

Ladin Ormanlarımızda *Rhizophagus grandis* (Gyllenhal)'in *Dendroctonus micans* (Kugelann) Popülasyonlarına Yerleşmesi ve Predatörün Kolonizasyon Düzeyleri

Hazan ALKAN AKINCI¹, *Mahmut EROĞLU², Gonca Ece ÖZCAN²

¹Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Artvin

²Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Trabzon

*Sorumlu yazar: eroglu@ktu.edu.tr

Geliş Tarihi: 06.05.2010

Özet

Dendroctonus micans (Kugelann) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), 1960'lı yılların sonunda ilk istilasının görüldüğü yaklaşık 300 bin ha büyüklüğündeki Türkiye'nin doğu ladin, *Picea orientalis* (L.) Link. ormanlarının hemen hemen tamamına yayılmış ve kesilenlerle birlikte ladin ağaçlarının %35.3'üne zarar vermiştir. İlk olarak 1985 yılında başlatılan ve kesintisiz olarak sürdürülen *D. micans*'in biyolojik mücadelesinde bugüne kadar sekiz milyon dolayında *Rhizophagus grandis* (Gyllenhal) (Coleoptera: Rhizophagidae) ergini üretilerek saldırı alanlarındaki bulaşık ağaçlara yerleştirilmiştir. Bu alanlara çoğunlukla 50-100 çift/ha oranlarında ve düşük sayılabilecek yoğunluklarda *R. grandis* erigini verilmiştir.

Türkiye'nin ladin ormanlarında, 900-2100 m yükseltilerde 120 deneme alanında toplam 3010 ağaç incelenmiş ve *D. micans*'in popülasyonlarına *R. grandis*'in yerleşmesi ve kolonizasyon düzeyleri araştırılmıştır. Örneklem alanlarının %90'ında *D. micans* ve bu alanların %30.6'sında da bu türün özgün yırtıcısı *R. grandis* saptanmıştır. *D. micans* saldırısının sürdüğü ağaçların %14.5'inde ve galerilerinin %14.9'unda *R. grandis* saptanmıştır. Bu galerilerde, 603 *R. grandis* ergin ve larvası ile toplam 3043 *D. micans* ergin, yumurta, larva ve pupası bir arada sayılmıştır. *R. grandis*'in örneklem zamanındaki etkinliği bulunduğu galerilerde %78 ve bulunduğu örneklem alanlarında %24 olarak bulunmuştur. *R. grandis*'in *D. micans*'a oranı 1.8 kat artmış olmasına rağmen, mevsim sonundaki etkililiğinin, mevsim başı ve ortasına oranla ortalama %17.8 oranında azaldığı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Rhizophagus grandis*, biyolojik mücadele, kolonizasyon düzeyleri.

Establishment of *Rhizophagus grandis* (Gyllenhal) in *Dendroctonus micans* (Kugelann) populations and levels of colonization by the predator in oriental spruce forests of Turkey

Abstract

Dendroctonus micans (Kugelann) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) that has been first discovered in the late 1960s has spread almost all over the oriental spruce, *Picea orientalis* (L.) Link. forests of Turkey that is about 300 thousand ha extent, and damaged 35.3% of the spruce trees including cut trees. To date nearly eight million *Rhizophagus grandis* (Gyllenhal) (Coleoptera: Rhizophagidae) have been reared during the biological control studies that have been started in 1985 and carried on continuously, and have been put in *D. micans* galleries in infested trees. Rapid coverage of the infested forests by *R. grandis* have been aimed in these biological control studies and relatively low density introductions, usually 50-100 pairs/ha have been applied.

A total of 3010 trees were evaluated in 120 study plots between the altitudes 900-2100m in Turkish spruce forests, and establishment of *R. grandis* in *D. micans* populations and levels of colonization by the predator were investigated. *D. micans* was present in the 90% of the studied plots and its specific predator *R. grandis* was present in 30.6% of these plots. *R. grandis* was present in 14.5% of the infested trees and 14.9% of *D. micans* broods. A total of 603 *R. grandis* adults and larvae were found together with 3043 *D. micans* adults, eggs, larvae and pupae. Actual effectiveness of *R. grandis* was 78% in *D. micans* broods, and 24% in study plots where the predator was present. Although there was a 1.8 times increase in the number of *R. grandis*, the effectiveness of the predator was 17.8% lower in the late season compared to early and mid season.

Key Words: *Rhizophagus grandis*, biological control, levels of colonization.

Giriş

Ladin dev kabuk böceği, *Dendroctonus micans* (Kugelann) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), asıl vatanı olan Sibirya'dan, tamamına yayılmış olduğu Avrasya ladin ormanlarının çok önemli bir zararlısıdır (Grégoire ve ark., 1985). Geniş yayılış alanı içinde *Abies*, *Larix*, *Picea*, *Pinus* ve *Pseudotsuga* cinsine bağlı bazı ağaç türlerinde kaydedilmiş, ancak ladinde büyük kayıplara neden olmuştur (Grégoire ve ark., 1989; Fielding ve ark., 1991a; Fielding ve Evans, 1997). Doğu ladini, *Picea orientalis* (L.) Link. ormanlarında ilk kez 1957 yılında Gürcistan'da tespit edilmiştir (Kobakhidze ve ark., 1970). Türkiye'de ilkin 1966 yılında Posof'ta (Acatay, 1968), hemen ardından Gürcistan'a bitişik tüm ladin meşcerelerinde (Alkan, 1985; Benz, 1984; Serez, 1979) görülmüş ve 1990'lı yılların sonunda Artvin'deki ladin ormanlarının hemen tamamına yayılmıştır (Alkan, 2000; Eroğlu, 1995). Ladin tomrukları ile 1985 yılında Giresun'a taşınmış ve 2000'li yıllara kadar bu bölgedeki ladin ormanlarını da istila etmiştir. *D. micans*, doğuda Artvin ve batıda Giresun ile arada kalan ladin ormanlarında şiddetli saldırılarını sürdürmektedir (Eroğlu ve ark., 2005).

