Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi
Anatolian Journal of Forest Research

http://dergipark.org.tr/ajfr

Odun üretim çalışmalarından sonra meşcerede kalan ağaçlardaki zararların incelenmesi (Belgrad Ormanı örneği)

Tolga Öztürk [1], Muhittin İnan [1*]

[1] İÜC Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 34473, Bahçeköy/İstanbul, TR

MAKALE KÜNYESİ
Geliş Tarihi:20/09/2022
Kabul Tarihi: 27/09/2022
https://doi.org/10.53516/ajfr.1177652
* Sorumlu yazar:
inan@iuc.edu.tr

Araştırma Makalesi

ÖZ

Üretim sistemlerindeki gelişmeler, yaşanır çevre içerisinde çevresel zararları en aza indirgeyerek en uygun çözüm önerilerine ulaşmayı hedeflemektedir. Çalışma konusunun temelini odun üretim çalışmaları sonrasında sürütme şeridi etrafında kalan ağaçlar üzerinde meydana gelen zararlar oluşturmaktadır. Bu çalışma için toplanan veriler, İstanbul Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Bahçeköy Orman İşletme Müdürlüğü, Bentler Orman İşletme Şefliği ormanlık alanlarındaki 90 nolu bölmedeki üretim faaliyetleri esnasında elde edilmiştir. Meşcerede üretim çalışmaları sonrasında kalan ağaçlar üzerinde oluşan zararlar kabuk ve kambiyum yaralanması şeklindedir. Araştırma sonucunda, meşcerede sürütme zonundaki toplam 296 ağaçtan 52 tanesinde farklı boyutlarda zararlar tespit edilmiştir ve zarar oranı %17,6 olarak bulunmuştur. Bu zararların genellikle sürütme şeridi merkez kenarına paralel 3 m'lik zonda oluştuğu görülmektedir. Sürütme şeridi üzerinde gerçekleştirilen sürütme, taşıma ve yükleme gibi farklı üretim aşamalarından dolayı kabuk zararlarının yerden yüksekliği değişiklik göstermiştir. Ağaç üzerindeki kabuk zararlarının yerden 310 cm yüksekliğe kadar çıktığı görülmüştür. Sonuçlara göre; odun üretim çalışmalarında ağaçlar ve çevre üzerinde meydana gelen zararlardan kaçınılması mümkün olmamakla birlikte odun üretim çalışmalarında görev alan işçi ve operatörlerin konu hakkında bilgilendirilmesi ve gerekli eğitimlerin verilmesi durumunda üretim zararlarını minimize etmek mümkündür. Odun üretim çalışmalarında sürütme şeritlerinin planlaması yapılmalı ve uygun makine seçimine dikkat edilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Belgrad ormanı, odun üretimi, meşcere zararı, sürütme şeridi

Assessment of residual tree damage after harvesting operation: case study of Belgrad Forest

ABSTRACT

Developments in harvesting systems aim to reach the most appropriate solution proposals by minimizing environmental damage in a livable environment. The basis of the study is the damages that occur on the trees remaining around the skidding trail after the logging. The data collected for this study were obtained during the harvesting activities in the section no. 90 in the forest areas of the Bahçeköy Forest District, Bentler Forest Subdistrict, under the Istanbul Regional Directorate of Forestry. The damages on the residual trees after harvesting activities in the stand are in the form of bark and cambium injuries. As a result of the research, different damages were detected in 52 of 296 trees in the skid trail in the stand and the damage rate was found to be 17.6%. These damages are generally seen to occur in the 3 m zone parallel to the skid trail edge line. The height of the bark injuries from the ground has varied due to the different production stages such as skidding, transporting, and loading performed on the skid trail, and it has been observed that the bark injuries on the tree can be found up to 310 cm above the ground. According to the results, although it is not possible to completely avoid the damages on trees and the environment in harvesting process, it is possible to minimize harvesting damages if workers and operators involved in wood harvesting activities are informed about the subject and necessary training is provided. In harvesting activities, the planning of the skid trails should be done and attention should be paid to the selection of the appropriate machine.

