



## Ovacık özelinde kızılçam ve karaçam meşcerelerindeki kırık ve devrik olaylarının planlama ve meşcere rehabilitasyonu bakımından incelenmesi

### A research of breakage and blowdown events in red pine and black pine stands in terms of planning and stand rehabilitation in Ovacık

Mustafa BATUR<sup>1\*</sup>, Niyazi ÖZÇANKAYA<sup>1</sup>, Erdal ÖRTEL<sup>1</sup>

<sup>1</sup>T.C. Orman Genel Müdürlüğü, Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmir/Türkiye.

Sorumlu yazar:  
Mustafa BATUR

E-mail:  
mustafabatur01@ogm.gov.tr

Gönderim Tarihi:  
19/08/2021

Kabul Tarihi:  
20/10/2021

Bu makaleye atf vermek için:  
Batur, M., Özçankaya, N., Örtel, E. 2021. Ovacık özelinde kızılçam ve karaçam meşcerelerindeki kırık ve devrik olaylarının planlama ve meşcere rehabilitasyonu bakımından incelenmesi. Ağaç ve Orman, 2(2), 35-51.

#### Özet

Ülkemizde kırık ve devrik olaylarından zarar gören meşcerelerin bakım ve rehabilitasyonu konusunda bilgi eksikliği bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı; 3 kapalı ve orta yaşlı Karaçam (59-82) ve Kızılçam (37-48) meşcerelerinde, kalan fertlerdeki kırık oranlarına göre çap, boy ve hacim artımları ile sağlık durumlarını izlemektir. Bu çalışmada, 30 Aralık 2014 ile 1 Ocak 2015 tarihleri arasında İzmir Orman Bölge Müdürlüğü, Bayındır Orman İşletme Müdürlüğü, Ovacık bölgesinde meydana gelen kırık ve devrik zararından etkilenen örnek ağaçlar 5 yıllık bir periyot içinde izlenmiştir. Bununla birlikte Ovacık Araştırma ormanındaki tüm meşcerelerin durumu ve yapılan uygulamalar da gözlenmiştir. Bu izleme ve tespitler ile normal yapısı bozulmuş meşcerelerin nasıl bir silvikültürel işleme ve planlamaya tabi tutulması gerektiği konusunda sonuçlar çıkarmaktır. Bu amaçla, hasarlı karaçam meşceresinden 33, kızılçam meşceresinden 18 örnek ağaç alınarak izlenmiştir. Çap, boy ve hacim artım yüzdeleri bağımlı değişken kırık oranı ise bağımsız değişken alınarak regresyon analizine tabi tutulmuştur. Değişkenler arası ilişki aranmış ancak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Periyot boyunca örnek meşcerelerdeki sağlık durumu ve alınan örnek ağaçlardan kuruyan ağaçlar not edilmiştir. Toplanan veriler analiz edildikten sonra, tespitler ve gözlemlerle birlikte kırık ve devrikten zarar görmüş meşcerelerin restorasyonu ve yönetimi için iyi uygulamalar paketi önerilmiştir. Her iki tür için taç kırık oranı %75'ten fazla olan ağaçlar, devrikler, yatıklar, dip gövde kabuğu kalkanlar, 1m.'den fazla kırık yarısı olan ağaçlar alandan derhal çıkarılmalıdır. Kapalılığı %50'den aşağı düşen meşcereler hemen tensile alınmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Kırık, Devrik, Karaçam, Kızılçam

#### Abstract

In our country, there is a lack of information on the maintenance and rehabilitation of stands damaged with breakage and overturned events. The aim of the study is to monitor the increase in diameter, length and volume of the damaged individuals and their health status at 3 canopy level and middle aged Larch (59-82) and Red Pine (37-48) stands. In this study, sample trees which were affected by the damaged with breakage and overturned that occurred in İzmir Regional Directorate of Forestry, Bayındır Forestry Directorate, Ovacık region between the days of 30 December 2014 and 1 January 2015 were observed for a period of 5 years. In addition, the status of all stands and treatments in the Ovacık Research forest were also observed. By means of the monitoring and determinations, were concluded about what kind of silvicultural treating and planning the stands with degraded normal structures should be subjected to. For this purpose, 29 sample trees were taken from Black Pine stands and 18 sample trees from Red Pine in damaged stands and they were monitored. The diameter-length and the volume increment percentages were subjected to regression analysis by taking as the dependent variable, while the fracture rate as the independent variable. A relationship was sought between variables, but no significant relationship was found. The health status of the sample stands and the dried trees from the sample trees were noted throughout the period. Analyzing the collected data, a recommendation package of good practices was proposed for the restoration and management of broken and overturned stands, by the determinations and observations. For both species, trees with a crown fracture rate of more than 75%, overturns, slumps, bottom trunk bark injured, and trees with more than 1 m of fracture wounds should be removed from the area immediately. Stands with less than 50% canopy should be regenerated immediately.

**Keywords:** Breakage, Blowdown, *Pinus nigra*, *Pinus brutia*

## 1. Giriş

Bilindiği gibi dünyada ve ülkemiz ormanlarında zaman zaman olağanüstü hava koşullarından kaynaklı büyük alanlarda kırık ve devrikler oluşmaktadır. Bu devrikler genellikle şiddetli rüzgar hareketleri, kar ve buzlanma olaylarının tek başına veya birlikte etkisinden kaynaklanmaktadır.

Özellikle sert iklim koşullarına adapte olmamış ormanlık alanlarda ekstrem hava koşulları oluştuğunda kısa sürede büyük alanlarda orman yıkımları oluşabilmektedir. Bu zararlar genellikle kırık ve devrik olarak ortaya çıkar. Kimi kaynaklarda bu hasarların ekosistemin kendini güçlendirmesi için doğal bir süreç olduğu da savunulmaktadır (Holling, 1973; Denslow, 1985; Attiwil, 1994).

Kırık ve devrik olayları; 1-organizmaların ekolojik ortamlarının değişmesi, 2- organizma hareketinin değişmesi, 3- peyzaj ve peyzajın ekolojik süreçlerinin değişmesi, 4- orman yapısının değişmesi, 5- tür çeşitliliği ve işlevlerinin değişmesi, 6- evrimsel değişim ve doğal seleksiyonun teşvik edilmesi gibi önemli değişikliklere neden olurlar (Lugo 2008).

Kırık ve devrik olayları meşcere dinamiklerini ve ormanlarda yapılan planlamanın normal düzenini bozmaktadır. Bununla birlikte odun üretim arzını, işletmenin mali durumunu ve pazar fiyatlarını da alt üst edebilmektedir (Nieuwenhuis ve Fitzpatric 2002; Atay 1979; Albrech 2012; Stathers vd. 1994).

Avrupa'da her yıl ortalama 4 milyon m<sup>3</sup> ağaç kar kırıklarından etkilenmektedir. Kar ve buzlanma nedeniyle oluşan kırıklar daha çok Avrupa'nın Kuzey bölgelerinde görülmektedir. (Nykänen vd. 1997; Gardener vd. 2013). 1967'de Almanya ve İsveç'in güneyinde 10 milyon m<sup>3</sup>, 1972'de Almanya'nın kuzey bölgesinde 17 milyon m<sup>3</sup>, 1984'de Orta Avrupa'da yaklaşık 25 milyon m<sup>3</sup> ağaç şiddetli rüzgar ve fırtına nedeniyle zarar görmüştür (FAO 1995; Engür 2010). Yapılan bir literatür incelemesinde 1950 ile 2000 yılları arasında Avrupa'daki orman hasarlarının, %53'ünün olağanüstü hava koşullarından, %16'sının yangınlardan, %8'nin kabuk böceklerinden, %8'nin ise diğer biyotik faktörlerden kaynaklı olduğu bildirilmektedir. (Schelhaas, 2008). 2000'den önceki son 60 yılda Avrupa'da olağanüstü hava koşullarından kaynaklı zararların yangınların bile önüne geçtiği görülmektedir. Meydana gelen 130'dan fazla rüzgar fırtınasında zarar gören ormanlar tüm Avrupa'daki biyotik ve abiyotik kaynaklı zararların %50'sinden fazladır (EFI, 2000).

1999 yılında Avrupa'da meydana gelen rüzgar ve fırtına kaynaklı kırık devrik olayları 1860'tan bu yana Avrupa'da görülen en büyük orman hasarıdır. Danimarka, Fransa, Almanya, Avusturya ve İsviçre'deki ormanlarda 180 milyon m<sup>3</sup> kırık ve devrik oluşmuştur. O yıllarda tüm Avrupa'nın yıllık odun üretimi ise 250 milyon m<sup>3</sup> civarındadır (CTBA, 2004).

İngiltere 1953, 1968, 1976 ve 1987 yıllarında büyük fırtınalar geçirmiş ve bu olaylarda toplamda 5 milyon m<sup>3</sup> ağaç zarar görmüştür. 1990 yılındaki kırık ve devriklerde Almanya'da

65 milyon m<sup>3</sup>, Fransa'da 7 milyon m<sup>3</sup>, İsviçre'de 7 milyon m<sup>3</sup>, İsveç'te 1 milyon m<sup>3</sup> ağaç zarar görmüştür (CTBA, 2004; Engür, 2010).

1998 yılında Amerika'nın Kuzey ve Kanada'nın Güney bölgelerinde oluşan buz fırtınalarından yaklaşık 6,88 milyon ha. orman alanı etkilenmiştir. Tüm eyaletlerdeki ortalama taç kaybı %22 olarak hesaplanmıştır (Miller, 1999).

Geçmişten bu yana ülkemiz ormanlarında da bazı önemli kırık ve devrik olayları yaşanmıştır. 1929 kışında Bozüyük ormanlarında meydana gelen kırık ve devriklerde 17.000 civarında Gökmar ve Çam ağacı devrilmiştir. Bolu Orman Bölge Müdürlüğü'nde 1962 yılının 15-16 Mart gecesinde fırtınadan kaynaklı yaklaşık 700.000 m<sup>3</sup> devrik oluşmuştur (Atay 1979). 2000-2004 yılları arasında Ilgaz Dağı Milli Parkı'nda (Kastamonu bölümü) meydana gelen kırık ve devriklerde 506,5 ha. alan zarar görmüş ve toplam 22.500 m<sup>3</sup> olağanüstü eta oluşmuştur (Ünal vd. 2007).

Ülkemizdeki en büyük kırık ve devrik olaylarından birisi 2001 yılında yaşanmıştır. Türkiye'nin Kuzeybatısında meydana gelen olayda Bursa, Balıkesir, Çanakkale, Bolu, Sakarya, Kütahya, Eskişehir, İzmir Orman Bölge Müdürlüklerindeki ormanlar etkilenmiştir. Kırık ve devrik nedeniyle alınan olağanüstü hasılat etası 3,5 milyon m<sup>3</sup>'ü bulmuştur (Engür, 2010).

2014-2015 kışında İzmir Orman Bölge Müdürlüğü'nün çoğunluğu Bayındır işletmesinde olmak üzere meydana gelen kırık ve devrik olayları 44.862 ha. alanın zarar görmesine ve 696.976 m<sup>3</sup> olağanüstü hasılatın oluşmasına neden olmuştur (Anonim, 2020).

Ormanların işletilmesindeki birinci ilke **süreklilik** ilkesidir (Eraslan 1982). Bir plan ünitesinde süreklilik ilkesinin sağlanabilmesi için uyulması gereken ilk kural *alan ve servet* sürekliliğinin sağlanması ve her plan döneminde kontrol edilmesi gerekir. Bunun anlamı optimal kuruluşa yakınlaşmadır. Optimal kuruluşa yaklaşmayan bir orman yönetim şekli sürdürülebilir değildir.

