



Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma Ormanında meşcere özellikleri ve silvikültürel yaklaşımlar

Figen Çakır^{1*}

¹Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı, Çankırı, Türkiye

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 27/11/2025

Kabul Tarihi: 30/12/2025

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1831618>

*Sorumlu Yazar:

figencakir@karatekin.edu.tr

ÖZ

Araştırma Makalesi

Giriş ve Hedefler Bu çalışma, Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanı'nda baskın karaçam (*Pinus nigra* Arnold) ve karaçam + sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinin kuruluş özelliklerini ortaya koyarak, bu kuruluşlara uygun silvikültürel yaklaşımları belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Yöntemler Saf karaçam, karaçam + sarıçam ve bozuk karaçam olmak üzere üç meşcere tipini ve farklı gelişim çağlarını temsil eden toplam 42 adet 400 m²'lik örnek alanda; ağaçların çap (d_{1,30}), boy, yaş, tepe izdüşümü, canlı/kuru dal başlangıç yükseklikleri ile birlikte yükselti, bakı ve eğim değerleri ölçülmüş; meşcere boyu, göğüs yüzeyi, hacim ve kapalılık değerleri hesaplanmıştır.

Bulgular Saf karaçam ve karaçam + sarıçam karışık meşcerelerinde kapalılık 0,7–0,9, göğüs yüzeyi 24–32 m²/ha ve hacim 120–200 m³/ha aralığında bulunmuş; bu meşcerelerin yaklaşık 70 ± 10 yaşta orta ağaçlık–kalın direklik döneminde ve alçak aralama çağında olduğu belirlenmiştir. Karaçam örtüsünün tahribi sonucu oluşan bozuk karaçam meşcerelerinde ise kapalılık 0,4–0,5'e, göğüs yüzeyi 15–17 m²/ha'a ve hacim 86–95 m³/ha'a düşmüştür.

Sonuçlar Araştırma ormanının muhafaza ormanı niteliği dikkate alınarak saf ve karışık meşcerelerde mutedil alçak aralama, bozuk karaçam meşcerelerinde ise koruma ve rehabilitasyon uygulamaları önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Araştırma ormanı, meşcere kuruluşu, orman yoğunluğu, silvikültür

Stand characteristics and silvicultural approaches in the Research Forest of the Faculty of Forestry, Çankırı Karatekin University

ABSTRACT

Background and Aims This study was carried out to describe the stand structure of dominant black pine (*Pinus nigra* Arnold) and black pine + Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands in the Research and Application Forest of the Faculty of Forestry, Çankırı Karatekin University, and to propose appropriate silvicultural approaches for these stands.

Methods Stand measurements were conducted in a total of 42 sample plots of 400 m² representing three stand types—pure black pine, black pine + Scots pine mixtures and degraded black pine stands—and different development stages. In each plot, tree-level variables (diameter at breast height, height, age, crown projection, height of live and dead branches) and site variables (elevation, aspect, slope) were measured, and stand height, basal area, volume and canopy closure were calculated.

Results In pure black pine and black pine + Scots pine mixed stands, canopy closure ranged between 0.7 and 0.9, basal area between 24 and 32 m²/ha and stand volume between 120 and 200 m³/ha, indicating that these stands were approximately 70 ± 10 years old and within the middle-aged–pole stage and thinning phase. In degraded black pine stands formed after the destruction of the black pine cover, canopy closure decreased to 0.4–0.5, basal area to 15–17 m²/ha and volume to 86–95 m³/ha, and local erosion and exposed bedrock were observed.

Conclusion Considering the protection-forest character of the research forest, moderate low thinning is recommended in pure and mixed stands, whereas in degraded black pine stands, improvement actions should primarily focus on protective measures, erosion control and regulated grazing.

Key Words: Research forest, stand structure, forest density, silviculture

Bu makaleye atıf:

Çakır, F., 2025. Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma Ormanında meşcere özellikleri ve silvikültürel yaklaşımlar. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 11(2), 432-438.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

Ormanlar, yalnızca ağaç topluluklarının bulunduğu mekânlar değil; odun hammaddesinden biyolojik çeşitliliğin korunmasına, iklim düzenleme, su üretimi ve rekreasyona kadar çok boyutlu ürün ve hizmetleri eşzamanlı üreten, dinamik ve karmaşık sosyo-ekolojik sistemlerdir (Öner ve ark., 2016). Sürdürülebilir orman yönetimi, bu çok işlevli yapının ekonomik, ekolojik ve sosyal değerlerinin, bugünkü ve gelecek kuşaklar için korunup geliştirilmesini hedefleyen dinamik bir yaklaşım olarak tanımlanır. Bu yaklaşım; biyolojik çeşitlilik, üretkenlik, yenilenme kapasitesi ve canlılık gibi temel özellikleri gözetken bir “emanetçilik ve kullanım” dengesine dayanır.