Key Words: Belgrad Forest, harvesting, stand damage, skid trail

Bu makaleye atıf:
Öztürk, T., İnan, M., 2022. Odun üretim çalışmalarından sonra meşcerede kalan ağaçlardaki zararların incelenmesi (Belgrad Ormanı örneği). Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 8(2), 40-45.

This article is licensed under CC BY-NC 4.0

1. Giriş

Ekolojik prensipleri temel alarak yönetilen ormanlarda üretimin devamlılığı sağlanmalıdır. Ormanlardan ekonomik olarak sürekli gelir elde etmek ülke ekonomisinde önemli bir yer tutmaktadır. Bunun yanında, ormanlar doğal kaynak alanlarıdır ve her türlü ormancılık çalışmalarında doğaya saygı kaçınılmaz olmaktadır (Jourgholami, 2012; Cudzik et al., 2017). Günümüzde orman ürünlerine olan talebin artması ormanlık alanlarının yoğun bir şekilde kullanılmasına neden olmakta ve sonuçta ormanlık alanlarda çeşitli zararların meydana gelme riski de artmaktadır (Mousavi, 2017). Özellikle odun üretim çalışmalarının yapılacağı hassas bölgelerde bununla ilgili planlamalar yapmak ve çevresel zararları en aza indirmek gerekmektedir. Meşcere içerisinde yapılan üretim çalışmaları esnasında kullanılan hayvan gücü, traktör ve vinçli hava hatları olmak üzere tüm teknikler için meşcerede belirli ölçülerde zararlar meydana gelebilmektedir (Lihai, 2000). Odun üretim çalışmalarında yaralanmalar, odunun kesim aşamasından sürütme ve taşınma aşamasına kadar tüm safhalarda gerçekleşebilmektedir. Bu zarar miktarı özellikle tomruğun sürütülerek bölmeden çıkarılmasında daha da artmaktadır. Odunun sürütülmesi esnasında kalan meşcereye ve orman toprağına çeşitli zararlar verilmektedir (Lilienua, 2003). Orman toprağında meydana gelen sıkışma ve toprak yapısının bozulması orman gelişiminde olumsuzluklar ortaya çıkarmaktadır (Öztürk et al., 2017). Üretim çalışmalarından sonrasında geriye kalan meşcerede oluşan kabuk zararları ve yaralanmalar meşcerenin sağlığını tehdit etmektedir. Bu tip meşcerelerde, özellikle böcek ve mantar zararlarının arttığı bilinmektedir (Tavankar et al., 2013).

Bölmeden çıkarma çalışmalarında sürütme yol ve şeritleri kullanılmaktadır ve bölmeden çıkarma çalışmaları sırasında bu yol ve şeritlerinin çevresinde çeşitli zararlar görülebilmektedir. Bu zararlar şerit üzerinde çalışan makineler veya sürütülen tomruk nedeniyle meydana gelmektedir. Yaralanmalar genellikle yol veya şeridin çevresinde oluşmaktadır. Yaralanma yükseklikleri kullanılan makine tipine göre değişmekle birlikte çoğunlukla ağaçların alt kısmında veya biraz daha yüksekte meydana gelir. Odun üretim çalışmalarından sonra kalan meşcerede meydana gelen zararlar; üretim makinelerine, meşceredeki ağaç türlerine, müdahale yoğunluğuna, sürütme yol ve şeritlerinin planlama şekli ve düzenine, ağaç yoğunluğuna, ağaç boyutlarına ve sürütme yol ve şeritlerinin genişliği gibi farklı değişkenlere bağlıdır. Meşcerede oluşan bu zararlar, sürütme şeridi kenarında ve yakınında olmak üzere ikiye ayrılabilir (Stehman and Davis, 1997).

Odun üretim çalışmalarının daha etkin, verimli ve çevresel zararların minimum olabilmesi için sürütme yol ve şeritlerinin planlaması çok önemlidir. İyi bir planlama sonucunda orman toprağına, ağaçlara ve alandaki fidanlara verilen zararlar azaltılabilir (Adekunle and Olagoke, 2010). Bu planlama çalışmaları yanında zararların azaltılabilmesi için üretim çalışmalarında modern üretim makinalarının kullanılması önemlidir (Karaszewski et al., 2013). Odun üretim çalışmalarında ağaçların kesim aşamalarında devirme yönlerinin doğru bir şekilde belirlenmesi sürütme çalışmalarına kolaylık sağlayacağı için bu zararlar üzerine etkilidir (Jackson et al., 2000).

