



## KABUK BÖCEĞİ DUYARLILIĞININ KALAN MEŞCERE ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Gonca Ece ÖZCAN<sup>\*1</sup>, Korhan ENEZ<sup>1</sup>, Fatih SİVRİKAYA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Kastamonu, Türkiye

\*Corresponding author: [goncaece@kastamonu.edu.tr](mailto:goncaece@kastamonu.edu.tr)

Gonca Ece ÖZCAN: <https://orcid.org/0000-0003-0141-1031>

Korhan ENEZ: <https://orcid.org/0000-0001-7526-0032>

Fatih SİVRİKAYA: <https://orcid.org/0000-0003-0860-6747>

**Please cite this article as:** Özcan, G., Enez, K., & Sivrikaya, F., (2023) Kabuk böceği duyarlılığının kalan meşcere üzerine etkilerinin araştırılması, *Turkish Journal of Forest Science*, 7(1), 35-46

### ESER BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş 7 Kasım 2022 / Received 7 November 2022

Düzeltilmelerin gelişi 17 Kasım 2022 / Received in revised form 17 November 2022

Kabul 3 Ocak 2023 / Accepted 3 January 2023

Yayınlanma 30 Nisan 2023 / Published online 30 April 2023

**ÖZET:** Ormanların sürdürülebilirliği için silvikültürel müdahaleler önemli bir araç olmasına rağmen üretim faaliyetleri aşamasında kalan meşcerede zarar oluşturabilmektedir. Meydana gelecek bu zararlar ormanların stabilitesini azaltacak, kabuk böceği zararlarına duyarlı ve bunun sonucunda da ekonomik kayıplara neden olacaktır. Bu çalışmada, üretim faaliyetlerinin kalan meşcereye verdiği zararın ortaya konulması ve kalan meşceredeki kabuk böceği duyarlılığının tespiti amaçlanmıştır. Çalışma alanındaki ağaçların %27,4'ünün yaralı, %5,5'inin kabuk böceği zararına uğramış ağaçlar olduğu tespit edilmiştir. Kabuk böceği zararının bulunduğu ağaç sayısı ile hem yaralı hem de böcek zararının bulunduğu ağaç sayısı arasında pozitif yönde orta düzeyde bir ilişki tespit edilmiştir. Üretim sonrasında kabuk böceği ve kalan meşcere zararının en fazla orta ağaçlık çağındaki ağaçlarda meydana geldiği belirlenmiştir. Üretim faaliyetleri aşamasında kalan meşcereye verilecek zararın minimuma indirecek gerekli tedbirler alınması ekonomik kayıp açısından önemlidir.

**Anahtar kelimeler:** Kalan meşcere, yara, kabuk böceği, üretim

## INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF BARK BEETLE SUSCEPTIBILITY ON REMAINING STAND

**ABSTRACT:** Although silvicultural prescriptions are an important tool for the sustainability of forest ecosystems, they can cause damage to the remaining stand during the harvesting activities. These damages will reduce the stability of the forests, be sensitive to bark beetle damage and cause economic losses as a result. In this study, it was aimed to reveal the damage caused by the harvesting activities to the remaining stand and to determine the susceptibility of bark beetle in the remaining stand. It was determined that 27.4% of the trees in the study area were wounded and 5.5% were damaged by bark beetle. A moderate positive

correlation was found between the number of trees with bark beetle damage and the number of trees with both wounded and beetle damage. It was determined that bark beetle and remaining stand damage occurred mostly in mature trees. Taking the necessary precautions to minimize the damage to the remaining stand during the harvesting activities is important in terms of economic loss.

**Keywords:** Residual stand, wound, bark beetle, harvesting

## GİRİŞ

Kabuk böcekleri (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) özellikle ibreli ormanlarda önemli istilalar meydana getirirler ve genellikle yaşlı ağaçların ölümlerine neden olurlar (Bentz & Jönsson, 2015; Raffa vd., 2008). Önümüzdeki yüzyılda, kabuk böceklerinin neden olduğu ağaç ölümlerinin, orman dinamikleri açısından daha da önemli hale geleceği kaçınılmazdır (Bentz vd., 2010; Buotte vd., 2017). Genellikle konukçu ağaçların kendilerini savunması sayesinde bu türlerin popülasyonları endemik seviyelerde kalsa bile (Boone vd., 2011) bireysel olarak ağaçları veya küçük ağaç gruplarını kurutabilirler (Fettig 2019, Schwab vd., 2009). Bu türlerin periyodik salgınları, ağaç kurumalarından dolayı her yıl milyonlarca dolarlık ekonomik kayıplara neden olabilmektedir (Price vd., 1998).

