

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**RHIZOPHAGUS GRANDIS (GYLLENHAL) (COLEOPTERA,  
RHIZOPHAGIDAE)'İN GELİŞİM EVRELERİNE BAĞLI OLARAK ÜRETİM  
KOŞULLARININ BAŞARI DÜZEYİNE ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Orm. Müh. Hava Aynur ÖZYILMAZ**

**ARALIK 2009  
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**RHIZOPHAGUS GRANDIS (GYLLENHAL) (COLEOPTERA,  
RHIZOPHAGIDAE)'İN GELİŞİM EVRELERİNE BAĞLI OLARAK  
ÜRETİM KOŞULLARININ BAŞARI DÜZEYİNE ETKİSİ**

**Orm. Müh. Hava Aynur ÖZYILMAZ**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nce  
“Orman Yüksek Mühendisi”  
Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarihi : 17.11.2009  
Tezin Savunma Tarihi : 23.12.2009**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mahmut EROĞLU  
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Ertuğrul BİLGİLİ  
Jüri Üyesi : Doç. Dr. Kazım SEZEN**

**Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU**

**Trabzon 2009**

## ÖNSÖZ

“*Rhizophagus grandis* (Gyllenhal) (Coleoptera, Rhizophagidae)’in Gelişim Evrelerine Bağlı Olarak Üretim Koşullarının Başarı Düzeyine Etkisi” konulu bu çalışma KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Entomolojisi ve Koruma Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışmanın tasarlanmasında, arazi ve laboratuvar çalışmalarının yürütülmesinde, verilerin değerlendirilmesinde ve tez metninin oluşturulmasında çok değerli yardımlarını ve desteğini gördüğüm danışman hocam Sayın Prof.Dr.Mahmut EROĞLU’na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmasına sağladığı çok değerli katkılarından dolayı Sayın Prof.Dr.Ertuğrul BİLGİLİ’ye teşekkür etmeyi bir borç bilirim. Çalışmamda değerli yardım ve desteklerini gördüğüm Sayın Dr.Gonca Ece ÖZCAN’a ve verilerin değerlendirilmesi aşamasında önerileriyle katkı sağlayan Arş.Gör. İlker ERCANLI’ya teşekkür ederim.

Maçka Orman İşletme Müdürlüğü tüm teknik elemanlarına ve laboratuvar çalışanlarına minnet ve teşekkürlerimi sunarım. Yüksek Lisans çalışmasına maddi destek sağlayan KTÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı (2007.113.012. nolu proje)’na teşekkür ederim.

Her türlü destek ve yardımlarını esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Hava Aynur ÖZYILMAZ  
Trabzon 2009

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	IV
SUMMARY.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
TABLolar DİZİNİ.....	VIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. <i>Rhizophagus grandis</i> (Gyll.) (Coleoptera, Rhizophagidae)'in Biyolojisi.....	4
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	8
2.1. Materyal.....	8
2.2. Yöntem.....	9
2.2.1. <i>Rhizophagus grandis</i> (Gyll.)'in Üretim Koşullarında Gelişim Evrelerinin Gözlenmesi.....	9
2.2.2. <i>Rhizophagus grandis</i> (Gyll.)'in Üretim Koşulları ve Başarı Düzeyinin Belirlenmesi.....	13
2.2.3. İstatistik Testler.....	16
3. BULGULAR.....	18
3.1. <i>Rhizophagus grandis</i> (Gyll.)'in Üretim Koşullarında Gelişim Evrelerinin Gözlenmesi.....	18
3.2. <i>Rhizophagus grandis</i> (Gyll.)'in Üretim Koşulları ve Başarı Düzeyi.....	31
3.3. İstatistik Test Sonuçları.....	34
4. TARTIŞMA.....	37
4.1. <i>Rhizophagus grandis</i> (Gyll.)'in Gelişim Evreleri.....	37
4.2. <i>Rhizophagus grandis</i> (Gyll.) Üretiminde Başarı Düzeyleri.....	45
4.3. İstatistik Değerlendirmeler.....	51
5. SONUÇLAR.....	52
6. KAYNAKLAR.....	58
ÖZGEÇMİŞ	

## ÖZET

*Rhizophagus grandis* (Gyll.)'in laboratuvar koşullarındaki üretim seçeneklerinin başarı düzeyine etkisi ile gelişim basamaklarına ait zaman aralıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Üretim laboratuvarında  $22,46 \pm 1,94^{\circ}\text{C}$  sabit sıcaklık,  $\%71,65 \pm 6,0$  orantılı nem ve sürekli karanlık koşullarında anaç erginlerinin beslenmesi, çiftleşip yumurta koyması ve yeni döl embriyo gelişim ve larva evrelerinin tamamlanması için geçen süre ortalama  $34,54 \pm 2,73$  (31–38) gündür. Prepupa çıkışı ortalama 16,90 (3–29) gündür. Anaç dişi başına prepupa miktarları ile prepupa çıkış süreleri arasında pozitif yönde doğrusal bir korelasyon vardır ( $r=0.75$ ,  $p<0.003$ ). *R. grandis* bireylerinin  $\%94,68$ 'inin ergin olduğu yetiştirme süresi ortalama  $67,69 \pm 3,0$  (61–71) gündür. Elde edilen *R. grandis* bireylerinin  $\%94,68$ 'i ergin,  $\%1,73$ 'ü pupa,  $\%3,58$ 'i prepupa evresindedir. Bu bireylerin  $\%90,06$ 'sı canlı,  $\%9,94$ 'ü ölü olarak sağlanmıştır. Canlı bireylerin  $\%97,18$ 'i ergin,  $\%1,93$ 'ü pupa,  $\%0,89$ 'u prepupadır. Dördüncü evredeki *Dendroctonus micans* (Kug.) larvalarının kullanıldığı üretimlerden sağlanan ergin ve canlı ergin *R. grandis* miktarları, beşinci evre larvaların kullanıldığı üretimlerdekinden daha yüksektir ( $p<0.05$ ). Anaç *R. grandis* erginlerinin  $1\text{♂}+1\text{♀}$  ve  $1\text{♂}+4\text{♀}$  olmasına göre sağlanan yeni döl *R. grandis* miktarları arasında istatistiksel fark olmamıştır ( $p>0.05$ ). Her bir üretim kütüğünde ortalama 59,32 adet *R. grandis* elde edilmiş ve kullanılan toplam 11.023 adet *D. micans* larvasının  $\%85,50$ 'si tüketilmiştir. Çalışma sonucunda; gelişim basamakları için belirlenen zaman aralıklarına bağlı olarak pupaların uygun nem gereksinimlerinin zamanında karşılanmasının üretim başarısını arttırabileceği, anaç erginlerin sayısının daha düşük oranlarda tutularak doğadaki olumsuz etkinin en aza indirilebileceği, daha düşük oranlarda *D. micans* larvasının üretim için yeterli olabileceği ve belirli yıllarda görülen üretim düşüklüğünün *R. grandis* ölümlerinden çok, araziden sağlanan ergin anaçların o yılki gelişimlerine bağlı olarak ortaya çıkan üreme eğilimlerinden kaynaklanabileceği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** *Dendroctonus micans*, Biyolojik Mücadele, Predatör Böcek-Av Etkileşimleri

## SUMMARY

### **The Effect of Rearing Conditions on The Success Level Depending on The Development Stages of *Rhizophagus grandis* (Gyllenhal) (Coleoptera: Rhizophagidae)**

The objective of this study was to determine the effect of the choice of the production conditions in the lab on the production success of *Rhizophagus grandis* (Gyll.) and to determine the time periods between of developmental stages. The period of maturation feeding, mating, and egg laying of parent adults and embryonic development of newly laid eggs and development of larval stages of offspring was, on average,  $34,54 \pm 2,73$  (31–38) days under  $22,46 \pm 1,94$  °C constant temperature,  $71,65 \pm 6,0$  % moisture in constant darkness conditions in the rearing laboratory of *R. grandis*. Prepupa stage lasted 16,90 (3-29) days on average. There was a positive correlation between number of prepupae per female beetle and periods of prepupation ( $r=0.75$ ,  $p<0.003$ ). Rearing period was  $67,69 \pm 3.0$  (61-71) days in which 94,68% of the *R. grandis* individuals became adults. Of the reared individuals, 94,68% was adults, 1,73% was pupae, 3,58% was prepupae. Of these individuals 90,06% was alive and 9,94% was dead. Of the alive individuals 97,18% was adults, 1,93% was pupae, 0,89% was prepupae. The number of *R. grandis* adults and alive adults reared using *D. micans* larvae in the fourth larval stage was higher than that reared using larvae in the fifth larval stage ( $p<0.05$ ). There were no statistical differences among the number of new progeny which were reared from 1♂+1♀ and 1♂+4♀ parents ( $p>0.05$ ). An average of 59,32 *R. grandis* was reared per rearing environment and 85,50% of 11.023 *D. micans* larvae used in rearings were consumed. As a result of the study, it was concluded that reproduction success could be increased should pupae were provided with proper humidity conditions according to the time periods between the developmental stages, that adverse effects to the nature can be reduced by reducing the number of female adults of *R. grandis*, that fewer number of *D. micans* larvae would be sufficient for rearing, and that the reduction in the reproduction in some years might have been resulted rather from the preferential tendency towards reproduction based on the development of the adult females in the year given than the mortality of the adults.

**Key Words:** *Dendroctonus micans*, Biological Control, Predator Insect-Prey Interactions

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

Şekil 1. Üretim laboratuvarında <i>R. grandis</i> 'in biyolojisini belirleme çalışmasında prepupa çıkışının izlenmesi amacıyla naylon poşet geçirilen bir üretim kütüğü.....	11
Şekil 2. Laboratuvarda nemlendirilmiş dere kumu içinde tutulan üretim kütükleri.....	14
Şekil 3. Naylon poşet geçirilen bir yetiştirme kütüğünde, poşete düşen yeni döl <i>R. grandis</i> prepupaları.....	20
Şekil 4. Laboratuvar koşullarında anaç <i>Rhizophagus grandis</i> erginlerinin kütüklere yerleştirilme tarihinden itibaren yeni döl prepupa ve genç erginlerinin görülme tarihine kadar geçen süreler.....	22
Şekil 5. <i>Rhizophagus grandis</i> 'in laboratuvar koşullarında temel gelişim evrelerinin tamamlanma tarihleri ve süreleri.....	23
Şekil 6. Naylon poşet geçirilen yetiştirme kütüklerinde kontrol tarihlerine göre <i>Rhizophagus grandis</i> prepupa çıkışlarının her bir kütükteki dağılımı.....	25
Şekil 7. Naylon poşet geçirilen yetiştirme kütüklerinde kontrol tarihlerine göre <i>Rhizophagus grandis</i> prepupa çıkışlarının ortak dağılımı.....	26
Şekil 8. Naylon poşet geçirilen yetiştirme kütüklerinde, kontrol tarihlerine göre kütüklerden uçan <i>Dendroctonus micans</i> erginlerinin her bir kütükteki dağılımı.....	27
Şekil 9. Naylon poşet geçirilen yetiştirme kütüklerinde, kontrol tarihlerine göre kütüklerden uçan <i>Dendroctonus micans</i> ergin miktarları dağılımı (Kontrol tarihleri aynı zamanda <i>Rhizophagus grandis</i> prepupalarının gözlenme tarihleridir).....	28
Şekil 10. Naylon poşet geçirilen yetiştirme kütüklerinde, kontrol tarihlerine göre kütüklerden elde edilen yeni döl <i>Rhizophagus grandis</i> prepupa miktarlarının ve uçan <i>Dendroctonus micans</i> ergin miktarlarının zamana ve birbirine bağlı dağılımları.....	28
Şekil 11. Yetiştirme kütüklerinden birinde elde edilen yeni döl <i>Rhizophagus grandis</i> erginleri.....	31
Şekil 12. <i>Rhizophagus grandis</i> 'in laboratuvar koşullarında temel gelişim evrelerinin tamamlanma süreleri.....	40
Şekil 13. <i>Rhizophagus grandis</i> prepupa çıkışının en uzun sürdüğü bir kütükte <i>R. grandis</i> 'in laboratuvar koşullarında temel gelişim evrelerinin tamamlanma süreleri .....	41
Şekil 14. <i>Rhizophagus grandis</i> 'in laboratuvar koşullarında temel gelişim evrelerinin tamamlanma süreleri (Keskinalemdar vd., 1986).....	43

Şekil 15. <i>Rhizophagus grandis</i> 'in laboratuvar koşullarında temel gelişim evrelerinin tamamlanma süreleri (Grégoire vd., 1985).....	44
Şekil 16. <i>Rhizophagus grandis</i> 'in laboratuvar koşullarında <i>R. grandis</i> prepupalarının genç ergin olarak ortaya çıktıkları gelişim evrelerinin tamamlanma süreleri (Merlin vd., 1984).....	45



## TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Üretim kütüklerine <i>Dendroctonus micans</i> larvası ve anaç <i>Rhizophagus grandis</i> ergin çiftlerinin verilme tarihleri ile kütüklerin açılma tarihleri ve prepupaların çıkışlarının kontrol edildiği tarihler.....	12
Tablo 2. Üretim kütüklerine <i>Dendroctonus micans</i> larvası verilme tarihleri ile <i>Rhizophagus grandis</i> ergin anaç çiftlerinin üretim kütüklerine yerleştirilme ve yeni döl erginlerin kumdan toplanma tarihleri.....	15
Tablo 3. Kontrol tarihlerine göre üretim kütüklerinden elde edilen <i>Rhizophagus grandis</i> prepupa miktarları.....	19
Tablo 4. Kütüklere anaç <i>Rhizophagus grandis</i> ergin çiftlerinin verilme tarihleri, yeni döl <i>R. grandis</i> ilk prepupalarının ve son prepupalarının çıkış tarihleri ile süreleri.....	21
Tablo 5. Kütüklere <i>D. micans</i> larvalarının ve anaç <i>R. grandis</i> ergin çiftlerinin verilme tarihleri ile kontrol tarihlerine göre kütüklerden uçan <i>D. micans</i> ergin miktarları .....	26
Tablo 6. Biyolojik gözlemler amacıyla hazırlanan yetiştirme kütüklerindeki ölmüş ve tüketilmiş <i>Dendroctonus micans</i> miktarları ile elde edilen yeni döl <i>Rhizophagus grandis</i> prepupa miktarları.....	30
Tablo 7. Üretimin gerçekleştiği kütüklerde kullanılan <i>Dendroctonus micans</i> larvalarının evreleri, anaç <i>Rhizophagus grandis</i> ergin dişi+erkek oranları ve elde edilen yeni döl <i>R. grandis</i> birey miktarları.....	32
Tablo 8. Üretim kütüklerine <i>Dendroctonus micans</i> larvalarının yerleştirilme tarihleri, kütüklerden uçan canlı <i>D. micans</i> ergin miktarları, anaç <i>Rhizophagus grandis</i> ergin çiftlerinin kütüklere verilme tarihleri ve dişi+erkek oranları ile elde edilen yeni döl <i>R. grandis</i> birey miktarları.....	35

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Dünya ormanlarının bugünkü ve gelecekteki durumları, onların iyi şekilde korunmalarına bağlıdır. Küresel ısınmanın olumsuz etkilerinin daha da belirginleştiği günümüz dünyasında ormanların önemi giderek artmaktadır. Ormanlara zarar veren biyotik (canlı) ve abiyotik (cansız) birçok etken vardır. Bu etkenler dünyadaki orman varlığının azalmasına, azalan orman varlığı ile de birçok olumsuzluğa neden olmaktadır. Ormanları koruyabilmek ve gelecek kuşaklara iyi bir şekilde bırakabilmek için ormana zarar veren etkenler tanınmalı, bu etkenlere karşı alınabilecek önlemler ve savaş yöntemleri iyi bilinmelidir.

Ormanın varlık ve devamlılığını tehdit eden önemli tehlikelerden birisi zararlı böceklerdir. Böceklerin ormanlara verdikleri zararların önlenmesi ancak onların üreme ve gelişmelerinin engellenmesiyle gerçekleşebilir. Bunun için de zararlı böceklere karşı alınabilecek koruyucu önlemler ve savaş yöntemleri iyi saptanmalıdır.

Dünyada bilinen 50 ladin türünden biri olan Doğu Ladini, *Picea orientalis* (L.) Link., doğal olarak Doğu Karadeniz ve Kafkas dağlarında yayılmıştır. Ülkemizde ladin ormanları, Ordu İli'nin doğusunda Melet Çayı'ndan başlayıp Doğu Karadeniz dağlarının kuzey yamaçları boyunca Posof'a kadar uzanır (Konukçu, 2001). Ladin ormanlarımız 213.517,2 hektarı normal, 83.879,3 hektarı bozuk olmak üzere toplam 297.396,5 hektarlık bir alana yayılmıştır. Doğu Karadeniz Bölgesi ormanları ülke genel orman alanının %13'ünü oluşturmaktadır (OGM, 2006). Bu oranın yaklaşık 1/3'ünü ladin ormanları oluşturmaktadır.

Ladin ormanlarımız, çok eskilere dayanan insan faaliyetlerinden kaynaklanan olumsuzluklara ek olarak, 1960'lı yıllardan bu yana Avrasya ladin ormanlarının en tehlikeli kabuk böceklerinden biri olan *Dendroctonus micans* (Kugelann) (Coleoptera, Scolytidae)'ın çok ciddi tehdidi altına girmiştir.

Asıl vatanı Kuzey Avrasya (Sachalin yarımadası ve kuzey Japonya) olan (Fielding, Evans vd., 1991) *D. micans* son yüzyılda tomruk ticaretinin artmasıyla yayılış alanını genişletmiştir. Böceğin bugünkü yayılışı Sibirya'dan Sakhalin Adası, Japonya, Fransa ve İngiltere'ye kadar uzanmaktadır. Kuzey sınırı konifer ormanlarının (yapay plantasyonlarda

dahil olmak üzere) kuzey sınırına ulaşmaktadır. Güney sınırı Fransa Massif Central'deki Mt. Ventoux dağının güney yamacından İsviçre, Avusturya Alpleri, Kuzey ve Doğu Yugoslavya, Romanya ve daha doğuya doğru Norveç Ladinini yayılışını takip ederek pasifik kıyılarına kadar ulaşır. Böcek daha güneyde Gürcistan ve Türkiye'nin kuzeydoğusunda da görülür (Grégoire, 1988).

*D. micans*, 1960'lı yıllarda komşu Gürcistan'dan ülkemize geçmiş ve ilk olarak 1966 yılında Posof'da tespit edilmiştir (Acatay, 1968). Eroğlu (1995), *D. micans*'ın Artvin ve Giresun ormanlarında ağaçların %36'sına zarar verdiğini ve bunların %25'inde zararını sürdürdüğünü ortaya koymuştur. Ayrıca *D. micans*'ın, birikimli olarak, ladinlerin %39'una zarar verdiği belirlenmiştir (Özcan vd., 2006).

Ülkemizde 1972'ye kadar 4.102 ha alanda ağaç kesilmesi, 57.682 ağaçta kabuk soyulması ve 286.562 genç bireyin yakılması ile mekanik mücadele yapılarak *D. micans*'ın Türkiye'deki yayılışı durdurulamamıştır. *D. micans*'la mücadele çalışmalarında Artvin Orman Bölge Müdürlüğü ladin ormanlarında 1972–1985 yıllarında, 27.900 ha alanda kimyasal mücadele yapılmış ancak herhangi bir yarar sağlanamamıştır (Özder, 1983; Alkan, 2000).

*D. micans*'ın yayıldığı bölgelerin iç kısımlarında düşük ve zararsız bir populasyon seviyesinde kaldığı bilinmektedir (Grégoire, 1983). Bu bölgelerde populasyonun çok daha stabil ve düşük oluşunun en önemli nedeni olarak bu türün özgün predatörü olan *Rhizophagus grandis* (Gyllenhal) (Coleoptera, Rhizophagidae) gösterilmektedir (Grégoire, 1988). *D. micans*'ın tespit edilmesinden sonraki yıllarda, *R. grandis*'in avını takip ederek, ormanlarımızın Gürcistan sınırına yakın bölgelerde, yaklaşık 12.000 ha'lık bir bölümde doğal olarak bulunduğu tespit edilmiş (Serez, 1987), ancak predatör avına kıyasla daha yavaş yayıldığı için, *D. micans* ulaştığı alanlarda önemli zararlara yol açmaya devam etmiştir (Grégoire vd., 1985).

Komşu Gürcistan'da 1963 yılında büyük boyutlu bir biyolojik mücadele programı uygulamaya konulmuş (Khobakhidze, 1965) her yıl 200.000 böcek üretilerek ormana salınmış ve etkili kontrol sağlanmıştır (Grégoire vd., 1989). Bu programın olumlu sonuçları ülkemiz sınırları içerisine taşmış ve 1985 yılında başlatılan çok büyük ölçekli biyolojik mücadele çalışmalarına öncü olmuş ve başarı şansını arttırmıştır (Eroğlu, 1995). *R. grandis* Gürcistan'da 1963 (Kobakhidze vd., 1970), Fransa'da 1979 (Grégoire, 1984), İngiltere'de 1983 (King ve Evans, 1984) ve Türkiye'de 1985'den bu yana *D. micans*'ın biyolojik mücadelesi amacıyla kullanılmaktadır (Alkan, 1985, 2000; Keskinalemdar vd.,

1986; Alkan ve Aksu, 1990). Ayrıca Belçika, Rusya ve Fransa'da da biyolojik mücadelede kullanılmaktadır (King vd., 1991).

Ülkemizde Artvin'de 1985, Giresun'da 1990 (Alkan, 1985, 2000; Keskinalemdar vd., 1986; Alkan ve Aksu 1990) ve Trabzon'da 1998 (Alkan-Akıncı vd., 2004) yılında biyolojik mücadele çalışmaları başlamıştır. Bu çalışmalarla ladin ormanlarımızda yaklaşık 140.000 ha alanda yürütülen biyolojik mücadele çalışmalarında, bugüne kadar yaklaşık 6.000.000 adet *R. grandis* üretilerek böcekli ağaçlara yerleştirilmiştir. Bu alanın yaklaşık 80.000 ha'lık kısmında da mekanik mücadele ile biyolojik mücadele çalışmaları desteklenmiştir (Alkan, 2001).

Yıllardır *D. micans*'a karşı sürdürülen biyolojik mücadele programları *R. grandis*'e dayandırılmasına rağmen predatörün davranışına ve yaşam döngüsüne çok az önem verilmiştir. Bu faktörlerin anlaşılması predatörün etkin kullanımında ve ayrıca bir biyolojik kontrol ajanı olarak böceğin etkinliğinin değerlendirilmesinde önemlidir (King vd., 1991). *R. grandis*'in yaşam döngüsü, yıl boyunca herhangi bir gelişim evresinde bulunabilen *D. micans*'ın (Lempérière, 1994) yaşam döngüsüne benzerdir ve bu nedenle predatörün esnek bir mevsimsel gelişimi vardır. Larva ve erginleri yıl boyunca görülebilirken, orman toprağı üzerindeki ölü örtü içinde bulunan pupaların belirmesi daha düzensizdir (Grégoire vd., 1985). *R. grandis*'in yaşam döngüsü belirgin olarak iki aşamaya ayrılabilir. Birincisi, prepupaların ağaçtan toprağı inmesi ile son bulan, yumurtadan larvaların çıkıp *D. micans*'tan beslenip prepupaya geliştiğı kabuk altındaki basamak, ikincisi toprakta prepupa, pupa ve ergin gelişiminin gerçekleştiğı basamaktır. Prepupa dönemi beslenmenin olmadığı olgun larva dönemi olarak bilinir. Bazen prepupaların toprağı inmeden kabuk altında erginleştiğı gözlenmiştir. Fakat bu yaygın değildir ve genellikle yılın en sıcak ayı ile sınırlandırılmıştır. Predatör genellikle sıcak aylarda özellikle yaz başında gelişir. Gözlemler, *D. micans*'ın yaşam döngüsünün 1 ile 3 yıl arasında tamamlandığını göstermektedir (Lempérière, 1994; Fielding ve Evans, 1997). Bu süre içinde *D. micans*'ın aynı dölü, her yıl en az bir tam generasyon oluşturan *R. grandis*'in en az bir veya daha fazla dölünün saldırısına uğramaktadır. *R. grandis* erginleri, kabuk altında ya da pupa oldukları toprakta, uzun süre canlı kalabilmekte ve yılın herhangi bir kesitinde *D. micans* döllерinin çoğı evrelerinden etkili olarak yararlanmaktadır (King vd., 1991).