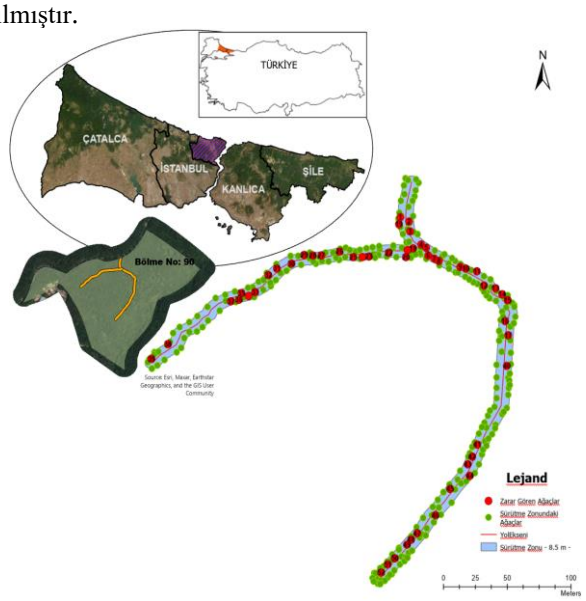
Bu çalışmada odun üretim çalışmasında farklı amaçlarla kullanılan traktörler tarafından kullanılan bir sürütme şeridi merkezine belirli uzaklıkta bulunan ağaçlarda meydana gelen zararlar incelenmiştir. Sürütme şeridi çevresinde meydana gelen zarar tiplerinin belirlenmesi yanında ağaçlardaki yara boyutları, ağaç gövdelerindeki zarar yükseklikleri ve bu zarar gören ağaçların sürütme merkezine olan uzaklıkları tespit edilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Araştırma alanı

Bu çalışma İstanbul Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı, Bahçeköy Orman İşletme Müdürlüğü, Bentler Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Çalışma alanı 140-160 m rakımları arasında bulunmaktadır. Alanın yamaç eğimleri %5-15 arasında değişiklik göstermektedir. Ortalama yağış miktarı 1040 mm/yıl arasında değişiklik göstermekte olup, kışlar yağışlı, yazlar sıcak ve nemli geçmektedir.

Çalışma alanı 90 numaralı bölme içerisinde yer almakta olup, meşcere Karaçam (*Pinus nigra*), Gürgen (*Carpinus betulus*), Kestane (*Castanea sativa*) ve Meşe (*Quercus* sp.) gibi türleri içermektedir. Üretim alanı içerisindeki ağaçlar motorlu testere ile kesildikten sonra bulunduğu yerde dallar ve tepesi alınarak boylanmıştır. Üretimi yapılan ürünler 3 m boyunda tomruk ve 1,25 m boyutunda sanayi odunu şeklindedir. Bölmeden çıkarma çalışmaları 500 m uzunluğundaki sürütme yolu üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmalardaki sürütme, yükleme ve taşıma işlemleri tarım traktörleri yardımıyla yapılmıştır.

