

T.C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Phonochorion uvarovi 'DE (ORTHOPTERA: TETTIGONIIDAE)
ERKEĞİN YAŞININ SPERMATOFOR İÇERİKLERİ ÜZERİNE
ETKİSİ

HÜLYA ÖNAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORDU 2013

T.C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Phonochorion uvarovi 'DE (ORTHOPTERA: TETTIGONIIDAE)
ERKEĞİN YAŞININ SPERMATOFOR İÇERİKLERİ ÜZERİNE
ETKİSİ

HÜLYA ÖNAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

AKADEMİK DANIŞMAN
PROF. DR. HASAN SEVGİLİ

ORDU – 2013

TEZ ONAY

Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Hülya ÖNAL tarafından hazırlanan “*Phonochorion uvarovi*’de (Orthoptera: Tettigoniidae) erkeğin yaşının spermatofor içerikleri üzerine etkisi” adlı bu tez, jürimiz tarafından .../ / tarihinde oy birliği / oy çokluğu ile Biyoloji Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Hasan SEVGİLİ İmza:
Biyoloji, Ordu Üniversitesi

Başkan : Prof. Dr. Hasan SEVGİLİ İmza:
Biyoloji, Ordu Üniversitesi

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ali GÜNCAN İmza:
Bitki Koruma, Ordu Üniversitesi

Üye : Yrd. Doç.Dr. Hakan GÜR İmza:
Biyoloji, Ahi Evran Üniversitesi

ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu’nun.....tarih vesayılı kararı ile onaylanmıştır.

...../...../20.....
Enstitü Müdürü
(Ünvanı, Adı Soyadı)

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdığı yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

İmza
Hülya ÖNAL

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Phonochorion uvarovi 'DE(ORTHOPTERA: TETTIGONIIDAE) ERKEĞİN YAŞININ SPERMATOFOR İÇERİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

HÜLYA ÖNAL

Ordu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı, 2013
Yüksek Lisans Tezi, 67s.

Danışman: Prof. Dr. Hasan SEVGİLİ

Birçok çalı çekirgesi türünde erkekler, çiftleşme öncesinde dişilere oldukça büyük bir spermatofor transfer ederler. Spermatofor sperm içeren ampulla ve jelatinimsi yapıda olan bir spermatofilakstan oluşur. Bu çalışmada *Phonochorion uvarovi* model organizma olarak kullanılarak, virjin ve virjin olmayan erkeklerde yaşın spermatofor yatırımı (spermatofilaks ağırlığı, ampulla ağırlığı ve sperm sayısı) ve sperm transferi üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Yapılan çalışmada erkeğin yaşının, erkeğe maliyeti hayli yüksek olan spermator yatırımda ve olası sperm rekabetinde oldukça büyük bir etkisinin olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada yaşlı ve virjin erkeklerin ampullarının genç ve virjin erkeklere göre fazla sperm içerdiği gösterilmiştir. Yaşlı erkekler ejakulat koruma hipoteziyle ilişkili olarak daha büyük spermatofor oluşturmuşlardır. Bulgularımıza göre erkeğin yaşı ve çiftleşme statüsü çiftleşme başarısı üzerinde etkilidir. Dişi *P. uvarovi*, erkeğin yaşı ve bunu bağlı olarak yaptığı yatırımla ilişkili olarak doğada yaşlı erkekleri çiftleşmek için tercih edebilir.

Anahtar Kelimeler: *Phonochorion uvarovi*, Erkek Yaşı, Spermatofor, Ampulla, Sperm Sayısı, Ejakulat Koruma Hipotezi

ABSTRACT

EFFECT OF MALE'S AGE ON SPERMATOPHORE INVESTMENT IN *Phonochorion uvarovi* (ORTHOPTERA: TETTIGONIIDAE)

HÜLYA ÖNAL

University of Ordu
Institute for Graduate Studies in Science and Technology
Department of Biology, 2013
MSc. Thesis, 67p.

Supervisor: Prof. Dr. Hasan SEVGİLİ

In numerous bushcricket species the male transfers a large spermatophore to the female during mating. Such a spermatophore consists of two parts, the smaller sperm containing ampulla and the larger jelly like spermatophylax. In this study, the effects of mating status (virgin and nonvirgin) male age on sperm allocation and spermatophore investment (spermatophore weight, spermatofilax weight, ampulla weight and sperm number) was determined using as a model organism *Phonochorion uvarovi*. We examined the effects of male age had a significant effect on the allacation because of possible sperm competition and spermatophore investment which is considerable cost of the male. This study has shown that old and virgin male have more absolute sperm number in his ampulla than young virgin male. Older males allocated the bigger spermatophore, supported the ejaculate protection hypothesis. According to our findings male age and mating status seem likely to be efficiently correlated in mating success. We conclude that female *P. uvarovi* probably prefer old males, because in the field, this preference correlates with male age and therefore resources provided at mating.

Key Words: *Phonochorion uvarovi*, Male Age, Spermatofor, Ampulla, Sperm Number, Ejakulat Protection Hypothesis

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesi, alıőmanın yürütölmesi ve tez yazım aőamasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen ve akademik hayatımı engin tecrübeleriyle őekillendiren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Hasan SEVGİLİ 'ye teşekkür ederim. Tez çalıőmamın istatistiksel değerlendirmelerinde değerli fikirlerini ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Dr. Hüseyin SEVGİLİ'ye teşekkür ederim. Yüksek lisansım süresince ve çalıőmalarım sırasında her daim yanımda hissettiğim, yardımlarını ve ilgisini hiç eksik etmeyen Sayın Emel SEVGİLİ'ye teşekkür ederim. Arazi ve laboratuvar çalıőmalarım boyunca destek ve yardımlarını esirgemeyen kıymetli arkadaşlarım Arzu YİğİT ve Gülőah YILMAZ'a, bu zorlu süreçte her daim desteğini hissettiğim arkadaşım Ersan KALDIRIMOğLU'na teşekkür ederim. Aynı zamanda, maddi ve manevi desteklerini her an üzerimde hissettiğim aileme bana her daim destek olup yanımda oldukları için teőekkürü bir borç bilirim.

Bu tez alıőması Ordu Üniversitesi BAP birimi tarafından TF-1201 kodlu proje ile desteklenmiőtir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİLLER LİSTESİ	VII
ÇİZELGELER LİSTESİ	IX
SİMGE VE KISALTMALAR	X
1. GİRİŞ	1
1.1 Böceklerde Erkekler Tarafından Dişiye Sunulan Düğün Hediyeleri.....	2
1.1.1. Yenilebilir Düğün Hediyesi Olarak Spermatozor.....	3
1.1.2. Çiftleşme Geçmişinin Spermatozor Yatırımına Etkisi.....	6
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
2.1. Spermatozor Yatırımı ile İlgili Çalışmalar.....	7
2.2. Dişi ve Erkeğin Çiftleşme Stratejileri Üzerine Yaş ve Çiftleşme Durumunun Etkisi.....	10
2.3. Çalışmanın Amacı.....	17
3. MATERYAL YÖNTEM	18
3.1. Materyal.....	18
3.1.1. Model Organizma Olarak <i>Phonochorion uvarovi</i> Karabağ, 1956.....	18
3.1.2. Genel Yayılış ve Habitat Özellikleri.....	18
3.1.3. <i>Phonochorion uvarovi</i> 'nin Morfolojik Özellikleri.....	19
3.2. Yöntem.....	20
3.2.1. Örneklerin Toplanması.....	20
3.2.2. Çiftleşme Protokolü.....	22
3.2.3. İstatiksel Yöntemler.....	24
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	25
4.1. <i>Phonochorion uvarovi</i> 'nin Çiftleşme Davranışı.....	25
4.2. Tüm Çiftleşmelerde Spermatozor Yatırımı.....	26
4.2.1. Spermatozor Yatırımı ve İçeriği.....	26
4.2.2. Erkeğin Ağırlığı ve Spermatozor İçeriği Arasındaki İlişkiler.....	27
4.3. Erkeğin Yaşına ve Çiftleşme Durumuna Bağlı Olarak Spermatozor ve Sperm Transfer Stratejilerinin Belirlenmesi.....	31
4.3.1. Virjin Erkeklerin Çiftleşme Yatırımı.....	31
4.3.2. Virjin Erkeklerin Farklı Yaş Gruplarında Çiftleşme Yatırımları.....	34
4.3.3. Virjin Erkek Yaş Gruplarında Spermatozor ve İçeriklerinin Transferi Stratejisi.....	36
4.3.4. Virjin Olmayan Erkeklerin Çiftleşme Yatırımı.....	38
4.3.5. Virjin Olmayan Erkeklerin Farklı Yaş Gruplarında Çiftleşme Yatırımları.....	41
4.3.6. Virjin Olmayan Erkek Yaş Gruplarında Spermatozor ve İçeriklerinin Transferi Stratejisi.....	43
4.4. Çiftleşme Durumunun Erkek Yatırımına Etkisi.....	45
4.5. Aynı Yaştaki Virjin ve Virjin Olmayan Erkeklerin Birinci ve İkinci Çiftleşmelerinin Karşılaştırılması.....	45
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	48
5.1. Tartışma.....	48
5.1.1. Spermatozor ve Genel İçeriği.....	48
5.1.2. Yaşın Virjin Erkeklerdeki Yatırıma Olan Etkisi.....	51
5.1.3. Virjin Olmayan Erkeklerin Yatırımında Yaşın Etkisi.....	52

5.1.4	Virjin ve Virjin Olmayan Erkeklerin Spermatofor Yatırımında Etkili Olan Unsurlar.....	54
5.2.	Sonuç	56
6.	KAYNAKLAR	58
	ÖZGEÇMİŞ	67

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil No		Sayfa
Şekil 1.1.	Bir Çalıçekirgesinde Spermatofor, Ampulla, Spermatofilaks ve Ovaryumun Konumu.....	4
Şekil 1.2.	Dişi Phonochorion uvarovi’de Çiftleşme Sonrası Erkeğin Aktardığı Spermatofor (Spermatofilaks + Ampulla).....	4
Şekil 3.1.	<i>Phonochorion</i> Türlerinin Yayılış Alanı.....	19
Şekil 3.2.	Ergin Dişi ve Erkek <i>Phonochorion uvarovi</i>	20
Şekil 3.3.	Yetiştirme İçin Kullanılan Büyük Kafesler.....	21
Şekil 3.4.	<i>Phonochorion uvarovi</i> Nimfinin Son Deri Değişimi ve Sonrası.....	22
Şekil 4.1.	<i>Phonochorion uvarovi</i> ’de Çiftleşme Davranışı.....	25
Şekil 4.2.	Yapılan Tüm Çiftleşmelerde Erkek Ağırlığı ile Ampulla ve Spermatofilaks Ağırlığı Arasındaki İlişki.....	28
Şekil 4.3.	Erkek Ağırlığı ve Spermatofor Ağırlığı Arasındaki İlişki.....	29
Şekil 4.4.	Spermatofilaks Ağırlığı ve Ampulla Ağırlığı Arasındaki İlişki.....	29
Şekil 4.5.	Spermatofor Ağırlığı ve Ampulla Ağırlığı Arasındaki İlişki.....	30
Şekil 4.6.	Ampulla Ağırlığı ve Sperm Sayısı Arasındaki İlişki.....	30
Şekil 4.7.	Virjin Erkek Yaş Gruplarına Bağlı Olarak Spermatofilaks Ağırlığı ve Erkek Ağırlığı Arasındaki Regresyon İlişkisi...	32
Şekil 4.8.	Virjin Erkek Yaş Gruplarına Bağlı Olarak Erkek Ağırlığı ve Ampulla Ağırlığı Arasındaki Regresyon İlişkisi.....	32
Şekil 4.9.	Virjin Erkek Yaş Gruplarına Bağlı Olarak Spermatofilaks Ağırlığı ve Ampulla Ağırlığı Arasındaki Regresyon İlişkisi.....	33
Şekil 4.10.	Virjin Erkek Yaş Gruplarına Bağlı Olarak Ampulla Ağırlığı ile Sperm Sayısı Arasındaki Regresyon İlişkisi.....	33
Şekil 4.11.	Spermatofor, Spermatofilaks ve Ampulla Ağırlıklarının Virjin Erkeğin Yaşına Bağlı Değişimleri.....	35
Şekil 4.12.	Ampulla Ağırlığının ve Sperm Sayısının Virjin Erkeğin Yaşına Bağlı Değişimi.....	36
Şekil 4.13.	Virjin Olmayan Erkek Yaş Gruplarına Bağlı Olarak Spermatofilaks Ağırlığı ve Erkek Ağırlığı Arasındaki Regresyon İlişkisi.....	39
Şekil 4.14.	Virjin Olmayan Erkek Yaş Gruplarına Bağlı Olarak Ampulla Ağırlığı ve Erkek Ağırlığı Arasındaki Regresyon İlişkisi.....	39
Şekil 4.15.	Virjin Olmayan Erkek Yaş Gruplarına Bağlı Olarak Ampulla Ağırlığı ve Spermatofilaks Ağırlığı Arasındaki Regresyon İlişkisi.....	40

Şekil 4.16.	Virjin Olmayan Erkek Yaş Gruplarına Bağlı Olarak Ampulla Ağırlığı İle Sperm Sayısı Arasındaki Regresyon İlişkisi.....	40
Şekil 4.17.	Spermatofor Ağırlığı, Spermatofilaks Ağırlığıve Ampulla Ağırlığının Virjin Olmayan Erkeğin Yaşına Bağlı Değişimi.....	42
Şekil 4.18.	Ampulla Ağırlığının ve Sperm Sayısının Virjin Olmayan Erkeğin Yaşına Bağlı Değişimi.....	43

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge No		Sayfa
Çizelge 3.1.	Dişi ve Erkeklerin Vücut Ölçüsü.....	19
Çizelge 4.1.	<i>Phonochorion uvarovi</i> 'de Yapılan Tüm Çiftleşmelere Ait Spermatofor Yatırımı ve İçeriği.....	26
Çizelge 4.2.	Doksan dört çiftleşme içerisindeki spermatofor içeriği arasındaki ilişkiler.....	27
Çizelge 4.3.	Farklı Yaş Gruplarındaki Virjin Erkeklerin Ağırlığı, Spermatofor Ağırlığı, Spermatofilaks Ağırlığı, Ampulla Ağırlığı ve Sperm Sayısı.....	31
Çizelge 4.4.	Virjin Erkek Yaş Gruplarına Bağlı Olarak Gruplar Arasındaki Farkı Gösteren Anova Analizi.....	34
Çizelge 4.5.	Erkek Ağırlığı, Dişi Ağırlığı, Spermatofilaks Ağırlığı, Ampulla Ağırlığı ve Erkeğin Yaşının Sperm Sayısı Üzerine Etkisini Gösteren Ancova Analizi.....	37
Çizelge 4.6.	Erkek Ağırlığı, Dişi Ağırlığı, Spermatofilaks Ağırlığı ve Erkeğin Yaşının Ampulla Ağırlığı Üzerine Etkisini Gösteren Ancova Analizi.....	37
Çizelge 4.7.	Erkek ve Dişi Ağırlıklarının ve Erkeğin Yaşının Spermatofilaks Ağırlığı Üzerine Etkisini Gösteren Ancova Analizi.....	37
Çizelge 4.8.	Erkek Ağırlığı ve Erkeğin Yaşının Spermatofor Ağırlığı Üzerine Etkisini Gösteren Ancova Analizi.....	38
Çizelge 4.9.	Farklı Yaş Gruplarında Virjin Olmayan Erkeklerin Ağırlığı, Spermatofor Ağırlığı, Spermatofilaks Ağırlığı Ampulla Ağırlığı ve Sperm Sayısı.....	38
Çizelge 4.10.	Virjin Olmayan Erkek Yaş Gruplarında Anova Analizi.....	41
Çizelge 4.11.	Erkek vücut, Dişi, Spermatofilaks, Ampulla Ağırlıkları ve Erkeğin Yaşının Sperm Sayısı Üzerine Etkisini Gösteren Ancova Analizi.....	44
Çizelge 4.12.	Erkek Ağırlığı, Dişi Ağırlığı, Spermatofilaks Ağırlığı ve Erkeğin Yaşının Ampulla Ağırlığı Üzerine Etkisini Gösteren Ancova Analizi.....	44
Çizelge 4.13.	Erkek Ağırlığı, Dişi Ağırlığı ve Erkeğin Yaşının Spermatofilaks Ağırlığı Üzerine Etkisini Gösteren Ancova Analizi.....	44
Çizelge 4.14.	Erkek Ağırlığı ve Erkeğin Yaşının Spermatofor Ağırlığı Üzerine Etkisini Gösteren Ancova Analizi.....	44
Çizelge 4.15.	13 Yaşındaki Virjin ve Virjin Olmayan Erkeklerin Çiftleşme Yatırımını Gösteren Anova Analizi.....	46
Çizelge 4.16.	16 Yaşındaki Virjin ve Virjin Olmayan Erkeklerin Çiftleşme Yatırımını Gösteren Anova Analizi.....	46
Çizelge 4.17.	13 ve 16 Yaşındaki Virjin Erkeklerin Çiftleşmerindeki Yatırımlarını Gösteren Anova Analizi.....	47
Çizelge 4.18.	13 ve 16 Yaşındaki Virjin Olmayan Erkeklerin Çiftleşmerindeki Yatırımlarını Gösteren Anova Analizi.....	47

SİMGELER VE KISALTMALAR

E	:	Erkek Ağırlığı
EY	:	Erkek Yaşı
D	:	Dişi Ağırlığı
Spf	:	Spermatofor Ağırlığı
Spflx	:	Spermatofilaks Ağırlığı
Amp	:	Ampulla Ağırlığı
Sp	:	Sperm Sayısı
mg	:	Miligram
mlt	:	Mililitre
cm	:	Santimetre
mm	:	Milimetre
p	:	Önem Düzeyi
SH	:	Standart Hata
Df	:	Serbestlik Derecesi
F	:	İstatistik Değeri
Adj. R ²	:	Düzeltilmiş Regresyon Değeri
R ²	:	Regresyon Değeri
ANOVA	:	Tek Yönlü Varyans Analizi
ANCOVA	:	Kovaryans Analizi
Ort	:	Ortalama
N	:	Birey sayısı

1. GİRİŞ

Hardy-Weinberg ilkelerinden sapan ve populasyonun evrimsel sürecinde etkili olan en önemli unsurlardan birisi, hiç şüphesiz üreme başarısındaki farklılıktır. Çünkü doğal populasyonlarda eşeyli üremede rastgele eş tercihi yoktur. Eşeyssel seçilim, Darwin'in ifade ettiği üzere doğadaki çiftleşme başarısında etkin olan bir unsurdur. Eşeyssel seçilimin bir maliyeti vardır ve bu maliyet bazen bireyleri zor durumda bırakabilir. Örneğin; dişiye çiftleşmeye ikna etmek isteyen bir erkek, fazla miktarda enerji ve zaman harcarken bazen de avcılara ve predatörlerine karşı savunmasız durumda kalabilir. Dişi için tüm bu riskleri alan erkek eşleşmede dişi için cezbedici olmayabilir (Stearns ve Hoekstra, 2005).

Bireyler arasındaki rekabetin sonucu olarak, bir çiftleşmede üreme başarısını en yüksek düzeyde gerçekleştirebilecek olan bireyin kazançlı olması beklenir (Alcock, 2005). Eşeyssel seçilim evrimsel süreçte etkili olan en önemli unsurdur ve farklı fenotiplerdeki bireyler arasındaki üreme başarısını temel alır (Andersson, 1994). Her iki eşeyde iki şekilde seçim yapılabilir. Bu seçimler, fenotipik yararlılık ve üretkenliği artırıcı yararlar olarak sınıflandırılabilir. Olası bir çiftleşmede dişinin seçmek isteyeceği bu yararlar eşlerin sahip olduğu yüksek verimlilik, en iyi besin sağlayan partner, yavru bakımı (özellikle memelilerde), çiftleşme yerinin güvenliği (yüksek organizasyonlu canlılarda), zengin besin kaynağı, predatörlere ve rahatsız edici bireylere karşı en iyi koruma sağlayan partner şeklinde olabilir (Arnqvist ve Nilsson, 2000).

Dişiler, daha sağlıklı ve üreme başarısı daha yüksek bireyler verebilmek için, çiftleşmelerinde yüksek verimlilikteki erkekleri tercih ederler ve dişinin tercihi gelecek soylardaki erkeklerin özelliklerinin belirlenmesi açısından önemlidir (Alcock, 2005). Çiftleşmenin birinci fonksiyonu dişiye sperm transferinin sağlanmasıdır. Erkekler üreme başarılarını arttırmak amacıyla birden fazla dişiyle (poligini) eşleşme çabası içerisindedirler. Erkek için birden fazla dişiyle çiftleşme, kendine ait genlerin, gelecek kuşağın gen havuzundaki frekansının artması anlamını taşır. Dişi için üreme başarısı daha çok yumurta ve yavru üretimiyle ölçülür.

Çekirgelerin çoğunda dişiler birden fazla erkekle (poliandri) veya aynı erkekle tekrarlanan çiftleşmeler yapabilirler. Bu durum çoğunlukla dişinin spermatekasında

birden fazla erkeğe ait sperm popülasyonunun bulunması anlamına gelir. Böylesi bir durum sperm rekabetini doğurur (Parker, 1990; Simmons, 2001; Parker ve Pizzari, 2010). Erkeğin eşeysel yatırımı dişinin yatırımı ile karşılaştırıldığında ortada asimetrik bir yapı olduğu açıktır. Milyonlarla ifade edilen sperm sayısı dişinin yumurta sayısı ile karşılaştırıldığında bu asimetrik maliyetin nedenleri yapılan çalışmalarda tartışma konusu yapılmıştır (Parker ve ark., 1997; Engqvist ve Reinhold, 2006; Solensky ve Oberhauser, 2009). Dişilerin eş seçimindeki tercihleri, erkekler arasındaki eşeysel yatırım parametrelerinde evrimsel olarak farklılaşmaya neden olmuş ve bunun bir sonucu olarak dişinin üreme başarısını en iyi arttıracak olan erkek seçimi davranışı evrimleşmiştir.

Dişinin yumurtalarını dölleyecek olan spermlerin sayı ve kalitesini dişi doğrudan göremez. Ancak, bu ‘iyi’ özelliklere sahip erkeğin tanınması ve ‘diğer’ lerinden ayırt edilebilmesi bazı sekonder eşeysel karakterler (morfolojik, biyoakustik, fizyolojik vs.) sayesinde olmaktadır. Farklı böcek gruplarında dişinin eş tercihinde etkili olan çiftleşme öncesi erkeklerin hediye sunma davranışı oldukça yaygındır. Bu hediyelerin kalitesi (büyüklük, ağırlık, besin içeriği vs.) erkeğin üreme başarısına olan katkısının bir ölçütü olarak, sıklıkla dişiler tarafından ayırt edilebildiği birçok deneysel çalışmada ortaya konmuştur.

1.1. Böceklerde Erkekler Tarafından Dişiye Sunulan Düğün Hediyeleri

Düğün hediyelerinin, yüksek maliyetine karşın, omurgasız taksonlarında sıklıkla görüldüğü yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Thornill ve Alcock, 1983; Andersson, 1994; Vahed, 1998; Gwynne, 2001). ‘Nuptial Gift’ adı verilen bu düğün hediyeleri çiftleşme öncesinde, sırasında ya da çiftleşmenin hemen sonrasında erkek tarafından dişiye sunulan besinsel içeriklerdir.

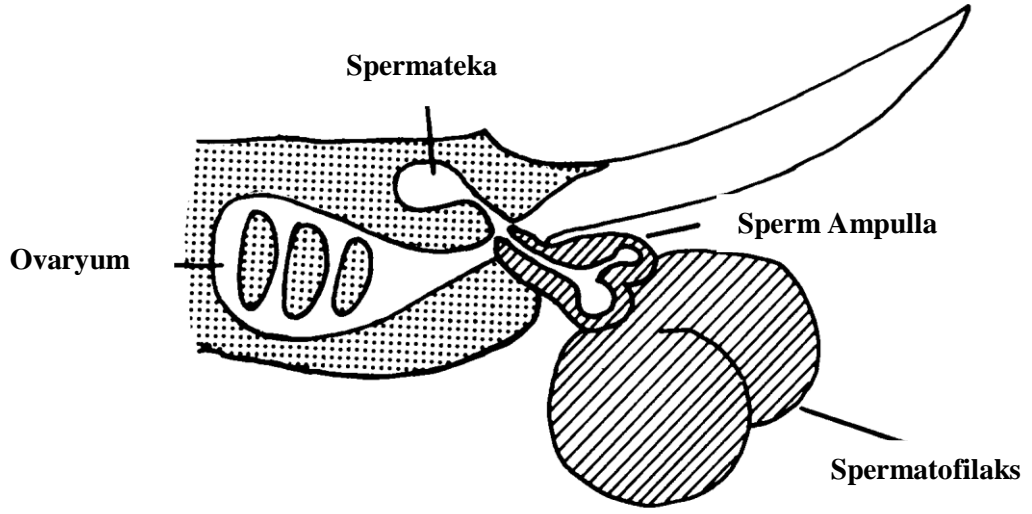
Böceklerde, erkek tarafından dişiye sunulan hediye çeşitleri arasında erkek tarafından yakalanarak dişiye sunulan av ve toplanan besinler, erkeğin vücudunun bir parçası veya tamamı, erkeğin çeşitli iç ve dış salgıları, tükrük salgısı, spermatofor ve çeşitli salgı ürünleri sayılabilir (Thornhill, 1976; Thornhill ve Alcock, 1983; Gwynne, 1983, 1997, 2008; Zeh ve Smith, 1985; Quinn ve Sakaluk, 1986; Simmons ve Parker, 1989; Boggs, 1995; Vahed, 1998).