*R. grandis* larvaları beslenmelerini tamamladıktan sonra prepupa basamağına girerler ve büyük bir çoğunluğu *D. micans* kuluçka sistemini terk ederek toprağı girmek üzere ağaçtan yere düşerler (King vd., 1991). *R. grandis* prepupalarının laboratuvar koşullarında

bir metreden veya civarından yere düşmesinin böcek üzerinde olumsuz bir etkisi görülmemiştir. Fakat doğal orman ortamındaki üremede prepupalar yüksekten düşerler ve direk yere düşmeleri ile zarar görebilirler. Bu nedenle gelişme yerlerinden yayılan prepupalar toprağa girmeden önce yere kadar olan mesafenin tümünde veya bir kısmında sürünerek inerler. Toprakta pupa olurlar ve sonunda ağaçlara ulaşıp *D. micans* galerilerinde yeni üreme döngüsüne başlayacak olan erginler olarak ortaya çıkarlar (King ve Evans, 1984).

Laboratuvar koşullarındaki yetiştirme çalışmalarında *R. grandis*'in yaşam döngüsünde yumurta, larva, prepupa, pupa ve ergin evrelerinin sürelerinin belirlenmesi, üretimin sağlıklı olarak yürütülmesinde ve yönlendirilmesinde önemli olmaktadır. Bu nedenle, belirli sıcaklık ve orantılı nem koşullarındaki üretim çalışmalarında, yetiştirme kütüklerinin en uygun bekletilme sürelerinin kestirilmesi, çok duyarlı olan prepupaların kuma inme zamanının ve süresinin bilinmesi, kumdaki prepupa ve pupaların uygun nem gereksinimlerinin zamanında karşılanması için predatörün gelişim basamaklarına ait zaman aralıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, çeşitli yetiştirme çalışmalarından sağlanan sonuçlara göre, elde edilen yeni döl canlı *R. grandis* bireylerinin miktarlarına, yetiştirmede kullanılan iki ayrı evredeki *D. micans* larvalarının ve larva miktarının, iki farklı anaç *R. grandis* dişi+erkek oranlarının ve anaç *R. grandis* ergin çiftlerinin kütüklere verilmesinden, yeni döl erginlerin kumdan toplanmasına kadar geçen sürenin etkisinin olup olmadığı test edilmiştir.

## 1.2. *Rhizophagus grandis* (Gyll.) (Coleoptera, Rhizophagidae)'in Biyolojisi

*Rhizophagus grandis*'in hayat döngüsü açıkça iki safhaya ayrılabilir. Birincisi prepupaların ağaçtan toprağa inmesi ile sonuçlanan larvaların yerleştiği ve beslendiği kabuk altındaki basamak, ikincisi toprakta prepupa, pupa ve ergin gelişiminin gerçekleştiği basamaktır. Prepupa dönemi beslenmenin olmadığı olgun larva dönemi olarak bilinir. Bazen prepupaların toprağa inmeden kabuk altında erginleştiği gözlenmiştir. Fakat bu yaygın değildir ve genellikle yılın en sıcak ayı ile sınırlandırılmıştır (King vd., 1991).

*R. grandis*'in 3 larva dönemi vardır. Larvalar oda sıcaklığında en az 25 günde gelişirler. Gelişerek prepupa olan bireyler 45 gün sonra genç ergin olarak ortaya çıkarlar. Bu süre ilk 25 günü pupa dönemi olarak, son 20 günü genç erginlerin olgunlaşması şeklinde tamamlanır. Ergin erkekler dişilerden daha önce ortaya çıkar. Bu aynı dölün

bireyleriyle erken çiftleşmeye olanak sağlar. Böylece avın bulunduğu sistemin mümkün olduğu kadar çabuk istila edilmesi sağlanır (Merlin vd., 1984).

Dişi predatör laboratuvar koşullarında 100 (Grégoire vd., 1984), 30-117 (Grégoire vd., 1985) yumurta yumurtlamaktadır. *R. grandis*'in yumurta koyması laboratuvar koşullarında 2 haftadan az sürmüştür. Konulan yumurtaların sayısı büyük farklılıklar gösterse de ortalama 70-80 yumurta koymaktadırlar. Laboratuvarda yapılan tüpte üretim çalışmalarında yumurta koymuş bir dişi daha önce herhangi bir dişinin yerleştirilmediği bir yetiştirme tüpüne alındığında bu bireyin yeniden yumurta koymaya başladığı birçok defa görülmüştür (Merlin vd., 1984).

Predatör genellikle sıcak aylarda özellikle yaz başında gelişir. İngiltere'de *R. grandis*'in yaşam döngüsü üzerine yapılan çalışmalar her yıl en az bir tam generasyonun meydana geleceğini gösterir (King vd., 1991). *R. grandis*'in yaşam döngüsü avınınla benzerdir. Esnek bir mevsimsel büyümesi vardır. Larva ve erginleri yıl boyunca görülebilirken, ölü örtü içinde bulunan pupalar daha düzensizdir (Grégoire vd., 1985).

Laboratuvar çalışmalarında *R. grandis* kuluçka kütüklerinin kabuklarında görülen küçük delikler prepupaların gerektiğinde kendi çıkış deliklerini açabildiklerini göstermiştir. Fakat olgun *Dendroctonus micans* larvası bulunan kuluçka sistemleri genellikle bunları çevreleyen kabuk üzerindeki birçok yara ile karakterize edildiğinden *R. grandis* prepupalarının çıkış deliği açmaları her zaman gerekli değildir (King ve Evans 1984). *R. grandis* prepupalarının laboratuvar koşullarında bir metreden veya civarından yere düşmesinin böcek üzerinde olumsuz bir etkisi görülmemiştir. Fakat doğal orman ortamındaki üremede prepupalar yüksekten düşerler ve direk yere düşmeleri ile zarar görebilirler. Bu nedenle yayılış gösteren prepupalar toprağa girmeden önce yere kadar olan mesafenin tümünde veya bir kısmında sürünerek inerler. Burada pupa olurlar ve sonunda yeni üreme döngüsüne başlayacak erginler olarak ortaya çıkarlar. Erginlerin ortaya çıkışı, konukçunun yerinin başarılı şekilde belirlenmesi ve başarılı bir üremenin gerçekleşmesi olasılığını arttırmak için avlarına yakın yerlerde gerçekleşir (King vd., 1991).

Toprak içindeki pupa ve henüz çıkmamış erginler gelişimlerini tamamladıklarında yukarıya doğru toprak yüzeyinin hemen altına hareket ederler ve böylece uygun şartlar meydana geldiğinde ortaya çıkmak için hazır haldedirler. Prepupaların pupa olmak için inmiş oldukları toprak derinliği toprak suyunun yükselmesiyle su altında kalmalarına neden olabilir. Bu durum toprak ve drenajının iyi olmadığı alanlar için geçerlidir. Bu tür alanlar önemli seviyede ölümlere sebep olabilmektedir (King vd., 1991).

Farklı doğal düşmanlar avlarının yerini belirlemek için farklı yöntemlere sahiptirler, ancak en temel yöntem koklamaktır (Raffa vd., 1995). Ergin *R. grandis* *D. micans*'ın galerilerinden salınan kimyasal maddeleri algılayarak avının yerini belirlemede oldukça başarılıdır (Grégoire vd., 1992). Predatörün cezbedilmesini sağlayan uyarılar büyük olasılıkla taneli haldeki larva öğüntüsü içindeki konukçu ağaç ve *D. micans* metabolizmasına ait uçucu kimyasallarından oluşan kombinasyondan kaynaklanmaktadır ve *R. grandis*'in, avı hangi gelişim basamağında olursa olsun yerini belirlemede olağan üstü yeteneği vardır (Grégoire vd., 1989).

*R. grandis*'in müthiş bir hayatta kalma stratejisi vardır. Erginler hem kabuk altında hem de toprak içinde uzun süre hayatta kalabilir. Böylece yılın herhangi bir zamanında herhangi bir gelişim basamağında olan *D. micans* populasyonlarını önemli oranda etkileyebilir (King vd., 1991).

Predatör böcek oburdur ve avıyla kıyaslandığında doğurganlığı yüksektir. Predatörün ergin ve larvalarının her ikisi de *D. micans* ile beslenir. Bu özellikler potansiyel olarak çok güçlü olan bir biyolojik mücadele ajanının özellikleridir (Grégoire vd., 1985; Grégoire vd., 1989). *D. micans* kuluçka sistemi içerisine giren ve yerleşen *R. grandis* erginleri larvalarla beslenirler ve ayrıca bunları yaralayarak yumurtadan yeni çıkan kendi larvalarını beslenmesi için hazırlarlar. Ergin predatörlerin yaralama derecesi *D. micans* ölümlerine önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Predatör larvalar kurbanlarının başına toplanır ve sadece *D. micans* larvasının sert kısımlarını bırakacak şekilde tüm yumuşak dokuyu tüketirler. Predatör larvalar üçüncü larva dönemine geldiklerinde avlarına direk olarak saldırır ve tüketirler. *R. grandis* larvaları beslenmelerini tamamladıktan sonra prepupa basamağına girerler ve büyük bir çoğunluğu *D. micans* kuluçka sistemini terk ederek toprağa girmek üzere ağaçtan yere düşerler (King vd., 1991).

Laboratuarda gerçekleştirilen gözlemler hem ergin hem de larva dönemindeki *R. grandis*'lerin yumurta ile beslendiğini göstermektedir. *R. grandis* ergin çiftinin 7 günlük periyodun sonunda yumurtaların ortalama % 64,5'ini larvaların ise % 100'ünü tükettiği görülmüştür. Ayrıca tüm yumurtalar tüketildiğinde *R. grandis* larvalarının 2 cm'ye kadar kalınlıktaki kabuğu delerek yumurta galerisinden çıkmaya teşebbüs ettikleri gözlemlenmiştir (King vd., 1991). *R. grandis* larvalarının avını tüketmesi ölçüldüğünde her bir predatör larvasının kendi maksimum ağırlığının 10 katı olan ortalama 41,8 mg ağırlığında (canlı ağırlığı) av larvası tükettiği görülmüştür. Bu tam olarak erginleşen *D. micans* larvasının ağırlığıdır (Grégoire vd., 1989). Laboratuarda yapılan *R. grandis*

yetiştirme çalışmalarında, ayrıca laboratuarda suni olarak türler arası rekabet oluşturulduğunda *R. grandis* larvalarının birbirlerini yediklerini sık sık gözlemlenmiştir. Bu besinin sınırlı olduğu durumlarda tür içi rekabetin bir sonucudur. Ancak doğal koşullarda rekabet eden larvaların farklı besin kaynaklarına göç ettikleri gözlemlenmiştir. *R. grandis*'in hayat döngüsü, sağlık ve bakım kesimlerinin predatörün en az aktif olduğu sonbahar sonu ve kış aylarında yapılmasının en uygun olduğunu göstermektedir. Ayrıca üreme aktivitesinin en yüksek olduğu mayıs'tan temmuz'a kadar olan süre içinde *D. micans* istilası olan ladin ormanlarına *R. grandis*'in salınması, kıştan önce ilk generasyonun yerleşmesi açısından çok daha etkili olmaktadır (King vd., 1991).

*R. grandis*'in salınan noktadan 200 m uzaklığa kadar yayılış göstermesi yaygın olan bir durum olmaktadır. Predatörün daha uzun menzilli yayılışı ve etkin şekilde avını bulması, yayılışını genişleten *D. micans* populasyonu ile önemli mesafeleri kat edebileceği hipotezini büyük oranda desteklemektedir (Fielding vd., 1991; Evans ve Fielding, 1994).



## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Materyal

*Rhizophagus grandis* üretim çalışmaları, Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü, Maçka Orman İşletmesi (M.O.İ.) *R. grandis* Üretim Laboratuvarı'nda  $22,46 \pm 1,94^\circ\text{C}$  sabit sıcaklık,  $\%71,65 \pm 6,0$  orantılı nem, sürekli karanlık oda koşullarında gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın materyalini Trabzon ili, M.O.İ'ne bağlı orman işletme şefliklerinin farklı yer ve yüksekliklerden toplanan 24.000 adet *Dendroctonus micans* larvası (IV.-V. dönem), 300 adet dişi, 120 adet erkek *R. grandis* ergini ve M.O.İ. sınırları içinde üretim alanlarından sağlanan 14–20cm çapında, 28–34cm boyunda 60 adet yaş ladin kütüğü oluşturmaktadır.

*D. micans* larva ve *R. grandis* ergin materyalini sağlamak için ağaçlardaki galerilerin açılmasında balta, böceklerin toplanmasında fırça, pens, materyalin koyulup taşınmasında küçük plastik kaplar kullanılmıştır. Yetiştirme kütüklerinin üretime hazırlanmasında kütüklere oyuklar açılması için keski ve keser, anaç *R. grandis* ergin çiftlerinin verilmesinde kütüklere kesik yerlerini açmak için bıçak, kesik yerlerinin, kütüklerdeki budak yerlerinin ve yaraların kapatılması için cam macunu, *D. micans* larvalarının verildiği oyukların doldurulması için pamuk ve kütüğün üst kısmının sıvanması için mum kullanılmıştır. Kütüklerin içinde tutulduğu alüminyum ve polietilen leğenler, leğenlerin içerisinde de pupa gelişim ortamı olarak sterilize edilmiş ve düzenli olarak nemlendirilmiş dere kumu kullanılmıştır.

Hazırlanan 10 adet kütüğün üstünü kapatmak için seyrek dokuma bezden yapılmış lastikli örtüler kullanılmıştır. 15 adet kütüğün asılması için 30 adet 5' lik inşaat çivisi, çivilerin çakılması için keser ve her bir çiviye bağlamak için 30 cm 'den toplam 9 m kalın naylon iplik kullanılmıştır. Asılan 15 adet kütüğün dip kısmından üst kısmına kadar geçirilmek üzere 35 cm en ve 50 cm boyunda 15 adet şeffaf naylon poşet kullanılmıştır.

Üretim süreci sonunda kumda bulunan *R. grandis* yeni döl bireyelerine ulaşmak için kumun elenmesinde ince delikli elek, elekte kalan iri taneli kum içinden *R. grandis* bireyelerinin ayıklanmasında fırça kullanılmıştır. Kütükler, yerleştirildikleri alüminyum ve polietilen leğenlerde bulunan kumdan kaldırıldıklarında bir miktar kumun kütüğün kumla temas halinde olan alt yüzeyine yapışık olarak bulunduğu görülmüştür. Kütüğün dip kısmına kum ile birlikte yapışmış bulunan *R. grandis* yeni döl bireyelerinin düşürülmesi için

fırça kullanılmıştır. Yetiştirilen *R. grandis* erginlerinin araziye verilene kadar saklanması için yaş ladin kabukları ve saklama kaplarından yararlanılmıştır.

Kütüklere yerleştirilen *R. grandis* erginlerinin eşey tayinini yapmak için büyüteç kullanılmıştır. Kullanılan *D. micans* larvalarının evrelerini belirlemek için örnek olarak alınan larvaların baş kapsül genişliği, projectina vizopan mikroskobun 55512\*4 büyütmesi ile ölçülmüştür. Ölçümde larvaların baş kapsüllerini kesmek için bisturi, vizopan mikroskobunda ölçüm yapmak için de lam kullanılmıştır.

Laboratuar koşullarının sabit sıcaklık ve nem değerlerini kontrol etmek için termometre ve nemölçer kullanılmıştır.

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. *Rhizophagus grandis* (Gyll.) 'in Üretim Koşullarında Gelişim Evrelerinin Gözlenmesi

Laboratuar koşulları ( $22,46 \pm 1,94^\circ\text{C}$  sabit sıcaklık ve  $\%71,65 \pm 6,0$  orantılı nem) altında, yetiştirme süreci içinde *Rhizophagus grandis*'in biyolojik evrelerinin yaklaşık sürelerinin belirlenmesi çalışmaları M.O.İ. *R. grandis* Üretim Laboratuvarı'nda 28 Nisan 2009 ile 14 Temmuz 2009 tarihleri arasında 15 yetiştirme kütüğünde gerçekleştirilmiştir. Araziden getirilen kütüklerdeki budak yerleri ve yaralar cam macunu ile kapatılmıştır. Kütüklerin üst yüzeyinde kabuğa dokunmadan, odun kısmında, karşılıklı iki yönde, bir keski yardımı ile 1–1,5 cm derinliğinde ve 1–1,5 cm genişliğinde yaklaşık 17–20 cm boyunda oyuklar açılmıştır. Her oyuğa 200 adet olmak üzere kütük başına 400 adet *Dendroctonus micans*'ın IV. evredeki larvaları yerleştirilmiştir. Kütüklere verilen larvaların 8–10 gün içerisinde floemde yiyim yaparak, buldukları oyuğun dip kısmından aşağıya doğru inmeleri beklenmiş, süresi içinde inemeyen ve ölen larvalar oyuktan toplanıp çıkartılmıştır. Kütüklere yerleştirilen larvaların dönem tayini için her bir kütükten 10 adet olmak üzere, 15 kütükten toplam 150 adet larva örneği alınmıştır.

Hazırlanan yetiştirme kütüklerinde kullanılan larvaların evrelerini belirlemek amacıyla, larvalar yerleştirilirken her kütükten rasgele 10'ar adet örnek larva alınmıştır. Alınan örnek larvalar küçük plastik kutularla KTÜ Orman Fakültesi Entomoloji Laboratuarı'na getirilmiştir. Örnek larvaların baş kapsülleri bistürü ile kesilerek projectina vizopan mikroskobun 55512\*4 büyütmesi ile ölçülmüştür. Ölçümler tamamlandıktan sonra, daha önceki bir çalışma (Bayramoğlu, 2007)'da, *D. micans* larvalarının ortalama baş

kapsül genişliği; I. larva döneminde 0,321–0,571 mm, II. larva döneminde 0,607–0,875 mm, III. larva döneminde 0,893–1,196 mm, IV. larva döneminde 1,214–1,554 mm ve V. larva döneminde 1,571–2,179 mm olarak tespit edilmiş olan alt ve üst sınırlar dikkate alınarak larva evreleri belirlenmiştir. Kütüklerde kullanılan larvaların döneminin belirlemede, örnek larvaların çoğunlukta olduğu dönem o kütük için larva dönemi olarak kabul edilmiştir.

*D. micans* larvası yerleştirilen kütüklerdeki oyuklar, larvaların oyuğun dip kısmından aşağıya doğru inmeleri beklenildikten sonra pamuk ile kapatılmış ve kütüğün üst yüzeyi tamamen mum ile sıvanmıştır. Kütüklerde, *D. micans* larvalarının yiyim yaptığı alanlarda, her iki yüzde, kabuk bir keski yardımıyla üçgen biçiminde açılmıştır. Buralardan kütüklere karşılıklı olmak üzere anaç *R. grandis* ergin çiftleri yerleştirilmiştir. Kütüklere anaç *R. grandis* ergin çiftlerinin verildiği kesikler de cam macunu ile kapatılmıştır. Yetiştirme kütüklerine yerleştirilen anaç *R. grandis* ergin çiftlerinin cinsiyet tayini büyüteç yardımıyla yapılmıştır. Her kütükteki *D. micans* galerilerine, karşılıklı 1 erkek, 1 dişi olmak üzere 4 adet anaç *R. grandis* ergin çiftleri yerleştirilmiştir. Çalışmada toplam 30 erkek, 30 dişi *R. grandis* ergin birey kullanılmıştır.

Laboratuar koşulları ( $22,46 \pm 1,94^\circ\text{C}$  sabit sıcaklık ve  $\%71,65 \pm 6,0$  orantılı nem) altında, yetiştirme süreci içinde *R. grandis*'in biyolojik evrelerinin yaklaşık sürelerinin belirlenmesi amacıyla, öncelikle prepupalarının, pupa evresini tamamlayacakları toprağa (kuma) inmek için, yetiştirme kütüklerini terk ettikleri tarihler belirlenmiştir.

Kütüklerden yeni döl *R. grandis* prepupalarının çıkışları izlenilerek kaydedilmiştir. Bu amaçla kütüklere üst kısımlarında 5–6 cm aşağıdan karşılıklı çiviler çakılmış ve çivilere kalın naylon ipler bağlanmıştır. Bu şekilde hazırlanan kütükler koyuldukları alüminyum ve polietilen leğenler içerisinde 15–20 cm yukarıda kalacak şekilde, çivilere bağlanmış kalın naylon ipler arayıcılığıyla raflara asılmışlardır (Şekil 1). Asılan kütüklerden çıkan prepupaların düşmesi ve düşen prepupaların sayılması için kütüklere, kütüğün hava almasını sağlayacak genişlikte, dip kısımlarından üst kısımlarına kadar uzanan şeffaf naylon poşetler geçirilmiştir. Bu şekilde hazırlanan kütüklerdeki poşetler belirli sıklıktaki tarihlerde çıkarılmış, poşetlerdeki prepupalar sayılarak 2–3 cm derinliğinde alüminyum ve polietilen leğenler içerisindeki kuma yerleştirilmiş ve poşetler tekrar kütüklere geçirilmiştir. Bu işleme son prepupaların görülmesine kadar devam edilmiştir.

Biyolojik gözlemler amacıyla hazırlanan bu kütüklere 7 Haziran 2009 tarihinde naylon poşet geçirilmiştir. Kütüklere *D. micans* larvası ve anaç *R. grandis* ergin çiftlerinin

verilme tarihleri ile kütüklerin açılma tarihleri ve kütüklerden prepupa çıkışlarının izlendiği kontrol tarihleri Tablo 1’de verilmiştir.

Maçka Orman İşletmesi *R. grandis* Üretim Laboratuvarı’nda 28 Nisan 2009 ile 14 Temmuz 2009 tarihleri arasında gerçekleştirilen çalışmada naylon poşet geçirilen kütüklerdeki yeni döl *R. grandis* prepupa çıkış tarihleri izlenilmiştir. Anaç *R. grandis*’lerin kütüklere yerleştirilmesinden yeni döl ilk *R. grandis* prepupalarının görülmesine kadar geçen süreler, kütüklerden poşetlere düşen ilk *R. grandis* prepupalarının tarihlerine göre her bir kütük için hesaplanmıştır. Bütün kütüklerin ilk prepupa çıkış sürelerinin ortalamaları alınarak, *R. grandis* erginlerinin çiftleşmeden önceki beslenmesi, çiftleşip yumurta koyması, yumurtaların embriyo gelişimi ve larva evrelerinin tamamlanmasında ortalama bir süre belirlenmiştir.



Şekil 1. Üretim laboratuvarında *R. grandis*’in biyolojisini belirleme çalışmasında prepupa çıkışının izlenmesi amacıyla naylon poşet geçirilen bir üretim kütüğü

Ayrıca her bir kütükteki ilk *R. grandis* prepupalarının çıktığı tarihler ile *R. grandis* prepupalarının çıkışlarının tamamlandığı tarihler arasındaki süreler hesaplanmış, bu süreler göre prepupa çıkışının tamamlandığını gösteren ortalama bir süre bulunmuştur. Kütüklerdeki anaç *R. grandis* dişilerinden, dişi başına düşen yeni döl *R. grandis* prepupa miktarı ile prepupa çıkışının sürdüğü gün sayıları arasında bir ilişkinin olup olmadığı korelasyon analizi ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 1. Üretim kütüklerine *Dendroctonus micans* larvası ve anaç *Rhizophagus grandis* ergin çiftlerinin verilme tarihleri ile kütüklerin açılma tarihleri ve prepupaların çıkışlarının kontrol edildiği tarihler

Kütük no	<i>D. micans</i> larvası verilme tarihi	Anaç <i>R. grandis</i> veriliş tarihi	Anaç <i>R. grandis</i> verilmesi için beklenen süre (gün)	İlk <i>R. grandis</i> prepupaların görüldüğü tarih	Son <i>R. grandis</i> prepupaların görüldüğü tarih	Kütük açılma tarihi	Kütük bekleme süresi (gün)
1	28 Nisan	6 Mayıs	8	13 Haziran	30 Haziran	6 Temmuz	61
2				-	-		
3				-	-		
4	30 Nisan	8 Mayıs	8	13 Haziran	30 Haziran	14 Temmuz	67
5				8 Haziran	30 Haziran		
6				13 Haziran	13 Haziran		
7				8 Haziran	30 Haziran		
8				10 Haziran	17 Haziran		
9				13 Haziran	17 Haziran		
10				8 Haziran	15 Haziran		
11				8 Haziran	6 Temmuz		
12	1 Mayıs	11 Mayıs	10	13 Haziran	24 Haziran	14 Temmuz	64
13				13 Haziran	19 Haziran		
14				15 Haziran	6 Temmuz		
15				13 Haziran	15 Haziran		

Biyolojik gözlemler amacıyla hazırlanan bu kütükler *D. micans* ve *R. grandis* gelişim süreçlerinin karşılaştırılmasında ve *R. grandis* yetiştirme sürecinde her bir üretim kütüğünden elde edilen canlı *D. micans* ergin miktarlarına ve bunların uçuş tarihlerine göre predatörün av ihtiyacının karşılanma derecesinin üretim miktarlarına etkilerinin araştırılmasında da kullanılmışlardır. Bu araştırmalar için naylon poşet geçirilen kütüklerdeki prepupa çıkışlarının izlendiği tarihlerde (Tablo 1), poşetlerdeki, kütüklerde *R. grandis* tarafından yenilmeden kalan ve ergin evresinin belirli süresi içinde kütüklerden uçan *D. micans* erginleri de sayılmışlardır. Naylon poşet geçirilen kütükler ayrıca, elde edilen yeni döl *R. grandis* prepupa miktarları ile ölmüş ve tüketilmiş *D. micans* miktarlarının karşılaştırılarak, *D. micans* larvalarının, *R. grandis* bireyleri tarafından tüketilme oranlarının belirlenmesinde de kullanılmışlardır. Kütüklere anaç *R. grandis* ergin çiftleri yerleştirilirken, kütüklerin hazırlanma aşamasında oyuklara yerleştirilen *D. micans* larvalarından floemde yiyim yapıp süresi içinde oyuğun dip kısmından aşağıya doğru inemeyen ve ölen larvalar sayılarak, oyuklardan çıkarılmışlardır.