Ülkemiz ormanları tür ve doğal form özelliklerine göre farklı işletme şekillerinde işletilmektedir. Bu işletme şekillerinde değişik yaşlı koru ormanlarında alan, servet ve çap sınıflarının kontrolü esas alınırken aynı yaşlı koru ormanları için alan, servet ve yaş sınıflarının kontrolü esastır. Planlamada işletme sınıfı ormanları önceden kararlaştırılmış olan optimal bir yapıya ulaştırılmaya çalışılır. Optimal yapının korunması ise üretimin sürekliliğini garanti eder. Ancak her ne kadar planlamada sürekli olarak optimal yapıya ulaşma hedefi konsa da istem dışı birçok olay, yanlış uygulamalar, üretim ve yönetim planındaki değişiklikler optimal kuruluşların oluşmasını veya devamlılığını engellemektedir. Çünkü orman ekosistemi kontrol edilmesi güç çok sayıda biyotik ve abiyotik etkilere açıktır. Çok büyük alanlardaki bu olumsuz etkiler standart bir tarla veya fabrikadaki üretim düzeninin belli standartlarla kontrol edilmesine benzemektedir. Bu yüzden bir bütün olarak canlı bir ekosistem olan ormanların planlanması oldukça güçtür. Sayılan sebeplerle, genellikle işletme sınıflarında arzu edildiği gibi standart bir optimal yapı oluşmaz. Bununla

birlikte ormanı optimal kuruluşa mümkün olduğunca yakın tutmak önemli ve her zaman bozuk bir yapıdan daha iyidir.

Ormanlar amenajman planlarına göre işletilirler. Bilindiği gibi yaş sınıfları metodu ile planlanan bir işletme sınıfı hakim tür baz alınarak, daha önceden işletme amacına göre karar verilmiş belli bir idare süresine göre işletilir. Örneğin odun üretim amaçlı bir kızılçam işletme sınıfında idare süresi 60 yıl alındıysa işletme sınıfı alanları ortalama bonitete göre redükte edilerek 10'ar yıllık planlama periyotlarına bölünerek her yaş periyodunda eşit alan bulunması hedeflenir. Buna göre bir kesim planı yapılarak bakım ve gençleştirme alanları ile etaları belirlenir (Eraslan, 1978; Asan, 1998; OGM, 2017). Böylece yıllık odun üretimi de eşit hasıla alınacak şekilde düzenlenmiş olur. Planlar her 10 yılda bir yenilenecek ormanın durumu kontrol edilirken optimal kuruluşa ulaşmak için ormanın aktüel yapısı belirlenir ve geleceği yeniden planlanır. İşte bu süreç içinde eğer işletme sınıfı kırık, devrik, yangın gibi olağanüstü hasarlardan etkilenmiş ise planın işlenmesi sekteye uğrar ve plan değişikliği istenir (Atay, 1979; Eraslan, 1982; Stathers vd. 1994).

Çalışmanın amacı ve gerekçesi:

Çalışmada kırık ve devrik olayına maruz kalan meşcerelerin ormancılık uygulamaları bakımından nasıl değerlendirileceği amaçlanmıştır.

Olağanüstü hava koşulları nedeniyle meydana gelen kırık ve devrikler meşcerelerde; kapalılık, servet, yaş sınıflarının alan dağılımını ve artımı etkilediğinden silvikültür ve amenajman planı uygulamalarının işleyişini bozmaktadır (Atay, 1979; Lugo, 2008). Ayrıca özellikle ince mamul ve genel hacim kaybına yol açar (Nieuwenhuis and Fitzpatric 2002). Bu yüzden kırık ve devrik yoğunluğu, meşcerelerle ilgili verilecek kararlarda tereddütlere yol açmaktadır. Örneğin;

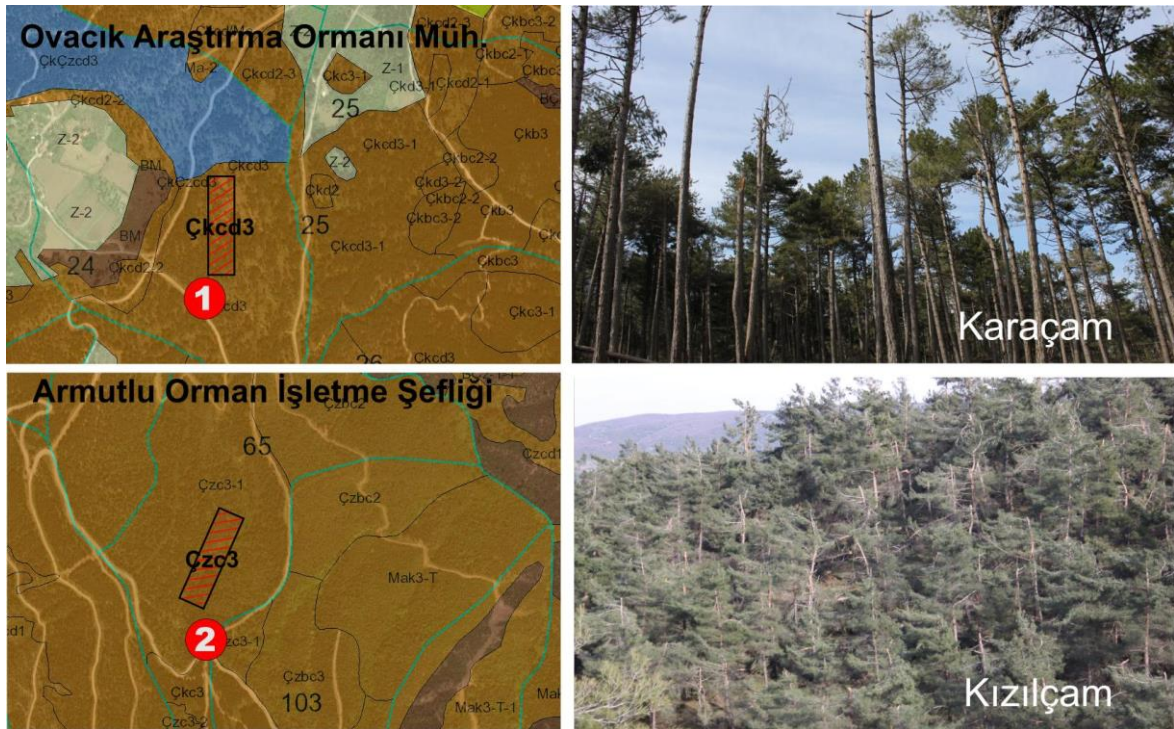
yoğun kırık ve devrik nedeniyle kapalılığı bozulan bir meşcereyi idare süresi sonuna kadar götürmek doğru mudur? Meşceredeki ağaçların çap, boy, ve hacim artımları nasıl etkilenecektir? Hangi kırık oranından sonra ağaçlar canlı kalabilmektedir? Hangi kırık oranından sonra ağaçları meşcereden çıkarmalıyız?

Bu çalışmada kırık ve devrik olaylarından sonra 5 yıl boyunca meşcerede kalan kırık ağaçların çap, boy ve hacim gelişimleri ile sağlık durumları izlenerek yukarıdaki bazı sorulara cevaplar aranmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

Çalışma İzmir Orman Bölge Müdürlüğü, Bayındır İşletmesi, Ovacık Araştırma Ormanı Mühendisliği ve Armutlu İşletme Şeflikleri sınırları içinde, kırık ve devrik olaylarının yoğun olarak görüldüğü iki bölmede örnek alan izlemesi yöntemiyle yapılmıştır. Her iki şeflik birbirine komşu ve yetişme ortamı koşulları bakımından benzer özelliktedir. Tespit edilen bölmelerden birisi Ovacık Araştırma Ormanı içindeki 24 nolu bölmede bulunan Çkcd3 rumuzlu doğal karaçam meşceresi, diğeri ise Armutlu İşletme Şefliği 63 nolu bölmedeki Çzc3-1 rumuzlu doğal kızılçam meşceresidir. Her iki meşcere de kırık ve devrikten önce aynı yaşlı ve tek kapalı olup bulunduğu yaş sınıfındaki normal meşcere özelliği göstermektedir. Çalışmada bölmeden farklı kırık oranlarının yaklaşık olarak sistematik dağıtıldığı 33'er adet örnek ağaç işaretlenmiş ve numaralandırılmıştır (Şekil 1).

Seçilen Karaçam meşceresinin amenajman planındaki boniteti I, yaş sınıfı III (aktüel 5) 'tür. Plan süresi ise 2019 yılında dolmuştur. Kızılçam meşceresinin amenajman planındaki boniteti 2, yaş sınıfı 3 (aktüel 4)'dür. Plan süresi ise 2022 yılında dolmaktadır. Her iki meşcere de kırık devrik olayından önce doğal, bakımlı, 3 kapalı ve optimal sıklıktadır.



Şekil 1. Örnek alanların konumu ve örnek ağaçlarının belirlenmesi



Çalışmada olağanüstü hava koşulları nedeniyle oluşan tepe kırıklarının (k) özellikle yeşil dalların olduğu tepe yüksekliğine (t) oranının (k/t) sonraki büyüme döneminde çap (d), boy (h) ve hacim gelişimleri (v) ile ilişkili olabileceği düşünülmüştür. Bu mantıksal çıkarım sonucu aşağıdaki varsayımlar kurularak denetlenmeye çalışılmıştır.

H0<sub>1</sub>-Tepe kırık oranları ile ağaçların çap gelişimleri arasında ilişki yoktur.

H0<sub>2</sub>- Tepe kırık oranları ile ağaçların boy gelişimleri arasında ilişki yoktur.

H0<sub>3</sub>- Tepe kırık oranları ile ağaçların hacim gelişimleri arasında ilişki yoktur.

H0<sub>4</sub>- Tepe kırık oranları ile ağaçların yaşama yüzdeleri/sağlık durumları arasında ilişki yoktur.

Sayılan varsayımlar değişkenler arasında regresyonel ilişkiler ve istatistik karşılaştırmalarla denetlenmiştir.

İzleme periyodu süresince meşcere altı vejetasyon ve diri örtü kontrol edilmiştir. 5. yıl sonunda tüm örnek ağaçlardan öze kadar aynı yönde artım kalemi alınarak yaşlar sayılmış, kırıktan önceki son 5 yıl ve kırıktan sonraki 5 yıllık periyotların yıllık halka genişlikleri 0,05 mm. hassasiyetle ölçülerek kaydedilmiştir. Artım kalemleri üzerinden yapılacak hacim hesaplamaları sadece kıyaslama için kullanılacağından, tek yönlü artım kalemi alımından kaynaklı sistematik hata gözardı edilmiştir.

Karaçam meşceresindeki 33 örnek ağaç çalışma süresi boyunca 5 yıl ölçülmüş ve izlenmiştir. Çalışmanın ilk yılında kızılçam örneklerinden 15 adedi uygulama birimi tarafından yanlışlıkla alandan çıkarıldığı için çalışmaya kalan örnek ağaçlar üzerinden devam edilmiştir. Karaçama ait örnek ağaçlardan 4'ü kurduğundan değerlendirmeler kalan 29 ağaç üzerinden yapılmıştır.

Toplanan veriler değerlendirilerek; kırık oranları ile ağaçların çap, boy ve hacim gelişimleri arasında ilişki aranmıştır. Yine her yıl sağlık durumları kontrol edilerek kırık oranlarına göre ağaçların sağlık durumlarının nasıl olacağı gözlenmeye çalışılmıştır.