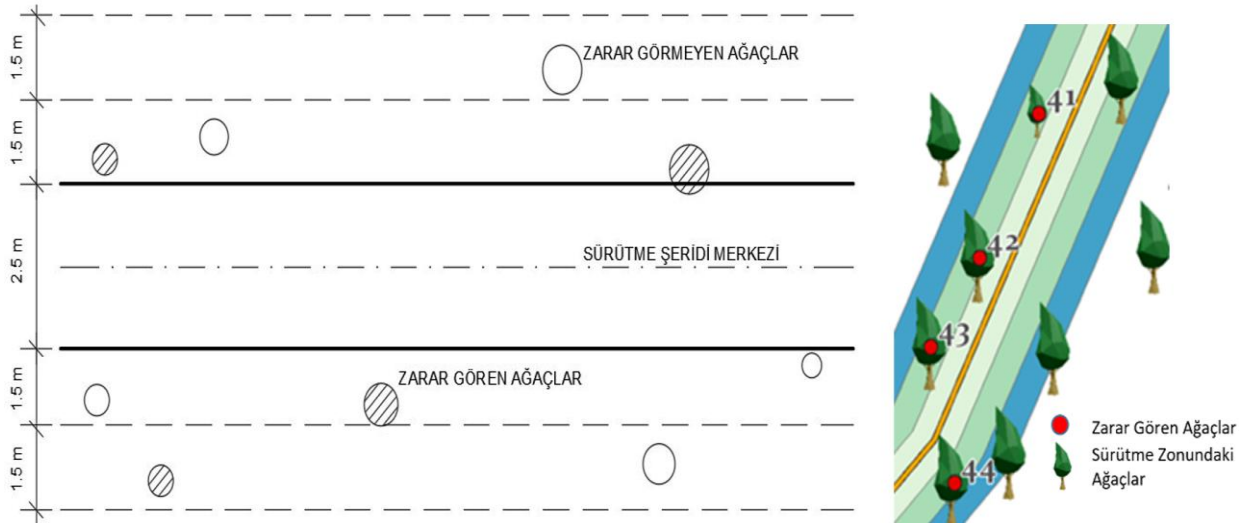


Şekil 1. Çalışma alanı

2.2 Yöntem

Çalışmada odun üretiminin yapıldığı alandaki sürütme şeridi incelenmiştir. Bu sürütme şeridi boyunca şeridin kenarlarından itibaren 3 m genişliğe kadar bir alan değerlendirilmiştir (Şekil 2). Bu alan boyunca bulunan ağaçların göğüs çapı yükseklikleri ve boyları belirlenerek alandaki ağaçların ortalama boy ve göğüs çapları bulunmuştur. Öncelikle, odun üretim çalışmaları

tamamlandıktan sonra sürütme şeridi kenarlarında oluşturulan bu örnek alanda zarar gören ağaçlar işaretlenmiş ve fotoğraflanmıştır. Aynı zamanda alan içerisindeki zarar görmeyen ağaçlarda sayılarak kayıt altına alınmıştır. Sürütme şeridi çevresinde zarar gören ağaçların şeride mesafeleri ölçülmüş ve şeride yakınlıkları tespit edilmiştir. Daha sonra zarar gören ağaçlarda meydana gelen kabuk zararlarının boyutları (genişlik, yükseklik ve derinlik) cm olarak ölçülmüştür. Ayrıca, kabuk zararlarının ağaç gövdesinin hangi bölgesinde ve yerden yükseklikleri de cm olarak ölçülerek kaydedilmiştir. Arazi çalışmaları sırasında yaralanan ağaçların fotoğraflarının alımları sırasında her fotoğrafta cm taksimatlı çelik metrenin görüntülenmesine özellikle dikkat edilmiştir. Fotoğraflar üzerinden ölçüm yapabilmek amacıyla her fotoğraf AutoCAD programına aktarılmıştır. Fotoğraflardaki çelik metre görüntülerden yararlanılarak CAD programında "scale ve allign" komutları yardımıyla fotoğraflar ölçeklendirilmiş ve hesaplamaları yapılan ölçekli fotoğraflardan yara alanlarının yüzeyi cm^2 olarak bulunmuştur.



Şekil 2. Sürütme şeridi çevresindeki zarar gören ve görmeyen ağaçların tespit edilmesi

Zarar gören ağaçlarda yaranın konumu (Ağaçların yerden yüksekliği cm olarak sınıflandırılarak yüksekliğe göre yara sayısı ve oranı), yaranın boyutu (250 cm^2 küçük, 251-500 cm^2 arası, 501 – 750 cm^2 arası ve 751 cm^2'den büyük) ve yaranın derecesi (derin, sıyrık) şeklinde sınıflandırmalar yapılmıştır.

Üretim alanı içerisinde yer alan sürütme şeridinin toplam uzunluğu 500 m'dir. Şeridinin genişliği ortalama 2,5 m olup, şerit eğimi %2-4 arasında değişiklik göstermektedir. Şerit üzerinde tarım traktörleri ile sürütme, taşıma ve yükleme çalışmaları yapılmıştır. Alanda kullanılan tarım traktörü Massey Ferguson 285S modeldir (Şekil 3).



