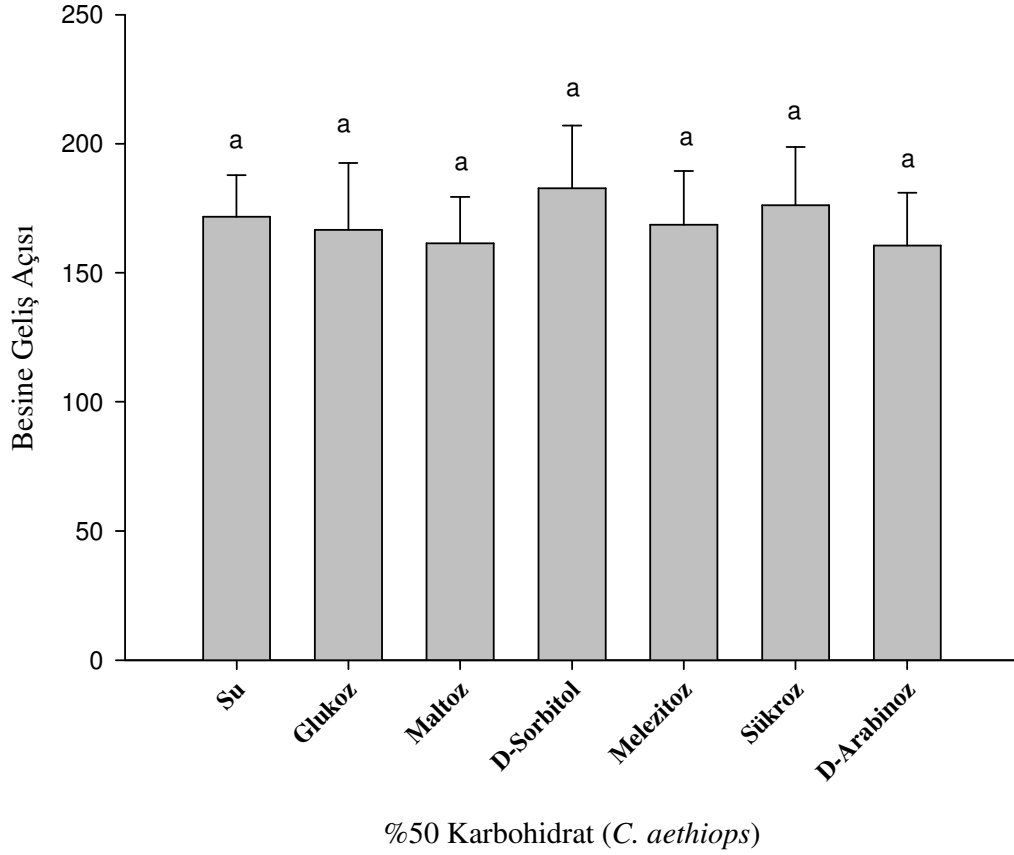


Şekil 4.10. *F. cunicularia* için %20'lik karbohidrat konsantrasyonundaki besine geliş açısı sonuçları

Anova-Manova testindeki sonuçlara göre tüm verilerin arasında anlamlı bir fark bulunamadı ($F_{6,114} = 0.43$; $p = 0.9$) (Şekil 4.10.).

Besine geliş açısı göz önünde bulundurulduğunda *F. cunicularia* için %20'lik karbohidrat konsantrasyonunda hiçbir karbohidrat seçiminin besine geliş açısı ile bir bağlantısı olmadığı ortaya çıktı (Şekil 4.10.).

4.3.3. %50 Karbohidrat Konsantrasyonu Sonuçları

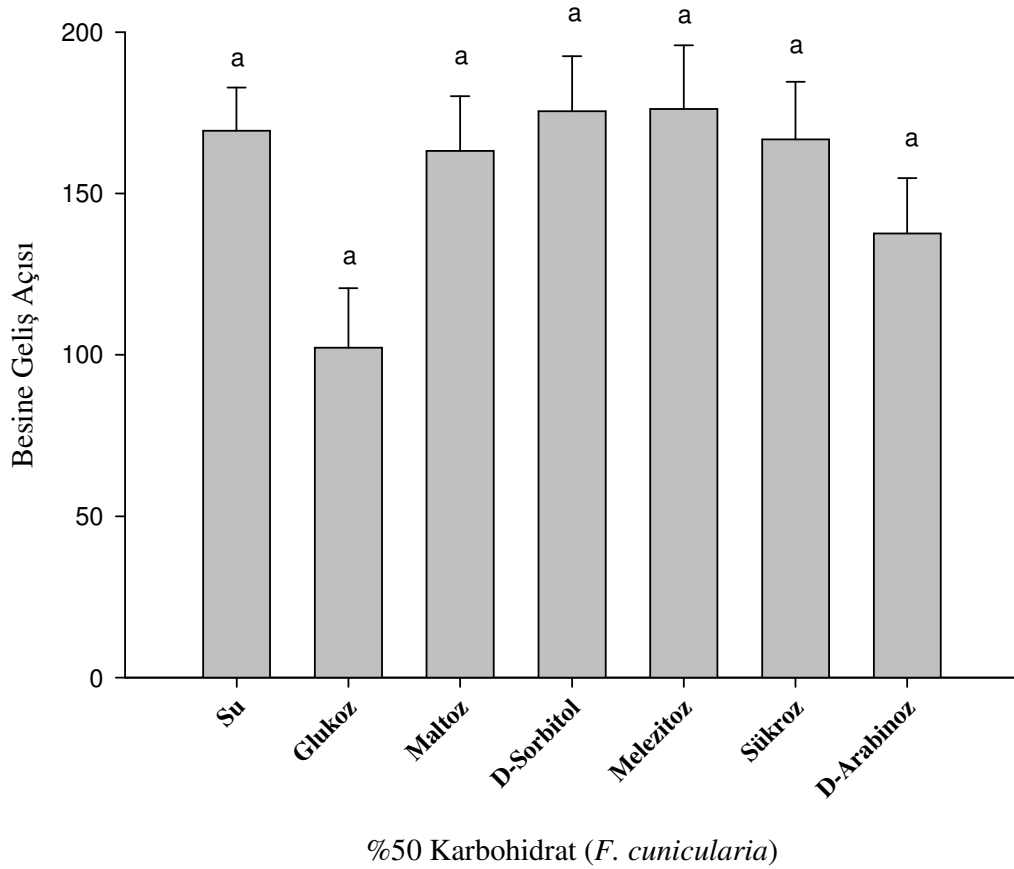


Şekil 4.11. *C. aethiops* için %50'lik karbohidrat konsantrasyonundaki besine geliş açısı sonuçları

İki farklı koloniden onar işçi karınca verileri ile çalışılan *C. aethiops* deneylerinde, öncelikle verilerin birleştirilip birleştirilemeyeceğini anlamak adına tekrarlayan ölçütler için yapılan ANOVA testi uygulandı. Test sonuçlarına göre (ANOVA for repeated measurements: $F_{1,18} = 1.46$, $p = 0.71$, NS) iki grubun da birleştirilebileceği ortaya kondu (Şekil 4.11.).

Anova-Manova testindeki sonuçlara göre verilerin verilerin arasında anlamlı bir fark bulunamadı ($F_{6,114} = 0.32$; $p = 0.92$) (Şekil 4.11.).

Besine geliş açısı göz önünde bulundurulduğunda *C. aethiops* için %50'lik karbohidrat konsantrasyonunda hiçbir karbohidrat seçiminin besine geliş açısı ile bir bağlantısı olmadığı ortaya çıktı (Şekil 4.11.).



Şekil 4.12. *F. cunicularia* için %50'lik karbohidrat konsantrasyonundaki besine geliş açısı sonuçları

Anova-Manova testindeki sonuçlara göre verilerin verilerin arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edildi ($F_{6,114} = 2.34$; $p = 0.04$) (Şekil 4.12.).

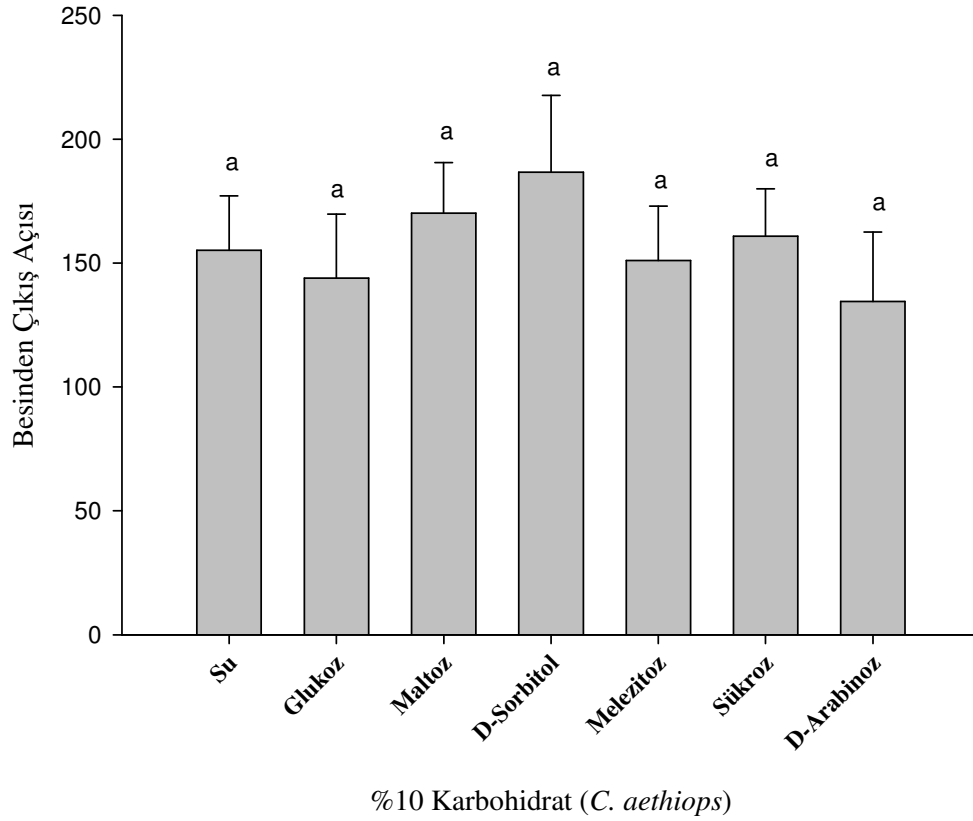
Besine geliş açısı göz önünde bulundurulduğunda *F. cunicularia* için %50'lik karbohidrat konsantrasyonunda hiçbir karbohidrat seçiminin besine geliş açısı ile bir bağlantısı olmadığı ortaya çıktı (Şekil 4.12.).