Örnek ağaçlar, aynı meşcere içinde ve kapalılıkları parçalı gevşek (1-2 arası değişen) olup serbest büyüme eğilimindedir. Çapları 3 çap sınıfını ve yaşları 2 yaş sınıfı içinde dağılmış olarak birbirinden farklıdır. Bu yüzden tepe kırık oranları ile izlenen 5 yıllık periyot içindeki çap, boy ve hacim artımlarının doğrudan birbiri ile karşılaştırılması hatalı olacaktır. Bu gibi durumlarda artım yüzdesinin kıyas için kullanılabilmesi düşünülmüştür. Artım yüzdesi kullanıldığında iklim koşullarının artım yüzdesine olan etkisi de giderilmiş olur (Kalıpsız, 1984). Hem yaş hem de çap faktörü bireyler arasındaki artım ya da artım yüzdesi karşılaştırmasını güçleştirir de 6. yaş sınıfındaki bir meşcerede 5'er yıllık son 2 periyodun ağaçların artım ve büyümeleri hususunda en azından önemli fikirler verebileceği düşünülmüştür.

Çalışmadaki gövde hacmi hesaplamalarında; Karaçam için Sakıcı vd. (2018), tarafından geliştirilen:  $V = 3,7 \cdot 10^{-5} \cdot d^2 \cdot h$  denklemi, Kızılçam içinse Alemdağ (1962) tarafından

geliştirilen:  $V = 0,0428753 \cdot d^{2,054628} \cdot h^{0,843735}$  çift girişli hacim denklemleri kullanılmıştır. Hacimler sadece kıyas için kullanılacağından, denklemlerdeki sistematik hatanın araştırmayı etkilemeyeceği varsayılarak, denklem seçimlerinde hata kriterlerine bakılmamış, terimleri sade olanlar tercih edilmiştir.

Her iki deneme alanındaki ağaçlara ait çap, boy ve tepe yükseklikleri 2015 ve 2020 yılında ölçülmüş, sağlık durumlarına ilişkin periyodik gözlemler yapılmıştır. Yıllık halka genişlikleri 2015'ten önceki ve sonraki 5 yıl olmak üzere 2020 Şubat ayında artım kalemi alınarak ölçülmüştür. Yapılan analizler sonucu elde edilen bulgu ve gözlemler tartışma ve sonuç bölümünde değerlendirilerek, kırık ve devrik oluşan meşcereler için uygulanacak silvikültürel uygulamalar ve amenajman kararlarına dair bir dizi önerilerde bulunulmuştur.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Çalışma alanındaki kırık ve devrik olaylarındaki ön incelemeler

Olağanüstü hava koşulları nedeniyle ağaçların taç ve dallarında aşırı kar ve buz birikmesi ağaç üzerinde büyük bir yük oluşturur. Oluşan bu yük gövdedeki gerilimi artırır ve eşik değeri aşınca veya rüzgar tarafından zorlandığında kırılmalara veya devrilmelere neden olur. Kırık ve devriklerde; ağaç türü, ağaçlardaki kök gövde dengesi, dallanma yapısı, meşcere yapısı, meşcereye yapılan bakım müdahaleleri, topoğrafik yapı, toprak özellikleri ve olumsuz hava koşullarının şiddeti etkilidir (Cremer vd. 1982; Nykänen vd. 1997; Kenderes 2007; Topal, 2019).

Bilindiği gibi 2014 yılının son gününde İzmir Orman Bölge Müdürlüğü'nün Güney bölgelerindeki ormanlarda çok şiddetli kırık devrikler meydana gelmiştir. Kırık ve devrik oluşumunun hemen ardından bir araştırma inceleme ekibi oluşturularak bölgede ön incelemelere başlanmıştır. Yoğun kırık ve devrik olan meşcereler incelenerek, yöre halkının ve işletme şeflerinin olay zamanı gözlemleri değerlendirilmiştir.

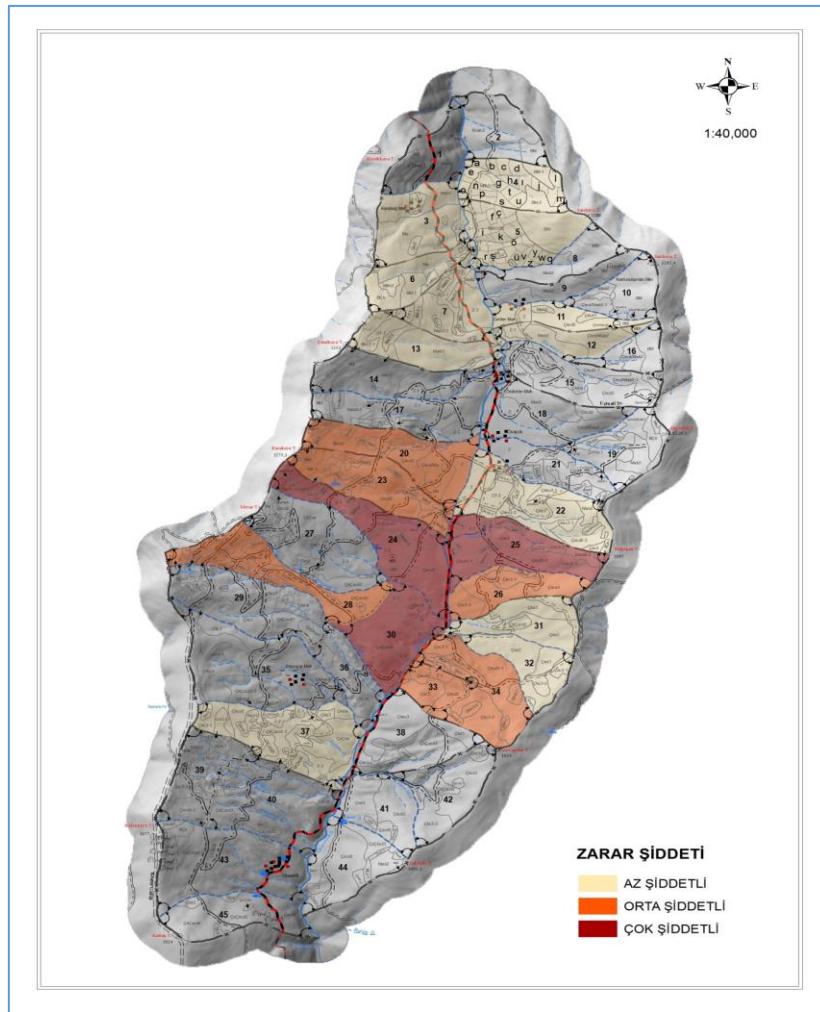
Yapılan incelemelerde ağaçlardaki kırık ve devriklerin olağanüstü hava koşullarından kaynaklı aşırı buz yükünden kaynaklandığı anlaşılmıştır. İzmir Orman Bölge Müdürlüğü nezdinde **2014-2019** yılları arasında kar, fırtına ve buzlanma nedeniyle meydana gelen kırık ve devriklerin %80'i 2014 kışında meydana gelen kırık ve devriklerdir. 2020 yılı itibarıyla bozulan meşcerelerin onarımı ve temizlenmesi halen devam etmektedir.

Yapılan incelemelerde kırık ve devrik olayının en yoğun olarak 30 Aralık 2014 tarihini 31 Aralık 2014'e bağlayan gece (saat 21:ertesini sabah 10:00) meydana geldiği anlaşılmıştır. Don olayından önce bölgede yağmur şeklinde yağış olduğu belirtilmiştir.

Meydana gelen don olayı, hava sıcaklığının ani olarak düşmesi sonucu hava neminin bitkiler ve ağaçlar üzerinde buzlanmaya neden olmasıdır. Bununla birlikte, havadaki nemin bitkiler üzerinde yoğunlaşarak gittikçe artan buz kütlelerine neden olduğu, ağaçların yaprak ve dallarında büyük yükler oluşturduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 2. Kırıktan önce ağaçların üzerinde oluşan buz kütleleri



Şekil 3. Ovacık Araştırma Ormanında kırık ve devriklerin dağılımı

Üzerlerindeki buz yükünü kaldıramayan ağaçlarda öncelikle tepe kırıklarının oluşmaya başladığı, daha sonra ise gövde kırıkları ve devrikler şeklinde devam ettiği anlaşılmıştır. Kırıklar bir gecede meydana gelmiş olup, olay sırasında şiddetli rüzgar veya fırtına gözlenmemiştir. Bu yüzden kırık ve devrikler genellikle ağacın fiziksel yükünün olduğu yöne doğru olup savrulma yoktur. Buzlanmadan sonra yağın yoğun kar yağışı ve devam eden düşük sıcaklıklar devriklerin artmasına sebep olmuştur (Şekil 2).

Ovacık Araştırma Ormanındaki zararın orta yaşlı Karaçam meşcerelerinde daha fazla olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3). Kırıkların daha çok yeşil dal başlangıcına yakın yerlerden olduğu gözlenmiş olup devrikler yoğundur. Kızılcım meşcerelerinde ise devrikten çok blok halinde tepe kırıklarına rastlanmıştır. Kızılcım meşcerelerinin daha alt rakımlarda olması, bu yüzden daha kısa süre donu maruz kalmış olabileceği, türün kök, gövde ve ince tepe yapısı ile bulunduğu toprak özelliklerinin devrikten çok kırık oluşmasına yol açtığı tahmin edilmiştir (Batur vd. 2015).

Tahribatin karaçamda 3. yaş sınıfından sonra, kızılçamda ise 2. yaş sınıfından sonra arttığı gözlenmiştir. Ovacık özelindeki tahribatta bakı ve kapalılığın çok önemli bir faktör olmadığı, 600-1000 m. yükselti arasında kırık ve devriklerin yoğunlaştığı gözlenmiştir. Devrik yönlerinin eğimli arazide meyil aşağı, düz arazide ise farklı yönlerde olduğu görülmüştür. Bazı devrikler domino etkisiyle artmıştır. Koruya tahvil meşe ormanlarında dal ve tepe kırıklarının olduğu gözlenmiştir.

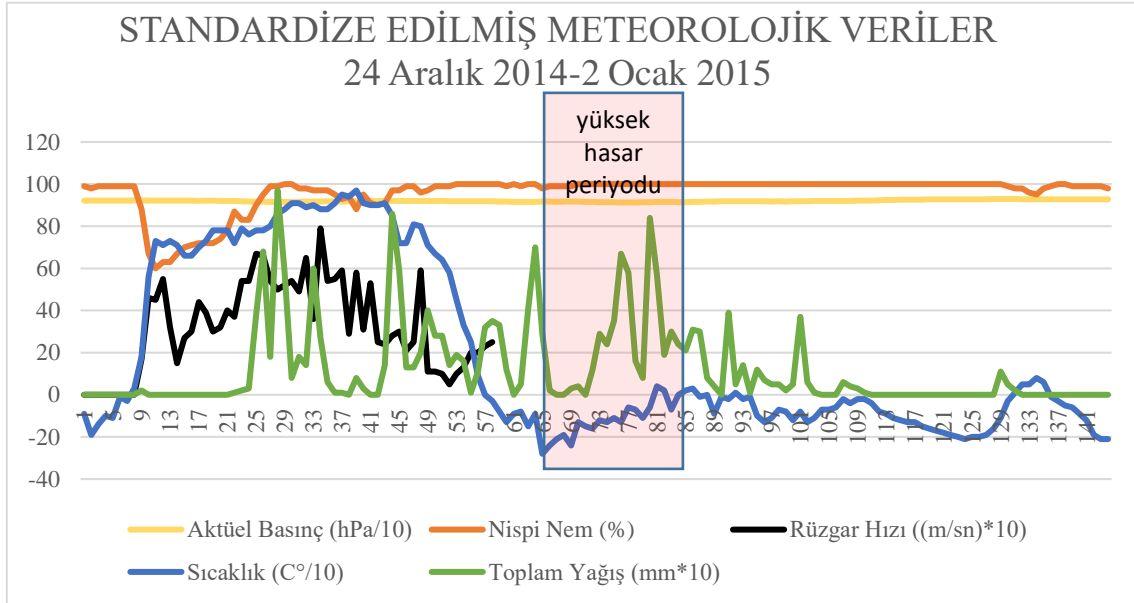
Yapılan gözlem ve incelemeler sonucunda bir rapor hazırlanmış ilgili birimlerle paylaşılmıştır. Yine yapılan değerlendirmeler sonucunda, kırık ve devriklerin yoğun olduğu iki bölgede kırık oranları farklı 33'er ağaç seçilerek 5 yıllık bir dönem için çap, boy ve hacim gelişimlerinin incelenmesine karar verilmiştir. 5 yıllık izleme süreci bu makale ile değerlendirilerek sonuçlandırılmıştır.