1.1.1. Yenilebilir Düğün Hediyesi Olarak Spermatofor

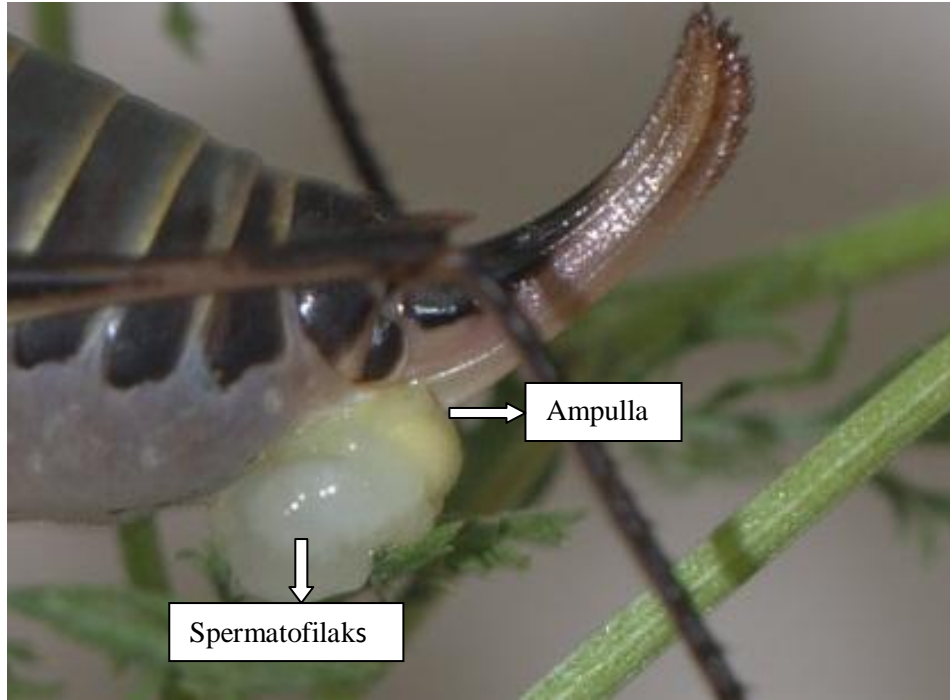
Birçok böcek grubunda özellikle çalı çekirgelerinde (Orthoptera:Tettigoniidae) erkekler, çiftleşme süresince spermatofor olarak adlandırılan düğün hediyesini dişiye transfer ederler (Wedell, 1993a; Wedell, 1993b; Vahed, 1998; Gwynne, 1990, 2001). Erkek tarafından sunulan hediye ile dişinin beslenmesi Orthoptera takımında oldukça yaygındır ve birçok kez bağımsız olarak evrimleşmiştir (Gwynne, 1995; Lehmann, 2012).

Tettigoniidae'de spermatofor, zengin protein içerikli jelatinimsi yapıda olan bir spermatofilaks ve sperm içeren bir ampulla olmak üzere iki kısımdan oluşur (Şekil 1.1). Çiftleşme sırasında erkek tarafından oluşturulan ampulla ve ona eklentili olan spermatofilaks dişinin genital açıklığına transfer edilir (Boldyrev, 1915; Gwynne, 1997). Çiftleşmenin hemen ardından spermatofor, dişinin genital açıklığında asılı olarak kalır ve bu esnada ampulladan dişinin spermatekasına sperm geçişi olur. Dişi çiftleşmenin ardından ovipozitörüne doğru eğilerek önce spermatofilaksı ardından ona ekli olan ampulla ve ampulladan kalma kalıntıları yemeğe başlar ve bu esnada dişinin spermatekasına sperm transferi devam eder (Boldyrev, 1915).

Erkek tarafından dişiye sunulan hediyelerin dişiye oldukça büyük bir yararı vardır ve yapılan çalışmalarda önerildiği üzere, dişiler çiftleşmelerinde genellikle ağır erkekleri tercih ederek, fazla miktarda besin sağlama (spermatofilaks) eğilimindedirler (Gwynne, 1982; Wedell, 1994a; Lehmann, 2008). Büyük hediye dişiye doğrudan bir besin yararı sağlarken aynı zamanda büyük bir spermatofilaks sunulur. Bu durumda dişinin spermatofilaksın boyutuna bağlı olarak spermatofilaksı yeme süresi dolayısıyla ampullanın vaktinden önce yenilmesi önlenmiş olur. Bu sırada daha fazla sayıda sperm ampulladan spermatekaya geçebilir ve dişinin yeniden çiftleşme periyodu uzamış olur (Gwynne, 1997, 2001; Lehmann, 2012). Tüm bunlara bağlı olarak çalı çekirgelerinde eşeyssel seçilimin erkekler üzerindeki selektif baskısı, erkeklerin spermatofor yatırımını artırma eğiliminde olmasına neden olmaktadır. Tüm bunlara rağmen erkeklerin çiftleşmedeki yatırımı sınırlıdır.



Şekil 1.1. Bir çalı çekirgesinde spermatofilaks, ampulla, spermateka ve ovaryum konumu (Gwynne, 1988a).



Şekil 1.2. Dişi *Phonochorion uvarovi*'de çiftleşme sonrası erkeğin aktardığı spermatofor (spermatofilaks + ampulla) (Fotoğraf: Hasan Sevgili)

Çalı çekirgelerinde spermatofor yatırımı türler arasında oldukça büyük varyasyon göstermektedir (Wedell, 1993b; Wedell, 1994a; McCartney ve ark., 2008a). Yapılan çalışmalarda spermatofor kütlesi ile erkeğin kütlesi arasında pozitif bir ilişki görülmektedir. Aynı şekilde genel olarak çalı çekirgelerinde (Wedell, 1993a; Vahed ve Gilbert, 1996; Vahed, 2006, 2007; Lehmann, 2012), *Poecilimon* (örn. Sevgili ve Reinhold, 2007; McCartney ve ark., 2008a) ve *Isophya* cinslerinde (sözlü görüşme H. Sevgili) spermatofilaks kütlesi ve ampulla kütlesi erkeğin vücut kütlesi ile pozitif ilişkilidir. İlave olarak yapılan çalışmalarda bildirildiği üzere çoğu kez sperm sayısı erkek vücut ağırlığı ile ilişkili değildir, fakat spermatofilaks büyük olduğunda dişiye fazla miktarda sperm geçişini mümkün kılabilir (Gwynne, 1997, 2001).

Çalı çekirgelerinde ampullanın fonksiyonu ejakulata ev sahipliği yapmakla nisbeten açık olmasına rağmen spermatofilaksın fonksiyonu tartışmalıdır. Yapılan çalışmalarda önerildiği üzere spermatofilaks vaktinden önce ampullanın yenilmesini önleyerek sperm transferine yardımcı olur (Gwynne, 1997). Bunun sonucunda spermatofilaksın fonksiyonu erkeğin çiftleşme çabasına bağlı olarak, ejakulatu korumaktır (Vahed, 1998; Gwynne, 2001). Hediye veren böceklerde, hediye nin fonksiyonunu açıklayan iki önemli hipotez söz konusudur. Bunlar ejakulat koruma hipotezi (çiftleşme çabası= mating effort) ve ebeveyn yatırım hipotezidir (parental investment). Ejakulat koruma hipotezi erkeğin olası bir çiftleşmedeki artan çiftleşme başarısını açıklar (Gerhard, 1913; Boldyrev, 1915; Gwynne, 1984; Sakaluk ve Eggert, 1996; Vahed ve Gilbert, 1996; Gwynne, 2001; Simmons, 2001). Büyük hediye dolayısıyla büyük spermatofor, ampulla ve içerisindeki sperm içeriğinin dişi tarafından vaktinden önce yenilmesini ya da tüketilmesini önlemesi açısından önemlidir. Buna bağlı olarak çalı çekirgelerinde ejakulat koruma hipotezi, eşeysel olarak seçilir ve erkeğin olası sperm rekabetindeki kazancını artırır (Reinhold ve Heller, 1993; Heller ve Reinhold, 1994; Gwynne, 1997; Reinhold ve von Helversen, 1997). Bu nedenle spermatofilaks boyutu transfer edilen sperm miktarını (Wedell ve Arak, 1989; Simmons ve Gwynne, 1991; Wedell, 1993a; Reinhold ve Heller, 1993), doğrudan yumurtlama frekansını ve gelişimini etkilemelidir (Vahed, 1998; Gwynne, 2001).

Ebeveyn yatırım hipotezi ise spermatofilaksın besinsel değerini açıklar. Bu hipotezde doğal seçilimin favorisi büyük spermatofilakstır. Çünkü erkeğin transfer ettiği besinsel içerik döllerin sayısını, gelişimini, kalitesini ve hayatta kalmasını belirlemesi açısından önemlidir (Wickler, 1985; Simmons ve Parker, 1989; Gwynne, 1986; Gwynne, 1988b, 1990; Reinhold ve Heller, 1993; Heller ve ark., 1998).

1.1.2. Çiftleşme Geçmişinin Spermatofor Yatırımına Etkisi

Wedell ve Cook (1999) *Pieris rapae*'de (Lepidoptera) yaptıkları çalışmada erkeklerin sperm rekabet yoğunluğuna bağlı olarak ejakulattaki sperm miktarını ayarladıklarını bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada virjin olmayan erkeklerin, daha önce virjin olmayan erkeklerle çiftleşmiş dişilere, virjin erkeklerle çiftleşmiş dişilere oranla daha fazla sperm transferinde buldukları saptanmıştır. Bu durum ise yüksek sperm rekabet yoğunluğuna bağlanmıştır. Virjin erkeklerin ise, dişinin çiftleşme geçmişiyile ya da dişinin büyüklüğüne bağlı olarak sperm ayarlaması yapmadıkları bulunmuştur. Virjin erkeklerin yüksek sperm rekabetine karşılık ağır dişilere daha fazla miktarda sperm transferi yapabilecekleri vurgulanmıştır.

Spermatofor üretimini etkileyen faktörler arasında erkeğin ve dişinin çiftleşme statüsü oldukça önemlidir. Çalı ekirgesi türlerinde yapılan çalışmalara bakıldığında virjin erkekler daha önce çiftleşmiş erkeklere oranla daha ağır bir spermatofor oluştururlar (Simmons ve Bailey, 1990; Wedell, 1993b; McCartney ve Heller, 2008b). Erkeklerin virjin dişilere virjin olmayan dişilere oranla daha fazla sperm transferinde bulduklarını gösteren çalışmalarda mevcuttur (Wedell 1998). Dişilerin tercihi bazı türlerde virjin erkeklerden yana olurken (Markow ve ark., 1978) bazı türlerde ise daha önce çiftleşmiş erkekler dişinin tercihi olabilmektedir (Cook, 1995).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Spermatofor Yatırımı ile İlgili Çalışmalar

Böceklerdeki düğün hediyesi beslenmesi ve evrimsel süreçteki etkisi yapılan çalışmalarda bilim adamları tarafından sıklıkla tartışma konusu yapılmıştır (Gwynne, 1986; Quinn ve Sakaluk, 1986; Simmons ve Parker, 1989; Vahed, 1998). Hediyein boyutu çalı çekirgelerinde büyük bir varyasyona sahiptir. Spermatofor üreten çalı çekirgelerinde, spermatoforun hem önemli bir besin içeriğinin olması (Wedell, 1993a; Voigt ve ark., 2005, 2006) hem de sperm içeren ampullayı taşıması bakımından eş seçiminde büyük önem taşır. Genellikle dişiler çiftleşmelerinde daha büyük erkekleri tercih ederek daha ağır spermatofor kazanma eğilimindedirler ve bu durum yapılan çalışmalarda kazanılan yüksek üreme başarısı ile açıklanmaktadır (Wedell ve Ritchie, 2004).

Çalı çekirgelerinde spermatofilaks dişinin yumurtlama sayısı ve yumurta kütlesi üzerine dolayısıyla dişinin verimliliği üzerinde etkilidir. *Requena verticalis* (Orthoptera) ile yapılan çalışmada, ortamda besin sıkıntısı olduğunda tüketilen spermatofilaks sayısının üretilen yumurta sayısı üzerine pozitif etkisi olduğu gösterilmiştir (Gwynne ve ark., 1984; Gwynne, 1984, 1988b; Wedell ve ark., 2008). Benzer olarak *Kawanaphila nartee* (Orthoptera) türünde ortamda besin kıtlığı olduğunda spermatofilaks beslenmesinin dişinin verimliliği (fecundity) üzerine etki ettiği belirtilmiştir (Simmons ve Bailey, 1990). Yumurta üretimini etkileyen nedenler belirsiz olmasına rağmen, hediye beslenmesinin yumurta üretimi üzerinde etkili olduğu varsayılabilir.

Arnqvist ve Nilsson (2000)'de belirtildiği üzere birden fazla erkekle çiftleşmenin görüldüğü türlerde (Poliandri), hediye beslenmesine bağlı olarak oluşturulan yumurta sayısı ve döllerin sayısında %35 ile % 85 arasında bir artış söz konusudur. Hediye beslenmesi olduğunda poliandri gösteren dişilerde yumurta üretimindeki artışın nedeninin transfer edilen besin içeriği ile ilgili olabileceği bildirilmiştir. Ayrıca yapılan çalışmada, poliandri gösteren dişinin yumurtlama başarısının artabileceği fakat bu artışın nedeninin hediye beslenmesi değil, gereksiz sperm depolamadan kaçınılması olabileceği de öne sürülmüştür (Arnqvist ve Nilsson, 2000).

Poecilimon veluchianus'da (Orthoptera) yapılan çalışmaya göre sperm sayısının, hem erkek ağırlığı ile hem de spermatofor ağırlığı ile ilişkili olmadığı bildirilmiştir (Reinhold ve von Helversen, 1997). Benzer olarak *Requena verticalis*'te (Orthoptera) yapılan çalışmada da sperm sayısı ve spermatofor büyüklüğü arasında aynı şekilde ilişki olmadığı bildirilmiştir (Simmons ve ark., 1994). Fakat erkeğin vücut ağırlığı ile spermatofor büyüklüğü arasında pozitif ilişki olduğunu bildiren çalışmalar da vardır (Heller ve Reinhold, 1994; Simmons, 1995).

Çalı çekirgelerinden *Decticus verrucivorus*'da (Orthoptera) yapılan çalışmada erkek ağırlığı ile spermatofor içeriği (spermatofilaks ve ampulla) arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir (Wedell ve Arak, 1989). Birçok çalı çekirgesi türünde de yapılan çalışmada erkeğin vücut ağırlığı ile spermatofor ağırlığı arasındaki pozitif ilişki bildirilmiştir (Wedell, 1993a; Wedell, 1993b; Heller ve Reinhold, 1994; Wedell ve Sandberg, 1995; Gao ve Kang, 2006). Benzer olarak erkeğin vücut ağırlığı ya da vücut büyüklüğü ile üretilen spermatofor arasında bir ilişki olmadığını gösteren çalışmalar da vardır [(*R. verticalis*: (Simmons, 1995), *P. zimmeri*: (Lehmann ve Lehmann, 2009)]. Örneğin ağaç çekirgelerinden olan *Oecanthus nigricornis*'de (Orthoptera) yapılan çalışmada erkeğin vücut büyüklüğü ile hediyeinin boyutu arasında negatif bir ilişki bulunmuştur (Bussiere ve ark., 2005).

R. verticalis'te yapılan çalışmalara göre oluşturulan büyük spermatoforun ebeveyn koruma hipotezini desteklediği, çiftleşmede dişilere sunulan spermatoforun, döllerin sayısını ve onların hayatta kalma başarısını pozitif etkilediği yorumu yapılmıştır (Gwynne, 1986, 1988b; Heller ve Reinhold, 1994).

28 çalıçekirgesi türünde yapılan çalışmada bildirildiği üzere spermatofor ağırlığının (spermatofilaks+ampulla ağırlığı) erkeğin çiftleşme başarısı ile ilgili olarak dişinin yeniden çiftleşme periyodu ile yakından ilişkili olduğu bulunmuştur. Tüm bunlara ilave olarak spermatofilaks ve ampulla ağırlıkları birbiriyle ilişkili bulunmuştur ve bulgulara bağlı olarak çalı çekirgelerindeki spermatofor yatırımının ebeveyn yatırımı hipotezinden ziyade çiftleşme çabası hipotezi (ejakulat koruma hipotezi) ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Wedell, 1993a).

Literatürde bazı türlerde ampulla ağırlığı ve sperm sayısının birlikte değiştiğini ifade eden çalışmalar varken (Simmons ve Kvarnemo, 1997; Lehmann ve Lehmann,

2000b) aksini bildiren çalışmalar da mevcuttur (Simmons ve ark., 1993; Gao ve Kang, 2006). *P. thessalicus* (Orthoptera) , *P. v. minor*'de (Orthoptera) (McCartney ve ark., 2010) ve 23 *Poecilimon* türünde (McCartney ve ark., 2008a) ampulla ağırlığı ve sperm sayısı arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur.

Ephippiger ephippiger'de (Orthoptera) yapılan çalışmada büyük erkekler daha büyük spermatofor, spermatofilaks ve ampulla oluşturdıkları bildirilmiştir (Wedell ve Ritchie, 2004). *Poecilimon zimneri*'de (Orthoptera) aynı durum söz konusudur (Lehmann ve Lehmann, 2009). *P. v. minor* ve *P. v. veluchianus*'da erkek vücut büyüklüğü ile spermatofor ağırlığı arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Heller ve Reinhold, 1994). *Acheta domesticus*'da (Orthoptera) büyük erkek daha büyük ampulla ve daha fazla sayıda sperm transfer ederken, *Gryllodes supplicans*'ta (Orthoptera) ise böyle bir ilişki gözlenmemiştir (Gage ve Barnard, 1996).

Decticus verrucivorus'da (Orthoptera) yapılan çalışmaya göre üretilen küçük spermatoforun sadece erkeğin çiftleşme başarısını artırdığı ve bu durumun döllerin sayısı ve hayatta kalma başarısı üzerine bir etkisi olmadığı bildirilmiştir. Tüm bunlar bu türde çiftleşme çabası olarak adlandırılmıştır (Wedell ve Arak, 1989; Heller ve Reinhold, 1994).

P. v. minor'de (Orthoptera) üretilen küçük spermatoforun dişi tarafından yenilme süresi *P. v. veluchianus* (Orthoptera) tarafından üretilen büyük spermatofor ile karşılaştırıldığında oldukça kısa olduğu bulunmuştur ki bu durum farklı spermatofor kütlelerinden ve dolayısıyla beslenme süresinin farklılığından kaynaklandığı bildirilmiştir (Heller ve Reinhold, 1994).

Lehmann ve Lehmann (2000)'de *P. mariannae*'de (Orthoptera) yapılan çalışmaya göre spermatofilaks üretimi sperm üretimine göre daha maliyetlidir. Bu türde parazitli erkekler spermatofilaks yenileme yeteneklerini kaybetse de onlar sperm üretebilmişlerdir. Benzer olarak Reinhold ve von Helversan (1997) *P. veluchianus* (Orthoptera) türünde yapılan çalışmada erkekler belirli aralıklarla çiftleştiklerinde spermatofor üretiminin sperm üretimine nazaran erkek için daha maliyetli olduğu bildirilmiştir.

Spermatofor yatırımı ile çağrı seslerinin özelliklerinin karşılaştırıldığı çalışmalar da vardır. Tettigoniidae türlerinde yapılan karşılaştırmalı çalışmalara göre, artan ses

frekasına bağı olarak erkeğin ürettiği spermatoforun küçüldüğü bildirilmiştir (Del Castillo ve Gwynne, 2007). *R. verticalis* türünde erkeğin ses oluşturmaları engellendiğinde üretilen spermatoforun arttığı yapılan deneysel çalışmada gösterilmiştir (Simmons ve ark., 1992).

2.2. Dişi ve Erkeğin Çiftleşme Stratejileri Üzerinde Yaş ve Çiftleşme Durumunun Etkisi

Birden fazla çiftleşme davranışı gösteren çekirge türlerinde, maliyeti yüksek olan spermatofor içeriğinin dişiye verilmesi bazı üreme stratejilerini de beraberinde getirmiştir. Bununla paralel olarak bazı türlerde erkekler virjin dişileri daha çok tercih ederken bazı türlerde de çiftleşmiş ve yaşlı dişileri daha çok tercih etmektedirler. Diğer taraftan erkekler için dişilerin vücut büyüklüğü spermatofor ve sperm transferinde önemli indikatör olduğuna yönelik bulgular olduğu gibi [*Acheta domesticus* ve *Grylloides supplicans*: (Gage ve Barnard, 1996)] bazı çalışmalar da böyle bir stratejinin olmadığını desteklemektedir (Sevgili ve Reinhold, 2007). Ancak yaş ilerledikçe erkeğin daha çok spermatofor içeriği transfer ettiği ve ileri yaşlarda bunun giderek azaldığı tespit edilmiştir (Wedell ve Ritche, 2004; Sevgili ve Reinhold, 2007; Oktay, 2011).

Özellikle dişinin poliandri erkeğin de poligini gösterdiği bu türlerde eşeyler arasında rekabetin olması ve sonuçta sperm rekabetini doğurması kaçınılmazdır (Simmons, 2001). Bu tür rekabetler özellikle erkeğin spermatofor içeriği yatırımını etkilemektedir. Etkileyen faktörler arasında erkeklerin virjin ve virjin olmama durumlarının da olduğu bilinmektedir. Bazı türlerde genç ve virjin erkekler daha avantajlı olurken (Morris ve ark., 1989; Sakaluk ve Ivy, 1999) bazı türlerde yaşlı olanlar daha avantajlı olmaktadır (Kokko, 1998; Proulx ve ark., 2002). Virjin erkeklerin virjin olmayan erkeklere oranla daha büyük spermatofor transfer ettikleri yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Simmons ve Bailey, 1990; Wedell, 1993b; McCartney ve Heller, 2008b).

Erkeğin sperm transferi stratejisini etkileyen hususlardan birisi de dişinin kalitesi ve çiftleşme statüsüdür (virjin-virjin olmayan/genç/yaşlı) (Wedell, 1992; McCartney ve ark., 2008). Örneğin *Decticus verrucivorus* (Orthoptera) erkeği virjin olmayan yaşlı dişilere daha az sperm transferi gerçekleştirmiştir (Wedell, 1992).

Erkeğin çiftleşme sıklığı çok fazla ise, spermin çiftleşmeler arasında bölüştürüldüğü de bildirilmektedir. Sperm rekabeti ve dişi faktörleri, spermatogenezin maliyeti, bir seri çiftleşme davranışı sergileme gibi ana faktörlerin bileşiminin etkisi erkeğin sperm transferinde tutumlu olmasına yol açmaktadır (Wedell ve ark., 2002). Rakip erkeklerin olması (Gage ve Bernard, 1996), dişinin çiftleşme statüsüne göre ejakulat tayini (Wedell ve Cook, 1999), dişinin kalitesine göre (büyüklük/yaş gibi) ejakulat ayarlanması (Martin ve Hosken, 2001) gibi parametreler sıklıkla çalışılmıştır.

Wedell and Ritchie (2004) *E. ephippiger* (Orthoptera) erkeklerinde yaş ve çiftleşme hikayesinin erkeğin eşeysel yatırımına etkisini araştırmışlardır. Dördüncü çiftleşmede erkeklerin çok az sayıda sperm içeren ve düşük nitrojen içeriği olan spermatofor ürettiklerini saptamışlardır. Bu durumu spermatofor üretiminin erkek için oldukça maliyetli olmasına ve çiftleşmeler arasındaki sürede erkeğin beslenmesine bağlamışlardır. Yaşlı virjin erkeklerin besin değeri yüksek ve çok sayıda sperm içeren büyük spermatofor ürettiklerini tespit etmişlerdir. Buna rağmen dişilerin yaşlı erkekler yerine genç erkekleri tercih ettiklerini bulmuşlardır.

Sevgili ve Reinhold (2007) *P. jonicus jonicus*'da (Orthoptera) yaptıkları çalışmada, erkeklerin sperm transferini dişinin vücut ağırlığına göre mi belirlediği yoksa diğer faktörlerin mi bunda etkili olduğu sorusuna cevap aramışlardır. Erkeğin dişinin çiftleşme statüsüne ve vücut büyüklüğü parametrelerine göre bir strateji belirlemediği, yaş arttıkça sperm sayısının da arttığını saptanmıştır. 5 kez çiftleşmiş aynı erkeklerin birinci çiftleşmelerine oranla daha az sayıda sperm ürettikleri görülmüştür.

Lehmann ve Lehmann (2009) *Poecilimon zimmeri* (Orthoptera) erkeklerinin yaşa bağlı olarak spermatofor büyüklüğünün artıp artmadığını araştırmışlardır. Erkeklerdeki bu eşeysel yatırımın ilk çiftleşmede erkeğin yaşına bağlı olduğunu, virjin yaşlı bireylerin virjin gençlere göre daha büyük spermatofor transfer ettiğini saptamışlardır. Yaşlı olan erkekler genç olan erkeklere oranla daha ağır spermatofilaks ve ampulla transfer etmişlerdir.

Çeşitli çalı çekirgesi türlerinde yapılan çalışmalarda daha önce çiftleşen erkeklerin virjin erkeklere oranla daha küçük spermatofor transfer ettikleri tespit

edilmiştir (Gwynne, 1988a; Wedell ve Arak, 1989; Simmons ve Bailey, 1990; Wedell, 1993; McCartney ve Heller, 2008b). Spermatofor boyutunun ise erkeğin yaşıyla orantılı olarak ilk çiftleşmede arttığı bulunmuştur (Wedell ve Ritchie, 2004; Lehmann ve Lehmann, 2008).

Milonas ve Andow (2010) tarafından yapılan çalışmada belirtilen araştırmalara göre, *Bolitotherus cornutus* (Coleoptera) (Cornner, 1989), çekirgelerden üç türde (Zuk, 1988; Simmons ve Zuk, 1992), *Plathemis lydia* (Odonata) (Koenig, 1991), bir güve türü olan *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera) (Cameron ve ark., 2005)'de, bir kelebek türü olan *Bicyclus anynana* (Lepidoptera) (Fisher ve ark., 2008)'da dişiler çiftleşmelerinde yaşlı erkekleri tercih etmişlerdir. Bazı çalışmalarda ise dişiler, çalı çekirgelerinden olan *Ephippiger ephippiger* (Orthoptera) (Ritchie ve ark., 1995)'de, kenelerden *Rhizoglyphus robini* (Acaridae) (Radwan ve ark., 2005), *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera) (Fricke ve Maklakov, 2007) çiftleşmelerinde genç erkekleri tercih etmişlerdir. *Choristoneura rosaceana* (Lepidoptera) (Delisle, 1995), *Lutzomyia longipalpis* (Diptera) (Jones ve ark., 2000), *Dermestes maculatus* (Coleoptera) (Jones ve Elgar, 2004), gibi türler üzerine yapılan çalışmalarda da dişiler çiftleşmelerinde orta yaşlı erkekleri tercih etmişlerdir. Görüldüğü gibi farklı böcek gruplarında birbirlerini destekleyen bulguların yanı sıra, çelişen sonuçlar da bulunmaktadır. Bu da bize farklı böcek gruplarında, hatta yakın türlerde oldukça farklı üreme stratejilerinin olabileceğini göstermektedir.

Ephippiger ephippiger (Orthoptera) (Wedell ve Ritche, 2004) ve *Leptophyes laticauda* (Orthoptera) (Vahed, 2003) erkeğin yaşıyla üretilen sperm sayısının arttığı bildirilmiştir. Wedell ve Cook (1998) bu durumu erkeğin yaşıyla artan sperm sayısının ve bunun dişiye transferiyle kaynaklanan sperm rekabeti yoğunluğuna bağlamışlardır.