4.4. Besinden Çıkış Açısı Sonuçları

Tablo 4.10. Besinden Çıkış Açısı için Hazırlanan Post-Hoc Sonuçları

	%10		%20		%50	
	<i>C.aethiops</i>	<i>F.cunicularia</i>	<i>C.aethiops</i>	<i>F.cunicularia</i>	<i>C.aethiops</i>	<i>F.cunicularia</i>
Su	a	a	a	a	a	a
Glukoz	a	a	a	a	a	a
Maltoz	a	a	a	a	a	a
D-Orbitol	a	a	a	a	a	a
Melezitoz	a	a	a	a	a	a
Sükroz	a	a	a,b	a	a	a
D-Arabinoz	a	a	a,c	a	a	a

4.4.1. %10 Karbohidrat Konsantrasyonu Sonuçları

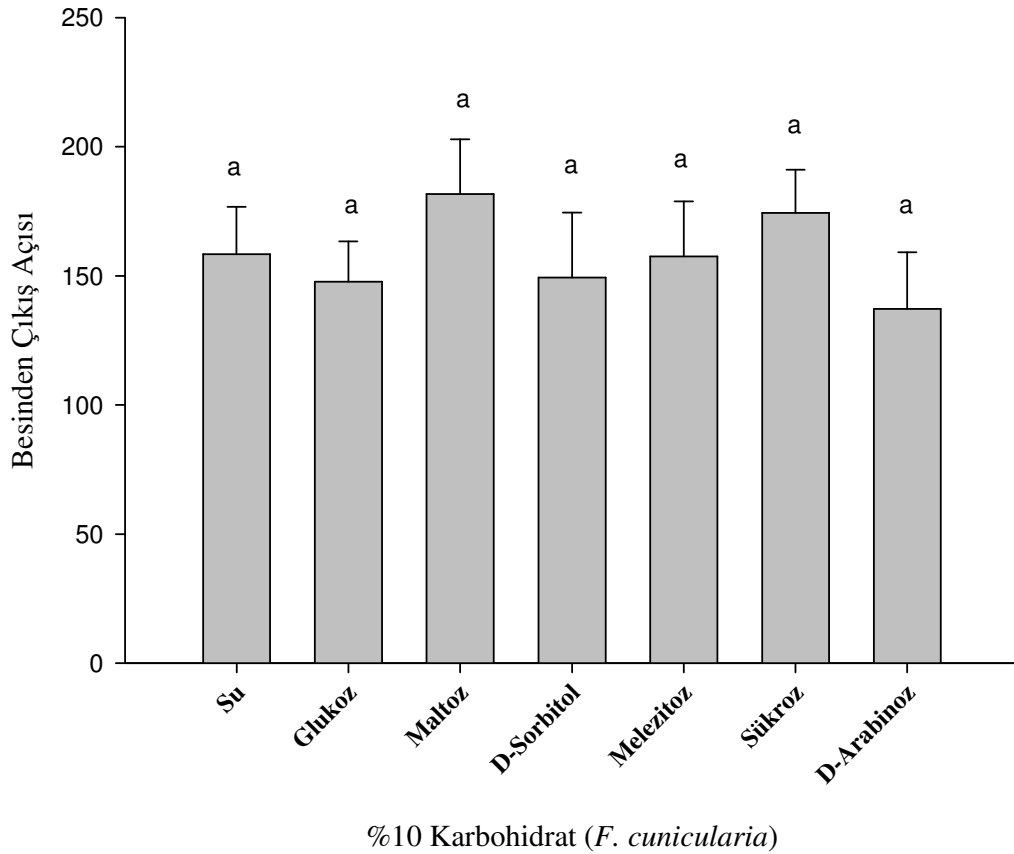


Şekil 4.13. *C. aethiops* için %10'luk karbohidrat konsantrasyonundaki besinden çıkış açısı sonuçları

İki farklı koloniden onar işçi karınca verileri ile çalışılan *C. aethiops* deneylerinde, öncelikle verilerin birleştirilip birleştirilemeyeceğini anlamak adına tekrarlayan ölçütler için yapılan ANOVA testi uygulandı. Test sonuçlarına göre (ANOVA for repeated measurements: $F_{1,18} = 0.23$, $p = 0.34$, NS) iki grubun da birleştirilebileceği ortaya kondu (Şekil 4.13.).

Anova-Manova testindeki sonuçlara göre verilerin arasında anlamlı bir fark bulunamadı ($F_{6,114} = 0.50$; $p = 0.81$) (Şekil 4.13.).

Besinden çıkış açısı göz önünde bulundurulduğunda *C. aethiops* için %10'luk karbohidrat konsantrasyonunda hiçbir karbohidrat seçiminin besine geliş açısı ile bir bağlantısı olmadığı ortaya çıktı (Şekil 4.13.).

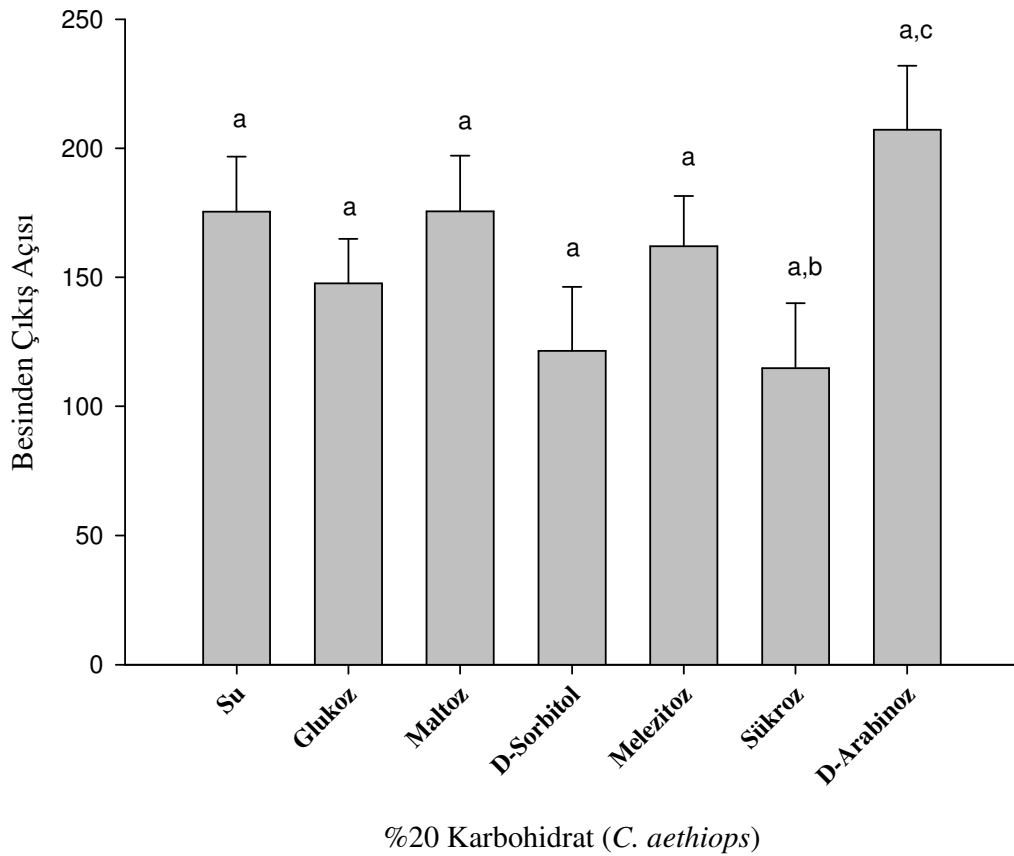


Şekil 4.14. *F. cunicularia* için %10'luk karbohidrat konsantrasyonundaki besinden çıkış açısı sonuçları

Anova-Manova testindeki sonuçlara göre verilerin arasında anlamlı bir fark bulunamadı ($F_{6,114} = 0.6$; $p = 0.8$) (Şekil 4.14.).

Besinden çıkış açısı göz önünde bulundurulduğunda *F. cunicularia* için %10'luk karbohidrat konsantrasyonunda hiçbir karbohidrat seçiminin besine geliş açısı ile bir bağlantısı olmadığı ortaya çıktı (Şekil 4.14.).

4.4.2. %20 Karbohidrat Konsantrasyonu Sonuçları



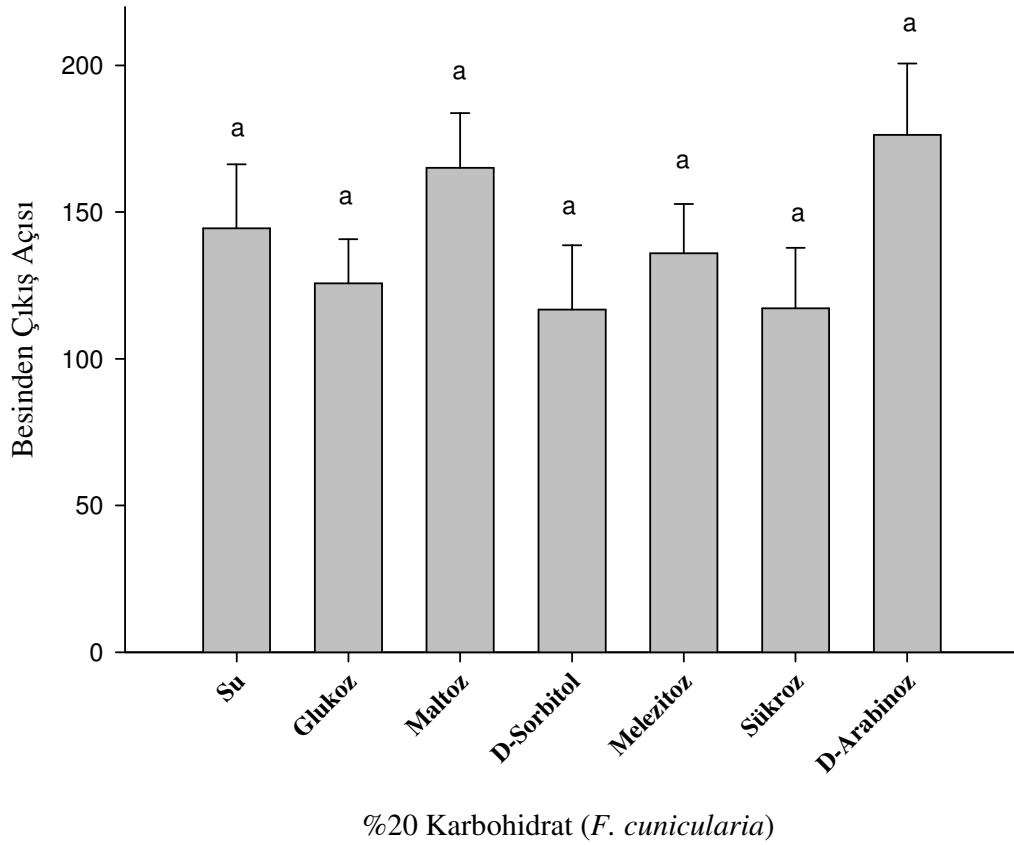
Şekil 4.15. *C. aethiops* için %20'lik karbohidrat konsantrasyonundaki besinden çıkış açısı sonuçları

İki farklı koloniden onar işçi karınca verileri ile çalışılan *C. aethiops* deneylerinde, öncelikle verilerin birleştirilip birleştirilemeyeceğini anlamak adına tekrarlayan ölçütler için yapılan ANOVA testi uygulandı. Test sonuçlarına göre

(ANOVA for repeated measurements: $F_{1,18} = 2.42$, $p = 0.17$, NS) iki grubun da birleştirilebileceği ortaya kondu (Şekil 4.15.).

Anova-Manova testindeki sonuçlara göre verilerin arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edildi ($F_{6,114} = 2.34$, $p < 0.036$) (Şekil 4.15.).

Besinden çıkış açısı göz önünde bulundurulduğunda *C. aethiops* için %20'lik karbohidrat konsantrasyonunda melez gruplar olan süktroz ve d-arabinoz (a,b ve a,c) seçiminin besinden çıkış açısı ile az da olsa bir ilgisi olduğu tespit edildi (Şekil 4.15.).