Bölgede (Kemalpaşa/Ovacık) bulunan 800 m. rakımdaki 18439 numaralı Ovacık Meteoroloji İstasyonu verilerinin 28 Aralık 2014 ila 2 Ocak 2015 tarihleri arasındaki 144 saatlik aktüel basınç, nispi nem, rüzgar hızı, rüzgar yönü, sıcaklık ve yağış şekli ve miktar incelenmiştir. Yağış şekli yağmur ve sulu sepken şeklindedir. Standardize edilen meteorolojik veriler grafik üzerinde verilmiştir (Şekil 4).

### 3.2 Meteorolojik verilerin değerlendirilmesi

Köylülerden alınan bilgilere göre; kırık ve devrik olaylarının en yoğun olarak 30-31 Aralık 2014 Şekil 4 üzerindeki 67-84. saatler aralığında gerçekleştiği belirtilmektedir. Şekil 4 incelendiğinde 70. Saatten önce %100'e kadar yükselen bir nispi nem, 8 C°'den -2,8 C°'a hızla düşen bir sıcaklığın olması dikkat çekmektedir. Kırık devrik olayı başladıktan sonra rüzgar ölçümleri yapılamamıştır. Don olayı nedeniyle de rüzgar ölçümleri yapılamamış olabilir. Ancak, yerel halktan alınan bilgilere göre şiddetli bir rüzgar görülmemiştir.

Örnek ağaçlar numaralandırılarak, 2015 yılı vejetasyon dönemi başlamadan 1,30 m göğüs yüksekliği çapları ( $d_{1,30}$ ), kırıktan sonra kalan boy ( $KSB_{2015}$ ), kırık uzunluğu (KU), yeşil dal başlangıcı (YDB) ölçülerek kaydedilmiştir. Bu ölçülerden yola çıkarak kırıktan önceki boy ( $KÖB_{2015}$ ), gövde kırık uzunluğu (GKU), gövde kırık oranı (GKO), normal tepe uzunluğu (NTU), tepe kırık oranı (TKO) verileri üretilmiştir. Yine ağaçların ilk sağlık durumları ve böcek tasallutları izlemeye alınmıştır. 5 yıl boyunca her vejetasyon dönemi sonunda ağaçların kuruyup kurumadığı, böcek zararı olup olmadığı kontrol edilmiştir. Karaçam türüne ait kalan ağaçların periyot başındaki başlangıç verileri Çizelge 1 (Ek-A) de özetlenmiştir.



Şekil 4. Meteorolojik verilerin seyri

### 3.3 Deneme ağaçlarından toplanan veriler

Kızılçam türünde 18 ağaca ait başlangıç verileri Çizelge 2 (Ek-B)'de gösterilmiştir.

Deneme ağaçlarının hacimleri kabuksuz çaplar üzerinden hesaplanıp değerlendirilmiştir (Çizelge 3 (Ek-C)). Tabloda gösterilen değerler; **KSPÇA**: Kırıktan sonraki periyot çap artımı, **KS BA**: Kırıktan sonraki periyot boy artımı, **KSH**: Kırıktan sonraki hacim (2015), **PSAH-2020**: Periyot sonu aktüel hacim, **PH**: Periyot hacmi (2014-2019), **PSVH**: Periyot sonu kırıksız varsayılan hacim, **KÖÇAY**: Kırıktan önceki çap artım yüzdesi (2010-2014), **KSÇAY**: Kırıktan

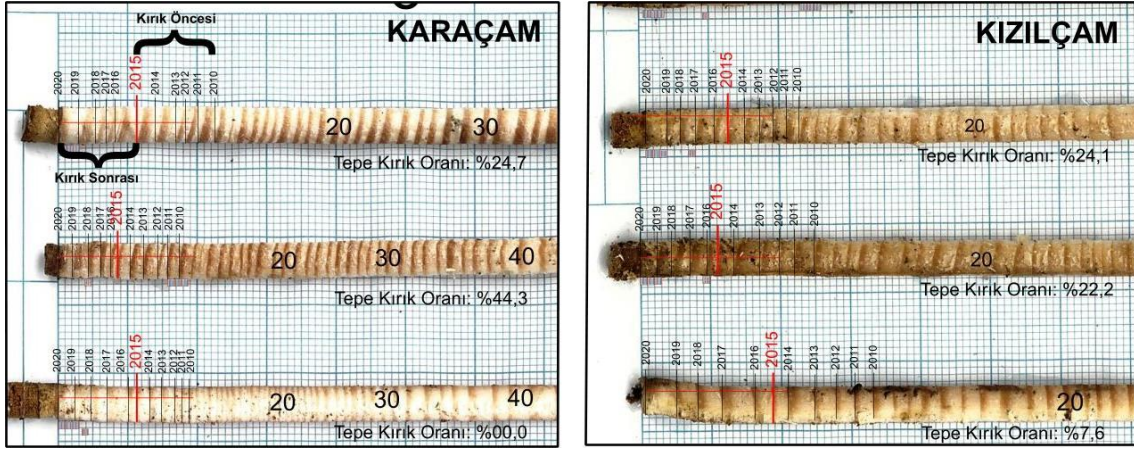
sonraki çap artım yüzdesi, **KSPHAY**: Kırıktan sonraki periyodik hacim artım yüzdesi (2015-2019).

Periyot sonundaki Kızılçam türüne ait ölçme ve hesaplamalar Çizelge 4 (Ek-D)'te verilmiştir.

### 3.4 Çap artımına yönelik bulgular

5 yıllık izleme periyodu sonunda her iki deneme alanında kalan ağaçlardan 1.30 göğüs yüksekliğinde öze kadar artım kalemi alınarak, kırık-devrikten sonraki 5'er yıllık periyot içinde kalan yıllık artımlar 0,05 mm hassasiyetinde ölçülmüştür (Şekil 5).

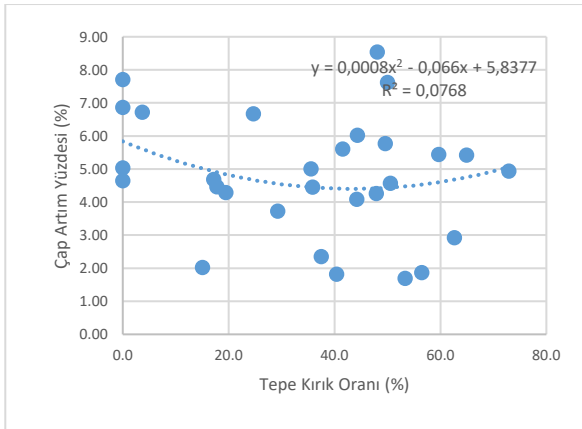




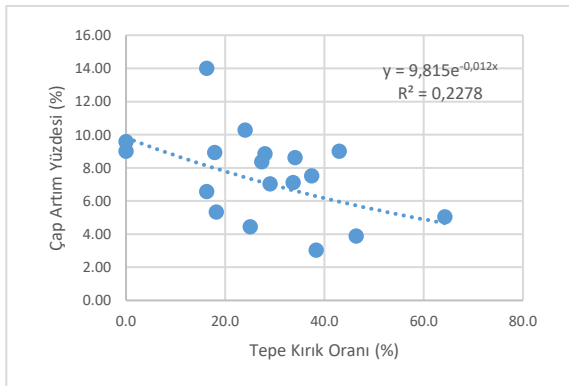
Şekil 5. Örnek ağaçlardan alınan yıllık halka örnekleri

Çalışma kurgulanırken meşceredeki ağaçlarda oluşan kırıkların büyüklüğünün sonraki dönemde ağaçların çap ve boy dolayısı ile hacim gelişmeleriyle orantılı olabileceği düşünülmüştür. Bu düşünceden hareketle belli bir kırık oranından sonra meşceredeki servete yeterli katkının sağlanamayacağı ve alandan çıkarılması gereken ağaçların belirlenebileceği düşünülmüştür. Bu sebeple kırık oranları ile çap ve boy artım yüzdeleri ilişkiye getirilmiştir.

#### KARAÇAM



#### KIZILÇAM



Şekil 6. Çap artım yüzdesi ile kırık oranı arasındaki ilişkiler.

Analizlerden önce değişken verilerine normallik testi (Kolmogorov-Smirnov, Shapiro Wilk) yapılarak normal dağılımda oldukları ( $p > 0,05$ ) görülmüştür. Daha sonra

regresyon analizi ile tepe kırık oranı ile çap artım yüzdeleri arasında ilişki aranmıştır (Şekil 6). Şekil 6'dan da anlaşılacağı üzere; çap artım yüzdeleri ile kırık oranları arasında güçlü bir ilişki bulunamamıştır (Karaçam için en yüksek  $R^2$ : 0,0768, Kızılçam için en yüksek  $R^2$ : 0,2278). Daha sonra örnek ağaçların kırktan önceki 5 yıllık çap artım yüzdeleri ile kırktan sonraki çap artım yüzdeleri deneysel tasarımlar için geliştirilmiş parametrik testlerden bağımsız örneklerde kullanılan eşleştirilmiş T testi ile karşılaştırılmıştır. Test sonuçlarından her iki türde de %95 güvenle ( $p < 0,05$ ) periyotların çap artım yüzdeleri arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Karaçam meşceresinde kırık ve devrik olayından önceki 5 yıllık periyotta ortalama çap artımı 6,84 mm. iken sonraki periyotta 7,81 mm, Kızılçamda ise 12,38 mm ve 10,31 mm'dir. Karaçamda çap artımı yükselirken kızılçamda düşmüştür. Dolayısı ile kırktan önceki ve sonraki periyotlar arasındaki çap artımlarında farklılık olmasına karşın çap artımları tepe kırık oranları ile açıklanamamaktadır.

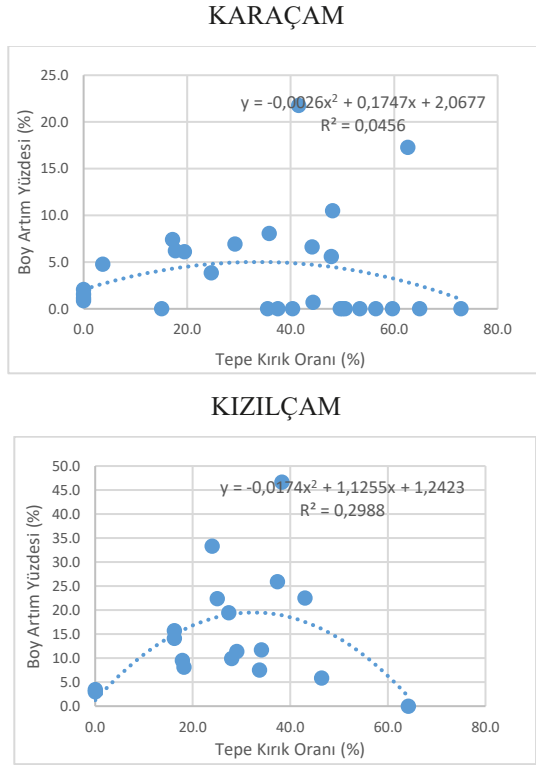
#### 3.5. Boy artımına yönelik bulgular

Kırık ağaçların 5 yıl sonundaki boy artımları ile kırık oranı arasında bir ilişki aranmıştır. Kırktan önceki 5 yıllık periyodun başlangıcı olan 2010 yılına ait boy değerleri bilinmediğinden kırktan önceki ve sonraki boy artım yüzdelerinde bir karşılaştırma imkanı olmamıştır. Bununla birlikte, kırktan sonraki periyottaki boy artımları ile tepe kırık oranları arasında regresyonel ilişki olup olmadığına bakılmıştır. Şekil 7'dan anlaşılacağı üzere; boy artım yüzdeleri ile tepe kırık oranları ile yeterli düzeyde açıklanamamıştır (Karaçam için en yüksek  $R^2$ : 0,0456, Kızılçam için en yüksek  $R^2$ : 0,2988).