E. ephippiger'de (Orthoptera) erkeğin yaşına bağlı olarak üretilen spermatofor, spermatofilaks ve spermatofilakstaki nitrojen içeriği, ampulla ağırlığı ve sperm sayısı arttığı bildirilmiştir (Wedell ve Ritchie, 2004).

Çalı çekirgelerinde artan sperm sayısı yüksek (artan) dölllenme başarısı ile ilişkilendirilmiştir (Wedell, 1991). Yaşlı erkekler yüksek besin değeri olan ve fazla sayıda sperm içeren büyük spermatofor oluşturmuşlardır (Wedell ve Ritchie, 2004).

Çünkü erkekler bu yaşa gelene kadar bu yatırımı hazırlamak için yeterince vakitlerinin olduğu yorumu yapılmıştır.

Wedell ve Cook (1999) tarafından yapılan çalışmada erkeğin yaşıyla ejakulatta ki sperm sayısının doğrusal olarak arttığı ve dolayısıyla yaşlı erkeklerin ejakulatlarında daha fazla sperme sahip olacakları bildirilmiştir. Alternatif olarak virjin yaşlı erkeklerin yüksek sperm rekabeti riskine karşılık ejakulattaki sperm sayısını artıracakları yorumunu yapan çalışmalarda vardır (Cook ve Wedell, 1996).

Reinhart (2001) kısa antenli çayır çekirgelerinden *Chorthippus parallelus*'da (Orthoptera) yapılan çalışmada dişi ağırlığının nakledilen sperm sayısı üzerinde bir etkisi olmadığını bulmuştur. Yapılan çeşitli çalışmalarda erkeklerin dişilerin verimlilik özelliklerine (ağırlık, vücut büyüklüğü, yaş, çiftleşme statüsü) göre stratejik bir yatırım yaptığı vurgulanmıştır. Benzer olarak dişinin verimlilik özelliklerinin sperm paylaşımında etkili olduğunu gösteren çalışmalar da bulunmaktadır (Wedell, 1992; Simmons ve ark., 1993; Gage, 1998; Wedell, 1998; Gage ve Barnard, 2003).

Wedell (1998) tarafından bildirildiği üzere, erkeklerin çiftleşmelerinde virjin olmayan dişilerden ziyade virjin dişileri tercih ettiklerini ve virjin dişilere virjin olmayanlara göre daha fazla sayıda sperm transfer ettikleri bildirilmiştir.

Simmons (1994) tarafından *R. verticalis*'te (Orthoptera) yapılan çalışmada erkekler çiftleşmelerinde virjin olmayan dişilerden ziyade virjin olan dişileri tercih etmişlerdir ve erkeklerin dişinin yaşını dişinin çiftleşme geçmişinin tahmin etmek için kullandıkları öne sürülmüştür.

Ostrinia nubialis'de (Lepidoptera) erkeğin yaşının çiftleşme başarısı üzerine olan etkisi araştırılmıştır (Milonas ve Andow, 2010). Virjin erkek yaşının çiftleşme başarısı üzerine bir etkisi bulunmamıştır. Virjin erkeğin yaşına bağlı olarak testis boyutunun azaldığı ve spermatofor boyutunun erkeğin yaşıyla arttığı bildirilmiştir. Dişiler üç yaşındaki erkeklerle çiftleştiklerinde verimliliklerinin arttığı bulunmuştur (orta yaş). Erkek kelekler eupyrene ve apyrene olmak üzere iki tip sperm oluştururlar. Eupyrene sperm çekirdek içerirken apyrene sperm ise çekirdek içermez. Apyrene sperm sayısı virjin erkek yaşına bağlı olarak artmaktadır bu da dişilerin yaşlı erkeklerle çiftleştiklerinde verimliliklerinin azaldığını ifade eder. *Ostrinia*

nubialis'den yapılan bir diğer çalışmada, çiftleşme deneyiminin erkeklerin çiftleşme başarısını önemli derecede artırdığı ve tecrübeli erkeklerle çiftleşen dişilerin ömür uzunluğu ve tüm yaşamındaki verimliliğinin önemli derecede azaldığı bildirilmiştir (Andow ve ark., 2011).

Bir meyve sineği türü olan olan *Drosophila melanogaster*'de (Diptera) (Markow ve ark., 1978) yapılan bir diğer çalışmada dişiler çiftleşmelerinde öncelikli olarak virjin erkekleri tercih ederken, başka bir sinek türü olan *Lucilia cuprina* (Diptera) dişileri çiftleşmelerinde tecrübeli erkekleri tercih etmişler (Cook, 1995).

Ostrinia scapularis'de (Lepidoptera) yapılan çalışmada genç, orta yaşlı ve yaşlı erkeklerin yaşlarının spermatofor yatırımı üzerine etkisi araştırılmıştır. Spermatoforun boyutu ve protein içeriği erkeğin yaşına bağlı olarak artmış fakat bu durumun dişinin verimliliği ve yaşam uzunluğu üzerine bir etkisi bulunamamıştır. Bu türde erkeğin yaşıyla sperm sayısı azalmakta fakat spermatofor ve besin içeriği artmaktadır (Win ve ark., 2013).

Dermestes maculatus'da (Coleoptera) yapılan çalışmada erkeğin yaşı, sperm yaşı ve erkeğin çiftleşme tarihinin dişinin verimliliği üzerine etkisi araştırılmıştır. Yapılan çalışmada erkeğin yaşının verimlilik ve dölleme başarısı üzerine önemli bir etkisi olduğu bulunmuştur. Dişiler orta yaşlardaki erkeklerle çiftleştiklerinde, genç ve yaşlı erkeklerle yaptıkları çiftleşmelere oranla daha fazla yumurta bırakmışlar ve daha fazla dölleme başarısına ulaştıkları bildirilmiştir (Jones ve Elgar, 2004).

Grapholita molesta (Lepidoptera) türü üzerinde yapılan çalışmada yaşın ve çoklu çiftleşmenin üreme başarısı üzerine etkili olduğu bulunmuştur. Yapılan çalışmada yaş üreme değişkenlerini etkileyen önemli bir faktör olduğu belirtilmiştir. 1 ve 3 yaşındaki erkekler yaşlı erkekler ile karşılaştırıldığında yüksek verimlilikte bir dölleme başarısına ve kısa süren kopulasyon sürelerine sahip oldukları bildirilmiştir (Morais ve ark., 2012).

Callosobruchus maculatus (Coleoptera) türünde erkeğin yaşının çiftleşme başarısı, erkek-dişi arasındaki üreme uzlaşısını belirlemek, dişinin tüm yaşamdaki verimliliğini, yumurta başarısını, larval dönemdeki gelişme oranı, döllerin hayatta kalma oranı üzerine etkisi araştırılmıştır. Bununla birlikte yaşlı erkeklerle çiftleşen dişilerde hiçbir yolla sonuca varılamamıştır ve ayrıca yaşlı erkeklerde çiftleşmenin

dişilerin poliandriyi çiftleşmesini azalttığına dair hiçbir kanıt bulunamamıştır (Maklakov ve Fricke, 2007).

McCartney ve Heller (2008b) *Poecilimon leavissimus* (Orthoptera) çekirge türünde virjinitiyi ve vücut büyüklüğünün çiftleşme üzerine etkisini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada tüm erkekler ve dişiler % 90 daha küçük olmalarına rağmen virjin bireyleri virjin olmayan bireylere tercih etmişlerdir. Önerildiği üzere bu türde çiftleşilen bireyin virjin olması vücut büyüklüğünden daha önemli bir etkidir.

Yapılan tahminlere göre dişiler çiftleşmelerinde genç ve virjin erkekleri tercih edebilirler çünkü onların üretmiş olduğu spermatozor parazitlik ve hastalık gibi etkenlerden daha az etkilenmişlerdir (Lehmann ve Lehmann, 2000; Zuk ve Stoehr, 2002). Ayrıca virjin ve genç erkekler daha yüksek kalitede sperm transferinde bulunabilirler (Reinhardt ve Siva-Jothy, 2005) ve meyve sineklerinde de olduğu gibi daha kaliteli döllerde de sahip olabilirler (Price ve Hansen, 1999).

Daha önce çiftleşmiş erkekler virjin erkeklerden daha küçük spermatozor oluşturdukları (Simmons ve Bailey, 1990; Wedell, 1993b; McCartney ve Heller, 2008b) ve oluşturulan spermatozor erkeğin yaşına (Wedell ve Ritchie, 2004; Lehmann ve Lehmann, 2009;) ve çiftleşme aralığına bağlı olarak arttığı yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Simmons 1990, 1991; Heller ve Helversen, 1991; Reinhold ve Helversen, 1997; Lehmann ve Lehmann, 2000).

P. zimneri (Orthoptera) türünde virjin erkek yaşına bağlı olarak spermatozofilaks ağırlığının arttığı bildirilmiştir (Lehmann ve Lehmann, 2009). Spermatozofilaks virjin erkeğin yaşına bağlı olarak ilk çiftleşmede artarken, yaşa bağlı olarak değişen bu durum uyumsuz esneklik olarak yorumlanmıştır. Bunun anlamı şu anki çiftleşmeler için çiftleşme çabası, gelecekteki çiftleşmeler için kaynak rezervi oluşturma olarak yorumlanmıştır (Simmons, 1995; McCartney ve ark., 2010).

Yapılan çalışmalarda erkeğin yaşına ve mutajenlere bağlı olarak sperm kalitesinin azaldığı bulunmuştur (Crow, 1997; Hansen ve Price, 1999; Jones ve Elgar, 2004). Erkeğin yaşa bağlı olarak azalan üreme başarısı birçok türde rapor edilmiştir (Price ve Hansen, 1998; Jones ve ark., 2000; Kidd ve ark., 2001; Bonduriansky ve Brassil, 2002). Dişiler orta yaşlı ve genç erkeklerle çiftleştiklerinde verimliliğin artışıyla doğrudan bir fayda sağlanırken (Jones ve ark., 2000; Jones ve

Elgar, 2004), döllerin yaşayabilirliği ile de dolaylı bir artış sağladığı yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Price ve Hansen, 1998; Jones ve Elgar, 2004).

Reinhold ve ark. (2002) tarafından yapılan teorik çalışmaya göre, erkeklerin ilk çiftleşmelerinde takip eden çiftleşmelerine oranla daha fazla sperm yatırımı yaptıkları, ayrıca yüksek kalitedeki dişilere düşük kalitedeki dişilere oranla daha fazla sperm transferinde buldukları öne sürülmüştür.

Torres Vila ve Jennions (2005) 29 farklı çalışmadan derlenen ve 25 kelebek (Lepidoptera) türünü içine alan çalışmalarında, erkeğin çiftleşme geçmişinin dişinin verimliliği üzerine etkisi araştırılmıştır. 25 kelebek türünden 22'sinde virjin erkeklerle çiftleşen dişiler virjin olmayan erkeklerle çiftleşen dişilere oranla daha fazla üreme başarısına sahip olmuşlardır. Virjin erkeklerin virjin olmayan erkeklere oranla daha büyük spermatofor ürettikleri bildirilmiştir.

Çin çalı çekirgesi olan *Gampsocleis gratiosa*'da (Orthoptera) yapılan çalışmada erkeğin çiftleşme statüsünün nakledilen sperm sayısı üzerine etkili olduğu bulunmuştur. Yapılan çalışmada virjin erkeklerin virjin olmayan erkeklere oranla daha fazla sperm transferinde buldukları ve spermatofor, spermatofilaks ve ampulla ağırlıklarında bir farkın olmadığını bildirmişlerdir. Bu durumu farklı üreme stratejilerine bağlı olarak, erkeğin çiftleşmesindeki uyumsal esnekliğine bağlamışlardır (Gao ve Kang, 2006).

Achroia grisella (Lepidoptera) türünde yapılan çalışmada erkeğin çiftleşme geçmişinin ejakulat miktarı üzerine etkisi araştırılmış ve transfer edilen sperm sayısının erkeğin ikinci çiftleşmesinde (virjin olmayan) birinci çiftleşmesine (virjin) oranla bireysel olarak önemli derecede azaldığını bulmuşlardır. Kopulasyonlar arasında ejakulat miktarındaki bu farklılığın sperm paylaşımının sınırlı olmasından kaynaklanacağı yorumu yapılmıştır (Cordes ve ark., 2012).

2.3. Çalışmanın Amacı

Böcek grupları üzerinde yapılan birçok çalışmada çiftleşme davranışlarında her iki eşeyin de farklı stratejiler geliştirdiği görülmektedir. Özellikle çekirgelerde spermatofor maliyetinin yüksekliği, erkekler arasındaki rekabet ve birden fazla çiftleşme davranışı bu stratejilerin belirlenmesinde seçim oluşturmaktadır. Yapılan çalışmada *Phonochorion uvarovi* (Orthoptera: Tettigoniidae) türü model organizma olarak kullanılmış ve aşağıdaki sorulara cevaplar aranmıştır:

1. Türün çiftleşme davranışı nasıldır?

2. Türün spermatofor özellikleri nasıldır?

3. Daha önce yapılan çalışmaların bir kısmında virjin erkeklerin üreme başarılarının yüksek olduğu ve dişilerin genç ve virjin erkekleri tercih ettikleri bildirilmektedir. Ancak, erkeklerde virjin olup da yaşa bağlı olarak spermatofor, spermatofilaks ve sperm sayılarının değişiminin nasıl olduğu sorusuna cevap aranmamıştır. Virjin erkekler yaşlandıkça spermatofor ve içeriği nasıl değişmektedir? Bu sorunun cevabı dişinin virjin erkek tercihindeki nedenleri ortaya koyması bakımından önemlidir. Birçok çalışmada çoklu çiftleşme yaptırılmış erkeklerde sperm sayısının giderek arttığı ve ilerleyen yaşlarda azalmaya başladığı tespit edilmiştir (örn. Sevgili ve Reinhold, 2007). Çiftleşmeden sonra erkeğin yeniden çiftleşmeye hazır hale ve dişi tarafından tercih edilebilir duruma gelmesi için büyük bir enerji harcaması gerekmektedir. Tüm bu koşullar göz önüne alındığında bu yaşı çiftleşmeden geçiren erkek bu kazancını spermatofor büyüklüğüne katkı olarak kullanmakta mıdır?

4. Aynı yaşta olup da virjin ve çiftleşmiş olan erkeklerdeki spermatofor yatırımı nasıldır?

Bu çalışma *Phonochorion* cinsine ait davranışsal ekoloji anlamındaki ilk çalışma olacağı için önemlidir.

3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

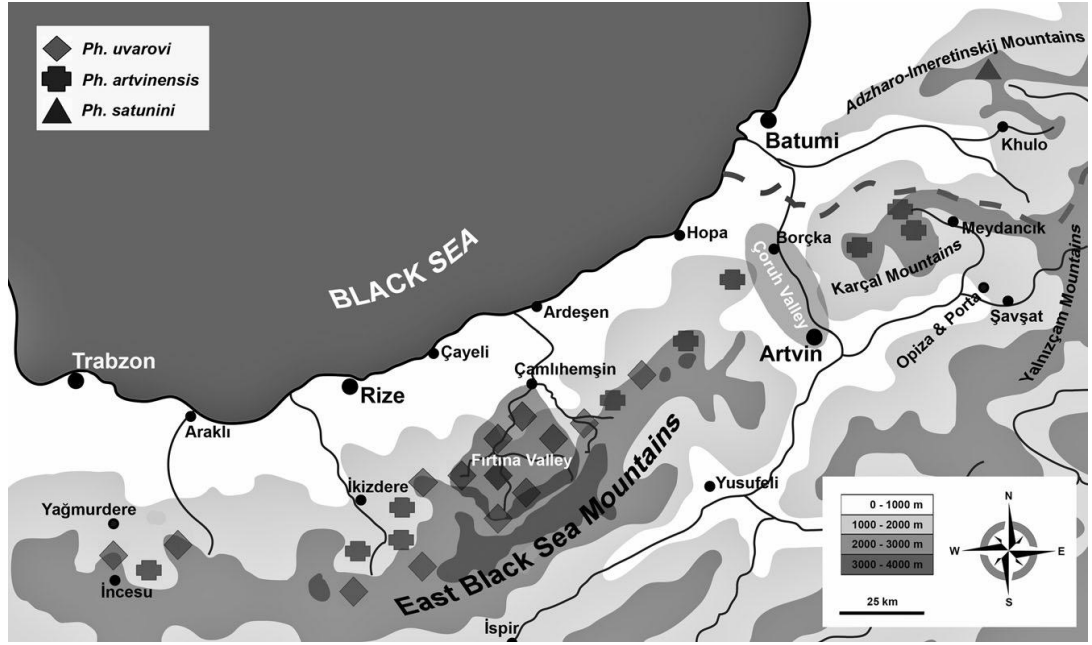
3.1.1 Model Organizma Olarak *Phonochorion uvarovi* Karabağ, 1956

Çok sayıda uzun antenli çekirgenin ülkemizde yayılış gösteriyor olması ve birçoğunun davranış çalışmalarında model organizma olarak kullanılmalari davranış çalışmaları için avantajlar taşımaktadır. Bu model organizmalardan birisi de *Phonochorion* cinsidir. *Phonochorion* cinsine ait türlerin yayılışıyla ilgili oldukça kapsamlı veriler olmasına rağmen (Sevgili ve ark., 2010) türlerin biyolojisine ilişkin çalışma yok denecek kadar azdır. *Phonochorion* Uvarov, (1916) (Orthoptera: Tettigoniidae: Phaneropterinae), Doğu Karadeniz Bölgesi ve Batı Gürcistan'da, yüksek rakımlarda ve dağların kuzey yamaçlarında yayılış gösteren ve bu bölgede endemik olduğu bildirilen bir cinstir. Bu cinse ait *P. artvinensis* Bei-Beinko, 1954, *P. satunini* Uvarov, 1916 ve *P. uvarovi* Karabağ, 1956 olmak üzere tanımlanan üç tür vardır. Bu türlerden *P.uvarovi* model organizma olarak seçilmiştir.

3.1.2. Genel Yayılış ve Habitat Özellikleri

Yapılan son araştırmalar *Phonochorion* cinsinin ülkemizin Gümüşhane il sınırları içerisinde bulunan Yağmurdere ilçesinden Gürcistan'ın Khulo bölgesinde bulunan Djvari Mindori yaylasına kadar yayıldığını göstermektedir. Bu alan içerisinde türler, Doğu Karadeniz ve Küçük Kafkas Dağları'nın kuzeye bakan yamaçlarında bulunmakta ve bu dağ sıralarının güney yamaçlarına geçmemektedirler. Habitat olarak büyük oranda 1200 metrenin üstündeki soğuk, nemli ve yağışlı iklim koşullarına sahip alanlarda *Urtica dioica*, *Sambucus nigra* ve *Rumex tuberosum* gibi çalı formlarını tercih ettikleri bildirilmiştir (Sağlam, 2010).

Çalışmamızda model organizma olarak kullandığımız *P. uvarovi*'nin yayılış alanına bakıldığında bu türün, Gümüşhane'nin Yağmurdere ilçesinden Rize'nin Ardeşen ilçesine kadar yayılış gösterdiği bildirilmiştir (Sevgili ve ark., 2010). Bu tür özellikle cinsin diğer türleri gibi 1800-2500 metre arasında değişen yüksek habitatları tercih etmektedir.



Şekil 3.1. *Phonochorion* türlerinin yayılış alanı (Sevgili ve ark. 2010).

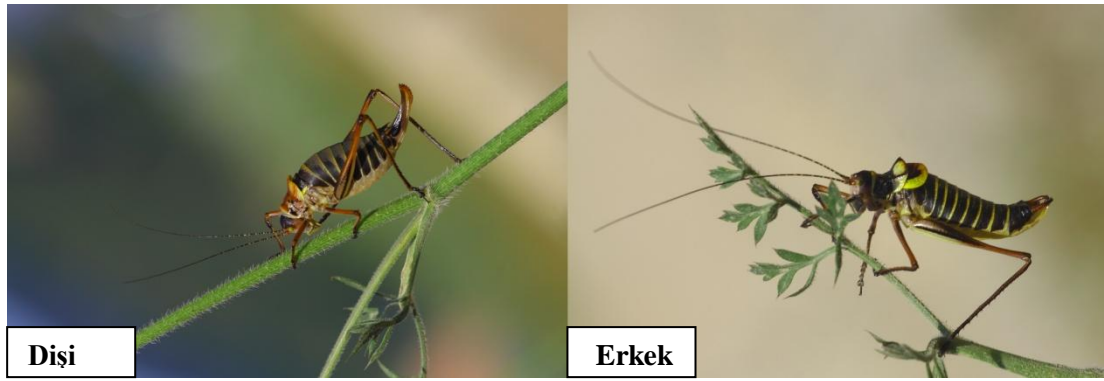
3.1.3. *Phonochorion uvarovi*'nin Morfolojik Özellikleri

Çizelge 3.1' de çalışmada kullanılan *P. uvarovi* türüne ait dişi ve erkeklerden (Şekil 3.2) alınan bazı morfolojik ölçümler verilmiştir. Bu ölçüm çizelgesi hazırlanırken erkeklerin arka femur, pronotum ve arka femur/pronotum oranları dişilerin ise arka femur, pronotum, arka femur/pronotum ve ovipositor uzunlukları vücut büyüklüğünü gösteren parametreler olarak alınmıştır.

Çizelge 3.1. Dişi ve erkeklerin vücut ölçüsü (mm).

Morfolojik Karakterler	N	Minimum	Maximum	Ortalama	SH
Erkek femur	85	16.16	20.43	18.43	0.112
Erkek pronotum	85	2.20	5.48	4.51	0.062
Erkek femur/pronotum	85	3.30	8.50	4.17	0.085
Dişi femur	84	17.01	21.84	19.26	0.108
Dişi pronotum	80	4.72	7.30	5.96	0.023
Dişi femur/pronotum	80	2.70	3.82	3.25	0.042
Dişi ovipositor	80	9.31	13.63	11.25	0.079

Türün diagnostik karakterlerine bakacak olursak, vücut rengi sarı-siyah, pronotum yanlarda belirgin tüberküllere sahiptir. Metanotol bezde katlanma ters V (\cap) şeklinde olup *P. artvinensis*'deki gibi yanlara doğru genişlememiştir. Dişilerde tegminanın 1/3'ten fazlası pronotum altından görünmez. Erkek subgenital plaka açık sarı ve apekse doğru paralel uzanır. Dişide subgenital plakanın ucunda belirgin bir çıkıntı vardır. Diğer türlerden farklı olan morfolojik ve biyoakustik özellikleri Sevgili ve ark. (2010) tarafından detaylı olarak tanımlanmıştır.



Şekil 3.2. Ergin dişi ve erkek *Phonochorion uvarovi* Karabağ, 1956 (Fotoğraf: Hasan Sevgili)

3.2. Yöntem

3.2.1. Örneklerin Toplanması

Yapılan çalışmada model organizma olarak *P. uvarovi* (Orthoptera: Tettigoniidae: Phaneropterinae) türü kullanılmıştır. Deney için gerekli olan örnekler Rize ili Çamlıhemşin ilçesi, Çat Düzü mevkiinden ($40^{\circ} 53' 36.9-44^{\circ} 55' 854$) (yaklaşık 1200 m) toplanmıştır. Yaptığımız gözlemlere göre bu endemik türün belirtilen rakımlardaki populasyonları Mayıs ayı içerisinde yumurtadan çıkmakta ve Haziran sonlarında da erginlere rastlamak mümkün olabilmektedir. Cinsine ait türlerde erkek ve dişide kanatlar kısalmış ve ses oluşturma organına dönüşmüştür. Arazide erkekler tipik çağrı sesleriyle kolayca ayırt edilebilirler.

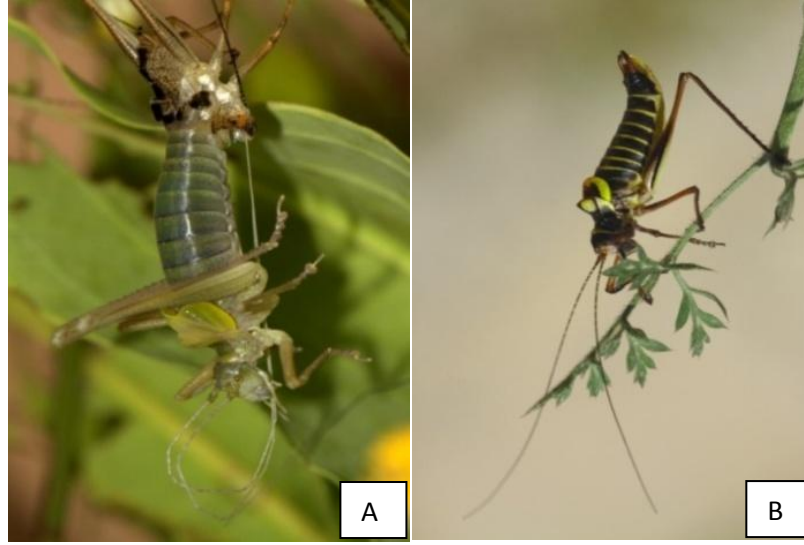
Model organizma *P. uvarovi* yayılış gösterdiği Çat düzü mevkiinden 20-21 Haziran 2012 tarihlerinde en az 150 dişi ve 150 erkek olmak üzere 300'den fazla nimf toplanmıştır. Toplanan bireyler 20x20x25 cm boyutundaki küçük kafeslere

yerleştirilerek laboratuara taşınmıştır. Laboratuara getirilen örnekler 40x40x30 cm boyutundaki büyük kafeslere yerleştirilerek, nimfler dişi ve erkek olarak ayrılmış, erginleşene kadar bu büyük kafeslerde toplu olarak muhafaza edilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Yetiştirme için laboratuarda kullanılan büyük kafesler (Fotoğraf: Hasan Sevgili)

P. uvarovi'nin beslenmesinde Ordu Üniversitesi, Cumhuriyet Kampüsü çevresindeki *Urtica sp.*, *Anthemis sp.* ve *Rubus sp.* bitkileri taze olarak çekirgelere sunulmuştur. İyice yıkandıktan sonra marul, salatalık ve elma dilimleri ilave besin olarak kullanılmıştır. Toplanan bitkiler kafes içinde tazeliklerini uzun süre muhafaza edebilmeleri bakımından içinde su bulunan plastik kaplara yerleştirilerek kafeslere konulmuştur. Kafeslerin temizliği ve kuruyan ya da yenilen bitkiler günlük olarak kontrol edilerek yenileriyle değiştirilmiştir. Kafesler her gün kontrol edilerek ergin olan bireyler toplanmıştır. Ergin olan bireylerin yaşlarının tespiti için son deri değişimleri (Şekil 3.4) takip edilerek ergin olma tarihleri kaydedilmiştir. Her bireye özgü numara içeren etiketler arka femura takılarak tüm bireylerin etiketlenmesi sağlanmıştır. Etiketlenen bireyler, daha az sayıda birey içeren küçük kafeslere yerleştirilmişlerdir.