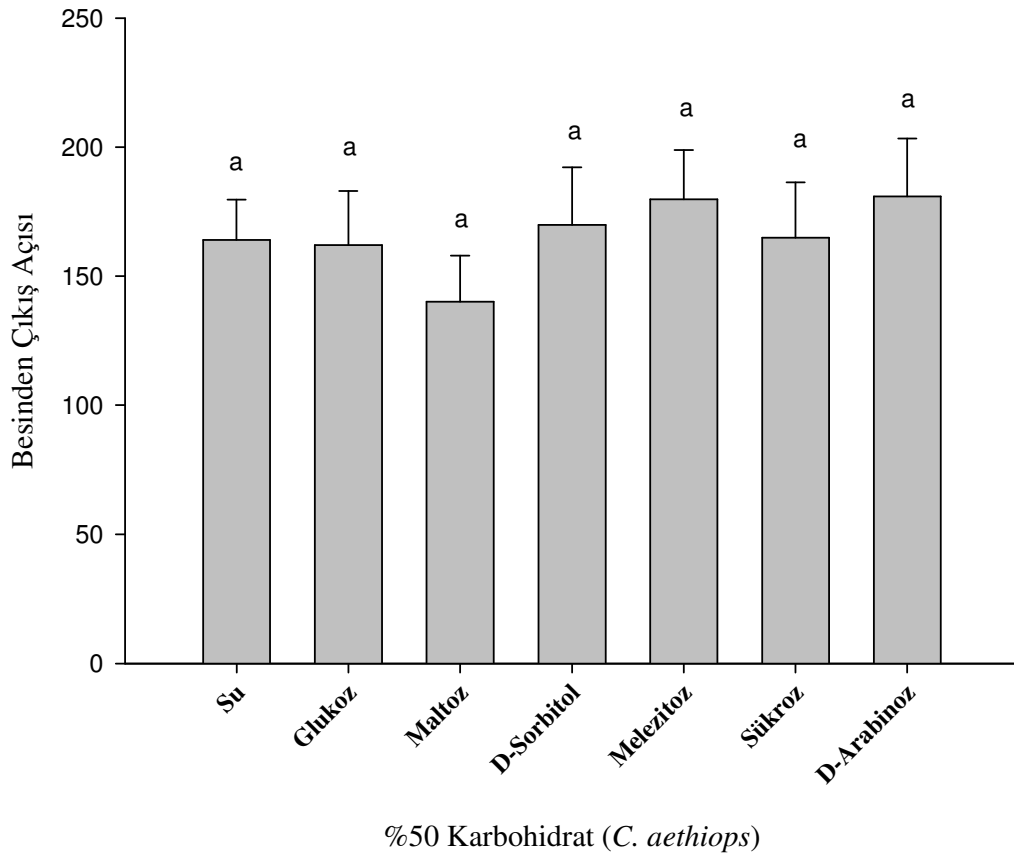


Şekil 4.16. *F. cunicularia* için %20'lik karbohidrat konsantrasyonundaki besinden çıkış açısı sonuçları

Anova-Manova testindeki sonuçlara göre verilerin arasında anlamlı bir fark bulunamadı ($F_{6,114} = 1.32$; $p = 0.3$) (Şekil 4.16.).

Besinden çıkış açısı göz önünde bulundurulduğunda *F. cunicularia* için %20'lik karbohidrat konsantrasyonunda hiçbir karbohidrat seçiminin besine geliş açısı ile bir bağlantısı olmadığı ortaya çıktı (Şekil 4.16.).

4.4.3. %50 Karbohidrat Konsantrasyonu Sonuçları



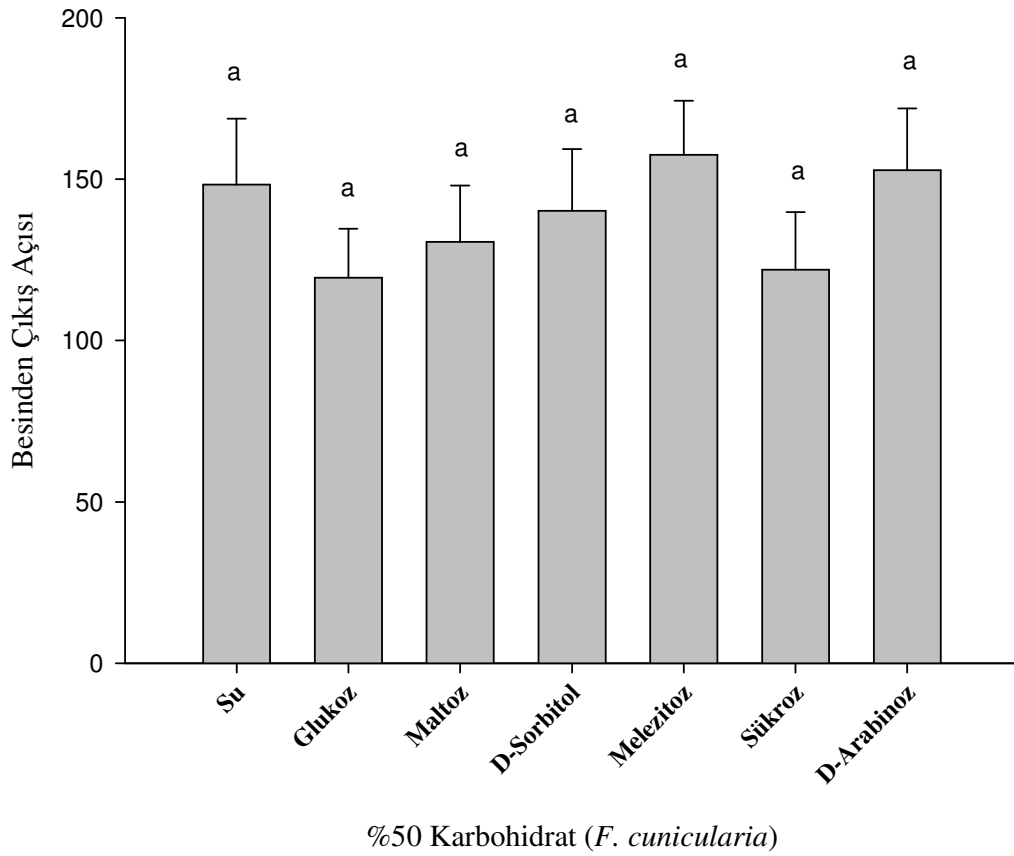
Şekil 4.17. *C. aethiops* için %50'lik karbohidrat konsantrasyonundaki besinden çıkış açısı sonuçları

İki farklı koloniden onar işçi karınca verileri ile çalışılan *C. aethiops* deneylerinde, öncelikle verilerin birleştirilip birleştirilemeyeceğini anlamak adına tekrarlayan ölçütler için yapılan ANOVA testi uygulandı. Test sonuçlarına göre

(ANOVA for repeated measurements: $F_{1,18} = 1.63$, $p = 0.66$, NS) iki grubun da birleştirilebileceği ortaya kondu (Şekil 4.17.).

Anova-Manova testindeki sonuçlara göre verilerin verilerin arasında anlamlı bir fark bulunamadı ($F_{6,114} = 1.35$; $p = 0.24$) (Şekil 4.17.).

Besinden çıkış açısı göz önünde bulundurulduğunda *C. aethiops* için %50'lik karbohidrat konsantrasyonunda hiçbir karbohidrat seçiminin besine geliş açısı ile bir bağlantısı olmadığı ortaya çıktı (Şekil 4.17.).



Şekil 4.18. *F. cunicularia* için %50'lik karbohidrat konsantrasyonundaki besinden çıkış açısı sonuçları

Anova-Manova testindeki sonuçlara göre verilerin verilerin arasında anlamlı bir fark bulunamadı ($F_{6,114} = 0.67$; $p = 0.7$) (Şekil 4.18.).

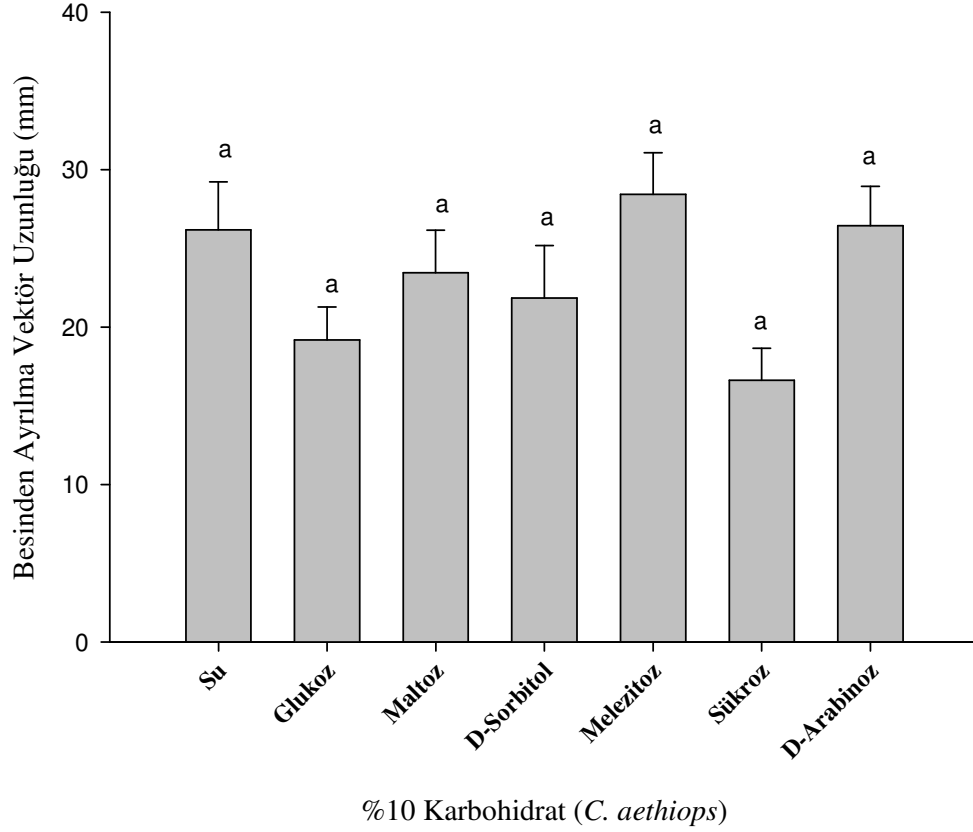
Besinden çıkış açısı göz önünde bulundurulduğunda *F. cunicularia* için %50'lik karbohidrat konsantrasyonunda hiçbir karbohidrat seçiminin besine geliş açısı ile bir bağlantısı olmadığı ortaya çıktı (Şekil 4.18.).