Bununla birlikte kütüklerde kullanılan 400 adet *D. micans* larvasından kütükteki oyuklarda yiyim yaparak aşağıya doğru inen larva miktarları belirlenmiştir. Yeni döl *R. grandis* prepupa çıkışlarının kontrol edildiği tarihlerde, poşetlerde bulunan, üretim aşaması sonunda kütüklerde *R. grandis* tarafından yenilmeden kalan ve ergin evresinin belirli süresi içinde kütüklerden uçan *D. micans* erginleri de sayılmıştır. Kütüklerden uçan toplam *D. micans* ergin miktarları, kütüklerdeki oyuklara yerleşen *D. micans* larva miktarlarından çıkarılarak ölmüş ve tüketilmiş *D. micans* miktarları hesaplanmıştır.

### 2.2.2. *Rhizophagus grandis* (Gyll.)'in Üretim Koşulları ve Başarı Düzeyinin Belirlenmesi

*Rhizophagus grandis* yetiştirme çalışmaları 13 Mart 2009 ile 6 Temmuz 2009 tarihleri arasında Maçka Orman İşletmesi *R. grandis* Üretim Laboratuvarı'nda  $22,46 \pm 1,94^\circ\text{C}$  sabit sıcaklık,  $71,65 \pm 6,0$  orantılı nem, sürekli karanlık oda koşullarında yürütülmüştür. Çalışma M.O.İ. sınırları içinde üretim alanlarından elde edilen 45 adet yaş ladin kütükleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Araziden getirilen kütüklerdeki budak yerleri ve yaralar cam macunu ile kapatılmıştır. Kütüklerin üst yüzeyinde kabuğa dokunmadan, odun kısmında, karşılıklı iki yönde, bir keski yardımı ile 1–1,5 cm derinliğinde ve 1–1,5 cm genişliğinde yaklaşık 17–20 cm boyunda oyuklar açılmıştır. Her oyuğa 200 adet olmak üzere kütük başına 400 adet *Dendroctonus micans*'in IV. ve V. evredeki larvaları yerleştirilmiştir. Kütüklere verilen larvaların 6–11 gün içerisinde floemde yiyim yaparak, buldukları oyuğun dip kısmından aşağıya doğru inmeleri beklenmiş, süresi içinde inemeyen ve ölen larvalar oyuktan toplanıp çıkartılmıştır. Hazırlanan ilk 10 kütükteki, oyuğa giremeyen ve ölen larvalar sayılmış ortalamaları alınmış, hazırlanan sonraki kütüklere bu ortalama sayı kadar larva fazladan koyulmuş ve kütük başı 400 adet larva miktarı eşitlenmeye çalışılmıştır ve bu işlem biyolojik gözlemler amacıyla hazırlanan kütüklerde de uygulanmıştır. Kütüklere yerleştirilen larvaların dönem tayini için her bir kütükten 10 adet olmak üzere, 45 kütükten toplam 450 adet larva örneği alınmıştır.

*D. micans* larvası yerleştirilen kütüklerdeki oyuklar, larvaların oyuğun dip kısmından aşağıya doğru inmeleri beklenildikten sonra pamuk ile kapatılmış ve kütüğün üst yüzeyi tamamen mum ile sıvanmıştır. Kütüklerde, *D. micans* larvalarının yiyim yaptığı alanlarda, her iki yüzde, kabuk bir keski yardımıyla üçgen biçiminde açılmıştır. Buralardan kütüklere

karşılıklı olmak üzere anaç *R. grandis* ergin çiftleri yerleştirilmiştir. Yetiştirme kütüklerine yerleştirilen anaç *R. grandis* ergin çiftlerinin cinsiyet tayini büyüteç yardımıyla yapılmıştır.

*R. grandis* dişi+erkek oranlarının yumurta, dolayısıyla yeni döl verimi üzerindeki etkisini incelemek amacıyla 45 adet kütüğün 15 adedine karşılıklı 1 erkek ve 1 dişi, diğer 30 adet kütüğe ise karşılıklı 1 erkek ve 4 dişi yerleştirilerek iki farklı dişi miktarı kullanılmıştır. Çalışmada toplam 90 erkek, 270 dişi *R. grandis* ergin birey kullanılmıştır.

Kütüklere anaç *R. grandis* ergin çiftlerinin verildiği kesikler de cam macunu ile kapatıldıktan sonra kütükler, daha önceden yıkanıp kaynatılarak sterilize edilmiş dere kumu bulunan alüminyum ve polietilen leğenlere dikine yerleştirilmiş ve 2–3 cm kadar kuma gömülmesi sağlanmıştır. Hazırlanan kütükler yeni döl *R. grandis* bireylerinin elde edilmesinde gereken sürenin beklenilmesi için laboratuardaki raflara yerleştirilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Laboratuarda nemlendirilmiş dere kumu içinde tutulan üretim kütükleri

Kütüklere *D. micans* larvası verilme tarihleri, kütüklere yerleştirilen anaç *R. grandis* ergin dişi+erkek oranları ile kütüğe yerleştirilme tarihleri ve kütüklerin açılma tarihleri Tablo 2’de verilmiştir.

Laboratuardaki yetiştirme kütüklerinin bekletilme süreleri dolunca sağlanan yeni döl *R. grandis* bireyleri sayılmış ve değerlendirilmiştir. Kütükler koyuldukları leğenlerden çıkarılmış, kütüklerin alt kısmına yapışmış olan kum ve *R. grandis* bireyleri bir fırça yardımıyla leğen içerisindeki kuma düşürülmüştür. Leğenlerde bulunan tüm kum elenerek

belirli kalınlıktaki ince kısmı ayrılmış ve geri kalan daha iri kum içindeki yeni döl *R. grandis* bireyleri bir fırça yardımı ile toplanmışlardır. Her bir kütükten çıkan *R. grandis* bireyleri ayrı ayrı sayılmış ve not alınmıştır. Elde edilen bireyler, arazide kullanılmak üzere yaş ladin kabuklarının bulunduğu saklama kaplarına koyulmuş ve buzdolabında +4°C’de bekletilmiştir.

Her bir üretim kütüğünden elde edilen canlı *D. micans* ergin miktarlarına ve bunların uçuş tarihlerine göre predatörün av ihtiyacının karşılanma derecesinin üretim miktarlarına etkileri araştırılmıştır. Bunun için 10 adet yetiştirme kütüğünün üzeri seyrek dokuma bezden, lastikli örtüler ile kapatılmış ve belirli aralıklarla örtüler açılmış ve kütüklerde *R. grandis* tarafından yenilmeden kalan ve ergin evresinin belirli süresi içinde kütüklerden uçan *D. micans* ergin miktarları sayılmıştır. Sayılan *D. micans* erginleri kütüklerden toplanmış ve lastikli örtüler tekrar kapatılmıştır. Bu işleme kütüklerin açılma tarihine kadar devam edilmiştir.

Tablo 2. Üretim kütüklerine *Dendroctonus micans* larvası verilme tarihleri ile *Rhizophagus grandis* ergin anaç çiftlerinin üretim kütüklerine yerleştirilme ve yeni döl erginlerin kumdan toplanma tarihleri

Kütük sayısı	<i>D. micans</i> larvası verilme tarihleri	Anaç <i>R. grandis</i> ergin çiftlerinin yerleştirilmesi		Yerleştirilen <i>R. grandis</i> ergin dişi+erkek oranları	Kütüğün açılması	
		Tarih	Beklenen süre (gün)		Tarih	Bekletilme süresi (gün)
9	13 Mart	20 Mart	7	1 dişi+1erkek	25 Mayıs	66
4	14 Mart	20 Mart	6		25 Mayıs	
4	24 Mart	30 Mart	6	1 dişi+1erkek (2 kütük) 4 dişi+1erkek (2 kütük)	10 Haziran	71
3	2 Nisan	8 Nisan	6	4 dişi+1erkek	15 Haziran	68
5	3 Nisan	13 Nisan	10		22 Haziran	70
5	7 Nisan	16 Nisan	9		24 Haziran	69
3	10 Nisan	21 Nisan	11		30 Haziran	70
7	14 Nisan	21 Nisan	7		30 Haziran	
5	28 Nisan	6 Mayıs	8	4 dişi+1erkek	6 Temmuz	61



Hazırlanan yetiştirme kütüklerinde kullanılan larvaların evreleri 2.2.1 *Rhizophagus grandis* üretim koşullarında gelişim evrelerinin gözlenmesi başlığı altında anlatılan yöntemle belirlenmiştir.

### 2.2.3. İstatistik Testler

Bu çalışmanın verileri, üretim laboratuvarında, yetiştirme kütüklerinde kullanılan belirli sayılardaki *D. micans* larvaları ve bu kütüklerden sağlanan *R. grandis* bireylerinin sayılması ile elde edilmiştir.

Özellikle verilerin sayımla elde edilmesi nedeniyle, kullanılan parametrik analizlerin uygulanmasında verilere karekök dönüşümü uygulanmıştır. Çünkü parametrik analizlerin uygulanmasında temel varsayımlardan birisi de, verilerin ölçümle elde edilmesi olup, bunun yanında sayımla elde edilen verilere karekök dönüşümünün uygulanması ile bu tür verilere parametrik analizler uygulanabilmektedir (Özdamar, 2002). Bu çalışmada, bu yol tercih edilerek verilere karekök dönüşümü ile parametrik analizler uygulanmıştır. Tüm istatistiki değerlendirmeler için SPSS (Statistical Package for Social Science) 15.0 paket istatistik yazılımı kullanılmıştır.

Çalışmada, özellikle elde edilen yeni döl *R. grandis* miktarlarına, *D. micans* larva dönemi ve larva miktarı, kullanılan iki farklı *R. grandis* dişi ergin sayısı, kütüklere anaç *R. grandis* ergin çiftlerinin verilme zamanları ile kütüklerin laboratuvarında bekletilme süreleri gibi özelliklerin etkisinin olup olmadığını belirlemek için iki grup ortalaması arasındaki farkın önemlilik testi (Independent t test), tek yönlü varyans (Anova) analizleri yapılmıştır.

Yetiştirme kütüklerine başlangıçta verilen toplam 400 adet *D. micans* larvasından kütükteki oyuklara giren larva sayıları arasında fark olup olmadığı iki grup ortalaması arasındaki farkın önemlilik testi ile test edilmiştir.

Yetiştirme kütüklerine *D. micans* larvalarının verildiği tarihten sonra aynı kütüklere *R. grandis* ergin çiftlerinin verilmesine kadar geçen sürelerle göre sağlanan toplam *R. grandis* miktarları, Tek Yönlü Varyans Analizi ile karşılaştırılmıştır.

Yetiştirme kütüklerinin bekletilme sürelerine göre kütük başına sağlanan ortalama canlı ergin *R. grandis* miktarları karşılaştırılmıştır. Bunun için Varyans Analizi uygulanmıştır.

Yetiştirme kütüklerinde, sağlıklı olarak kabuk altına giren, dolayısıyla *R. grandis*'in beslenmesinde rol oynayan toplam *D. micans* larvası miktarlarına göre elde edilen *R. grandis* miktarları arasında bir ilişkinin olup olmadığı korelasyon analizi ile karşılaştırılmıştır.

Yetiştirme kütüklerinde kullanılan *D. micans* larvalarının dönemlerine ve kütüklerin bekletilme sürelerine göre elde edilen canlı *R. grandis* ergin miktarları arasında bir ilişkinin olup olmadığı iki grup ortalaması arasındaki farkın önemlilik testi ile test edilmiştir.

Yetiştirme kütüklerinde anaç olarak kullanılan *R. grandis* erginlerinin 1 dişi 1 erkek ile 4 dişi 1 erkek olmasına göre elde edilen *R. grandis* miktarları arasında fark olup olmadığı iki grup ortalaması arasındaki farkın önemlilik testi ile test edilmiştir.

Yetiştirme kütüklerindeki üretimde, üretim aşaması sonunda kütüklerde *R. grandis* tarafından yenilmeden kalan ve ergin evresinin belirli süresi içinde kütüklerden uçan *D. micans* ergin miktarlarına göre sağlanan toplam *R. grandis* miktarları arasında bir ilişkinin olup olmadığı korelasyon analizi ile test edilmiştir. Böylece, her bir üretim kütüğünden elde edilen canlı *D. micans* ergin miktarlarına ve bunların uçuş tarihlerine göre predatörün av ihtiyacının karşılanma derecesinin üretim miktarlarına etkileri araştırılmıştır.

Dördüncü ve V. dönemdeki *D. micans* larvalarının kullanıldığı yetiştirme kütüklerinde üretilen toplam *R. grandis* ergin ve toplam *R. grandis* canlı ergin miktarları arasında fark olup olmadığı iki grup ortalaması arasındaki farkın önemlilik testi ile test edilmiştir.

### 3. BULGULAR

#### 3.1. *Rhizophagus grandis* (Gyll.)'in Üretim Koşullarında Gelişim Evrelerinin Gözlenmesi

Belirli sıcaklık ve orantılı nem koşullarındaki üretim çalışmalarında, yetiştirme kütüklerinin en uygun bekletilme sürelerinin kestirilmesi, çok duyarlı olan *Rhizophagus grandis* prepupalarının kuma inme zamanının ve süresinin bilinmesi, kumdaki prepupa ve pupaların uygun nem gereksinimlerinin zamanında karşılanması için predatörün gelişim basamaklarına ait zaman aralıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu biyolojik tespitlerle ilgili çalışmalar, Maçka Orman İşletmesi *R. grandis* Üretim Laboratuvarı'nda, 28 Nisan 2009 ile 14 Temmuz 2009 tarihleri arasında,  $22,46 \pm 1,94^{\circ}\text{C}$  sabit sıcaklık,  $71,65 \pm 6,0$  orantılı nem ve sürekli karanlık oda koşullarında yürütülmüştür.

Kütük başına 2 erkek, 2 dişi *R. grandis* ergini yerleştirilen 15 kütükten üretimin gerçekleştiği 13 kütükte, poşetlere düşen prepupaların çıkış tarihleri kaydedildikten sonra hepsi kuma yerleştirilmiş, fakat kütüklerin açılma tarihleri geldiğinde kumda çok azının pupa ve ergin olabildiği, çok büyük bir kısmının ise pupa olamadan öldükleri görülmüştür. Üretimin gerçekleştiği 13 kütükten elde edilen yeni döl *R. grandis* bireyleri toplam 1026 adettir. Bu bireylerin 125'i ergin, 48'i pupa, 853'ü prepupadır. Elde edilen yeni döl *R. grandis* bireylerinin %12,18'i ergin, %4,68'i pupa, %83,14'ü prepupadır. Bu yeni döl *R. grandis* bireylerinin 14'ü canlı (%1,36), 1012'si ölü (%98,64) olarak elde edilmiştir. On dört adet yeni döl canlı *R. grandis* bireylerinin tamamı ergin, *R. grandis* ölü bireylerin 111'i ergin, 48'i pupa, 853'ü prepupadır. Ölü bireylerin %10,97'si ergin, %4,74'ü pupa, %84,29'u prepupadır. Kütük başına sağlanan ortalama birey miktarı 78,92'dir. Üretimin gerçekleştiği 13 adet kütükte bir dişi *R. grandis* ergininin yeni döl verimi yaklaşık 39,46 olmuştur.

Biyolojik gözlemler amacıyla hazırlanan 15 kütükte her bir kütükteki oyuklara karşılıklı 200'er adet olmak üzere, toplam 400 adet *D. micans* larvası yerleştirilmiştir. Üretimin gerçekleştiği 13 kütükte kullanılan 5200 adet *D. micans* larvasından, kütükteki oyuklardan floeme giren larva sayısı toplam 5118 (%98,42) adettir. Floeme giren larva sayısı kütük başına ortalama 393,69 adettir. Yapılan tespit, kütüklerin hepsinde IV. evre *D. micans* larvası kullanıldığı belirlenmiştir. Yetiştirme kütüklerinin her birine karşılıklı 1

erkek ve 1 dişi olmak üzere toplam 4 adet anaç *R. grandis* ergini verilmiştir. *R. grandis*'in yeni dölünün biyolojik gelişiminin karıştırılmadan izlenebilmesi için yetiştirme kütüklerinde her bir *D. micans* kuluçka sistemine 1 erkekle birlikte sadece 1 dişi *R. grandis* ergini yerleştirilmiştir.

Hazırlanan 15 adet yetiştirme kütüğüne, 7 Haziran 2009 tarihinde, dip kısımlarından üst kısımlarına kadar uzanan şeffaf naylon poşetler geçirilmiştir. Naylon poşetler 8 Haziran 2009 ile 6 Temmuz 2009 tarihleri arasında kontrol edilmişlerdir. Üretimin gerçekleştiği 13 kütükte prepupa çıkışları gözlemlenmiş ve toplam 1026 adet *R. grandis* prepupası sayılmıştır. Kütük başına ortalama prepupa sayısı 78,92'dir. Her bir *D. micans* kuluçka sistemine birer adet olmak üzere kütüklere toplam 2 adet dişi *R. grandis* verilmiştir ve bir dişi *R. grandis* ergininin yeni döl verimi yaklaşık 39,46 olmuştur. Kontrol tarihlerine göre kütüklerden elde edilen yeni döl *R. grandis* prepupa miktarları Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Kontrol tarihlerine göre üretim kütüklerinden elde edilen *Rhizophagus grandis* prepupa miktarları

Kütük no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Kütüklere <i>D. micans</i> larvalarının yerleştirilme tarihleri	28 Nisan			30 Nisan								1 Mayıs			
Anaç <i>R. grandis</i> verilme tarihleri	6 Mayıs			8 Mayıs								11 Mayıs			
Kontrol tarihleri	Prepupa sayıları														
8 Haziran	-	-	-	-	61	-	90	-	-	19	40	-	-	-	-
10 Haziran	-	-	-	-	50	-	99	7	-	10	52	-	-	-	-
13 Haziran	30	-	-	3	34	3	30	42	5	-	55	15	16	-	25
15 Haziran	28	-	-	4	8	-	9	1	1	1	22	10	20	1	1
17 Haziran	14	-	-	-	16	-	-	1	1	-	11	16	7	9	-
19 Haziran	3	-	-	1	10	-	2	-	-	-	3	6	3	13	-
22 Haziran	6	-	-	-	4	-	5	-	-	-	6	16	-	24	-
24 Haziran	4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	3	4	-	6	-
30 Haziran	11	-	-	1	1	-	2	-	-	-	5	-	-	9	-
6 Temmuz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	5	-
Toplam	96	-	-	9	185	3	237	51	7	30	202	67	46	67	26

Naylon poşet geçirilen, normal üretimin gerçekleştiği 10 kütükten elde edilen yeni döl *R. grandis* prepupa miktarlarına göre her bir kütüğe verilen 2 adet anaç *R. grandis* dişisine karşılık, dişi başına en yüksek 118,5 ve en düşük 13 yeni döl *R. grandis* prepupası sağlanmıştır (Şekil 3). Üretimin gerçekleşmediği 2 ve 3 numaralı kütüklerle, üretimin çok az olduğu 4, 6 ve 9 numaralı kütükler ortalamaya katılmamıştır. On kütükten elde edilen yeni döl *R. grandis* prepupa miktarlarına göre dişi başına yeni döl *R. grandis* prepupa miktarı ortalama 50,35'dir. Üretimin az miktarda gerçekleştiği 10, 13 ve 15 numaralı kütüklerin katılmadığı hesaplamada ise 7 kütükte dişi başına yeni döl *R. grandis* prepupa miktarı ortalama 64,64'dür (Tablo 3).



Şekil 3. Naylon poşet geçirilen bir yetiştirme kütüğünde, poşete düşen yeni döl *R. grandis* prepupaları

Naylon poşet geçirilen, üretimin gerçekleştiği 13 kütükte, kütüklere anaç *R. grandis* ergin çiftlerinin verilmesinden yeni döl *R. grandis* ilk prepupaların çıkışına kadar geçen süreler her bir kütük için ayrı ayrı hesaplanmıştır. İlk prepupalara 8 Haziran 2009 tarihinde rastlanılmış ve son prepupaların çıkışı 6 Temmuz 2009 tarihinde tamamlanmıştır. Kütüklere anaç *R. grandis* ergin çiftlerinin verilmesinden en erken 31 gün en geç 38 gün sonra ilk prepupalar görülmüştür. *R. grandis* ilk prepupalarının çıkış sürelerinin ortalamaları alınarak, erginlerinin çiftleşmeden önceki beslenmesi, çiftleşip yumurta koyması, yumurtaların embriyo gelişimi ve larva evrelerinin tamamlanmasındaki toplam süre ortalama  $34,54 \pm 2,73$  gün (31–38 gün) olarak belirlenmiştir. Naylon poşet geçirilen yetiştirme kütüklerinden elde edilen yeni döl *R. grandis* prepupaları toplam 1026 adettir. Yetiştirme kütüklerinden elde edilen yeni döl *R. grandis* prepupalarının %66,86'sı ilk, %21,64'ü ikinci, %7,70'i üçüncü ve %3,80'i dördüncü 7 günde pupa olmak için kuma

inmiştir. Yetiştirme kütüklerinden kuma inmek için prepupaların çıkışı büyük oranda (%66,86) tam bir aylık bir sürenin sonundaki ilk hafta içinde gerçekleşmiş ve ikinci hafta sonunda bu oran %88,50 olmuştur. Kütüklere anaç *R. grandis* ergin çiftlerinin verildiği tarihler ile yeni döl ilk ve son prepupaların görüldüğü tarihlerle bunların süreleri Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. Kütüklere anaç *Rhizophagus grandis* ergin çiftlerinin verilme tarihleri, yeni döl *R. grandis* ilk prepupalarının ve son prepupaların çıkış tarihleri ile süreleri

Kütük no	Kütüklere anaç <i>R. grandis</i> veriliş tarihi	Prepupaların ilk görüldüğü tarih	Prepupaların ilk görüldüğü süre (gün)	Prepupaların son görüldüğü tarih	Prepupa çıkışının sürdüğü süre	Elde edilen toplam prepupa
1	6 Mayıs	13 Haziran	38	30 Haziran	18	96
2		-	-	-	-	-
3		-	-	-	-	-
4	8 Mayıs	13 Haziran	36	30 Haziran	18	9
5		8 Haziran	31	30 Haziran	23	185
6		13 Haziran	36	13 Haziran	1	3
7		8 Haziran	31	30 Haziran	23	237
8		10 Haziran	33	17 Haziran	8	51
9		13 Haziran	36	17 Haziran	5	7
10		8 Haziran	31	15 Haziran	8	30
11		8 Haziran	31	6 Temmuz	29	202
12	11 Mayıs	13 Haziran	36	24 Haziran	12	67
13		13 Haziran	36	19 Haziran	7	46
14		15 Haziran	38	6 Temmuz	23	67
15		13 Haziran	36	15 Haziran	3	26

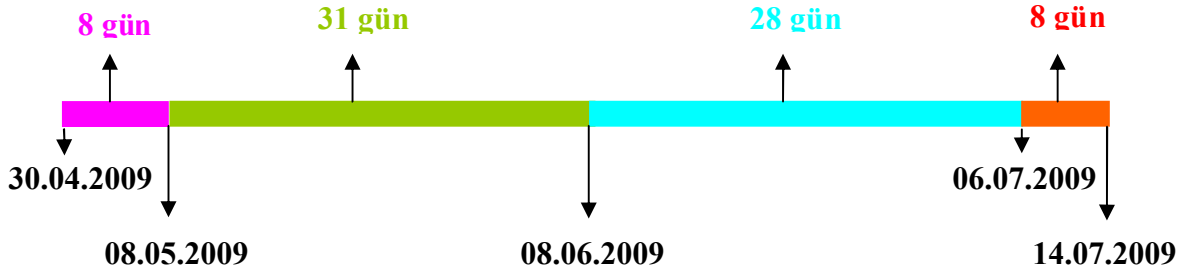
Biyolojik gözlemler amacıyla kullanılan 13 yetiştirme kütüğünde, aynı üretim kütüğünde ilk ve son prepupa çıkışı arasındaki süre en fazla 29, en az 1 gün olmuştur. *R. grandis* prepupa çıkışının 29 gün sürdüğü 11 numaralı kütükten 202 adet yeni döl *R. grandis* prepupası elde edilmiştir. İki adet *R. grandis* dişisinin verildiği kütükte dişi başına yeni döl prepupa miktarı ise 101 adettir. Altı numaralı kütükten 3 adet yeni döl *R. grandis* prepupası elde edilmiş, bu kütükte prepupa çıkışı ise 1 gün sürmüştür.