Şekil 3. Sürütme şeridinde farklı amaçlarla kullanılan traktörler

3. Bulgular ve Tartışma

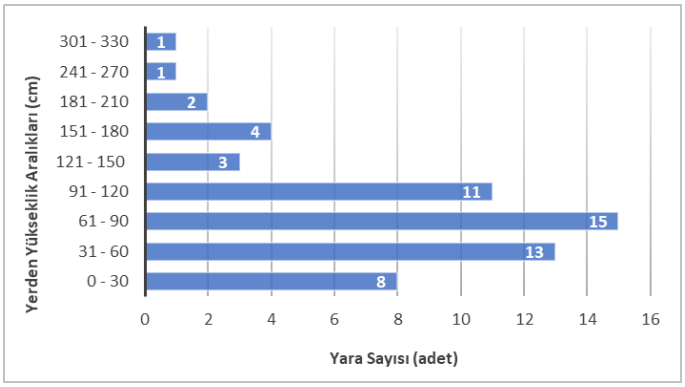
Yapılan bu çalışmada sürütme şeridinin merkezi esas alınarak sağa ve sola doğru 4.25 m'lik bölge çalışmaya dâhil edilmiş ve bu alanda zarar gören ve görmeyen tüm ağaçlar belirlenmiştir. Sürütme şeridinin çevresinde belirlenen bu bölge içerisinde 244 adet zarar görmeyen ve 52 adet çeşitli şekillerde zarar görenağaç tespit edilmiştir. Tavankar et al. (2013)'nın İran Caspian Ormanında yapmış oldukları bir çalışmada kesme ve sürütme çalışmaları incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarında incelenen alandaki 838 ağaçtan 125 adedinin zarar gördüğü tespit edilmiştir. Athanassiadis (1997)'nin İsveç'in Güneydoğusunda

bulunan karışık meşcerelerde yaptığı çalışmada zarar oranı %6,5 olarak bulunmuş ve zarara neden olan araç ve yol genişliklerinin etkisi araştırılmıştır. Diğer bir çalışmada Ficklin et al. (1997) lastik tekerlekli traktörler ile yapılan sürütme çalışmalarında meşceredeki zararı %47, hayvanlarla yaptıkları sürütme çalışmalarında zararı %43 olarak bulmuşlardır. Karazsweski et al. (2013) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise, yaş sınıfları zarar boyutlarına göre incelenmiş ve üretimden sonra meşcerede kalan yaşlı ağaçlarda zararın daha az olduğu tespit edilmiştir. Trabzon Maçka bölgesindeki ladin ormanlarında yapılan diğer bir çalışmada, 600 metre uzunluğundaki bir sürütme yolu çevresindeki zarar oranının %47 olduğu tespit edilmiştir (Ünver and Acar, 2009). Bu çalışmada sürütme şeridi etrafında zarar gören ağaçlar Akasya (1 adet, %1,80), Gürgen (2 adet, %3,9), Karaçam (26 adet, %50), Kayın (4 adet, %7,7), Kestane (2 adet, %3,9), Meşe (13 adet, %25) ve Sarıçam (4 adet, %7,7)'dır. Bu şerit çevresinde zarar gören ağaçların çap ve boy dağılımları Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Çalışma alanındaki zarar gören ağaçların göğüs çapı ve ağaç boyu dağılımları

Göğüs Çapı Dağılımı			Ağaç Boyu Dağılımı		
(cm)	**(adet)**	**%**	**(m)**	**(adet)**	**%**
0 - 10	3	5.8	5 - 10	8	15.4
11-20	12	23.1	11 - 15	25	48.1
21 - 30	30	57.6	16 - 20	15	28.8
31-40	7	13.5	21 - 25	4	7.7
Toplam	**52**	100	**Toplam**	**52**	100

Meşcerede üretim çalışmaları sonrasında kalan ağaçlar üzerinde oluşan zararlar kabuk ve kambiyum yaralanması şeklindedir. Kabuklarda kopma, yırtılma ve sıyrık şeklinde zararlar görülmüştür. Ağaç gövdelerinde meydana gelen zararın yükseklik basamaklarına dağılımı Şekil 4'te gösterilmiştir.