Türkiye’de karaçam (*Pinus nigra* J.F.Arnold) ormanlarında en zararlı kabuk böcekleri *Ips sexdentatus* (Börner, 1767) oniki dişli çam kabuk böceği (Özcan 2017; Özcan vd., 2022) ve *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827) altı dişli çam kabuk böceğidir (Oner vd., 2006). Herhangi biyotik veya abiyotik faktörler nedeniyle zayıf düşmüş ağaçlar genellikle *Ips* cinsine ait türler tarafından saldırıya uğrarlar (Lieutier vd., 2004). Birçok ekolojik özelliği benzer olan ve genellikle birlikte görülen (Wermelinger 2004; Liška vd., 2021) *I. acuminatus*, ve *I. sexdentatus*, istila etmek için abiyotik faktörler nedeniyle zayıf düşmüş çam ağaçlarını tercih ederler (Etxebeste vd., 2013; Foit & Čermák, 2014; Göktürk, 2021). Her iki tür de sekonder zararlı olarak kabul edilseler de (Lieutier vd., 1988; Gilbert & Sauvard, 2007) salgınlar sırasında, güçlü ve sağlıklı ağaçlara bile zarar verebilirler (Kausrud vd., 2012; Colombari vd., 2013).

Ormanların sürdürülebilir şekilde planlanması ve işletilmesi silvikültürel müdahaleler ile mümkündür. Orman ekosistemine yapılacak uygun silvikültürel müdahaleler meşcerelerin yangın, fırtına, böcek zararı gibi afetlere karşı direncini artırmakta, ürün kalite ve kantitesini olumlu etkilemekte, sağlıklı ve kaliteli ağaçların büyümesini teşvik ederek ormanın ekonomik değerini artırmaktadır. Özellikle sıklık ve aralama kesimleri ormandan en az masrafla en yüksek kalite ve kantitede çok yönlü ürün elde etmek, ülkemiz ekonomisinin orman ürünleri ihtiyacını sürekli karşılayacak nitelikte, dış etkilere dayanıklı verimli ormanlar meydana getirmek için uygulanmaktadır (Smith vd., 1997; Baena vd., 2013; Romeo vd., 2020; Bulut vd., 2022).

Öngörülen silvikültürel müdahaleler farklı üretim yöntemlerinin uygulanmasını gerekli kılar. Her üretim yöntemi üretim aşamasında meşcerede kalan ağaçlarda belirgin hasara neden olabilir. Üretim sırasında devirme, savrulma, vinçle kaldırma ve sürütme nedeniyle kalan meşceredeki dikili ağaçların kabuklarında yaralar meydana gelebilir (Han & Kellogg, 2000; Öztürk & Şentürk, 2017). Ayrıca, üretim ve yol yapımı nedeniyle mekanik aletlerin meşcereye girişi sırasında ağaçlarda yaralanmaya neden olabilir ve bu da ağaçtan elde

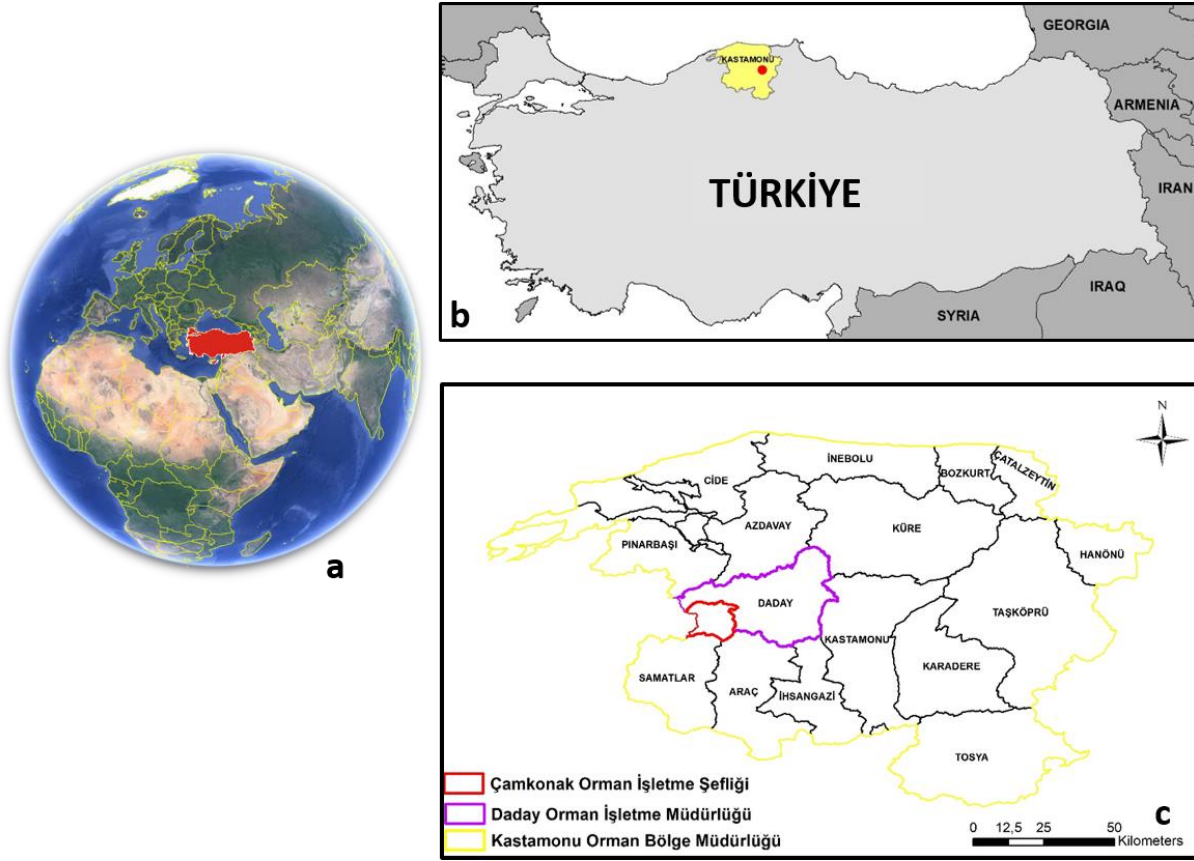
edilecek ürünün (tomruk, maden direği, vs.) kalite ve değerini önemli ölçüde düşürür (Smith, 2019). Yaralanmalar ağaç ölümlerine, ağaç canlılığının kaybolmasına ve meşcere yapısında değişikliklere de yol açabilir (Reeves & Stringer 2011). Aynı zamanda ağaç büyümesine ve odun kalitesi üzerine olumsuz etkilere neden olabilir (Smith, 2019). Ayrıca, yaralanma nedeniyle oluşan leke, çürüme ve gövde deformasyonları meşcerenin gelecekteki gelişimini etkileyebilir (Camp, 2002). Üretim faaliyetleri (Enez & Özcan, 2019), fırtına (Nebeker vd., 1993), rüzgar, don, kar (Hudler, 1984), yangın (Lombardero vd., 2006), kuraklık (Mattson & Haack 1987) sonucu oluşan ve zararlı organizmaların ağaca girişi için uygun geçitler sağlayan (Hartman, 2007) yaralar ağaçların strese girmesine ve dolayısıyla meşcerelerin kabuk böceklerinin saldırılarına karşı duyarlı hale gelmesine neden olmaktadır (Schowalter, 2012; DeGomez & Celaya, 2013).