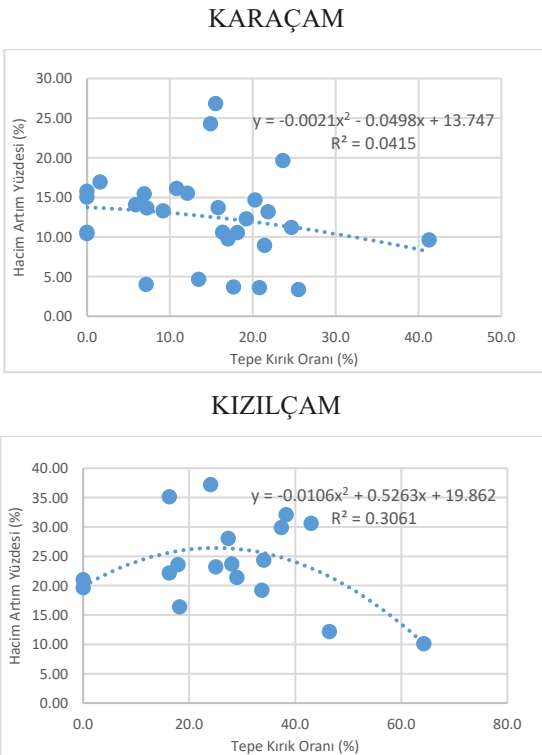
#### 3.6. Hacim artımına yönelik bulgular

Kırktan-devrikten sonraki 5 yıllık periyoda ait hacim artımı verilerine %95 güven düzeyinde normallik testi yapılarak normal dağılımda oldukları ( $p > 0,05$ ) görülmüştür. Daha sonra regresyon analizi ile tepe kırık oranı ile hacim artım yüzdeleri arasında ilişki aranmıştır. Şekil 8'den de anlaşılacağı üzere hacim artım yüzdeleri ile kırık oranları arasında güçlü bir ilişki bulunamamıştır (Karaçam için en yüksek  $R^2$ : 0,0415, Kızılçam için en yüksek  $R^2$ : 0,3061). Bulgulara göre, hacim artım yüzdelerindeki değişimler kırık

oranına bağlı olarak yeterince açıklanamaz (Şekil 8). Kırıktan önceki 5 yıllık periyodun başlangıcı olan 2010 yılına ait boy değerleri bulunamadığından örnek ağaçların bu periyottaki hacimleri yüksek doğrulukta hesaplanamamıştır. Bu yüzden kırıktan önceki ve kırıktan sonraki periyotların hacim artım yüzdeleri karşılaştırılamamıştır.



Şekil 7. Boy artım yüzdesi ile kırık oranı arasındaki ilişkiler.



Şekil 8. Hacim artım yüzdesi ile kırık oranı arasındaki ilişkiler.

### 3.7. Ağaçların sağlık durumuna ilişkin bulgular

Karaçam'da tepe kırık oranları %0-72,9, kızılçamda ise %0-64,2 aralığındadır. Karaçam meşceresindeki 4 adet ağaç (örnek ağaçların %12,1'i) kırık oranları çok yüksek olmasa da kalan yeşil yan dallar ve ibreler fazla zarar gördüğünden 2015-2018 yılları arasında kuruyarak bölmeden çıkarılmıştır. Kızılçam meşceresinde ise tüm ağaçlar (örnek ağaçların hepsi) yaşamına devam etmiştir. Tepe aksamının tamamına yakını zarar görmüş veya kalan dalların ibreleri de büyük oranda zarar görmüşse ağaçlar birkaç yıl içinde kurumaktadır.

Kalan kırık meşcerelerde önemli bir kabuk böceği zararına rastlanmamıştır. Ancak civar bölgelerde kabuk böceğinden dolayı yoğun kurumalar görülmüştür. Bunun farkının çalışmanın yapıldığı plan ünitesinde kabuk böceği mücadelesinin iyi yapılmasından kaynaklı olduğu tahmin edilmektedir.

Kırık ağaçlarda kozalak tutmaları gözlenmiş ve sağlıklı olan ağaçlardan belirgin farklılıkların olmadığı görülmüştür. Kırık yerin hemen altındaki dallardan birisi tepe sürgünü yerine geçmek için dikleşmekte ve daha fazla uzamaktadır.

### 3.8. Meşcere yapıları ve amenajman planı verilerine yönelik bulgular

Ovacık Araştırma Ormanında meşcere tipleri incelendiğinde kırık ve devriklerin daha çok orta çap gruplarında olduğu gözlenmiştir. Alan içinde doğal yapıdan farklı olarak dikim yoluyla gelmiş 40 yaşlarında bir sedir ve yine aynı yaşlarda Kazdağı Gökarnarı (*Abies equi-trojani*) meşceresi bulunmaktadır. Yanyana olan bu meşcerelerden göknar meşceresinde hiç kırık ve devrik bulunmamakta, sedir meşceresinde yer yer devrikler bulunmaktadır.

Örnek ağaçlar dışında aşırı kırık ve devrik olan ağaçlar boşaltıldığından her iki meşcerede de kapalılık yer yer 1 ila 2 derece düşmüştür. Kapalılığın düşmesiyle meşcere içine giren ışık diri örtüyü canlandırmıştır. Meşe türleri zeminde canlanmıştır.

Ovacık İşletme Şefliği 2009-2019 amenajman planı incelendiğinde 1 nolu sahada gözlem altına alınan meşcerenin 3 kapalı Çkc3 meşceresi olduğu görülmektedir. Ancak 2015 itibariyle bu meşcere Çkd3 meşceresine dönüşmüştür. Kırık ve devrik olayından sonra ise meşcere 3 kapalıdan 2 yer yer 1 kapalıya düşmüştür. Armutlu amenajman planında ortalama II bonitet Çkd3 meşcerelerinin hektardaki ortalama serveti: 359,356 m<sup>3</sup>, yıllık artımı: 4,584 m<sup>3</sup>'tür. Çkd2 meşcerelerinin hektardaki ortalama serveti: 227,503 m<sup>3</sup>, yıllık artımı: 2,945 m<sup>3</sup>'tür (OGM 2009). Meşcere yapısı üzerinden düşünülecek olursa kapalılığın bir kademe kırılması nedeniyle servette ortalama 131,853 m<sup>3</sup>/ha kadar, artımda da ha da 1,639 m<sup>3</sup>/ha kadar bir azalma görülecektir.

Armutlu İşletme Şefliği amenajman planı incelendiğinde 2 nolu sahada gözlem altına alınan meşcerenin 3 kapalı Çzc3 meşceresi olduğu görülmektedir. 2015 itibariyle bu meşcere Çzcd3 meşceresine dönüşmüştür. Kırık ve devrik olayından sonra ise meşcere 3 kapalıdan 2 kapalıya düşmüştür. Armutlu amenajman planında Çzcd3 meşcerelerinin hektardaki ortalama serveti: 227,889 m<sup>3</sup>, yıllık artımı: 6,218 m<sup>3</sup>'tür.



Çzcd2 meşcerelerinin hektardaki ortalama serveti: 158,289 m<sup>3</sup>, yıllık artımı: 4,359 m<sup>3</sup>'tür (OGM 2013). Meşcere yapısı üzerinden düşünülecek olursa kapalılığın bir kademe kırılması nedeniyle servette ortalama 69,6 m<sup>3</sup>/ha kadar, artımda da 1,859 m<sup>3</sup>/ha bir azalma görülecektir.

Kırık devrik nedeniyle kapalılığın düşmesi sonucu karaçam meşceresinde diri örtünün kuvvetlenmesi ve yabancılaşma daha yavaş kızılçam meşceresinde ise daha hızlı olduğu gözlenmiştir.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Kırık ve devrik olaylarından zarar görmüş örnek Karaçam ve Kızılçam meşcerelerinden toplanan veriler analiz edilmiş, gözlemler ve literatürdeki bilgilerle birlikte değerlendirilerek bir öneri paketi hazırlanmaya çalışılmıştır.

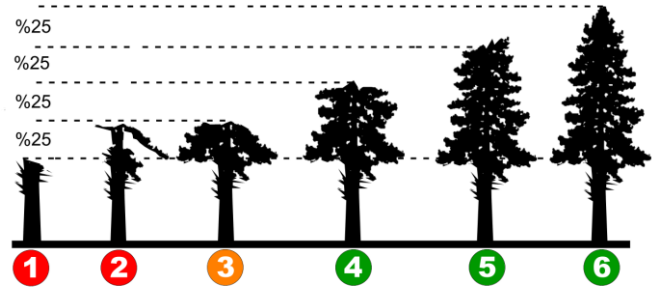
Yapılan gözlem ve incelemelere göre karaçam meşcerelerinde devrikler daha yoğun, kızılçam meşcerelerinde ise kırık hasarı daha yoğundur. Yapılan gözlemlere göre; karaçam meşcereleri soğuk hava koşullarından kaynaklı kar kırıklarına daha dirençli iken, kırık zararı oluşmuş kızılçam meşcerelerinin kendini toparlaması karaçama göre daha hızlıdır.

Karaçam gözlem alanında tepe kırık oranları % 0-72,9, kızılçamda ise % 0-64,2 aralığındadır. Kırık ve devrik olayından sonraki 5 yıllık periyotta örnek ağaçlardaki çap artım yüzdelerinin kırık oranlarıyla güçlü bir ilişkisinin olmadığı görülmektedir. T testi sonuçlarına göre; her iki türde de kırıktan önceki periyotla sonraki periyot arasında çap artım yüzdeleri arasında %95 güven ve p>0,05'ten küçük olasılıkla fark vardır. Ancak, kırık ve devrikten sonraki periyotta çap artımları karaçam meşceresinde bir miktar yükselirken kızılçamda düşmüştür. Meşceredeki birey sayısının azalmasından kaynaklı olarak ağaçlar arasındaki rekabet azalmış, tepeler daha çok ışık alınca çap artımlarında büyük kayıplar görülmemiştir. Ancak, bu durum tek ağaç bazındadır. Bu muğlak durum literatürdeki diğer araştırma sonuçlarıyla birlikte yorumlandığında anlam kazanmaktadır. Zira, Amerika'da *Pinus taeda* türünde yapılan bir araştırmada, tepe tacı hasar gören ağaçların çap ve göğüs yüzeyi artımlarında küçük bir azalma görüldüğü, boy büyümesinin birkaç yıl sonra normale döndüğü, 4 yıl sonra taç kaybından kaynaklanan artım kayıplarının normale döndüğü belirtilmektedir (Dipesh at all. 2015). Yine ladin meşcerelerinde yapılan çalışmalarda da benzer sonuçların olduğu, göğüs yüzeyinin bir süre sonra tekrar yükseldiği bildirilmektedir (Dobrowolska, 2015).