Ladin ormanlarımızda toplam alanı 4.74 ha olan 158 örnekleme alanından sağlanan verilerden, *D. micans*'ın ladin ağaçlarının %34'üne ve kesilen ağaçlarla birlikte toplam ağaçların %37'sine zarar verdiği, zarar gören ağaçların dikili gövde hacminin 190.02 m³/ha ve 120 bin ha salgın alanında 22.8 milyon m³ olduğu ve son 20-30 yıl içinde bu böceğin zararından dolayı 6.96 milyon m³ ağacın kesildiği hesaplanmıştır (Alkan Akıncı ve ark., 2009).

D. micans'ın, yayıldığı bazı bölgelerde popülasyonunun düşük düzeyde kalmasında, bu türün özgün yırtıcısı *Rhizophagus grandis* (Gyllenhal) (Coleoptera: Rhizophagidae)'in bulunması en önemli nedenlerden birisi olarak gösterilmektedir. Bu yırtıcının etkisi çok önceden, Sibirya kökenli her iki türün bu ülkeye yerleşmesinin ardından Almanya'da gözlenmiştir (Bergmiller, 1903). Nitekim, *R. grandis*'in diğer kabuk böceği galerilerinde hiçbir zaman görülmemesi, *D. micans*'a özgü bir yırtıcı olduğunu doğrulamaktadır (Grégoire ve ark., 1989). Kabuk böceklerinin

doğal düşmanlarının bu zararlıların biyolojik mücadelesinde kullanılma olanakları üzerinde çok sayıda araştırma yürütülmüş olmasına karşın, biyolojik mücadele programlarında kullanılabilen doğal düşman sayısı oldukça sınırlıdır. Bunların en önemlisi *R. grandis*'in Gürcistan, Türkiye, İngiltere ve Fransa'da *D. micans*'a karşı biyolojik mücadelede kullanılmasıdır (Kenis ve ark., 2007).

D. micans'a karşı komşu Gürcistan'da, Çekoslovakya'dan ithal edilerek üretilen *R. grandis* ile 1963 yılında büyük boyutlu bir biyolojik mücadele programı uygulamaya konulmuş (Khobakhidze, 1965), her yıl 200000 ergin üretilerek ormana salıverilmiştir (Grégoire ve ark., 1989). Bu uygulamanın olumlu sonuçları ülkemiz sınırları içerisine taşınmış ve 1985 yılında Artvin'de başlatılan ve başarıyla sürdürülen *D. micans*'ın biyolojik mücadelesi çalışmalarına öncü olmuş ve başarı şansını arttırmıştır (Eroğlu, 1995).

R. grandis kullanılarak, *D. micans*'la biyolojik mücadele imkanları üzerinde çalışmalar günümüzde de devam etmektedir. Örneğin, salıverme oranları İngiltere'de 10–50 çift/ha'dan (King ve Evans, 1984) Fransa'da 500–1000 çift/ha'a (Grégoire ve ark., 1989) kadar değişmektedir. Biyolojik mücadelede başarılı olunabilmesi için geçecek süre ile bu zaman periyodunda gelişmenin seyrinin nasıl olacağı hususu tam olarak bilinmemektedir. Bir meşcerede mücadelede başarı sağlanabilmesi için *D. micans* saldırılarında en yüksek eşik ile *R. grandis*'in galeri istilasında en düşük oran arasındaki ilişki pek çok durumda ortaya konulabilmiş değildir (Van averbeke ve Grégoire, 1995). Gürcistan ve Fransa'da bazen birkaç hektarlık "saha"larda binlerce yırtıcı kullanarak yüksek yoğunlukta salıvermeler yapılmıştır. İngiltere'deki salıverme politikasında, yırtıcının istila edilmiş orman alanlarının tamamını hızlı bir şekilde kapsamaya hedeflenmiş ve bu nedenle her bir istila alanına daha az sayıda, 10–50 çift/ha gibi düşük yoğunlukta salıverme uygulanmıştır. Arazi gözlemleri, yırtıcının, düşük yoğunlukta salıverilmesine rağmen, İngiltere orman koşullarına uyum sağladığını ve yerleşip üreyebildiğini doğrulamıştır (King, 1987). Türkiye'deki biyolojik

mücadele çalışmalarında da *D. micans*'ın istila ettiği bütün ormanlara hızlı bir şekilde *R. grandis*'in ulaştırılması hedeflenmiş ve bu alanlara çoğunlukla düşük sayılabilecek yoğunluklarda yırtıcı yerleştirilmiştir (Alkan 1985, 1989 ve 2000).

Biyolojik mücadele stratejisinin bir parçası olarak, *R. grandis*'in yetiştirilerek *D. micans*'la bulaşık alanlara yüksek yoğunlukta salıverilmesi durumunda da, zararlı üzerinde etkin olabilmesi için, yerleşmesini izleyen birkaç yıl daha popülasyonunu geliştirmesi gerekmektedir (Gilbert ve Grégoire, 2003). Yoğun istilaların olduğu meşcerelerde salıverilen yırtıcıların etkili olduğu, ancak yavaş yayıldığı belirtilmektedir (Van Averbek ve Grégoire, 1995). Sonuç olarak *R. grandis*'in yerleştirilmesi ve biyolojik mücadelede etkililiğinin değerlendirilmesi için belirli parametrelerin çok iyi anlaşılması (King ve ark., 1991) ve analizi son derece önemlidir (Eroğlu ve ark., 2005).