Bu çalışmada, silvikültürel müdahale sonucu karaçam meşcerelerinde meydana gelen üretim zararının tespiti ve zarar görmüş ağaçlarda kabuk böceği duyarlılığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### *Çalışma Alanı*

Bu çalışma, Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, Daday Orman İşletme Müdürlüğü, Çamkonak Orman İşletme Şefliğinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Çamkonak Orman İşletme Şefliğinin büyüklüğü 12843.7 ha olup bu alanın 9625.2 ha'ı (tüm alanın % 75'i) ormanlık alandır. Ormanlık alanın % 72'si (6925.4 ha) verimli orman ve % 28'i (2699.8 ha) ise boşluklu kapalı orman vasfındadır. Çalışma alanındaki hakim ağaç türleri Karaçam, Sarıçam, Meşe ve Kayın'dır. Çalışma alanının iklimi tipik karasal iklimdir. Kış ayları genellikle kar yağışlı, ilkbahar ve sonbahar ise soğuk geçmektedir. Yazları ise sıcak ve çoğunlukla kuraktır.



Şekil 1. Çalışma Alanı

### Veri Seti

Çamkonak Orman İşletme Şefliğinde 2018 yılında 233 ve 234 nolu bölmelerdeki Çkbc3, Çkc3, Çkcd3, Çkd2 ve ÇkMbc2 meşcerelerinde üretim faaliyetleri yürütülmüştür. Bu faaliyetlerinin yürütüldüğü alan büyüklüğü 14.9 ha olup 1341 adet ağaç damgalanmış ve yapılan üretim faaliyetleri sonucu iki bölmeden toplam 1058,743 m<sup>3</sup> eta alınmıştır (Enez & Özcan, 2019). Üretim faaliyetlerinin sürdürüldüğü zaman aralığında alanda herhangi bir kabuk böceği zararı tespit edilmemiştir. Ağaçların kesimi motorlu testere ve sürütme faaliyetleri ise tarım traktörleri ile her iki ucu da zemin üzerinde olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen üretim faaliyetinin kalan meşçereye zararını tespit etmek için 2018 yılında 600 m<sup>2</sup> büyüklüğünde 33 adet deneme alanı alınmıştır. Deneme alanlarında 8 cm çapından büyük ağaçların çapları ve yara durumu (var-yok) tespit edilmiştir. 2 cm<sup>2</sup>'den büyük yaraya sahip olan ağaçlar yaralı ağaç olarak kabul edilmiştir. Daha sonra, 2020 yılında aynı deneme alanlarına gidilerek aynı ağaçlara kabuk böceklerinin ariziyet durumu tespit edilmiştir. Taçta belirgin renk değişikliği, böceklerin giriş delikleri, giriş deliklerinden çıkan kahverengi talaş ve kabuğun altındaki larva galerileri incelenerek bölge ormanlarında zararı bilinen *Ips sexdentatus* ve *Ips acuminatus*'un arız olduğu ağaçlar olarak kabul edilmiştir.