Şekil 3.4. *Phonochorion uvarovi* nimfinin son deri değişimi (A) ve sonrası (B) (Fotoğraf: Hasan Sevgili)

Deri değişimi için kendini uygun bir yere dikey olarak konumlandıran nimf üzerindeki deriden tamamen sıyrılır (Şekil 3.4 A). Deri değişiminin hemen ardından açık yeşil renkte olan bireyin deri değişiminden itibaren gün içinde asıl rengi olan sarı- siyah renge büründüğü gözlenmiştir (Şekil 3.4 B).

Dişi ve erkek bireylerin çiftleşme öncesi ve sonrasındaki ağırlıkları ile spermatofor, spermatofilaks ve ampulla ağırlıklarının belirlenmesi için 0.1 mg hassas terazi (OHAUS Adventurer Pro) kullanılmıştır. Çiftleşen dişiden spermatoforun alınması için ince uçlu pens ve ampulla içeriğinin sulandırılıp karıştırılması için cam kaplar ve enjektör kullanılmıştır. Spermlerin sayılması için Neubauer lamı (Hemasitometre) ve ışık mikroskopundan (LEICA DM500) yararlanılmıştır. Dişi ve erkeklerin bazı vücut parametrelerini belirlemek amacıyla da dijital kumpas kullanılmıştır. Deney sonrasında örnekler %80'lik alkol içerisinde muhafaza altına alınmıştır.

3.2.2. Çiftleşme Protokolü

Virjin ve ergin olan erkekler, erkeğin yaşının spermatofor ve içerikleri üzerine etkisinin araştırılması amacıyla 7, 10, 13 ve 16 günlük olmak üzere dört farklı yaş grubuna ayrılmıştır ve erkekler bu yaşlara geldiğinde daha önce hiç çiftleşmemiş virjin dişiler kullanılarak çiftleşme denemelerine başlanmıştır. Çiftleşme

denemelerinde kullanılan dişiler için yaş belirlenmemiş fakat genel olarak 8 ile 12 günlük dişiler çiftleşmeler için tercih edilmiştir.

Çiftleşmeden önce dişi ve erkekler vücut ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla hassas terazi ile tartılmışlardır. Tartımdan sonra eşit sayıda erkek ve dişi içeren kafesler oluşturulmuş ve bireyler toplu olarak bu kafeslere yerleştirilerek çiftleşmeleri beklenmiştir. Çiftleşme denemeleri sırasında eğer bir saat içinde kafesteki bireyler arasında çiftleşme gerçekleşmediyse bu bireyler kafesten alınarak sonraki çiftleşme denemeleri için saklanmıştır. Bir saat içinde çiftleşme olması durumunda ise çiftleşen dişi ve erkek çiftleşme kafesinin dışına alınmıştır. Çiftleşen dişi spermatofor ile tartılmıştır, daha sonra ince uçlu pens yardımıyla spermatofor dişiden alınmış ve spermatofor tek olarak tartılmıştır. Spermatoforun içerdiği iki kısım ampulla ve spermatofilaks ince uçlu pens yardımıyla hızlı ve dikkatli bir şekilde birbirinden ayrılmış her ikisi de ayrı ayrı tartılmıştır. Ampullalar daha önceden hazırlanan cam kap içerisinde pens yardımıyla kırılmıştır. Ampulla çiftleşme statüsüne göre 0.4 mlt ve 0.6 mlt su içerisine konulmuş ve enjektör yardımıyla en az 15 defa iyice karıştırılarak homojenize edilmiştir. Spermeler ışık mikroskopunda X10'luk objektifte Neubauer lamında sayılmıştır.

Çiftleşen dişi ve erkek bireyler kafeslerine alınıp çiftleşme tarihleri not edilmiştir. Çiftleşme tarihlerinden üç gün sonra yani 10, 13, 16, 19 yaşlarındaki virjin olmayan erkeklerle virjin dişiler ile ikinci kez çiftleştirilerek çiftleşme protokolü sona erdirilmiştir. Kontrol amaçlı yapılan ikinci çiftleşmelerdeki amaç aynı yaşta olup virjin ve virjin olmayan erkeklerin spermatofor yatırımında bir farklılık olup olmadığını belirlemektir. Tüm çiftleşmeler için yukarıda bahsedilen çiftleşme protokolü uygulanmıştır. Yapılan çiftleşme denemelerine bağlı olarak türün genel spermatofor yatırımı, erkeğin yaşı ve çiftleşme statüsünün erkeğin stratejik yatırımı üzerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Çiftleşmede kullanılan dişi bireylerin tamamı virjin dişilerdir.

3.2.3. İstatiksel Yöntemler

Çiftleşme denemeleri sonucunda alınan veriler için SPSS paket programı kullanılarak istatiksel analiz yapılmıştır (SPSS, 2006). İstatiksel testlere başlanmadan önce verilerin normal dağılım gösterip göstermedikleri Shapiro-Wilk normallik testi kullanılarak test edilmiştir. Bu test sonucunda spermatofor ($p>0.05$), ampulla ($p>0.05$) ve spermatofilaks ($p>0.05$) ağırlıklarının normal dağılım gösterdiği fakat sperm sayısının ($p<0.05$) normal dağılım göstermediği bulunmuştur. Yapılan çalışmada her bir birey için hesaplanan sperm sayısının $\times 10^3$ ve $\times 10^6$ değerleri kullanılmıştır. Normal dağılım göstermeyen sperm sayısı Log_{10} 'a transforme edilerek normal dağılım göstermesi sağlanmıştır.

Pearson korelasyon analizi, erkeğin çiftleşme sırasında transfer ettiği spermatofor ve içerikleri (spermatofilaks, ampulla ve sperm sayısı) arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla kullanılmıştır. İlave olarak bu analiz erkeğin vücut büyüklüğü ve vücut ağırlığı ile spermatofor ve içerikleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi için de kullanılmıştır.

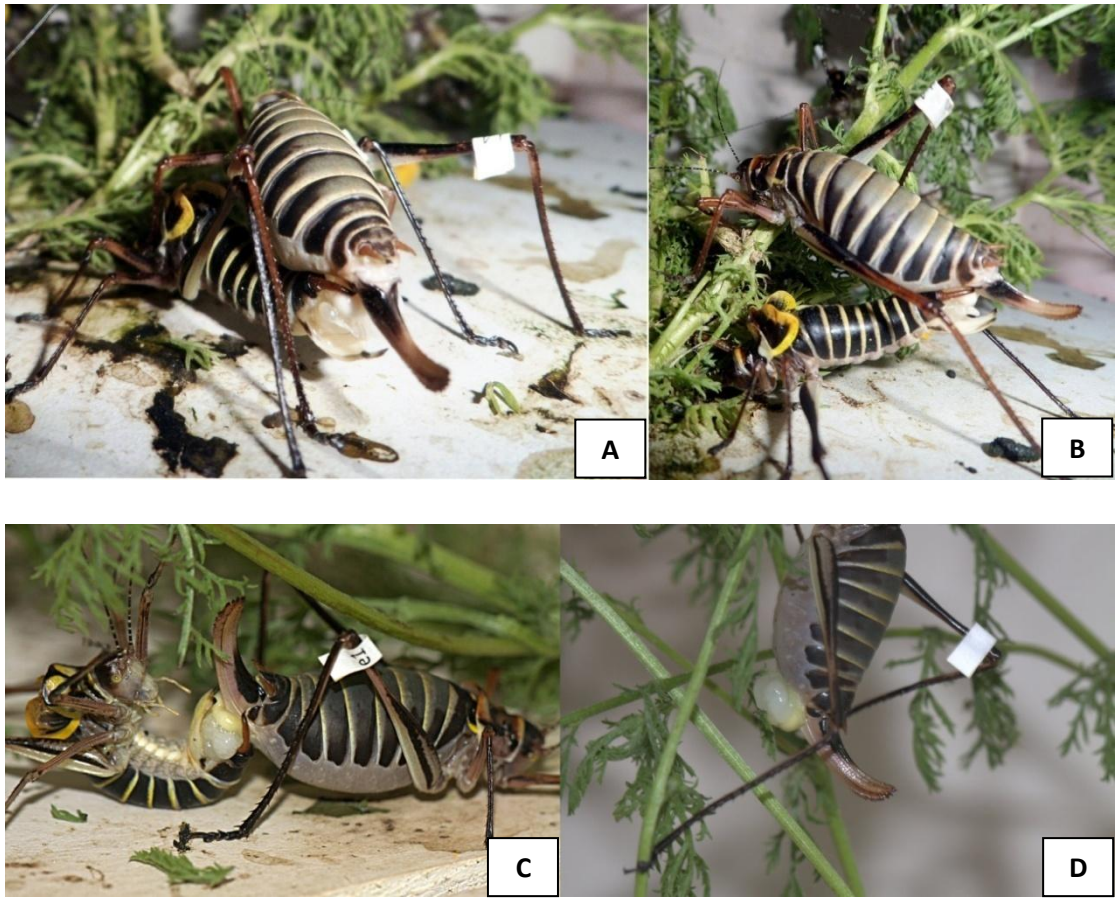
Virjin ve virjin olmayan erkek yaş grupları arasındaki spermatofor yatırımı farklılığını görmek amacıyla ANOVA (tek yönlü varyans) analizi yapılmış ve yapılan analizde erkeğin yaşı faktör olarak kullanılırken bağımlı değişkenleri spermatofor ve içerikleri (spermatofilaks, ampulla ve sperm sayısı) oluşturmuştur. Gruplar arasındaki farklılık yapılan TUKEY testi ile açıklanmaya çalışılmıştır. İlave olarak aynı yaşta fakat çiftleşme statüsü farklı olan erkekler arasındaki farklılığı anlamak için ANOVA testi yapılmıştır.

Virjin ve virjin olmayan erkeklerin çiftleşmedeki stratejik yatırımı belirlemek ve spermatofor transferinde etkili olan parametreleri görmek amacıyla ANCOVA analizi uygulanmıştır. ANCOVA analizinde erkeğin yaşının sperm sayısı üzerindeki etkisini görmek amacıyla erkeğin yaşı sabit değişken (fixed factor), sperm sayısı bağımlı değişken, erkek ve dişi ağırlıkları, ampulla ağırlığı ve spermatofilaks ağırlıkları eş değişken (covariate) olarak alınmıştır. Diğer yatırımlar üzerine etkili olan unsurlar benzer test ile belirlenmeye çalışılmıştır.

4. ARAŞTIRMANIN BULGULARI

4.1. *Phonochorion uvarovi*'nin Çiftleşme Davranışı

Çalı çekirgelerine bakıldığında çiftleşme davranışı, dişinin erkeğin abdomeni boyunca tırmanıp erkeğin üzerine çıkmasıyla başlar. Dişi metanotal bezin salgısıyla beslenirken erkek serkuslarıyla dişinin ovipositor kaidesinden yakalar ve ardından spermatoforun dişiye transferiyle çiftleşme son bulur (Şekil 4.1 A, B). Fakat bu durum *Phonochorion uvarovi*'de biraz farklılık göstermektedir. Dişi erkeğin abdomeni boyunca tırmanır fakat belirgin bir metanotal beslenme gözlenmez. Erkek dişiyi ovipositor kaidesinden yakalar yakalamaz dişi erkekten ayrılmaya başlar ve bu esnada erkek dişi ile birlikte spermatoforun transferi tamamlanana kadar sürüklenmeye devam eder (Şekil 4.1 C, D). Spermatofor transferi sona erdikten sonra dişi spermatofora doğru eğilerek, spermatofilakstan başlayarak yavaş yavaş yemeye başlar ve bu sırada sperm ampulladan spermatekaya transfer edilir.



Şekil 4.1. *Phonochorion uvarovi*'de çiftleşme davranışı (Fotograf: Hasan Sevgili, Hülya Önal)

4.2. Tüm Çiftleşmelerde Spermatofor Yatırımı

4.2.1. Spermatofor Yatırımı ve İçeriği

Çalışmada kullanılan erkek ve dişi ağırlıkları her çiftleşme öncesi tartılmış ve genel olarak diğer çalı çekirgelerinin çoğunda olduğu gibi (McCartney ve ark., 2008) dişilerin erkeklere nazaran daha büyük ve ağır oldukları görülmüştür. Toplam 94 çiftleşmeden elde edilen verilere göre dişi, erkek, spermatofor, ampulla, spermatofilaks ağırlıkları ile sperm sayısı, % spermatofilaks, % spermatofor, % ampullanın ortalamaları ve standart hataları çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. *Phonochorion. uvarovi*’de yapılan tüm çiftleşmelere ait spermatofor yatırımı ve içeriği (N=94 erkek, N=94 dişi).

Değişkenler	N	Minimum	Maximum	Ortalama±SH
E (mg)	94	708,00	1254,00	977.24±12.82
D (mg)	94	907,00	2034,00	1374.49±20.52
Spf (mg)	94	32,00	198,00	111.15±3.77
Spflx (mg)	94	21,00	166,00	87.04±3.30
Amp (mg)	94	9,00	35,00	21.55±0.63
% Spf (mg)	94	3,65	18,66	11.27±0.31
% Amp (mg)	94	1,03	3,73	2.21±0.06
% Spflx (mg)	94	2,39	15,21	8.80±0.28
Sp*10 ³	94	519	6626	2352.19±133.46

Çizelge 4.1 incelendiğinde tüm çiftleşme öncesi ölçümlerde dişi ağırlığı ortalama olarak 1374 mg, erkek ağırlığı ise 977 mg olarak bulunmuştur. Erkekler her çiftleşmede ortalama 111.15 mg spermatofor, 87.04 mg spermatofilaks ve 21.55 mg ampulla meydana getirmişlerdir. Erkeğin vücut ağırlığının ortalama % 11.27’sini spermatofor, % 8.8’ini spermatofilaks, % 2.21’ini ampulla oluşturmaktadır. Yapılan tüm çiftleşmeler göz önünde bulundurulduğunda, ortalama sperm sayısı 2.352×10^3 olarak bulunmuştur.

4.2.2. Erkeğin Ağırlığı ile Spermatofor İçeriği Arasındaki İlişkiler

Spermatofor ve içerikleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amacıyla Pearson Korelasyon Analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda erkeğin arka femur uzunluğu ile erkeğin vücut ağırlığı arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur ($p < 0.001$, $N=94$). Ancak erkeğin vücut ölçüleriyle (arka femur, femur/pronotum) çiftleşme yatırımları arasında (spermatofor ve içerikleri) herhangi bir ilişkiye rastlanılmamıştır ($p > 0.05$, $N=94$). Spermatofor, spermatofilaks, ampulla, erkek vücut ağırlığı ve sperm sayısının birbirleriyle olan ilişkileri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

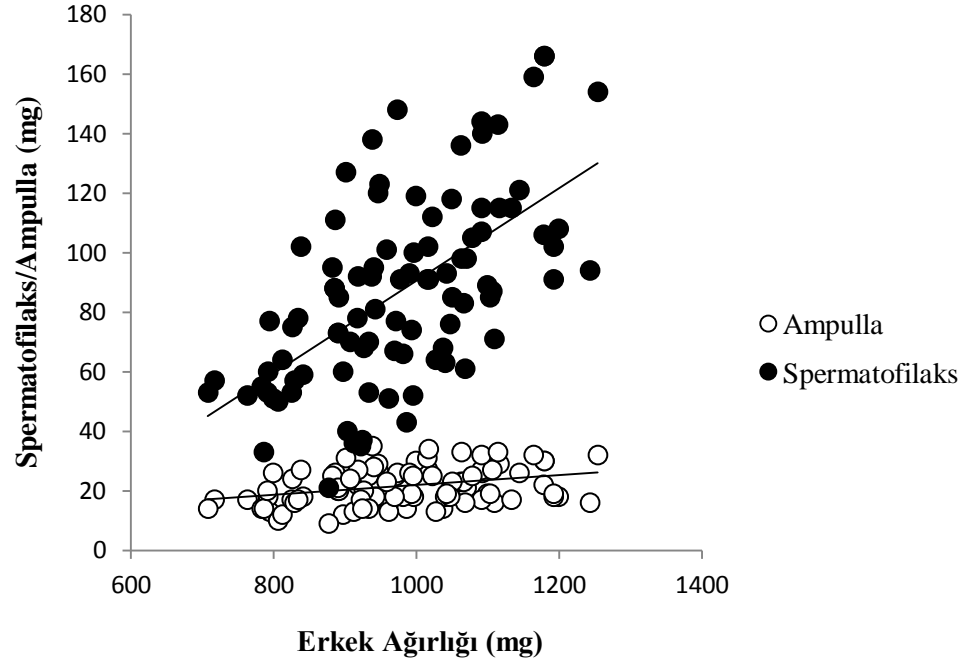
Çizelge 4.2. Doksan dört çiftleşme içerisindeki spermatofor içeriği arasındaki ilişkiler ($N=94$ dişi, $N=94$ erkek)

Değişkenler	Spf(mg)	Spflx(mg)	Amp(mg)	E(mg)	Log ₁₀ sp
Spf(mg)	--	0.990**	0.791**	0.590**	0.249*
Amp(mg)	0.791**	0.706**	--	0.335**	0.419**
Spflx(mg)	0.990**	--	0.706**	0.605**	0.209*
E(mg)	0.590**	0.605**	0.335**	--	0.089
Log ₁₀ sp	0.249*	0.209*	0.419**	0.089	--

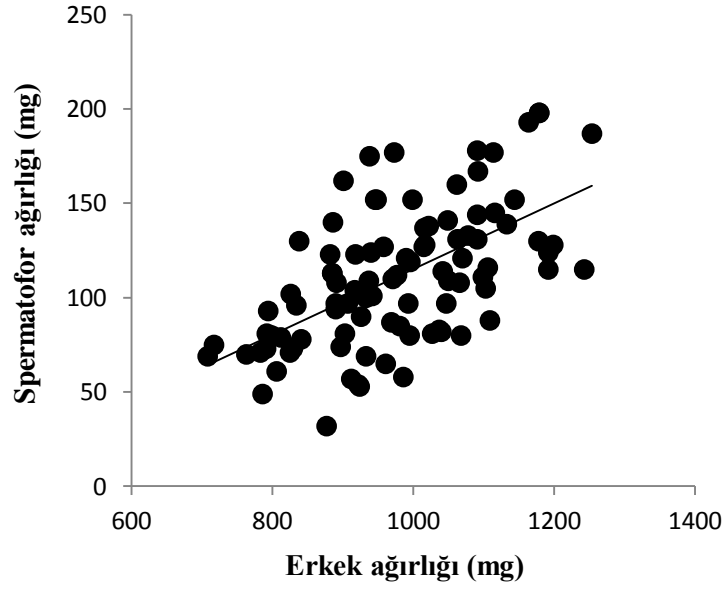
(** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, Pearson Korelasyon analizi)

Spermatofilaks ağırlığı ile erkek ağırlığı arasında da pozitif bir ilişki vardır ve ağır erkekler daha ağır spermatofilaks üretmektedirler ($r = 0.605$, $p < 0.01$, $n = 94$) ($R^2 = 0.36$, Doğrusal Regresyon) (Şekil 4.2). Ampulla ağırlığı ile erkek ağırlığı arasında da pozitif ancak zayıf bir ilişkiye rastlanırken ($r = 0.335$, $p < 0.01$, $n = 94$) ($R^2 = 0.11$, Doğrusal Regresyon) (Şekil 4.2), erkek ağırlığı ile sperm sayısı arasında bir ilişkiye rastlanılmamıştır ($r = 0.089$, $p > 0.05$, $n=94$). Elde edilen veriler analiz edildiğinde spermatofor ağırlığı ile erkek vücut ağırlığı arasında pozitif bir ilişki görülmektedir ($r = 0.590$, $p < 0.01$, $n=94$) ($R^2 = 0.35$, Doğrusal Regresyon, Şekil 4.3). Bu değerlere göre ağır erkekler hafif olan erkeklere oranla daha ağır spermatofor oluşturmaktadırlar. Yapılan analiz spermatofor ağırlığı ile spermatofilaks ağırlığı arasında güçlü bir ilişkinin olduğunu göstermiştir ($r = 0.990$, $p < 0.01$, $n=94$). Aynı güçlü ilişki spermatofor ağırlığı ile ampulla ağırlığı arasında da saptanmış ($r = 0.791$, $p < 0.01$, $n=94$) ($R^2 = 0.62$, Doğrusal regresyon) (Şekil 4.5), ancak spermatofor ağırlığı ile sperm sayısı arasında nispeten zayıf bir ilişki bulunmuştur ($r = 0.249$, $p < 0.05$, $n=94$). Spermatofor ağırlığı arttıkça spermatofilaks ve ampulla ağırlığı paralel olarak artarken, sperm sayısı nispeten daha az oranda artmaktadır. Çiftleşmelerde daha

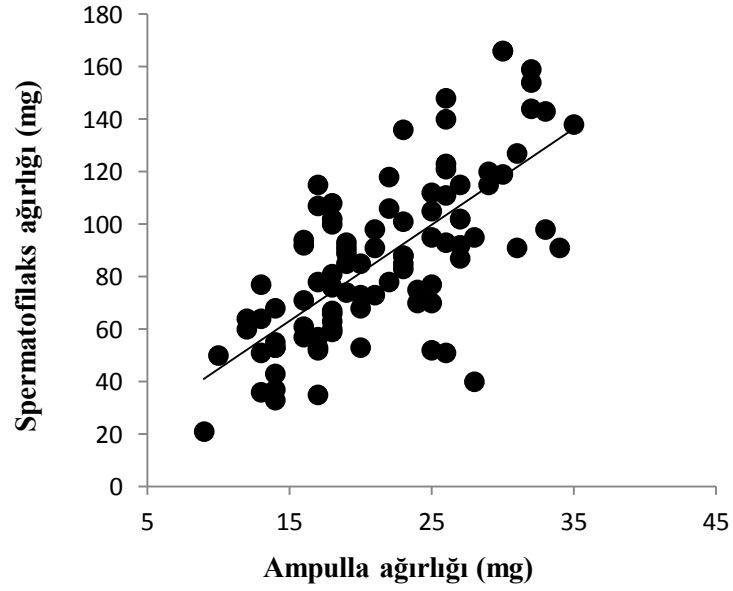
büyük ampullanın daha büyük spermatofilaks tarafından çevrelendiği anlaşılmaktadır (Şekil 4.4). Ampulla ağırlığı ile üretilen sperm sayısı arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur ($r = 0.419$, $p < 0.01$, $n = 94$) ($R^2 = 0.17$, Doğrusal Regresyon) (Şekil 4.6).



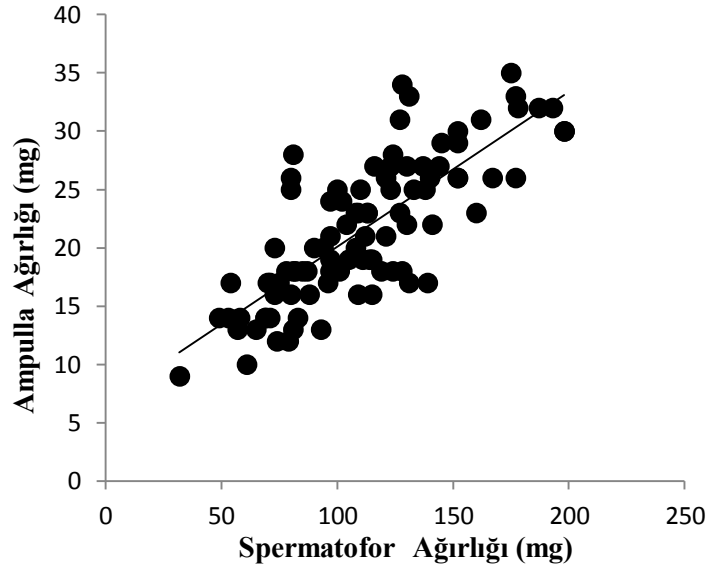
Şekil 4.2. Yapılan tüm çiftleşmelerde erkek ağırlığı (mg) ile ampulla ağırlığı (mg) ($R^2 = 0.11$, $p < 0.01$, Doğrusal Regresyon) ve spermatofilaks ağırlığı (mg) ($R^2 = 0.36$, $p < 0.01$, Doğrusal Regresyon) arasındaki ilişki ($N = 94$ çiftleşme).



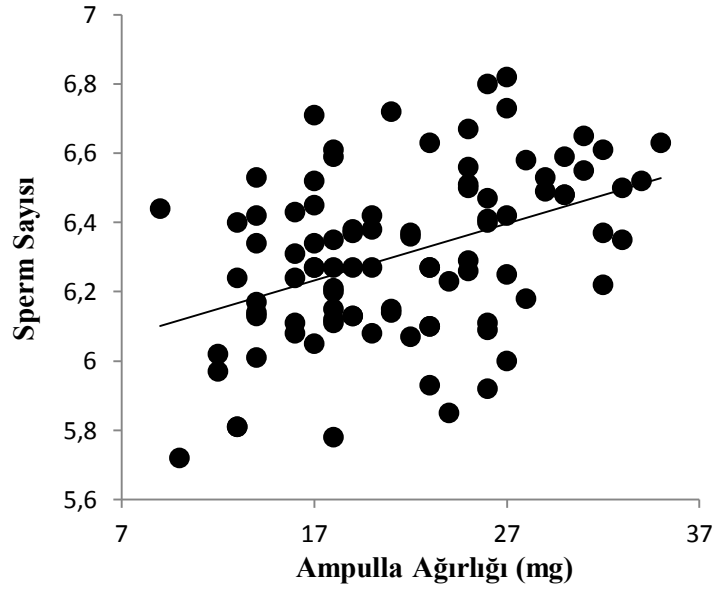
Şekil 4.3. Erkek ağırlığı (mg) ile spermatofor ağırlığı (mg) arasındaki ilişki ($R^2 = 0.34$, $p < 0.01$, $N=94$ çiftleşme, Doğrusal Regresyon).



Şekil 4.4. Spermatofilaks ağırlığı (mg) ve ampulla ağırlığı (mg) arasındaki ilişki ($R^2 = 0.50$, $p < 0.01$, $N=94$ çiftleşme, Doğrusal Regresyon).



Şekil 4.5. Spermatofor ağırlığı (mg) ve ampulla ağırlığı (mg) arasındaki ilişki ($R^2=0.62$, $p<0.01$, $N=94$ çiftleşme, Doğrusal Regresyon).



Şekil 4.6. Ampulla ağırlığı (mg) ve sperm sayısı ($\text{Log}_{10}\text{sperm}$) arasındaki ilişki ($R^2=0.17$, $p<0.01$, $N=94$ çiftleşme, Doğrusal Regresyon).