4.5. Besinden Ayrılma Vektör Uzunluğu Sonuçları

Tablo 4.11. Besinden Ayrılma Vektör Uzunluğu için Hazırlanan Post-Hoc Sonuçları

	%10		%20		%50	
	<i>C.aethiops</i>	<i>F.cunicularia</i>	<i>C.aethiops</i>	<i>F.cunicularia</i>	<i>C.aethiops</i>	<i>F.cunicularia</i>
Su	a	a,b	a	a	a	a
Glukoz	a	b	a	a	a	c
Maltoz	a	b	a	a,c	a	b,c
D-Orbitol	a	b	a	a	a	c
Melezitoz	a	a	a	a	a	a,c
Sükroz	a	b	a	a,b	a	b
D-Arabinoz	a	a	a	a	a	a,c

4.5.1. %10 Karbohidrat Konsantrasyonu Sonuçları

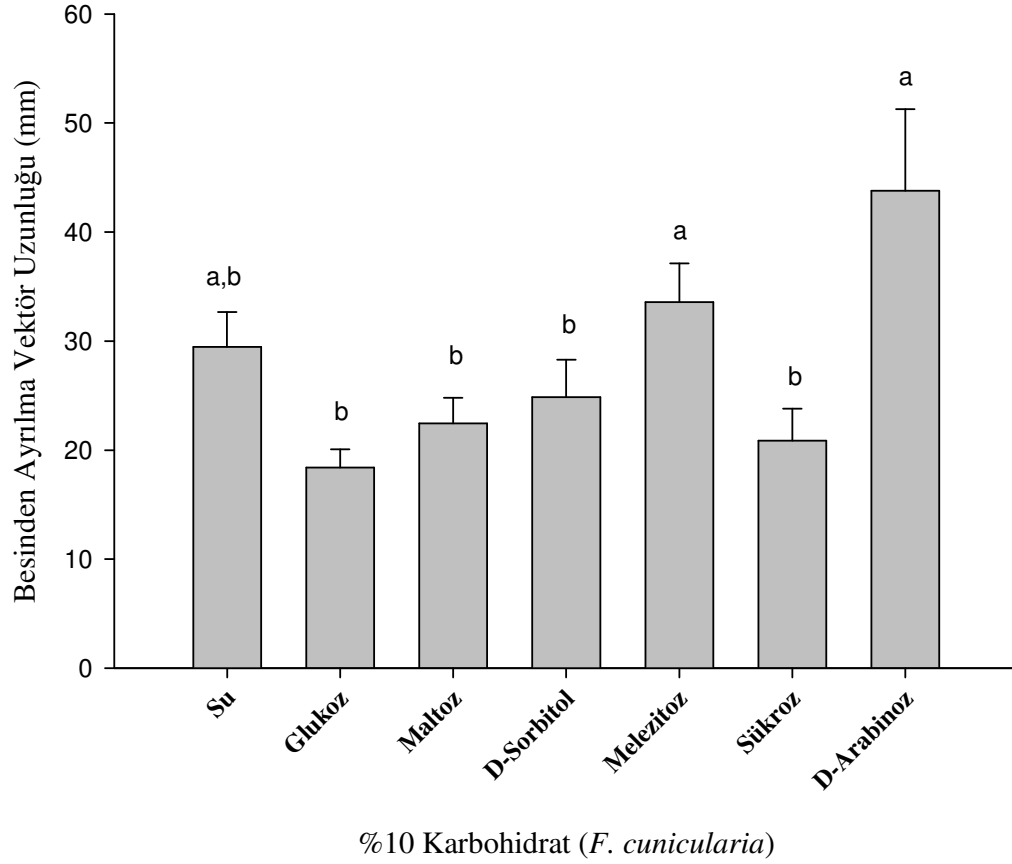


Şekil 4.19. *C. aethiops* için %10'luk karbohidrat konsantrasyonundaki besinden ayrılma vektör uzunluğu sonuçları

İki farklı koloniden onar işçi karınca verileri ile çalışılan *C. aethiops* deneylerinde, öncelikle verilerin birleştirilip birleştirilemeyeceğini anlamak adına tekrarlayan ölçütler için yapılan ANOVA testi uygulandı. Test sonuçlarına göre (ANOVA for repeated measurements: $F_{1,18} = 0.94$, $p = 0.78$, NS) iki grubun da birleştirilebileceği ortaya kondu (Şekil 4.19.).

Anova-Manova testindeki sonuçlara göre verilerin arasında neredeyse anlamlı bir fark vardı. Ancak yine de p değeri 0.05'in üstündeydi ($F_{6,114} = 2.07$; $p = 0.06$) (Şekil 4.19.).

Besinden ayrılma vektör uzunluğu göz önünde bulundurulduğunda *C. aethiops* için %10'luk karbohidrat konsantrasyonunda hiçbir karbohidrat seçiminin besine geliş açısı ile bir bağlantısı olmadığı ortaya çıktı (Şekil 4.19.).

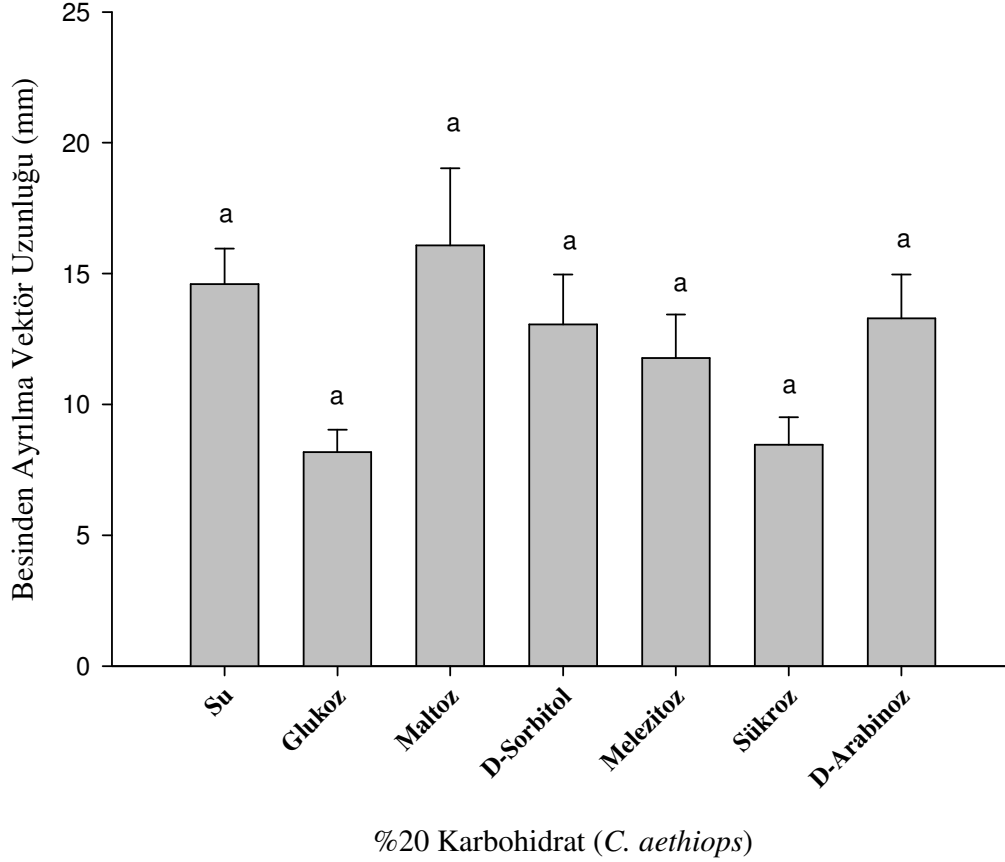


Şekil 4.20. *F. cunicularia* için %10'luk karbohidrat konsantrasyonundaki besinden ayrılma vektör uzunluğu sonuçları

Anova-Manova testindeki sonuçlara göre verilerin arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edildi ($F_{6,114} = 5.14$, $p < 0.00001$) (Şekil 4.20.).

Besinden ayrılma vektör uzunluğu göz önünde bulundurulduğunda *F. cunicularia* için %10'luk karbohidrat konsantrasyonunda glukoz, maltoz, d-sorbitol ve süktroz (b) seçiminin besinden ayrılma vektör uzunluğu ile bir ilişkisi bulunmuştur. Ayrıca bu karbohidratlar kadar olmasa da melez grup (a,b) olan su seçiminin de az da olsa besinden ayrılma vektör uzunluğu ile bir ilişkisi tespit edilmiştir (Şekil 4.20.).

4.5.2. %20 Karbohidrat Konsantrasyonu Sonuçları

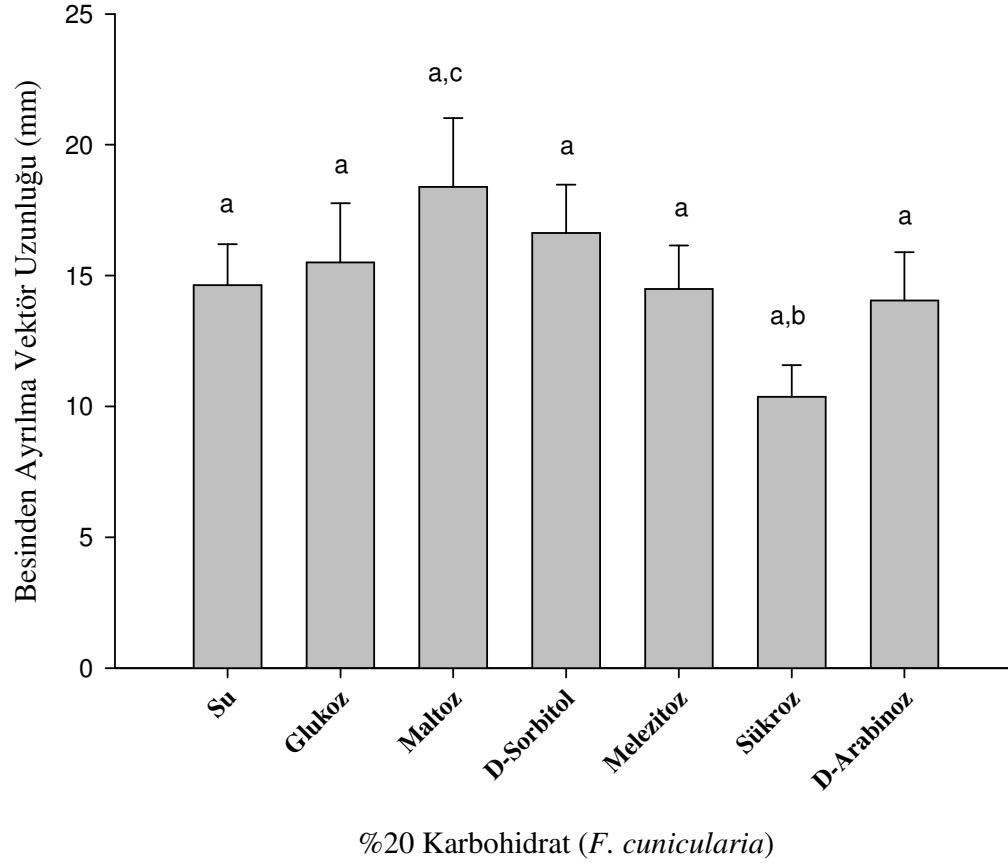


Şekil 4.21. *C. aethiops* için %20'lik karbohidrat konsantrasyonundaki besinden ayrılma vektör uzunluğu sonuçları

İki farklı koloniden onar işçi karınca verileri ile çalışılan *C. aethiops* deneylerinde, öncelikle verilerin birleştirilip birleştirilemeyeceğini anlamak adına tekrarlayan ölçütler için yapılan ANOVA testi uygulandı. Test sonuçlarına göre (ANOVA for repeated measurements: $F_{1,18} = 2.21$, $p = 1.06$, NS) iki grubun da birleştirilebileceği ortaya kondu (Şekil 4.21.).

Anova-Manova testindeki sonuçlara göre verilerin verilerin arasında anlamlı bir fark bulunamadı ($F_{6,114} = 1.09$; $p = 0.38$) (Şekil 4.21.).

Besinden ayrılma vektör uzunluğu göz önünde bulundurulduğunda *C. aethiops* için %20'lik karbohidrat konsantrasyonunda hiçbir karbohidrat seçiminin besine geliş açısı ile bir bağlantısı olmadığı ortaya çıktı (Şekil 4.21.).