D. micans'ın popülasyon düzeyine bağlı olarak *R. grandis*'in kolonizasyon oranları ile bu iki tür arasındaki bazı ilişkiler birlikte analiz edilerek, mevcut salıverme yoğunluğuna bağlı olarak Türkiye'deki ladin ormanlarında ulaşılan etkililik düzeyini değerlendirmek üzere bu çalışma ele alınmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırmanın verileri 2001-2004 yıllarında Artvin, Trabzon ve Giresun doğu ladini, *Picea orientalis* (L.) Link. ormanlarında, 120 deneme alanında toplam 3010 ağaçta yürütülen incelemelerden sağlanmıştır. Örnekleme alanlarının yeri ve sınırları, çalışılacak orman parçası içinde, kuruluş, kapalılık ve eğim gibi özellikleriyle alanı en iyi temsil edebilecek yerde, eğim yönünde 30m uzunluğunda bir ip uzatılıp, bu ipin sağında ve solunda çelik şerit metre ile 5'er m uzaklıkta iki hat oluşturularak belirlenmiştir. Örnekleme alanlarının, yol ve patikaların olabildiğince uzağında, doğrudan *Rhizophagus grandis* (Gyllenhal) yerleştirilen sahaların dışında kalmasına özen gösterilmiştir. Çalışma alanının yükseltisi altimetre, bakısı pusula ve eğimi eğim ölçer ile ölçülmüştür. Alandaki ağaçlara sırayla numara verilerek türleri, 1.30 m'deki çapları ile orta ağaçların boy ölçer ile boyları

ölçülmüş ve öze kadar ulaşan artım kalemlerinden yaşları hesaplanmıştır. Dip kütükleri sayılmış, ağaç türleri kaydedilmiştir. Her ağaçta ilk 2 metreye kadar ağaç gövdeleri incelenmiş ve *D. micans* galerilerinin üzerindeki kabuk, küçük baltalar kullanılarak özenle kaldırılmıştır. Galerilerde bulunan *D. micans*'ın yumurta, larva, pupa ve erginleri ile varsa *R. grandis* larva ve erginleri; fırça ve pens yardımıyla küçük plastik kutulara alınarak sayılmıştır. *D. micans* zararı görülen ve zararı devam eden ağaçların sayısı ile bu ağaçlardaki galerilerinin sayısı ortaya konulmuştur. Bu galerilerdeki *R. grandis* ve *D. micans* sayıları gösterilmiştir. *R. grandis*'in *D. micans* galerilerini işgal oranları ve örnekleme alanlarındaki etkinliği hesaplanmıştır.

R. grandis'in *D. micans* galerilerindeki etkinliği, Merlin ve ark. (1984), Grégoire ve ark. (1989), King ve ark. (1991) ile Fielding ve Evans (1997)'a göre hesaplanmıştır. Buna göre, bir çift ergin predatör laboratuvar koşullarında bir haftada 30-40 *D. micans* yumurtası tüketmektedir (Merlin ve ark., 1984). Bir haftalık süre sonunda bir çift *R. grandis* ergininin, *D. micans* yumurtalarının %64.5'ini ve yumurtadan yeni çıkan larvaların %100'ünü tükettiği saptanmıştır (King ve ark., 1991). Her bir *R. grandis* larvasının kendi maksimum ağırlığının 10 katı olan ortalama 41.8 mg av larvası tükettiği, bu ağırlığın da tam olgun bir *D. micans* larvasının ağırlığına eşit olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bir *R. grandis* ergin çifti ve onların yeni döl larvalarının, III. evre *D. micans* larvalarının bulunduğu kuluçka sisteminde genç ergin verimini 2/3 oranında azalttığı kaydedilmiştir (Grégoire ve ark., 1989). Bu sonuçlara dayanarak, *R. grandis* ergin ve larvalarının etkililiği, her bir galeride birlikte buldukları *D. micans*'ın yumurta, larva, pupa ve erginlerini tüketilebilir oranlarına göre hesaplanmıştır. *R. grandis*'in tespit edildiği örnekleme alanlarındaki etkililiği, her bir deneme alanında hesaplanan toplam yırtıcı etkinliğinin aynı alanda tespit edilen toplam *D. micans* galerisine oranlanması ile bulunmuştur.

D. micans'ın üreme sistemlerindeki *R. grandis* miktarlarının ve tüketilebilir av oranlarının, mevsim başı ve sonuna göre bir

değişme gösterip göstermediği araştırılmıştır. Bu amaçla, aynı galerilerdeki yırtıcı ve av miktarları, yoğun etkileşimin olduğu yaz aylarına göre gruplandırılarak, her iki türün gelişim evrelerine dayalı olarak etkililikte bir değişme olup olmadığı değerlendirilmiştir.

Bulgular

Örnekleme alanlarının yürütüldüğü Artvin, Trabzon ve Giresun ladin ormanlarında, 900-2100m yükseltilerde toplam 3010 ağaç incelenmiştir. Bu ağaçların %88.7'si Ladin (*Picea orientalis* (L.) Link.), %6.4'ü Gökmar (Abies nordmanniana (Stev.) Spach. subsp. nordmanniana), %1.8'si Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), %1.3'ü ise diğer yapraklı türlerdir. Ağaçların %29.7'si 15cm ve daha düşük çapta, %33'ü 16-31,9cm, %30.7'si 32-47.9cm ve %6.6'sı 48cm daha büyük çaplardadır. *D. micans* ladin ağaçlarının %21.7'isine zarar vermiştir. Bu böceğin, ağaçların %10.6'sına önceden zarar verdiği ve %11.1'inde ise zararını sürdürdüğü saptanmıştır. Örnekleme alanlarında toplam ağaçların %12.6'sı ve ladinlerin %13.6'sı kesilmiştir. Kesilen ağaçların %97.2'si ladindir. Bu sonuca göre toplam ladin ağaçlarının %35.3'ü zarara uğramıştır. İncelenen toplam 17918 *D. micans* bireyinin %10'unun ergin, %25'inin yumurta, %64'ünün larva ve %1'inin de pupa döneminde bulunduğu saptanmıştır.

Örnekleme alanlarının %90'nında *D. micans* ve bu alanların %30.6'sında da bu türün özgün predatörü *R. grandis* saptanmıştır. Bu alanlarda *D. micans*'ın saldırısını sürdürdüğü ağaçların %14.5'inde ve galerilerinin %14.9'unda *R. grandis* bulunmuştur. Bu galerilerde, 603 *R. grandis* ergin ve larvası ile toplam 3043 *D. micans* ergin, yumurta, larva ve pupası bir arada sayılmıştır (Tablo 1). Tablo 1'deki veriler ile yöntemde açıklanan, iki tür arasındaki belirli ilişkiler birlikte değerlendirilerek, *R. grandis*'in inceleme tarihlerindeki etkinliği bulunduğu galerilerde %78, bulunduğu deneme alanlarında %24 olarak hesaplanmıştır.