Bölüm 3.4 ve bölüm 3.5'te elde edilen bulgulara göre; kırık ve devrik olaylarından sonra hem karaçam hem de kızılçam meşceresinde boy artım ve hacim artım yüzdelerinin kırık oranlarıyla ilişkisi de kaydadeğer çıkmamıştır. Zira R<sup>2</sup> değerleri düşüktür. Ancak, meşcerelerin kapalılığının düşmesi nedeniyle genel servet ve artımlar arasında önemli bir fark bulunmaktadır. Amenajman planından alınan verilere göre 2 kapalı bir karaçam meşceresinde servet 3 kapalı bir karaçam meşceresine göre %36,69, artım ise %35,75 daha azdır. Yine, 2 kapalı bir kızılçam meşceresinde servet 3 kapalı bir karaçam meşceresine göre %30,54, artım ise %29,89 daha azdır. Diğer bir deyişle kırık ve devrikten dolayı

meşcereden çıkarılan ağaçların servetinin üreteceği artım kadar bir kayıp olacaktır. Bu durum, göğüs yüzeyi artsa da, kapalılık optimalden en az bir derece düşük olacağından, IV.- V. yaş sınıfında olan bir meşcerenin idare süresi sonuna kadar bu farkı kapatamayacağını düşündürmektedir.

Hem çap artım, boy artım ve hacim artım yüzdelerinin kırık oranlarıyla yüksek oranda ilişkili olmaması, ormanın restorasyonu için karar vericiye bir avantaj sağlamaktadır. Bu sonuçların anlamı; yüksek oranda kırıklara rağmen eğer tepe tacının %25'inden fazlası kalmış ve kapalılıkta büyük bozulmalar yoksa meşcere restore edilebilir demektir.



Şekil 9. Kırık oranlarına göre boşaltılacak ve bırakılacak ağaçlar

Örnek ağaçların canlı kalması incelendiğinde; karaçam örneklerinin %12,1'i ileriki yıllarda kururken, kızılçam örneklerinin hiçbirisinde kuruma gözlenmemiştir. Benzer bazı çalışmalarda da ibreliler dahil tepe tacının %75'inden daha azı zarar görmüşse ağaçların ileriki zaman diliminde sağlıklı bir görünüme kavuşabileceği belirtilmektedir (LORC, 1999). Yapılan gözlemler, bulgular ve literatür yorumlarından hareketle bu çalışmanın konusu olan benzer meşcerelerde kırık ve devrik olaylarından sonra meşcereden çıkarılacak ve kalacak ağaçlar Şekil 9'da görsel olarak verilmiştir.

Şekil 9'a göre; 1 ve 2 nolu ağaçlar bölmeden çıkarılmalıdır. 3 nolu ağaç yaşamını sürdürebilir. Bu yüzden eğer 3 nolu ağaç düzeyinde zarar gören ağaçlar bölmeden çıkarıldığında kapalılık 1 derece düşüyor ise alanda kalmalı ve meşcere normal idare süresi ile işletilmelidir. Eğer 3 nolu ağaç alandan çıkarılmadan kapalılık 1 derece düşüyor ise ilk plan döneminde meşcere OPA'ya dahil edilmeli, yani gençleştirme programına alınmalıdır. 4,5,6 nolu ağaçlar tepe kırık oranları %50 ve altında olan ağaçlardır. Eğer bu ağaçların alanda kalması ile meşcere kapalılığı aynı kalıyorsa meşcere idare süresi sonuna kadar götürülebilir. Bu yorumlar dünyada yapılan bazı çalışmalarda ve uygulamalar tarafından da desteklenmektedir (Nykänen at all. 1997; LORC 1999).

Düzgün kırıkların dışında, eğer ağaç gövdesinde kırık yerinden aşağı doğru 50 cm.den fazla yarıma şeklinde yaralar veya gövdenin toprağa yakın kısımlarında büyük yaralar ve kabuk kalkmaları oluşmuşsa bunlar da çıkarılmalıdır. Özellikle kök kısımlarına yakın gövde aksanından yaralanan ağaçlar böcek ve mantar tasallutuna daha açık olabileceğinden, alandan çıkarılmalıdır. Yaralı gövdeli ve kırık oranı yüksek ağaçlar bir sonraki plan döneminde alandan çıkarılmalıdır. Yatık genç ağaçlarda kök ve gövde zararı yoksa ilerleyen dönemde düzelecektir.

Hasarlı ağaçların tespitinden sonra alandan çıkarma çok hızlı olması gerekir. Bölmeden çıkarma en ağır hasarlı meşcereden başlayarak yapılmalıdır. Hasat edilen materyal mümkünse en hızlı şekilde soyularak kuruması sağlanmalıdır. Çünkü böcek ve mantarlar kuru malzemeyi sevmezler (Barry and etc. 1993). 20-30 m.'den daha boylu ve 45 dereceden fazla yatmış çam ağaçları iyileşemeyeceğinden dolayı çıkarılmalıdır (Dickens ve Bates 2018 ).

Ovacık özelinde meşcere bazında gözlemler değerlendirildiğinde; kök-gövde-taç dengesinin kırık ve devriklerin yoğunluğunda etkili olduğu gözlenmiştir. Örneğin; gövdelerin çok düzgün ve uzun olduğu, çap/boy oranının düşük (stabilitesi düşük), konikliğin az olduğu tohum meşceresi ve ağaçlandırma alanı meşcerelerinde kırık ve devrikler nispeten daha yoğundur. Olağanüstü hava koşullarının ormanlar üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak için yapılan araştırma çalışmaları da bu gözlemleri desteklemektedir (Kellomaki, 1999; Ünal vd. 2007; Chelhaas, 2008; Wallentin and Nilson, 2014).

Dünyadaki yapılan çalışmalarda; tek ağaç bazında çap/boy oranı kırık ve devrik yoğunluğunda önemli bir kriter olup, risk altındaki meşcerelerin kalın çaplı, konik gövdeli ve kısa boylu ağaçlardan oluşmasının meşcere mukavemetini artırdığı belirtilmektedir. Bu yüzden aralamalarda ince çaplı ve uzun bireylerin alınması önerilmektedir (Kellomaki, 1999; Moore and Maguire ,2008; Schelhaas, 2008; Wallentin ve Nilson, 2014). Gerçekten de Ovacık bölgesinde görüldüğü üzere 1000 m. rakımın üzerine çıkıldığında ağaçların boyları düşmekte, çap/boy oranı büyümekte, gövdeler kısa koniye dönüşmekte ve kapalılık gevşemektedir. Bu durum türlerin kar ve rüzgar zararlarına karşı doğal adaptasyonu olarak görülebilir.

Slovenya'da yapılan bir çalışmada kırık ve devrik olaylarından sonra ormanın restorasyonunu etkileyen faktörler; genç jenerasyon eksikliği, yoğun kırık ve devrik enkazı, yüksek eğim, yoğun diri örtü olarak tespit edilmiştir. Kırık ve devrik olaylarının çok yaşandığı bölgelerde değişik yaşlı orman yapısının daha dayanıklı meşcereler oluşturduğu belirtilmektedir (Diaci vd. 2017). Özellikle son 10 yılda yapılan yanlış silvikültürel müdahaleler kırık ve devrik şiddetini artırmaktadır (Albrech, 2012).

Kırık devrik riski olan veya oluşan meşcerelerin öncelikle doğal gençleştirme ile gençleştirilmesi, gerekirse tohum takviyesi ve dikim yoluyla desteklenmesi önerilmektedir (Schönenberger, 2002; Franklin, 2007). Şiddetli aralamalarda özellikle devrik ağaçların sayısı da artmaktadır. Kar baskısı riski olan alanlarda mutedil aralama önerilmektedir (Wallentin ve Nilson. 2014). Meşcere kenarlarında yapılan tedrici tepe küçültmeleri rüzgar zararlarını %85'e varan oranlarda azaltmaktadır (Rowan at all. 2008). Risk taşıyan meşcerelerin gençleştirilmesi siper vaziyeti ile yapılmalı (Beese, 2001), gençleştirme için açılacak cephenin rüzgar etkisine açık olmamasına dikkat edilmelidir (Rollerson, 2008; Huggard, 2008; Coates, 2008). Meşcere kenarları keskin ve sivri hatlar içermemelidir (Saatçioğlu 1971; Stathers vd. 1994).

Çalışmamızdaki tüm bulgular ve gözlemler değerlendirildiğinde bu çalışmada incelenen benzer yapıdaki

meşcereler için; eğer meşcerelerde devrik yok, ya da kapalılığı bir derece düşürmeyecek kadar yoğun değilse, kırıklar tepe tacının sadece bir kısmını (%75'ten az) etkilemiş ise kalan meşcere idare süresi sonuna kadar götürülebilir. Ancak bu durumda ormanda böcek tasallutu için etkili önlemlerin alınması gerekir.

Olağanüstü hava koşullarına maruz kalabilecek, geçmişinde kırık ve devrik hikayesi bulunan bölgelerde doğal meşcerelerin tesisine öncelik verilmelidir. Eğer ağaçlandırma yapılacaksa çap/boy oranı yüksek dolgun gövdeli, küçük tepeli fenotipe sahip ıslah edilmiş yerli türler kullanılmalıdır.

Bu çalışma elbette kırık devrik olaylarından sonra meşcerelerin geleceği için karar verilmesine yönelik tüm problemleri çözmeyecektir. Ancak en azından bazı soru işaretlerine çözüm olabilecektir. Daha etkili ve doğru karar verilebilmesi için daha detaylı çalışmaların yapılmasına gereksinim bulunmaktadır.

Amenajman planlarında geçmişte meydana gelen kırık ve devriklerin oluşum şekli, zarar miktarı, hangi bölmelerde olduğu, tür ve meşcere yapısı gibi bilgiler arşiv olarak plandan plana aktarılmalıdır. Böylece yeni alınacak planlama ve silvikültürel müdahale kararlarında daha doğru yaklaşımlar sergilenebilir. Entansif ormancılık çalışmalarında (örneğin endüstriyel ağaçlandırmalar) için karar alırken bu bilgilerin ayrıca değerlendirilmesi gerekir. Ayrıca riskin gerçekleşmesi durumunda önceden planlanan bir strateji bulunmalıdır.

Ovacık gibi bazı rakımı ve boniteti yüksek bölgelerde göknar da iyi gelişme göstermektedir. Göknar Ovacık Araştırma ormanındalokal olarak mevcut olup kırık ve devrik olayından hiç etkilenmemiştir. Bu meşcereden üretilen fidanlar bölgedeki karaçam meşcerelerinin etrafına adapte edilebilir. Böylece karaçam meşcerelerinin mukavemeti artırılabilir.

Ovacık'ta 400-1000 rakım arasında, kuzey yamaçlar daha çok etkilenmiş. 1000 m'nin üzeri daha az etkilenmiştir. Planlama ünitesinde genel orman mukavemetinin artırılması için yaş sınıfları ile planlanan işletme sınıflarında komşu meşcereler birbirine yakın yaş sınıflarında olacak şekilde bir planlama stratejisi geliştirilebilir, Meşcere kenarlarındaki yaşlı ve iri gövdeli, çap/boy oranı yüksek ağaçları meşcere perdesi gibi sürekli korumak faydalı olabilir.

Kırık ve devrik olaylarından sonra 5 yıllık bir süreç içinde Ovacık Orman İşletme Şefliğindeki ormancılık uygulamaları gözlemlenmiştir. Yapılan gözlemlere göre İşletme Şefliğinin ormanların rehabilitasyonu için yapılan uygulamaların yerinde olduğu gözlenmiş ve bu uygulamaların diğer birimlerimize referans olması için iyi uygulamalar olarak özetlenmesinde yarar görülmüştür.

Sonuç olarak; çalışma alanına benzer alanlarda oluşan kırık ve devrikler için yapılabilecek bazı iyi uygulamalar şöyle özetlenebilir:

- ✓ Hava koşullarının müsaade ettiği ilk andan itibaren tespit ve damga işleri başlatılmalıdır.
- ✓ Bölmelerdeki üretim işleri en hızlı işleyen (dikili satış veya köylü kesimi) süreçle yürütülmelidir.

✓ Her iki türde de taç kırık oranı %75'ten fazla olan ağaçlar, devrikler, yatıklar, dip gövde kabuğu kalkanlar, 1m.'den fazla kırık yararı olanlar boşaltılmalıdır.