### İstatistik Analizler

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde yaralı ağaçlar ile daha sonra bu ağaçlara arız olmuş kabuk böceklerinin mevcudiyeti arasındaki ilişki korelasyon analizi ile test edilmiştir. Bunun

için verilerin normal dağılım gösterip göstermediği One-sample Kolmogorov-Smirnov testi ile kontrol edildiğinde deneme alanlarından alınan ağaç sayılarının ve yaralı ağaç sayılarının normal dağılım gösterdiği ( $p>0,05$ ), böcekli ağaç sayısının ve yaralı böcekli ağaç sayısının normal dağılım göstermediği ( $p<0,05$ ) tespit edilmiştir. Korelasyon testinde bu durum dikkate alınarak normal dağılım göstermeyen ilişkilerde Spearman Correlate değerine bakılmıştır. Ayrıca, deneme alanlarındaki ağaçların yara durumu ve gelişim çağları (çap sınıfları) ile böcek arıziet durumu arasındaki ilişki verilerin kategorik olmasından dolayı ki-kare testi ile kontrol edilmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Silvikültürel müdahaleler sonucu üretim yapılan karaçam meşçelerinde 33 deneme alanında toplam 605 adet ağaç değerlendirilmiş ve bu ağaçların %27,4'ünün (166 adet) yaralı, %5,5'inin (33 adet) kabuk böceği zararına uğramış ağaçlar olduğu tespit edilmiştir. Tüm deneme alanlarında farklı sayılarda yaralı ağaçlar olduğu görülürken böcekli ağaçlar deneme alanların %69,7'sinde (23 örnek alanda) tespit edilmiştir. Kabuk böceği zararı yaralı ağaçların %9,6'sında (16 adet), sağlıklı ağaçların ise sadece %3,9'unda görülmüştür (Tablo 1). Kabuk böceği zararının bulunduğu ağaç sayısı ile hem yaralı hem de böcek zararının bulunduğu ağaç sayısı arasında pozitif yönde orta düzeyde ( $r=0,626$ ;  $p=0,000$ ) bir ilişki tespit edilmiştir.

Üretim faaliyetlerinin neden olduğu zararları değerlendiren diğer çalışmalarda zarar durumunun üretim faaliyetlerine göre değişiklik gösterdiği ifade edilmektedir (Hartsough, 2003). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar diğer çalışmalardan elde edilen sonuçlarla uyumludur. Öztürk ve İnan (2022) İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü'nde yapmış oldukları çalışmada meşçerede sürütme sırasında dikili ağaçlardaki zarar oranının %17,6 olduğunu bulmuşlardır. Han & Kellogg (2000), *Pseudotsuga menziesii* meşçeresinde yapılan aralama kesimlerinde kalan meşçerede %4'e varan değer kayıpları olduğunu tespit etmişlerdir. Athanassiadis (1997), aralama kesimleri sırasında, kalan ağaçların yaklaşık %6'sının zarar gördüğünü ve bu zararın nedeninin %66 oranında devirme ve boylama sırasında meydana geldiğini ifade etmiştir. Farklı ağaç türleri ile yapılan benzer çalışmalarda kalan meşçeredeki ağaçlarda zarar seviyesinin %5,9 (Fröding, 1992), %19 Naghdi vd. (2009), %16,9 (Tavankar vd., 2015), %5-18 (Nikooy vd., 2020) olduğu ifade edilmiştir. Kış aylarında yapılan üretime göre ilkbahar ve yaz aylarında yapılan üretimlerde daha büyük ağaç yaralanmaları meydana gelmekte ve kış üretiminde yaralanma oranının yaz üretimine göre %17 daha az olduğu ortaya konulmuştur (Johnson vd., 1998; Nichols vd., 1994). Kış üretiminde zarar oranının az olmasının temel nedeni kambiyal aktivitelerin durmuş olmasıdır (Camp, 2002).

**Tablo 1.** Yaralı ve Böcek Zararı Görmüş Ağaçların Deneme Alanlarına Dağılımı

Deneme Alan No	Ağaç Sayısı	Yaralı Ağaç Sayısı	Böcekli Ağaç Sayısı	Yaralı ve Böcekli Ağaç Sayısı	Sağlıklı ve Böcekli Ağaç Sayısı
1	25	3	3	2	1
2	15	1	1		1
3	33	5	4		4
4	20	6	1		1
5	20	7	1		1
6	20	4	1		1
7	18	2	1		1
8	19	3	1	1	
9	14	5	1	1	
10	21	5			
11	13	4	1		1
12	12	3			
13	20	7			
14	24	8	1	1	
15	22	8	1	1	
16	19	5	2	1	1
17	23	9	3	2	1
18	21	6	1	1	
19	18	5	1		1
20	23	7	1	1	
21	19	9			
22	19	8			
23	20	8	1		1
24	14	10	1	1	
25	11	3			
26	22	7	2	2	
27	13	2	1	1	
28	14	3			
29	18	5	1		1
30	14	2	2	1	1
31	13	3			
32	11	1			
33	17	2			
<b>TOPLAM</b>	<b>605</b>	<b>166</b>	<b>33</b>	<b>16</b>	<b>17</b>

Yapılan çalışmada yaralı ve sağlıklı karaçam ağaçlarına Ips türlerinin ariziyet durumu bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görülmüştür ( $\chi^2=7,766$ ;  $p<0,05$ ). Büyükterzi vd., (2022) tarafından yapılan çalışmada kabuk böceği türlerinden biri olan *Dendroctonus micans*'ın yaralı ve sağlıklı doğu ladini ağaçlarına istila etme bakımından istatistik olarak fark bulunduğu ve zararlı türün sağlıklı ağaçların %18,3'üne yaralı ağaçların %37,1'ine istila ettiği belirtilmiştir. Farklı zamanlarda yapılan diğer çalışmalarda da yaralı