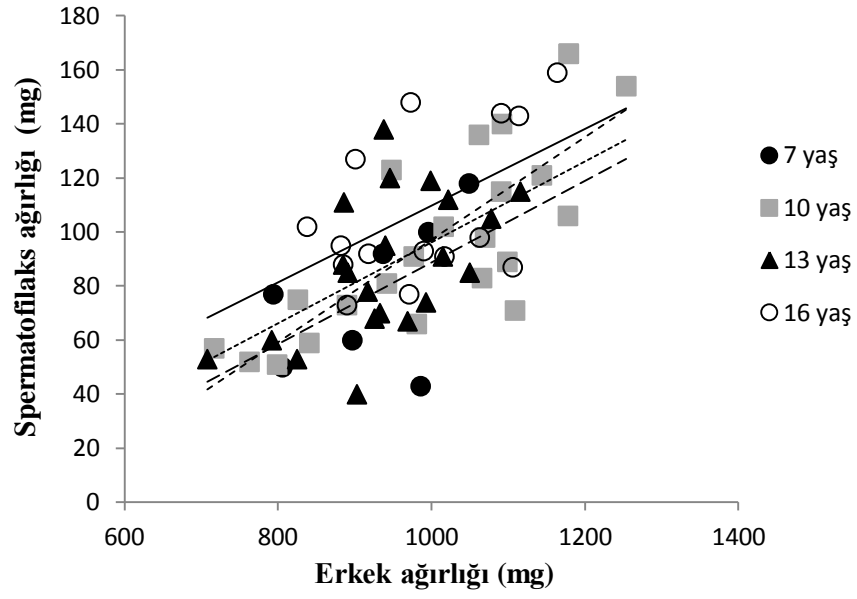
4.3. Erkeğin Yaşına ve Çiftleşme Durumuna Bağlı Olarak Spermatofor ve Sperm Transfer Stratejilerinin Belirlenmesi

4.3.1. Virjin Erkeklerin Çiftleşme Yatırımı

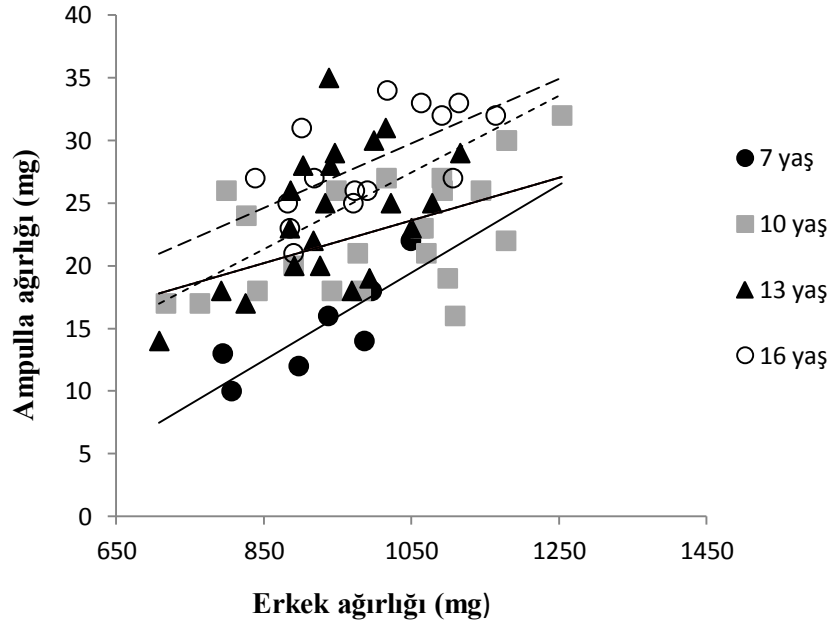
Virjin erkeklerde yaşa bağlı olarak ortalama erkek ağırlığı, spermatofor ağırlığı, spermatofilaks ağırlığı ve ampulla ağırlıkları artmaktadır. Ortalamalara dikkat edilecek olursa spermatofilaks ağırlığı erkeğin vücut ağırlığı ile orantılı olarak değişmektedir (Şekil 4.7). Tüm yaş gruplarında erkeğin her yaşında ampulla ağırlığı ve erkek ağırlığı arasında pozitif bir ilişki vardır (Şekil 4.8). İlaveten tüm yaş gruplarında spermatofilaks ağırlığı ve ampulla ağırlığı (Şekil 4.9), ampulla ağırlığı ve sperm sayısı açısından pozitif bir ilişki bulunmuştur (Şekil 4.10). Çizelge 4.3'te her yaş grubu virjin erkeklere ait ağırlık, spermatofor, % spermatofor, spermatofilaks, % spermatofilaks, ampulla, % ampulla ve sperm sayılarına ilişkin veriler görülmektedir.

Çizelge 4.3. Farklı yaş gruplarındaki virjin erkeklerin ağırlığı, spermatofor ağırlığı, spermatofilaks ağırlığı, ampulla ağırlığı ve sperm sayısı (Ort.±SH).

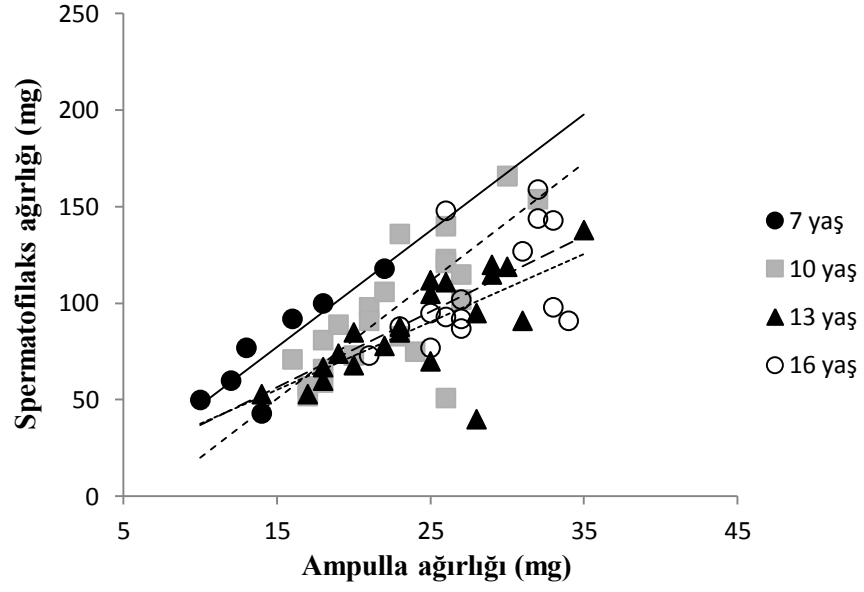
		E	Spf	% spf	Spflx	% Spflx	Amp	% Amp	Sp x10 ³
EY	N	Ort.±SH	Ort.±SH	Ort.±SH	Ort.±SH	Ort.±SH	Ort.±SH	Ort.±SH	Ort.±SH
7	7	923.57±36.63	93.57±11.79	10,06± 1,05	77.14±10.47	8,29±0,95	15.00±1.52	1,60±0,11	1216.71±226.70
10	23	1009.70±30.86	123.91±8.30	12,08±0,55	98.91±7.46	9,60±0,51	22.91±0.97	2,28±0,08	1620.70±145.39
13	21	939.62±20.76	114.10±6.44	12,07±0,58	87.00±5.70	9,20±0,53	24.05±1.17	2,55±0,10	2912.76±225.21
16	15	986.87±26.25	138.60±7.79	13,74±0,67	107.80±7.29	10,70±0,62	28.13±1.04	2,78±0,10	3687.00±409.26



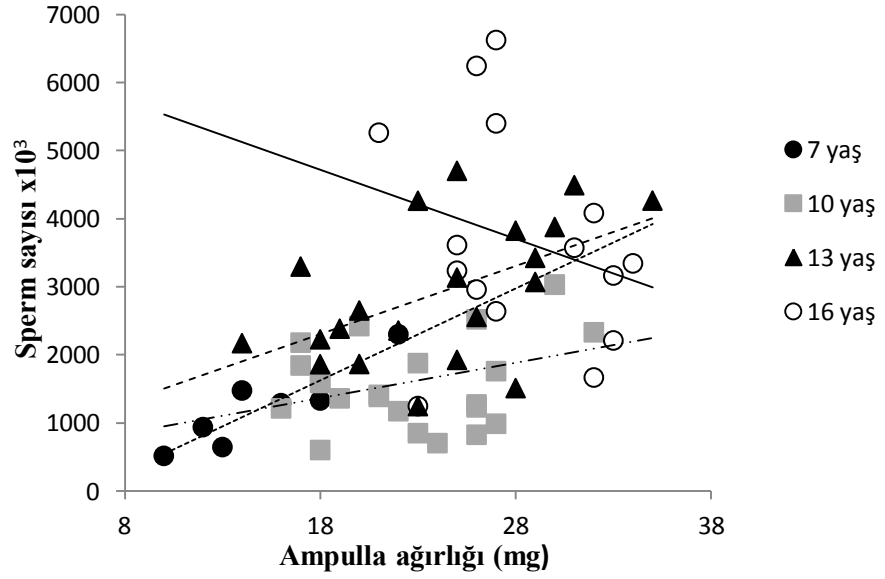
Şekil 4.7. Virjin erkek yaş gruplarına bağlı olarak spermatofilaks ağırlığı (mg) ve erkek ağırlığı (mg) arasındaki regresyon ilişkisi (7 yaş: $N=7$, $R^2=0.28$, 10 yaş: $N=23$, $R^2=0.62$, 13 yaş: $N=21$, $R^2=0.30$, 16 yaş: $N=15$, $R^2=0.26$).



Şekil 4.8. Virjin erkek yaş gruplarına bağlı olarak erkek ağırlığı (mg) ve ampulla ağırlığı (mg) arasındaki regresyon ilişkisi (7 yaş: $N=7$, $R^2=0.30$, 10 yaş: $N=23$, $R^2=0.29$, 13 yaş: $N=21$, $R^2=0.29$, 16 yaş: $N=15$, $R^2=0.42$).



Şekil 4.9. Virjin erkek yaş gruplarına bağlı olarak spermatofilaks ağırlığı (mg) ve ampulla ağırlığı (mg) arasındaki regresyon ilişkisi (7 yaş: N=7, $R^2=0.78$, 10 yaş: N=23, $R^2=0.63$, 13 yaş: N=21, $R^2=0.52$, 16 yaş: N=15, $R^2=0.31$).



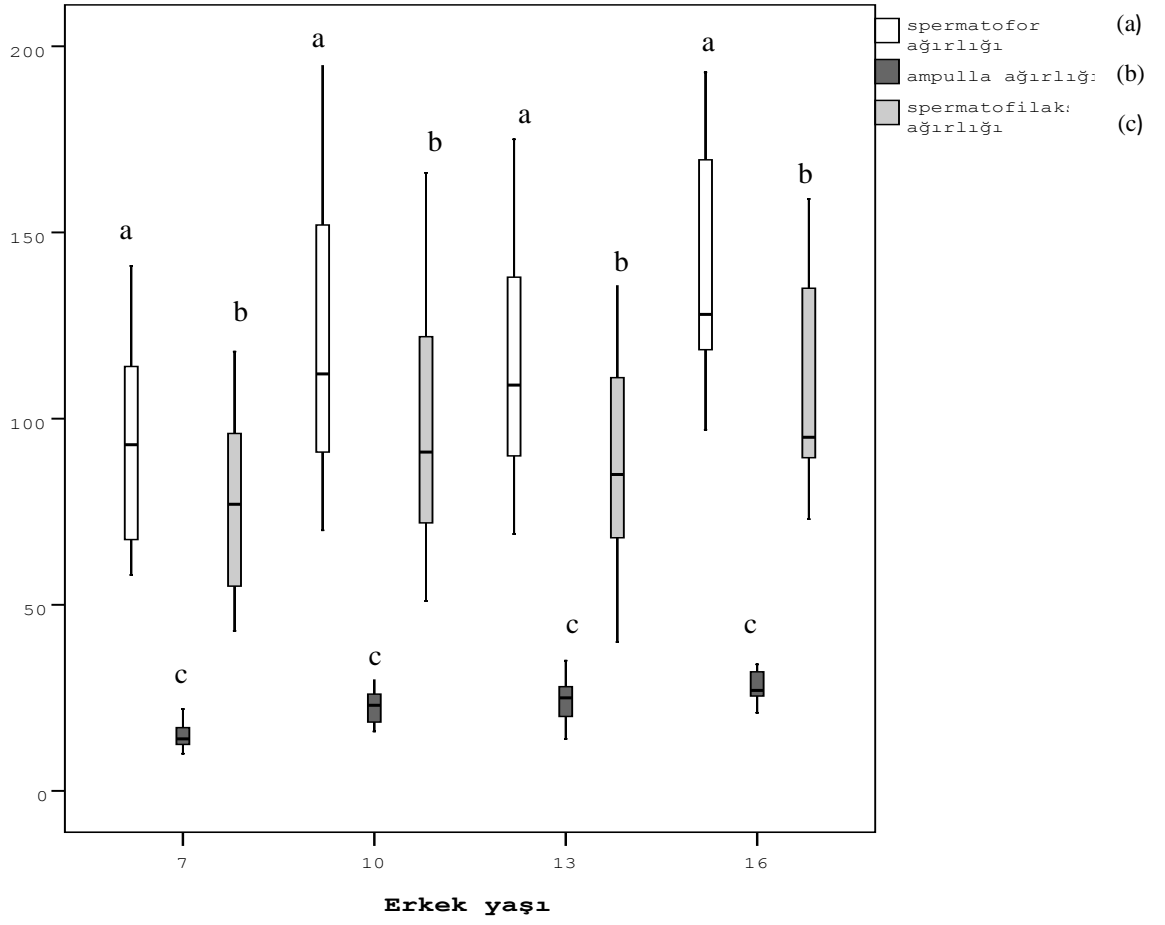
Şekil 4.10. Virjin erkek yaş gruplarına bağlı olarak ampulla ağırlığı ile sperm sayısı arasındaki regresyon ilişkisi (7 yaş: N=7, $R^2=0.83$, 10 yaş: N=23, $R^2=0.12$, 13 yaş: N=21, $R^2=0.27$, 16 yaş: N=15, $R^2=0.06$).

4.3.2. Virjin erkeklerde farklı yaş gruplarında çiftleşme yatırımları

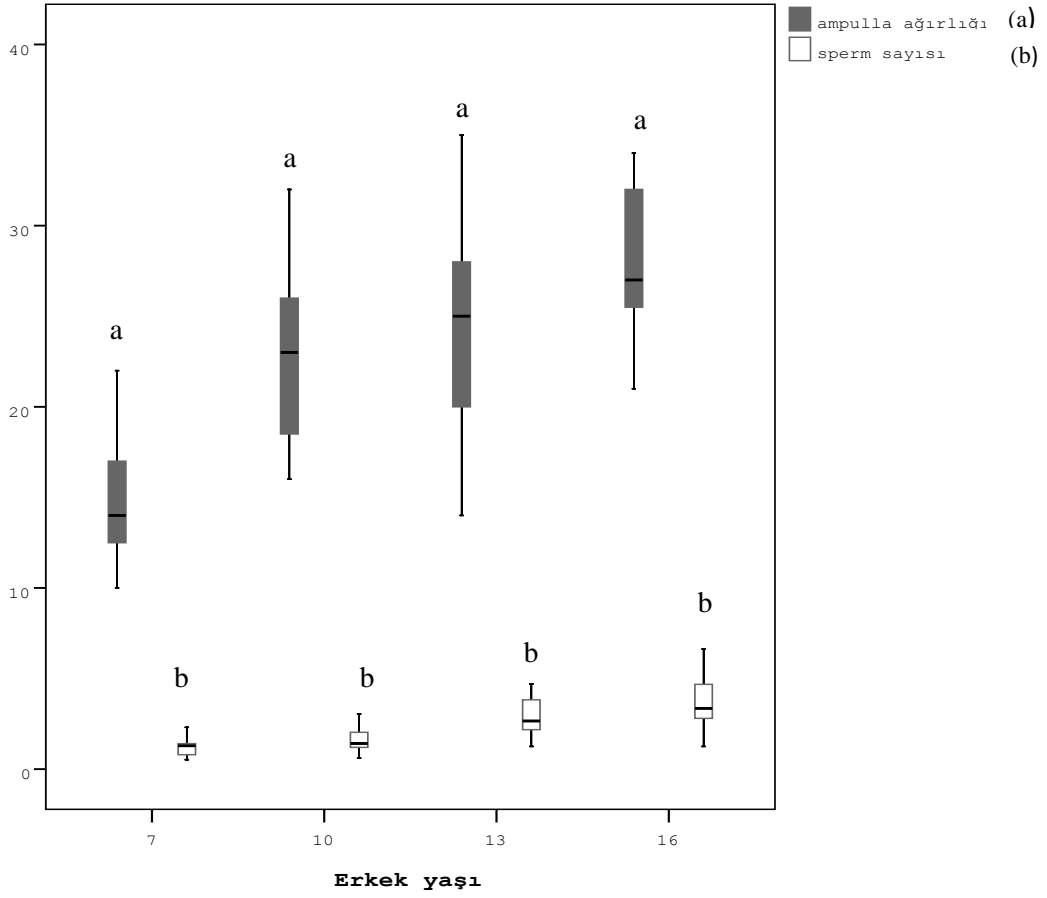
Farklı yaş gruplarındaki virjin erkeklerin yatırımlarını karşılaştırmak amacıyla yapılan ANOVA analizine göre gruplar arasında spermatofor ağırlığı, ampulla ağırlığı ve sperm sayısı bakımında farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4.4). Virjin ve yaşlı olan erkekler virjin ve genç olan erkeklere göre daha ağır ampulla oluşturmuş ($F_{3,62}$: 12.554, $p<0.001$) ve daha fazla sayıda sperm üretmişlerdir ($F_{3,62}$: 18.524, $p<0.001$). Farklı yaş gruplarında spermatofilaks ağırlığı önemli bir farklılık göstermemiştir ($F_{3,62}$: 2.289, $p=0.087$). Yaşlı virjin erkekler (16 yaş) genç virjin erkeklere oranla daha ağır spermatofor nakletmişlerdir ($F_{3,62}$: 3.234, $p=0.028$, ANOVA) (7 -16 yaşlarında, TUKEY, $p=0.025$) (Şekil 4.11). İlave olarak 16 yaşındaki virjin erkeklerin ürettikleri ampulla 7 yaşındaki virjin erkeklerin ürettiği ampullaya oranla daha ağırdır (7-10-16 yaşlarında, TUKEY, $p<0.001$). Ayrıca virjin erkek yaşına bağlı olarak üretilen sperm sayısı artış göstermiştir ($F_{3,62}$: 18.524, $p<0.001$), yani genç erkekler kendisinden daha yaşlı olan erkeklere oranla daha az sayıda spermi dişilere transfer etmişlerdir (7-10-16 yaşlarında, TUKEY, $p<0.001$) (Şekil 4.12).

Çizelge 4.4. Virjin erkek yaş gruplarına bağlı olarak gruplar arasındaki farkı gösteren anova analizi (7 yaş N=7, 10 yaş N=23, 13 yaş N=21, 16 yaş N=15) (Serbestlik derecesi F: 3, 62)

Değişkenler	Çiftleşmeler Arasında	
	F	p
Erkek ağırlığı (mg)	1.778	0.161
Spermatofor ağırlığı (mg)	3.234	0.028
Ampulla ağırlığı (mg)	12.554	0.000
Spermatofilaks ağırlığı (mg)	2.289	0.087
Log ₁₀ sperm sayısı	18.524	0.000



Şekil 4.11. Spermatozor (a) (mg), spermatofolaks (b) (mg) ve ampulla ağırlıklarının (c) (mg) virjin erkeğin yaşına bağlı değişimi (7 yaş N=7, 10 yaş N=23, 13 yaş N=21, 16 yaş N=15).



Şekil 4.12. Ampulla ağırlığının (a) ve sperm sayısının (b) ($\times 10^6$) virjin erkeğin yaşına bağlı değişimi (7 yaş N=7, 10 yaş N=23, 13 yaş N=21, 16 yaş N=15).

4.3.3. Virjin Erkek Yaş Gruplarında Spermatofor ve İçeriklerinin Transfer Stratejisi

Farklı yaş gruplarındaki virjin erkeklerin çiftleşmelerinde spermatofor ve içeriklerinin paylaşımında takip ettiği stratejik yatırımı belirlemek amacıyla ANCOVA analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda sperm sayısı üzerinde sadece erkeğin yaşının etkili olduğu bulunmuştur (ANCOVA, $F_{3,58}$: 9.845, $p < 0.001$). Dişi ve erkek ağırlıklarının, erkeğin çiftleşme esnasında nakletmiş olduğu ampulla ve spermatofilaks ağırlıklarının sperm sayısı üzerine herhangi bir etkisi yoktur (Çizelge 4.5). Virjin erkeğin yaşının (ANCOVA, $F_{1,59}$: 27.290, $p < 0.001$) ve spermatofilaks ağırlığının (ANCOVA, $F_{3,59}$: 15.279, $p < 0.001$) ampulla ağırlığı üzerine etkisi olduğu

bulunmuştur. Dişi ve erkek ağırlıklarının ampulla ağırlığı üzerine herhangi bir etkisi yoktur (Çizelge 4.6).

Virjin erkeğin ağırlığının spermatofilaks ağırlığı üzerinde etkili olduğu bulunmuştur (ANCOVA, $F_{1,60}$: 46.469, $p<0.001$). Ancak dişinin ağırlığının ve virjin erkeğin yaşının spermatofilaks ağırlığı üzerine etkisi yoktur (Çizelge 4.7). Virjin erkeğin ağırlığının (ANCOVA, $F_{1,60}$: 48.930, $p<0.001$) ve virjin erkek yaşının spermatofor ağırlığı üzerine etkili olduğu saptanmıştır (ANCOVA, $F_{3,60}$: 3.033, $p=0.036$) (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.5. Erkek ağırlığı, dişi ağırlığı, spermatofilaks ağırlığı, ampulla ağırlığı ve erkeğin yaşının sperm sayısı (\log_{10} sperm sayısı) üzerine etkisini gösteren ANCOVA analizi (7 yaş N=7, 10 yaş N=23, 13 yaş N=21, 16 yaş N=15, Adj. $R^2=0.47$).

Değişkenler	df	Ortalamanın		
		karesi	F	p
Ampulla ağırlığı (mg)	1	0.016	0.458	0.501
Dişi ağırlığı (mg)	1	0.003	0.088	0.768
Erkek ağırlığı (mg)	1	0.003	0.076	0.783
Spermatofilaks ağırlığı (mg)	1	0.032	0.950	0.334
Erkek yaşı	3	0.336	9.845	0.000
Hata	58	0.034		

Çizelge 4.6. Erkek ağırlığı, dişi ağırlığı, spermatofilaks ağırlığı ve erkeğin yaşının ampulla ağırlığı (mg) üzerine etkisini gösteren ANCOVA analizi (7 yaş N=7, 10 yaş N=23, 13 yaş N=21, 16 yaş N=15, Adj. $R^2=0.68$).

Değişkenler	df	Ortalamanın		
		karesi	F	p
Dişi ağırlığı (mg)	1	2.660	0.243	0.624
Erkek ağırlığı (mg)	1	17.719	1.622	0.208
Spermatofilaks ağırlığı (mg)	1	298.159	27.290	0.000
Erkek yaşı	3	166.931	15.279	0.000
Hata	59	10.926		

Çizelge 4.7. Erkek ve dişi ağırlıklarının ve virjin erkeğin yaşının spermatofilaks ağırlığı (mg) üzerine etkisini gösteren ANCOVA analizi (7 yaş N=7, 10 yaş N=23, 13 yaş N=21, 16 yaş N=15, Adj. $R^2=0.45$).

Değişkenler	df	Ortalamanın		
		karesi	F	p
Dişi ağırlığı (mg)	1	5.082	0.009	0.923
Erkek ağırlığı (mg)	1	25100.052	46.469	0.000
Erkek yaşı	3	816.810	1.512	0.221
Hata	60	540.148		

Çizelge 4.8. Erkek ağırlığı, dişi ağırlığı ve virjin erkeğin yaşının spermatofor ağırlığı (mg) üzerine etkisini gösteren ANCOVA analizi (7 yaş N=7, 10 yaş N=23, 13 yaş N=21, 16 yaş N=15, Adj. $R^2=0.48$).