Kütüklerdeki anaç *R. grandis* dişilerinden, dişi başına düşen yeni döl *R. grandis* prepupa miktarı ile prepupa çıkışının sürdüğü gün sayıları arasında istatistiksel olarak bir ilişki olup olmadığı yapılan korelasyon analizi ile test edilmiştir. Korelasyon analizi sonucunda yeni döl *R. grandis* prepupa miktarları ile prepupa çıkış süreleri arasında pozitif

yönde doğrusal bir korelasyon bulunmuştur. Prepupa sayısı arttıkça, prepupa çıkışının devam etme süresi uzamaktadır ( $r=0.75$ ,  $p<0.003$ ).

Biyolojik gözlemler dışında, *R. grandis* üretim çalışmalarının değerlendirilmesinde kullanılan 45 kütükten 28 kütükte üretim gerçekleşmiştir. *R. grandis* üretim kütüklerinde, kütüklere anaç *R. grandis* ergin çiftlerinin verilmesinden, yeni döl *R. grandis* erginlerinin elde edilmesi için beklenen süreler en az 61 gün, en fazla 71 gündür (Tablo 2). Kütüklerin bekletilme sürelerinin ortalaması  $67,69\pm 3,0$  gündür. Bunun ortalama  $34,54\pm 2,73$  günü (en az 31 ve en çok 38 gün), kütüklere verilen anaç *R. grandis* erginlerinin beslenmesi, çiftleşip yumurta koyması, embriyo gelişimi ve larva evrelerinin tamamlanması da dahil prepupa oluncaya kadar geçen süredir. Bu sürenin, ortalama 16,90 günü ilk *R. grandis* prepupalarının çıkışı ile son *R. grandis* prepupalarının çıkışı arasındaki süredir. Bekletilme süresinin 59'uncu gününde açılan bir kütükten elde edilen yeni döl *R. grandis* bireylerinin 80 adedi canlı ergin, 5'i ölü ergin, 15'i ise canlı pupadır. Bu sonuçlara göre *R. grandis*'in laboratuvar koşullarında temel gelişim evrelerinin belirlenen tamamlanma tarihlerine göre ortalama süreleri Şekil 4 ve 5'de gösterilmiştir.

#### *R. grandis*'in Gelişim Evreleri



**30.04.2009:** *D. micans* larvalarının kütüğe yerleştirilmesi (Başlangıç)

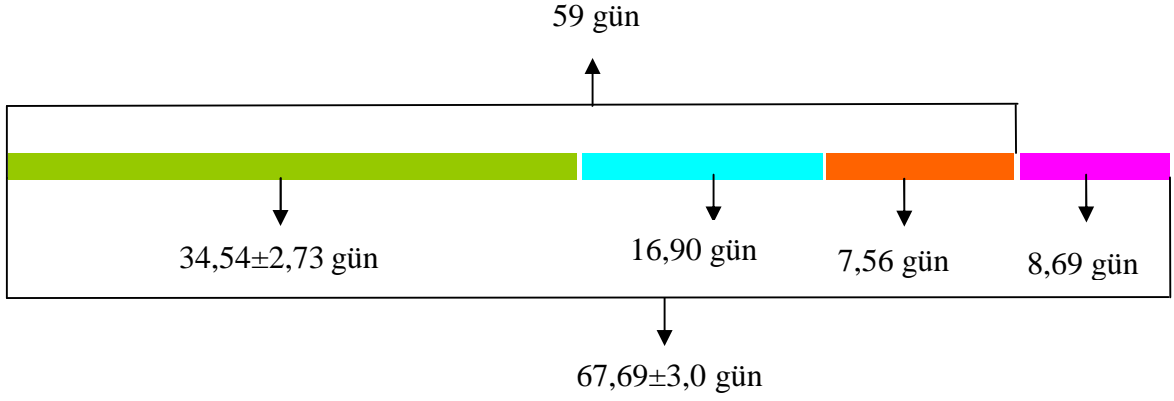
**08.05.2009:** Anaç *R. grandis*'lerin kütüğe verilmesi (8 gün sonra)

**08.06.2009:** Prepupaların ilk görülme tarihi (31 gün sonra)

**06.07.2009:** Prepupaların son görülme tarihi (59 gün sonra)

**14.07.2009:** Erginlerin %94,68'inin elde edilmesi (67 gün sonra)

Şekil 4. Laboratuvar koşullarında anaç *Rhizophagus grandis* erginlerinin kütüklere yerleştirilme tarihlerinden itibaren yeni döl prepupa ve genç erginlerinin görülme tarihlerine kadar geçen süreler



**Toplam gelişim süresi:** Erginlerin %94,68'inin elde edildiğinde kütüklerin ortalama bekletilme süresi: 67,69±3,0 gün.

**Anaç erginden yeni döl prepupaya gelişme süresi:** Kütüklere anaç *R. grandis*'lerin verilmesi, beslenip çiftleşmeleri, yumurta koymaları, yumurtların larva ve larvaların prepupa olması için geçen ortalama süre: 34,54±2,73 gün.

**Prepupa çıkışının devam süresi:** İlk *R. grandis* prepupalarının çıkışı ile son *R. grandis* prepupalarının çıkışı arasındaki ortalama süre: 16,90 gün.

**Pupa-geç ergin süresi:** *R. grandis* pupalarının genç ergin aşamasına geçtikleri ortalama süre: 7,56 gün.

#### **Bekletilme Süresinin 59. Gününde Açılan Bir Kütükte:**

**Gelişim süresi:** Yetiştirilen *R. grandis* bireylerinin %15'inin pupa, %85'inin ergin olduğu süre: 59 gün.

**Pupa-geç ergin süresi:** 67,69 gün – 59 gün = 8,69 gün.

Şekil 5. *Rhizophagus grandis*'in laboratuvar koşullarında temel gelişim evrelerinin tamamlanma tarihleri ve süreleri

Biyolojik gözlemler amacıyla hazırlanmış olan normal üretimin gerçekleştiği 10 kütükten elde edilen yeni döl *R. grandis* prepupa sayıları kontrol tarihlerine göre (Tablo 3) Şekil 6'da verilmiştir. Sonuçta bu kütüklerden sağlanan verilerin birlikte değerlendirilmesine olanak verecek şekilde tüm yeni döl *R. grandis* prepupalarının çıkış



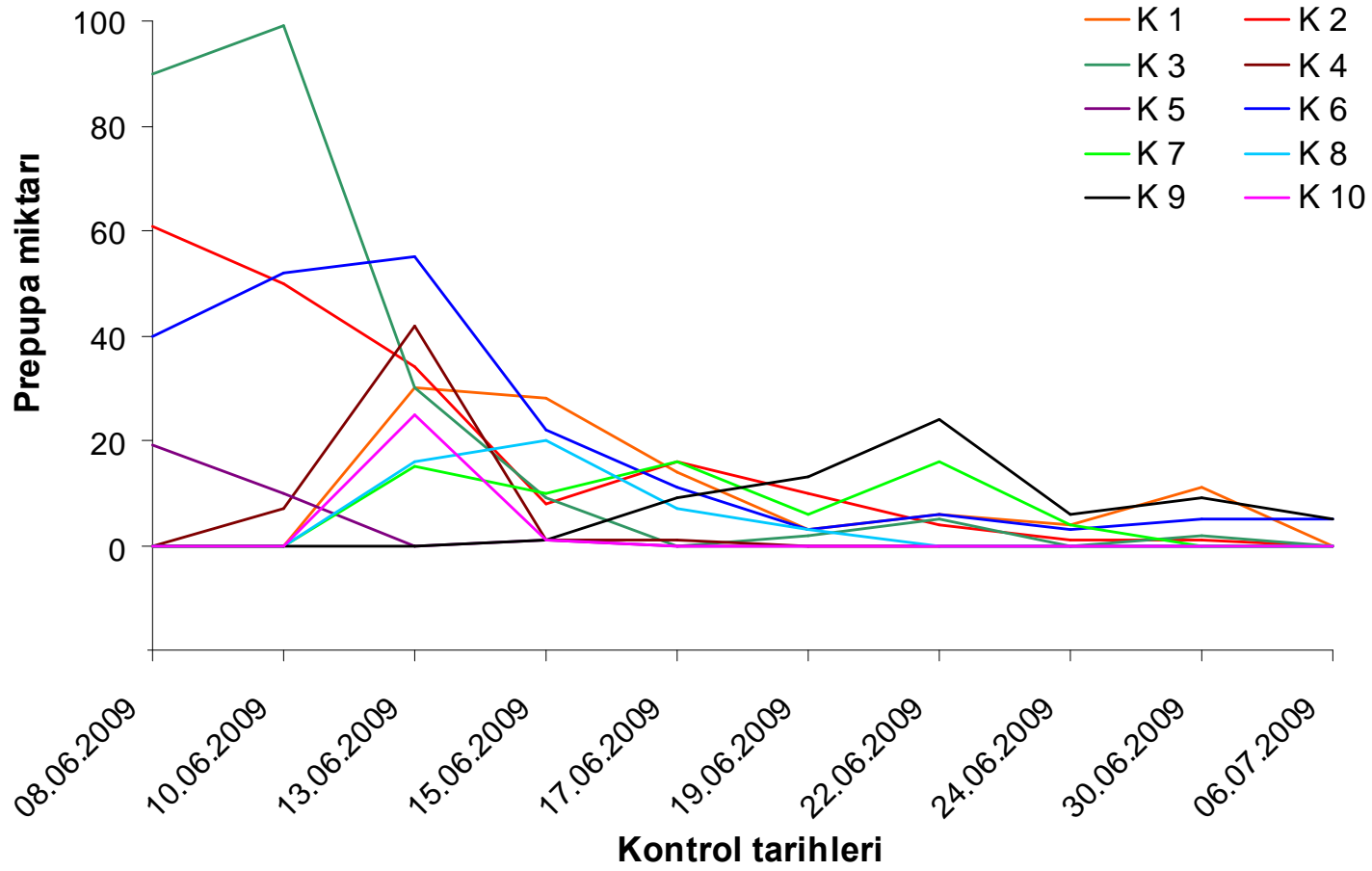
sürelerini kapsayan (Şekil 6) bir grafik çizilmiş ve prepupa çıkışlarının zamana bağlı dağılımı Şekil 7’de gösterilmiştir.

Grafik incelendiğinde, yeni döl *R. grandis* prepupa çıkışının ilk gözlem tarihinde ve izleyen birkaç gün içinde en yüksek oranda olduğu ve bunu izleyen ilk 10 gün içinde büyük bir hızla, ardından daha yavaş bir seyirle sürekli olarak azaldığı görülmektedir. Zira yetiştirme kütüklerinin çoğunda ilk prepupa çıkışı *R. grandis* anaçlarının yerleştirilmesinin 31. gününde ve en yüksek miktarlarda olmuştur. Bu tarihten sonraki bir hafta içinde geri kalan kütüklerin tamamında ve yine en yüksek miktarlarda prepupa çıkışı başlamıştır. Tablo 3’de de, naylon poşet geçirilen yetiştirme kütüklerinden elde edilen yeni döl *R. grandis* prepupalarının %66,86’sı ilk, %21,64’ü ikinci, %7,70’i üçüncü ve %3,80’i dördüncü 7 günde pupa olmak için kuma inmiştir. Yetiştirme kütüklerinden kuma inmek için prepupaların çıkışı büyük oranda (%66,86) tam bir aylık bir sürenin sonundaki ilk hafta içinde gerçekleşmiş ve ikinci hafta sonunda bu oran %88,50 olmuştur.

Diğer yandan, tüm kütüklerde, ilk prepupa çıkış tarihleri arasında sadece bir haftalık süre (38 gün– 31gün=7gün) olurken, prepupa çıkışı en az 1 ve en fazla 29 gün (Şekil 7) sürmüştür. Kütüklere yerleştirilen anaç *R. grandis* dişi erginlerin beslenip, çiftleşip yumurta koymaları arasında sadece bir haftalık bir süre farkı olurken, bu dişilerin koyduğu yumurta sayılarına göre yumurta koyma sürelerinin birkaç gün (en az 1 gün) ile en fazla 3–4 hafta (en fazla 29 gün) arasında değiştiği görülmüştür.

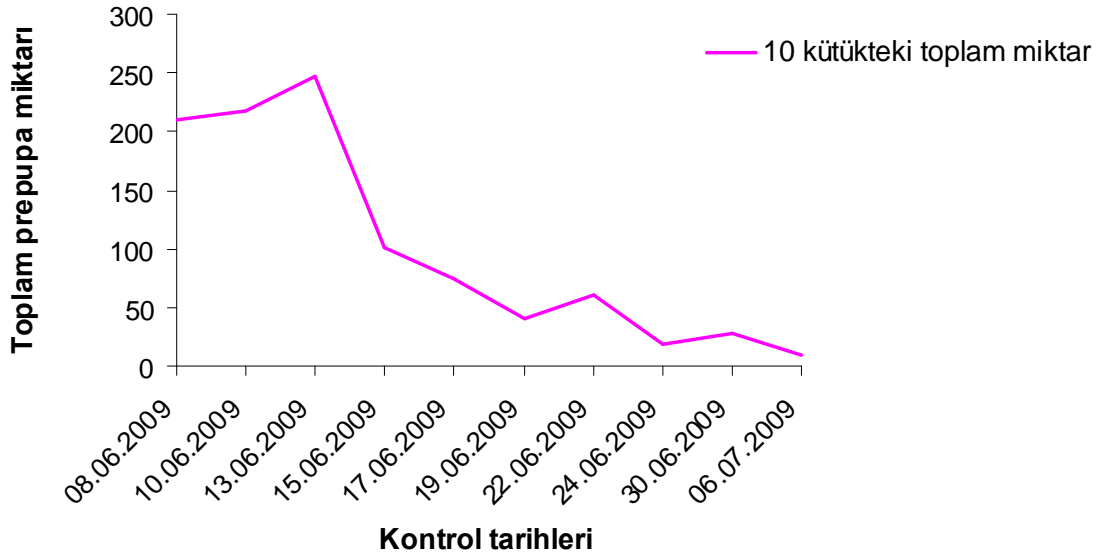
Naylon poşet geçirilen normal üretimin gerçekleştiği 10 kütükte, yeni döl *R. grandis* prepupa çıkışlarının izlendiği tarihlerde, üretim aşaması sonunda kütüklerde *R. grandis* tarafından yenilmeden kalan ve ergin evresinin belirli süresi içinde kütüklerden uçan *D. micans* ergin miktarları da sayılmıştır. Kütüklere *D. micans* larvalarının ve anaç *R. grandis* ergin çiftlerinin verilme tarihleri ile kontrol tarihlerine göre kütüklerden uçan *D. micans* ergin miktarları Tablo 5’de verilmiştir.

Naylon poşet geçirilen IV. evre *D. micans* larvalarının kullanıldığı, normal üretimin gerçekleştiği 10 kütükte, kütüklere *D. micans* larvası verilme tarihlerinden ortalama 44 gün sonra ilk *D. micans* ergin uçuşları gerçekleşmiştir.



\* K: Kütük

Şekil 6. Naylon poşet geçirilen yetiştirme kütüklerinde kontrol tarihlerine göre *Rhizophagus grandis* prepupa çıkışlarının her bir kütükteki dağılımı



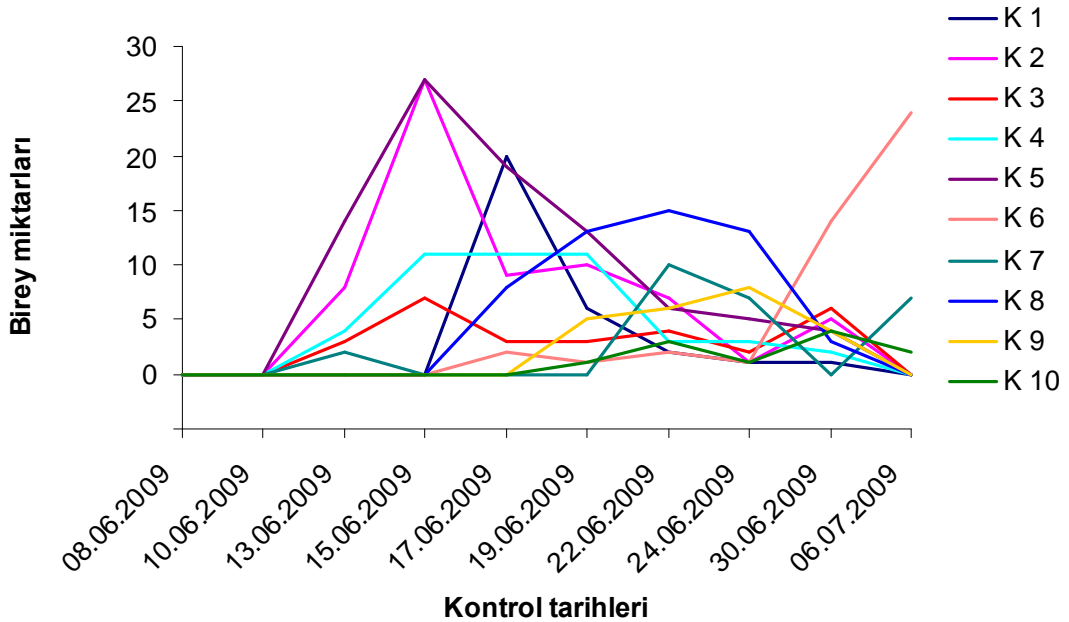
Şekil 7. Naylon poşet geçirilen yetiştirme kütüklerinde kontrol tarihlerine göre *Rhizophagus grandis* prepupa çıkışlarının ortak dağılımı

Tablo 5. Kütüklere *D. micans* larvalarının ve anaç *R. grandis* ergin çiftlerinin verilme tarihleri ile kontrol tarihlerine göre kütüklerden uçan *D. micans* ergin miktarları

Kütük no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>D. micans</i> larva verilme tarihleri	28 Nisan			30 Nisan							1 Mayıs				
Anaç <i>R. grandis</i> verilme tarihleri	6 Mayıs			8 Mayıs							11 Mayıs				
Kontrol tarihleri	Kütüklerden uçan canlı <i>D. micans</i> ergin miktarları														
8 Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10 Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13 Haziran	-	18	4	17	8	62	3	4	4	14	-	2	-	-	-
15 Haziran	-	10	-	32	27	88	7	11	20	27	-	-	-	-	-
17 Haziran	20	5	-	30	9	30	3	11	33	19	2	-	8	-	-
19 Haziran	6	3	1	37	10	37	3	11	38	13	1	-	13	5	1
22 Haziran	2	6	2	20	7	4	4	3	30	6	2	10	15	6	3
24 Haziran	1	-	-	11	1	6	2	3	16	5	1	7	13	8	1
30 Haziran	1	-	-	17	5	3	6	2	1	4	14	-	3	4	4
6 Temmuz	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	24	7	-	-	2
Toplam	30	42	7	170	67	230	28	45	142	88	44	26	52	23	11

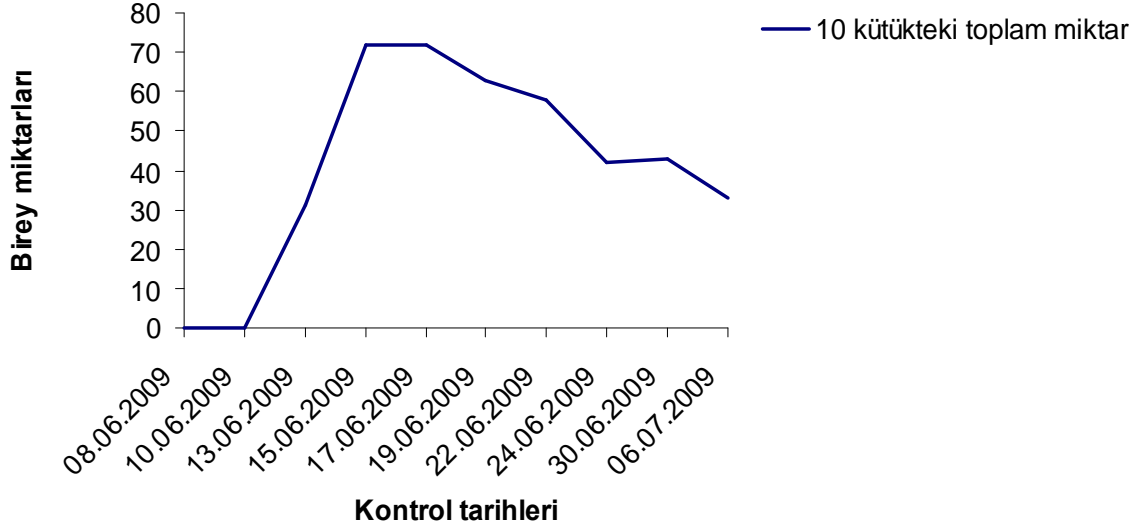
Naylon poşet geçirilen normal üretimin gerçekleştiği 10 kütükte, üretim aşaması sonunda kütüklerde *R. grandis* tarafından yenilmeden kalan ve ergin evresinin belirli süresi içinde kütüklerden uçan *D. micans* ergin sayıları kontrol tarihlerine göre grafiklere aktarılmıştır (Tablo 5), (Şekil 8). Sonuçta bu kütüklerin birlikte değerlendirilmesine olanak verecek şekilde tüm erginlerin uçuş sürelerini kapsayan bir grafik çizilmiş, ergin uçuşlarının zamana bağlı seyri bu grafiklerden gözlemlenmiştir (Şekil 9). Grafik incelendiğinde *D. micans* ergin uçuşunun ilk uçuştan 3–5 gün sonra en yüksek değere ulaştığı, uçuşun bu tarihten sonra düzenli olarak azaldığı görülmektedir.

*D. micans* ile *R. grandis* gelişim süreçlerinin karşılaştırılmasında, biyolojik gözlemler amacıyla hazırlanan, normal üretimin gerçekleştiği 10 kütük kullanılmıştır. Kontrol tarihlerine göre kütüklerden elde edilen yeni döl toplam *R. grandis* prepupa miktarları ile üretim aşaması sonunda kütüklerde *R. grandis* tarafından yenilmeden kalan ve ergin evresinin belirli süresi içinde kütüklerden uçan toplam *D. micans* ergin miktarlarının (Tablo 3 ve Tablo 5) karşılaştırılması grafik üzerinde gösterilmiştir (Şekil 10).

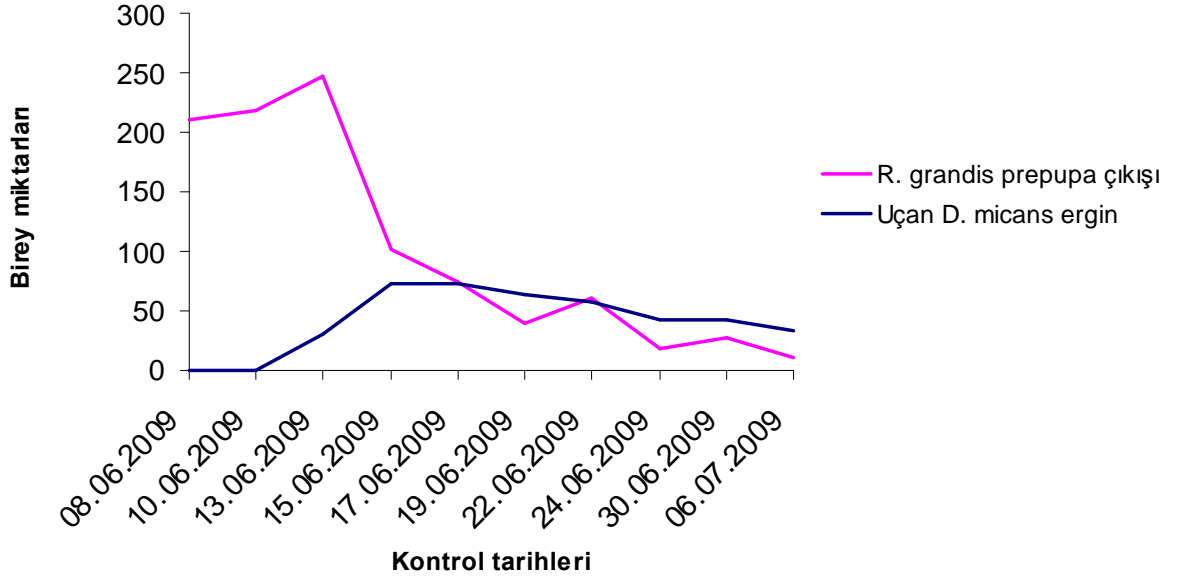


\* K: Kütük

Şekil 8. Naylon poşet geçirilen yetiştirme kütüklerinde kontrol tarihlerine göre kütüklerden uçan *Dendroctonus micans* erginlerinin her bir kütükteki dağılımı



Şekil 9. Naylon poşet geçirilen yetiştirme kütüklerinde, kontrol tarihlerine göre kütüklerden uçan *Dendroctonus micans* ergin miktarları dağılımı (Kontrol tarihleri aynı zamanda *Rhizophagus grandis* prepupalarının gözlenme tarihleridir)



Şekil 10. Naylon poşet geçirilen yetiştirme kütüklerinde, kontrol tarihlerine göre kütüklerden elde edilen yeni döl *Rhizophagus grandis* prepupa miktarlarının ve uçan *Dendroctonus micans* ergin miktarlarının zamana ve birbirine bağlı dağılımları

*D. micans* larvalarının %85 IV. ve %15 V. evrede olduğu bu yetiştirme koşullarında, *D. micans* ergin çıkışının *R. grandis* prepupa çıkışının çok büyük miktarlarda olduğu tarihlerden hemen sonra başladığı ve bu etkinliğin tamamlanmasına kadar devam ettiği görülmüştür. Bu koşullarda *R. grandis*'in larva evrelerini tamamlayıp kuma inmek için yetiştirme kütüğünü terk ettiği prepupa aşamasına kadar kabuk altında kendisine yem olabilecek yeterli sayıda *D. micans* bireylerinin sürekli bulabileceği gözlenmiştir.