R. grandis'in saptandığı örnekleme alanları ile tespit edildiği ağaç ve galeriler esas alındığında, örnekleme alanlarının tamamında kolonizasyon düzeyinin en düşük %14.5 ve en yüksek %30.6 olabilmektedir. Artvin ladin ormanlarında *D. micans* galerilerinin %20.35'inde *R. grandis* bulunmuş ve kolonizasyon düzeyleri en düşük %27.5 ve en yüksek %51.1 olmuştur. Yırtıcının bulunduğu galerilerdeki ortalama etkinliği ise %87.4 olmuştur (Tablo 1).

D. micans'ın üreme sistemlerinde *R. grandis* etkinliğinin mevsimsel olarak değişip değişmediğinin araştırılmasında Tablo 1'de ikinci sütunda gösterilen örnekleme tarihleri esas alınmıştır. Altıncı aya ait iki ve onuncu aya ait sadece bir örnekleme bulunduğundan, altıncı ve yedinci aylarda incelenen galeriler ile dokuzuncu ve onuncu aylarda incelenen galeriler birlikte değerlendirilmiştir.

Altıncı ve yedinci aylarda 13 ayrı galeride, *R. grandis*'in 127 larva ve 9 ergini ile *D. micans*'ın 200 yumurta, 691 larva, 27 pupa ve 4 ergini birlikte tespit edilmiştir. Bu galerilerde yırtıcının ortalama etkililiği %87.3'tür. Sekizinci ayda 15 ayrı galeride, *R. grandis*'in toplam 129 larva ve 24 ergini ile *D. micans*'ın toplam 817 larva, 18 pupa, 6 genç ergin ve 128 ergini birlikte tespit edilmiştir. Bu galerilerde yırtıcının ortalama etkililiği %80.3'tür. Dokuzuncu ve onuncu aylarda 24 ayrı galeride, *R. grandis*'in toplam 270 larva ve 44 ergini ile *D. micans*'ın toplam 797 larva, 12 pupa, 313 genç ergin ve 30 ergini birlikte tespit edilmiştir. Bu galerilerde yırtıcının ortalama etkililiği %66'dır.

Altıncı ve yedinci aylar ile sekizinci ayda *R. grandis* ile *D. micans* birey sayıları arasındaki oranlar sırasıyla 136/922 (1/6.78) ile 153/969 (1/6.33) iken, bu oran dokuzuncu ve onuncu aylarda 314/1152 (1/3.67) olmuştur. Sonuçta, *R. grandis*'in birey sayısında *D. micans*'ın birey sayısına oranla 1.8 kat bir artış olmasına rağmen, daha yukarı basamaklardaki av dağılımlarına bağlı olarak, etkililiği mevsim başı ve ortasına oranla mevsim sonunda ortalama %17.8 daha az olmuştur.

Tablo 1. Örnekleme alanlarında *Rhizophagus grandis*'in kolonizasyon düzeyleri ve av tüketim oranlarına bağlı etkililiği

Örnekleme alanları	İnceleme yılı ve ayı	Meşcere tipi	Örnekleme alanındaki toplam ağaç sayısı	<i>D. micans</i> zararlı görülen ağaç sayısı	<i>D. micans</i> zararlı devam eden ağaç sayısı	<i>D. micans</i> 'in ağaçlardaki toplam galeri sayısı	<i>R. grandis</i> bulunan galeriler ve predatör sayısı	<i>R. grandis</i> bulunan galerilerdeki <i>D. micans</i> sayısı	<i>R. grandis</i> 'in bulunduğu galerilerdeki etkililiği (%)	<i>R. grandis</i> 'in örnekleme alanındaki etkililiği (%)
Maçka Kulin dağı	2001/6	Lc2	27	17	4	20	40 larva, 1 ergin	40 larva	100	5
Ardanuç Aydemir	2001/7	GLc3	40	5	-	1	10 larva	-	100	100
Ardanuç Çuruspil	2001/7	Lc2	31	5	1	2	1 ergin	200 yumurta 2 ergin	100	50
Maçka Havacinci	2001/7	Lc1	25	10	6	35	20 larva 1 larva 11 larva	10 larva, 1 ergin 1 larva 10 larva	100 100 100	2.9
Şavşat Çil gölü	2001/7	Lc2	32	6	1	2	40 larva	26 pupa	100	50
Artvin Mersivan	2001/8	Lcd3	15	5	4	11	3 ergin 8 larva, 5 ergin	4 larva 50 larva, 1 ergin	100 100	9.1
Artvin Kafkasör	2001/8	Lbc3	24	9	5	8	4 larva 1 ergin	63 larva, 2 ergin 127 larva, 1 ergin	50 100	9.4
Artvin Baş Hatıla	2001/8	Lc3	17	8	1	4	4 ergin	74 larva	100	25
Borçka Çamlıca	2001/9	Lc2	42	2	1	3	2 larva	2 larva	100	33.3
Borçka Karagöl	2001/9	KnLd1	32	3	2	1	2 ergin	14 larva, 1 ergin	100	100
Giresun Kulakkaya	2001/9	Lcd2	21	9	7	13	4 ergin 1 larva 4 larva, 2 ergin 183 larva, 6 ergin	240 larva, 5 ergin 36 larva, 1 ergin 14 ergin 22 larva	100 22 43 100	5.1
Giresun Kulakkaya	2001/9	Lbc2	32	9	6	16	4 ergin	14 larva, 1 ergin	100	6.3
Giresun Kulakkaya	2001/9	Lc2	19	4	2	8	20 larva, 2 ergin	26 larva	100	12.5
Giresun Kulakkaya	2001/9	LKncd2	21	5	4	4	2 larva 3 larva	4 larva 5 larva	50 60	13.8

Tablo 1. (Devamı)