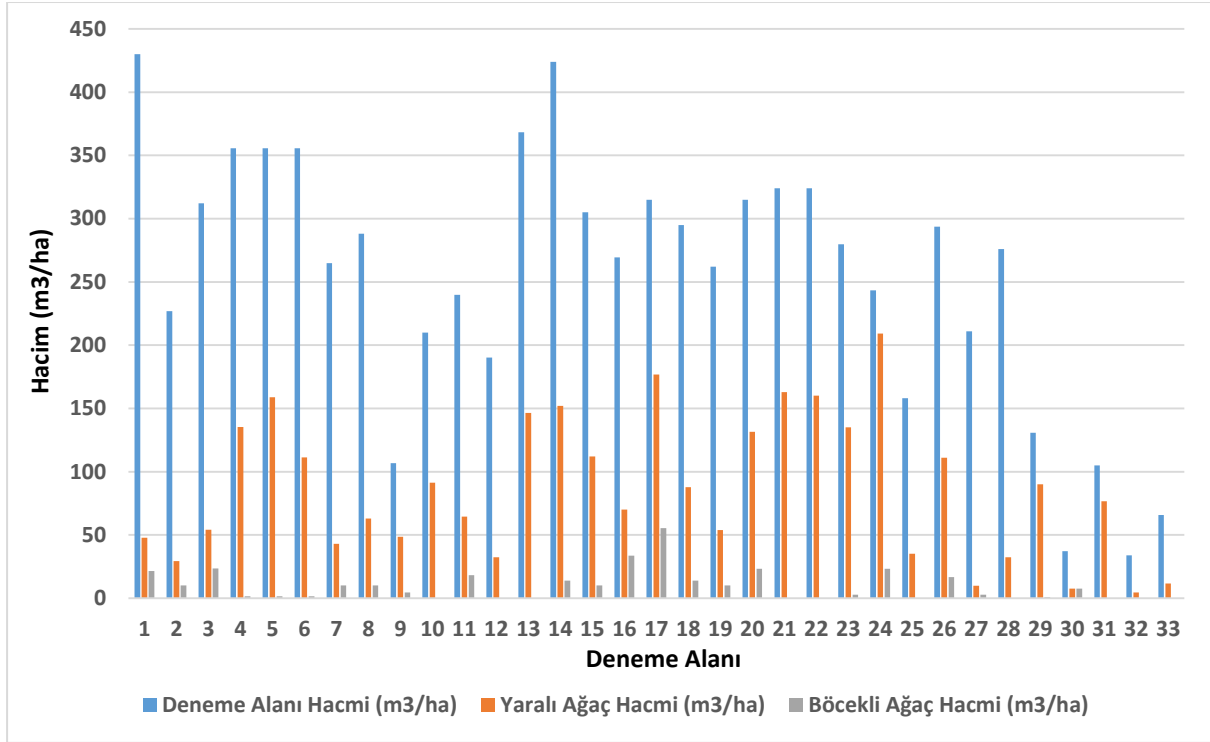
ağaçların %70 ile %85'inde *D. micans*'ın zararı tespit edilmiştir (Özcan vd., 2006; Alkan Akıncı vd., 2009; Özcan vd., 2011). Yaralar, ağaçlar için ciddi stress faktörleridir ve bu durum yaralı ağaçların özellikle kabuk böceği istilalarının yoğunlaştığı ağaçlar olmaktadır (DeGomez & Celaya, 2013; Gilbert vd., 2001). Bu nedenle, üretim faaliyetleri aşamasında kalan meşçereye verilecek zararın minimuma indirecek gerekli tedbirler alınmalıdır. Böylece böcek zararı ve bundan dolayı meydana gelecek ekonomik kayıplar en aza indirilecektir.

Çap sınıflarına göre ağaçların kabuk böceği zararına uğramaları bakımından istatistiksel olarak fark vardır ( $\chi^2=8,793$ ;  $p<0,05$ ). Buna göre toplam ağaçların %48,4'ünün (293 ağaç) çapları 20-35,9 cm aralığındadır. Yaralı ağaçların ise %48,2'sinin (80 ağaç) çapları 36-51,9 cm aralığındadır. Bunun yanında kabuk böceği zararı görülen ağaçların %51,5'inin (17 ağaç) çapları 20-35,9 cm arasında değişmektedir. (Tablo 2). Buna göre üretim sonrasında böcek ve kalan meşçere zararının en fazla orta ağaçlık çağındaki ağaçlarda meydana geldiği tespit edilmiştir.