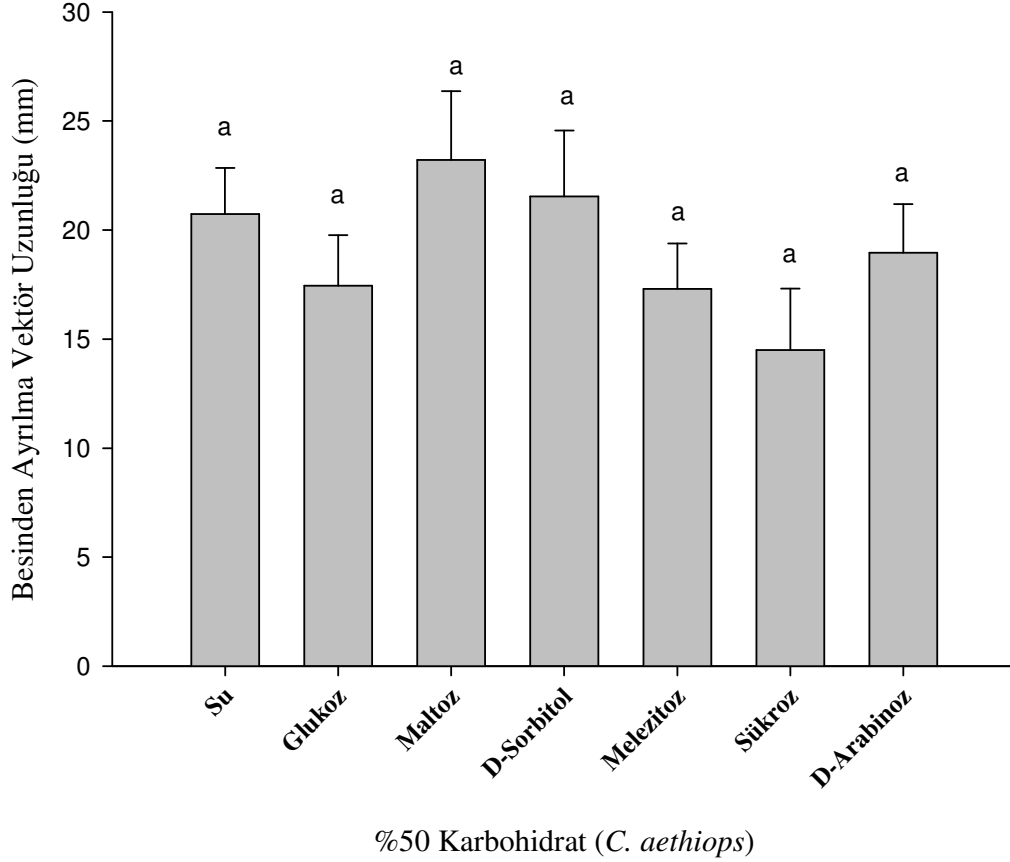


Şekil 4.22. *F. cunicularia* için %20'lik karbohidrat konsantrasyonundaki besinden ayrılma vektör uzunluğu sonuçları

Anova-Manova testindeki sonuçlara göre verilerin verilerin arasında anlamlı bir fark bulunamadı ($F_{6,114} = 1.88$; $p = 0.09$) (Şekil 4.22.).

Besinden ayrılma vektör uzunluğu göz önünde bulundurulduğunda *F. cunicularia* için %20'lik karbohidrat konsantrasyonunda melez grup (a,b ve a,c) olan sükroz ve maltoz seçiminin az da olsa besinden ayrılma vektör uzunluğu ile bir ilişkisi tespit edilmiştir (Şekil 4.22.).

4.5.3. %50 Karbohidrat Konsantrasyonu Sonuçları

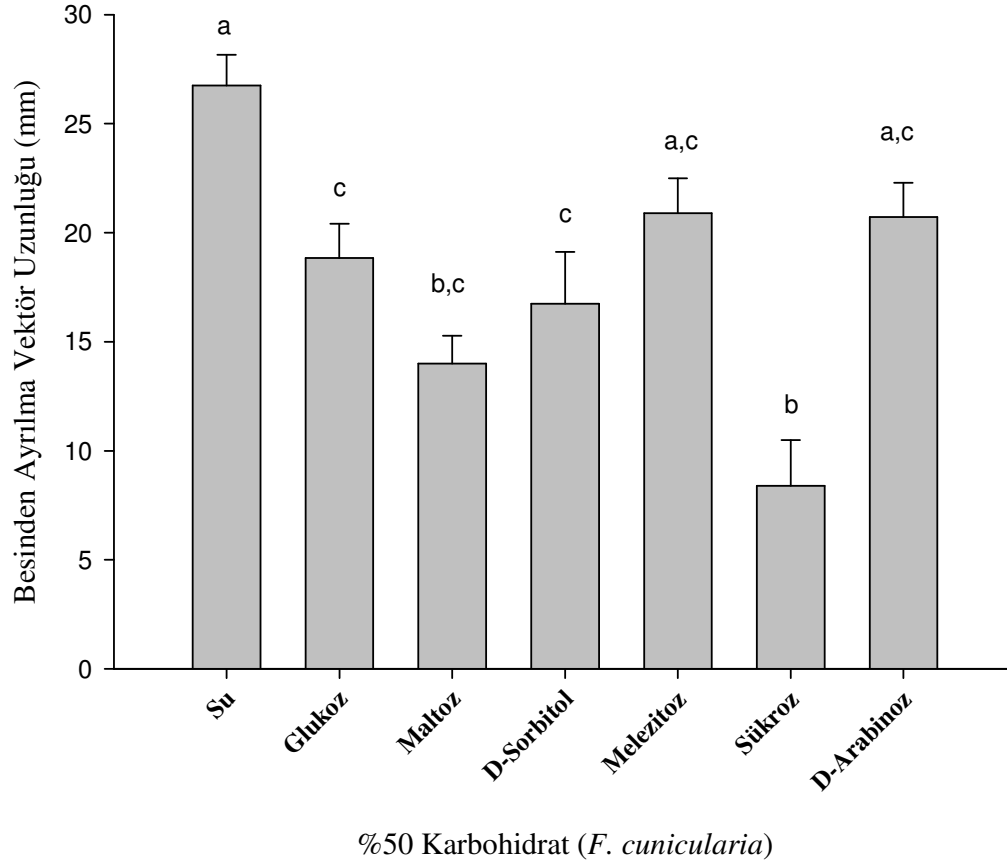


Şekil 4.23. *C. aethiops* için %50'lik karbohidrat konsantrasyonundaki besinden ayrılma vektör uzunluğu sonuçları

İki farklı koloniden onar işçi karınca verileri ile çalışılan *C. aethiops* deneylerinde, öncelikle verilerin birleştirilip birleştirilemeyeceğini anlamak adına tekrarlayan ölçütler için yapılan ANOVA testi uygulandı. Test sonuçlarına göre (ANOVA for repeated measurements: $F_{1,18} = 0.52$, $p = 1.49$, NS) iki grubun da birleştirilebileceği ortaya kondu (Şekil 4.23.).

Anova-Manova testindeki sonuçlara göre verilerin verilerin arasında anlamlı bir fark bulunamadı ($F_{6,114} = 1.47$; $p = 0.19$) (Şekil 4.23.).

Besinden ayrılma vektör uzunluğu göz önünde bulundurulduğunda *C. aethiops* için %50'lik karbohidrat konsantrasyonunda hiçbir karbohidrat seçiminin besine geliş açısı ile bir bağlantısı olmadığı ortaya çıktı (Şekil 4.23.).



Şekil 4.24. *F. cunicularia* için %50'lik karbohidrat konsantrasyonundaki besinden ayrılma vektör uzunluğu sonuçları

Anova-Manova testindeki sonuçlara göre verilerin arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edildi ($F_{6,114} = 12.61$, $p < 0.00001$) (Şekil 4.24.).

Besinden ayrılma vektör uzunluğu göz önünde bulundurulduğunda *F. cunicularia* için %50'lik karbohidrat konsantrasyonunda süktroz (b), d-sorbitol ve glukoz seçiminin besinden ayrılma vektör uzunluğu ile bir ilişkisi bulunmuştur. Ayrıca bu karbohidratlar kadar olmasa da melez grup (b,c) olan maltoz seçiminin de az da olsa besinden ayrılma vektör uzunluğu ile bir ilişkisi tespit edilmiştir. Su ile bağlantısı olan melez gruplardan (a,c) melezitoz ve d-arabinoz seçiminin de b,c grubu melez karbohidratlar kadar olmasa da besinden ayrılma vektör uzunluğu ile çok az bir ilişkisi tespit edilmiştir (Şekil 4.24.).

BÖLÜM 5

TARTIŞMA

Karınca türlerinde beslenme stratejileri ve besin tercihleri beslenme şekillerine göre farklılık göstermektedir. Yapılan bu çalışmada omnivor olan *C. aethiops* ve generalist olan *F. cunicularia* türlerinin belirlenen karbohidratlara eğilimleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Çıkan sonuçlar karbohidratların belirli konsantrasyonlarına göre farklı farklı irdelenmiş ve çıkan sonuçlar iki tür arasında analiz edilmiştir.

Sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda beslenme süresi sonuçlarını konsantrasyonlara göre karşılaştıracak olursak, %10 karbohidrat konsantrasyonunda *C. aethiops* (Şekil 4.1.) en çok sükrozu tercih ederken, bu türün az da olsa glukoz da eğilimi olduğu ortaya çıkmıştır. Maltoz, d-sorbitol, d-arabinoz ve melezitozun ise tercih edilmediği görülmektedir. Aynı konsantrasyonda *F. cunicularia* (Şekil 4.2.) sonuçlarına baktığımızda ise sükroz ve melezitozun (sükroz > melezitoz) tercih edilebilir karbohidratlar olduğunu görüyoruz. Yine bu türün az da olsa glukoz eğilimi bulunmaktadır. Maltoz, d-sorbitol ve d-arabinozun ise tercih edilmediği görülmektedir. Bu sonuçlara göre %10 karbohidrat konsantrasyonunda her iki tür için en çok tercih edilen karbohidrat, sükroz olarak tespit edilmiştir. Ancak *F. cunicularia* türünün buna ek olarak melezitoza da yönlendiğini görüyoruz.

%20 karbohidrat konsantrasyonu sonuçlarına baktığımızda ise *C. aethiops* türünde (Şekil 4.3.) tercih edilen karbohidratların sükroz, d-sorbitol ve glukoz (sükroz > d-sorbitol > glukoz) olduğunu görüyoruz. Yine bu türün az da olsa melezitoza eğilimi olduğu ortaya çıkmıştır. Maltoz ve d-arabinozun ise tercih edilmediği görülmektedir. Aynı konsantrasyonda *F. cunicularia* sonuçlarına (Şekil 4.4.) baktığımızda ise sükroz ve melezitozun (sükroz > melezitoz) tercih edilebilir karbohidratlar olduğunu görüyoruz. Maltoz, glukoz, d-sorbitol ve d-arabinozun ise tercih edilmediği tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre %20 karbohidrat konsantrasyonunda her iki tür için ortak olarak sükrozun en çok tercih edilen karbohidrat olduğu ortaya çıkmıştır. Sükroz dışında *C. aethiops* d-sorbitol ve glukoz da yönelirken, *F. cunicularia* ise melezitoza yönelmiştir.

