

Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) meşcerelerinde uygulanan ilk aralama çalışmalarının değerlendirilmesi: Sütçüler örneği

Esra Bayar^{a,*}, Onur Alkan^a

Özet: Bu çalışma Isparta/Sütçüler Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde bulunan doğal kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) meşcerelerinde uygulanan aralama müdahalelerinin değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır. Kızılçam meşcerelerinde benzer yükselti ve bakıda iki ayrı sahada uygulanan iki farklı şiddetteki aralama müdahalesinin dört yıllık sonuçlarının büyüme özellikleri üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. I nolu alanda mutedil alçak aralama müdahalesi uygulanırken, II nolu alanda kuvvetli alçak aralama müdahalesi gerçekleştirilmiştir. Kızılçam meşcerelerinde her iki alanda da uygulanan aralama müdahaleleri ortalama göğüs çapı, ağaç boyu, ağaç stabilitesi ve hektardaki toplam göğüs yüzeyi üzerinde etkili olmuştur. Aralama müdahaleleri ile ağaçların göğüs çap ve boy gelişimi, ağaç stabilitesi artmıştır. Dört yılın sonunda her iki alanda da hektardaki toplam hacim bakımından aralama müdahalesi uygulanan alanlar ile kontrol alanları arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılık belirlenmemiştir. Sonuç olarak, düzenli bakım müdahalesi uygulanan doğal kızılçam meşcerelerinde ilk aralama müdahalesi olarak kuvvetli alçak aralama tercih edilebilir. Düzenli bakım müdahalesi uygulanmayan alanlarda ise meşcere gelişimi de göz önüne alınarak mutedil alçak aralama müdahalesinin uygulanması önerilebilir.

Anahtar kelimeler: Aralama, Göğüs yüzeyi, Kızılçam, Hacim, Stabilite

Evaluation of first thinning in brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) stands: A case study in Sütçüler

Abstract: This study was carried out to evaluate the influence of thinning on natural Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) stands in Isparta/Sütçüler Forestry Management Directorate. The effect of the four-year results of thinning on the growth characteristics of Brutian pine stands was evaluated at two different levels applied in two different areas at similar elevation. Moderate thinning was performed in area I, and heavy thinning was performed in area II. Thinning applied in Brutian pine stands in both areas had an effect on mean diameter at breast height, tree height, tree stability and total basal area. Tree stability, diameter and height growth of trees increased with the thinnings applied. At the end of four years, no significant difference was determined between the areas where thinnings was applied and the control areas in terms of the total volume per hectare in both areas. As a result, heavy thinning may be preferred as the first thinning in areas where regular maintenance is applied in natural Brutian pine stands. In areas where regular maintenance is not applied, moderate thinning can be applied considering the development of the stand.

Keywords: Thinning, Basal area, Brutian pine, Volume, Stability

1. Giriş

Ülkemizin büyük bir bölümü, kurak yaz subtropikal Akdeniz iklim kuşağında yer aldığından dolayı hem mevcut hem de gelecekteki iklim değişkenliği açısından Türkiye orta-yüksek riskli ülkeler arasındadır. Kuraklık nedeniyle orman verimliliğinin azalması, hastalık ve böcek zararlarının artması, gözlemlenen etkiler arasındadır. Bu bağlamda iklim değişikliğine uyum çerçevesi kapsamında yapılması gereken çalışmalardan biri de orman ekosistemlerinin dayanıklılık kapasitelerinin artırılmasıdır. Ormanların dayanıklılık kapasitelerini artırma yöntemlerinden biri uygulanacak olan silvikültürel uygulamalardır (ÖDÜSP, 2020). Ekolojik bir sistem olan ormanların devamlılığının ve sürekliliğinin sağlanabilmesi silvikültürel müdahalelerle mümkündür (Tüfekçioğlu, 2006). Silvikültürel müdahalelerden olan sıklık bakımı veya aralama müdahaleleri ile meşceredeki artım, düzgün gövdeli bireyler üzerinde toplanarak ürün

değeri artırılır. Bununla birlikte müdahalenin şiddetiyle, meşceredeki genel hacim veriminin olabilecek en yüksek düzeyde tutulması amaçlanır (Erkan vd., 2017). Aralama müdahaleleriyle bir yandan meşcerenin tür karışımı, karışım derecesi, karışım oranı, tabakalılığı, kapalılığı ve sıklığı amaca uygun olarak düzenlenirken, diğer yandan meşcerenin dış etkilere karşı dayanıklılığı artırılır (Odabaşı, 1985). Orman bakım müdahalelerinin bir parçası olan aralama işlemleri, zarar görmüş veya sağlıklı ağaçları ortadan kaldırarak meşcere kalitesini sürdürülebilir bir şekilde iyileştirmeyi amaçlar (Zeide, 2001; Kim vd., 2016). Bir meşcerede uygulanacak doğru aralama müdahalesinin seçimi, silvikültürdeki en önemli kararlardan biridir (del Río vd., 2017).