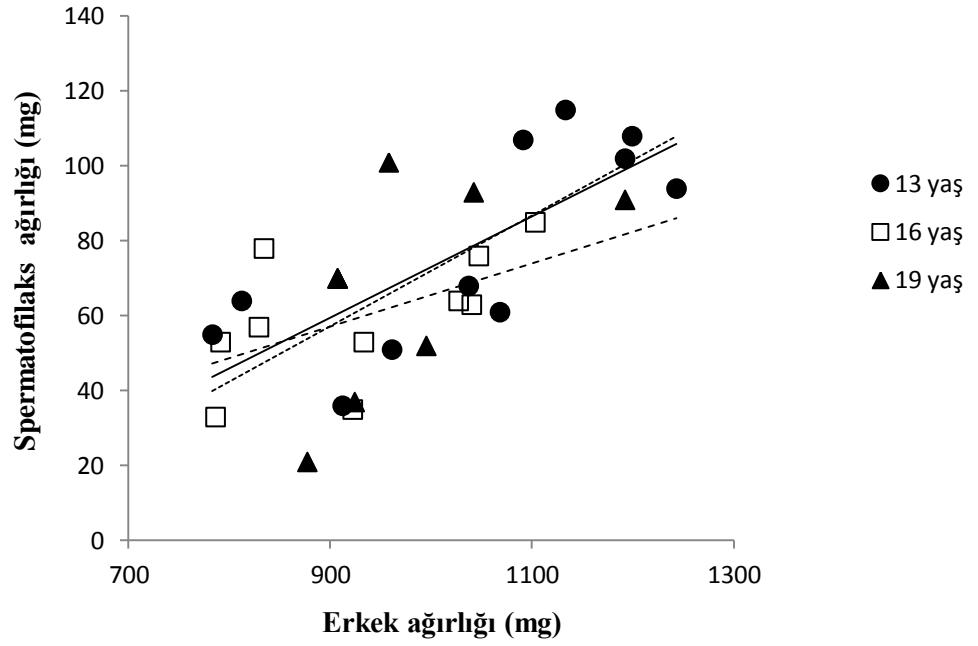
Değişkenler	df	Ortalamanın		
		karesi	F	p
Dişi ağırlığı (mg)	1	0.956	0.001	0.970
Erkek ağırlığı (mg)	1	31830.767	48.930	0.000
Erkek yaşı	3	1973.385	3.033	0.036
Hata	60	650.532		

4.3.4. Virjin Olmayan Erkeklerin Çiftleşme Yatırımı

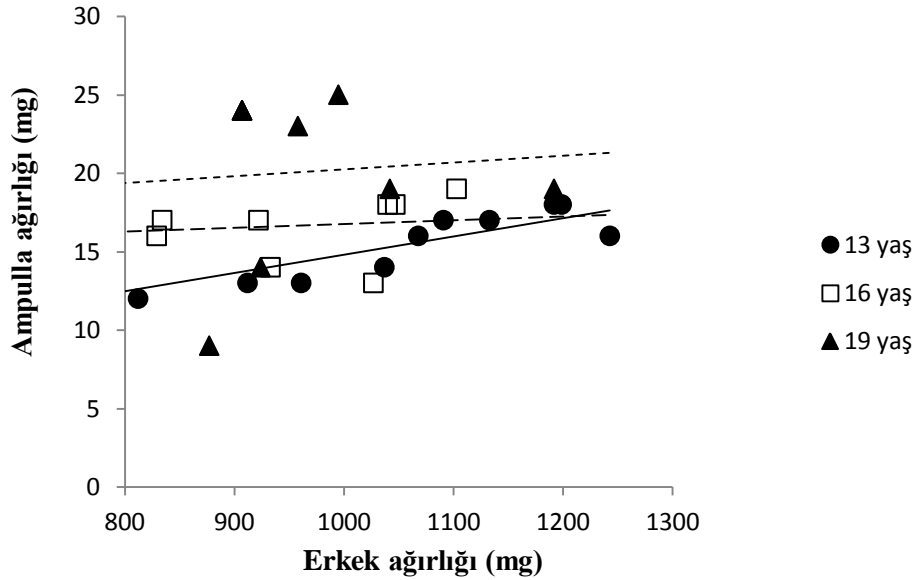
Virjin olmayan erkeklerin spermatofor yatırımları analiz edildiğinde spermatofilaks ağırlığı ile erkeğin vücut ağırlığının pozitif ilişkili olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 4.13). Farklı yaş gruplarında erkeğin her yaşında ampulla ağırlığı ve erkek ağırlığı arasında pozitif bir ilişki vardır, fakat bu ilişki erkek 19 yaşına geldiğinde ortadan kalkmaktadır (Şekil 4.14). İlaveten tüm yaş gruplarında spermatofilaks ağırlığı ve ampulla ağırlığı arasında pozitif ilişki bulunmuştur (Şekil 4.15). Ampullanın ağırlığı ve sperm sayısı karşılaştırıldığında erkek 13 yaşında iken pozitif bir ilişki varken 16 yaşında bu ilişki kalmamış, 19 yaşında ise negatif bir ilişki ortaya çıkmıştır (Şekil 4.16). Yapılan analizde 10 yaşında virjin olmayan erkeklerin verileri görülmemektedir. Çünkü ilk yaş grubu olan 7 yaşındaki erkekler diğer yaş gruplarına göre çiftleşmeye isteksiz olduklarından bu erkeklerin ikinci çiftleşme değerleri (10 yaş) alınmadı.

Çizelge 4.9. Farklı yaş gruplarındaki virjin olmayan erkeklerin vücut, spermatofor, spermatofilaks, ampulla ağırlıkları ve sperm sayısı.

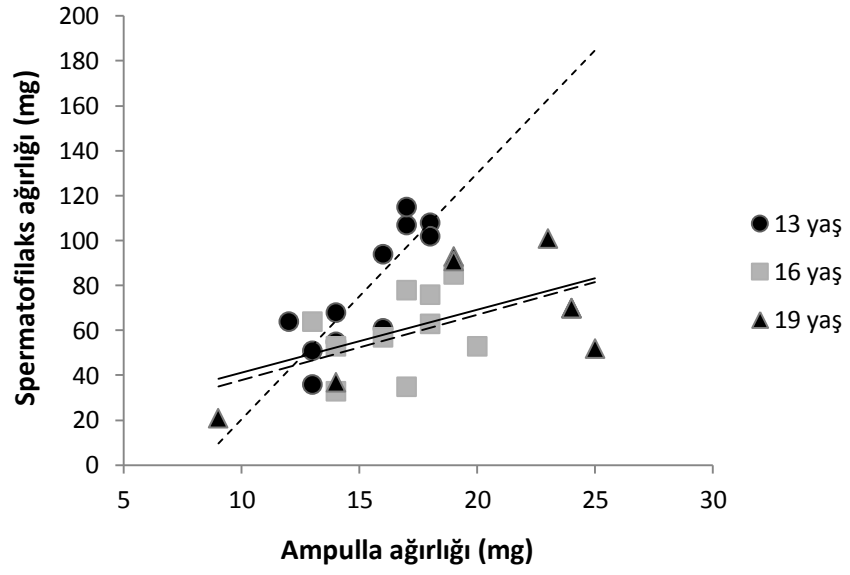
EY	N	E	Spf	% Spf	Spflx	% Spflx	Amp	% Amp	Sp 10 ³
		Ort.±SH	Ort.±SH	Ort.±SH	Ort.±SH	Ort.±SH	Ort.±SH	Ort.±SH	Ort.±SH
13	11	1039.18±46.93	97.45±9.06	9,26±0,60	78.27±8.28	7,41±0,58	15.27±0.64	1,47±0,04	1388.18±125.709
16	10	931.20±37.21	77.90±18.21	8,35±0,53	59.70±5.46	6,38±0,51	16.60±0.73	1,80±0,11	2957.10±389.492
19	7	985.00±40.35	88.28±13.30	8,85±1,25	66.67±11.60	6,63±1,09	19.00±2.19	1,93±0,23	1999.86±194.741



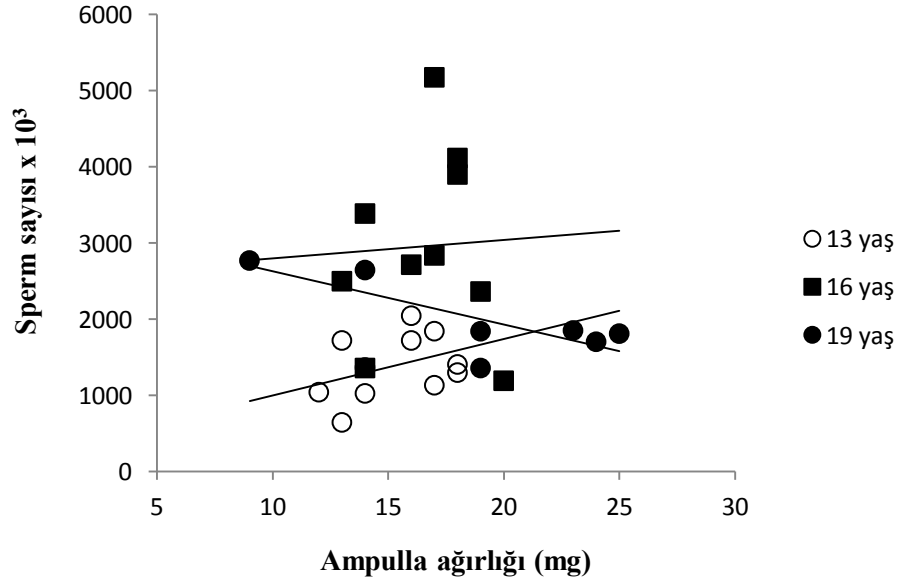
Şekil 4.13. Virjin olmayan erkek yaş gruplarına bağlı olarak spermatofilaks ağırlığı (mg) ve erkek ağırlığı (mg) arasındaki regresyon ilişkisi (13 yaş: $N=11$, $R^2=0.58$, 16 yaş: $N=10$, $R^2=0.33$, 19 yaş: $N=9$, $R^2=0.29$).



Şekil 4.14. Virjin olmayan erkek yaş gruplarına bağlı olarak ampulla ağırlığı (mg) ve erkek ağırlığı (mg) arasındaki regresyon ilişkisi (13 yaş: $N=11$, $R^2=0.70$, 16 yaş: $N=10$, $R^2=0.01$, 19 yaş: $N=9$, $R^2=0.00$).



Şekil 4.15. Virjin olmayan erkek yaş gruplarına bağlı olarak ampulla ağırlığı (mg) ve spermatofilaks ağırlığı (mg) arasındaki regresyon ilişkisi (13 yaş: N=11, $R^2=0.73$, 16 yaş: N=10, $R^2=0.14$, 19 yaş: N=9, $R^2=0.35$).



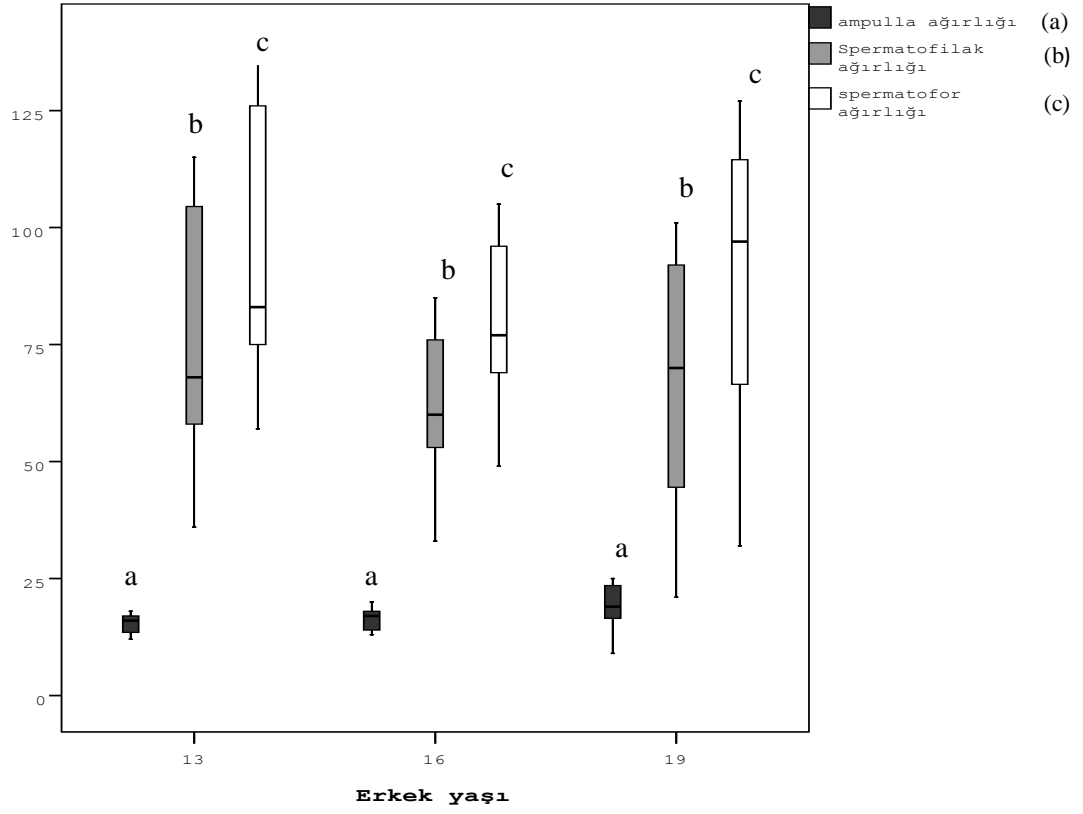
Şekil 4.16. Virjin olmayan erkek yaş gruplarına bağlı olarak ampulla ağırlığı ile sperm sayısı arasındaki regresyon ilişkisi (13 yaş: N=11, $R^2=0.14$, 16 yaş: N=10, $R^2=0.00$, 19 yaş: N=9, $R^2=0.62$).

4.3.5. Virjin Olmayan Erkeklerin Farklı Yaş Gruplarında Çiftleşme Yatırımları

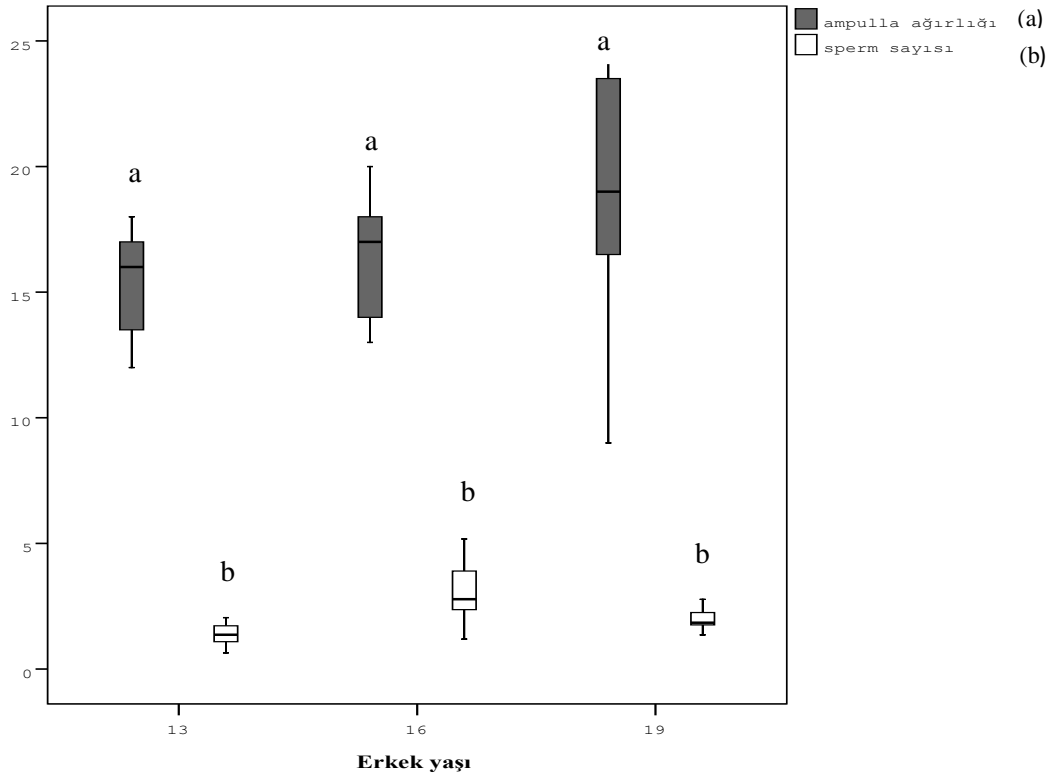
Virjin olmayan erkek yaş grupları arasındaki farklılığı görmek amacıyla ANOVA analizi yapılmıştır (Çizelge 4.10). Yapılan analizde erkeğin yaşı faktör olarak alınırken spermatofor ve içerikleri (spermatofilaks, ampulla ve sperm) bağımlı değişken olarak alınmıştır. Virjin olmayan erkek grupları arasında yapılan analize bakıldığında erkek ağırlığı ($F_{2,27}$: 1.309, $p=0.288$), spermatofor ağırlığı ($F_{2,27}$: 0.976, $p=0.391$), ampulla ağırlığı ($F_{2,27}$: 1.901, $p=0.170$) ve spermatofilaks ağırlığı ($F_{2,27}$: 1.384, $p=0.269$) bakımından gruplar arasında bir fark yoktur (Şekil 4.17). Virjin olmayan erkek grupları arasında sperm sayısı bakımından önemli derecede fark bulunmuştur ($F_{2,27}$: 10.864, $p<0.001$). Virjin olmayan erkeğin yaşına bağlı olarak üretilen ampulla ve sperm sayısı artmaktadır (Şekil 4.18).

Çizelge 4.10. Virjin olmayan erkek yaş gruplarında ANOVA analizi (13 yaş N=11, 16 yaş N=10, 19 yaş N=9) (Serbestlik derecesi F: 2, 27).

Değişkenler	Çiftleşmeler Arasında	
	F	p
Erkek ağırlığı (mg)	1.309	0.288
Spermatofor ağırlığı (mg)	0.976	0.391
Ampulla ağırlığı (mg)	1.901	0.170
Spermatofilaks ağırlığı (mg)	1.384	0.269
Log ₁₀ sperm sayısı	10.864	0.000



Şekil 4.17. Spermatozor ağırlığı (c) (mg), spermatofilaks ağırlığı (b) (mg) ve ampulla ağırlığının (a) (mg) virjin olmayan erkeğin yaşına bağlı değişimi (13 yaş N=11, 16 yaş N=10, 19 yaş N=9).



Şekil 4.18. Ampulla ağırlığının (a) ve sperm sayısının (b) ($\times 10^6$) virjin olmayan erkeğin yaşına bağlı değişimi (13 yaş N=11, 16 yaş N=10, 19 yaş N=9).

4.3.6. Virjin Olmayan Erkek Yaş Gruplarında Spermatofor ve İçeriklerinin Transferi Stratejisi

Virjin olmayan erkeklerin çiftleşmelerinde spermatofor yatırımını belirlemek için ANCOVA analizi yapılmıştır. Virjin olmayan erkeklerde sperm sayısı üzerinde sadece erkeğin yaşının etkili olduğu bulunmuştur (ANCOVA, $F_{2,20}$: 9.050, $p=0.002$). Dişi ağırlığı, erkek ağırlığı, spermatofilaks ve ampulla ağırlıklarının sperm sayısı üzerine herhangi bir etkisi yoktur (Çizelge 4.11). Ampulla ağırlığı üzerinde erkeğin yaşının (ANCOVA, $F_{2,21}$: 6.201, $p=0.008$) ve spermatofilaks ağırlığının (ANCOVA, $F_{1,21}$: 7.654, $p=0.012$) etkili olduğu bulunmuştur. Dişi ve erkek ağırlıklarının oluşturulan ampulla üzerinde herhangi bir etkisi yoktur (Çizelge 4.12). Erkeğin ağırlığının spermatofilaks ağırlığı üzerine etkili olduğu bulunmuştur (ANCOVA, $F_{1,22}$: 16.208, $p=0.001$) (Çizelge 4.13). Spermatofor ağırlığı üzerinde ise sadece erkeğin ağırlığının etkili olduğu bulunmuştur (ANCOVA, $F_{1,22}$: 16.607, $p < 0.001$) (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.11. Erkek ağırlığı, dişi ağırlığı, spermatofilaks ağırlığı, ampulla ağırlığı ve virjin olmayan erkeğin yaşının sperm sayısı (\log_{10} sperm sayısı) üzerine etkisini gösteren ANCOVA analizi (Adj. $R^2=0.43$).

Değişkenler	df	Ortalamanın		
		karesi	F	p
Erkek ağırlığı (mg)	1	0.095	3.740	0.067
Dişi ağırlığı (mg)	1	0.008	0.299	0.591
Spermatofilaks ağırlığı (mg)	1	0.012	0.486	0.494
Ampulla ağırlığı (mg)	1	0.010	0.377	0.546
Erkek yaşı	2	0.230	9.050	0.002
Hata	20	0.025		

Çizelge 4.12. Erkek ağırlığı, dişi ağırlığı, spermatofilaks ağırlığı ve virjin olmayan erkeğin yaşının ampulla ağırlığı (mg) üzerine etkisini gösteren ANCOVA analizi (Adj. $R^2=0.39$).

Değişkenler	df	Ortalamanın		
		karesi	F	p
Erkek ağırlığı (mg)	1	0.055	0.007	0.936
Dişi ağırlığı (mg)	1	8.283	0.995	0.330
Spermatofilaks ağırlığı (mg)	1	63.707	7.654	0.012
Erkek yaşı	2	51.619	6.201	0.008
Hata	21	8.324		

Çizelge 4.13. Erkek ağırlığı, dişi ağırlığı ve virjin olmayan erkeğin yaşının spermatofilaks ağırlığı (mg) üzerine etkisini gösteren ANCOVA analizi (Adj. $R^2=0.42$).

Değişkenler	df	Ortalamanın		
		karesi	F	p
Erkek ağırlığı (mg)	1	6438.780	16.208	0.001
Dişi ağırlığı (mg)	1	142.835	0.360	0.555
Erkek yaşı	2	28.362	0.071	0.931
Hata	22	397.254		

Çizelge 4.14. Erkek ağırlığı ve virjin olmayan erkeğin yaşının spermatofor ağırlığı (mg) üzerine etkisini gösteren ANCOVA analizi (Adj. $R^2=0.40$).

Değişkenler	df	Ortalamanın		
		karesi	F	p
Erkek ağırlığı (mg)	1	8011.226	16.607	0.000
Dişi ağırlığı (mg)	1	238.475	0.494	0.489
Erkek yaşı	2	33.011	0.068	0.934
Hata	22	482.396		

4.4. Çiftleşme Durumunun Erkek Yatırımına Etkisi

10 yaşında virjin çiftleşmelerini yapan erkekler 13, 13 yaşında virjin çiftleşmelerini yapan erkekler 16 ve 16 yaşında virjin çiftleşmelerini yapan erkekler 19 yaşında tekrar çiftleştirilmişlerdir. Çiftleşmeler arasındaki fark ANOVA (tek yönlü varyans analizi) analizi yapılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan analizde erkeğin yaşı faktör olarak alınırken spermatofor ve içerikleri (spermatofilaks, ampulla ve sperm) bağımlı değişken olarak alınmıştır. 10 yaşındaki erkekler 13 yaşında ama virjin olmayan çiftleşmelerine göre daha ağır ampulla oluşturmuşlardır ($F_{1,20}$: 18.481, $p < 0.001$, $N=22$). 13 yaşındaki erkekler 16 yaşında ama virjin olmayan çiftleşmelerine göre daha ağır spermatofor ($F_{1,18}$: 8.332, $p < 0.05$, $N=20$), spermatofilaks ($F_{1,18}$: 6.677, $p < 0.05$, $N=20$) ve ampulla ($F_{1,18}$: 12.015, $p < 0.05$, $N=20$) transfer etmişleridir. 16 yaşındaki erkekler 19 yaşındaki virjin olmayan çiftleşmelerine göre daha ağır spermatofor ($F_{1,10}$: 7.138, $p < 0.05$, $N=12$), spermatofilaks ($F_{1,10}$: 6.392, $p < 0.05$, $N=12$), ampulla ($F_{1,10}$: 7.642, $p < 0.05$, $N=12$) ve daha fazla sayıda sperm ($F_{1,10}$: 19.535, $p < 0.05$, $N=12$) transfer etmişlerdir.

4.5. Aynı Yaştaki Virjin ve Virjin Olmayan Erkeklerin Birinci ve İkinci Çiftleşmelerinin Karşılaştırılması

Çalışmada elde edilen veriler ışığında aynı yaşlar da olup çiftleşme statüsü farklı olan erkek spermatofor yatırımlarının karşılaştırılmasının virjinitati etkisinin daha iyi anlaşılmasına yardımcı olacağı düşünülmüştür. 13 ve 16 yaşındaki virjin ve virjin olmayan erkeklerin çiftleşme yatırımları ANOVA analizi her iki yaş grubu için ayrı ayrı uygulanmıştır. Erkeğin yaşına göre değerlendirme yapılırken erkek yaşı analizde faktör olarak, spermatofor ve içerikleri (spermatofilaks, ampulla ve sperm) bağımlı değişken olarak alınmıştır. Erkeğin çiftleşme statüsüne göre değerlendirme yapılırken erkeğin çiftleşme statüsü faktör olarak, spermatofor ve içerikleri bağımlı değişken olarak analize yerleştirilmiştir. Yapılan analize göre 13 yaşındaki virjin erkeklerle aynı yaştaki virjin olmayan erkekler arasında ampulla ağırlığı ($F_{1,31}$: 26.674, $p < 0.001$) ve dişiye transfer edilen sperm sayısı açısından önemli bir fark vardır ($F_{1,31}$: 29.004, $p < 0.001$) (Çizelge 4.15). 13 yaşındaki virjin erkekler virjin olmayan erkeklere göre daha ağır bir ampulla oluşturmuşlar ve daha fazla sayıda sperm transfer etmişlerdir. 16 yaşındaki virjin erkekler ile 16 yaşındaki virjin

olmayan erkekler arasında spermatofor ($F_{1,23}$: 32.282, $p<0.001$), ampulla ($F_{1,23}$: 65.999, $p<0.001$), ve spermatofilaks ağırlıkları ($F_{1,23}$: 23.012, $p<0.001$) bakımından önemli derecede fark bulunmuş, fakat transfer edilen sperm sayısı bakımından bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.16). 16 yaşında virjin erkekler aynı yaşta virjin olmayan erkeklere göre daha ağır spermatofor, spermatofilaks ve ampulla oluşturmuşlardır.

13 ve 16 yaşında virjin çiftleşmelerini (yani ilk çiftleşmeleri) yapan erkekler arasındaki yatırım farkı anova analizi yapılarak karşılaştırılmıştır. Yapılan analize göre 13 ve 16 yaşındaki virjin erkekler arasında oluşturulan spermatofor ($F_{1,34}$: 5.912, $p=0.02$) spermatofilaks ($F_{1,34}$: 5.180, $p=0.029$) ve ampulla ağırlıkları ($F_{1,34}$: 6.141, $p=0.018$) bakımından fark bulunmuştur (Çizelge 4.17). Virjin çiftleşmelerinde 16 yaşındaki yaşlı erkek 13 yaşındaki erkeğe göre daha ağır spermatofor, spermatofilaks ve ampulla oluştururken sperm sayısı açısından önemli bir fark görülmemiştir.

13 ve 16 yaşında virjin olmayan çiftleşmelerini (yani ikinci çiftleşmeleri) yapan erkekler arasındaki yatırıma bakıldığında, 13 ve 16 yaşındaki virjin olmayan erkeklerin çiftleşme yatırımları arasında sadece sperm sayısı açısından farklılık bulunmuştur ($F_{1,19}$: 16.590, $p=0.01$) (Çizelge 4.18). Bu analize göre virjin olmayan yaşlı erkek kendisine göre genç olan erkekte daha fazla sperm transfer etmiştir.

Çizelge 4.15. 13 yaşındaki virjin ve virjin olmayan erkeklerin çiftleşme yatırımını gösteren ANOVA analizi (virjin N=21, virjin olmayan N=11).

	Çiftleşmeler Arasında	
	F	p
Ampulla ağırlığı (mg)	26.674	0.000
Spermatofor ağırlığı (mg)	2.263	0.143
Spermatofilaks ağırlığı (mg)	0.778	0.385
Sperm sayısı (mg)	29.004	0.000

Çizelge 4.16. 16 yaşındaki virjin ve virjin olmayan erkeklerin çiftleşme yatırımını gösteren ANOVA analizi (virjin N=15, virjin olmayan N=10).

	Çiftleşmeler Arasında	
	F	p
Ampulla ağırlığı (mg)	65.999	0.000
Spermatofor ağırlığı (mg)	32.282	0.000
Spermatofilaks ağırlığı (mg)	23.012	0.000
Sperm sayısı	1.287	0.268

Çizelge 4.17. 13 ve 16 yaşındaki erkeklerin virjin çiftleşmelerindeki yatırımlarını gösteren ANOVA analizi (13 yaş N=21, 16 yaş N=15).

	Çiftleşmeler Arasında	
	F	p
Ampulla ağırlığı (mg)	6.141	0.018
Spermatofor ağırlığı (mg)	5.912	0.020
Spermatofilaks ağırlığı (mg)	5.180	0.029
Sperm sayısı	2.151	0.152

Çizelge 4.18. 13 ve 16 yaşındaki erkeklerin virjin olmayan çiftleşmelerindeki yatırımlarını gösteren ANOVA analizi (13 yaş N=11, 16 yaş N=10).