%50 karbohidrat konsantrasyonu sonuçlarına baktığımızda *C. aethiops* (Şekil 4.5.) için sükroz ve glukozda beslenme süreleri diğer karbohidratlara nazaran daha yüksek olmasına rağmen Anova-Manova sonuçlarına ($F_{6,114} = 2.25$, $p < 0.04$) göre veriler arasında bir farklılık tespit edilememiştir. Bu demek oluyor ki %50 karbohidrat konsantrasyonunda tercih edilen hiçbir karbohidrat yoktur. Aynı konsantrasyondaki *F. cunicularia* sonuçlarına (Şekil 4.6.) baktığımızda ise sükrozun tercih edilebilir bir karbohidrat olduğunu görüyoruz. Ayrıca bu türün az da olsa d-sorbitole yönlendiği de sonuçlarla sabittir. Glukoz, maltoz, d-arabinoz ve melezitoza ise yönelim söz konusu değildir. Bu sonuçlara göre *C. aethiops* için %50 karbohidrat konsantrasyonu beslenme için tercih edilen bir konsantrasyon değildir.

Beslenme süresi ortalamalarına bakıldığında *C. aethiops* için en çok tercih edilen karbohidrat olan sükrozun %20 karbohidrat konsantrasyonunda beslenmek için daha çok tercih edildiği ortaya çıkmıştır. %10 karbohidrat konsantrasyonunda karıncalar beslenirken sükrozda ortalama 28,3 saniye geçirirlerken (glukoz : ortalama 18,75 saniye), %20 karbohidrat konsantrasyonunda ise ortalama 108,1 saniye geçirmişlerdir (d-sorbitol : ortalama 80,3 saniye, glukoz : ortalama 78,95 saniye, melezitoz : ortalama 63,25 saniye). Bu noktada *C. aethiops* türü karıncaların davranış deneylerinde ödül olarak kullanılacak olan besinin %20 karbohidrat konsantrasyonundaki sükroz olduğunu söyleyebiliriz.

Beslenme ortalamaları için *F. cunicularia* türüne baktığımızda ise en çok tercih edilen karbohidrat olan sükrozun %50 karbohidrat konsantrasyonunda beslenmek için daha çok tercih edildiği ortaya çıkmıştır. Karıncalar beslenirken %10 karbohidrat konsantrasyonunda ortalama 44,7 saniye geçirirlerken (melezitoz : ortalama 39,25 saniye, glukoz : ortalama 15,6 saniye), %20 karbohidrat konsantrasyonunda 109,15 saniye (melezitoz : ortalama 77,25 saniye), %50 karbohidrat konsantrasyonunda ise ortalama 112,3 saniye geçirmişlerdir (d-sorbitol : ortalama 70,4 saniye). Bu noktada *F. cunicularia* türü karıncaların davranış deneylerinde ödül olarak kullanılacak olan besinin %50 karbohidrat konsantrasyonundaki sükroz olduğunu söyleyebiliriz. Bu sonuçlar doğrultusunda karbohidratların sağladıkları enerjinin kalori değerleri ile karıncaların bu karbohidratlara yönelim sıraları arasında bir ilişkinin olup olmadığı sorusu da akla geliyor.

Bu konu ile ilgili yapılan diğer çalışmalarla elde ettiğimiz beslenme süresi sonuçlarını karşılaştıracak olursak;

Sansevieria cinsine ait 17 taksonda ve yine bu cinse bağlı 2 adet kültür bitkisi türünde bulunan floral ve ekstrafloral bileşikler üzerine yapılan biyokimyasal analizlerde ise floral bileşiklerin sükrozca, ekstrafloral bileşiklerin ise heksozlarca zengin olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca hem floral hem ekstrafloral bileşiklerde fruktoz, glukoz ve sükroz varlığına rastlanmıştır [35]. *Formica perpilosa* ve *Forelius sp.* karınca türlerinin sükrozca zengin ekstrafloral bileşikleri tercih ettikleri de bilinmektedir [36]. Bu çalışmaların ışığında elde ettiğimiz sonuçları yordayacak olursak çalıştığımız iki karınca türünün sükrozca zengin olan besinlerle beslendiklerini düşünebiliriz. Baktığımız zaman sükrozca zengin bileşiklerle beslenen iki karınca türü de ekstrafloral bileşiklerle besleniyorsa diğer karınca türlerinde de aynı bağlantının olup olmadığı kontrol edilebilir.

Tinti ve Nofre'nin 0,5 M şeker solüsyonları ile *Lasius niger* üzerindeki deneylerinde karıncaların öncelikle sükroza, ardından glukoz ve daha sonra da melezitoza eğilim gösterdiği tespit edilmiştir [40]. Yine Avustralya kanopilerinde yaşayan ve nektarla beslenen 51 karınca türü ile doğal ortamlarında yapılan bir çalışmada da, çalışmada belirlenen türlerin sırasıyla sükroz, glukoz ve fruktoza afinite gösterdikleri tespit edilmiştir [39]. Bunun dışında *Dorymyrmex smithi*, *Myrmecocystus mendax*, *Pheidole diversipilosa*, *Pogonomyrmex occidentalis*, *Aphaenogaster cockerelli*, *Forelius maccooki*, *F. perpilosa* ve *Pogonomyrmex barbatus* türlerinin sükroz, kazein ve her ikisinin karışımı üzerine afiniteleri ile ilgili yapılan bir çalışmada beslenme tercihinin genellikle sükrozdan yana olduğu, bazı türlerde ise kazeinin fazlaca toplandığı belirtilmektedir [37]. Elde ettiğimiz sonuçlar da bu çalışmalardaki sonuçlarla paralellik göstermektedir. Ancak tercih edilen diğer karbohidratlar (en çok tercih edilen ikinci karbohidrat) türden türe farklılık göstermektedir. Bu konu ile ilgili olarak diğer türlerin de çalışılması önem arz etmektedir..

Ayrıca *Pheidole dentigula* türüne ait karıncalarla yapılan bir deneyde 0,5 molardan 1,00 molara kadar olan skalada karbohidratların konsantrasyonları azaltıldıkça sükroz ve glukoz yönelim daha da artmıştır [41]. Ancak *C. aethiops* türünde ortalama konsantrasyon olan %20 konsantrasyonda sükroza yönelim artarken, *F. cuniculaira*' da ise en yüksek konsantrasyon olan %50 karbohidrat konsantrasyonunda sükroza yönelim

artmıştır. Yani bu iki türe ait veriler yapılan *P. dentigula* deneyiyle paralellik göstermemektedir. Bu noktada her iki türde de elde edilen verilerin farklılığı konsantrasyon konusunda türden türe farklılığın olup olmadığı sorusuyla birlikte besin konsantrasyon ve yoğunluğunun farklılığı ile karıncaların ağız parçalarının arasında bir bağlantı olup olmadığı sorusunu da akıllara getiriyor. Bu konuda da bir çok çalışmanın yapılması önem arz etmektedir. Bunun dışında karıncaların beslendikleri floral ya da ekstra floral bileşiklerin doğadaki yoğunluk ve konsantrasyonları ölçülerek, elde ettiğimiz deneysel verilerle paralellik olup olmadığı da öğrenilebilir.

Beslenme süresinden elde edilen verilere bakıldığında her iki karınca türünün de sükröz, glukoz, d-sorbitol ve melezitoza farklı konsantrasyonlarda değişim gösterse de eğilimi olduğu ortaya konmuştur (Şekil 4.1. , Şekil 4.2. , Şekil 4.3. , Şekil 4.4. , Şekil 4.5. , Şekil 4.6.). Bu sonuçlar ışığında beslenme şekilleri birbirinden farklı olan bu iki karınca türünün karbohidratlar açısından pek de farklı bir beslenme stratejisi geliştirmediğini söylemek yanlış olmaz.

Besine geliş açısı verileriyle elde edilen sonuçlarla her iki karınca türünün karşılaştırmalı analizini yapacak olursak;

C. aethiops için %10 karbohidrat konsantrasyonunda elde edilen besine geliş açısı Anova-Manova sonuçları bize elde edilen hiçbir verinin arasında anlamlı bir fark olmadığını gösterdi ($F_{6,114} = 0.92$; $p = 0.49$). Ayrıca Post-Hoc verileri karbohidrat seçimi ile besine geliş açısı arasında bir bağlantı olmadığını gösterdi (Şekil 4.7.). Yine *F. cunicularia* Anova-Manova sonuçları da veriler arasında anlamlı bir fark olmadığını gösteriyordu ($F_{6,114} = 1.23$; $p = 0.3$). Ayrıca Post-Hoc verileri de karbohidrat seçimi ile besine geliş açısı arasında bir bağlantı olmadığını söylüyordu (Şekil 4.8.). Oysa *C. aethiops* bu konsantrasyonda sükröz ve glukoz, *F. cunicularia* ise sükröz, melezitoz ve glukoz eğilim gösteriyordu. Bu sonuçlar ışığında %10 karbohidrat konsantrasyonunda (beslenme süresi sonuçlarında her iki türün de bazı karbohidratlara eğilim göstermesine rağmen) her iki türde de besin tercihi ile besine geliş açısı arasında herhangi bir ilişki olduğundan söz edemeyiz.

C. aethiops için %20 karbohidrat konsantrasyonunda elde edilen besine geliş açısı Anova-Manova sonuçları bize elde edilen hiçbir verinin arasında anlamlı bir fark olmadığını gösterdi ($F_{6,114} = 0.88$; $p = 0.51$). Ayrıca Post-Hoc verileri karbohidrat

seçimi ile besine geliş açısı arasında bir bağlantı olmadığını gösterdi (Şekil 4.9.). Yine *F. cunicularia* Anova-Manova sonuçları da veriler arasında anlamlı bir fark olmadığını gösteriyordu ($F_{6,114} = 0.43$; $p = 0.9$). Ayrıca Post-Hoc verileri de karbohidrat seçimi ile besine geliş açısı arasında bir bağlantı olmadığını söylüyordu (Şekil 4.10.). Oysa *C. aethiops* bu konsantrasyonda sükroz, d-sorbitol, glukoz ve melezitoza, *F. cunicularia* ise sükroz ve melezitoza eğilim gösteriyordu. Bu sonuçlar ışığında % 20 karbohidrat konsantrasyonunda (beslenme süresi sonuçlarında her iki türün de bazı karbohidratlara eğilim göstermesine rağmen) her iki türde de besin tercihi ile besine geliş açısı arasında herhangi bir ilişki olduğundan söz edemeyiz.

Son olarak *C. aethiops* için %50 karbohidrat konsantrasyonunda elde edilen besine geliş açısı Anova-Manova sonuçları bize elde edilen hiçbir verinin arasında anlamlı bir fark olmadığını gösterdi ($F_{6,114} = 0.32$; $p = 0.92$). Ayrıca Post-Hoc verileri karbohidrat seçimi ile besine geliş açısı arasında bir bağlantı olmadığını gösterdi (Şekil 4.11.). Yine *F. cunicularia* Anova-Manova sonuçları da veriler arasında anlamlı bir fark olmadığını gösteriyordu ($F_{6,114} = 2.34$; $p = 0.04$). Ayrıca Post-Hoc verileri de karbohidrat seçimi ile besine geliş açısı arasında bir bağlantı olmadığını söylüyordu (Şekil 4.12.). Oysa *C. aethiops* bu konsantrasyonda herhangi bir karbohidrata eğilim göstermezken, *F. cunicularia* sükroz ve d-sorbitole eğilim gösteriyordu. Bu sonuçlar ışığında (*F. cunicularia*'nın beslenme süresi sonuçlarında bazı karbohidratlara eğilim göstermesine rağmen) diğer konsantrasyonlarda olduğu gibi bu karbohidrat konsantrasyonunda da türlerde besin tercihi ile besine geliş açısı arasında herhangi bir ilişki olduğundan söz edemeyiz.

Besine geliş açısı sonuçlarını her iki türde de genel olarak yorumlayacak olursak; karbohidratlara eğilim ile besine geliş açısı arasında herhangi bir bağlantı tespit edilememiştir.