Naylon poşet geçirilen IV. evre *D. micans* larvalarının kullanıldığı normal üretim gerçekleşen 10 kütükte, *D. micans* ergin uçuşu ile yeni döl *R. grandis* prepupa çıkışları karşılaştırıldığında, *R. grandis* prepupa çıkışının, *D. micans* ergin uçuşunun başlamasından birkaç gün önce başladığı görülmektedir. Kütüklerden ilk *D. micans* erginleri uçmadan 2 gün önce, ilk *R. grandis* prepupaları çıkmıştır.

Biyolojik gözlemler amacıyla hazırlanan 15 kütükten, üretimin gerçekleştiği 13 kütükte, elde edilen yeni döl *R. grandis* prepupa miktarları ile ölmüş ve tüketilmiş *D. micans* miktarları karşılaştırılarak *D. micans* lavalalarının, *R. grandis* bireyleri tarafından tüketilme oranları incelenmiştir. Kütüklere *D. micans* larvaları ve anaç *R. grandis* ergin çiftlerinin verilme tarihleri, oyuklara giren *D. micans* larva miktarları ve *R. grandis* tarafından yenilmeden kalan ve ergin evresinin belirli süresi içinde kütüklerden uçan *D. micans* ergin miktarları ile ölmüş ve tüketilmiş *D. micans* miktarları, elde edilen yeni döl *R. grandis* prepupa miktarları Tablo 6'da verilmiştir.

Biyolojik gözlemler amacıyla hazırlanan 15 kütükten, üretim gerçekleşen 13 kütükte kullanılan 5200 adet dördüncü evre *D. micans* larvasından, kütüklerdeki oyuklardan floeme giren larva sayısı toplam 5118 (%98,42) adettir. Kütükteki oyuklara giren larva sayısı kütük başına ortalama 393,69, kütüklerden uçan toplam *D. micans* erginleri kütük başına ortalama 73,54, ölmüş ve tüketilmiş *D. micans* miktarı kütük başına ortalama 320,15'dir. Kütüklerden elde edilen yeni döl *R. grandis* prepupa miktarı 1026, kütük başına ortalama 78,92'dir. Üretim kütüklerinden sağlanan yeni döl *R. grandis* birey miktarlarına göre, predatörün her bir bireyi tarafından tüketilen veya yaralanarak öldürülen *D. micans* bireyi (olgun larva, pupa veya genç ergin) ortalama 4,06 adettir.

Tablo 6. Biyolojik gözlemler amacıyla hazırlanan yetiştirme kütüklerindeki ölmüş ve tüketilmiş *Dendroctonus micans* miktarları ile elde edilen yeni döl *Rhizophagus grandis* prepupa miktarları

Kütük no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>D. micans</i> larvalarının kütüklere yerleştirilmesi	28 Nisan			30 Nisan									1 Mayıs		
Anaç <i>R. grandis</i> verilme tarihleri	6 Mayıs			8 Mayıs									11 Mayıs		
Kütüklerdeki oyuklara giren <i>D. micans</i> larva miktarı	398	383	383	394	397	377	394	392	397	393	398	394	399	399	397
Kütüklerden uçan toplam <i>D. micans</i> ergin miktarı	30	42	7	170	67	230	28	45	142	88	44	26	52	23	11
Ölmüş ve tüketilmiş <i>D. micans</i> miktarı	368	341	376	224	330	147	366	347	255	305	354	368	347	376	386
Elde edilen toplam <i>R. grandis</i> prepupa	96	-	-	9	185	3	237	51	7	30	202	67	46	67	26

### 3.2. *Rhizophagus grandis* (Gyll.)'in Üretim Koşulları ve Başarı Düzeyi

Üretim çalışmaları, Maçka Orman İşletmesi *Rhizophagus grandis* Üretim Laboratuvarı'nda 13 Mart 2009 ile 6 Temmuz 2009 tarihleri arasında,  $22,46 \pm 1,94^\circ\text{C}$  sabit sıcaklık,  $71,65 \pm 6,0$  orantılı nem ve sürekli karanlık oda koşullarında yürütülmüştür.

*R. grandis* üretim çalışmalarının değerlendirilmesinde kullanılan 45 kütükten 28'inde üretim gerçekleşmiş, üretimin olduğu 28 kütükten toplam 865 adet yeni döl *R. grandis* bireyi elde edilmiştir. Bu bireylerin 819'u ergin (Şekil 11), 15'i pupa, 31'i ise prepupadır. Bireylerin %94,68'i ergin, %1,73'ü pupa, %3,58'i prepupa evresindedir. Elde edilen toplam 865 adet yeni döl *R. grandis* bireyinden 779'u canlı, 86'sı ölüdür. Yeni döl *R. grandis* bireyin %90,06'sı canlı, %9,94'ü ölü olarak elde edilmiştir. Yeni döl canlı *R. grandis* bireylerinin 757'si ergin, 15'i pupa, 7'si prepupadır, ölü *R. grandis* bireylerinin ise 62'si ergin, 24'ü prepupadır. Canlı bireylerin %97,18'i ergin, %1,93'ü pupa, %0,89'u prepupa, ölü bireylerin ise %72,09'u ergin, %27,91'i prepupadır.



Şekil 11. Yetiştirme kütüklerinden birinde elde edilen yeni döl *Rhizophagus grandis* erginleri

Üretim gerçekleşen 28 kütükte kullanılan başlangıçtaki toplam *D. micans* larva sayısı 11.200 adet, kütüklerde açılan oyuklardan yiyim yaparak floeme giren larva sayısı 10.609 (başlangıçtaki miktarın %94,72'si) adettir. Kütüklerde açılan oyuklardan yiyim yaparak floeme giren larva sayısı, kütük başına ortalama 378,89 adettir. Bu larvalardan alınan örneklerden, üretim çalışmalarında kullanılan *Dendroctonus micans* larvalarının, 17 kütükte IV. evrede ve 11 kütükte V. evrede olduğu belirlenmiştir. Üretimin gerçekleştiği



28 yetiştirme kütüğündeki *D.micans* larvalarının %60,71'i IV. evrede, %39,29'u V. evrededir. Bu 28 yetiştirme kütüğünün 20'sinin her birine karşılıklı 1 erkek ve 4 dişi olmak üzere toplam 8, diğer 8 kütüğün her birine ise karşılıklı 1 erkek,1 dişi olmak üzere toplam 4 adet anaç *R. grandis* ergini verilmiştir. Üretim gerçekleşen yetiştirme kütüklerinde kullanılan *D. micans* larvalarının evreleri, anaç *R. grandis* ergin dişi+erkek oranları ve elde edilen yeni döl *R. grandis* birey miktarları Tablo 7'de verilmiştir.

*R. grandis* üretim çalışmalarında, 45 adet yetiştirme kütüğünde, iki farklı sayıda dişi *R. grandis* kullanılmıştır. Karşılıklı olmak üzere, 15 kütüğe 1 erkek, 1 dişi *R. grandis* ergini, diğer 30 kütüğe ise 1 erkek, 4 dişi *R. grandis* ergini yerleştirilmiştir. Aynı kütükte karşılıklı 1 erkek, 4 dişi *R. grandis* ergini yerleştirilen 30 kütükten, 20 kütükte üretim gerçekleşmiştir. Kütüklerde açılan karşılıklı oyuklara, her bir oyukta 200 adet olmak üzere, kütük başına toplam 400 adet *D. micans* larvası yerleştirilmiştir. Üretim gerçekleşen 20 kütükte kullanılan *D. micans* larvaları toplam 8.000, kütükteki oyuklara yerleşen larvalar 7.701 (%96,26) adettir. Kütükteki oyuklardan floeme yerleşen larva sayısı, kütük başına ortalama 385,05 adettir.

Tablo 7. Üretimin gerçekleştiği kütüklerde kullanılan *Dendroctonus micans* larvalarının evreleri, anaç *Rhizophagus grandis* ergin dişi+erkek oranları ve elde edilen yeni döl *R. grandis* birey miktarları

Kütük adedi	Kullanılan anaç <i>R. grandis</i> ergin dişi+erkek oranları	Üretim gerçekleşen kütük sayısı	Kullanılan <i>D. micans</i> larvalarının evresi ve kütük sayısı		Elde edilen yeni döl <i>R. grandis</i> birey miktarları					
			IV. dönem	V. dönem	Ergin		Pupa		Prepupa	
					Canlı	Ölü	Canlı	Ölü	Canlı	Ölü
15	1♂+1♀	8	4	4	222	17	15	-	-	-
30	1♂+4♀	20	13	7	535	45	-	-	7	24

Larvalardan alınan örneklerden, üretim çalışmalarında kullanılan *D. micans* larvalarının, 13 kütükte IV. evrede ve 7 kütükte ise V. evrede olduğu tespit edilmiştir. Kullanılan larvaların %65'i IV. evrede ve %35'i V. evrededir. Yirmi adet yetiştirme kütüğünden toplam 611 adet *R. grandis* bireyi elde edilmiştir. Bu bireylerin 580'i ergin, 31'i prepupadır. Elde edilen yeni döl *R. grandis* bireylerinin %94,93'ü ergin, %5,07'si prepupadır. Bu yeni döl *R. grandis* bireylerinin 542'si canlı, 69'u ölü olarak elde edilmiştir. Bunların %88,71'i canlı, %11,29'u ölüdür. Yeni döl canlı *R. grandis*

bireylerinin 535'i ergin, 7'si prepupa, ölü *R. grandis* bireylerinin 45'i ergin, 24'ü ise prepupadır. Canlı bireylerin %98,71'i ergin, %1,29'u prepupadır. Ölü bireylerin %65,22'si ergin, %34,78'i prepupadır. Kütük başına sağlanan ortalama birey miktarı 30,55, ergin miktarı 29, canlı ergin miktarı 26,75'dir. Bu grupta kütüklere 8 dişi *R. grandis* verilmiştir ve bir dişi *R. grandis* ergininin yeni döl verimi yaklaşık 3,82 olmuştur. Bir dişi *R. grandis* başına ortalama 3,34 canlı ergin sağlanmıştır (Tablo 7).

Kütük başına 2 erkek, 2 dişi *R. grandis* ergini yerleştirilen 15 kütükten, 8 kütükte üretim gerçekleşmiştir. Bu kütüklerde kullanılan *D. micans* larvalarının, dönem tayini sonucunda 5 kütükte IV. evre, 3 kütükte ise V.evre larva olduğu tespit edilmiştir. Kullanılan larvaların %62,5'i IV. evrede, %37,5'i V. evrededir. Sekiz kütükte toplam 3.200 adet larva kullanılmıştır, kütüklerdeki oyuklardan floeme giren toplam larva miktarı ise 2.908 (%90,88)'dir. Kütükteki oyuklardan floeme yerleşen larva sayısı, kütük başına ortalama 363,5 adettir. Sekiz kütükten toplam 254 adet yeni döl *R. grandis* bireyi elde edilmiştir. Bu bireylerin 239'u ergin, 15'i pupadır. Elde edilen yeni döl *R. grandis* bireylerinin %94,09'u ergin, %5,91'i pupadır. Bu yeni döl *R. grandis* bireylerinin 237'si canlı, 17'si ölü olarak elde edilmiştir. Bunların %93,31'i canlı, %6,69'u ölü bireydir. Yeni döl canlı *R. grandis* bireylerinin 222'si ergin, 15'i pupa, kalan 17 ölü *R. grandis* bireylerinin ise tamamı ergindir. Canlı bireylerin %93,67'si ergin, %6,33'ü pupadır. Kütük başına birey miktarı 31,75, ergin miktarı 29,88, canlı ergin miktarı 27,75'dir. Bu grupta kütüklere 2 dişi *R. grandis* verilmiştir ve bir dişi *R. grandis* ergininin yeni döl verimi yaklaşık 15,88 olmuştur. Bir dişi *R. grandis*'ten ortalama 13,88 canlı ergin sağlanmıştır (Tablo 7).

*R. grandis* yetiştirme sürecinde, her bir üretim kütüğünden elde edilen, *R. grandis* tarafından yenilmeden kalan ve ergin evresinin belirli süresi içinde kütüklerden uçan canlı *D. micans* ergin miktarlarına ve bunların uçuş tarihlerine göre predatörün av ihtiyacının karşılanma derecesinin üretim miktarlarına etkileri araştırılmıştır. Bunun için üzeri seyrek dokuma bezden yapılan, lastikli örtüler ile kapatılmış olan, 2 erkek, 8 dişi *R. grandis* ergini yerleştirilen 10 adet üretim kütüğü ile biyolojik gözlemler amacıyla naylon poşet geçirilen, 2 erkek, 2 dişi *R. grandis* ergini yerleştirilen 15 adet kütük belirli sıklıktaki tarihlerde kontrol edilmiştir. Lastikli örtüler ve poşetler çıkarılarak, kütüklerdeki *R. grandis* tarafından yenilmeden kalan ve ergin evresinin belirli süresi içinde kütüklerden uçan *D. micans* erginleri sayılmıştır. Bu amaç için hazırlanmış olan toplam 25 adet kütükten 6 kütükte üretim gerçekleşmemiştir. Üretim gerçekleşmeyen 6 kütükten 4'ü lastikli örtüler

ile kapatılmış olanlardan, 2'si de naylon poşet geçirilen kütüklerdendir. Üretimin olduğu 19 kütükte kullanılan toplam *D. micans* larvası 7.600 adettir. Bu kütüklerde oyuklardan floeme yerleşen *D. micans* larva miktarı 7.337 (%96,54) adet ve kütük başına ortalama 386,16 adettir. Kütüklerde kullanılan *D. micans* larvalarının %78,95'i IV. evrede ve %21,05'i V. evrededir. *R. grandis* tarafından yenilmeden kalan ve ergin evresinin belirli süresi içinde kütüklerden uçan toplam *D. micans* ergini 1.064 adet, kütük başına ortalaması 56 adettir. Elde edilen yeni döl toplam *R. grandis* birey miktarı 1.127 adet, kütük başına ortalaması 59,32 adettir. Bu kütüklerde üretimde kullanılan *D. micans* larvalarının ortalama %85,50'si kütüklere yerleştirilen *R. grandis* erginleri ve yeni döl larvaları tarafından tüketilmiştir. Üretim kütüklerinden sağlanan yeni döl *R. grandis* miktarlarına göre, predatörün her bir bireyi tarafından tüketilen veya yaralanarak öldürülen *D. micans* bireyi (olgun larva, pupa veya genç ergin) ortalama 5,57 adettir. Üretim kütüklerine *D. micans* larvalarının yerleştirilme tarihleri, kütüklerden uçan canlı *D. micans* ergin miktarları, anaç *R. grandis*'lerin kütüklere verilme tarihleri ve miktarları ile elde edilen yeni döl *R. grandis* miktarları Tablo' 8 de verilmiştir.

### 3.3. İstatistik Test Sonuçları

Yetiştirme kütüklerine başlangıçta verilen toplam 400 adet *Dendroctonus micans* larvasından kütükteki oyuklardan floeme giren larva sayıları arasında fark olup olmadığı iki grup ortalaması arasındaki farkın önemlilik testi ile test edilmiştir. Yapılan bu testi sonucunda kütükteki oyuklara giren larva sayıları arasında %95 güvenle istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ).

Dördüncü ve V. evredeki *D. micans* larvalarının kullanıldığı 45 adet yetiştirme kütüğünde üretilen toplam *Rhizophagus grandis* ergin ve toplam *R. grandis* canlı ergin miktarları arasında fark olup olmadığı, iki grup ortalaması arasındaki farkın önemlilik testi ile test edilmiştir. Yapılan bu test sonucunda, bu iki farklı evredeki *D. micans* larvalarının kullanıldığı yetiştirme kütüklerinden elde edilen toplam *R. grandis* ergin ve toplam *R. grandis* canlı ergin miktarlarının %95 güvenle istatistiksel olarak farklı olduğu görülmüştür ( $p < 0.05$ ). Test sonucunda IV. evredeki *D. micans* larvalarının kullanıldığı yetiştirme kütüklerinden elde edilen toplam *R. grandis* ergin ve toplam *R. grandis* canlı ergin bireylerinin ortalamasının V. evredeki larvaların kullanıldığı yetiştirme kütüklerinden elde edilenlerin ortalamasından istatistiksel olarak daha yüksek olduğu görülmüştür.

Yetiştirme kütüklerindeki oyuklara *D. micans* larvalarının verildiği tarihten sonra aynı kütüklere anaç *R. grandis* ergin çiftlerinin verilmesine kadar geçen süreler göre, sağlanan toplam *R. grandis* miktarlarının Tek Yönlü Varyans Analizi ile karşılaştırılması sonucunda, *R. grandis* ergin çiftlerinin verilmesine kadar geçen süreler göre sağlanan toplam *R. grandis* miktarları arasında % 95 güvenle istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Tablo 8. Üretim kütüklerine *Dendroctonus micans* larvalarının yerleştirilme tarihleri, kütüklerden uçan canlı *D. micans* ergin miktarları, anaç *Rhizophagus grandis* ergin çiftlerinin kütüklere verilme tarihleri ve dişi+erkek oranları ile elde edilen yeni döl *R. grandis* birey miktarları

Kütük no	Kütüklere <i>D. micans</i> larvalarının yerleştirilme tarihleri	Kütüklerden uçan <i>D. micans</i> ergin miktarları	Kütüğe anaç <i>R. grandis</i> ergin çiftlerinin verilmesi	Kütüklere verilen anaç <i>R. grandis</i> ergin dişi+erkek oranları	Elde edilen yeni döl <i>R. grandis</i> birey miktarları
1	10 Nisan	12	21 Nisan	1♂+4♀	8
2		-			3
3		18			6
4	14 Nisan	45			58
5		41			24
6		19			-
7		5			2
8		5			-
9		3			-
10		1			-
11	28 Nisan	30	6 Mayıs	1♂+1♀	96
12		42			-
13		7			-
14	30 Nisan	80	8 Mayıs		9
15		67			185
16		230			3
17		28			237
18		45			51
19		142			7
20		88			30
21		44		202	
22	1 Mayıs	26	11 Mayıs	67	
23		52		46	
24		23		67	
25		11		26	

Yetiştirme kütüklerinin yeni döl *R. grandis* bireylerinin elde edilmesi için bekletilme sürelerine göre kütük başına sağlanan ortalama canlı *R. grandis* ergin miktarları arasında, uygulanan Varyans Analizi sonucunda istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

Yapılan korelasyon analizi sonucunda, yetiştirme kütüklerinde, sağlıklı olarak kabuk altına giren, dolayısıyla *R. grandis*'in beslenmesinde rol oynayan toplam *D. micans* larva miktarlarına göre, elde edilen *R. grandis* miktarları arasındaki ilişkide, anlamlı bir korelasyon görülmemiştir ( $r=-0.043$ ,  $p>0.05$ ).

Yetiştirme kütüklerinde kullanılan *D. micans* larvalarının dönemlerine ve kütüklerin bekletilme sürelerine göre elde edilen canlı *R. grandis* ergin miktarları arasında bir ilişkinin olup olmadığı test edilmiş, iki grup ortalaması arasındaki farkın önemlilik testi sonucunda % 95 güvenle istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

Yetiştirme kütüklerinde anaç olarak kullanılan *R. grandis* erginlerinin 1 dişi ve 1 erkek ile 4 dişi ve 1 erkek olmasına göre elde edilen *R. grandis* birey miktarları arasında uygulanan iki grup ortalaması arasındaki farkın önemlilik testi sonucunda yetiştirme kütüklerinde anaç olarak kullanılan iki farklı *R. grandis* dişi ergin sayısı ile elde edilen *R. grandis* birey miktarları arasında % 95 güvenle istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

Yetiştirme sürecinde, 25 kütükte *R. grandis* tarafından yenilmeden kalan ve ergin evresinin belirli süresi içinde kütüklerden uçan toplam *D. micans* ergini miktarlarına göre predatörün av ihtiyacının karşılanma derecesinin üretim miktarlarına etkisinin olup olmadığının karşılaştırılması için yapılan korelasyon analizi sonucunda, canlı kalıp erginleşen *D. micans* miktarlarına göre elde edilen *R. grandis* miktarları arasında anlamlı bir korelasyon çıkmamıştır ( $r=-0.10$ ,  $p>0.05$ ), (Tablo 8).

## 4. TARTIŞMA

### 4.1. *Rhizophagus grandis* (Gyll.)'in Gelişim Evreleri

Yetiştirme kütüklerinin en uygun bekletilme sürelerinin kestirilmesi, çok duyarlı olan *R. grandis* prepupalarının kuma inme zamanının ve süresinin bilinmesi, kumdaki prepupa ve pupaların uygun nem gereksinimlerinin zamanında karşılanması için bu predatörün gelişim basamaklarına ait zaman aralıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bunun için, Maçka Orman İşletmesi *R. grandis* Üretim Laboratuvarı'nda,  $22,46 \pm 1,94^{\circ}\text{C}$  sabit sıcaklık,  $71,65 \pm 6,0$  orantılı nem ve sürekli karanlık oda koşullarında naylon poşet geçirilen ve normal üretimin gerçekleştiği 10 kütük kullanılmıştır. Her bir kütüğe verilen 2 adet anaç *R. grandis* dişisine karşılık, dişi başına en yüksek 118,5 en düşük ise 13 yeni döl *R. grandis* prepupası sağlanmıştır. Tüm kütüklerde dişi başına yeni döl *R. grandis* prepupa miktarı ortalama 50,35'dir. Üretimin az miktarda gerçekleştiği 3 adet kütüğün katılmadığı hesaplamada ise dişi başına yeni döl *R. grandis* prepupa miktarı ortalama 64,64'dür.

Dişi predatör laboratuvar koşullarında ortalama 100 yumurta üretmektedir (Grégoire vd., 1984). *R. grandis* dişileri ortalama 30 ile 117 arasında değişen sayıda yumurta bırakırlar ve 1986 yılında polyester kutularda yapılan üretim çalışmalarında bir dişi *R. grandis* başına 30–70 ergin elde edilmiştir (Grégoire vd., 1989). Kütükte yapılan üretimde ortalama  $22^{\circ}\text{C}$  sıcaklık ve %75 orantılı nem koşullarında, 1 erkek, 1 dişi *R. grandis* çiftinden ortalama 80 ergin elde edilmiştir (Keskinalemdar vd., 1986). Konulan yumurtaların sayısı büyük farklılıklar gösterse de ortalama 70–80 yumurta koymaktadırlar (Merlin vd., 1984).

Bu çalışmada, bir üretim kütüğündeki iki anaç dişiden toplam 237 ve dişi başına ortalama 118,5 prepupa sağlandığına göre bir dişinin 120 veya daha fazla sayıda yumurta koyabildiği görülmüştür.