✓ Karaçamda başlangıçta 3 kapalı iken kırık ve devrik sonucu kapallığı %50'den aşağı düşen meşcereler arazi temizlenip hazırlandıktan sonra ilk sonbahar döneminde hemen tensile alınmalıdır. Zira diri örtünün kuvvetlenmesi tabii tensili zorlaştırırken ağaçlandırma maliyetlerini de yükseltir. Mümkünse öncelikli olarak tabii tensil, değilse suni tensile alınmalıdır.

✓ Karaçamda 3 kapalıdan %50-70 kapallığa düşen meşcereler en yakın plan döneminde optimal periyodik alana dahil edilerek geliştirilmelidir. Arazi hazırlığı ve bol tohum yılı olup olmadığına göre tohum takviyesi planlanmalıdır.

✓ Karaçam'da kırık ve devrik idare süresinin son yaş sınıfında meydan gelmiş, meşcereye homojen dağılmış ve kapallık hala %70-80 civarında ise; Bu durum meşcerede bir nevi hazırlama kesimi gibi kabul edilebilir. Bu durumda, mevcut sağlıklı kalan ağaçlar, bol ışıktan faydalanarak, tepe taçlarını genişletecek ve bol kozalak tutmaya teşvik edileceklerdir. Aşağıda bulunan ham humus yeterli ışık aldığından ayrışmaya başlayacak, 3-4 yıl sonrası için, doğal gençleştirmeye uygun bir ortam oluşacaktır. Bu durumda meşcere zamanı gelince tensile alınabilir veya bir plan dönemi daha bekletilbilir. Bu meşcereler tepe çatılarını genişleterek kapallığı eski seviyesine yükseltebilirler.

✓ Kızılçamda son yaş sınıfında kapallık 3 kapalıdan %60-70'e düşmüşse meşcere idare süresi sonuna kadar bakımda kalabilir.

✓ Kızılçamda son yaş sınıfında kapallık 3 kapalıdan %60'ın altına düşmüşse ve vejetasyon dönemi başlamadan sahadan çıkma imkanı var ise dal serme ve tohum takviyesi yaparak doğal gençleştirme yapılmalı, eğer bu imkan yok ise doğal gençleştirme şartları kaybolacağından suni gençleştirme yoluna gidilmelidir.

✓ Kırık ve devrikten sonra doğal gençleştirme koşullarının oluşabilmesi için alana homojen dağılmış Karaçam'da 150-200, Kızılçamda ise 200-250 kırksız veya kırığı az olan (tepenin %70'inin kaldığı) ağacın alanda var olması gerekir.

✓ Bir sonraki plan döneminde optimal periyodik alan büyüklüğü plan ünitesindeki meşcerelerin hasar durumuna göre birkaç katına çıkarılabilir.

✓ Kapallığı bozulmayan (bir alt kademeye düşmeyen) meşcereler kırık yoğun olsa da idare süresi sonuna kadar götürülmelidir.

✓ Havalarda ısınır ısınmaz kabuk böceği ile mücadele için sadece kırık-devrik olan bölmelere değil tüm bölmelerin uygun yerlerine feromon tuzakları asılmalıdır. Tuzak ağacı ve tuzak odunları hazırlanmalıdır.

✓ Kesilen emvaller ormanda bekletilmeden ilgili fabrikalara veya orman dışındaki depolara taşınması sağlanmalıdır. Mücadele yoğunluğu 4-5 yıl aynı şekilde devam etmelidir.

✓ Zarar gören meşcereler geliştirildikten sonra bu alanların hava olaylarından tekrar etkilenebileceği hesaba katılmalıdır. Bu nedenle sıklık bakımı çağına gelmiş meşcerelerde bakım patikaları soğuk hava akışını sağlayacak yönde olmalı ve normal bakım patikalarından daha geniş

olmalıdır. Sıklık bakımı yapılırken meşcere kenarındaki direnci yüksek meşcere perdesi oluşturan fertler çıkarılmamalıdır.

## Teşekkür

Başarılı uygulama çalışmaları ve yaptığı uygulamalarla ilgili bilgileri bizimle paylaşmalarından dolayı Ovacık Orman İşletme Şefi Burak AKKURT ve Bayındır İşletme Müdürü Hasan SARITAŞ'a, görüş ve önerileri için Adnan GÜLLER, Ahmet ÇAKIR ve Sibel COŞKUN'a teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

Albrecht, A., Hanewinkel, M., Bauhus, J., Kohnle, U., 2012. How does silviculture affect storm damage in forests of South-Western Germany? results from empirical modeling based on long-term observations, *European Journal of Forest Research*, 131 (1) pp: 229-247.

Anonim, 2020. İzmir Orman Bölge Müdürlüğü Plan ve Proje Şube Müdürlüğü arşiv verileri.

OGM 2017. Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar, Tebliğ No: 299.

Alemdağ, Ş., 1962. Türkiye'deki Kızılçam Ormanlarının Gelişimi, Hasılatı ve Amenajman Esasları Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No 11, 160 s. Ankara.

Asan, Ü., 1998. Fonksiyonel planlamada idare süreleri ve amaç çapları, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*; 1998, Series B, Vol 48, No 1-2-3-4; 23.

Atay, İ., 1979. Rüzgar ve fırtınanın silvikültürel çalışmalarda gözönünde tutulması gereken çok yönlü etkiler. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University | İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 20-23.

Attwill, P. M. 1994. The disturbance of forest ecosystems: the ecological basis for conservative management. *Forest Ecology and Management* 63:247-300

Barry, J. P., Doggett, C., Anderson, R. L., Swain, K. M., 1993. How to evaluate and manage storm-damaged forest areas, *Management Bulletin RS-MB 63, Supersedes Forestry Report SA-ER 20*.

Batur, M., Özçankaya, N., Örtel, E., 2015. 30 Aralık 2015 ve 01 Ocak 2015 tarihleri arasında Ovacık Araştırma Ormanında meydana gelen kırık devriklerle ilişkin inceleme raporu, *Ege Ormancılık Arş. Enst.*, rapor tarihi: 23.03.2015.

Beese, W., J., 2001. Windthrow monitoring of alternative silvicultural systems in Montane Coastal Forests, *Windthrow Assessment and Management in British Columbia, Workshop Bulletins, Section 1*, pp: 2-10.

Carus, S., Memiş, İ., Kündü, K., Alem, Ö., 2016. Şehit Ali İhsan Kalmaz Ormanı Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) ağaçlandırması için tek ve çift girişli ağaç hacim tablolarının düzenlenmesi, *Süleyman Demirel Ün., Türkiye Ormancılık Dergisi*, 17 (1), s. 37-42.

Coates, K., D., Vyse, A., Klenner, W., Ferguson, C., 2008. Do spatial patterns of retained canopy trees after partial cutting affect the risk and extent of wind damage?, *Windthrow Assessment and Management in British Columbia, Workshop Bulletins, Section I*, pp: 157-63.

Cremer, K. W., Borough C. J., McKinnel, F. H., Carter, P. R., 1982. Effect of stocking and thinning on wind damage in plantations, *New Zealand Journal of Forestry Science* 12(2), pp: 244-68.



- CTBA, 2004, Technical Guide on Harvesting and Conservation of Damaged Timber, Technical Centre for Wood Technology and Furniture Manufacture . Paris.
- Diaci, J., Rozenbergar, D., Gal Fidej, D, G, and Thomas A. Nagel, T., A., 2017. Challenges for uneven-aged silviculture in restoration of post-disturbance forests in Central Europe: A Synthesis, *Forests*, 8, 378; doi:10.3390/f8100378.
- Dickens, D., E., Bates, C., 2018. Assessing hurricane and tornado storm damaged forest stands, Georgia Forestry Commission Report
- Dipesh, K., C., Will, E., R., Hennessey, C., T., Lynch, B., T., Heinemann, A., R., Holeman, T., R., Wilson, E., D., 2015. Effects of simulated ice storm damage on Midrotation Loblolly Pine Stands, *Forest Science Month* 2015 (1).
- Dobrowolska, D., 2015. Forest regeneration in Northeastern Poland Following a Catastrophic Blowdown, *Canadian Journal of Forest Research*, 45(9): 1172-1182.
- Engür, O., M., 2010. Rüzgar devriği hasarlarında durum değerlendirmesi ve odun üretimi, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi 20-22 Mayıs, Sempozyum Bildirileri, Cilt: III Sayfa: 905-914.
- Eraslan, İ., 1973. Türkiye'deki Devlet Ormanlarında İdare Amaçları Tespitinin Hukuki, Teorik ve Pratik Esasları, İ. Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 194.
- Eraslan, İ., 1982. Orman Amenajmanı, İ. Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 318.
- EFI, 2000. Destructive Storms in European Forests: Past and Forthcoming Impacts, European Commission Final Raport, European Forest Institute, Eilatantic, pp.4.
- FAO, 1995). Manual on Acute Forest Damage: Managing the Impact of Sudden and Severe Forest Damage. Food And Agriculture Organization, Economic Commission, International Labour Organization, Geneva.
- Franklin, F., J., Mitchell, R., J., Palik, J., B., 2007. Natural Disturbance and Stand Development Principles for Ecological Forestry, United States Department of Agriculture Forest Service Northern Research Station General Technical Report NRS-19
- Gardiner, B., Schuck, A., Schelhaas, M., J., Orazio, C., Blennow K., Nicoll, B., 2013. Living Wind Storm Damage, What Can Science Tell Us 3
- Gülen, İ., 1959. Karaçam hacim tablosu, İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, A-9 (1), s. 97-112.
- Huggard, J., D., Vyse, A., Klenner, W., Ferguson, C., 2008. Wind and snow damage in ESSF: Update from Sicamous Creek, Windthrow Assessment and Management in British Columbia, Workshop Bulletins, Section I, pp: 58-63.
- Kalıpsız, A., 1984. Dendrometri, İ.Ü. Orman Fakültesi yayın no: 354, İstanbul.
- Kellomaki, S., Peltola, H., Silvicultural strategies in forest management to optimise yield and growth in boreal forests while minimising the risks of wind and snow damage, *Transactions on Ecology and the Environment* vol 27 © 1999 WIT Press, www.witpress.com, ISSN 1743-3541, pp: 285-303
- Kenderes, K., Aszalós, R., Ruff, J., Barton, Zs., Standovár, T., 2007. Effects of Topography and Tree Stand Characteristics on Susceptibility of Forests to Natural Disturbances (ice and wind) in the Börzsöny Mountains (Hungary), *Community Ecology* 8(2): 209-220, pp:209-220.
- LORC, 1999. Caring for Ice Damaged Trees, Extension notes, Land Owner Resource Centre, Queen's Printer for Ontario Printed in Ontario, Canada, ISSN 1198-3744.
- Lugo, A., E., 2008, Visible and invisible effects of hurricanes on forest ecosystems: an international review, *Austral Ecology* (2008) 33, pp: 368-398.
- Miller, M., Eager, C., 1999. The Northeastern Ice Storm 1998: A Forest Damage Assesment, NEFA the State Foresters of New York, Vermont, New Hampshire, and Maine, cooperating with the USDA Forest Service, State and Private Forestry.
- Moore, R., J., Maguire, A., D., 2008. The Mechanical Behavior of Trees under Wind Loading: Influence of Crown Properties and Structure, Windthrow Assessment and Management in British Columbia, Workshop Bulletins, Section 3, pp: 193-203.
- Nieuwenhuis, M., Fitzpatrick, P.J., 2002. An assessment of stem breakage and the reduction in timber volume and value recovery resulting from a catastrophic storm: an Irish Case Study, *Forestry: An International Journal of Forest Research*, Volume: 75, Issue: 5, pp: 513-523.
- Nykänen, M-L., Peltola, M., Quine, C., Kellomäki, S., Broadgate, M., 1997. Factors affecting snow damage of trees with particular reference to European conditions, *Silva Fennica* 31 (2), pp:193-213.
- OGM, 2009. Ovacık Araştırma Ormanı Mühendisliği Amenajman Planı.
- OGM, 2013. Armutlu Orman İşletme Şefliği Orman Amenajman Planı
- Rollerson, T., 2008. Riparian Windthrow - Northern Vancouver Island, Windthrow Assessment and Management in British Columbia, Workshop Bulletins, Section I, pp: 139-156.
- Rowan, C., Mitchell, S., J., Hailemariam., T., 2008. Edge Windfirming Treatments in Coastal British Columbia, Windthrow Assessment and Management in British Columbia, Workshop Bulletins, Section 3, pp: 205-222.
- Saatçioğlu, F., 1971. Silvikültür II Silvikültürün Tekniği, İ. Ün. Orman Fak. Yayınları, Yay no: 1648, O.F: Yayın no: 172.
- Sakıcı, O. E, Sağlam, F., Seki, M., 2018. Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü Karaçam meşcereleri için tek ve çift girişli ağaç hacim denklemleri. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, sayı 19 (1), s: 20-29.
- Schelhaas, M., J., 2008. Impacts of natural disturbances on the development of European forest resources: application of model approaches from tree and stand levels to large-scale scenarios, *Alterra Scientific Contributions* 23. ISBN 978-90-327-0356-1.
- Schönenberger, W., 2002. Post Windthrow Stand Regeneration in Swiss Mountain Forests: the First Ten Years After the 1990 Storm Vivian, *For. Snow Landsc. Res.* 77, 1/2: 61-80
- Stathers, R., J., Rollerson, T., P., Mitchell, S., J., 1994. Windthrow Handbook for British Columbia Forests, Research Program Working Paper 9401
- Topal, E., 2019. Rüzgar Devriği Zararlarında Toprak Özelliklerinin Etkisi, Kastamonu Ün. Fen Bilimleri Enst., Yüksek Lisans Tezi.
- Ünal, S., Sivacıoğlu, A., Ayan, S., Öner, N., 2007. Ilgaz Dağları Ormanlarındaki Fırtına Devrikleri ve Entomolojik Sonuçları, Ulusal Çevre Sempozyum Bildirileri, Mersin Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Çiftlikköy Kampüsü, Mersin, 18 - 21 Nisan 2007.