Silvikültür, ormancılıkta sahadaki temel uygulama alanlarından biri olup, orman vejetasyonunun hedeflere uygun biçimde yönlendirilmesi için gençleştirme, ağaçlandırma, aralama, budama, koruma ve benzeri müdahalelerin planlı bir biçimde kullanılmasını içeren bilimsel ve uygulamalı bir yönetim disiplini (Thiffault ve Pinno, 2021). Klasik tanımıyla “belirli amaçlar için ormanın bilim ve sanat yoluyla yetiştirilmesi ve bakımı” olan silvikültür, günümüzde yalnız odun üretimini değil; habitat, su kalitesi, karbon depolama ve rekreasyon gibi ekosistem hizmetlerini de birlikte gözetken hedef setleriyle yürütülmektedir (SAF, 1998).

Ormanlardan optimal yararlanma, ormanı oluşturan unsurların (tür bileşimi, yaş, kapalılık, sıklık, bonitet vb.) doğru tanımlanması ve doğal gelişim süreçleriyle uyumlu silvikültürel müdahale tekniklerinin seçilmesiyle mümkündür (Genç ve ark., 2012; Genç, 2020; Chorsanbiev ve ark., 2024). Meşcere; oluştuğu üreme materyali, yaş ve tür bileşimi, tabakalılık ve kapalılık gibi kuruluş özelliklerinin en az birinde çevresinden ayrılan, en az 1 ha büyüklüğündeki orman parçasıdır. Bu kuruluş özellikleri, yalnız üretim ve verimliliği değil; doğal afetlere (çığ, moloz akması, heyelan, sel) karşı koruma işlevlerini ve yaban hayatı için habitat kalitesini de belirler (Topaçoğlu ve ark., 2008). Uygun kuruluş bilgisinin önceden elde edilmesi, etkin işletmecilik yanında meşcere analizi, modelleme ve gelişimin izlenmesini kolaylaştırır.

Meşcerelerin zamansal gelişimi, müdahale stratejilerini belirleyen öngörülebilir dinamikler sergiler. Oliver ve Larson’ın geliştirdiği bakış açısı; kuruluş biçimi, tür içi ve türler arası rekabetin yoğunlaştığı dönem, alt tabakanın yeniden oluşumu ve yaşlı orman safhalarını ayırt ederek, her safhada hedefe uygun farklı silvikültürel işlemlere ihtiyaç duyulduğunu vurgular (Oliver ve Larson, 1996). Güncel silvikültürel düşünce, karmaşıklık ve yapısal çeşitliliği yönetmenin örneğin tekdüze kapalılığı azaltıp tabakalı ve heterojen yapılara geçmenin, meşcere dayanıklılığı ve esnekliğini artırdığını göstermektedir. Sürekli orman yaklaşımı; tıraşlama kesimlerinden kaçınarak süreklilik ve çok katlı yapı hedefler ve özellikle koruma-üretim dengesi gözetilen alanlarda kullanılabilecek önemli bir alternatiftir (Ekholm ve ark., 2023). Bu perspektif, karmaşıklık yönetmeyi merkeze alan modern silvikültür eleştirisiyle uyumludur (Puettmann, Coates ve Messier, 2009). Bununla birlikte, orman ekosistemlerinin kendiliğinden ‘dayanıklı’ olduğu varsayımı her zaman geçerli değildir. Yarı kurak karaçam ormanlarında iklim değişimi, aşırı otlama ve örtü tahribi gibi baskılar, çölleşme riskini artırarak biyolojik çeşitlilik ve toprak muhafazası gibi temel ekosistem hizmetlerini zayıflatabilmektedir (Gül ve Esen, 2024). Bu nedenle

silvikültürel kararların, yalnız büyüme-hasılat hedefleriyle değil; toprak ve vejetasyon örtüsünün sürdürülebilirliğiyle birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