Ayıklama ve aralama müdahalelerinin ağaçların büyüme parametreleri üzerindeki etkisi uzun yıllar ormancılık biliminin ilgi alanına giren bir araştırma konusu olmuştur

✉ ^a Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Isparta, Türkiye

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): esrabayar@isparta.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 03.01.2023, **Accepted** (Kabul tarihi): 02.03.2023



Citation (Atıf): Bayar, E., Alkan, O., 2023. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) meşcerelerinde uygulanan ilk aralama çalışmalarının değerlendirilmesi: Sütçüler örneği. Turkish Journal of Forestry, 24(1): 11-17. DOI: [10.18182/tjf.1228928](https://doi.org/10.18182/tjf.1228928)

(Ceylan, 1986; Kaymakçı vd., 2000; Rédei ve Meilby, 2009; Çiçek vd., 2010; Güney vd., 2021). Küresel iklim değişikliği bağlamında, meşcerelerin farklı silvikültürel alternatifler altında nasıl gelişeceğinin belirlenmesi, sürdürülebilirliklerinin sağlanması açısından da önemlidir (del Río vd., 2017). Bugüne kadar birçok araştırmacı tarafından farklı bölgelerdeki türler üzerinde çeşitli şiddetlerde uygulanan sıklık bakımı ve aralama müdahalelerinin etkileri incelenmiştir (Özçelik ve Eler, 2009; Ferguson vd., 2011; Yücesan vd., 2015; Bayar ve Deligöz, 2019; Güney vd., 2022). Yapılan çalışmalarda bu silvikültürel müdahalelerinin ağaçların çap gelişimi üzerinde etkili olduğu bulunmuştur (Ceylan, 1986; Öncül vd., 2016; Bayar ve Deligöz, 2020; Güney vd., 2022). Uygulanan müdahalelerin şiddeti arttıkça ağaçların göğüs çap artımı da artmaktadır (Eler ve Keskin, 1989; Özbayram ve Çiçek, 2018; Atar, 2022). Özellikle genç meşcerelerde aralama müdahaleleri göğüs çapı artımını teşvik etmekte ve aralama şiddeti ile göğüs çap artımı arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır (Juodvalkis vd., 2005). Göğüs çapı ve ağaç boyu ağaçların büyüme özelliklerinin ölçülmesinde sıklıkla kullanılan parametrelerdir (Sumida vd., 2013). Meşceredeki ağaç boyunun göğüs çapına oranı dayanıklılık göstergesi olup (Ferguson vd., 2011; Yücesan vd., 2013), meşcere stabilitesinin ($H/D_{1.30m}$ oranı) değerlendirmesinde pratikte kullanılabilir bir değerdir (Topaçoğlu, 2007).

Türkiye’de 5.255,544 ha toplam alanı ile ibrelili türler içerisinde en geniş yayılış alanına sahip olan tür kızılçamdır (OGM, 2021). Endüstriyel odun üretimi bakımından da önemli yeri olan bu türün büyüme performansı da ülkemiz ormancılığı için önemlidir (Erkan vd., 2017). Kızılçam türünde yapılan aralama çalışmalarında genellikle kuvvetli alçak aralama müdahaleleri önerilmiştir (Ceylan, 1986; Eler ve Keskin, 1989). Bu çalışmanın amacı ülkemiz ormancılığında önemli bir yeri olan bu türde iki ayrı sahada uygulanan aralama müdahalelerinin (mutedil ve kuvvetli alçak aralama) büyüme özellikleri üzerindeki etkisini değerlendirmektir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Çalışma, Isparta ili Sütçüler Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan Çürük ve Boğazköy mevkiilerinde bulunan doğal kızılçam meşcerelerinde gerçekleştirilmiştir. Meşcere tipi Çzbc₃ olan bu sahalarda 2018 yılı kasım ayı ve 2019 yılı mart ayında ilk aralama müdahalesi gerçekleştirilmiştir. Kızılçam meşcerelerinde her iki alanda da ağaçların ortalama yaşı 24-30 arasında değişmektedir. Çürük mevkiisindeki kızılçam meşceresi 37° 27' kuzey enlemi ve 30° 57' doğu boylamı arasında yer almakta olup, bakışı kuzeydoğu, boniteti II ve ortalama yükseltisi 930 m'dir. Boğazköy mevkiisindeki doğal kızılçam meşceresi 37° 33' kuzey enlemi ve 30° 58' doğu boylamı (Şekil 1) arasında, bakışı kuzeybatı, boniteti I ve ortalama rakımı 950 m'dir. Deneme alanlarının toprak tipi kırmızımsı ve kırmızımsı-kahverengi Akdeniz topraklarından oluşmaktadır. Erinç yöntemine göre iklim tipi yarı nemlidir. Çalışmayı daha kolay ifade edebilmek adına Çürük mevkiisindeki kızılçam meşceresi I nolu deneme alanı, Boğazköy mevkiisindeki kızılçam meşceresi ise II nolu deneme alanı olarak adlandırılmıştır (Şekil 1).

2.2. Yöntem

I ve II nolu deneme alanlarında aralama ve kontrol işlemi (aralama müdahalesi uygulanmayan işlem) olmak üzere iki işlem üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. I nolu deneme alanı düzenli bakım müdahaleleri uygulanan ve ilk aralama müdahalesi olarak 2019 yılı mart ayında mutedil alçak aralama işlemi (toplam göğüs yüzeyinin %30'u çıkarıldı) uygulanan bir sahadır. II nolu deneme alanı ise düzenli bakım müdahaleleri uygulanmayan bir saha olup, ilk aralama müdahalesi olarak 2018 yılı kasım ayında kuvvetli alçak aralama işlemi (toplam göğüs yüzeyinin %45'i çıkarıldı) uygulanan bir sahadır. I nolu deneme alanı büyüklüğü ortalama 400 m² alınırken, II nolu deneme alanının büyüklüğü 200 m² ile 600 m² arasında değişen büyüklüklerde alınmıştır. I nolu deneme alanında kontrol işleminin hektardaki toplam göğüs yüzeyi 28.19 m²/ha ve hektardaki ağaç sayısı 1633 adet iken, aralama müdahalesinin toplam göğüs yüzeyi 19.48 m²/ha ve hektardaki ağaç sayısı 583 adettir. II nolu deneme alanında kontrol işleminde toplam göğüs yüzeyi 33.04 m²/ha ve hektardaki ağaç sayısı 1883 adet iken, aralama müdahaleleri ile toplam göğüs yüzeyi 18.00 m²/ha ve hektardaki ağaç sayısı 289 adettir. 2022 yılı aralık ayında (aralama müdahalelerinin 4. yılı) deneme alanı içerisindeki tüm ağaçlarda göğüs çapı ($d_{1.30cm}$) ve ağaç boyu ölçülerek, hektardaki toplam göğüs yüzeyi ve ağaçların stabilitesi ($H/D_{1.30m}$) hesaplanmıştır. Ağaçların göğüs çapı yerden 1.30 cm yükseklikten mekanik çap ölçer (cm) ile, ağaç boyu (m) ise TruPulse 360 lazer boy ölçer ile ölçülmüştür. Deneme alanı içerisindeki ağaçların hacimleri, bağlı buldukları şefliklerin amenajman planlarında yer alan tek girişli ağaç hacim tablolarından elde edilerek, deneme alanlarına ilişkin hektardaki toplam hacim değerleri belirlenmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanının konumu