Usta, H. Z., 1991. Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Ağaçlandırmalarında Hasılat Araştırmaları, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 219, ANTALYA.

Wallentin, C., Nilsson., U., 2013. Storm and snow damage in a Norway Spruce thinning experiment in Southern Sweden, *Forestry An International Journal of Forest Research*, 87, pp: 229–238.

## Ek-A

Çizelge 1. Deneme Ağaçlarına Ait Veriler (Karaçam)

Ağ. No	Kabuklu Çap d1.30 (cm)	Yaş	Kırıktan	Kırıktan	Normal Tepe Uzunluğu (m)	Tepe Kırık Oranı (%)	Gövde Kırık Oranı (%)
			Önceki Boy 2015 (m)	Sonraki Boy 2015 (m)			
1	35	65	17,6	15,7	7,7	24,7	10,8
2	33	59	18,2	14,7	7,9	44,3	19,2
3	36	63	17,9	17,9	7,1	0,0	0,0
4	45	65	19,4	19,4	10,2	0,0	0,0
5	34	68	18,9	11,1	10,7	72,9	41,3
6	34	67	16,8	14,3	5,2	48,1	14,9
7	49	74	17,4	16,2	7	17,1	6,9
8	28	65	17,4	14,7	6,5	41,5	15,5
9	45	69	17,8	15,4	6,4	37,5	13,5
10	50	79	19,6	19,6	6,9	0,0	0,0
11	38	81	18,8	17,7	6,2	17,7	5,9
12	39	74	20,7	18,8	6,5	29,2	9,2
13	58	72	19,8	17,4	6,7	35,8	12,1
14	49	61	18,8	15,6	9	35,6	17,0
15	53	75	19,6	18,2	9,3	15,1	7,1
16	36	74	22,4	17,6	9,5	50,5	21,4
17	38	70	19,4	18	7,2	19,4	7,2
18	48	69	22	16,8	8,3	62,7	23,6
19	38	77	20,8	17,4	5,7	59,6	16,3
20	39	78	20,4	16,7	5,7	64,9	18,1
21	48	78	23	23	8,8	0,0	0,0
22	36	82	19,8	16,3	6,2	56,5	17,7
23	52	68	22,1	17,5	11,4	40,4	20,8
24	32	61	19,2	18,9	8,2	3,7	1,6
25	41	77	21,5	18,1	7,7	44,2	15,8
26	34	71	23,2	18,5	9,4	50,0	20,3
27	36	76	22,7	17,1	11,3	49,6	24,7
28	42	76	20,6	16,1	9,4	47,9	21,8
29	38	68	18,8	14	9	53,3	25,5



## Ek- B

Çizelge 2. Deneme ağaçlarına ait veriler (Kızılcım)

Ağ. No	Kabuklu Çap d1.30 (cm)	Yaş	Kırıktan Önceki Boy 2015 (m)	Kırıktan Sonraki Boy 2015 (m)	Normal Tepe Uzunluğu (m)	Tepe Kırık Oranı (%)	Gövde Kırık Oranı (%)
1	28	39	16,9	12	12,8	38,3	29,0
2	27	34	9,6	7,8	7,5	24,0	18,8
3	36	43	20,1	20,1	10,4	0,0	0,0
4	32	31	19,8	19,8	12,8	0,0	0,0
5	32	40	19,1	14,5	13,5	34,1	24,1
6	34	33	15,3	11,9	10,1	33,7	22,2
7	30	39	17,2	15,9	8	16,3	7,6
8	37	41	18,1	16,3	11,1	16,2	9,9
9	29	32	13,6	12,6	5,6	17,9	7,4
10	41	37	17,9	15,9	11	18,2	11,2
11	30	37	15,7	13,4	9,2	25,0	14,6
12	28	38	17,6	11,5	9,5	64,2	34,7
13	35	38	15,2	12,3	10	29,0	19,1
14	32	39	18,1	13,6	9,7	46,4	24,9
15	27	41	17,9	15,1	10	28,0	15,6
16	30	39	16,8	13,1	9,9	37,4	22,0
17	30	41	17,3	14,4	10,6	27,4	16,8
18	32	40	18,2	13,3	11,4	43,0	26,9

## Ek-C

Çizelge 3. Periyot sonu ölçümleri ve hesaplamaları (Karaçam)

No	KS PÇA (mm)	KS BA (m)	KSH 2015 (dm <sup>3</sup> )	PSAH 2020 (dm <sup>3</sup> )	PH (dm <sup>3</sup> )	PSVH (dm <sup>3</sup> )	KÖ ÇAY (%)	KS ÇAY (%)	KS PHAY (dm <sup>3</sup> )
1	11,2	0,6	571,29	680,88	109,59	735,18	7,43	6,67	16,10
2	8,6	0,1	392,99	447,91	54,93	550,81	6,81	6,01	12,26
3	11,55	0,2	507,81	602,73	94,92	602,73	5,53	7,70	15,75
4	12,35	0,4	806,99	949,45	142,46	949,45	5,40	6,86	15,00
5	7,05	0	303,63	335,94	32,31	572,00	3,82	4,93	9,62
6	13,4	1,5	436,42	576,39	139,97	612,87	6,72	8,54	24,28
7	11,05	1,2	1213,25	1434,28	221,04	1434,28	8,80	4,68	15,41
8	7,05	3,2	307,83	420,59	112,76	420,59	8,45	5,60	26,81
9	4,5	0	801,28	840,20	38,92	971,15	2,21	2,34	4,63
10	9	0,3	992,80	1108,46	115,66	1108,46	5,05	4,64	10,43
11	8,55	1,1	881,60	1025,70	144,11	1025,70	2,32	4,45	14,05
12	5,55	1,3	572,56	660,44	87,88	680,15	3,56	3,72	13,31
13	8,9	1,4	940,44	1112,96	172,52	1172,16	3,72	4,45	15,50
14	7,5	0	468,83	519,48	50,65	626,04	2,39	5,00	9,75
15	4,1	0	1065,62	1110,01	44,38	1195,39	2,34	2,02	4,00
16	8,35	0	794,53	872,32	77,79	1110,23	2,83	4,56	8,92
17	5,7	1,1	431,71	500,03	68,32	507,89	5,73	4,29	13,66
18	5,8	2,9	928,08	1154,61	226,53	1289,41	2,02	2,91	19,62
19	7,55	0	444,97	497,55	52,58	594,78	5,59	5,43	10,57
20	8,4	0	531,19	593,80	62,62	725,36	5,29	5,42	10,55
21	10,05	0,2	1228,20	1373,44	145,24	1373,44	4,55	5,03	10,58
22	3,05	0	624,93	648,84	23,91	788,16	1,77	1,86	3,68
23	3,25	0	800,00	829,86	29,86	1048,00	1,88	1,82	3,60
24	9,4	0,9	477,10	574,36	97,26	574,36	5,36	6,71	16,93
25	5,95	1,2	525,42	608,87	83,45	678,28	3,93	4,08	13,71
26	10,35	0	432,27	506,42	74,15	635,08	5,53	7,61	14,64
27	8,7	0	512,47	577,05	64,58	766,02	4,18	5,76	11,19
28	6,8	0,9	559,25	644,10	84,85	780,49	2,22	4,25	13,17
29	2,7	0	512,68	530,43	17,75	712,29	2,10	1,69	3,35

Top

## Ek-D

Çizelge 4. Periyot Sonu Ölçme ve Hesaplamaları (Kızılcım)

No	KS PÇA (mm)	KS BA (m)	KSH 2015 (dm <sup>3</sup> )	PSAH 2020 (dm <sup>3</sup> )	PH (dm <sup>3</sup> )	PSVH (dm <sup>3</sup> )	KÖ ÇAY (%)	KS ÇAY (%)	KS PHAY (dm <sup>3</sup> )
1	3,15	5,6	606,03	722,28	78,88	779,89	7,09	3,03	32,05
2	11,5	2,6	416,88	475,15	68,42	584,31	15,82	10,27	37,21
3	13,9	0,7	538,69	639,38	117,91	639,38	7,02	9,59	21,02
4	14,85	0,6	856,07	1007,19	141,53	1007,19	11,42	9,00	19,66
5	11,55	1,7	322,09	356,36	93,99	606,78	7,27	8,62	24,33
6	10,6	0,9	462,96	611,44	75,61	650,14	9,90	7,11	19,20
7	18,2	2,5	1287,02	1521,50	142,09	1521,50	12,39	14,00	35,15
8	9,05	2,3	326,55	446,16	102,28	446,16	9,50	6,56	22,18
9	10,35	1,2	850,01	891,30	59,14	1030,20	9,04	8,92	23,57
10	9,6	1,3	1053,17	1175,86	122,09	1175,86	9,98	5,33	16,38
11	4,8	3	935,21	1088,08	58,13	1088,08	4,99	4,44	23,19
12	6,55	0	607,38	700,60	27,40	721,51	14,50	5,04	10,08
13	9,9	1,4	997,63	1180,64	79,62	1243,44	10,72	7,02	21,38
14	4,85	0,8	497,34	551,07	36,84	664,11	8,03	3,88	12,15
15	10,7	1,5	1130,42	1177,51	75,71	1268,08	10,15	8,84	23,67
16	10,15	3,4	842,85	925,37	119,14	1177,74	10,85	7,52	29,90
17	11,45	2,8	457,96	530,44	119,31	538,77	8,76	8,36	28,05
18	14,4	3	984,52	1224,82	171,13	1367,82	10,71	9,00	30,61