Biyolojik gözlemler dışında, *R. grandis* üretim çalışmalarının değerlendirilmesinde kullanılan 28 kütükte, anaç *R. grandis* ergin çiftlerinin kütüklere yerleştirilmesinden, yeni döl *R. grandis* erginlerinin elde edilmesine kadar, en az 61 gün, en fazla 71 gün beklenilmiştir (Tablo 2). Kütüklerin bekletilme sürelerinin ortalaması  $67,69 \pm 3,0$  gündür (Şekil 12). M.O.İ'nin, *R. grandis* Üretim Laboratuvarı'nda gerçekleştirdiği üretim çalışmalarında hazırlanma zamanlarına göre 23 grupta toplanan 404 kütük için bekletilme

sürelerinin en az 63 gün, en fazla 76 gün olduğu görülmüştür. İş yoğunluğu nedeniyle bazı kütükler normal bekletilme sürelerinden 5–6 gün önce veya çoğunlukla sonra açılmışlardır. Bu kütüklerdeki ortalama bekletilme süresi ise 68,83 gün olarak hesaplanmıştır (Anonim, 2009). Ortalama 22°C sıcaklık ve %75 nem ortamında yapılan üretim çalışmalarında yırtıcı böceğin generasyonunu ortalama 67 günde tamamladığı belirtilmektedir (Alkan ve Aksu, 1990; Keskinalemdar vd., 1986).

Biyolojik gözlemler amacıyla kullanılan 13 yetiştirme kütüğünde, kütüklere anaç *R. grandis* ergin çiftlerinin verilmesinden en erken 31 gün en geç 38 gün sonra ilk prepupalar görülmüştür. *R. grandis* ilk prepupalarının çıkış tarihleri ile *R. grandis* erginlerinin çiftleşmeden önceki beslenmesi, çiftleşip yumurta koyması, yumurtaların embriyo gelişimi ve larva evrelerinin tamamlanmasındaki toplam süre ortalama  $34,54 \pm 2,73$  gün olarak belirlenmiştir (Şekil 12). Poşet geçirilen yetiştirme kütüklerinden elde edilen yeni döl *R. grandis* prepupaları toplam 1.026 adettir. Yetiştirme kütüklerinden elde edilen yeni döl *R. grandis* prepupalarının %66,86'sı ilk, %21,64'ü ikinci, %7,70'i üçüncü ve %3,80'i dördüncü 7 günde pupa olmak için kuma inmiştir. Yetiştirme kütüklerinden kuma inmek için prepupaların çıkışı büyük oranda (%66,86) tam bir aylık bir sürenin sonundaki ilk hafta içinde gerçekleşmiş ve ikinci hafta sonunda bu oran %88,50 olmuştur.

*R. grandis*'in 3 larva döneminin olduğu ve larvaların oda sıcaklığında en az 25 günde geliştiği bilinmektedir (Merlin vd., 1984). Bu çalışmada embriyo ve larva gelişiminin ortalama  $34,54 \pm 2,73$  günde tamamlandığı belirlenmiştir.

Biyolojik gözlemler amacıyla kullanılan 13 yetiştirme kütüğünden, aynı üretim kütüğünde ilk ve son prepupa çıkışı arasındaki süre en fazla 29, en az 1 gün olmuştur. Prepupa çıkışının 29 gün sürdüğü 11 numaralı kütükten 202 adet yeni döl *R. grandis* prepupası elde edilmiştir. Dişi başına yeni döl prepupa miktarı ise 101 adettir. Altı numaralı kütükten 3 adet yeni döl *R. grandis* prepupası elde edilmiştir. Bu kütükte prepupa çıkışı ise 1 gün sürmüştür. Bu iki kütük karşılaştırıldığında prepupa miktarı fazla olan 11 numaralı kütüğün, prepupa çıkış süresinin diğer kütüğe göre uzun olduğu görülmüştür. Bu kütükteki dişi *R. grandis*'in yumurta koyma süresinin yumurta miktarına bağlı olarak uzadığını, prepupa çıkış süresinin de buna bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Fazla yumurta koyulması prepupa çıkış süresini uzatmaktadır. Kütüklerdeki anaç *R. grandis* dişilerinden dişi başına düşen yeni döl *R. grandis* prepupa miktarı ile prepupa çıkışının sürdüğü gün sayıları arasında pozitif yönde doğrusal bir korelasyon bulunmuştur. Prepupa

sayısı arttıkça prepupa çıkışının sürdüğü gün sayıları da artmaktadır ( $r=0.75$ ,  $p<0.003$ ). Bu sonuç, yetiştirme kütüklerinin bekletilme sürelerinin, kütük başına *R. grandis* üretim miktarlarına bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir. Bu çalışmadaki sonuçlara göre, prepupa çıkışının devam etme süresi ortalama 16,90 gün olurken, bu süre konulan yumurta miktarlarına göre bu ortalamadan 12 gün kadar fazla olabilmektedir (Şekil 12). Dolayısıyla, kütüklerin bekletilme sürelerinin belirlenmesinde bu durumun da değerlendirilmesi gerekmektedir.

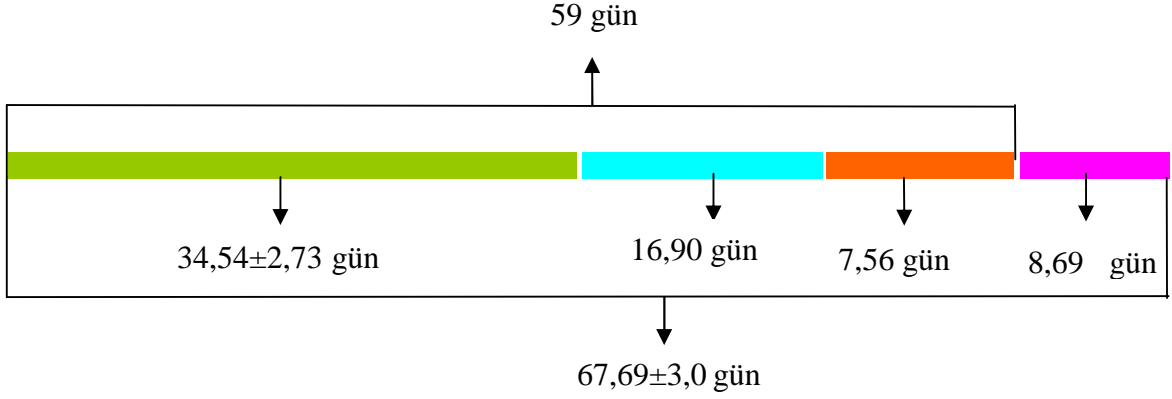
M.O.İ. *R. grandis* Üretim Laboratuvarı'nda  $22,46\pm 1,94^\circ\text{C}$  sabit sıcaklık,  $\%71,65\pm 6,0$  orantılı nem ve sürekli karanlık oda koşullarında yürütülen *R. grandis* üretim çalışmalarında, anaç *R. grandis* ergin çiftlerinin *D. micans* larvalarının yanına yerleştirilmesinden sonra kütüklerin bekletilme süreleri ortalama  $67,69\pm 3,0$ , anaç *R. grandis* ergin çiftlerinin verilmesinden sonra ilk yeni döl *R. grandis* prepupaların çıkışı ortalama  $34,54\pm 2,73$  gündür. Ortalama  $67,69\pm 3,0$  günde açılan kütüklerde elde edilen yeni döl *R. grandis* bireylerin tamamı genç ergin ve ergin olarak elde edilmiştir. Kütüklere anaç *R. grandis*'lerin verilmesinden 59 gün sonra açılan bir kütükte elde edilen bireylerin 85'i ergin, 15'i ise canlı pupadır. Erken açılan kütükte canlı pupaların olması, kalan 8,69 günlük bir sürede elde edilen canlı pupaların genç ergin olabileceklerini gösterebilir (Şekil 12).

Kütüklere anaçların verilmesinden larvaların prepupa olmasına kadar geçen süre ortalama  $34,54\pm 2,73$  gün ve ortalama prepupa çıkışının devam etme süresi eklendiğinde ( $34,54+16,90$ ), en fazla 51,44 gün olmaktadır. Bu ortalama 51,44 günlük süre, Keskinalemdar vd. (1986)'de de en fazla 52 gün olmaktadır. Bu durumda yumurtaların embriyo gelişimi ile larva dönemlerinin toplam süresi en fazla 45 gün sürmektedir (Keskinalemdar vd., 1986). Pupa evresinin 8 gün dolayında olduğu ve pupaların, görülmesinden 11–12 gün sonra, yetiştirmenin 59'uncu gününde %85'inin ve yetiştirmenin ortalama 67,69'uncu gününde %94,68'inin erginleştiği gözlenmiştir.

M.O.İ. *R. grandis* Üretim Laboratuvarı'nda  $22,46\pm 1,94^\circ\text{C}$  sabit sıcaklık,  $\%71,65\pm 6,0$  orantılı nem ve sürekli karanlık oda koşullarında yürütülen *R. grandis* üretim çalışmalarında, erginlerin %94,68'inin elde edildiği, kütüklerin ortalama bekletilme süresi  $67,69\pm 3,0$  gündür. Ortalama  $22^\circ\text{C}$  sıcaklık ve %75 nem ortamında yapılan başka bir çalışmada bu süre 69 gün sürmüştür (Keskinalemdar vd., 1986). Bu iki çalışmada, erginlerin elde edildiği bekletilme sürelerinin birbirlerine yakın olduğu görülmektedir. Ayrıca Keskinalemdar vd. (1986)'de ortalama  $22^\circ\text{C}$  sıcaklık ve %75 nem ortamında



yapılan üretim çalışmalarında yırtıcı böceğin generasyonunun ortalama 67 günde tamamladığı belirtilmektedir.



**Gelişim süresi:** Erginlerin %94,68'inin elde edildiği, kütüklerin ortalama bekletilme süresi: 67,69 ± 3,0 gün.

**Ergin-prepupa süresi:** Kütüklere anaç *R. grandis*'lerin verilmesi, beslenip çiftleşmeleri, yumurta koymaları, yumurtların larva ve larvaların prepupa olması için geçen ortalama süre: 34,54 ± 2,73 gün.

**Prepupa çıkış süresi:** İlk *R. grandis* prepupalarının çıkışı ile son *R. grandis* prepupalarının çıkışı arasındaki ortalama süre: 16,90 gün.

**Pupa-geçer süresi:** *R. grandis* pupalarının genç ergin aşamasına geçtikleri ortalama süre: 7,56 gün.

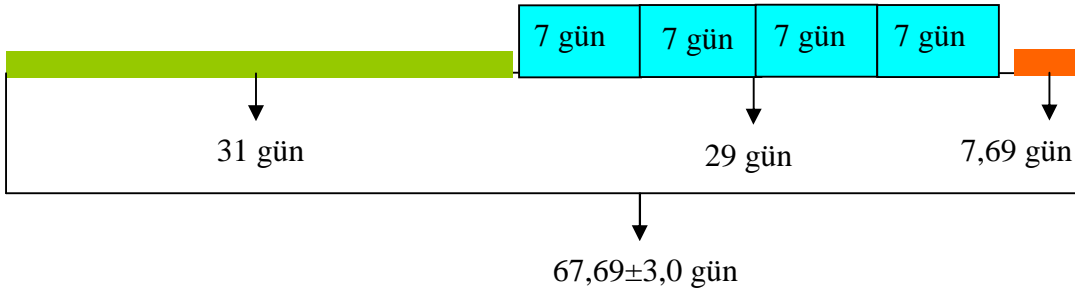
#### Bekletilme Süresinin 59. Gününde Açılan Bir Kütük

**Gelişim süresi:** Yetiştirilen *R. grandis* bireylerinin %15'inin pupa, %85'inin ergin olduğu süre: 59 gün.

**Pupa-geçer süresi:** 15 *R. grandis* pupasının genç ergin olabileceği süre: 8,69 gün.

Şekil 12. *Rhizophagus grandis*'in laboratuvar koşullarında temel gelişim evrelerinin tamamlanma süreleri

M.O.İ. *R. grandis* Üretim Laboratuvarı'nda  $22,46 \pm 1,94^\circ\text{C}$  sabit sıcaklık,  $\%71,65 \pm 6,0$  orantılı nem ve sürekli karanlık oda koşullarında yürütülen *R. grandis* üretim çalışmalarında üretim düşük olduğu için bazı kütüklerden az, bazılarında fazla miktarda yeni döl *R. grandis* bireyi elde edilmiştir. Normal üretimin gerçekleştiği kütüklerdeki prepupa çıkış süresi en uzun 29 gün, buna yakın diğer süreler 23 ve 18 gündür. Prepupa çıkışının dolayısıyla yumurta koyma işleminin en uzun süre devam ettiği bu kütükte anaç *R. grandis*'lerin yerleştirilmesi, beslenip çiftleşmeleri, yumurta koymaları, yumurtaların larva ve larvaların prepupa olması 31 günde tamamlanmıştır (tüm kütüklerde bu süre ortalama  $34,54 \pm 2,73$  gündür) (Şekil 13). Yeni döl *R. grandis* prepupaların görüldüğü tarihten itibaren ilk bir hafta içerisinde prepupaların  $\%25$ 'i pupa, sonraki ilk 7 gün içinde pupaların  $\%25$ 'i ergin, sonraki 15 gün içinde ise pupaların  $\%50$ 'si ergin olmuştur. Başlangıçtan sonraki 59 gün içinde bireylerin  $\%75$ 'i ergin olmuştur.



- Gelişim süresi:** Erginlerin  $\%94,68$ 'inin elde edildiği, kütüklerin ortalama bekletilme süresi:  $67,69 \pm 3,0$  gün.
- Ergin-prepupa süresi:** Kütüklere anaç *R. grandis*'lerin verilmesi, beslenip çiftleşmeleri, yumurta koymaları, yumurtların larva ve larvaların prepupa olması için geçen süre: 31 gün.
- Prepupa çıkış süresi:** *R. grandis* prepupa çıkışlarının görüldüğü süre: 29 gün.
- Pupa-geç ergin süresi:** *R. grandis* pupalarının genç ergin aşamasına geçtikleri süre: 7,69 gün.

Şekil 13. *Rhizophagus grandis* prepupa çıkışının en uzun sürdüğü bir kütükte *R. grandis*'in laboratuvar koşullarında temel gelişim evrelerinin tamamlanma süreleri

Bu kütükte prepupa çıkışının 28. gününde bireylerin %75'i ergin olurken, ortalama bekletilme süresi olan  $67,69 \pm 3,0$ 'üncü günün sonunda bireylerin %94,68'i ergin olarak elde edilmiştir. Bu durumda prepupa çıkışının tamamlanması ile kalan 8,69 ( $67,69-59$ ) günde %19,68 oranında pupanın ergin olduğunu göstermektedir (Şekil 13).

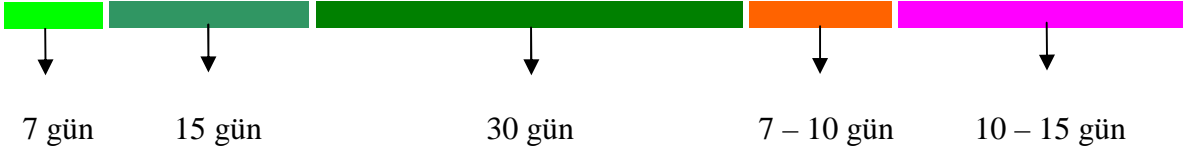
Ortalama 22°C sabit sıcaklık ve %75 nem ortamında *R. grandis* pupaları 7–10 günlük bir istirahat döneminden sonra 10–15 gün içinde tamamen erginleşirler. *R. grandis* prepupalarının tamamen erginleşmesi 17–25 günlük bir sürede tamamlanmaktadır (Keskinalemdar vd., 1986) (Şekil 14).

*R. grandis* pupalarının genç ergin aşamasına geçtikleri süre 25 gündür. Bu çalışmadaki 25 günlük süre tüm pupaların ergin aşamasına geçtikleri süredir. Bu sürenin bir kısmında pupalar tamamen genç ergin aşamasındayken bir kısmı ise pupa döneminde bulunmaktadır (Grégoire vd., 1985) (Şekil 15). Gelişerek prepupa olan bireyler 45 gün sonra genç ergin olarak ortaya çıkarlar. Bu süre ilk 25 günü pupa dönemi olarak, son 20 günü genç erginlerin olgunlaşması şeklinde tamamlanır (Merlin vd., 1984) (Şekil 16). M.O.İ. *R. grandis* Üretim Laboratuvarı'nda  $22,46 \pm 1,94$ °C sabit sıcaklık,  $71,65 \pm 6,0$  orantılı nem ve sürekli karanlık oda koşullarında *R. grandis* pupalarının tamamının genç ergin aşamasına geçtikleri süre  $29,69 (21+8,69)$  gündür.

Ortalama  $\pm 20$ °C sıcaklıkta *D. micans* larvalarının II. ve III. dönemde olduğu kuluçka odalarına çiftler halinde *R. grandis*'ler verilmiştir. Bundan 3 hafta sonra prepupalar tomrukların dışına çıkmaya başlar. Prepupaların çıkışı yaklaşık 4 hafta boyunca sürer. Kum içerisinde geçirilen 25 gün sonra metamorfoz gerçekleşir. Genç erginlerin ortaya çıkmadan önce 15 güne ihtiyacı vardır (Grégoire vd., 1985) (Şekil 15).

M.O.İ. *R. grandis* Üretim Laboratuvarı'nda  $22,46 \pm 1,94$ °C sabit sıcaklık,  $71,65 \pm 6,0$  orantılı nem ve sürekli karanlık oda koşullarında yürütülen *R. grandis* üretim çalışmalarında IV. dönem *D. micans* larvalarının bulunduğu prepupa çıkışının en uzun sürdüğü kütükte, kütüğe anaç *R. grandis* erginlerinin verilmesinden 31 gün sonra ilk prepupalar çıkmıştır. Prepupa çıkışı en fazla 4 hafta (29 gün) sürmüştür.

Kontrol tarihlerine göre, her bir kütükten sağlanan yeni döl *R. grandis* prepupa çıkışlarının aktarıldığı grafikten, en yüksek prepupa çıkışının gerçekleştiği bir kütük çıkarıldığında, ilk gözlem tarihinde ve izleyen birkaç gün içinde en yüksek oranda olan çıkışın ilk 10 gün içinde yavaş bir hızla, ardından daha da yavaş bir seyirle sürekli olarak azaldığı görülmektedir.



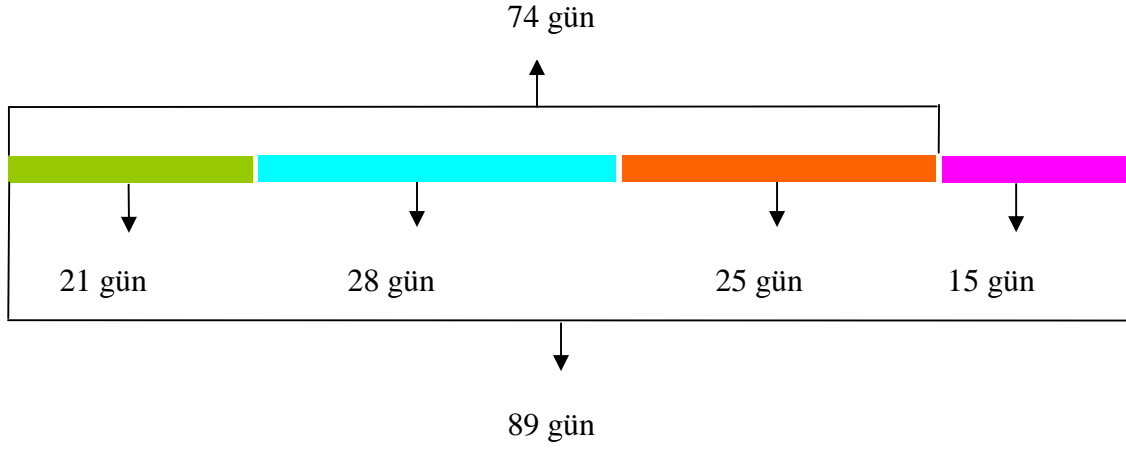
- **Gelişim süresi:** Erginlerin elde edildiği, kütüklerin bekletilme süresi: 69–77 gün.
- **Beslenme-yumurta koyma süresi:** Kütüklere anaç *R. grandis*'lerin verilmesi, beslenip çiftleşmeleri, yumurta koymaları: 7 gün.
- **Yumurta-I. dönem larva süresi:** Bütün *R. grandis* yumurtalarının açılıp I. dönem larvaların ortaya çıkması: 15 gün.
- **Larva-prepupa süresi:** *R. grandis* larvalarının beslenmelerini (larva evrelerini) tamamlayarak prepupa olarak kuma inmeleri: 30 gün.
- **Pupa süresi:** İstirahat (pupa) dönemi: 7 – 10 gün.
- **Pupa-geçer ergin süresi:** *R. grandis* pupalarının tamamen erginleştikleri süre: 10 – 15 gün.

Şekil 14. *Rhizophagus grandis*'in laboratuvar koşullarında temel gelişim evrelerinin tamamlanma süreleri (Keskinalemdar vd., 1986)

Naylon poşet geçirilen IV. evre *D. micans* larvalarının kullanıldığı, normal üretimin gerçekleştiği 10 kütükte, *D. micans* larvası yerleştirilme tarihlerinden ortalama 44 gün sonra ilk *D. micans* ergin uçuşları gerçekleşmiştir. Yeni döl *R. grandis* prepupalarının ilk çıkıştan 5–7 gün sonra en yüksek değere ulaştığı, prepupa çıkışının bu tarihten sonra düzenli olarak azaldığı görülmektedir. *D. micans* ergin uçuşunun, *R. grandis* prepupalarının ilk çıkıştan birkaç gün sonra başladığı ve 3–5 gün sonra en yüksek değere ulaştığı, uçuşun bu tarihten sonra düzenli olarak azaldığı görülmektedir.

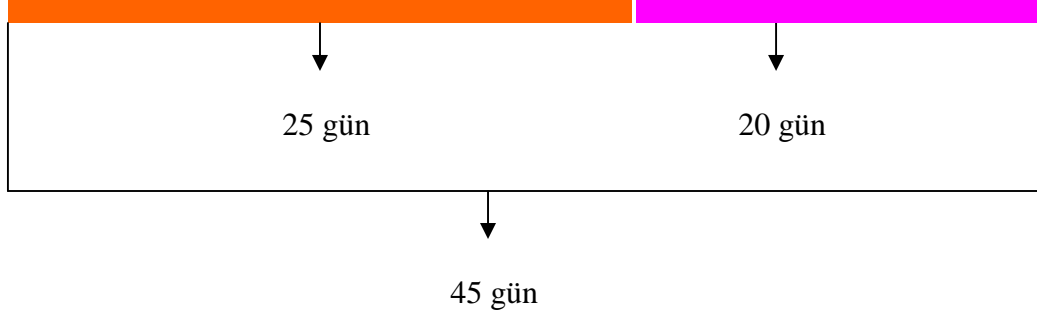
*D. micans* larvalarının büyük oranda (%85) IV. evrede (%15'i V. evrede) olduğu yetiştirme koşullarında, *D. micans* ergin çıkışının, *R. grandis* prepupa çıkışının çok büyük miktarlarda olduğu tarihlerden hemen sonra başladığı ve bu etkinliğin tamamlanmasına kadar devam ettiği görülmüştür. Bu koşullarda *R. grandis*'in larva evrelerini tamamlayıp kuma inmek için yetiştirme kütüğünü terk ettiği prepupa aşamasına kadar kabuk altında

kendisine yem olabilecek yeterli sayıda *D. micans* bireylerinin sürekli bulabileceği gözlenmiştir.



- Gelişim süresi:** Genç erginlerin ortaya çıkmadan önce ihtiyaçları olan sürenin beklenilmesi ile erginlerin elde edildiği, kütüklerin bekletilme süresi: 89 gün.
- Ergin-prepupa süresi:** Kütüklere anaç *R. grandis*'lerin verilmesi, beslenip çiftleşmeleri, yumurta koymaları, yumurtların larva ve larvaların prepupa olması için geçen ortalama süre: 21 gün.
- Prepupa çıkış süresi:** İlk *R. grandis* prepupalarının çıkışı ile son *R. grandis* prepupalarının çıkışı arasındaki ortalama süre: 28 gün.
- Pupa-geçek ergin süresi:** *R. grandis* pupalarının genç ergin aşamasına geçtikleri süre: 25 gün.
- Gelişim süresi:** Erginlerin elde edildiği, kütüklerin bekletilme süresi: 74 gün.
- Genç ergin olgunlaşma süresi:** Genç erginlerin ortaya çıkmadan önce ihtiyaçları olan süre: 15 gün.

Şekil 15. *Rhizophagus grandis*'in laboratuvar koşullarında temel gelişim evrelerinin tamamlanma süreleri (Grégoire vd., 1985)



- Pupa-yeung ergin süresi:** *R. grandis* prepupalarının yeung ergin olarak ortaya çıktıkları süre: 45 gün.
- Prepupa-pupa süresi:** *R. grandis* prepupalarının pupa aşamasına geçtikleri süre: 25 gün.
- Yeung ergin olgunlaşma süresi:** *R. grandis* yeung erginlerinin olgunlaşma süresi: 20 gün.