2.3. Verilerin değerlendirilmesi

Veriler SPSS 25.0 Windows paket programı yardımıyla değerlendirilmiştir. Dördüncü gelişme dönemi sonunda meşcere büyüme özelliklerine ait değerler ortalama \pm standart hata şeklinde verilmiştir. I ve II nolu deneme alanlarındaki işlemler arasında ağaçların göğüs çapı, boyu, stabilitesi ($H/D_{1.30m}$ oranı), hektardaki toplam göğüs yüzeyi ve hacim değerleri bakımından farklılık olup olmadığı Student's t testi (bağımsız örneklem t testi) ile belirlenmiştir.

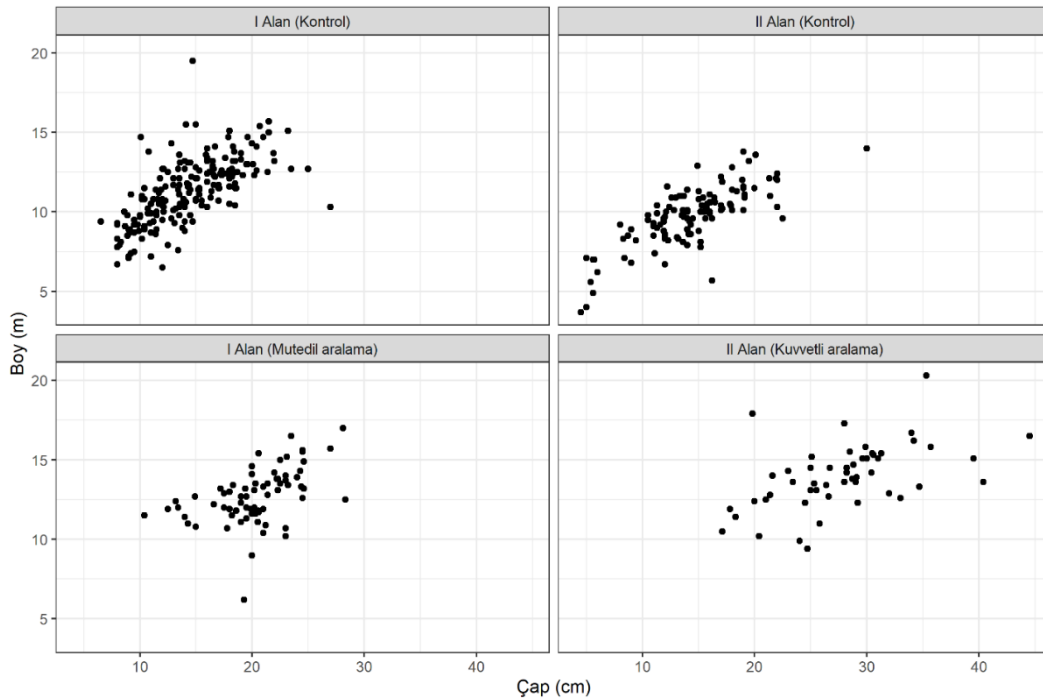
3. Bulgular

Deneme alanlarında kontrol işlemi ve aralama müdahalesi sonrası alanlarda bırakılan bireylerin çap-boy ilişkisi Şekil 2'de gösterilmiştir. Kızılçam meşcerelerinde aralama müdahalesi uygulanan alanlarda kontrol işlemlerine kıyasla ağaçların göğüs çap ve boy gelişimi artmıştır. Dört yılın sonunda iki alanda da ağaçların ortalama göğüs çapı, ağaç boyu, $H/D_{1.30m}$ oranı, hektardaki toplam göğüs yüzeyi bakımından işlemler arasında 0.001 önem düzeyinde anlamlı farklılık tespit edilmiştir. I nolu alanda kontrol işleminde göğüs çapı 14.32 cm iken mutedil alçak aralama işleminde 20.34 cm olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Mutedil alçak aralama işleminde kontrol işlemine kıyasla göğüs çapı yaklaşık % 42 oranında artmıştır. II nolu alanda ise kontrol işlemindeki 14.31 cm olan göğüs çapı, kuvvetli alçak aralama işleminde 27.42 cm olarak yaklaşık % 91 oranında artmıştır (Çizelge 1). Hektardaki toplam göğüs yüzeyi kontrol alanlarında daha yüksek çıkmıştır. Deneme alanında kontrol