Örnekleme alanları	İnceleme yılı ve ayı	Meşcere tipi	Örnekleme alanındaki toplam ağaç sayısı	<i>D. micans</i> zararı görülen ağaç sayısı	<i>D. micans</i> zararı devam eden ağaç sayısı	<i>D. micans</i> 'ın ağaçlardaki toplam galeri sayısı	<i>R. grandis</i> bulunan galeriler ve predatör sayısı	<i>R. grandis</i> bulunan galerilerdeki <i>D. micans</i> sayısı	<i>R. grandis</i> 'in bulunduğu galerilerdeki etkinliği (%)	<i>R. grandis</i> 'in örnekleme alanındaki etkinliği (%)
Maçka Kapıköy	2002/8	Lcd3	37	9	8	29	1 larva, 1 ergin 2 larva	71 ergin 6 deşilmiş ergin 53 ergin	14 38	0.9
Maçka Güzelyayla	2002/8	Lc3	25	7	4	7	1 ergin	8 larva	100	14.3
Maçka Kapıköy	2002/9	Lcd3	19	13	11	89	1 ergin	2 lar., 12 pup, 6 er.	7.3	0.3
							1 ergin	-	100	
							1 ergin	76 genç ergin	1.2	
							11 ergin	237 genç ergin	4.6	
22 larva, 2 erg.	108 larva	100								
Ardanuç Kutul -1 ve 2	2002/9	Ld2	13-16	10-7	8-6	16-8	2 larva, 1 ergin 20 larva, 4 erg.	41 larva, 1 ergin 108 larva	100	7.6
Ardanuç Çuruspil	2002/9	Lc2	21	5	4	9	1 larva	29 larva	27.6	3.1
Maçka Kapıköy	2003/7	Lcd3	20	1	1	3	1 ergin	30 larva, 1 ergin	3	1
Maçka Yeşiltepe	2003/7	Lc3	21	4	4	26	1 ergin	-	100	3.2
							1 ergin	217 larva	66	
Maçka Yeşiltepe	2003/7	Lc3	34	8	5	7	1 ergin	164 larva	100	14.3
Maçka Yeşiltepe	2003/7	Lc3	35	13	7	9	5 larva, 2 ergin	219 larva	66	7.3
Maçka Yeşiltepe	2003/8	Lc3	18	5	2	2	1 ergin	7 larva	100	50
Artvin Cerattepe	2003/8	LGc3	34	7	2	39	30 larva, 5 erg.	222 larva	100	2.3
							26 larva, 3 erg.	17 pupa, 6 g. erg.	100	
							1 larva	12 larva	67	
Artvin Cerattepe	2003/8	LGc3	29	7	2	7	37 larva	1 larva, 1 pupa	100	14.3
Yusufeli Yarbaşı	2003/8	Lb3	37	7	2	5	12 larva	236 larva	36	7.2
Maçka Yeşiltepe	2003/8	Lc2	22	9	4	7	8 larva	13 larva	100	14.3
Maçka Yeşiltepe	2003/9	Lc3	23	3	3	10	3 larva	47 larva, 1 ergin	51.1	4.5
							2 larva	41 larva	39	
Artvin Cerattepe	2004/6	LGc3	15	4	2	3	1 ergin	1 pupa	100	33.3
Artvin Cerattepe	2004/10	LGÇsc3	16	8	5	13	2 ergin	111 larva	66	10.2
							1 ergin	19 larva	100	
							26 larva	30 larva	100	

Tartışma ve Sonuç

D. micans'ın *R. grandis* ile biyolojik mücadelesi, Avrupa'da kabuk böceklerine karşı bugüne kadar yürütülmüş olan klasik biyolojik mücadele programının tek örneğidir. *R. grandis*'in kullanıldığı ilk biyolojik mücadele, *D. micans*'ın 1950'lerde doğu ladin ormanlarındaki istilasından sonra Gürcistan'da geliştirilerek uygulanmıştır (Kobakhidze, 1965). Çekoslovakya'dan ithal edilen çok az sayıdaki *R. grandis* ergin ve larvası 1963'te salıverilmiş ve *D. micans*'ın yerel salgın alanlarına başarılı olarak yerleşmesi sağlanmıştır. *R. grandis*'in üretildiği bir dizi yetiştirme birimi kurularak 1970 yılı itibariyle 54000 yırtıcı salımı yapılmıştır (Tvaradze, 1976). Devam eden süreçte her yıl 200000 ergin üretilerek ormana salınmıştır (Grégoire ve ark., 1989).

D. micans Fransa Massif Central'de 1983 yılında salgın yaptığından, Belçika ve Fransa ortaklaşa olarak bir *R. grandis* üretim programını uygulamaya koymuşlardır. Yapay besin de kullanılan yarı yapay yetiştirme yöntemleri ve yumurtlama uyarıcıları ikame edilerek, 1983-1991 periyodunda, toplam 12275 ha alanda 659 noktada, 500-1000 çift/ha hesabıyla, oldukça yüksek oranlarda *R. grandis* salımları yapılmıştır (Grégoire ve ark., 1985).

Kuzey-batı İngiltere ve Galler'de *D. micans*'ın saptanması üzerine 1983'te bu ülkede bir üretim ve salım programı başlatılmıştır. Bu ülkede izlenen salıverme politikasında, *D. micans* ile bulaşık alanlara *R. grandis*'in, hızlı bir şekilde yerleşmesi hedeflenmiş ve her bir istila alanına düşük yoğunlukta yırtıcı salımı yapılmıştır. Bu amaçla, 1984 ile 1995 yılları arasında 156400 predatör böcek 2741 ayrı sahaya salınmıştır. Yürütülen arazi gözlemlerinde, *R. grandis*'in, 10-50 çift/ha gibi düşük yoğunlukta salıverilmesine rağmen, İngiltere orman koşullarına uyum sağladığı ve yerleşip üreyebildiği anlaşılmıştır (King, 1987; Fielding ve Evans 1997).