Besinden çıkış açısı verileriyle elde edilen sonuçlarla her iki karınca türünün karşılaştırmalı analizini yapacak olursak;

C. aethiops için %10 karbohidrat konsantrasyonunda elde edilen besinden çıkış açısı Anova-Manova sonuçları bize elde edilen hiçbir verinin arasında anlamlı bir fark olmadığını gösterdi ($F_{6,114} = 0.50$; $p = 0.81$). Ayrıca Post-Hoc verileri karbohidrat seçimi ile besinden çıkış açısı arasında bir bağlantı olmadığını gösterdi (Şekil 4.13.). Yine

F. cunicularia Anova-Manova sonuçları da veriler arasında anlamlı bir fark olmadığını gösteriyordu ($F_{6,114} = 0.6$; $p = 0.8$). Ayrıca Post-Hoc verileri de karbohidrat seçimi ile besinden çıkış açısı arasında bir bağlantı olmadığını söylüyordu (Şekil 4.14.). Oysa *C. aethiops* bu konsantrasyonda sükröz ve glukoz, *F. cunicularia* ise sükröz, melezitoz ve glukoz eğilim gösteriyordu. Bu sonuçlar ışığında %10 karbohidrat konsantrasyonunda (beslenme süresi sonuçlarında her iki türün de bazı karbohidratlara eğilim göstermesine rağmen) her iki türde de besin tercihi ile besinden çıkış açısı arasında herhangi bir ilişki olduğundan söz edemeyiz.

C. aethiops için %20 karbohidrat konsantrasyonunda elde edilen besinden çıkış açısı Anova-Manova sonuçları bize elde edilen verilerin arasında anlamlı bir fark olduğunu gösterdi ($F_{6,114} = 2,34$, $p < 0.036$). Ayrıca Post – Hoc verileri *C. aethiops* için %20’lik karbohidrat konsantrasyonunda melez gruplar olan sükröz ve d-arabinoz (Tablo 4.10.’un %20’lik *C. aethiops* sütunundaki a,b ve a,c) seçiminin besinden çıkış açısı ile az da olsa bir ilgisi olduğunu gösteriyordu (Şekil 4.15). *F. cunicularia* Anova-Manova sonuçları ise veriler arasında anlamlı bir fark olmadığını gösteriyordu ($F_{6,114} = 1.32$; $p = 0.3$). Ayrıca Post-Hoc verileri de karbohidrat seçimi ile besine geliş açısı arasında bir bağlantı olmadığını söylüyordu (Şekil 4.16.). *C. aethiops* bu konsantrasyonda sükröz, d-sorbitol, glukoz ve melezitoza, *F. cunicularia* ise sükröz ve melezitoza eğilim gösteriyordu. % 20 karbohidrat konsantrasyonu için ortaya konan beslenme süresi sonuçlarında, dört farklı karbohidrata (sükröz, d-sorbitol, glukoz ve melezitoz) eğilim gösteren *C. aethiops* türünün besinden çıkış açıları ile ilgili olan sonuçlarında ise en yüksek ortalama beslenme süresine (ortalama 108,1 saniye) sahip olan sükröz (tablo 4.10.’un %20’lik *C. aethiops* sütunundaki a,b) ve en düşük ortalama beslenme süresine (ortalama 2,8 saniye) sahip olan d-arabinoz (tablo 4.10.’un %20’lik *C. aethiops* sütunundaki a,b) besinden çıkış açısı ile az da olsa ilişkili bulunmuştur. Bu durumda *C. aethiops* için %20 karbohidrat konsantrasyonunda sükröz ve besinden çıkış açısı ile pozitif, d-arabinoz ve besinden çıkış açısı ile negatif korelasyon olabileceği savı ortaya atılabilir. Ancak bu çalışmada bu kontroller yapılmamıştır. *F. cunicularia* sonuçları ise %10 karbohidrat konsantrasyonundaki sonuçlarla benzerlik göstermektedir yani bu konsantrasyonda *F. cunicularia* için besin tercihi ile besinden çıkış açısı arasında bir bağlantı olduğunu söyleyemeyiz.

Son olarak *C. aethiops* için %50 karbohidrat konsantrasyonunda elde edilen besinden çıkış açısı Anova-Manova sonuçları bize elde edilen hiçbir verinin arasında anlamlı bir fark olmadığını gösterdi ($F_{6,114} = 1.35$; $p = 0.24$). Ayrıca Post-Hoc verileri karbohidrat seçimi ile besine geliş açısı arasında bir bağlantı olmadığını gösterdi (Şekil 4.17.). Yine *F. cunicularia* Anova-Manova sonuçları da veriler arasında anlamlı bir fark olmadığını gösteriyordu ($F_{6,114} = 0.67$; $p = 0.7$). Ayrıca Post-Hoc verileri de karbohidrat seçimi ile besinden çıkış açısı arasında bir bağlantı olmadığını söylüyordu (Şekil 4.18). Oysa *C. aethiops* bu konsantrasyonda herhangi bir karbohidrata eğilim göstermezken, *F. cunicularia* sükröz ve d-sorbitole eğilim gösteriyordu. Bu sonuçlar ışığında (*F. cunicularia*'nın beslenme süresi sonuçlarında bazı karbohidratlara eğilim göstermesine rağmen) diğer konsantrasyonlarda olduğu gibi bu karbohidrat konsantrasyonunda da türlerde besin tercihi ile besinden çıkış arasında herhangi bir ilişki olduğundan söz edemeyiz.

Besinden çıkış açısı sonuçlarını her iki türde de (%20 karbohidrat konsantrasyonundaki *C. aethiops* besinden çıkış açısı sonuçları hariç) yorumlayacak olursak; karbohidratlara eğilim ile besine geliş açısı arasında herhangi bir bağlantı tespit edilememiştir.

Besinden ayrılma vektör uzunluğu verileriyle elde edilen sonuçlarla her iki karınca türünün karşılaştırmalı analizini yapacak olursak;

C. aethiops için %10 karbohidrat konsantrasyonunda elde edilen besinden ayrılma vektör uzunluğu Anova-Manova sonuçları bize elde edilen hiçbir verinin arasında anlamlı bir fark olmadığını gösterdi ($F_{6,114} = 2.07$; $p = 0.06$). Ayrıca Post-Hoc verileri karbohidrat seçimi ile besinden ayrılma vektör uzunluğu arasında bir bağlantı olmadığını gösterdi (Şekil 4.19.). Ancak *F. cunicularia* Anova-Manova sonuçları veriler arasında anlamlı bir fark olduğunu gösteriyordu ($F_{6,114} = 5.14$, $p < 0.00001$) ve Post-Hoc verileri de bunu destekler nitelikteydi (Şekil 4.20.). Besinden ayrılma vektör uzunluğu göz önünde bulundurulduğunda *F. cunicularia* için %10'luk karbohidrat konsantrasyonunda glukoz, maltoz, d-sorbitol ve sükröz (b) seçiminin besinden ayrılma vektör uzunluğu ile bir ilişkisi bulunmuştur (tablo 4.11.'in %10'luk *F. cunicularia* sütunu). *F. cunicularia*'nın bu konsantrasyondaki beslenme süresi sonuçlarına baktığımızda sükröz, melezitoz ve glukozu eğilimi olduğunu görüyoruz. Bu iki sonucu bir arada değerlendirdiğimizde %10

karbohidrat konsantrasyonu *F. cunicularia* sonuçları için sükröz ve glukoz seçiminin besinden ayrılma vektör uzunluğu ile bir ilişkisi olabileceğini söyleyebiliriz. Bu sonuçlar ışığında %10 karbohidrat konsantrasyonunda (beslenme süresi sonuçlarında her iki türün de bazı karbohidratlara eğilim göstermesine rağmen) sadece *F. cunicularia*'daki bazı karbohidrat tercihlerinin (sükröz ve glukoz) besinden ayrılma vektör uzunluğu ile bir ilişkisi olduğunu söyleyebiliriz.

C. aethiops için %20 karbohidrat konsantrasyonunda elde edilen besinden ayrılma vektör uzunluğu Anova-Manova sonuçları bize elde edilen hiçbir verinin arasında anlamlı bir fark olmadığını gösterdi ($F_{6,114} = 1.09$; $p = 0.38$). Ayrıca Post-Hoc verileri karbohidrat seçimi ile besinden ayrılma vektör uzunluğu arasında bir bağlantı olmadığını gösterdi (Şekil 4.21.). Yine *F. cunicularia* Anova-Manova sonuçları da Post-Hoc sonuçları tam tersini söylese de (Şekil 4.22.) veriler arasında anlamlı bir fark olmadığını gösteriyordu ($F_{6,114} = 1.88$; $p = 0.09$). Bu sonuçlar ışığında %20 karbohidrat konsantrasyonunda her iki tür için de beslenme süresi ve besinden ayrılma vektör uzunluğu arasında bir bağlantı yoktur diyebiliriz.

C. aethiops için %50 karbohidrat konsantrasyonunda elde edilen besinden ayrılma vektör uzunluğu Anova-Manova sonuçları bize elde edilen hiçbir verinin arasında anlamlı bir fark olmadığını gösterdi ($F_{6,114} = 1.47$; $p = 0.19$). Ayrıca Post-Hoc verileri karbohidrat seçimi ile besinden ayrılma vektör uzunluğu arasında bir bağlantı olmadığını gösterdi (Şekil 4.23.). Ancak *F. cunicularia* Anova-Manova sonuçları veriler arasında anlamlı bir fark olduğunu gösteriyordu ($F_{6,114} = 12.61$, $p < 0.00001$) ve Post-Hoc verileri de bunu destekler nitelikteydi (Şekil 4.24.). Besinden ayrılma vektör uzunluğu göz önünde bulundurulduğunda *F. cunicularia* için %50'lik karbohidrat konsantrasyonunda sükröz (b), d-sorbitol ve glukoz seçiminin besinden ayrılma vektör uzunluğu ile bir ilişkisi bulunmuştur (Tablo 4.12.'nin %50'lik *F. cunicularia* sütunu). *F. cunicularia*'nın bu konsantrasyondaki beslenme süresi sonuçlarına baktığımızda sükröz ve d-sorbitole eğilimi olduğunu görüyoruz. Bu iki sonucu bir arada değerlendirdiğimizde %50 karbohidrat konsantrasyonu *F. cunicularia* sonuçları için sükröz ve d-sorbitol seçiminin besinden ayrılma vektör uzunluğu ile bir ilişkisi olabileceğini söyleyebiliriz. Bu sonuçlar ışığında %50 karbohidrat konsantrasyonunda sadece *F. cunicularia*'daki bazı karbohidrat tercihlerinin (sükröz ve d-sorbitol) besinden ayrılma vektör uzunluğu ile bir ilişkisi olduğu ortaya konmuştur.

Besinden ayrılma vektör uzunluğu sonuçlarını her iki türde de yorumlayacak olursak; *C. aethiops*'da beslenme süresi verileri ile besinden ayrılma vektör uzunluğu verileri arasında bir bağlantı bulunamamıştır. Oysa *F. cunicularia*'da %10 ve %20 karbohidrat konsantrasyonunda tercih edilen karbohidratlarla besinden ayrılma vektör uzunluğu arasında bir bağlantı olduğunu söyleyebiliriz.