	Çiftleşmeler Arasında	
	F	p
Ampulla ağırlığı (mg)	1.854	0.189
Spermatofor ağırlığı (mg)	3.164	0.091
Spermatofilaks ağırlığı (mg)	3.353	0.083
Sperm sayısı	16.590	0.001

5.TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. Tartışma

5.1.1. Spermatofor ve Genel İçeriği

Yaptığımız çalışmada erkek ağırlığı ile spermatofor, spermatofilaks ve ampulla ağırlığı arasında pozitif ilişkiler bulunmuştur. Ağır erkekler daha ağır spermatofor, spermatofilaks ve ampulla üretirken, erkek ağırlığı ile sperm sayısı arasında bir ilişki bulunamamıştır. Ancak spermatofor, spermatofilaks ve ampulla ağırlıkları ile sperm sayısı arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. *Decticus verrucivorus*'da(Orthoptera) erkek ağırlığı ile spermatofor içeriği (spermatofilaks ve ampulla) arasında (Wedell ve Arak, 1989), *Requena verticalis* (Orthoptera) (Simmons, 1995) ve *Poecilimon jonicus jonicus* (Orthoptera) (Sevgili ve Reinhold, 2007) gibi türlerde ve birçok çalı çekirgesi türünde yapılan çalışmalarda da erkek vücut ağırlığı ile üretilen spermatofor arasında pozitif ilişki bulunmuştur (Wedell, 1993a; Wedell, 1993b; Heller ve Reinhold, 1994; Wedell ve Sandberg, 1995; Gao ve Kang, 2006; McCartney ve ark., 2008a). *Ephippiger ephippiger* (Orthoptera) (Wedell ve Ritchie, 2004), *Poecilimon zimmeri* (Orthoptera) (Lehmann ve Lehmann, 2009), *P. v. minor* (Orthoptera) ve *P. v. veluchianus* (Orthoptera) (Heller ve Reinhold, 1994), *P. jonicus jonicus* (Orthoptera) (Sevgili ve Reinhold, 2007) gibi türlerde büyük erkekler daha büyük spermatofor, spermatofilaks ve ampulla oluşturmaktadırlar.

Phonochorion uvarovi'(Orthoptera) de erkeğin arka femur uzunluğu ile erkeğin ağırlığı arasında pozitif bir ilişkinin varlığı tespit edilmesine rağmen erkeğin vücut büyüklüğü ile (arka femur uzunluğu vd.) spermatofor, spermatofilaks ve ampulla arasında herhangi bir ilişki belirlenememiştir. Benzer olarak, *Acheta domesticus*'da (Orthoptera) büyük erkek daha büyük ampulla ve daha fazla sayıda sperm transfer ederken, *Grylloides supplicans*'ta (Orthoptera) ise böyle bir ilişki saptanamamıştır (Gage ve Barnard, 1996).

Bu çalışmadaki bulgulara paralel olarak çalı çekirgeleri ile yapılan davranışsal çalışmalarda spermatofilaks ve ampulla ağırlıkları arasında pozitif ilişkiler görülmektedir. Örneğin, 43 tane Avrupa çalı çekirgesi türünde (Vahed ve Gilbert, 1996) ve Avusturya çalı çekirgelerine ait 19 cinste yapılan çalışmalarda da bildirildiği üzere ampulla ağırlığı ile spermatofilaks ağırlığı arasında pozitif ilişki

bulunmuştur (Wedell, 1993a, 1994b). Bu ilişki, benzer çalışmalarda da belirtildiği üzere, spermatofilaksın sperm transferini korumaya yönelik bir fonksiyonunun olduğu hipotezini desteklemektedir (Reinhold ve Heller, 1993; Wedell, 1993a, 1994b; Heller ve Reinhold, 1994; Vahed ve Gilbert, 1996; McCartney ve ark., 2008a). Ejakulat koruma hipotezinin erkeğin artan çiftleşme başarısını açıkladığı birçok çalışmada bildirilmiştir (Gwynne, 1984, 2001; Gerhart, 1913; Boldyrev, 1915; Sakaluk ve Eggert, 1996; Vahed ve Gilbert, 1996; Simmons, 2001). Büyük hediye dolayısıyla büyük spermatofor, ampulla ve ejakulatın dişi tarafından vaktinden önce tüketilmesini önleyerek erkeğin olası bir sperm rekabetindeki kazancını artırır (Wedell, 1991; Reinhold ve Heller, 1993; Heller ve Reinhold, 1994; Gwynne, 1997; Reinhold ve Von Helversen, 1997). Bu nedenle yapılan diğer çalışmalarla bağlantılı olarak *P. uvarovi*'de, spermatofilaks boyutunun transfer edilen sperm miktarının artışına paralel olarak artması (Wedell ve Arak, 1989; Simmons ve Gwynne, 1991; Wedell, 1993a; Reinhold ve Heller, 1993) ya da spermatofilaksın doğrudan yumurtlama frekansını ve gelişimini etkileyebileceği söylenebilir (Vahed, 1998; Gwynne, 2001).

Tettigonidlerde yapılan davranış çalışmalarında da bildirildiği üzere spermatofor ağırlığı tür içi ve türler arasında varyasyon göstermektedir (Gwynne, 1983; Wedell, 1993a; Vahed ve Gilbert, 1996). Yapılan çalışmalara bakıldığında erkeğin vücut ağırlığına bağlı olarak dişiye nakledilen spermatofor ağırlığı ortalama % 2 ile [*Acripeza reticulata*: (Wedell, 1993a), *Anonconotus alpinus*: (Vahed, 2002)] % 40 (*Ephippiger ephippiger*, Busnel ve Dumortier, 1955) arasında değişmektedir. Davranış çalışmalarında *Phonochorion* cinsine en yakın akraba olan *Poecilimon* (Orthoptera) cinsi türleri sıklıkla model organizma olarak kullanılmıştır ve bu cinse ait birçok türün spermatofor yatırımı incelenmiştir. Yapılan çalışmalarda *Poecilimon* cinsine ait türlerin spermatofor yatırımlarının genellikle büyük olduğu, en küçük spermatofor ağırlığının *P. laevissimus*'da (Orthoptera) dahi erkeğin vücut ağırlığının % 6.1'ini oluşturduğu bildirilmiştir (McCartney ve ark. 2008a). Bununla birlikte bazı çalı çekirgesi türlerinde spermatofor daha da küçük olabilmektedir. Örneğin *Mecopoda elongata* (Orthoptera) ve *Meconema thalassinum* (Orthoptera) da erkek nadiren vücut ağırlığının % 1'i kadar spermatofor ile bazen çok küçük bazen de hiç spermatofilaks oluşturamamaktadır (McCartney ve ark., 2008a). *Poecilimon* türleri

genellikle büyük spermatofor ile birlikte ampulladan daha büyük olan bir spermatofilaks oluştururlar. Fakat bazı istisnai durumlarda *Poecilimon mytilenensis*'de (Orthoptera) olduğu gibi büyük ampulla (vücut ağırlığının % 14.7'si) ve nispeten küçük spermatofilaks (vücut ağırlığının % 8.12'si) meydana getirmektedirler (Heller ve ark., 2004). Bu değerlendirmeye göre *Phonochorion uvarovi* ortalama % 2.1 küçük bir ampullaya ve % 8.80 ile de küçük bir spermatofilaksa sahip bir türdür. Spermatofilaks ağırlığındaki üst sınırı *Poecilimon* ve diğer çalı çekirgelerine benzerlik göstermektedir. *P. thessalicus* (Orthoptera), *P. ornatus* (Orthoptera) ve *P. pergamicus*'da (Orthoptera) üretilen spermatofilaks ağırlığı erkeğin vücut ağırlığının % 25 - % 28 'i arasında değişkenlik gösterirken bu oranın *P. uvarovi*'deki alt sınırı % 2.39 iken üst sınırı % 15.21 olarak bulunmuştur. *P. uvarovi* erkekleri vücut ağırlıklarının ortalama % 11.27 'sini spermatofor olarak dişie nakletmişlerdir. Bu ortalamalara göre bir karşılaştırma yapıldığında *P. uvarovi* oransal olarak nispeten küçük spermatofor üretmektedir. *P. v. minor*'de (Orthoptera) üretilen küçük spermatoforun dişie tarafından yenilme süresi *P. v. veluchianus* (Orthoptera) tarafından üretilen büyük spermatofor ile karşılaştırıldığında oldukça kısa olduğu bulunmuştur ki bu durum farklı spermatofor ağırlığına ve beslenme süresine bağlanmıştır (Heller ve Reinhold, 1994). Dolayısıyla küçük spermatofor üreten türlerde dişilerin yeniden çiftleşme periyodları kısılacaktır. Buna bağlı olarak dişilerin çiftleşme sıklığı azalan çiftleşme periyoduyla paralel olarak artacaktır (Arnqvist ve Nilsson, 2000). Bu durum küçük spermatofor üreten türlerdeki ve dolayısıyla *P. uvarovi*'deki yüksek çiftleşme oranıyla açıklanabilir. Ancak, doğada bu türün ne sıklıkta ve sayıda çiftleşme yapıldığına ilişkin bir bilgimiz yoktur.

Tettigoniidae türlerinde yapılan karşılaştırmalı çalışmalara göre, artan ses frekansına bağlı olarak erkeğin ürettiği spermatoforun küçüldüğü bildirilmiştir (Del Castillo ve Gwynne, 2007). *R. verticalis* (Orthoptera) türünde erkeğin ses oluşturması engellendiğinde üretilen spermatoforun arttığı yapılan deneysel çalışmada gösterilmiştir (Simmons ve ark., 1992). *P. uvarovi* erkeği frekansı yüksek olan ve peşpeşe benzer heceler oluşturulduğu uzun bir çağrı sesi oluşturmaktadır (Sevgili ve ark., 2010). Yapılan çalışmalara dayanarak erkek oluşturduğu bu sesin maliyetiyle ilişkili olarak ürettiği oransal spermatofora daha az yatırım yapmakta olduğu söylenebilir.

Yapılan çalışmada *P. uvarovi*'nin ortalama sperm sayısı 2.3 milyon olarak bulunmuştur. *Phaneroptera nana*'da (Orthoptera) (Vahed ve Gilbert, 1996) ortalama sperm sayısı 38.000 ile alt sınırı oluştururken 37.3 milyon sperm ile *Poecilimon thessalicus* (Orthoptera) (McCartney ve ark., 2008a) üst sınırı oluşturmaktadır. *P. jonicus jonicus*'da (Orthoptera) ki sperm sayısı 361 bin (Sevgili ve Reinhold, 2007), *P. schmidti*'de (Orthoptera) ortalama sperm sayısı 845 bin, *P. affinis*'te (Orthoptera) ise sperm sayısı 4 milyonu aşmaktadır (Vahed ve Gilbert, 1996). Bugüne kadar yapılan çalışmalardan ortaya çıkan durum; üretilen sperm sayısının genel olarak türe özgü olduğu, ancak aynı türe ait bireylerde dahi oldukça varyasyonel bir durum göstermesidir.

5.1.2. Yaşın Virjin Erkeklerdeki Yatırıma Olan Etkisi

Yapılan çalışmada kullanılan tüm dişiler virjin ve benzer yaşlardaydı. Böylece dişinin çiftleşme statüsü ve dişinin yaşından kaynaklanan olası stratejisi sperm paylaşımı engellenmiş oldu. Her yaş grubu erkeklerin vücut ağırlıkları ile spermatofilaks ağırlıkları arasında pozitif ilişki bulunmuş, ancak bu ilişkinin özellikle orta yaş grubu için çok daha güçlü olduğu saptanmıştır. Bu pozitif ilişki erkeğin vücut ağırlığı ile ampulla ağırlığı arasında da görülmekte, ancak yaşlı erkeklerde bu ilişki daha güçlü olarak bulunmuştur. Lehmann ve Lehmann (2009) *P. zimmeri* (Orthoptera) için yaptıkları çalışmada erkeğin vücut ağırlığı ile spermatofilaks arasındaki ilişkinin yaşlılarda ortadan kalktığını ve ampulla açısından ise yaşlı erkeklerde ilişkinin negatif olarak görüldüğünü rapor etmişlerdir. Ampulla ile spermatofilaks arasındaki ilişki karşılaştırıldığında *P. uvarovi* her yaş grubu için, yaş ilerledikçe azalsa da, pozitif ve güçlü bir ilişki gösterirken, *P. zimmeri*'de (Orthoptera) bu ilişki yaşlı erkeklerde kaybolmaktadır. Yukarıda da belirtildiği gibi genel olarak spermatofilaks ve ampulla arasında türler arasında ve tür içinde pozitif bir ilişki olduğu birçok çalışmada saptanmıştır. Ejakulat koruma hipotezine göre bu pozitif ilişkinin varlığı çalıştığımız tür için de geçerli olduğu söylenebilir. Ancak *P. zimmeri* için yaşa bağlı olarak sperm sayısındaki değişim olup olmadığı ilgili çalışmada (Lehmann ve Lehmann, 2009) bildirilmemiştir. *P. uvarovi*'de yaş ilerledikçe ampulla ile sperm sayısı arasındaki pozitif ilişki giderek azalmakta ve hatta son yaş grubu olan 16 yaşındaki erkeklerde bu ilişki tamamen kaybolmaktadır. Bunun nedeni spermatofilaks üretiminin erkek için ampullaya göre maliyetinin daha

yüksek olmasıdır. Çünkü ilerleyen yaşlarda olası sperm rekabetinin yüksek olması nedeniyle yatırımın daha çok ampulla ve sperm sayısına yapılması doğaldır. Hatta daha yaşlı erkeklerde ampulla ile sperm sayısı arasındaki ilişkinin tamamen kaybolması ancak sperm sayısının ortalama olarak daha fazla olması sperm rekabetine karşı bir düzenleme olarak yorumlanabilir. Cook ve Wedell (1996) tarafından *Pieris rapae* (Lepidoptera) türünde yapılan çalışmada spermatofor ağırlığının ilerleyen yaşlarda azalmasına karşın, sperm sayısının (eupyrene ve apyrene) dramatik bir biçimde artış gösterdiği rapor edilmiştir. Wedell ve Cook (1999) aynı tür için erkeğin yaşıyla ejakulattaki sperm sayısının linear olarak arttığını ve dolayısıyla yaşlı erkeklerin ejakulatlarında daha fazla sperm olduğunu bildirmişlerdir. Çalı çekirgelerinde yapılan çalışmalarda yaş ilerledikçe artan sperm sayısı, yüksek (artan) dölleme başarısı ile ilişkilendirilmiştir (Wedell, 1991). *Ephippiger ephippiger* (Orthoptera) türünde yaşlı erkekler yüksek besin değeri olan ve fazla sayıda sperm içeren büyük spermatofor oluşturmuşlardır. Çünkü erkekler bu yaşa gelene kadar çiftleşmedikleri için bu yatırımı hazırlamak için yeterince vakitleri olmuştur (Wedell ve Ritchie, 2004). *Ostrinia scapularis* (Lepidoptera) türünde yapılan çalışmada spermatofor boyutunun ve protein içeriğinin erkeğin yaşına bağlı olarak arttığı ve bu türde erkeğin yaşıyla üretilen sperm sayısının azaldığı fakat spermatofor ve besin içeriğinin arttığı bildirilmiştir (Win ve ark., 2013). *Dermestes maculatus*'da (Coleoptera) yapılan çalışmada erkeğin yaşının verimlilik ve dölleme başarısı üzerine önemli bir etkisi olduğu bulunmuştur (Jones ve Elgar, 2004). *P. uvarovi*'de virjin erkeğin yaşına bağlı olarak ampulla ağırlığının ve sperm sayısının arttığı görülmüştür. Gruplar arasındaki regresyon ilişkilerine göre virjin erkeğin yaşına bağlı olarak artan ampulla ile sperm sayısı arasındaki pozitif ilişki, erkek 16 yaşına geldiğinde azalarak kaybolmaktadır. Bu azalmanın nedeni ise ilerleyen yaşlarda erkeklerdeki mutasyon sıklığının artması olarak yorumlanabilir (Beck ve Powell, 2000).

5.1.3. Virjin Olmayan Erkeklerin Yatırımında Yaşın Etkisi

Virjin erkeklerin çiftleşmelerinde olduğu gibi, erkek ağırlığı ile spermatofilaks ağırlıkları arasında tüm yaş gruplarında (13, 16, 19) pozitif bir ilişki bulunmuştur. Bu pozitif ilişki diğer birçok çalı çekirgesi türü için de geçerlidir (Örn. *Poecilimon* türleri için bkz. McCartney ve ark., 2008a). Ancak, erkek ağırlığı ile ampulla

arasındaki ilişkide 13 yaş grubunda güçlü ve pozitif bir ilişki varken ilerleyen yaşlarda bu ilişki tamamen ortadan kalkmıştır. Bu durum, genç yaşlarda erkeklerin virjin dişilere daha fazla düğün hediyesi sunma ve sonuçta çiftleşme başarısı elde etme stratejisi olarak açıklanabilir. Örneğin, *Pieris rapae*'de (Lepidoptera) genç erkekler dişilere daha büyük spermatofor sunmaktadırlar (Cook ve Wedell, 1996). Ampulla ve spermatofilaks ağırlıkları arasında, tüm yaş gruplarında ejakulat koruma hipotezine uygun (Gwynne, 1984) olarak pozitif ilişkiler saptanmıştır. Ampulla ağırlığı ile sperm sayısı arasında erkekler 13 yaşında iken pozitif bir ilişki bulunmuş, orta yaş grubunda ise bu ilişki kaybolmuş ve daha yaşlı grupta ise güçlü ve negatif bir ilişki saptanmıştır. Ampulla ile spermatofilaks tüm yaş gruplarında pozitif ilişki göstermiş ancak sperm sayısı bu ilişkiye uymamıştır. Ampulla üretimi sperm sayısından bağımsız olarak erkek yaşamının daha uzun bir kısmında büyüklüğünü muhafaza etmektedir. Sperm sayısı ilerleyen yaşlarda azalmaktadır. Bu durum yaşlı erkeklerde genetik kalitenin azalması ve mutasyon oranının artmasına bağlı olduğu şeklinde açıklanabilir. Çünkü genetik kalite yaşla ilişkilidir (Beck ve Powell, 2000). Crow (1997) mutasyon oranının yaşlı erkeklerde gençlere göre daha yüksek olduğunu söylemiştir. Çünkü mutasyonun yıkıcı etkilerinden dolayı erkeğin genetik kalitesi yaşa bağlı olarak azalmaktadır. Örneğin *Drosophila melanogaster* (Diptera) türü için, Price ve Hansen (1998) yaşlı erkeklerle çiftleşen dişilerden oluşan larvaların yaşayabilirliğinin ve aynı zamanda erkeklerin çiftleşme yeteneklerinin azaldığını bildirmişlerdir. Yine benzer olarak Sinekkapan kuşu (*Ficedula albicollis*) genç erkeklerle çiftleştiğinde dişilerin döllerini daha yüksek bir üreme başarısına sahip olmuşlardır (Alatalo ve ark., 1986). Çalışmalar orta yaş grubu erkeklerle çiftleşen dişilerin genel olarak daha avantajlı olduğunu bildirmektedir (Beck ve Powell, 2000). *P. uvarovi* türünde hem erkek hem de dişi birden fazla çiftleşme gerçekleştirmektedir. Çoklu çiftleşmeler için ortaya konulan duruma uygun olarak bu tür için de dişilerin orta yaş erkek tercihinin üreme başarısı için önemli olabileceği söylenebilir. Yapılan gözlemler yaklaşık erkek ve dişilerin laboratuvar şartlarında 20 gün kadar aktif çiftleşme yapabildikleri ve daha sonra öldüklerini göstermektedir. Doğal alanlardaki durumu bilmemekle birlikte, özellikle sperm sayılarının 15-18 yaşına kadar artış gösterdiği ve daha sonraki yaşlarda önemli ölçüde değişmediği

söylenbilir (bu duruma örnek olarak; yayınlanmamış veri *Isophya sikorai* H. Sevgili ile sözlü görüşme).

Erkeklerin birinci (virjin) ve ikinci çiftleşmelerindeki spermatofor yatırımları karşılaştırıldığında genç grupta yer alan virjin erkekler dişiye daha ağır ampulla transfer etmektedirler. Orta yaş grubunda ise virjin erkekler daha büyük spermatofor, spermatofilaks ve ampulla oluşturmuşlardır. Yaşlı grupta ise virjin erkekler daha fazla sayıda sperm oluştururlarken diğer parametrelerde önemli bir değişiklik olmamıştır. Bu sonuçlar özellikle ampulla ağırlığının yaş gruplarında virjin erkeklerde daha fazla olduğunu ortaya koymaktadır. Çiftleşmeden önce bekleme sürelerinin 3 gün olduğu düşünülürse, özellikle ampulla yapımının daha uzun süre aldığı söylenbilir. Çünkü *Requena verticalis* (Orthoptera) türünde yeniden çiftleşme aralığı arttıkça hem ampulla hem de spermatofilaks büyüklüğünün arttığı rapor edilmiştir (Simmons, 1995). Ancak, aynı çalışmada ampulla ağırlığı ile hacmi arasında bir uyumsuzluk olduğu da belirtilmiştir. Çünkü spermatofor üretiminin erkeğe olan maliyeti yüksek olmakta ve erkeğin olası gelecek çiftleşmelerinin azalmasına yol açmaktadır (Simmons, 1993). Ancak dişi çok sayıda çiftleşme yaparak üreme başarısı için bir yarar sağlamak [(*Gryllus bimaculatus*: (Tregenza ve Wedell, 1998)] ve aynı zamanda çiftleşme sezonu içerisinde ek besine ihtiyaç duymadan besin değeri yüksek spermatofor ile beslenerek 1-2 gün yaşama stratejisi güder [(*Isophya kraussi* (Orthoptera): (Voigt ve ark., 2005)]. Dolayısıyla erkek daha az spermatofor üreterek maliyeti azaltıp daha çok sayıda çiftleşme yapmak veya daha büyük spermatofor hediye ederek hem dişi tarafından tercih edilmek hem de dişinin poliandri derecesini azaltarak kendi üreme başarısını arttırma yönünde bir ikilem içerisinde kalmaktadır (Arnqvist ve Nilsson, 2000). Bu stratejiyi türün populasyon yoğunluğu, erkek çağrı sesinin maliyeti gibi faktörlerin de etkileyebileceğini burada belirtmek gerekir.

5.1.4. Virjin ve Virjin Olmayan Erkeklerin Spermatofor Yatırımında Etkili Olan Unsurlar

Çekirgelerde çiftleşme davranışında rol alan erkeğin çağrı sesi, düğün hediyesi, predatörden kaçınma ve diğer hususlar kısa yaşam süreleri boyunca üreme başarısını arttırmaya yönelik stratejilerin evrimleşmesine yol açmıştır. Birden fazla

çiftleşmenin olduğu türlerde erkek ve dişi yüksek üreme başarısı getirecek davranışları tercih ederler. Çiftleşmenin erkeğe olan maliyeti daha yüksek görülmektedir. Erkek minimum enerji harcayarak maksimum üreme başarısı elde etmek yönünde bir davranış sergiler. Bu duruma etki eden birçok faktörden birisi de erkeğin çiftleşeceği dişinin kalitesini gözetmesi ve yüksek üreme başarısı ummasıdır. Dişinin iyi bir genetik yapıya sahip olduğunun göstergelerinden birisi de dişinin vücut ölçüsü/ağırlığı olarak bilinir (Gage ve Barnard, 1996; Sevgili ve Reinhold, 2007), çünkü daha büyük dişi daha fazla yumurta oluşturmaktadır (Dewsbury, 1982; Simmons, 1986; Baker ve Bellis, 1993). Bu çalışmada virjin ve virjin olmayan erkek çiftleşmelerinde sperm sayısı üzerinde sadece erkeğin yaşı etkili olmuştur. Ampulla ağırlığı üzerinde ise hem spermatofilaks hem de erkeğin yaşı etkili olmuştur. Spermatofor yatırımını erkeğin ağırlığı ve yaşı etkilemiş fakat dişi ağırlığının herhangi bir etkisi yoktur. Erkek dişinin ağırlığına göre her iki grupta da yatırımında bir düzenleme yapmamıştır. Bu düzenleme bazı türlerde doğrulanmışken bazı türlerde bu şekilde bir stratejiye rastlanmamıştır. Örneğin, Gage ve Barnard (1996) *A. domesticus* (Orthoptera) türünde erkeğin daha iri dişiyle karşılaştığında daha fazla sperm transfer ettiğini bildirirken aynı çalışmada *Gryllodes supplicans*'ın (Orthoptera) böyle bir düzenleme yapmadığı bildirilmiştir. Sevgili ve Reinhold (2007) *P. jonicus jonicus* (Orthoptera) alttüründe de erkeğin dişinin ağırlığına göre sperm sayısında bir ayarlama yapmadığını bildirmişlerdir. *P. uvarovi* türünde erkek dişinin ağırlığına göre bir düzenleme yapmamakta, daha çok spermatofor transferini belirleyen hususların vücut ağırlığı ve yaşı olduğu bulunmuştur.

5.2. Sonuç

Bu çalışmada temel kurgu olarak virjin ve virjin olmayan erkeklerde yaşın spermatofor yatırımı ve sperm transferi üzerine olan etkileri çalışılmıştır. Erkeğe olan maliyeti oldukça yüksek olan spermatofor yatırımı ve olası sperm rekabeti nedeniyle ayarlanması gereken sperm sayısı üzerinde erkeğin yaşı etkili olmuştur. Genç yaşlarda sperm sayısı yaşlılara göre daha azdır. Ancak virjin olup da daha yaşlı olan erkeklerde de sperm sayısı genç virjinlere göre çok daha fazladır. Ejakulat koruma hipotezine uygun olarak virjin ve yaşlı bireylerde spermatoforun daha büyük olduğu saptanmıştır. *P. uvarovi* türünde dişinin daha yaşlı ve virjin olan erkekle çiftleştiğinde aynı yaştaki virjin olmayan erkekle çiftleşmesinden üreme başarısı olarak daha büyük fayda sağlayacağı söylenebilir. Çünkü daha birkaç gün önce çiftleşmiş erkeğin yeniden spermatofor oluşturması aynı yaşta hiç çiftleşmemiş erkeğe göre daha büyük çaba gerektirir. Genel olarak çekirgelerde yaygın olan durum orta yaşlara kadar kaynakların giderek daha da arttırılması ve ileriki yaşlarda özellikle spermatofilaksın maliyeti nedeniyle bir düşüşün görülmesidir. Ampulla ve sperm sayısı ileri yaşlarda erkeğin karşılaştığı dişilerin büyük oranda virjin olmaması ve dolayısıyla kaynaklanan yoğun sperm rekabetine bir tepki olarak belli bir düzeyde tutulduğu anlaşılmaktadır.