D. micans'ın 1960'lı yılların sonunda Gürcistan'dan Türkiye'ye geçmesinin ardından, kütükte üretim tekniğine dayalı bir biyolojik mücadele programı Türkiye'de de uygulamaya konulmuştur (Alkan, 1985; Keskinalemdar ve ark., 1986). Türkiye'de, *D. micans*'ın biyolojik mücadelesinin başladığı

1985 yılından 2008 yılı sonuna kadar üretilen toplam *R. grandis* ergin sayısı 7745935 adet ve toplam mücadele alanı ise 565300 hektardır (Anon., 2009). Doğu ladininin Türkiye'deki toplam yayılış alanı 297.397 ha (Anon., 2006) olup, gösterilen toplam mücadele alanı bunun üzerindedir. Bu birikimli toplam, *D. micans* saldırılarının görüldüğü aynı alanlara ilk kez *R. grandis* yerleştirilmesini izleyen yıllarda da defalarca yırtıcı verilmesinden kaynaklanmaktadır. Çalışma sonucunda, *D. micans*'ın Artvin, Giresun ve Ordu'daki toplam 151959 ha (%51.1) olan ladin ormanlarının hemen hemen tamamını istila ettiğini ve geri kalan Rize, Trabzon ve Gümüşhane ladin ormanlarının (145438 ha) da %70'inden fazlasının bu Zaralı ile bulaşık olduğu anlaşılmıştır. Buna göre, *D. micans*'ın Ülkemizdeki yayılış alanının 250 bin ha'ı (ladinin yayılışının %85'i) aştığı, bu alanın yaklaşık 150 bin ha'ında doğrudan biyolojik mücadele uygulandığı ortaya konulmuştur.

Sonuç olarak Ülkemizde bu güne kadar üretilen yaklaşık 8 milyon *R. grandis* ergini yaklaşık 150 bin ha ladin orman alanına salınarak yerleşmesi sağlanmıştır. Buna göre *R. grandis*'in yaklaşık 50 birey/ha gibi nispeten düşük yoğunlukları uygulanmıştır. Ancak, özellikle belirli alanlara ve arka arkaya birkaç kez yırtıcı verildiğinden bu oranlar 50-100 birey/saha veya yaklaşık 50-100 çift/ha arasında değişebilmektedir. Diğer ülkelere ait oranlar, aynı andaki salıvermeler birkaç ha'lık alanlarda gerçekleştirildiğinden çoğu kez *R. grandis* ergin çifti/saha (Kenis ve ark., 2007) olarak da ifade edilmektedir.

Ülkemizdeki yerleştirme oranlarının, İngiltere'deki 10-50 çift/ha (King ve Evans, 1984; King, 1987) olan salıverme oranlarından daha yüksek, ancak Gürcistan ve Fransa'da bazen birkaç hektarlık "saha"larda binlerce yırtıcı böcek kullanarak gerçekleştirilen yüksek yoğunlukta (100-500 çift/saha) salıvermelerden daha düşük olduğu anlaşılmaktadır. Fransa'da 500-1000 çift/saha (Grégoire ve ark., 1989) arasında değişen, oldukça yüksek sayılabilecek oranlarda salıvermeler de gerçekleştirilmiştir. Ülkemizde de *D. micans*'ın saldırı yoğunluğuna, dolayısıyla popülasyon düzeyine bağlı olarak belirli alanlarda bu

şekilde yüksek sayılabilecek yoğunluklarda yerleştirmelerin yapıldığı bilinmektedir.

Bu çalışmada çok titiz bir inceleme ve analize dayalı olarak, *R. grandis*'in inceleme zamanlarındaki etkililiğinin, bulunduğu galerilerde %78, bulunduğu deneme alanlarında %24 olduğu belirlenmiştir. Örneklemeler, teknik elemanlardan bilgi alınarak, büyük oranda, yırtıcı yerleştirilen sahaların dışında gerçekleştirilerek, *R. grandis*'in, verildiği bu noktalardan yayılarak eriştiği alanlardaki etkinliği belirlenmeye çalışılmıştır. Diğer yandan, *R. grandis*'in saptandığı örnekleme alanları ile bulunduğu ağaç ve galeriler temel alındığında, bu alanların tamamında erişilen başarının en düşük %14.5 ve en yüksek %30.6 düzeyinde kaldığı saptanmıştır.

Bu tür mücadele çalışmalarında başarı düzeyinin belirlenebilmesi, *R. grandis*'in yüksek ve düşük yoğunluktaki salıverme sonuçlarına ait ayrıntılı bilgiler ve bunların sağlıklı bir analizini gerektirmektedir. Rusya'da yüksek yoğunlukta yırtıcı salımı, 7-10 yıl sonra *D. micans* zararını kabul edilebilir seviyelere düşürmüştür. Fransa'ya ait veriler, *R. grandis*'in, yüksek oranlarda yerleştirilmesinden 3 yıl sonra *D. micans* kuluçka sistemlerini %60-65 oranında istila ettiğini göstermektedir (Fielding ve ark., 1991b). İngiltere'de, *R. grandis*'in, düşük yoğunlukta salıverilmesinden iki yıl sonra *D. micans* yuvalarının %35'ini istila ettiği, üç yıl sonra bu oranın katlanarak %68 olduğu ve salıvermeden dört yıl sonra ise kuluçka odacıklarının %80'nini istila ettiği bildirilmektedir (Fielding ve ark., 1991b). Grégoire ve ark. (1985), Belçika'da, *D. micans*'in tamamında bulunduğu kesimlik çağdaki ladin meşcerelerinde, *R. grandis*'in yerleştirildikten sonra, er veya geç kuluçka sistemlerinin %80'inden fazlasına ulaştığını açıklamaktadır. Artvin ladin ormanlarında, çok yoğun salıvermelerin gerçekleştirildiği, biyolojik mücadelenin ilk beş-sekizinci yıllarında *R. grandis*'in *D. micans* üzerindeki aktüel etkililiği, bulunduğu galerilerde %87, deneme alanlarında %31 ve örnekleme alanlarının tamamında %15 olarak bulunmuştur (Eroğlu, 1995).