Silvikültürde yerellik ilkesi esastır: bir yerde doğru olan başka bir yerde yanlış olabilir. Bu nedenle yöresel araştırmalar ve sahaya özgü kuruluş analizleri, müdahale yöntemlerinin gerekçelendirilmesinde belirleyicidir (Aksoy, 1978; Bozkuş, 1986; Kalıpsız, 1999). Meşcere kuruluşlarının sayısal tanımı: meşcere boyu, orta çap, yaş, hektardaki ağaç sayısı, göğüs yüzeyi, hacim ve bunların zamansal değişimleri ile ortaya konulabilmektedir (Fırat, 1973). Türkiye’nin odun arz açığının azaltılması ve bozuk meşcerelerin iyileştirilmesi hedefleri de, sahaya özgü kuruluş ve yetiştirme ortamı bilgisi ile desteklenen bakım ve gençleştirme önlemlerini zorunlu kılar (Avşar, 1999).

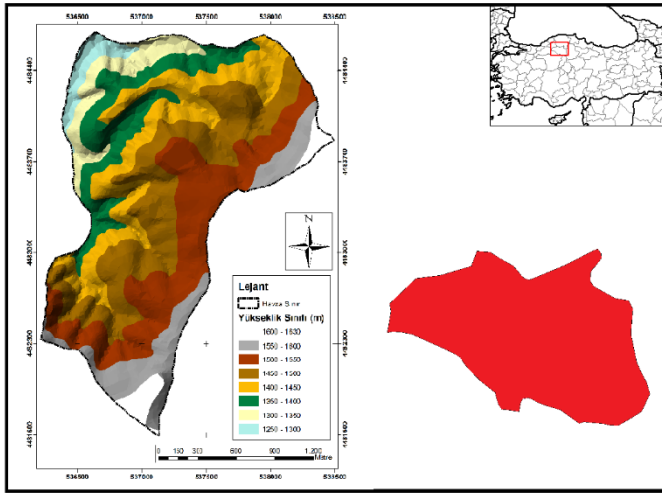
Bu bağlamda araştırma alanı olarak seçilen Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanı; ağaç türü bakımından tür zenginliği sınırlı olmakla birlikte muhafaza ormanı niteliği ve bilimsel çalışmalara elverişliliği nedeniyle önem taşır. Alanda karaçam (*Pinus nigra* Arnold)’ın hâkim olduğu saf meşcereler ve karaçam+sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) karışık meşcereleri bulunmaktadır (Tuttu ve Ursavaş, 2022; Çakır ve ark., 2020). Bu çalışma, araştırma alanındaki aktüel meşcere kuruluşlarının ayrıntılı biçimde ortaya konmasını, bu meşcerelerin silvikültürel analizini ve hedef-amaç kuruluşlarına erişmeyi sağlayacak yetiştirme ortamı duyarlı müdahale önerilerinin geliştirilmesini amaçlamaktadır. Böylece, sürdürülebilir orman yönetiminin (SFM) ekolojik-ekonomik-sosyal hedefleriyle uyumlu, yerel koşullara dayalı bir karar çerçevesi sunulacaktır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Araştırma alanı

Araştırma alanı, Çankırı ili, Eldivan ilçesi sınırları içinde yer alan Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanı’nda yer almaktadır. Konum itibarıyla, 40°34’41"-40°20’38" Kuzey enlemleri ile 33°36’00" – 33°25’10" Doğu boylamları arasındadır (Şekil 1). Orman fakültesine tahsisi 14.05.1998 tarihinde yapılan araştırma alanı, Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü, Merkez işletme Şefliği içerisinde, toplam alanı 367 ha olup, 363,5 ha ormanlık, 3,5 ha orman içi açıklıktır.

Orta dağlık ve dağlık arazi sınıfına giren araştırma alanı, Güney kısmında Çakmaklı Tepe (1630 m), Kolaçsivri Tepe (1596 m), Batı’ında Kirazlı Tepe (1485 m), Doğu’sunda Murafa Tepe (1641 m.) ile sınırlanmıştır. Arazi içerisinde Elhamur Tepesi (1422 m) vardır. Kuzey sınırını Kelmahmut Deresi ve Karanlık Dere, Doğu sınırının bir kısmını Lalelik sırtı, Batı sınırını Kamış Deresi oluşturmaktadır. Araştırma alanının drenaj sularını Kelmahmut Deresi, Karanlık Dere ve Kamış Deresi, Kavaklıkuz Deresi ve bunların kolları taşımaktadır (Göl ve ark., 2010).