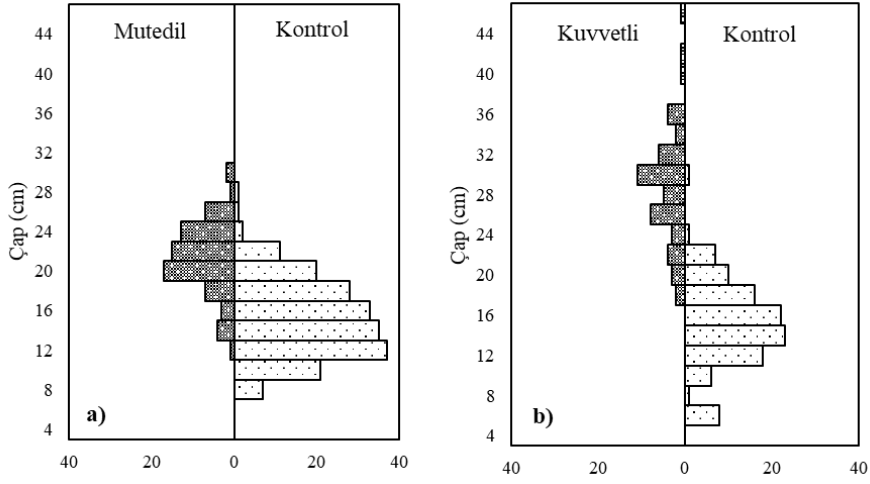
ve aralama müdahalelerinde kalan bireylerin çap sınıfına dağılımı Şekil 3'te gösterilmiştir.

Her iki alanda da kontrol işlemlerine kıyasla aralama işlemlerine ait ağaç boyu değerleri yüksek çıkmıştır. I nolu alanda ağaçların boyu kontrol işleminde 11.30 m iken, mutedil alçak aralama işleminde 12.71 m olarak tespit edilmiştir. II nolu alanda kontrol işleminde ağaçların boyu 9.76 m iken, kuvvetli alçak aralama uygulanan işlemde 13.80 m olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). I nolu alanda kontrole kıyasla aralama müdahalesi uygulanan alanda ağaç boyu yaklaşık % 13 oranında artarken, II nolu alanda yaklaşık % 41 oranında artmıştır.

Ağaç stabilitesi ($H/D_{1.30m}$) incelendiğinde, I nolu alanda kontrol işleminde 82.00 olan $H/D_{1.30m}$ oranı, mutedil alçak aralama işleminde 63.99 bulunurken, II nolu alanda kontrol işleminde 72.18 ve kuvvetli alçak aralama işleminde 52.60 olarak tespit edilmiştir. $H/D_{1.30m}$ oranı aralama uygulanan işlemlerde kontrol işlemine kıyasla daha düşük çıkmıştır (Çizelge 1). İnce çaplı ağaçlar daha yüksek $H/D_{1.30m}$ oranına sahiptir. Göğüs çapı arttıkça $H/D_{1.30m}$ oranı azalmaktadır (Şekil 4). Dört yılın sonunda I nolu deneme alanında hektardaki toplam hacim kontrolde 140.3 m³/ha iken, mutedil alçak aralama müdahalesi uygulanan alanlarda 125.0 m³/ha, II nolu deneme alanında hektardaki toplam hacim kontrolde 166.2 m³/ha ve kuvvetli alçak aralama müdahalesi uygulanan alanlarda 136.3 m³/ha olarak tespit edilmiştir. Hektardaki toplam hacim bakımından her iki alanda da işlemler arasında istatistiksel anlamda 0.05 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir (Çizelge 1).



Şekil 2. I ve II nolu deneme alanında kontrol ve aralama işlemlerinde göğüs çapı ($d_{1.30cm}$) - ağaç boyu ilişkisi