Şekil 16. *Rhizophagus grandis*'in laboratuvar koşullarında *R. grandis* prepupalarının yeung ergin olarak ortaya çıktıkları gelişim evrelerinin tamamlanma süreleri (Merlin vd., 1984)

#### 4.2. *Rhizophagus grandis* (Gyll.) Üretiminde Başarı Düzeyleri

Maçka Orman İşletmesi *Rhizophagus grandis* Üretim Laboratuvarı'nda  $22,46 \pm 1,94^\circ\text{C}$  sabit sıcaklık,  $71,65 \pm 6,0$  orantılı nem ve sürekli karanlık oda koşullarında, 13 Mart–6 Temmuz 2009 tarihleri arasında yürütülen *R. grandis* yetiştirme çalışmalarında, ortalama  $67,69 \pm 3,0$  gün bekletilen 28 kütükte üretim gerçekleşmiştir. Bu kütüklerde toplam 865 ve kütük başına ortalaması 30,89 adet yeni döl *R. grandis* bireyi elde edilmiştir. Bu bireylerin %94,68'i ergin, %1,73'ü pupa, %3,58'i prepupa evresindedir. *R. grandis* bireylerinin %90,06'sı canlı, %9,94'ü ölü olarak elde edilmiştir. Canlı bireylerin %97,18'i ergin, %1,93'ü pupa, %0,89'u prepupadır. Ölü bireylerin %72,09'u ergin, %27,91'i prepupadır.

Maçka *R. grandis* yetiştirme laboratuvarında 2004, 2005 ve 2007 yıllarında  $22^\circ\text{C}$  sabit sıcaklık ve %75 orantılı nem koşullarında yapılan başka bir çalışmada 69–71 gün bekletilen 225 kütükten toplam 30.042 ve ortalama 133,52 adet yeni döl *R. grandis* bireyi elde edilmiştir. Bireylerin %82,6'sı ergin, %5,85'i pupa ve %11,55'i prepupa evresindedir. *R. grandis* bireylerinin %91,07'si canlı, %8,93'ü ölü olarak elde edilmiştir. Canlı bireylerin

%88,08'i ergin, %5,94'ü pupa, %5,98'i prepupa, ölü bireylerin ise %26,66'sı ergin, %5,03'si pupa, %68,31'i prepupadır (Özcan, 2009).

Kütük başına sağlanan ortalama yeni döl *R. grandis* miktarı önceki çalışma Özcan, (2009)'dakinden 4,32 (133,52/30,89) kat daha az olmuştur. Bu iki çalışmada *R. grandis* canlı ergin oranları sırasıyla %97,18 ve %88,08'dir. Kütük başına ortalama yeni döl *R. grandis* miktarı öncekine göre daha az olmasına karşın, bu çalışmada elde edilen *R. grandis* canlı ergin oranı daha fazla olmuştur. Elde edilen toplam yeni döl *R. grandis* miktarı içinde canlı ergin yüzdelerinin önceki çalışmadakinden daha yüksek olması, üretimdeki düşüşün *R. grandis* ölümlerinden değil de, araziden toplanan *R. grandis* anaçlarının o yılki gelişimlerine bağlı olarak ortaya çıkabilecek üreme eğilimlerinden kaynaklanabileceği olasılığını kuvvetlendirmektedir.

Özcan (2009) tarafından değişik yıllarda gerçekleştirilen üretimlerden, 2006 yılına ait üretim çalışmalarındaki düşüş nedeniyle yaklaşık 9–10 gün daha erken değerlendirmeye alınan 128 kütükten toplam 5.742 ve kütük başına ortalama 44,86 adet yeni döl *R. grandis* bireyi elde edilmiştir. Bu bireylerin %75,11'i ergin, %3,07'si pupa ve %21,82'si prepupa evresindedir. *R. grandis* bireyelerinin %72,76'sı canlı, %27,24'ü ölü olarak elde edilmiştir. Canlı bireylerin %93,32'si ergin, %3,97'si pupa, %2,71'i prepupa, ölü bireylerin ise %26,77'si ergin, %0,64'ü pupa, %72,59'u prepupadır.

Kütük başına sağlanan ortalama yeni döl *R. grandis* miktarı Özcan (2009)'un 2006 yılına ait bu üretim miktarından yine 1,45 (44,86/30,89) kat daha az olmuştur. Bu iki çalışmada *R. grandis* canlı ergin oranları da sırasıyla %97,18 ve %93,32'dir.

M.O.İ. *R. grandis* Üretim Laboratuvarı'nda  $22,46 \pm 1,94^\circ\text{C}$  sabit sıcaklık,  $\%71,65 \pm 6,0$  orantılı nem ve sürekli karanlık oda koşullarında 2009 yılında yürütülen *R. grandis* yetiştirme çalışmalarında, 2 dişi *R. grandis* ergini verilen üretimin gerçekleştiği 8 kütükte 222 adet yeni döl *R. grandis* canlı ergin elde edilmiştir. Kütük başına sağlanan ortalama yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı 27,75'dir. Bir dişi *R. grandis* ergini başına ortalama 13,88 *R. grandis* canlı ergin sağlanmıştır.

Önceki çalışmada (Özcan, 2009) 2004 yılında 60 kütüğe 8 dişi *R. grandis* ergini, 2005 yılında kütüklerin 31'ine 8 dişi, 78'ine 6 dişi *R. grandis* ergini, 2007 yılında ise 56 kütüğe 8 dişi *R. grandis* ergini yerleştirilmiştir. Kullanılan toplam 225 yetiştirme kütüğünden 24.100 adet yeni döl *R. grandis* canlı ergin elde edilmiştir. Kütük başına sağlanan ortalama yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı 107,1'dir. Bir dişi *R. grandis* ergini başına ortalama 14,66 yeni döl *R. grandis* canlı ergin sağlanmıştır. Bu çalışmanın

sonuçları ile karşılaştırıldığında da elde ettiğimiz kütük başına ortalama yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı öncekinden 3,86 (107,1/27,75) kat, bir dişi *R. grandis* ergini başına yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı ise 1,06 (14,66/13,88) kat daha azdır.

Aynı çalışmada (Özcan, 2009) üretimin düşük olduğu 2006 yılında kütüklerin 23'üne 16 dişi, 105'ine 6 dişi *R. grandis* ergini yerleştirilmiştir. Kullanılan toplam 128 yetiştirme kütüğünden 3.899 adet yeni döl *R. grandis* canlı ergin elde edilmiştir. Kütük başına sağlanan ortalama yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı 30,46'dır. Bir dişi *R. grandis* ergini başına ortalama 3,91 yeni döl *R. grandis* canlı ergin sağlanmıştır. Elde ettiğimiz kütük başına ortalama yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı öncekinden 1,1 kat daha azdır. Kütük başına ortalama yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı öncekine göre daha az olmasına karşın, bu çalışmada elde edilen bir dişi *R. grandis* ergini başına yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı daha fazla olmuştur.

M.O.İ'nin 2004, 2005, 2006, 2007 yıllarında biyolojik mücadele amacıyla yürüttüğü üretim çalışmalarında 2004 yılında 268 kütükte toplam 38.044, 2005 yılında 191 kütükte toplam 32.626, 2006 yılında 172 kütükte toplam 6350, 2007 yılında 244 kütükte toplam 28.054 adet canlı *R. grandis* ergini yetiştirilmiştir. Sırasıyla kütük başına ortalama canlı ergin miktarları 141,96, 170,82, 36,92 ve 114,98'dir. Yine bu yıllarda bir dişi *R. grandis* başına canlı ergin miktarı 17,74, 28,47, 6,15, 14,37'dir. M.O.İ'nin 2004, 2005, 2006, 2007 yıllarında biyolojik mücadele amacıyla yürüttüğü üretim çalışmalarında, kütük başına ortalama canlı ergin miktarlarında diğer yıllara oranla 2006 yılında belirgin bir düşüş olmuştur (Anonim, 2009). Bu sonuçlara göre, bu çalışmada elde ettiğimiz toplam *R. grandis* canlı ergin miktarı bu yıllara göre sırasıyla 5,12, 6,16, 1,33, 4,14 kat daha az ve bir dişi *R. grandis* ergini başına yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı 2004, 2005 ve 2007 yıllarından sırasıyla 1,28, 2,05, 3,34 kat daha az ve 2006 yılından 2,26 kat fazla, olmuştur.

M.O.İ. *R. grandis* Üretim Laboratuvarı'nda  $22,46 \pm 1,94^{\circ}\text{C}$  sabit sıcaklık,  $71,65 \pm 6,0$  orantılı nem ve sürekli karanlık oda koşullarında 2009 yılında yürütülen *R. grandis* yetiştirme çalışmalarında, 8 dişi *R. grandis* ergini verilen üretimin gerçekleştiği 20 kütükte toplam 535 adet yeni döl *R. grandis* canlı ergin elde edilmiştir. Kütük başına sağlanan ortalama yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı 26,75'dir. Bir dişi *R. grandis* başına ortalama 3,34 yeni döl *R. grandis* canlı ergin sağlanmıştır. Bu yılda da kütük başına sağlanan ortalama yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı (26,75) 2006 yılındakinden (36,92) ortalama 10,17 adet daha az olmuştur.



Önceki çalışmada (Özcan, 2009) 2004 yılında 60 kütüğe 8 dişi *R. grandis* ergini, 2005 yılında kütüklerin 31'ine 8 dişi, 78'ine 6 dişi *R. grandis* ergini, 2007 yılında ise 56 kütüğe 8 dişi *R. grandis* ergini yerleştirilmiştir. Kullanılan toplam 225 yetiştirme kütüğünden 24.100 adet yeni döl *R. grandis* canlı ergini elde edilmiştir. Kütük başına sağlanan ortalama yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı 107,1'dir. Bir dişi *R. grandis* ergini başına ortalama 14,66 yeni döl *R. grandis* canlı ergin sağlanmıştır. Elde ettiğimiz kütük başına ortalama yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı öncekinden 4 (107,1/26,75), bir dişi *R. grandis* ergini başına yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı ise 4,39 (14,66/3,34) kat daha azdır.

Aynı çalışmada (Özcan, 2009) düşük üretimin gerçekleştiği 2006 yılında kütüklerin 23'üne 16 dişi, 105'ine 6 dişi *R. grandis* ergini yerleştirilmiştir. Kullanılan 128 yetiştirme kütüğünden toplam 3899 adet yeni döl *R. grandis* canlı ergin elde edilmiştir. Kütük başına sağlanan ortalama yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı 30,46'dır. Bir dişi *R. grandis* ergini başına ortalama 3,91 yeni döl *R. grandis* canlı ergin sağlanmıştır. Elde ettiğimiz kütük başına ortalama yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı öncekinden 1,14 kat az (30,46/26,75), bir dişi *R. grandis* ergini başına yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı ise 0,85 (3,91/3,34) kat daha fazladır. Bu çalışmadaki üretimle Özcan (2009)'un 2006 yılına ait üretim miktarları (yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı ve dişi *R. grandis* ergini başına yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı) yaklaşık aynı düzeyde olmuştur. İki çalışmadaki bu durum iki ayrı yıla ait üretimdeki düşüklüklerin aynı nedenlerden kaynaklanmış olabileceğini de güçlendirmektedir.

M.O.İ'nin 2004, 2005, 2006, 2007 yıllarında biyolojik mücadele amacıyla yürüttüğü üretim çalışmalarında 2004 yılında 268 kütükte toplam 38.044, 2005 yılında 191 kütükte toplam 32.626, 2006 yılında 172 kütükte toplam 6.350, 2007 yılında 244 kütükte toplam 28.054 adet canlı *R. grandis* ergini yetiştirilmiştir. Sırasıyla kütük başına ortalama canlı ergin miktarı 141,96, 170,82, 36,92 ve 114,98'dir. Yine bu yıllarda bir dişi *R. grandis* başına canlı ergin miktarı 17,74, 28,47, 6,15, 14,37'dir (Anonim, 2009). Bu sonuçlara göre, bu çalışmada elde ettiğimiz toplam *R. grandis* canlı ergin miktarı yıllara göre sırasıyla 5,31, 6,39, 1,38, 4,30 ve bir dişi *R. grandis* ergini başına yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı 5,31, 8,52, 1,84, 4,30 kat daha az olmuştur. Bu durumda da M.O.İ'nin 2006 yılı üretim miktarları ile bu çalışmada sağlanan üretim miktarları yaklaşık olarak birbirine yakın olmuştur.

M.O.İ. *R. grandis* Üretim Laboratuvarı'nda  $22,46 \pm 1,94^\circ\text{C}$  sabit sıcaklık,  $\%71,65 \pm 6,0$  orantılı nem ve sürekli karanlık oda koşullarında 2009 yılında yürütülen *R. grandis* yetiştirme çalışmalarında 2 dişi *R. grandis* ergini verilen üretimin gerçekleştiği 8 kütükte bir dişi *R. grandis* ergininin yeni döl verimi yaklaşık 15,88 olmuştur. Sekiz dişi *R. grandis* ergini verilen üretimin gerçekleştiği 20 kütükte ise bir dişi *R. grandis* ergininin yeni döl verimi yaklaşık 3,82 olmuştur.

M.O.İ. *R. grandis* Üretim Laboratuvarı'nda  $22,46 \pm 1,94^\circ\text{C}$  sabit sıcaklık,  $\%71,65 \pm 6,0$  orantılı nem ve sürekli karanlık oda koşullarında 2009 yılında yürütülen *R. grandis* yetiştirme çalışmalarında 2 dişi *R. grandis* ergini verilen üretimin gerçekleştiği 8 kütükte 222 adet yeni döl *R. grandis* canlı ergin elde edilmiştir. Kütük başına sağlanan ortalama yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı 27,75'dir. Bir dişi *R. grandis* başına ortalama 13,88 *R. grandis* canlı ergin sağlanmıştır. Aynı çalışmada 8 dişi *R. grandis* ergini verilen üretimin gerçekleştiği 20 kütükte toplam 535 adet yeni döl *R. grandis* canlı ergin elde edilmiştir. Kütük başına sağlanan ortalama yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı 26,75'dir. Bir dişi *R. grandis* başına ortalama 3,34 yeni döl *R. grandis* canlı ergin sağlanmıştır.

M.O.İ'nin 2009 yılında biyolojik mücadele amacıyla yürüttüğü üretim çalışmalarında, 8 dişi *R. grandis* ergini verilen 439 kütükte toplam 20.952 adet canlı *R. grandis* ergini yetiştirilmiştir. Kütük başına ortalama canlı ergin miktarı 47,73, bir dişi *R. grandis* başına ortalama canlı ergin miktarı ise 3'dür (Anonim, 2009). Elde ettiğimiz kütük başına ortalama yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı bu çalışmadan 2 dişi verilenlerde 1,72 ( $47,73/27,75$ ), 8 dişi verilenlerde 1,74 ( $47,73/26,75$ ) kat daha azdır. Bir dişi *R. grandis* ergini başına yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı ise 2 dişi verilenlerde 4,63 ( $13,88/3$ ), 8 dişi verilenlerde ise 1,11 ( $3,34/3$ ) kat daha fazladır.

M.O.İ'nin 2004, 2005, 2006, 2007 yıllarında biyolojik mücadele amacıyla yürüttüğü üretim çalışmalarında 2004 yılında 268 kütükte toplam 38.044, 2005 yılında 191 kütükte toplam 32.626, 2006 yılında 172 kütükte toplam 6.350, 2007 yılında 244 kütükte toplam 28.054 adet canlı *R. grandis* ergini yetiştirilmiştir. Sırasıyla kütük başına ortalama canlı ergin miktarı 141,96, 170,82, 36,92 ve 114,98'dir. Yine bu yıllarda bir dişi *R. grandis* başına canlı ergin miktarı 17,74, 28,47, 6,15, 14,37'dir (Anonim, 2009). Bu yıllara göre M.O.İ'nin 2009 yılında biyolojik mücadele amacıyla yürüttüğü üretim çalışmalarında elde edilen toplam *R. grandis* canlı ergin miktarı sırasıyla 2,97 kat az, 3,58 kat az, 1,29 kat fazla, 2,41 kat az ve bir dişi *R. grandis* ergini başına yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı

5,91, 9,49, 2,05, 4,79 kat daha az olmuştur. M.O.İ'nin 2006 yılı üretim miktarları ile 2009 yılı üretim miktarları yaklaşık olarak birbirine yakın olmuştur.

Sağlanan tüm bu sonuçlar, belirli yıllarda ortaya çıkan *R. grandis* üretimindeki başarısızlıkların, daha çok kullanılan anaç erginlerin üreme eğilimlerine bağlı olarak geliştiğini ortaya koymaktadır. Üretim mevsimi süresince, araziden değişik biyotoplardaki *D. micans* galerilerden sağlanan anaç *R. grandis* erginlerinin, sağlandıkları *D. micans* galerilerindeki av-avcı böcek etkileşimine ve gelişimsel farklılıklarına bağlı olarak üreme eğilim ve potansiyellerinin değişebildiği anlaşılmaktadır. Özellikle ilerleyen mevsimde gerçekleştirilen ve anaçların araziden sağlandığı üretim çalışmalarında bu olumsuzluğun etkisini daha belirgin olarak gösterebildiği görülmektedir. Üretim çalışmalarında laboratuarda üretilen *R. grandis* erginlerinin anaç olarak kullanılmasının bu tür uyumsuzlukların önüne geçebileceği ve bu nedenlerden kaynaklanabilecek üretim başarısızlıklarını önleyebileceği düşünülmektedir.

M.O.İ. *R. grandis* Üretim Laboratuvarı'nda 2009 yılında yürütülen *R. grandis* yetiştirme çalışmalarında, naylon poşet geçirilen IV. evre *D. micans* larvalarının bulunduğu 1 dişi, 1 erkek *R. grandis* ergin çiftlerinin yerleştirilmesiyle hazırlanan üretim gerçekleşen 13 kütükte *R. grandis* tarafından yenilmeden kalan ve ergin evresinin belirli süresi içinde kütüklerden uçan toplam *D. micans* ergini kütük başına ortalama 73,54 adettir. Kütüklerdeki oyuklara giren larva sayısı ise kütük başına ortalama 393,69 adettir. Kullanılan 13 yetiştirme kütüğünden toplam 1026 adet yeni döl *R. grandis* canlı ergin elde edilmiştir. Kütük başına sağlanan ortalama yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı 78,92'dir. *D. micans* bireylerindeki azalmanın tamamı predatörden kaynaklandığı varsayıldığında, tüketim oranı 4/5 olmaktadır. Yapılan başka bir çalışmada III. dönem *D. micans* larvalarının bulunduğu kütüklere 1 dişi, 1 erkek predatör çiftlerinin yerleştirilmesiyle hazırlanan 17 kütükten ortalama 58,9 *D. micans* ergini elde edilmiştir. Ondokuz kontrol kütüğünde ise ortalama 153,7 ergin *D. micans* sağlanmıştır. Predatörler av kuluçkalarını 2/3 oranında azaltmıştır (Grégoire vd., 1989). Yapılan bu çalışmaya göre elde edilen *D. micans* ergin miktarı 17 kütüğe göre ortalama 14,64 adet fazla, 19 kütüğe göre ise ortalama 80,16 adet az olmuştur.

M.O.İ. *R. grandis* Üretim Laboratuvarı'nda 22,46±1,94°C sabit sıcaklık, %71,65±6,0 orantılı nem ve sürekli karanlık oda koşullarında 2009 yılında yürütülen *R. grandis* yetiştirme çalışmalarında hazırlanan 19 kütükte, kullanılan *D. micans* larvalarının, %78,95'i IV. dönem, %21,05'i V. dönemdir. Bu 19 kütükten sağlanan yeni döl toplam

*R. grandis* birey miktarı 1.127, kütük başına ortalama 59,32'dir. Bu kütüklerde, üretimde kullanılan *D. micans* larvalarının ortalama %85,50'si *R. grandis* bireyleri tarafından tüketilmiştir. *R. grandis* bireyi başına tüketilen veya yaralanan *D. micans* birey sayısı ortalama 5,57 'dir.

Maçka *R. grandis* yetiştirme laboratuvarında 2004, 2005, 2006 ve 2007 yıllarında 22°C sabit sıcaklık ve %75 orantılı nem koşullarında yapılan başka bir çalışmada, hazırlanan toplam 114 üretim kütüğünde kullanılan V. dönem *D. micans* larvalarının ortalama %92,73'ü *R. grandis* bireyleri tarafından tüketilmiştir ve bir *R. grandis* bireyi başına tüketilen veya yaralanan *D. micans* bireyi sayısı ortalama 11,58'dir. Kullanılan IV. dönem *D. micans* larvalarının ise ortalama %89,89'u *R. grandis* bireyleri tarafından tüketilmiştir. *R. grandis* bireyi başına tüketilen veya yaralanan *D. micans* bireyi sayısı ortalama 5,39'dur (Özcan, 2009).

### 4.3. İstatistik Değerlendirmeler

Maçka Orman İşletmesi *R. grandis* Üretim Laboratuvarı'nda yapılan bu çalışmada IV. evre *D. micans* larvası kullanılan kütüklerden elde edilen yeni döl *R. grandis* ergin ve *R. grandis* canlı ergin miktarları, V. evre *D. micans* larvası kullanılan kütüklerdekinden sağlanan miktarlardan istatistiksel olarak farklıdır ( $p < 0.05$ ). Test sonucunda IV. evredeki *D. micans* larvalarının kullanıldığı yetiştirme kütüklerinden elde edilen yeni döl toplam *R. grandis* ergin ve toplam *R. grandis* canlı ergin miktarlarının ortalaması, V. evre larvaların kullanıldığı yetiştirme kütüklerinden elde edilenlerin ortalamasından istatistiksel olarak daha yüksek olduğu görülmüştür.

M.O.İ. Üretim Laboratuvarı'nda yapılan çeşitli yetiştirme çalışmalarından sağlanan sonuçlara göre, elde edilen yeni döl canlı *R. grandis* bireylerinin miktarlarına, yetiştirmede kullanılan iki ayrı evredeki *D. micans* larvalarının ve larva miktarının, iki farklı anaç *R. grandis* dişi+erkek oranlarının ve anaç *R. grandis* ergin çiftlerinin kütüklere verilmesinden, yeni döl erginlerin kumdan toplanmasına kadar geçen sürenin etkisinin olup olmadığı amacıyla yapılan istatistik testlerin çoğunluğunun sonuçları, elde edilen yeni döl *R. grandis* birey miktarlarının düşük olması nedeniyle değerlendirilememektedir.

## 5. SONUÇLAR

Maçka Orman İşletmesi *Rhizophagus grandis* Üretim Laboratuvarı'nda, 28 Nisan 2009 ile 14 Temmuz 2009 tarihleri arasında,  $22,46 \pm 1,94^{\circ}\text{C}$  sabit sıcaklık,  $71,65 \pm 6,0$  orantılı nem ve sürekli karanlık oda koşullarında, yetiştirme kütüklerine yerleştirilen anaç *R. grandis* erginlerinin beslenmesi, çiftleşip yumurta koyması, yeni döl yumurtaların embriyo gelişimi ve larva evrelerinin tamamlanması için geçen toplam süre ortalama  $34,54 \pm 2,73$  gün (31–38 gün) olarak belirlenmiştir. Yetiştirme kütüklerinden elde edilen yeni döl *R. grandis* prepupalarının %66,86'sı ilk, %21,64'ü ikinci, %7,70'i üçüncü ve %3,80'i dördüncü 7 günde pupa olmak için kuma inmiştir. Yetiştirme kütüklerinden kuma inmek için prepupaların çıkışı büyük oranda (%66,86) tam bir aylık bir sürenin sonundaki ilk hafta içinde gerçekleşmiş ve ikinci hafta sonunda bu oran %88,50 olmuştur. Bu sonuç, yetiştirme kütüklerinin en uygun bekletilme sürelerinin kestirilmesi, çok duyarlı olan *R. grandis* prepupalarının kuma inme zamanının ve tamamlanma süresinin bilinmesi, kumdaki prepupa ve pupaların uygun nem gereksinimlerinin zamanında karşılanması için son derece önemli olmaktadır.

Kütüklere yerleştirilen anaç dişi *R. grandis* başına yeni döl prepupa miktarı ile prepupa çıkışının sürdüğü gün sayıları arasında istatistiksel olarak bir ilişki olup olmadığı yapılan korelasyon analizi ile test edilmiştir. Korelasyon analizi sonucunda yeni döl *R. grandis* prepupa miktarları ile prepupa çıkış süreleri arasında pozitif yönde doğrusal bir korelasyon bulunmuştur. Prepupa sayısı arttıkça, prepupa çıkışının devam etme süresi uzamaktadır ( $r=0.75$ ,  $p<0.003$ ). Dişi *R. grandis* erginin yumurta koyma süresi, koyabileceği yumurta sayısına bağlı olarak birkaç günden bir aya (3–29 gün, ortalama 16,90 gün) değişebilmektedir. Anaç *R. grandis* dişi erginlerin, *Dendroctonus micans* galerilerinde çiftleştikten sonra koydukları yumurta miktarlarına bağlı olarak değişen sayılardaki genç larvaların yanında bir ay veya daha uzun bir süre canlı kalabildikleri ve av tüketimini etkiledikleri ortaya çıkmaktadır.