**Tablo 2.** Yaralı ve Böcek Zararı Görmüş Ağaçların Çap Sınıflarına Dağılımı

Çap sınıfı sınır değerleri (cm)	Toplam		Yaralı		Kabuk böceği zararı	
	Adet	%	Adet	%	Adet	%
8-19,9	91	15,0	9	5,4	10	30,3
20-35,9	293	48,4	74	44,6	17	51,5
36-51,9	214	35,6	80	48,2	6	18,2
>=52	7	1,1	3	1,8	0	0
<b>Toplam</b>	<b>605</b>	<b>100</b>	<b>166</b>	<b>100</b>	<b>33</b>	<b>100</b>

Deneme alanlarının hektardaki hacimleri 34-430 m<sup>3</sup>/ha, yaralı ağaç hacimleri 4,7-209,2 m<sup>3</sup>/ha ve böcek arız olmuş ağaç hacimleri 1,6-55,5 m<sup>3</sup>/ha arasında değiştiği hesaplanmıştır. Deneme alanlarının hektardaki servet toplamı 8372 m<sup>3</sup>, yaralı ağaç servet toplamı 2857 m<sup>3</sup> ve böcekli ağaç servet toplamı 319 m<sup>3</sup>'tür. Yaralı ağaçların serveti toplam servetin %34,1'i, böcekli ağaçların serveti ise toplam servetin %11,2'sidir (Şekil 2).



Şekil 2. Yaralı ve Böcek Zararı Görmüş Ağaç Hacimlerinin Deneme Alanlarına Dağılımı

## SONUÇLAR

Öngörülen silvikültürel müdahaleler neticesinde gerçekleştirilen üretim faaliyetleri sonrasında kalan meşçerede meydana gelen zararlar, başta kabuk böcekleri olmak üzere birçok diğer çevre zararlarına da davet çıkarmaktadır. Yapılan çalışmadan elde edilen bulgular neticesinde kalan meşçerede kabuk böceği zararının bulunduğu ortaya konulmuştur. Çalışmanın yürütüldüğü karaçam ormanlarında kalan meşçerede Ips türlerinin ariziyet durumuna bakıldığında yaralı ve sağlıklı ağaçlar arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür. Gelişim çağları bakımından da orta çağıdaki ağaçların kabuk böceği zararına daha fazla uğradıkları görülmüştür. Bu durum böceğin sekonder zararlı olmasının bir neticesidir.

Bu nedenle üretim faaliyetleri aşamasında kalan meşçereye verilecek zararın minimuma indirecek gerekli tedbirler alınmalıdır. Özellikle odun üretim çalışmalarında sürütme yol ve şeritlerinin planlı bir şekilde düzenlenmesi, ormanlık alan yapısına uygun makine seçimlerinin yapılması çok önemlidir. Bu sayede böcek zararı ve bundan dolayı meydana gelecek ekonomik kayıplar da en aza indirilmiş olacaktır. Beraberinde kış üretiminde diğer mevsimlerde yürütülen üretim faaliyetlerine nazaran kalan meşçerede daha az yaralanmaların olması, ormanların sağlığı için kış üretimine öncelik verilmesini gerekli kılmaktadır. Yaralanmaların sebep olacağı odun kalitesindeki servet kaybı ve böceklenme ariziyetinden dolayı oluşacak servet ve ekonomik kaybın da önüne geçilmiş olacaktır. Bu durum ormanlarımızın sürdürülebilir yönetim anlayışı içerisinde ekolojik ve ekonomik olarak da başarıya götürecektir.



## YAZAR KATKILARI

**Gonca Ece Özcan:** Çalışmanın tasarlanması, arazi çalışmaları ve makale yazımı. **Korhan Enez:** Çalışmanın tasarlanması, istatistik değerlendirilmelerin yapılması ve makale yazımı, **Fatih Sivrikaya:** Verilerin değerlendirilmesi ve makale yazımının yapılması.

## FINANSAL DESTEK BEYANI

Çalışma için herhangi bir maddi destek alınmamıştır.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## ETİK KURUL ONAYI

Bu çalışma için etik kurul onayı gerekmemektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın ilk gözlem sonuçları "2<sup>nd</sup> International Congress on Engineering and Life Science (ICELIS)" te sunulmuştur. Ayrıca arazi çalışmaları sırasındaki destekleri nedeniyle Daday Orman İşletme Müdürlüğü çalışanlarına teşekkür ederiz

## KAYNAKLAR

- Alkan-Akinci H, Özcan, G. E. & Eroğlu 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.
- Athanassiadis, D. (1997) Residual stand damage following cut-to-length harvesting operations with a farm tractor in two conifer stands. *Silva Fennica*, 31(4):461–467.
- Baena, C. W., Andrés-Abellán, M., Lucas-Borja, M. E., Martínez-García, E., García-Morote, F. A., Rubio, E. & López-Serrano, F. R. (2013) Thinning and recovery effects on soil properties in two sites of a Mediterranean forest, in Cuenca Mountain (South-eastern of Spain). *Forest Ecology and Management*, 308, 223– 230.
- Bentz, B. J., Régnière, J., Fettig, C. J., Hansen, E. M., Hayes, J. L., Hicke, J. A., Kelsey, R.G., Negrón, J.F. & Seybold, S. J. (2010). Climate change and bark beetles of the western United States and Canada: direct and indirect effects. *BioScience*, 60(8), 602-613.
- Bentz, B. J., & Jönsson, A. M. (2015) *Modeling bark beetle responses to climate change* (pp. 533– 553). InI. B. Beetles (Ed.). Elsevier
- Bulut, S., Sivrikaya, F., & Günlü, A. (2022) Evaluating statistical and combine method to predict stand above-ground biomass using remotely sensed data. *Arabian Journal of Geosciences*, 15(9), 1-14.