Bu çalışma *Phonochorion* cinsine ait davranışsal ekoloji anlamındaki ilk çalışmadır. Doğu Karadeniz'in yüksek dağları üzerinde yaşayan endemik türlere sahip bu cins yoğun populasyonlar halinde bulunurlar. Yapılan gözlemlere göre üreme döneminde erkekler uzun süre çağrı sesi üretmek ve dişiyi cezbetmek durumundadırlar. Yoğun populasyon yoğun çiftleşme rekabetini de getirmektedir. Çiftleşme davranışında dişinin erkeğe nispeten pervasız davranması ortamda çiftleşmeye hazır ve yoğun ses veren çok sayıda erkeğin olmasından kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca oransal olarak *P. uvarovi*, *Poecilimon* ve *Isophya* gibi yakın akrabalarına göre daha iridir. Ancak, göreceli spermatofor ve spermatofilaks oranları yakın akraba cinslere ait türlerle karşılaştırıldığında oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni populasyon yoğunluğunun fazla olması (olası gelecek çiftleşmeler için spermatofor büyüklüğünü ayarlama) veya peşpeşe ve çok uzun süre üretilen erkek çağrı sesinin getirdiği maliyete bağlanabilir (Simmons ve ark. 1992).

Yapılan bu çalışma aynı zamanda da *P. uvarovi* için birçok soru ortaya çıkarmıştır. Metanotal beslenme çiftleşme öncesi birçok çekirge için oldukça büyük önem taşırken (Brown, 1997; Gwynne, 1997) çalışılan türde ya çok az ya da bazen hiç olmamaktadır. Erkeğin serkusuyla dişinin lateral katlantılarını kavraması açısından oldukça önemli olan bu beslenme (hediye) tarzının bu türde geçirtilmesinin nedenleri ne olabilir? Metanotal beslenme çiftleşme başlar başlamaz neden kesilmekte ve dişi erkeği sürüklemektedir? Doğal populasyonlardaki çiftleşme sayısı nedir? Yaptığımız ön çalışmalarda dişinin erkek çağrı sesine herhangi bir tepkisinin olmadığı anlaşılmıştır. Ancak bu durum daha çok örneklerle yeniden test edilmelidir. Durum böyleyse modifiye edilmiş ve ses oluşturmamayan erkekler ile normal erkekler arasındaki spermatofor yatırımı farklı olacak mıdır? İmmün sistem parametreleri şüphesiz hem erkek hem de dişi için yaşa bağlı olarak değişmekte ve üreme başarısını etkilemektedir. Genç ve yaşlı virjinlerdeki immün sistem parametreleri virjin olmayanlara göre farklı olacak mıdır? Bunun gibi daha birçok soruya cevap oluşturacak araştırma planları elde edilen bu ön veriler ışığında cevaplanmaya çalışılacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Alatalo, A.V., Gustaffson, L., Lundberg, A. 1986. Do females prefer older males in polygynous bird species? *The American Naturalist*, 127: 241-245.
- Alcock, J. 2005. The evolution of reproductive behaviour: Animal Behavior an evolutionary approach. Sinauer Associates Inc., Massachusetts, USA, 8. Press, 317-360.
- Andersson, M. 1994. Sexual selection. Princeton University Press, New Jersey, 624pp.
- Arnqvist, G., Nilsson, T. 2000. The evolution of polyandry: multiple mating and female fitness in insects. *Animal Behaviour*, 60: 145-164.
- Baker, R.R., Bellis, M.A. 1993. Human sperm competition: ejaculate manipulation by females and the function of the female orgasm. *Animal Behaviour*, 46: 887-909.
- Beck, C.W., Powell, L.A. 2000. Evolution of female mate choice based on male age: Are older males better mates? *Evolutionary Ecology Research*, 2: 107-118.
- Boggs, C.L. 1995. Male nuptial gifts: phenotypic consequences and evolutionary implications. In *Insect Reproduction*. Leather, S. R., Hardie, J., CRC Press, 215-242.
- Boldyrev, B.T. 1915. Contributions à l'étude de la structure des spermatophores et des particularités de la copulation chez Locustodea et Gryllodea. *Horae Societatis Entomologicae Rossicae*, 6: 1-245.
- Bonduriansky, R., Brassil, C.E. 2002. Rapid and costly ageing in wild male flies. *Nature*, 420, 377.
- Brown, W. 1997. Courtship feeding in tree crickets increases insemination and female reproductive life span. *Animal Behaviour*, 54: 1369-1382.
- Busnel, R.G., Dumortier, B. 1955. Etude du cycle genital du male d' Ephippiger et son rapport avec le comportement acoustique. *Bulletin du Société Zoologique Française*, 90: 219-286.
- Bussière, L.F., Basit, HA., Gwynne, DT. 2005. Preferred males are not always good providers: female mate choice and male investment in tree crickets. *Behavioral Ecology*, 16: 223-231.
- Cameron, P.J., Wallace, A.R., Madhusudhan, V.V., Wigley, P.J., Qureshi, M.S., Walker, G.P. 2005. Mating frequency in dispersing potato tuber moth, *Phthorimaea operculella*, and its influence on the design of refugia to manage resistance in BT transgenic crops. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 115: 323-332.
- Cook, D.F. 1995. Influence of previous mating experience on future mating success in male *Lucilia cuprina* (Diptera: Calliphoridae). *Journal of Insect Behavior*, 8: 207-217.

- Cook, P.A., Wedell, N. 1996. Ejaculate dynamics in butterflies: a strategy for maximizing fertilization success? *Proceedings of the Royal Society of London B*, 263: 1047-1051.
- Cordes, N., Yiğit, A., Engqvist, L., Schmoll, T. 2013. Differential sperm expenditure reveals a possible role for post-copulatory sexual selection in a lekking moth. *Ecology and Evolution*, 3: 503-511.
- Corner, J. 1989. Older males have higher insemination success in beetle. *Animal Behaviour*, 38: 503-509.
- Crow, J.F. 1997. The high spontaneous mutation rate: is it a health risk? *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 94: 8380-8386.
- Del Castillo, R.C., Gwynne, D.T. 2007. Increase in song frequency decreases spermatophore size: correlative evidence of a macroevolutionary trade-off in katydids (Orthoptera: Tettigoniidae). *Journal of Evolutionary Biology*, 20: 1028-1036.
- Delisle, J. 1995. Effect of male and female age on the mating success of the obliquebanded leafroller *Chroistoneura rosaceana* (Lepidoptera: Tortricidae) under different ecological conditions. *Journals of Insect Behaviour*, 8: 781-799.
- Dewsbury, D.A. 1982. Ejaculate cost and male choice. *American Naturalist*, 199: 601-610.
- Engqvist, L., Reinhold, K. 2006. Theoretical influence of female mating status and remating propensity on male sperm allocation patterns. *Journal of Evolutionary Biology*, 19: 1448-1458.
- Fisher, K., Perlick, J., Galetz, T. 2008. Residual reproductive value and male mating success: older males do better. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 275: 1517-1524.
- Gage, A.R., Barnard, C.J. 1996. Male crickets increase sperm number in relation to competition and female size. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 38: 349-353.
- Gage, M.J.G. 1998. Influences of sex, size and symmetry on ejaculate expenditure in a moth. *Behavioral Ecology*, 9: 592-597.
- Gao, Y., Kang, L. 2006. Effect of mating status on copulation investment by female bushcricket *Gampsocleis gratiosa* (Tettigoniidae, Orthoptera). *Science in China Series C: Life Sciences*, 49: 349-353.
- Gerhardt, U. 1913. Copulation und spermatophoren von Grylliden und Locuatiden I. *Zool Jahrb Sys*, 35: 415-532.
- Gwynne, D.T. 1982. Mate selection by female katydids (Orthoptera: Tettigoniidae, *Conocephalus nigropleurum*). *Animal Behaviour*, 30: 734-738.
- Gwynne, D.T. 1983. Male nutritional investment and the evolution of sexual differences in the Tettigoniidae and other Orthoptera. In *Orthopteran Mating Systems: Sexual Competition in a Diverse Group of Insects* (eds D. T. Gwynne and G. K. Morris). Westview Press, 337-366, Colorado.

- Gwynne, D.T. 1984. Courtship feeding increases female reproductive success in bushcrickets. *Nature*, 307: 361–363.
- Gwynne, D.T., Bowen, B., Codd, C. 1984. The function of the katydid spermatophore and its role in fecundity and insemination (Orthoptera: Tettigoniidae). *Australian Journal of Zoology*, 32: 15–22.
- Gwynne, D.T. 1986. Courtship feeding in katydids (Orthoptera: Tettigoniidae): investment in offspring or obtaining fertilizations? *American Naturalist*, 128: 342–352.
- Gwynne, D.T. 1988a. Courtship feeding and the fitness of female katydids (Orthoptera: Tettigoniidae, *Requena verticalis*). *Evolution*, 42: 545–555.
- Gwynne, D.T. 1988b. Courtship feeding in katydids benefits the mating male's offspring. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 23: 373–377.
- Gwynne, D.T. 1990. Testing parental investment and the control of sexual selection in katydids: the operational sex ratio. *American Naturalist*, 136: 474–484.
- Gwynne, D.T. 1995. A phylogeny of Ensifera (Orthoptera): a hypothesis supporting multiple origins of acoustical signalling, complex spermatophores and maternal care in crickets, katydids and weta. *Journal of Orthoptera Research*, 4: 203–218.
- Gwynne, D.T. 1997. The evolution of edible 'sperm sacs' and other forms of courtship feeding in crickets, katydids and their kin (Orthoptera: Ensifera). Choe, J.C., Crespi, B.J. *The evolution of mating systems in insects and arachnids*. Cambridge University Press. 110–129, United Kingdom.
- Gwynne, D.T. 2001. *Katydid and Bush-crickets: Reproductive behavior and Evolution of the Tettigoniidae*. Cornell University Press, Ithaca and London, 317pp.
- Gwynne, D.T. 2008. Sexual conflict over nuptial gifts in insects. *Annual Review of Entomology*, 53: 83–101.
- Hansen, T.F., Price, D.K. 1999. Age and sex distribution of the mutation load. *Genetica*, 106: 251–262.
- Heller, K.G., Helversen, D.V. 1991. Operational sex ratio and individual mating frequencies in two bushcricket species (Orthoptera, Tettigoniidae, *Poecilimon*). *Ethology*, 89: 211–228.
- Heller, K.G., Reinhold, K. 1994. Mating effort function of the spermatophore in the bushcricket *Poecilimon veluchianus* (Orthoptera, Phaneropteridae): support from a comparison of the mating behaviour of two subspecies. *Biological Journal of the Linnean Society*, 53: 153–163.
- Heller, K.G., Falin, S., Fleischmann, P., von Helversen, O. 1998. The chemical composition of the spermatophore in same species of phaneropterid bushcrickets (Orthoptera : Tettigoniidae). *Journal of Insect Physiology*, 44: 1001–1008.
- Heller, K.G., Willemse, F., Sevgili, H. 2004. *Poecilimon mytilenesis* Werner, a polytypic phaneropterid bushcricket from the Aegean island of Lesbos

- (Orthoptera: Tettigoniidae), differing in male mating structures. *Journal of Orthoptera Research*, 13: 221-230.
- Jones, T.M., Balmford, A., Quinnell, R.J. 2000. Adaptive female choice for middle-aged mates in a lekking sandfly. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 267: 681-686.
- Jones, T.M., Elgar, M.A. 2004. The role of male age, sperm age and mating history on fecundity and fertilization success in hide beetle. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 271: 1311-1318.
- Kidd, S.A., Eskenazi, B., Wyrobek, A.J. 2001. Effects of male age on semen quality and fertility: a review of the literature. *Fertility and Sterility*, 75: 237-248.
- Koenig, W.D. 1991. Levels of female choice in the white-tailed skimmer *Plathemis lydia* (Odonata: Libellulidae). *Behavior*, 119: 193-224.
- Kokko, H. 1998. Good genes, old age and life history trade-off. *Evolutionary Ecology*, 12: 739-750.
- Lehmann, G.U.C., Lehmann, A.W. 2000. Spermatophore characteristic in bushcrickets vary with parasitism and remating interval. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 47: 393-399.
- Lehmann, G.U.C., Lehmann, A.W. 2008. Bushcricket song as a clue for spermatophore size? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 62: 569-578.
- Lehmann, G.U.C., Lehmann, A. W. 2009. Condition- dependent spermatophore size is correlated with male's age in a bushcricket (Orthoptera: Phaneropteridae). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 96: 354-360.
- Lehmann, G.U.C. 2012. Weighing costs and benefits of mating in bushcrickets (Insecta: Orthoptera: Tettigoniidae), with an emphasis on nuptial gifts, protandry and mate density. *Frontiers in Zoology*, 9:19.
- Markow, T.A., Quaid, M., Kerr, S. 1978. Male mating experience and competitive courtship success in *Drosophila melanogaster*. *Nature*, 276: 821-822.
- Marlakov, A.A., Fricke, C. 2007. Male age does not effect female fitness in a polyandrous beetle, *Callosobruchus maculatus*. *Animal Behaviour*, 74: 541-548.
- Martin, O.Y., Hosken, D.J. 2001. Strategic ejaculation in the common dung fly *Sepsis cynipsea*. *Animal Behaviour*, 63: 541-546.
- McCartney, J., Heller, K.G., Potter, M.A., Robertson, A.W., Telscher, K., Lehmann, G.U.C., Lehmann, A.W., Von Helversen, D., Reinhold, K., Achmann, R., 2008a. Understanding the size of nuptial gifts in bush-crickets: an analysis of the genus *Poecilimon* (Tettigoniidae: Orthoptera). *Journal of Orthoptera Research*, 17: 231-242.
- McCartney, J., Heller, K.G. 2008b. A preliminary analysis of mate choice in a bush cricket (*Poecilimon laevissimus*: Tettigoniidae) suggests virginity is more important than body size. *Journal of Orthoptera Research*, 17: 227-230.
- McCartney, J., Lehmann, A.W., Lehmann, G.U.C. 2010. Lifetime spermatophore investment in natural populations of two closely related bush-cricket species

- (Orthoptera: Tettigoniidae: *Poecilimon propinquus*-group). Behaviour, 147: 285–298.
- Milonas, P.G., Andow, D.A. 2010. Virgin male age and mating success in *Ostrina nubialis* (Lepidoptera: Crambidae). Animal Behaviour, 79: 509-514.
- Milonas, P.G., Farrel, S., Andow, D.A. 2011. Experienced males have higher mating success than virgin males despite fitness costs to females. Behavioral Ecology and Sociobiology, 65: 1249-1256.
- Morais, R.M, Redaelli, L.R., Ana, J.S. 2012. Age and multiple mating effects on reproductive success of *Grapholita molesta* (Busk) (Lepidoptera, Tortricidae). Revista Brasileira Entomologia, 56: 319-324.
- Morris, K. M., Qwynne, D. T., Klimas, D.E., Sakaluk, S.K. 1989. Virgin male mating advantage in a primitive acoustic insect (Orthoptera: Haglidae). Journal of Insect Behavior, 2: 173-185.
- Oktay, R. 2011. *Isophya sikorai* (Orthoptera: Phaneropterinae)'de zamana bağlı olarak erkeğin spermatofor içeriğinin değişimi üzerine bir çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Urfa.
- Parker, G.A. 1990. Sperm competition games-raftles and roles. Proceedings of the Royal Society of London B, 242: 120-126.
- Parker, G.A., Ball, M. A., Stockley, P., Gage, M.J.G. 1997. Sperm competition games: a prospective analysis of risk assesment. Proceedings of the Royal Society of London B, 264: 1793-1802.
- Parker, G.A., Pizzari, T. 2010. Sperm competition and ejaculate economics. Biological Reviews, 85 : 897-934.
- Price, D.K., Hansen, T.F. 1998. How does offspring quality change with age in male *Drosophila melanogaster*? Behavior Genetics, 28: 395-402.
- Proulx, S.R., Day, T., Rowe, L. 2002. Older males signal more reliably. Proceedings of the Royal Society of London B, 269: 2291-2299.
- Quinn, J.S., Sakaluk, S K. 1986. Pre-zygotic male reproductive effort in insects : why do males provide more than sperm? Florida Entomologist, 69: 84-94.
- Radwan, J., Michalczyk, L., Prokop, Z. 2005. Age dependence of male mating ability and sperm competition success in the bulb mite. Animal Behaviour, 69: 1101-1105.
- Reinhardt, K. 2001. Determinants of ejaculate size in a grasshopper (*Chorthippus parallelus*). Behavioral Ecology and Sociobiology, 50: 503-510.
- Reinhardt, K., Siva-Jothy, M. 2005. An advantage for young sperm in the house cricket *Acheta domesticus*. American Naturalist, 165: 718-723.
- Reinhold, K., Heller, K.G. 1993. The ultimate function of nuptial feeding in the bushcricket *Poecilimon veluchianus* (Orthoptera: Tettigoniidae). Behavioral Ecology and Sociobiology, 32: 55-60.
- Reinhold, K., von Helversen, D. 1997. Sperm number, spermatophores weight and remating in the bushcricket *Poecilimon veluchianus*. Ethology, 103: 12-18.

- Reinhold, K., Kurtz, J., Engqvist, L. 2002. Cryptic male choice: sperm allocation strategies when female quality varies. *Journal of Evolutionary Biology*, 15: 201-209.
- Ritchie, M.G., Couzin, I.D., Snedden, W.A. 1995. What's in a song? Female bushcrickets discriminate against the song of older males. *Proceedings of the Royal Society of London Biological Sciences*, 262: 21-27.
- Sağlam, İ.K., 2010. *Phonochorion* Uvarov, 1996 (Orthoptera: Tettigoniidae) cinsinde türleşme ve filoğrafya. Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı. Ankara.
- Sakaluk, S.K., Eggert, A.K. 1996. Female control of sperm transfer and intraspecific variation in sperm precedence: antecedents to the evolution of a courtship food gift. *Evolution*, 50 : 694-703.
- Sakaluk, S.K., Ivy, T.M. 1999. Virgin-male mating advantage in sagebrush crickets: differential male competitiveness or non-independent female mate choice? . *Behaviour*, 136: 1335-1346.
- Sevgili, H., Reinhold, K. 2007. No evidence for strategic male mating effort in response to female weight in a bushcricket. *Behaviour*, 144: 1179-1192.
- Sevgili, H., Çıplak, S.S., and Sağlam, İ.K. 2010. Re-evaluation of the genus *Phonochorion* (Orthoptera: Tettigoniidae: Phaneropterinae). *European Journal of Entomology*, 107: 631-645.
- Sevgili, H. 2013. Sözlü Görüşme. Ordu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ordu, (20.04.2013), e-posta: hsevgili@gmail.com.
- Simmons, L.W., Parker, G. A. 1989. Nuptial feeding in insects : mating effort versus paternal investment. *Ethology*, 81: 332-343.
- Simmons, L.W., Bailey W.J. 1990. Resource influenced sex roles of zaprochiline tettigoniids (Orthoptera: Tettigoniidae). *Evolution*, 44: 1853–1868.
- Simmons, L.W., Gwynne, D.T. 1991. The refractory period of female katydids (Orthoptera: Tettigoniidae): sexual conflict over the remating interval? *Behavioral Ecology*, 2: 276-282.
- Simmons, L.W., Zuk, M. 1992. Variability in call structure and pairing success of male field crickets, *Gryllus bimaculatus*: the effect of age, size and parasite load. *Animal Behaviour*, 44: 1145-1152.
- Simmons, L.W., Teale, R.J, Maier M., Standish, R.J., Bailey, W.J., Withers, P.C. 1992. Some cost of reproduction for male bushcrickets, *Requena verticalis* (Orthoptera: Tettigoniidae): allocating resources to mate attraction and nuptial feeding. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 31: 57-62.
- Simmons, L.W. 1993. Some constraints on reproduction for male bushcrickets, *Requena verticalis* (Orthoptera, Tettigoniidae) - diet, size and parasite load. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 32:135–139.
- Simmons, L.W., Craig, M., Llorena, T., Schinzig, M., Hosken, D. 1993. Bushcricket spermatophores vary in accord with sperm competition and

- parantal investment theory. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 251: 183-186.
- Simmons, L.W., Llorens, T., Schinzig, M., Hosken, D., Craig, M. 1994. Sperm competition selects for mate choice and protandry in the bushcricket *Requena verticalis* (Orthoptera: Tettigoniidae). *Animal Behaviour*, 47: 117-122.
- Simmons, L.W. 1995. Male bushcrickets tailor spermatophores in relation to their remating intervals. *Functional Ecology*, 9: 881-886.
- Simmons, L.W., Kvarnemo, C. 1997. Ejaculate expenditure by male bushcrickets decreases with sperm competition intensity. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 264: 1203-1208.
- Simmons, L.W. 2001. *Sperm Competition and its Evolutionary Consequences in the Insects*. Princeton University Press, 434pp.
- Solensky, M.J., Oberhauser, K. S. 2009. Male monarch butterflies, *Danaus plexippus*, adjust ejaculates in response to intensity of sperm competition. *Animal Behaviour*, 77: 465-472
- SPSS, 2006. *SPSS Base 15.0 User's Guide*, SPSS Inc., Chicago, USA.
- Stearns, C.S., Hoekstra. 2005. *Evolution an Introduction*. Oxford University press.
- Thornhill, R. 1976. Sexual selection and paternal investment in insects. *American Naturalist*, 110: 153-163.
- Thornhill, R., Alcock, J. 1983. *The Evolution of Insect Mating Systems*. Harvard University Press, Cambridge, 547pp.
- Torres-Villa, L.M., Jennions, M.D. 2005. Male mating history and female fecundity in the Lepidoptera: do male virgins make better partners? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 57: 318-326
- Tregenza, T., Wedell, N. 1998. Benefits of multiple in the cricket *Gryllus bimaculatus*. *Evolution*, 52: 1726-1730.
- Vahed, K., Gilbert, F.S. 1996. Differences across taxa in nuptial gift size correlate with differences in sperm number and ejaculate volume in bushcrickets (Orthoptera: Tettigoniidae). *Proceedings of the Royal Society of London Biological Sciences*, 263: 1257-1265.
- Vahed, K. 1998. The function of nuptial feeding in insects: a review of empirical studies. *Biological Reviews*, 73: 43-78.
- Vahed, K. 2002. Coercive copulation in the alpine bushcricket *Anonconotus alpinus* Yersin (Tettigoniidae: Tettigoniinae: Platycleidini). *Ethology*, 108: 1065-1075.
- Vahed, K. 2006. Larger ejaculate volumes are associated with a lower degree of polyandry across bushcricket taxa *Proceedings of the Royal Society of London B*, 273: 2387-2394.
- Vahed, K. 2007. Comparative evidence for a cost to males of manipulating females in bushcrickets. *Behavioral Ecology*, 18: 499-506.

- Voigt, C.C., Michener, R., Kunz, T.H. 2005. The energetic of trading nuptial gifts for copulations in katydids. *Physiological and Biochemical Zoology*, 78: 417-423.
- Voigt, C.C., Lehmann, G.U.C., Michener, R.H. Joachimski, M.M. 2006. Nuptial feeding is reflected in tissue nitrogen isotophe ratios of female katydids. *Functional Ecology*, 20: 656-661.
- Wedell, N., Arak, A. 1989. The wartbiter spermatophore and its effect on female reproductive output (Orthoptera: Tettigoniidae, *Decticus verrucivorus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 24: 117–125.
- Wedell, N. 1991. Sperm competition selects for nuptial feeding in a bushcricket. *Evolution*, 45, 1975-1978.
- Wedell, N. 1992. Protandry and mate assesment in the wartbiter *Decticus verucivorus* (Orthoptera: Tettigoniidae). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 31: 301-308.
- Wedell, N. 1993a. Spermatophore size in bushcrickets: comparative evidence for nuptial gifts as a sperm protection device. *Evolution*, 47: 1203-1212.
- Wedell, N. 1993b. Mating effort or paternal investment? Incorporation rate and cost of male donations in the wartbiter. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 32: 239–246.
- Wedell, N. 1994a. Dual function of the bushcricket spermatophore. *Proceedings of the Royal Society of London Biological Sciences*, 258: 181-185.
- Wedell, N. 1994b. Variation in nuptial gift quality in bush crickets (Orthoptera: Tettigoniidae). *Behavioral Ecology*, 5: 418-425.
- Wedell, N., Sandberg, T. 1995. Female preference for large males in the bushcricket *Requena* sp. 5 (Orthoptera: Tettigoniidae). *Journal of Insect Behavior*, 8: 513–522.
- Wedell, N. 1998. Sperm protection and mate assessment in the bushcricket *Coptaspis* sp. 2. *Animal Behaviour*, 56: 357-363.
- Wedell, N., Cook, P. A. 1999. Butterflies tailor their ejaculate in response to sperm competition risk and intensity. *Proceedings of the Royal Society of London Biological Sciences*, 226: 1033-1039.
- Wedell, N., Gage, M.J.G., Parker, G.A. 2002. Sperm competition, male prudence and sperm-limited females. *Trends in Ecology & Evolution*, 17 : 313-320.
- Wedell, N., Ritchie, M.G. 2004. Male age, mating status and nuptial gift quality in a bushcricket. *Animal Behaviour*, 56: 1059-1065.
- Wedell, N., Tregenza, T., Simmons, L.W. 2008. Nuptial gifts fail to resolve a sexual conflict in an insect. *BMC Evolutionary Biology*, 8: 204.
- Wickler, W. 1985. Stepfathers in insects and their pseudo-parental investment. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 69: 72-78.

- Win, A.T., Wataru, K., Ishikawa, Y. 2013. Age-related male reproductive investment in courtship display and nuptial gifts in a moth, *Ostrinia scapularis*. *Ethology*, 119: 325-334.
- Zeh, D.W., Smith, R. L. 1985. Paternal investment by terrestrial arthropods. *American Zoologist*, 25: 785-805.
- Zuk, M. 1988. Parasite load, body size, and age of wild-caught male field crickets (Orthoptera: Gryllidae): effect of sexual selection. *Evolution*, 42: 969-976.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hülya ÖNAL
Doğum Yeri : Samsun
Doğum Tarihi : 03.17.1987
Yabancı Dili : İngilizce
E-mail : hulyaaaonal@gmail.com
İletişim Bilgileri : Ordu Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi

Öğrenim durumu :

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Biyoloji	Ordu Üniversitesi	2010
Y.Lisans	Evrimsel Biyoloji	Bielefeld University	2011-2012(6ay)
Y.Lisans	Biyoloji	Ordu Üniversitesi	2013

İş deneyimi:

Görev	Görev Yeri	Yıl

Yayınlar :

- 1.
- 2.