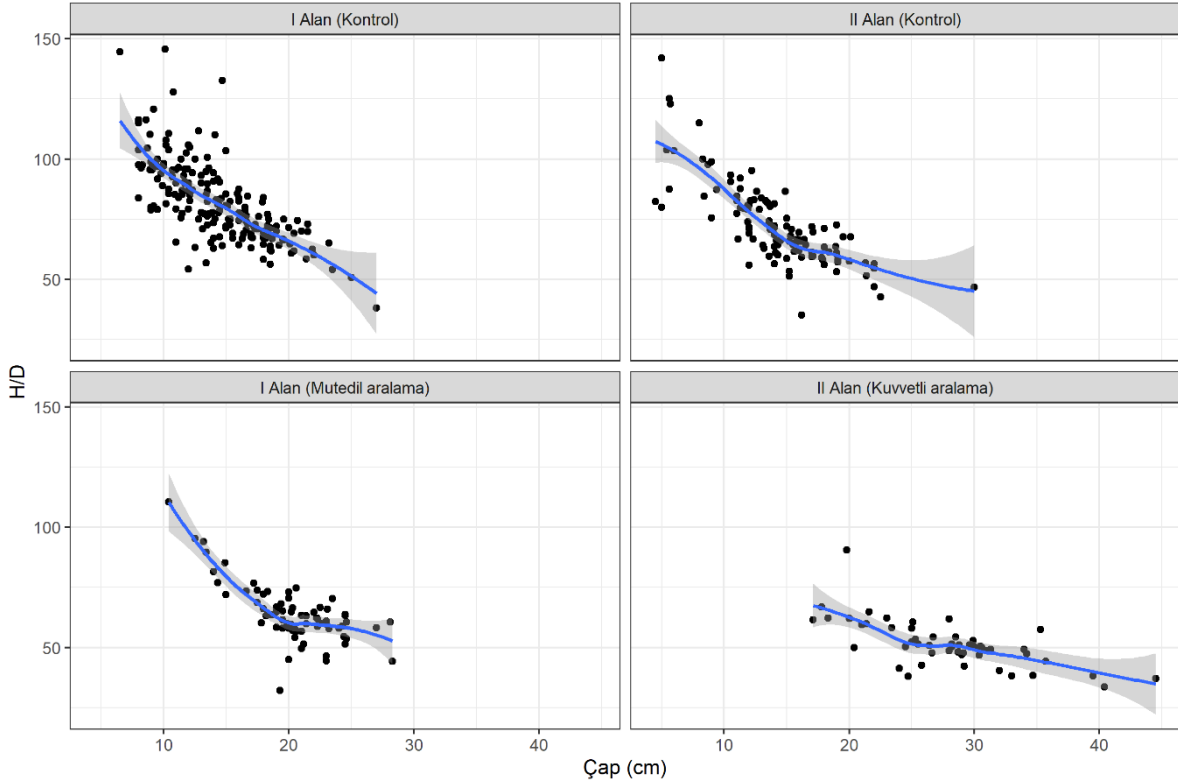


Şekil 3. a) I ve b) II nolu deneme alanında işlemlere göre ağaç sayısının çap sınıflarına dağılımı

Çizelge 1. Kızılcım deneme alanlarında kontrol ve aralama (mutedil ve kuvvetli alçak aralama) işlemlerinin büyüme parametreleri üzerindeki etkisi

	İşlemler	Göğüs çapı (cm)	Hektardaki toplam göğüs yüzeyi (m ² /ha)	Ağaç boyu (m)	Stabilite (H/D _{1.30m})	Hektardaki toplam hacim (m ³ /ha)
I nolu alan	Kontrol	14.32 (0.28)	28.19 (1.07)	11.30 (0.15)	82.00 (1.18)	140.31 (7.94)
	Mutedil	20.34 (0.42)	19.48 (0.66)	12.71 (0.21)	63.99 (1.47)	124.97 (7.54)
	<i>P</i> değeri	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	>0.05
II nolu alan	Kontrol	14.31 (0.41)	33.04 (1.96)	9.76 (0.18)	72.18 (1.58)	166.22 (13.99)
	Kuvvetli	27.42 (0.90)	18.00 (1.20)	13.80 (0.32)	52.60 (1.76)	136.27 (10.88)
	<i>P</i> değeri	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	>0.05

Veriler ortalama (st hata) şeklinde verilmiştir. *P*: Student *t*- testine göre işlemler arasında istatistiksel anlamda, $p < 0.05$ ve $p < 0.001$ önem düzeyinde farklılığı ifade etmektedir.



Şekil 4. I ve II nolu deneme alanında kontrol ve aralama işlemlerinde göğüs çapı ($d_{1.30 \text{ cm}}$) - $H/D_{1.30m}$ ilişkisi

4. Tartışma ve sonuç

Göğüs yüzeyi ve hacim değerleri, uygulanan bakım müdahaleleri sonrasında meşcere gelişimi için önemli göstergelerdir (Güney vd., 2021). Bakım çalışmalarının değerlendirildiği bu çalışmada, aralama müdahaleleriyle ağaçların ortalama göğüs çapı ve ortalama boy gelişimi artmıştır. Birim alanda azalan ağaç sayısına bağlı olarak, ışık, su ve besin maddesindeki rekabetin azalması ağaçların büyüme parametrelerinde artışın sebeplerinden biri olabilir. Meşcereye uygulanan aralama müdahaleleri kalan ağaçların çap gelişimi ve çap artımı üzerinde etkilidir (Eler, 1990; Genç vd., 2012; Çiçek vd., 2013; Kim vd., 2016; Güner vd., 2017). Aralamanın amaçlarından biri de daha kalın çaplı bireyler elde etmektir. Aralama şiddeti arttıkça, ortalama göğüs çapı artmaktadır (del Río vd., 2008). Kızılçam türü, uygulanan aralama müdahaleleriyle çap gelişimine hızlı cevap vermektedir. Serbest büyüdüğü takdirde kalın çaplı bireylere rastlanabilmektedir (Özdemir vd., 1987). Kuvvetli alçak aralama müdahalesi uygulanan II nolu deneme alanında kontrole kıyasla ağaçlar serbest büyüdüğünden dolayı daha kalın çaplı bireyler mevcuttur. Deneme alanlarında kontrol işlemlerinde ortalama göğüs çapı 14.3 cm iken, dört yıl sonunda mutedil alçak aralama ile ortalama göğüs çapı 20.3 cm, kuvvetli alçak aralama müdahalesinde ortalama göğüs çapı 27.4 cm olarak belirlenmiştir. Artımın iyi vasıflı bireylerde toplanması ileriki yıllarda meşcere göğüs yüzeyi toplamının kontrol alanlarındaki göğüs yüzeyi toplamına ulaşacağı belirtilmektedir (Kaymakçı vd., 2000). *Pinus sylvestris* L. türünde yapılan çalışmada toplam göğüs yüzeyindeki azalmanın artan çap artımı ile kapatıldığı belirlenmiştir (Sıvacioğlu vd., 2006). Benzer sonuç *Pinus taeda* L. meşceresinde de tespit edilmiştir (Hasenauer vd., 1997). Dört yıl sonunda iki alanda da aralama müdahalesi uygulanan alanlardaki toplam göğüs yüzeyi kontrol alanlarındaki toplam göğüs yüzeyine ulaşamamıştır. Gelecekte artım kayıpları yaşamamak adına ağaçların serbest büyümesinin de bir sınırı olmalıdır. Belli yaşlarda birim alanda olması gereken ağacın optimal sayının altında olması ve alanı yeterince kullanamaması artım kaybına sebep olabilir (Özdemir vd., 1987). Aralama müdahalelerinin boy gelişimi üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde kontrole kıyasla aralama müdahalesi uygulanan alanlarda istatistiksel anlamda önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Kızılçamın ışık isteğinin yüksek olması, aralama müdahalesi uygulanan alanlardaki ağaçların boy gelişimindeki artış sebeplerinden biri olabilir. Bakım müdahalelerinin boy gelişimi ve artım üzerinde etkili olduğu ve olmadığı çalışmalar mevcuttur (Ruha ve Varmola, 1997; Mechergui vd., 2017; Bayar ve Deligöz, 2020). *Pinus sylvestris* L. türünde uygulanan ilk aralama ve budama müdahalesi ağaçların çap ve boy artımı üzerinde etkili olmuştur (Sağır, 2017).