Uzun süreli ayrıntılı çalışmalarda, *R. grandis*'in koloni oluşturma sürecinde, 1 km veya daha uzak mesafeli istisnai çıkışları

dışında, yılda yaklaşık 200 m'lik bir yayılış hızının olduğu görülmüştür. Bu yırtıcının salıverilmesinden 6 yıl sonra yerleştiği noktadan en az 1100 m uzakta bulunması yıllık yayılışının yaklaşık 200 m olduğunu doğrulamaktadır (Van Averbek ve Grégoire, 1995). Gözlemler, biyolojik mücadele stratejisinin bir parçası olarak *R. grandis*'in yetiştirilerek zarar gören alanlara yüksek yoğunlukta (100-500 çift/saha) salıverilmesi durumunda da avı üzerinde belirgin bir etki gösterebilmesi için yerleşmesini izleyen birkaç yıllık bir popülasyon artışına ihtiyaç duyduğunu göstermektedir (Gilbert ve Grégoire, 2003). Yoğun istilaların olduğu meşcerelerde salınan yırtıcı etkili olduğu, ancak yavaş yayıldığı belirtilmektedir (Van Averbek ve Grégoire, 1995). Yaşam döngüsü zamanlamasından elde edilen bilgilerden, *R. grandis*'in çok güçlü bir hayatta kalma stratejisinin olduğu, erginlerinin hem kabuk altında hem de toprak içinde uzun süre hayatta kalabildiği ve böylece yılın herhangi bir zamanında herhangi bir gelişim periyodunda bulunan *D. micans* popülasyonları üzerinde önemli oranda etkili olabildiği ortaya konulmuştur (King ve ark., 1991).

Altıncı ve yedinci aylarda *R. grandis*'in bulunduğu galerilerdeki ortalama etkililiği %87.3; sekizinci ayda %80.3; dokuzuncu ve onuncu aylarda da %66 oranında olduğu anlaşılmıştır. Buna göre yırtıcının etkililiği altıncı, yedinci ve sekizinci aylarda ortalama %83.8 olurken, bu oran dokuzuncu ve onuncu aylarda %66 düzeyinde kalmıştır. Diğer yandan, altıncı ve yedinci aylar ile sekizinci ayda *R. grandis* ile *D. micans* birey sayıları arasındaki oranlar sırasıyla 1/6.78 ve 1/6.33 iken, bu oran dokuzuncu ve onuncu aylarda 1/3.67 olmuştur. Sonuçta, *R. grandis*'in birey sayısında *D. micans*'in birey sayısına oranla 1.8 kat gibi çok belirgin bir artış olmasına rağmen, *D. micans* bireylerinin olgun larva, pupa ve ergin gibi daha ileri biyolojik dönemlerde bulunmalarına bağlı olarak, yırtıcı etkinliği mevsim başı ve ortasına oranla mevsim sonunda ortalama %17.8 oranında azalmıştır. Bu sonuçlar, *R. grandis*'in hayat döngüsüne bağlı olarak, sağlık ve bakım kesimleri için en uygun zamanın yırtıcının en az etkin olduğu sonbahar sonu ve kış ayları olduğunu

ortaya koymaktadır. Bu yırtıcının üreme aktivitesinin en yüksek olduğu Mayıs ayından Temmuz ayına kadar geçen süre içinde ağaçlara yerleştirilmesinin uygun zaman olduğu, zararlı ile doğal düşman arasında eşzamanlılığın sağlandığı, ortaya konulmuştur (King ve ark., 1991).

Fransa'da *R. grandis*'in salıverilmesini, çoğunlukla bir yerleşme evresi ile 6-8 yıl içinde *D. micans*'ın popülasyonlarındaki bir kırılma izlemiştir (Van averbeke ve Grégoire, 1995). Şu anda Fransa'da, *D. micans*, yeni salıvermelere gereksinim olduğunu haklı gösterecek şekilde istilasını sürdürmektedir. İngiltere'de de *D. micans*'ın istilası devam ettikçe biyolojik mücadele devam edecektir (Kenis ve ark., 2007). Ülkemizde, *D. micans*, doğuda Artvin ve batıda Giresun ormanları arasında kalan, doğu ve batı her iki yönde sırasıyla Pazar ve Rize ile Trabzon, Maçka, Torul ve Sürmene orman işletmesi ladin meşcerelerinde hızla ilerleyen ve tomruk nakilleri ile de desteklenen, çok şiddetli saldırılarla istilasını sürdürmektedir. Bu araştırmanın sonuçlarına göre, İngiltere ve Fransa'da olduğu gibi, Ülkemizde de mevcut saldırı koşullarının devam ettiği sahalarda ve öncedeki istila yerlerinde ortaya çıkacak yeni salgın alanlarında uygun yoğunluktaki salıvermelerle biyolojik mücadelenin devam edebileceği ortaya çıkmaktadır. Gerçek bir başarı için, geniş orman alanlarında yapılacak değerlendirmelerde, *D. micans*'ın etkin olduğu alanların en az yarısında veya galerilerinin %50'sinde *R. grandis*'in bulunması durumu güvenli bir ölçü olabilecektir.

Kabuk böceklerinin biyolojik mücadelesinde mevcut doğal düşmanlarının korunması ve çoğaltılması, izlenebilecek en ümit verici strateji olarak görülmektedir. Diğer yandan, ormancılık uygulamaları, yerli parazitoid ve predatör türlerin etkilerinin arttırılmasına ve orman zararlılarının doğal yoldan kontrolünün desteklenmesine uyarlanabilmektedir. Bunun için çeşitli teknikler önerilmekte, ancak bu stratejiler parazitoid ve predatör türlerin biyoloji ve ekolojileri ile ilgili araştırmaların ayrıntılı olarak yapılmasını gerektirmektedir. Bu stratejiler belirli bölgeler ve arazi koşulları ile bağdaştırılmayı gerektirdiğinden, başarı, uygulayıcıların ve bu görev için eğitilecek

diğer elemanların bireysel becerilerine bağlıdır (Eroğlu ve ark. 2005; Kenis ve ark., 2007).

Kaynaklar

Acatay A. 1968. Türkiye'de yeni bir ladin tahripçisi, *Dendroctonus micans* Kug. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 18, 18-36.

Alkan Ş. 1985. Şavşat İşletmesi Ormanlarında *Dendroctonus micans* Kug. (Dev soymuk böceği). Orman Mühendisliği Dergisi 1, 59-62.

Alkan Ş. 1989. *Dendroctonus micans* (Kug.)'la Savaş (Dünü, Bugünü, Yarını). Orman Mühendisliği Dergisi 4, 30.

Alkan Ş. 2000. Ladin ormanlarına zarar veren *Dendroctonus micans* ve *Ips typographus* zararlılarına karşı sürdürülen mücadele uygulamaları, Eğitim Semineri, 22-26 Mayıs, İstanbul, s. 10-18.