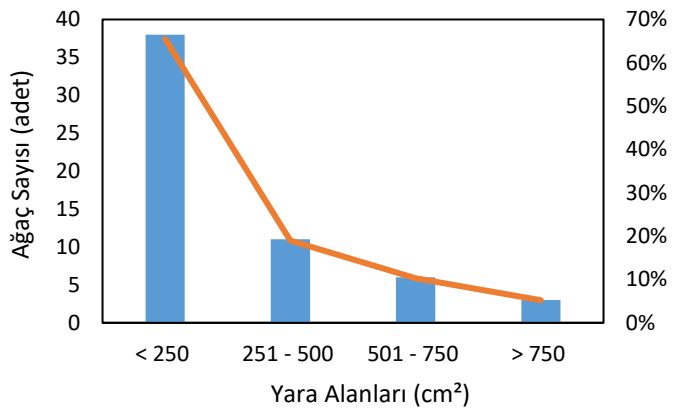
Şekil 4. Ağaç gövdelerinde meydana gelen zararın yerden yükseklik dağılımı

Lilienau (2003) tarafından Avusturya'da dört farklı makine ile yapılan çalışmalarda ağaçlar gövdelerinin kök bölgesinde meydana gelen zararlar, 0,3 m'ye kadar olan zararlar ve 1,0 m'ye kadar olan zararlar şeklinde sınıflandırma yapılmıştır. Bu çalışmada ağaç gövdelerinde yükseklik bakımından zararın en fazla görüldüğü yükseklikler 61 – 90 cm aralığındadır (15 adet - %25,8). Jourgholami (2012)'nin İran Hyrcanian Ormanında yaptığı bir çalışmada ağaçlarda meydana gelen zararların 1 metreye kadar olan bölümde daha fazla bulunduğu belirlenmiştir. Her iki çalışmada da ağaç gövdelerindeki zarar yükseklikleri yaklaşık çıkmıştır. Ağaçlarda meydana gelen zararların %11,5'i (6 adet) sıyrık, geriye kalan %88,5 (46 adet)'i ise kabuğun tamamen kalkması ve kopması şeklinde kambiyuma kadar olan zararlardır. Yara boyutunun cm2 olarak belirlenmesinde yapılan ölçümler ve yara alanlarının belirlenmesi Şekil 5'te gösterilmiştir.