Sıklık bakımı uygulanmayan II nolu deneme alanında, ilk aralama müdahalesi olarak ortalama 23 yaşında kuvvetli alçak aralama müdahalesi gerçekleştirilmiştir. Kızılçam ağacının ışık isteği yüksek olup, ışıksızlığa tahammülü olmadığından dolayı, müdahale edilmeyen kontrol sahalarında dikili kuru fazla miktarda olmakla birlikte, I. bonitet olan deneme alanında ağaçların çap gelişimi de müdahale edilen alanlara kıyasla yavaşlamıştır. Kızılçamda ilk aralama müdahalelerinin iyi bonitette 16-18, orta bonitette 20-22, fena bonitette 24-26 arasındaki yaşlarda yapılmasının uygun olabileceği belirtilmektedir (Usta, 1992). Kızılçamda

büyüme enerjisi duraklatılan ve sonradan etrafı açılan bireylere, yetiştirme alanı sağlansa da beklenen artımı yapamamaktadır (Eler ve Keskin, 1989). Gençlik ve sıklık bakımları düzenli olarak uygulanan meşcerelerde, bütün aralama müdahalelerinin kuvvetli alçak aralama olarak sürdürülebileceği önerilmektedir (Ceylan, 1986; Genç, 2011). I nolu deneme alanı, bakım müdahaleleri düzenli uygulanan bir sahadır. Uygulanan mutedil alçak aralama müdahalesinin ağaçların göğüs çapı ve boyu üzerinde olumlu etkisi bulunmaktadır. Fakat mutedil alçak aralama işlemi ile kızılçamda dördüncü yıl sonunda ağaçlar arasındaki boşluklar neredeyse kapanmıştır. Bu alandaki ağaçların tepeleri bir sonraki gelişme döneminde birbirine girmeye başlayabilir. İkinci bir aralama müdahalesine ihtiyaç duyulmaktadır. Ağaç tepelerinin birbirine girdiği ve meşcere çatısında hiçbir boşluğun kalmadığı takdirde cari hacim artımı düşmeye başlamaktadır. Kızılçam meşceresi, bonitetine ve bulunduğu sıklığa göre 14 - 25 yaşlarında sık kapalılığa ulaşmakta ve cari hacim artımı da yaklaşık bu yaşlarda en yüksek olmaktadır (Usta, 1996). Çalışmamızda hektardaki toplam hacim bakımından aralama müdahaleleri uygulanan alanlar ile kontrol alanları arasında istatistiksel anlamda önemli farklılık belirlenmemiştir. *Fraxinus angustifolia* Vahl. türünde üç yılın sonunda toplam hacim artımı kontrol alanlarına kıyasla müdahale uygulanan alanlarda daha yüksek çıkmıştır (Güney vd., 2021). Meşcere hacmi, aralama müdahalesi uygulanmayan meşcerelerde en yüksek değeri alırken, aralama şiddetinin artması ile azalmaktadır. Toplam hacim ve hacim artımı, aralama şiddetine bağlı olarak azalmaktadır (del Río vd., 2008). *P. sylvestris*'de şiddetli aralama müdahalesi hacim artımında yaklaşık %25'lik bir azalmaya neden olmuştur (Mäkinen ve Isomäki, 2004a).

Biyotik ve abiyotik zararlara karşı ormanları dirençli hale getirmek için bakım çalışmaları zamanında yapılmalıdır (OGM, 2012). Çalışmamızda uygulanan aralama müdahaleleri ile ağaçların stabilitesi artmıştır. Bu da aralama uygulanan alanlardaki ağaçların kontrole kıyasla daha fazla dayanıklılık gösterdiğine işaret eder. Göğüs çapı arttıkça $H/D_{1.30m}$ oranı azalmıştır. Dolayısıyla ağaçların sık olmasıyla daha yüksek $H/D_{1.30m}$ oranına sahip olunurken, ağaç stabilitesi daha düşük olmaktadır. Birçok çalışmada da benzer sonuç bulunmuştur (Mäkinen ve Isomäki, 2004b; Yılmaz vd., 2010; Bayar ve Deligöz, 2020). Yücesan vd. (2013) yaptıkları çalışmalarında, orman sınırının altında bulunan ladin, kayın ve göknar ağaçlarında ortalama stabilite değerini sırasıyla 58, 80 ve 60 olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızda kontrol alanlarında 82 ve 72 olan ortalama stabilite değerleri, alçak aralama müdahalesi uygulanan alanlarda ortalama 64 (mutedil) ve 53'e (kuvvetli) düşmüştür. Sık meşcereler daha yüksek $H/D_{1.30m}$ oranına sahip olması sebebiyle rüzgâr zararına karşı daha düşük direnç göstermektedir (Topaçoğlu, 2007). Ayrıca meşcerenin açılmasıyla yeterli gövde sağlamlığına ulaşamamış bireylerde dayanışma azaldığından dolayı rüzgâr, kar, vb. dış etkenlere karşı koyamamaktadır (Özdemir vd., 1987).