Alkan Akıncı H., Özcan G.E., Eroglu M. 2009. Impacts of site effects on losses of oriental spruce during *Dendroctonus micans* (Kug.) outbreaks in Turkey. African Journal of Biotechnology, 8 (16), 3934-3939.

Anonymous 2006. Orman Varlığımız. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara, 160s.

Anonymous 2009. Orman Zararlıları ile Mücadele Faaliyetleri Değerlendirme Raporu. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman Koruma ve Yangınla Mücadele Dairesi Başkanlığı, Ankara, 98s.

Benz G. 1984. *Dendroctonus micans* in Turkey: The situation today. Proceedings of the EEC Seminar Biological Control of Bark Beetles (*Dendroctonus micans*), 3-4 October 1984, Brussels, Belgium, pp. 43-47.

Bergmiller F. 1903. *Dendroctonus micans* und *Rhizophagus grandis*. Zentralblatt für das gesamte Forstwesen, 29, 252-56.

Eroğlu M. 1995. *Dendroctonus micans* (Kug.) (Coleoptera, Scolytidae)'ın popülasyon dinamiğine etki eden faktörler üzerine araştırmalar. I. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi Bildirileri, 23-25 Ekim 1995, Trabzon, 3. Cilt, pp. 148-159.

Eroğlu M., Alkan Akıncı H., Özcan G.E. 2005. Ladin ormanlarımızda kabuk böceği yıkımlarına karşı izlenebilecek kısa ve uzun dönemli mücadele ve iyileştirme çalışmaları. Ladin Sempozyumu, 20-22 Ekim 2005, Trabzon, Bildiriler Kitabı, I. Cilt, pp. 184-194.

Fielding N.J., Evans H.F., Williams J., Evans B. 1991a. Distribution and spread of the great European spruce bark beetle, *Dendroctonus micans*, in Britain - 1982 to 1989. Forestry, 64, 345-58.

Fielding N.J., O'Keefe T., King C.J. 1991b. Dispersal and host-finding capability of the predatory beetle *Rhizophagus grandis* Gyll (Col., Rhizophagidae). *Journal of Applied Entomology*, 112, 89-98.

Fielding N.J., Evans H.F. 1997. Biological control of *Dendroctonus micans* (Scolytidae) in Great Britain. *Biocontrol News and Information*, 18, 51-60.

Gilbert M., Grégoire J. C. 2003. Site condition and predation influence a bark beetle's success: a spatially realistic approach. *Agric. Forest Entomol.* 5: 87-96.

Grégoire J.-C., Merlin J., Pasteels J.M., Jaffuel R., Voulard G., Schvester D. 1985. Biocontrol of *Dendroctonus micans* by *Rhizophagus grandis* in the Massif Central (France). *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, 99, 182-90.

Grégoire, J.-C., Baisier, M., Merlin, J., Naccache, Y. 1989. Interactions between *Rhizophagus grandis* (Col.: Rhizophagidae) and *Dendroctonus micans* (Coleoptera: Scolytidae) in the field and the laboratory: Their application for the biological control of *Dendroctonus micans* in France. In. *Potential for biological control of Dendroctonus and Ips bark beetles* (pp. 95–108), D.L. Kulhavy and M.C. Miller (Eds.), Stephen F. Austin University, Nacogdoches, Texas.

Kenis M., Wermelinger B., Grégoire J.-C. 2007. Research on parasitoids and predators of Scolytidae, a review. In. *Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis*. F. Lieutier, K.R. Day, A. Battisti, J.-C. Grégoire, H. F. Evans (Eds.). Published by Springer, P.O. Box 17, 3300 AA Dordrecht, The Netherlands.

Keskinalemdar E., Aksu Y., Alkan Ş. 1986. *Rhizophagus grandis* (Gyllenhal)'in laboratuvar şartlarında üretimi ve biyolojik mücadele uygulamalarında kullanılması olanakları üzerine araştırmalar. Türkiye I. Biyolojik Mücadele Kongresi, 12–14 Şubat 1986, Adana, Bildiriler Kitabı, 195–205.

King C.J. 1987. *Rhizophagus grandis* as a means of biological control of *Dendroctonus micans* in Britain. Forestry Commission, Research Information Note No. 124, Edinburgh.

King C. J., Fielding N. J., O'Keefe T. 1991. Observations on the Life-Cycle and Behaviour of the Predatory Beetle, *Rhizophagus grandis* Gyll (Col., Rhizophagidae) in Britain. *Journal of Applied Entomology*, 111, 286-96.

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)*, 3–4 October 1984, Brussels, Belgium, 87–97.

Kobakhidze D. N. 1965. Some results and prospects of the utilization of beneficial entomophagous insects in the control of insect pests in Georgian SSR (USSR). *Entomophaga*, 10, 323-30.

Khobakhidze, D.N., Tvaradze, M.S. ve Kraveishvili, I.K., 1970. Preliminary results of introduction, 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 the Academy of Sciences of the Georgian SSR* 60, 205–208.

Merlin J., Grégoire J.-C., Baisier M., Pasteels J. M. 1984. Some new data on the biology of *Rhizophagus grandis* (Col.: Rhizophagidae). In. *Biological Control of Bark Beetles*, J. -C. Grégoire, J. M. Pasteels (Eds.), *Proceedings of the EEC Seminar*, Brussels, October 3-4, 1984.

Serez M. 1979. Türkiye'de *Dendroctonus micans* (Kugelann) Üzerinde Araştırmalar. *KTÜ Orman Fakültesi Dergisi* 2 (1), 106–134.

Tvaradze, M.S., 1977. Using *Rhizophagus grandis* to control *Dendroctonus micans*. *SB Nauchn rab BE Luboeda Gruzii Tbilissi* 3, 56–61.

Van averbeke A., Grégoire J.-C. 1995. Establishment and spread of *Rhizophagus grandis* Gyll. (Coleoptera: Rhizophagidae) six years after release in the Forêt domaniale du Mézenc (France). *Annales des Sciences Forestières*, 52, 243-50.