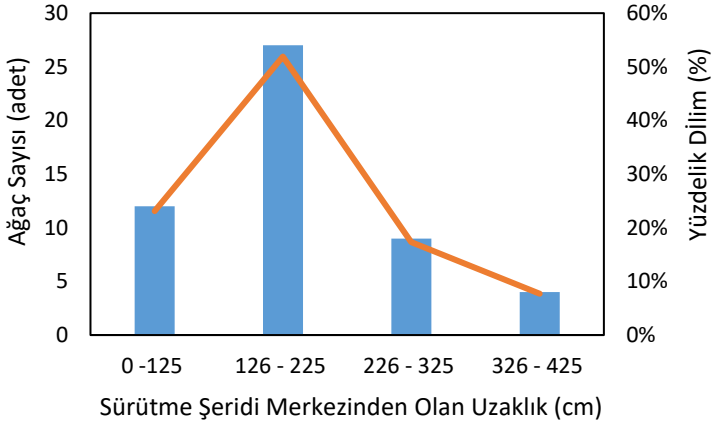


Şekil 5. Ağaçların gövdelerinde meydana gelen zarar boyutlarının belirlenmesi

Çalışma alanında sürütme şeridi etrafında zarar gören ağaçların yara boyutları sınıflandırılmıştır (250 cm^2'den küçük, 251-500 cm^2 arası, 501 – 750 cm^2 arası ve 751 cm^2'den büyük). Bu sınıflandırmaya göre yara boyutunun %65,5'i 250 cm^2'den düşük bulunmuştur (38 adet) (Şekil 6). Yara derinliklerinin özellikle iğne yapraklı ağaç türlerinde daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Sürütme çalışmalarında yaralar ağaç gövdesinde alt bölgelerde olmakla birlikte, taşıma çalışmalarında ortalama 120 cm'ye kadar yükselmekte ve son olarak yükleme çalışmalarının yapıldığı bölgelerde 310 cm'ye kadar olduğu gözlemlenmiştir. Sürütme şeridinin merkezi ölçümlerde esas alındığından bu merkeze göre zarar gören ağaçların merkezden uzaklıkları tespit edilmiştir. Buna göre; toplam zarar gören 52 adedin 27 adedi sürütme şeridi merkezinden 126 – 225 cm aralığında bulunmaktadır (Şekil 7). Bu konuda Froese and Han (2006)'ın yaptığı bir çalışmada yaralanmaların %68'inin sürütme şeridinin merkez hattına 4 m mesafede meydana geldiği tespit edilmiştir. Aynı çalışmada meşcerede kalan ağaçların %37,4'ünün zarar gördüğü ve zararın ağacın 2 m yüksekliğine kadar çıktığını görülmektedir. Ağaçlarda meydana gelen zararlar yaranın boyutuna göre ağacın yıllar içinde gücünü azaltmaktadır. Bu durum ağacın dış etkenlere karşı açık olmasına neden olmakta ve iler ki dönemlerde kalite kayıplarına neden olmaktadır (Yılmaz and Akay, 2008; Tavankar et.al., 2015).



Şekil 6. Yara boyutunun (cm^2) ağaç sayısı ve yüzdelik dilim dağılımı



Şekil 7. Zarar gören ağaçların sürütme şeridi merkezinden olan uzaklık dağılımı

Yapılan çalışma sonucunda araziden toplanan veriler ışığında ilgili istatistiki parametreler Çizelge 2'de sunulmuştur. Bu çalışma alanında meşcere orta boyu 14 m olup, ortalama göğüs çapı (1,30 m) 24 cm'dir.

Ağaçlarda meydana gelen yaraların yerden ortalama yüksekliği 89 cm olup, oluşan yara alanlarının ortalama boyutu 249 cm^2'dir. Zarar gören ağaçların sürütme şeridi merkezine olan ortalama uzaklığı ise 202 cm olarak belirlenmiştir.

Çizelge 2. Çalışma alanı ile ilgili istatistiksel parametreler

Faktör	Ağaç Boyu (m)	Göğüs Çapı (cm)	Yara Sayısı (adet)	Yara Ebatları (cm)			Yaranın yüksekliği (cm)	Yara Alanı (cm^2)	Ağacın Sürütme Şeridine Uzaklığı (cm)
				Derinlik	Genişlik	Uzunluk			
Ort.	14	24	1	1	13	39	89	249	202
Mak.	21	37	2	3	33	160	310	1550	425
Min.	5	7	1	0.3	2.5	4	3	19	125
Std.Sap.	3,57	7,11	0,31	0,70	6,22	32,06	60,73	281,34	81,00

4. Öneriler

Odun üretim çalışmalarında sürütme şeritlerinin çevresindeki ağaçlarda oluşabilecek zararın azaltılması çok önemlidir. Yapılan birçok çalışmanın neticelerine göre odun üretim çalışmalarında ağaçların yaralanması şeklindeki zararlardan tamamen kaçınmamız mümkün değildir. Bu nedenle meşcerelerde meydana gelen zararları minimize etmek için bu çalışmanın sonucunda çeşitli öneriler getirilmiştir. Öncelikle, tüm ormancılık çalışmalarında olduğu gibi odun üretim çalışmalarında da meşcerelerde meydana gelebilecek zarar şekilleri çalışan işçilere eğitim şeklinde verilmelidir. Meşcere içerisinde yapılan çalışmalarda özellikle yükleme çalışmalarının sık meşcere içerisinde yapılmasına izin verilmemelidir. Ürün öncelikle sürütülüp belirli açık bir alanda toplanmalı ve daha sonra yükleme yapılmalıdır. Meşcere içerisinde açılacak olan sürütme şeritlerinin genişliklerinin kullanılacak makine tipine göre belirlenmesi gerekmektedir. Sürütme şeritlerinin dar ve kullanılan traktör boyutlarının büyük olduğu alanlarda zarar artmaktadır. Böcek zararlarının yoğun olduğu ormanlık alanlarda kabuk zararlarının fazla olması sekonder zararlı böceklerin ağaçlara arız olmasına neden olacaktır. Bundan dolayı üretim çalışmaları esnasında ortaya çıkan büyük kabuk zararlarının gözden kaçırılmaması gerektiği hallerde bu ağaçlarında meşcereden uzaklaştırılması gerekmektedir.