- Buotte, P. C., Hicke, J. A., Preisler, H. K., Abatzoglou, J. T., Raffa, K. F., & Logan, J. A. (2017). Recent and future climate suitability for whitebark pine mortality from mountain pine beetles varies across the western US. *Forest Ecology and Management*, 399, 132-142.
- Büyükterzi, A., Özcan, G. E. & Sakici, O. E. (2022) Variations in the attack pattern of *Dendroctonus micans* and the colonization rate of *Rhizophagus grandis* in *Picea orientalis* stands. *Biologia*, 1-11.
- Camp, A. (2002) Damage to residual trees by four mechanized harvest systems operating in small-diameter, mixed-conifer forests on steep slopes in Northeastern Washington: a case study. *Western Journal of Applied Forestry*, 17(1), 14-22.
- Colombari, F., Schroeder, M. L., Battisti, A. & Faccoli, M. (2013). Spatio-temporal dynamics of an *Ips acuminatus* outbreak and implications for management. *Agricultural and Forest Entomology*, 15,34–42.
- DeGomez, T. & Celaya, B (2013). *The piñon ips bark beetle. college of agriculture and life science*. The University of Arizona Cooperative Extension.
- Enez, K., & Özcan, G.E. (2019) Assessment on the damage of harvesting in the residual stand. 2nd International Congress on Engineering and Life Science (ICELIS), 11-14 April, Abstract and Proceeding Book, 549-554, Kastamonu, Turkey.
- Etxebeste, I., Lencina, J. L. & Pajares, J. (2013) Saproxylic community, guild and species responses to varying pheromone components of a pine bark beetle. *Bulletin of Entomological Research*, 103, 497–510.
- Fettig, C. J. (2019) Socioecological impacts of the western pine beetle outbreak in southern California: Lessons for the future. *Journal of Forestry*, 117,138–143.
- Foit, J., & Čermák, V. (2014) Colonization of disturbed Scots pine trees by bark- and wood-boring beetles. *Agricultural and Forest Entomology*, 16, 184–195.
- Fröding A. (1992) *Gallringsskador - En studie av 403 bestånd i Sverige 1988. [Thinning damage - A study of 403 stands in Sweden in 1988]*. Sweden: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsteknik. Rapport 193.
- Gilbert, M., Vouland, G. & Gregoire, J.-C. (2001) Past attacks influence host selection by the solitary bark beetle *Dendroctonus micans*. *Ecological Entomology*, 26, 133–142.
- Gilbert, M., & Sauvard, D. (2007) *The bawbilt database, " in bark and wood boring insects in living trees in europe*, a Synthesis, eds F. Lieutier, K. R. Day, A. Battisti, J. C. Grégoire, and H. F. Evans (Dordrecht: Springer), 15–18.
- Göktürk, T. (2021) *Artvin ormanlarının zararlı böcekler* (pp. 119-154). *Ziraat, Orman ve Su Ürünlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler*. Bölüm 6. Gece Kitaplığı.
- Han, H. S. & Kellogg, L. D. (2000) Damage characteristics in young Douglas-fir stands from commercial thinning with four timber harvesting systems. *Western Journal of Applied Forestry*, 15(1), 27-33.
- Hartman, J., (2007). *Wound and wood decay of trees*. Kentucky pest News Entomology, Plant Pathology, Weed Science.Number 1138
- Hartsough, B. (2003) Economics of harvesting to maintain high structural diversity and resulting damage to residual trees. *Western journal of applied forestry*, 18(2), 133-142.
- Hudler, G.W. (1984) Wound healing in bark of woody plants, *Journal of Arboriculture*, 10, 241–245.
- Johnson, J.E., Miller, G.W., Baumgras, J.E. & Wes, C.D. (1998). Assessment of residual stand quality and regeneration following shelterwood cutting in central Appalachian hardwoods. *Northern Journal of Applied Forestry*, 15(4), 203–210.