Sonuç olarak, kızılçam meşcerelerinde uygulanan aralama müdahalelerinin ağaçların büyüme parametreleri (göğüs çapı, ağaç boyu ve stabilite) üzerinde olumlu etkisinin olduğu aşikardır. Kızılçam hızlı büyüyen ve ışık isteği yüksek olan bir tür olması nedeniyle, düzenli bakım müdahalesi uygulanan meşcerelerde ilk aralama müdahalesi olarak kuvvetli alçak aralama müdahalesi tercih edilebilir. Kuvvetli alçak aralama müdahalesiyle toplam göğüs yüzeyinin % 30-

40'ının çıkarılması uygun olabilir. Fakat sırkılık-direklik çağına kadar düzenli bakım müdahalesi uygulanmayan meşcerelerde daha tedricen yaklaşım ilk aralama müdahalesi olarak mutedil alçak aralamanın uygulanması önerilebilir. Yükselti basamağı olarak kızılçamın yayılış alanı bakımından üst zonda yer alan bu meşcerelerde, meşcere stabilitesi açısından aralama müdahaleleriyle ağaçların dayanıklılıkları artsa da kar kırmama vb. etkilere karşı tedbirli olunup, tedricen yaklaşım meşcere gelişimi açısından faydalı olabilir.

Kaynaklar

- Atar, F., 2022. Eight-year results of precommercial thinning on growth parameters in *Picea orientalis* (L.) link stands. Scandinavian Journal of Forest Research, 37(5-8): 330-337.
- Bayar, E., Deligöz, A., 2019. Burdur yöresi doğal Anadolu karaçam meşceresinde sıklık bakımının üç yıllık sonuçları. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 20(1): 18-27.
- Bayar, E., Deligöz, A., 2020. Effects of precommercial thinning on growth parameters in *Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe stand. Journal of Forestry Research, 31(5): 1803-1811.
- Ceylan, B., 1986. Muğla Yöresindeki Genç Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Meşcerelerinde İlk Aralama Müdahaleleri Üzerine Silvikültürel Araştırmalar. Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No:196, Ankara.
- Çiçek, E., Yılmaz, F., Özbayram, A.K., Çetin, B., 2010. Aralamanın dişbudak (*Fraxinus angustifolia* ssp. *oxycarpa*) plantasyonunun gelişimine etkisi. III. Ulusal Karadeniz Ormançılık Kongresi, 20-22 Mayıs, Artvin, s. 886-894.
- Çiçek, E., Yılmaz, F., Özbayram, A.K., Efe, M., Yılmaz, M., Usta, A., 2013. Effects of thinning intensity on the growth of narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa*) plantations. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 37: 97-104.
- del Río, M., Bravo-Oviedo, A., Pretzsch, H., Löf, M., Ruiz-Peinado, R., 2017. A review of thinning effects on Scots pine stands: From growth and yield to new challenges under global change. Forest Systems, 26(2): eR03S.
- del Río, M., Calama, R., Cañellas, I., Roig, S., Montero, G., 2008. Thinning intensity and growth response in Sw-European Scots pine stands. Annals of Forest Science, 65 (3): 308-317.
- Eler, Ü., 1990. Antalya Bölgesi Doğal Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) Meşcerelerinde Gecikmiş Aralama Kesimlerinin Gelişme Üzerine Etkileri. Ormançılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten Serisi, No: 44, Ankara.
- Eler, Ü., Keskin, S., 1989. Antalya Yöresi Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ağaçlandırma Alanlarında Gecikmiş İlk Aralamalarda Uygulanacak Silvikültürel İşlemin Gelişme Üzerine Etkileri. Ormançılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten Serisi, No:229, Ankara.
- Erkan, N., Aydın, A.C., Eler, Ü., 2017. Güney-batı Anadolu bölgesindeki kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) kültür ormanlarında değişik silvikültürel uygulamalara göre artım ve büyüme ilişkileri. Ormançılık Araştırma Dergisi, 4(2): 90-99.
- Ferguson, D.E., Byrne, J.C., Wykoff, W.R., Kummet, B., Hensold, T., 2011. Response of ponderosa pine stands to pre-commercial thinning on nez perce and spokane tribal forests in The Inland Northwest, USA. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Genç, M., 2011. Orman Bakımı. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını, Isparta.
- Genç, M., Özkan, K., Özçelik, R., Güner, T., Gülsoy, S., Deligöz, A., 2012. Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* ssp. *nigra* Arn. var. *caramanica* (Loudon) Rehder] meşcerelerinde uygulanan ilk aralamanın ekofizyolojik etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 13: 5-13.
- Güner, S., Tüfekçioğlu, A., Çelik, N., 2017. Effects of thinning, liming, and nitrogen application on the growth of a young oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) Forest stand. Fresenius Environmental Bulletin, 26(11): 6727-6733.
- Güney, D., Atar, F., Turna, İ., Bayraktar, A., Günlü, A., 2021. *Fraxinus angustifolia* Vahl. plantasyonlarında büyüme parametreleri üzerine sıklık bakımının etkisi. Turkish Journal of Forest Science, 5(2): 33-351.
- Güney, D., Atar, F., Turna, İ., Günlü, A., 2022. Effects of precommercial thinning intensity on growth of *Fagus orientalis* Lipsky stands over 6 years. Journal of Forestry Research, 33: 937-947.
- Hasenauer, H., Burkhart, H.E., Amateis, R.L., 1997. Basal area development in thinned and unthinned loblolly pine plantations. Canadian Journal of Forest Research, 27: 265-271.
- Juodvalkis, A., Kairiukstis L., Vasiliauskas, R., 2005. Effects of thinning on growth of six tree species in North-temperate forests of Lithuania. European Journal of Forest Research, 124: 187-192.
- Kaymakçı, E., Erkuloğlu, Ö.S., Eronat, A.F., 2000. Gördes İşletmesinde Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.)'da Gecikmiş Sıklık Bakımı Üzerine Araştırmalar. Orman Bakanlığı Ege Ormançılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten Serisi, No:15, İzmir.
- Kim, M., Lee, W.K., Kim, Y.S., Lim, C.H., Song, C., Park, T., Son, Y., Son, Y.M., 2016. Impact of thinning intensity on the diameter and height growth of *Larix kaempferi* stands in central Korea. Forest Science and Technology, 12(2): 77-87.
- Mäkinen, H., Isomäki, A., 2004a. Thinning intensity and growth of Scots pine stands in Finland. Forest Ecology and Management, 201: 311-325.
- Mäkinen, H., Isomäki, A., 2004b. Thinning intensity and long-term changes in increment and stem form of Norway spruce trees. Forest Ecology and Management, 201: 295-309.
- Mechergui, T., Boussaidi, N., Pardos, M., 2017. Short-term effect of early thinning on growth in stone pine in Tunisia. Journal of New Sciences, 46(2): 2509-2516.
- Odabaşı, T., 1985. Silvikültürde gelişmeler ve aralama. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, B(35): 55-72.
- OGM, 2012. Genç Meşcereler Bakım Seferberliği Eylem Planı 2012-2016. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- OGM, 2021. Ormançılık İstatistikleri. Orman Genel Müdürlüğü. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler>. Erişim: 13.09.2022.
- OİDUSP, 2020. Ormançılıkta İklim Değişikliğine Uyum Stratejik Planı. Orman Genel Müdürlüğü. <https://www.ogm.gov.tr/tr/haber-sitesi/Documents/ormanlarimizi-iklim-degisikligine-karsi-daha-direncli-yapacak-9-strateji-51-eylem-onerisi/Ormanlar%20C4%B1n%20C4%B0klm%20De%20C4%9F%20C5%9Fikli%20C4%9Fine%20Uyum%20Stratejisi%202020.pdf>. Erişim:10.12.2022.
- Öncül, Ö., Uğurlu, Ç., Köse, M., Tilki, F., 2016. Sıklık bakımının doğal sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinde çap ve göğüs yüzeyi üzerine etkisi. Ormançılık Araştırma Dergisi, 1(3): 29-37.
- Özbayram, A.K., Çiçek, E., 2018. Thinning experiments in narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) plantations: 10-year results. New Forests, 49: 585-598.
- Özçelik, R., Eler, Ü., 2009. Effects of release cutting on the development of young natural libanon cedar (*Cedrus libani* A. Rich) stands of Western Mediterranean Region of Turkey. Journal of Environmental Biology, 30(2):179-182.
- Özdemir, T., Eler, Ü., Şırlak, U., 1987. Antalya Bölgesi Doğal Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ormanlarında Ayıklama Kesimleri (Sıklık Bakımı) ve Etkileri Üzerine Araştırmalar. Ormançılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten Serisi, No:184, Ankara.
- Rédei, K., Meilby, H., 2009. Effect of thinning on the diameter increment in black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) Stands. Acta Silvatica et Lignaria Hungarica, 5: 63-74.