Kaynaklar

Adekunle, V.A.J., Olagoke, A.O., 2010. The impacts of timber harvesting on residual trees and seedlings in a tropical rain forest ecosystem, southwestern Nigeria. International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management, 6(3-4): 131-138.

Athanassiadis, D., 1997. Residual stand damage following cut-to-length harvesting operational with a farm tractor in two conifer stands. Silva Fennica, 3(14): 461-467.

Cudzik, A., Brennensthul, M., Bialczyk, W., Czarnecki, J., 2017. Damage to soil and residual trees caused by different logging systems applied to late thinning. Croat, J. For, En., 38(1): 83-95.

Ficklin, R.L., Dwyer, J.P., Cutter, B.E., Draper, T., 1997. Residual tree damage during selection cuts using two skidding systems in the Missouri Ozarks. 11th Central Hardwood Conference, Columbia.

Froese, K., Han, H.S., 2006. Residual stand damage from cot-to-length thinning of a mixed conifer stand in Northern Idoha. West J. Appl. For., 21(3): 142-148.

Jackson, S.M., Fredericksen, T.S., Malcolm, J.R., 2000. Area disturbed and residual stand damage following logging in a Bolivian tropical forest. Forest Ecology and Management, 166: 271-283.

Jourgholami, M., 2012. Environmental impacts to residual stand damage due to logging operations in Hyrcanian Forest. Notulae Scientia Biologicae, 4(3): 65-69.

Karaszewski, Z., Giefing, D.F., Mederski, P.S., Bembenek, M., Dobek, A., Stergiadou, A., 2013. Stand damage when harvesting timber using a tractor for extraction. Forest Research Papers, 74(1): 27-34.

Lihai, W., 2000. Environmentally Sound Timber Extracting Techniques for Small Tree Harvesting. Journal of Forestry Research, 11(4): 269-272.

Lilienau, B.L., 2003. Residual stand damage caused by mechanized harvesting systems. Proceedings of Austro2003 Meeting: High Tech Forest Operations for Mountainous Terrain. Schlaegl, Austria, pp.1-11.

Mousavi, R.M., 2017. Comparison of damage to residual stand due to applying two different harvesting methods in the Hyrcanian Forest of Iran: cut-to-length vs. tree length. Caspian J. Environ. Sci., 15(1): 13-27.

Öztürk, T., Sevgi, O., Akay, A.E., 2017. Impact assessment of log skidding on soil condition of skid roads during ground-based logging in a plantation forest in Istanbul, Turkey. Bosque, 38(1): 41-46.

Stehman, S.V., Davis, C.J., 1997. A Practical Sampling Strategy for Estimating Residual Stand Damage. Canadian Journal of Forest Research, 27 (10): 1635-1644.

Tavankar, F., Majnounian, B., Bonyad, A.E., 2013. Felling and skidding damage to residual trees following selection cutting in Caspian Forests of Iran. Journal of Forest Science, 59(5): 196-203.

Tavankar, F., Bonyad, A., Marchi, E., Venanzi, R., Picchio, R., 2015. Effect of logging wounds on diameter growth of beech (Fagus orientalis Lipsky) trees following selection cutting in Caspian Forests of Iran. New Zealand Journal of Forestry Science, 45(19):1-7.

Ünver, S., Acar, H.H., 2009. Evaluation of Residual Tree Damage in Sloping Areas Due to Harvesting Operations by Manually. Austrian Journal of Forest Science, 126(3): 119-132.

Yılmaz, M., Akay, A.E., 2008. Stand damage of a selection cutting system in an uneven aged of Çimendagi in Kahramanmaraş-Turkey. International Journal of Natural and Engineering, 2(1): 77-82.