- Kausrud, K., Økland, B., Skarpaas, O., Grégoire, J.C., Erbilgin, N. & Stenseth, N.C. (2012) Population dynamics in changing environments: The case of an eruptive forest pest species. *Biological Reviews*, 87, 34–51.
- Lieutier, F., Faure, T. & Garcia, J. (1988) Les attaques de scolytes et le dépérissement du pin sylvestre dans la région Provence Côte d'Azur. *Revue Forestière Française*, 40, 224–232.
- Lieutier, F., Day, K. R., Battisti, A., Grégoire, J. C., and Evans, H. F. (2004) *Bark and wood boring insects in living trees in Europe*, a Synthesis. Dordrecht: Springer.
- Liška J., Knižek M. & Vele A. (2021) Evaluation of insect pest occurrence in areas of calamitous mortality of Scots pine. *Central European Forestry Journal*, 67, 85–90.
- Lombardero, M.J., Ayres, M.P., & Ayres, B.D. (2006). Effects of fire and mechanical wounding on *Pinus resinosa* resin defenses, beetle attacks, and pathogens. *Forest Ecology and Management*, 225, 349–358.
- Mattson, W. J. & Haack, R.A. (1987) The role of drought in outbreaks of plant-eating insects. *BioScience*, 37, 110–118
- Naghdi, R., Bagheri, I., Taheri, K. & Akef, M. (2009). Residual stand damage during cut to length harvesting method in Shafaroud forest of Guilan province. *Iranian Journal of Environmental Sciences*, 60, 931–947.
- Nebeker, T.E., Hodges, J.D., Blanche, C.A. (1993). *Host response to bark beetle and pathogen colonization*, pp. 157–173. In Schowalter TD, Filip GM (eds.), *Beetle-pathogen interactions in conifer forests*. Academic, London, United Kingdom
- Nichols, M. T., Lemin, R.C., & Ostrofsky, W.D. (1994). The impact of two harvesting systems on residual stems in a partially cut stand of northern hardwoods. *Canadian Journal of Forest Research*. 24, 350–357.
- Nikooy, M., Tavankar, F., Naghdi, R., Ghorbani, A., Jourgholami, M., & Picchio, R. (2020) Soil impacts and residual stand damage from thinning operations. *International Journal of Forest Engineering*, 31(2), 126-137.
- Oner, N., Simsek, Z., & Kondur, Y. (2006) Relationships between different growth parameters and damage of harmful insects in Crimean Pine of Ilgaz Mountain, Cankiri, Turkey. *Journal of Biological Sciences*, 6(6), 1071-1076.
- Özcan, G. E., Eroğlu, M., & 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), 11-22.
- Özcan, G. E., Eroğlu, M., & Alkan Akıncı, H. (2011) Use of pheromone-baited traps for monitoring *Ips sexdentatus* (Boerner) (Coleoptera: Curculionidae) in oriental spruce stands. *African Journal of Biotechnology*, 10 (72), 16351-16360.
- Özcan, G. E., Sivrikaya, F., Sakici, O. E., & Enez, K. (2022). Determination of some factors leading to the infestation of *Ips sexdentatus* in Crimean pine stands. *Forest Ecology and Management*, 519, 120316.
- Özcan, G. E. (2017). Assessment of *Ips sexdentatus* population considering the capture in pheromone traps and their damages under non-epidemic conditions. *Šumarski List*. 1-2, 47-56.
- Öztürk, T., & Şentürk, N. (2017). Timber skidding with mules to karstic areas in Mediterranean region of Turkey. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 17(1), 209-214.
- Öztürk, T., M. İnan, M. (2022). Odun Üretim Çalışmalarından Sonra Kalan Meşçeredeki Ağaç Zararlarının İncelenmesi (Belgrad Ormanı Örneği). *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi (Kabul edilmiş makale)*”

- Price, T. S., Doggett, C., Pye, J.M., Smith, B . (1998) *A history of southern pine beetle outbreaks in the southeastern United States*. Georgia Forestry Commission, Atlanta, GA
- Raffa, K. F., Aukema, B. H., Bentz, B. J., Carroll, A. L., Hicke, J. A., Turner, M. G. & Romme, W. H. (2008) Cross-scale drivers of natural disturbances prone to anthropogenic amplification: The dynamics of bark beetle eruptions. *BioScience*, 58(6), 501– 517.
- Reeves, C. & J. Stringer. (2011). *Wildland fires' long-term costs to Kentucky's woodlands*. Kentucky Woodlands Magazine 6(3): 6–7. Schwarze, F.W.M.R., J. Engels and C. Mattheck. 2000. Fungal Strategies of Wood Decay in Trees. Springer-Verlag, 185 p
- Romeo, F., Settineri, G., Sidari, M., Mallamaci, C., & Muscolo, A. (2020) Responses of soil quality indicators to innovative and traditional thinning in a beech (*Fagus sylvatica* L.) forest. *Forest Ecology and Management*, 465, 118106.
- Schowalter, T. D. (2012). Ecology and management of bark beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in southern pine forests. *Journal of Integrated Pest Management*, 3(2), A1-A7.
- Schwab, O., Maness, T., Bull, G. & Roberts, D. (2009) Modeling the effect of changing market conditions on mountain pine beetle salvage harvesting and structural changes in the British Columbia forest products industry. *Canadian Journal of Forest Research*, 39, 1806–1820.
- Smith, D.M., Larson, B.C., Kelty, M.J. & Ashton, P. M.S. (1997) *The practice of silviculture*. Applied Forest Ecology. 9th ed. New York: John Wiley & Sons, Inc. pp. 560
- Smith, K. T. (2019) Hardwood management, tree wound response, and wood product value. *The Forestry Chronicle*, 94 (3), 292-306.
- Tavankar, F., Bonyad, A. & Majnounian B. (2015) Affective factors on residual tree damage during selection cutting and cable-skidder logging in the Caspian forests, Northern Iran. *Ecological Engineering*, 83(8), 505–512.
- Wermelinger, B. (2004) Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* – A review of recent research. *Forest Ecology and Management*, 202, 67–82