- Ruha, T., Varmola, M., 1997. Precommercial thinning in naturally regenerated Scots pine stands in Northern Finland. *Silva Fennica*, 31(4): 401-415.
- Sağır, H., 2017. Sarıçam meşcerelerinde ilk aralama ve budama müdahalelerinin büyüme üzerine etkisi: Kargı İşletmesi örneği. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Sıvacıoğlu, A., Durkaya, A., Vurdu, H., Benli, R., 2006. Taşköprü (Kastamonu) yöresi doğal sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinde sıklık bakımlarının artım ve büyümeye etkisi. *Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 6(2): 153-166.
- Sumida, A., Miyaura, T., Torii, H., 2013. Relationships of tree height and diameter at breast height revisited: Analyses of stem growth using 20-year data an even-aged *Chamaecyparis obtusa* stand. *Tree Physiology*, 33: 106-118.
- Topaçoğlu, O., 2007. Ilgaz Dağı kuzey bakışındaki orman basamakları, meşcere kuruluşları ve silvikültürel özellikleri. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tüfekçioğlu, U., 2006. Ülkemiz ormancılığında bakım çalışmalarının önemi ve sorunları. *Orman Mühendisliği Dergisi*, 7-8-9: 24-26.
- Usta, H.Z., 1992. Kızılcım ağaçlandırmalarında ilk aralama zamanı. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A(42): 189-200.
- Usta, H.Z., 1996. Batı Akdeniz Bölgesindeki Kızılcım Kültür Ormanlarında İlk Aralamaların Artım ve Büyümeye Etkisi. *Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten Serisi*, No:5, Antalya.
- Yılmaz, E., Çalışkan, A., Alptekin, Ü., Tüfekçi, S., Aytar, F., Keleş, H., Yıldızbakan, A., 2010. Toros (Lübnan) Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Sıklık Çağı Meşcerelerindeki Bakım Tedbirlerinin Belirlenmesi. *Çevre ve Orman Bakanlığı Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten Serisi*, No:36, Tarsus.
- Yücesan, Z., Özçelik, S., Oktan, E., 2015. Effects of thinning on stand structure and tree stability in an afforested oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stand in Northeast Turkey. *Journal of Forestry Research*, 36(5): 1075-1082.
- Yücesan, Z., Üçler, A.Ö., Oktan, E., 2013. Fırtına vadisi yüksek dağ ormanlarında stabilite ve meşcere değeri. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13(1): 117-128.
- Zeide, B., 2001. Thinning and growth: A full turnaround. *Journal of Forestry*, 99(1): 20-25.