Genel olarak tüm sonuçlara baktığımızda her iki türde de konsantrasyon fark etmeden sükrozun en çok tercih edilen karbohidrat olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca her iki türde de besine giriş ve besinden çıkış açılarının (*C. aethiops* için %20 karbohidrat konsantrasyonu hariç) karbohidrat seçimi ile bir ilişkisi olmadığı bulunmuştur. *C. aethiops*'da besinden ayrılma vektör uzunluğu ve tercih edilen karbohidratlar arasında bir ilişki yokken, *F. cunicularia*'da %10 ve %50 karbohidrat konsantrasyonunda tercih edilen karbohidratlar ile besinden ayrılma vektör uzunluğu arasında bir ilişki söz konusudur.

BÖLÜM 6

EKLER

6.1. Deney Sonuç Tutanağı Örneği

Deneyi Yapan:

Karınca No :

Tarih:

Deney Parçası 1 :

Şekerler: , ,

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

Kayıt Notları :

Deney Parçası 2 :

Şekerler : , ,

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

Kayıt Notları :

BÖLÜM 7

KAYNAKLAR

- [1] Schildknecht H., Siewerdt R., Maschwitz U., *A Vertebrate Hormone as Defensive Substance of the Water Beetle (Dytiscus marginalis)*, Angewandte Chemie International Edition in English, 5, 421-422, (1966).
- [2] Hangartner W., *Structure and Variability of the Individual Odor Trail in Solenopsis geminata Fabr. (Hymenoptera, Formicidae)*, Z.Vergl. Physiologie, 62, 111-120, (1969).
- [3] Wilson E.O., *Chemical communication among workers of the fire-ant Solenopsis saevissima (Fr. Smith). 1. The organization of mass foraging. 2. An information analysis of the odour trail. 3. The experimental induction of social responses*, Anim. Behav., 10, 134- 164, (1962).
- [4] Longhurst C., Johnson R.A., Wood T.C., *Predation by Megaponera foetens (Fabr.), (Hymenoptera: Formicidae) on Termites in the Nigerian Souther Gunea Savoinna*, Oecologia (Berl.), 32, 101-107, (1978).
- [5] Hölldobler B., *Communication Raiding Behavior and Prey Storage in Ceraparhyr (Hymenoptera; Formicidae)*, A Journal of Entomology, 89, 3-24, (1982).
- [6] Brown W.L., Wilson E.O., *The Evolution of the Decetine Ants*, The Quarterlt Review of Biology, 34, 278-294, (1959).
- [7] Sudd J.H., Franks N.R., *The Behavioural Ecology of Ants*, Blackie. Glasgow, 3, 206- 216, (1987).
- [8] Wheeler W.M., *Ecological Relations of Ponerine and Other Ants to Termites*, Proceedings of the American Academy of Arts and Science, 71, 159-243, (1936).
- [9] Rettenmeyer C.W., *Behavioral studies of army ants*, Kansas University Science Bulletin, 28, 1-465, (1963).

- [10] Topoff H., Mirenda J., Droual R., Herrick S., *Behavioral ecology of mass recruitment in the army ant *Neivamyrmex nigrescen**, Anim. Behav., 28, 779-789, (1980).
- [11] Garling L., *Origin of Ant- Fungus Mutualism: a New Hypotheis*, Biotropica, 11, 284- 291, (1979).
- [12] Martin M.M., Weber N.A., *The Cellulose Utilizing Capability of the Fungus Cultured by the Attine Ant*, Annals of the Entomol Society, 62, 1386-1387, (1669).
- [13] Powell R.J., Stradling D.J., *Factors Influencing the Growth of *Attamyces bromatificus*, a Symbiont of Attine Ants*, Transactions of the British Mycological Society, 87, 205-213, (1986).
- [14] Schildknecht H., Koob K., *Myrmicacin the First Insect Herbicides*, Angewandte Cheuie International Edition in English, 10, 124-125, (1971).
- [15] Skinner B.F., *The Species – Specific Behavior of Ethologists*, Behav. Anal. 3(1), 50-51, (1980).
- [16] Inouye D.W., Taylr O.R., *A Temperate Region Plant- Ant- Seed Predator Syrtem Consequences of Extra Floral Nectar Secretion by *Helianthella quinqueneruis**, Ecology, 60, 1-7, (1979).
- [17] Bentley B.L., *Extrafloral Nectaries and Protection by Pugnacious bodyguards*, Annual Review of Ecology and Systematics, 8, 407-427, (1977).
- [18] Maltais J.B., Auclair J.L., *Occurence of Amino acids in the Honeydew of the Cresent Marked Lily Aphids, *Myzus circumplexus* (Buck.)*, Canadian Journal of Zoology, 30(4), 191-193, (1952).
- [19] Caroll C.R., Janzen D.H., *Ecology of Foraging by Ants*, Annual Review of Ecology and Systematics, 4, 231, (1973).
- [20] Whitford W.G., *Foraging in seed harvester ants *Pogonomymex spp.** Ecology, 59, 185–189, (1978).

- [21] Cherix D., *Relation between diet and polyethism in Formica colonies. From Individual To Collective Behaviour In Social Insects* (J. M. Pasteels and J. L. Deneubourg, eds.), 155- 176, Birkhauser, Basel., (1987).
- [22] R., Fortelius W., *Ortstreue in Foraging Ants of The Formica rufa group*, Insectes Sociaux, 33, 306-337, (1987).
- [23] Delabie J.H.C., *Trophobiosis Between Formicidae and Hemiptera (Sternorrhyncha and Auchenorrhyncha); an overview*, Neotropical Entomology, 30, (2001).
- [24] Perry G., Pianka E.R., *Animal Foraging: Past, Present and Future*, Ecology&Evolution, 12, 360-364, (1997).
- [25] Schoener T.W., *Theory of Feeding Strategies*, Annual Review of Ecology and Systematics, 2, 369, (1971).
- [26] Hölldobler B., *Recruitment behavior, home range orientation and territoriality in harvester ants, Pogonomyrmex*, Behav. Ecol. Sociobiol., 1, 3–44, (1976).
- [27] Traniello J.F.A., Fourcassie V., Graham T.P., *Search Behavior and Foraging Ecology of the Ant Formica schaufussi: colony-level and Individual Patterns*, Ethology Ecology&Evolution, 3, 35-47, (1991).
- [28] Beugnon G., Fourcassie V., *How Do Red Wood Ants Orient During Diurnal and Nocturnal Foraging in a Three Dimensional System*, Insectes Sociaux, 35, 106-124, (1988).
- [29] Dejean A., Benhamou S., *Orientation and Foraging Movements in a Patchy Environment by the ant Serrastruma lujac (Formicidae- myrmicinae)*, Behavioural Processes, 30, 233-243, (1993).
- [30] Beugnon G., Pastergue-Ruiz L., Schatz B., Lachaud J.P., *Cognitive Approach of Spatial and Temporal Information Processing in Insects*, Cognition and Evolution, 35, 55-62, (1995).
- [31] Beckers R., Goss S., Deneubourg L., Pasteels J.M., *Colony Size, Communication and Ant Foraging Strategy*, A Journal of Entomology, 96, 239-256, (1989).

- [32] Beckers R., Deneubourg J.L., Goss S., *Trails And U-turns in the Selection of a Path by the ant Lasius niger*, Journal of Theoretical Biology, 159, 397-415, (1992).
- [33] Wilkinson T. L., Ashford D. A., Pritchard J., Douglas A. E., *Honeydew Sugars and Osmoregulation in the Pea Aphid Acyrthosiphon pisum*, JEB, 200, 2137-2143 (1997).
- [34] Rudgers J. A., Gardener M. C., *Extrafloral Nectar as a Resource Mediating Multispecies Interactions*, Ecological Society of America, 85(6), 1495-1502, (2004).
- [35] Tanowitz B.D., Koehler, D.L., *Carbohydrate analysis of floral and extra-floral nectars in selected taxa of Sansevieria (Agavaceae)*, Ann. Bot., 58, 541-54, (1986).
- [36] Wagner D., Kay A., *Do Extrafloral Nectaries Distract Ants from Visiting Flowers? An Experimental Test of an Overlooked Hypothesis*, Evolutionary Ecology Research, 4, 293-305, (2002).
- [37] Kay A., *The relative availabilities of Complementary Resources Affect the Feeding Preferences of Ant Colonies*, Behavioral Ecology, 15(1), 63-70, (2004).
- [38] Vander Meer R. K., Lofgren C. S., Seawright J. A., *Specificity of the Red Imported Fire Ant (Hymenoptera:Formicidae) Phagostimulant Response to Carbohydrates*, Florida Entomologist, 78(1), 144-154, (1995).
- [39] Blüthgen N., Fiedler K., *Preferences for Sugars and Amino acids and their Conditionality in a Diverse Nectar-feeding Ant Community*, Journal of Animal Ecology, 73, 155-166, (2004).
- [40] Tinti J. M., Nofre C., *Responses of the Ant Lasius niger to Various Compounds Perceived as Sweet in Humans: a Structure-Activity Relationship Study*, Chem. Senses, 26, 231-237, (2001).
- [41] Vega J. V. H., Lopez B. E., Cancino E. R., Ceballos R. B., *Recruitment Response to Six Carbohydrates in the Ant Pheidole dentigula Smith, 1927 (Hymenoptera, Formicidae)*, Entomological News, 121, 290-297, (2010).
- [42] Santini G., Tucci L., Ottonetti L., Frizzi F., *Competition trade-off in the Organisation of a Mediterranean ant Assemblage*, Ecological Entomology, 32, 319-326, (2007).

- [43] Kessock-Philip R., Hurst H., Rossigton S.R., Holloway G.J., *Nesting ecology of Formica cunicularia*, English Nature Research Reports, 612, (2004).
- [44] Collingwood C.A., *The Formicidae (Hymenoptera) of Fennoscandia and Denmark*, 28, 175, (1979).
- [45] Camponotus aethiops (Latreille, 1798), *AntBase*, Erişim Tarihi : 14.07.2013, <http://www.antbase.net/htdocs/formicinae/camponotus/index.html>
- [46] Formica cunicularia Latreille (1798), *AntBase*, Erişim Tarihi : 14.07.2013, http://www.antbase.net/htdocs/formicinae/formica/formica_cunicularia_latreille,_1798.html

BÖLÜM 8

ÖZGEÇMİŞ

01.04.1987 yılında Edirne'nin Havsa ilçesinde doğdum. İlköğrenimimi, Havsa Sokollu İlkokulu'nda, ortaöğrenimimi, Havsa Cumhuriyet İlköğretim Okulu'nda tamamladım. Lise eğitimimi ise 2001-2005 yılları arasında Edirne Anadolu Öğretmen Lisesi'nde tamamladım. 2005 yılında girdiğim Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Biyoloji Öğretmenliği Bölümü'nden 2010 yılında mezun oldum. 2005-2010 yılları arasında Konya Selçuk Üniversitesi'nde düzenlenen 14. Ulusal Biyoloji Öğrenci Kongresi'ne lesepsiye balıkların göçü ile ilgili bir poster bildirisiyle, Gaziantep Üniversitesi'nde düzenlenen 15. Biyoloji Öğrenci Kongresi'ne ise ***Acanthocyclops robustus* (Crustacea: Copepoda: Cyclopoida) Morphology and seasonally variation of their height** sözlü sunumum ile katıldım. Lisans eğitimimin bittiği aynı yıl Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilimdalı'nda yüksek lisansa başladım. Yüksek lisans eğitimim esnasında 2011-2012 eğitim yılının bahar dönemini ERASMUS eğitim programından faydalanarak Fransa'nın Toulouse III – Paul Sabatier Üniversitesi'nde geçirdim. Yüksek lisans programımı 2013 yılında ***‘Camponotus aethiops ve Formica cunicularia Türlerinde Karbohidrat Tercihi’*** konulu tez ile tamamladım.