*R. grandis* üretim kütüklerinde, kütüklere anaç *R. grandis* ergin çiftlerinin verilmesinden, yeni döl *R. grandis* erginlerinin elde edilmesi için beklenen süreler en az 61 gün, en fazla 71 gün olmuştur. Kütüklerin bekletilme süreleri ortalama  $67,69 \pm 3,0$  gündür. Bunun ortalama  $34,54 \pm 2,73$  günü (en az 31 ve en çok 38 gün), kütüklere verilen anaç *R. grandis* erginlerinin beslenmesi, çiftleşip yumurta koyması, embriyo gelişimi ve

larva evrelerinin tamamlanması da dahil prepupa oluncaya kadar geçen süredir. Bu sürenin, ortalama 16,90 günü ilk *R. grandis* prepupalarının çıkışı ile son *R. grandis* prepupalarının çıkışı arasındaki süredir. Bekletilme süresinin 59'uncu gününde açılan bir kütükten elde edilen yeni döl *R. grandis* bireylerinin 80 adedi canlı ergin, 5'i ölü ergin, 15'i ise canlı pupadır. Bu sonuçlara göre *R. grandis*'in laboratuvar koşullarında temel gelişim evrelerinin belirlenen tamamlanma tarihlerine göre ortalama süreleri aşağıda gösterilmiştir.

Toplam gelişim süresi; *R. grandis* bireylerinin, %94,68'i ergin olarak elde edildiğinde kütüklerin bekletilme süresi ortalama  $67,69 \pm 3,0$  gündür. Bireylerin %85'i ergin olarak elde edildiğinde bu süre 59 gündür. Sağlanan sonuçlara göre, *R. grandis* bireylerinin çok büyük bir bölümünün erginleşmeyi tamamladığı gelişme süresi en az 61 ve en çok 71 gün olmaktadır.

Anaç erginden yeni döl prepupaya gelişme süresi; kütüklere anaç *R. grandis*'lerin verilmesi, beslenip çiftleşmeleri, yumurta koymaları, yumurtların larva ve larvaların prepupa olması için geçen ortalama süre  $34,54 \pm 2,73$  (en az 31, en çok 38) gündür.

Prepupa çıkış süresi; ilk *R. grandis* prepupalarının çıkışı ile son *R. grandis* prepupalarının çıkışı arasındaki süre ortalama 16,90 (en az 3, en çok 29) gündür.

Pupa-geç ergin süresi; *R. grandis* pupalarının genç ergin aşamasına geçtikleri süre ortalama 7,56 gündür.

Maçka Orman İşletmesi *R. grandis* Üretim Laboratuvarı'nda, 28 Nisan 2009 ile 14 Temmuz 2009 tarihleri arasında,  $22,46 \pm 1,94^\circ\text{C}$  sabit sıcaklık, %71,65±6,0 oranlı nem ve sürekli karanlık oda koşullarında yürütülen yetiştirme çalışmalarında elde edilen *R. grandis* bireylerinin %94,68'i ergin, %1,73'ü pupa, %3,58'i prepupa evresindedir. Yeni döl *R. grandis*'lerin %90,06'sı canlı, %9,94'ü ölü olarak sağlanmıştır. Canlı bireylerin %97,18'i ergin, %1,93'ü pupa, %0,89'u prepupadır. Bu yetiştirme koşullarında, üretimin başlatılmasından 59 gün sonra bir yetiştirme kütüğünden sağlanan *R. grandis* bireylerinin %85'i ergin ve %15'i pupa evresindedir. Bu sonuçlara göre, erginlerin %94,68'inin elde edildiği ortalama  $67,69 \pm 3,0$  günlük "bekletilme süresi" *R. grandis*'in gelişiminin tamamlanması için tam olarak yeterli olmaktadır.

Yeni döl *R. grandis* bireyin %90,06'sı canlı, %9,94'ü ölü olarak elde edilmiştir. Her on bireyden biri ölü olarak elde edilmiştir. Maçka Orman İşletmesi *R. grandis* Üretim Laboratuvarı'nda yürütülen diğer tüm yetiştirme çalışmalarında yaklaşık aynı düzeylerde olan ölü birey sayısı dikkate alınabilecek bir orandadır.

*D. micans* larvalarının %85 dördüncü ve %15 beşinci evrede olduğu yetiştirme koşullarında, *D. micans* ergin çıkışının, *R. grandis* prepupalarının büyük miktarlarda kuma indiği tarihlerden hemen sonra başladığı ve bu etkinliğin tamamlanmasına kadar devam ettiği görülmüştür. Yetiştirme kütüklerinde kullanılan *D. micans* larvalarının büyük bir kısmının IV. evrede olması durumunda, *R. grandis*'in larva evrelerini tamamlayıp kuma inmek için yetiştirme kütüğünü terk ettiği prepupa aşamasına kadar kabuk altında kendisine yem olabilecek yeterli sayıda *D. micans* bireylerini sürekli bulabileceği gözlenmiştir.

Üretimin gerçekleştiği tüm yetiştirme kütüklerinde *D. micans* larvalarının %60,71'i IV. evrede, %39,29'u V. evrededir. Yetiştirme kütüklerinde açılan oyuklara yerleştirilen 400 larvadan yiyim yaparak floeme giren larva sayısı, kütük başına ortalama  $378,89 \pm$  (%94,72) adettir. Üretimde kullanılan *D. micans* larvalarının çoğunun IV. evrede olması durumunda bir üretim kütüğü için 400 dolayında larvanın kullanılmasının da yeterli olacağı görülmüştür.

*D. micans*'ın dördüncü ve beşinci evredeki larvalarının kullanıldığı iki farklı üretimlerden sağlanan toplam ergin ve canlı ergin *R. grandis* miktarları arasında istatistiksel olarak fark vardır. Dördüncü evredeki *D. micans* larvalarının kullanıldığı üretimlerden sağlanan ortalama ergin ve canlı ergin *R. grandis* miktarları, beşinci evre *D. micans* larvalarının kullanıldığı üretimdekenden istatistiksel olarak daha yüksek olmuştur ( $p < 0.05$ ).

Yetiştirme kütüklerinde anaç olarak kullanılan *R. grandis* erginlerinin 1 dişi ve 1 erkek ile 4 dişi ve 1 erkek olmasına göre elde edilen *R. grandis* yeni döl birey miktarları arasında uygulanan iki grup ortalaması arasındaki farkın önemlilik testi sonucunda yetiştirme kütüklerinde anaç olarak kullanılan iki farklı *R. grandis* dişi ergin sayısı ile elde edilen *R. grandis* birey miktarları arasında % 95 güvenle istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ). Aynı kütükteki *R. grandis* anaç dişilerinin sayısının artırılması üretim sonucunu etkilememiştir. Üretim çalışmalarında anaç olarak kullanılan *R. grandis* erginleri çoğu kez doğadan, ağaçlardaki *D. micans* galerilerinden sağlanmakta ve bu işlem predatörün popülasyonlarını ve ormanlardaki doğal üretimi etkilemektedir. Üretimde kullanılan anaç erginlerin sayısı daha düşük oranlarda tutularak bu olumsuz etki en aza indirilebilecektir.

Kütüklere verilen anaç *R. grandis* erginlerinin beslenmesi, çiftleşip yumurta koyması, yeni dölün embriyo gelişimi ve larva evrelerini tamamlayıp prepupa olmasına

kadar geçen süre ortalama  $34,54 \pm 2,73$  gün olmuştur. Bu koşullarda yürütülecek yetiştirme çalışmalarında anaç *R. grandis* erginlerinin kütüklere yerleştirilmesinden en az 31 ve en çok 38 (ortalama  $34,54 \pm 2,73$ ) gün sonra kum ortamının nem içeriğinin pupalar için gerekli nem koşullarını sağlayabilecek, ancak küf mantarlarının üremesine neden olmayacak bir düzeyde tutulması üretimin başarısını arttırabilecek ve ölü birey oranında bir azalma sağlayabilecektir.

*R. grandis* tarafından yenilmeden kalan ve ergin evresinin belirli süresi içinde kütüklerden uçan *D. micans* ergin miktarı kütük başına ortalama 56 adettir. Elde edilen yeni döl toplam *R. grandis* birey miktarı kütük başına ortalaması 59,32 adettir. Bu kütüklerde üretimde kullanılan *D. micans* larvalarının ortalama %85,50'si kütüklere yerleştirilen anaç *R. grandis* erginleri ve yeni dölün larvaları tarafından tüketilmiştir. Üretim kütüklerinden sağlanan yeni döl *R. grandis* miktarlarına göre, predatörün her bir bireyi tarafından tüketilen veya yaralanarak öldürülen *D. micans* larva, pupa veya genç erginlerinin miktarı ortalama 5,57 adettir. Bu, predatörün tüketebileceği en yüksek orandaki *D. micans* olgun larva, pupa veya genç ergin miktarı olmaktadır. Sonuçta, kütük başına daha yüksek miktarlardaki *R. grandis* üretimi için de kullanılan larva sayısının yeterli olabileceği görülmüştür.

Üretim çalışmalarında kütük başına ortalaması 30,89 adet yeni döl *R. grandis* bireyi elde edilmiştir. Maçka *R. grandis* yetiştirme laboratuvarında 2004, 2005 ve 2007 yıllarında 22°C sabit sıcaklık ve %75 orantılı nem koşullarında yapılan başka bir çalışmada ortalama 133,52 adet yeni döl *R. grandis* bireyi elde edilmiştir.

Kütük başına sağlanan ortalama yeni döl *R. grandis* miktarı önceki çalışma (Özcan, 2009)'dakinden 4,32 kat daha az olmuştur. Bu iki çalışmada *R. grandis* canlı ergin oranları sırasıyla %97,18 ve %88,08'dir. Kütük başına ortalama yeni döl *R. grandis* miktarı öncekine göre daha az olmasına karşın, bu çalışmada elde edilen *R. grandis* canlı ergin oranı daha fazla olmuştur. Elde edilen toplam yeni döl *R. grandis* miktarı içinde canlı ergin yüzdelerinin önceki çalışmadakinden daha yüksek olması, üretimdeki düşüşün *R. grandis* ölümlerinden değil de, araziden toplanan *R. grandis* anaçlarının o yılki gelişimlerine bağlı olarak ortaya çıkabilecek üreme eğilimlerinden kaynaklanabileceği olasılığını ortaya koymaktadır.

Özcan (2009) tarafından değişik yıllarda gerçekleştirilen üretimlerden, 2006 yılına ait üretim çalışmalarındaki düşüş nedeniyle yaklaşık 9–10 gün daha erken değerlendirmeye alınan 128 kütükten toplam 5.742 ve kütük başına ortalama 44,86 adet yeni döl *R. grandis*



bireyi elde edilmiştir. Kütük başına sağlanan ortalama yeni döl *R. grandis* miktarı Özcan (2009)'un 2006 yılına ait bu üretim miktarından yine yaklaşık 1,5 kat daha az olmuştur

Aynı çalışmada (Özcan, 2009) üretimin düşük olduğu 2006 yılında kütüklerin 23'üne 16 dişi, 105'ine 6 dişi *R. grandis* ergini yerleştirilmiştir. Kütük başına sağlanan ortalama yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı 30,46'dır. Bir dişi *R. grandis* ergini başına ortalama 3,91 yeni döl *R. grandis* canlı ergin sağlanmıştır. Elde ettiğimiz kütük başına ortalama yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı öncekinden 1,1 kat daha azdır. Kütük başına ortalama yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı öncekine göre daha az olmasına karşın, bu çalışmada elde edilen bir dişi *R. grandis* ergini başına yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı daha fazla olmuştur.

M.O.İ'nin 2004, 2005, 2006, 2007 yıllarında biyolojik mücadele amacıyla yürüttüğü üretim çalışmalarında sırasıyla kütük başına ortalama canlı ergin miktarları 141,96, 170,82, 36,92 ve 114,98 adettir. Yine bu yıllarda bir dişi *R. grandis* başına canlı ergin miktarı 17,74, 28,47, 6,15, 14,37 adettir. M.O.İ'nin 2004, 2005, 2006, 2007 yıllarında biyolojik mücadele amacıyla yürüttüğü üretim çalışmalarında, kütük başına ortalama canlı ergin miktarlarında diğer yıllara oranla 2006 yılında belirgin bir düşüş olmuştur. Bu sonuçlara göre, bu çalışmada elde ettiğimiz toplam *R. grandis* canlı ergin miktarı bu yıllara göre sırasıyla 5,12, 6,16, 1,33, 4,14 kat daha az ve bir dişi *R. grandis* ergini başına yeni döl *R. grandis* canlı ergin miktarı 2004, 2005 ve 2007 yıllarından sırasıyla 1,28, 2,05, 3,34 kat daha az ve 2006 yılından 2,26 kat fazla olmuştur.

Sonuçta, üretim ortamı ve anaç dişi başına ortalama canlı ergin *R. grandis* miktarları, diğer araştırma ve üretim amaçlı çalışmalarda 2004, 2005 ve 2007 yıllarında sağlananlardan sırasıyla ortalama 4,32 ve 5,14 ile 1,30 ve 1,33 daha az olmuştur. Bu miktarlar 2006 yılındakilerden sırasıyla 1,45 ve 2,26 daha az ve 2009 yılındakilerden 1,73 kat az ve 1,11 kat daha fazladır. Canlı ergin oranları ise bu çalışmalardakinden %9,1 ve 3,86 daha fazladır. Buna göre, *R. grandis*'in belirli yıllardaki düşük üretim miktarlarının, büyük bir olasılıkla araziden sağlanan anaç erginlerin üreme eğilimlerine bağlı olarak geliştiği ortaya çıkmıştır. Üretim mevsimi süresince, araziden değişik biyotoplardaki *D. micans* galerilerden sağlanan anaç *R. grandis* erginlerinin, sağlandıkları *D. micans* galerilerindeki av-avcı böcek etkileşimine ve gelişimsel farklılıklarına bağlı olarak üreme eğilim ve potansiyellerinin değişebildiği anlaşılmaktadır. Özellikle ilerleyen mevsimde gerçekleştirilen ve anaçların araziden sağlandığı üretim çalışmalarında bu olumsuzluğun etkisini daha belirgin olarak gösterebildiği görülmektedir. Yaklaşık her üç yılda bir ortaya

ıkabilen bu olumsuz gelişmenin yakından izlenmesi, gerçek nedeninin açık bir şekilde ortaya koyabilecek araştırmaların yürütülmesi, üretim çalışmalarında arzulanan bir başarının sağlanabilmesi açısından son derece önemli olmaktadır. Üretim çalışmalarında laboratuarda üretilen *R. grandis* erginlerinin anaç olarak kullanılabilmesinin, bu tür uyumsuzlukların önüne geçebileceği ve bu nedenlerden kaynaklanabilecek üretim başarısızlıklarını önleyebileceği düşünölmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- Acatay, A., 1968. Türkiye’de Yeni Bir Ladin Tahripçisi, *Dendroctonus micans* Kug. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 18, 1, 18–36.
- Alkan, Ş., 1985. Şavşat İşlemesi Ormanlarında *Dendroctonus micans* (Kug.) (Dev Soymuk Böceği), Orman Mühendisliği Dergisi, 1, 59-62.
- Alkan, Ş. ve Aksu, Y., 1990. *Rhizophagus grandis* Gyll. (Coleoptera, Rhizophagidae)’in Üretilmesinde Yeni Bir Metodun Uygulanması Üzerine Araştırmalar. Türkiye II. Biyolojik Mücadele Kongresi, Eylül, Ankara, Bildiriler Kitabı, 173–179.
- Alkan, Ş., 2000. Ladin Ormanlarına Zarar Veren *Dendroctonus micans* ve *Ips typographus* Zararlılarına Karşı Sürdürülen Mücadele Uygulamaları, Mayıs, İstanbul Eğitim Semineri, 10-18.
- Alkan, Ş., 2001. Artvin Ormanlarında *Ips typographus* Böceğine Karşı Yürütülen Biyoteknik Mücadele Çalışmaları, Feromon Tuzağı ve Feromon Denemeleri, Orman Mühendisliği Dergisi, 8, 7-13.
- Alkan-Akıncı, H., Eroğlu, M. ve Özcan, G.E., 2004. Doğu Ladini Ormanlarımızda *Dendroctonus micans* (Kug.) ve *Ips typographus* (L.) (Coleoptera: Scolytidae)’un Populasyon Düzeylerine ve Doğal Düşmanlarının Etkinliğine Dayalı Mücadele Stratejileri, Türkiye I. Bitki Koruma Kongresi, Eylül, Samsun.
- Anonim, 2009. Maçka Orman İşletme Müdürlüğü, Biyolojik Mücadele Çalışmaları, *Rhizophagus grandis* (Gyllenhal) Üretim Miktarları.
- Bayramoğlu, F., 2007. *Dendroctonus micans* (Kugelann) (Coleoptera, Scolytidae)’ın Laboratuvar Koşullarında Biyolojisi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Eroğlu, M., 1995. *Dendroctonus micans* (Kug.) (Coleoptra, Scolytidae)’ın Populasyon Dinamiğine Etki Eden Faktörler Üzerine Araştırmalar. I. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Ekim, Trabzon, Bildiriler, 3, 148–159.
- Evans, H.F. ve Fielding, N.J., 1994. Integrated Management of *Dendroctonus micans* in Great Britain, Forest Ecology and Management, 65, 17-30.
- Fielding, N.J., Evans, H.F., Williams, J.M. ve Evans, B., 1991. Distribution and Spread of the Great European Spruce Bark Beetle, *Dendroctonus micans*, in Britain-1982 to 1989, Forestry, 64, 4.
- Fielding, N.J., O’Keefe, T. ve King, C.J., 1991. Dispersal and Host Finding Capability of The Predatory Beetle *Rhizophagus grandis* Gyll. (Col., Rhizophagidae). Journal of Applied Entomology, 112, 89–98.

- Fielding, N.J. ve Evans, H.F., 1997. Biological Control of *Dendroctonus micans* (Scolytidae) in Great Britain. Biocontrol News and Information, 18, 2, 51–60.
- Grégoire, J.C., 1983. Host Colonization Strategies in *Dendroctonus*: Larval Gregariousness or Mass Attack by Adults? The Role of The Host in The Population Dynamics of Forest Insects, Canadian Forestry Service and USDA Forest Service, Victoria, British Columbia, 147–154.
- Grégoire, J.C., 1984. *Dendroctonus micans* in Belgium; The Situation Today, Proceedings of The EEC Seminar Biological Control of Bark Beetles (*Dendroctonus micans*), October, Brussels, Belgium, 48–62.
- Grégoire, J.C., Merlin, J. ve Pastel, J.M., 1984. Mass Rearing of *Rhizophagus grandis* For The Biological Control of *Dendroctonus micans*: An Interplay Between Technical Requirement and The Species Biological Characteristics. Proc. XXXVIth Int. Symposium on Crop Protection, Gent (Belgium), Med. Fac. Landbouww, Rijksuniv. Gent, 49, 763–769.
- Grégoire, J. C., Merlin J., Pasteels, J.M., Jaffuel R., Vouland, G. ve Schvester, D., 1985. Biocontrol of *Dendroctonus micans* by *Rhizophagus grandis* Gyll. (Col., Rhizophagidae) in Massif Central (France), Z. Ang. Ent., 99, 182-190.
- Grégoire, J.C., 1988. The Greater European Spruce Beetle, *Dendroctonus micans*. In Dynamics of Forest Insect Populations: Patterns, Causes, Implications, Plenum Press, New York, 456-478.
- Grégoire, J.C., Baisier, M. ve Merlin, J., 1989. Interactions Between *Rhizophagus grandis* (Coleoptera: Rhizophagidae) and *Dendroctonus micans* (Coleoptera: Scolytidae) in The Field and The Laboratory: Their Application for The Biological Control of *D. micans* in France. In Potential for Biological Control of *Dendroctonus* and *Ips* Bark Beetles, The Stephen Austin University Pres, Nagocdoches, 95–107.
- Grégoire, J.C., Couillien, D., Drumont, A., Meyer, H. ve Francke, W. 1992. Semiochemicals and The Management of *Rhizophagus grandis* Gyll. (Col: Rhizophagidae) For The Biocontrol of *Dendroctonus micans* Kug. (Col: Scolytidae). Journal of Applied Entomology, 114, 110–112.
- Keskinalemdar, E., Aksu, Y. ve Alkan, Ş., 1986. *Rhizophagus grandis* GYLL.'nin Laboratuar Şartlarında Üretimi ve Biyolojik Mücadele Uygulamalarında Kullanılması Olanakları Üzerinde Araştırmalar, Türkiye I. Biyolojik Mücadele Kongresi, Şubat, Adana, 195–204.
- Khobakhidze, D.N., 1965. Some Results and Prospects of The Utilization of Beneficial Entomophagous Insects in The Control of Insects Pest in Georgian SSR (USSR). Entomophaga, 10, 4, 323–330.

- Khobakhidze, D.N., Tvaradze, M.S ve Kraveishvili, I.K., 1970. Preliminary Result of Intriduction, Study of Bioecology, Development of Methods of Artificial Rearing and Naturalization of The Effective Entomophage, *Rhizophagus grandis* Gyll., Against The European Spruce Beetle, *Dendroctonus micans* Kugel., in Spruce Plantations in Georgia. Bulletin of Academy of Sciences of The Georgian SSR 60, 205- 208.
- King, C.J. ve Evans, H.F., 1984. The Rearing of *Rhizophagus grandis* and Its Release Against *Dendroctonus micans* in The United Kingdom. Proceedings of The EEC Seminar Biological Control of Bark Beetles (*Dendroctonus micans*), October, Brussels, Belgium, 87-97.
- King, C.J., Fielding, N.J. ve O'Keefe, T., 1991. Observations on The Life Cycle and Behavior of The Predatory Beetle, *Rhizophagus grandis* Gyll. (Col: Rhizophagidae) in Britain, Jour. of App. Entomology, 111, 286-296.
- Konukçu, M., 2001. Ormanlar ve Ormancılığımız. Devlet Planlama Teşkilatı, Yayın ve Temsil Dairesi Başkanlığı, Yayın No. DPT: 2630, ISBN 975-19-2875-3, 238.
- Lempérière, G., 1994. Ecology of The Great European Spruce Bark Beetle *Dendroctonus micans* (Kug.), Ecologie, 25, 1, 31-38.
- Merlin, J., Grégoire, J.C., Baisier, M. ve Pasteels, J.M., 1984. Some New Data On The Biology of *Rhizophagus grandis* (Col, Rhizophagidae), The EEC Seminar Biological Control of Bark Beetles (*Dendroctonus micans*), October, Belgium, 107-121.
- Orman Genel Müdürlüğü, 2006. Orman Varlığımız. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, 1-160.
- Özcan, G.E., Eroğlu, M. ve Alkan-Akıncı H., 2006. Pest Status of *Dendroctonus micans* (Kugelann) (Coleoptera, Scolytidae) and The Effect of *Rhizophagus grandis* (Gyllenhal) (Coleoptera, Rhizophagidae) on The Population of *Dendroctonus micans* in The Oriental Spruce Forests of Turkey, Turkish Journal of Entomology, 30, 1, 1-12.
- Özcan, G.E., 2009. Maçka Orman İşletmesi doğu Ladini Ormanlarında Başlıca Kabuk Böceklerinin Savaş Olanaklarının Araştırılması. Doktora Tezi, KTÜ., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Özdamar, K., 2002. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi. Kaan Kitapevi, 687.
- Özder, M.Z., 1983. Türkiye'de *Dendroctonus micans* Kug. Afetinin Tarihçesi ve Kritiği, Orman Mühendisliği Dergisi, 20, 9, 8-13.
- Raffa K. F. ve Dahlsten D. L., 1995. Bark Beetle Predators Smell Their Prey, Differential Responses Among Natural Enemies and Prey to Bark Beetle Pheromones, Oecologia, 102, 17-23.

Serez, M., 1987. Bazı Önemli Kabuk Böcekleriyle Savaşta Feromonların Kullanılma Olanakları, KTÜ Orman Fakültesi Dergisi, 10, 1, 99–131.

## ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Trabzon'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini 1997 yılında Trabzon'da tamamladı. 2000 yılında Trabzon Lisesi'nden mezun oldu. 2002 yılında KTÜ Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü'nde başladığı öğrenimini 2007 yılında tamamladı ve 2007–2008 eğitim ve öğretim yılının güz yarısında KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başlamış olup orta derecede İngilizce bilmektedir.