ölçütler göz önünde bulundurulmuştur. Kalıpsız (1962), örnek alan büyüklüğünün, ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımını yansıtacak kadar büyük, ancak meşcere normallliğini bozmayacak kadar küçük olması gerektiğini ifade etmektedir. Çalışkan (1991) ise değişik yaşlı ve karışık meşcerelerde, 0,02–1,0 ha büyüklüğünde örnek alanların hâsılat çalışmalarında sıklıkla kullanıldığını bildirmektedir. Aksoy (1978) ve Ellenberg (1956) ise ormanlarda ağaç katı için 200–500 m² büyüklüğündeki örnek alanların uygun olduğunu belirtmektedir. Bu çalışmada, söz konusu literatür bilgilerinden yararlanılarak, meşcere ölçümleri için 400 m² büyüklüğünde örnek alanlar tercih edilmiştir. Her bir örnek alan için örnekleme tarihi, örnek alanın konumu, harita pafta numarası, işletme müdürlüğü, bölge, seri ve bölme numarası kaydedilmiştir. Ayrıca, her örnek alanın yeri 1/25.000 ölçekli topoğrafik harita üzerinde işaretlenmiştir.

Arazi çalışmaları sırasında her örnek alan için yükselti (m), bakı, eğim (%), yeryüzü biçimi ve meşcereye ilişkin gözlemlenen özellikler (karışım biçimi ve oranı, antropojen etkiler, ağaç türlerinin tepe ve gövde kalitesi, gençlik durumu ve kalitesi vb.) belirlenmiş ve gerekli görülen diğer karakteristik özellikler de kaydedilmiştir. Meşcere kuruluş özelliklerini sayısal olarak ortaya koymak amacıyla, her bir örnek alan içerisinde yer alan ve göğüs yüksekliği çapı ($d_{1,30}$) 4 cm'den büyük ve boyu 5 m'den fazla olan tüm bireyler ölçüm kapsamına alınmıştır. Her bireyin türü, $d_{1,30}$ çapı (cm), boyu (m), yaşı (yıl), yaş ve kuru dalların başladığı yükseklik (m), ayrıca ağacın gövdesinden itibaren kuzey, güney, doğu ve batı yönlerine doğru tepe izdüşümünün ulaştığı mesafeler (m) ölçülmüş ve kaydedilmiştir.

2.6 Verilerin değerlendirilmesi

Meşcere tepe izdüşümlerini belirlemek amacıyla, her bir örnek alanın 1/200 ölçekli yatay kesitleri A₃ boyutundaki milimetrik kâğıda çizilmiştir. Arazi çalışmalarında her bireyin konumu ve ağaç gövdesinden kuzey, güney, doğu ve batı yönlerine ölçülen tepe izdüşümü mesafeleri uygun ölçeğe dönüştürülerek kâğıda aktarılmıştır. Elde edilen tepe projeksiyonları, orijinal çizimlere uygun biçimde ölçeklendirilip numaralandırılarak değerlendirmeye hazır hale getirilmiştir.

Örnek alanlardan elde edilen sayısal verilerle meşcere parametreleri hesaplanmıştır. Her örnek alanda üst boy, orta boy, orta çap, göğüs yüzeyi ve ağaç sayısı değerleri belirlenmiştir. Meşcere üst boyu, en uzun beş ağacın boy ortalaması olarak; orta boy, tüm bireylerin boy ortalaması; orta çap ise tüm ağaçların çaplarının aritmetik ortalaması olarak hesaplanmıştır. Kapalılık oranı, ölçekli tepe projeksiyonlarından; karışım oranı ise ağaç sayısı ve göğüs yüzeyi değerlerinin örnek alan toplamına oranı alınarak bulunmuştur (Genç, 2012).

Meşcere yaşı belirlenirken, normal gelişim gösteren beş ağaçtan göğüs yüksekliğinden ($d_{1,30}$) artım kalemleri alınmış, yıllık halka sayımıyla yaş tespiti yapılmıştır. Buna ek olarak, çevrede 1,30 m boya ulaşmış en az üç genç ağacın yaş ortalaması meşcere yaşına eklenmiştir. Hacim hesaplamalarında ise türlere özgü çift girişli hacim tabloları kullanılmıştır; sarıçam için Alemdağ (1967), karaçam için ise Sun ve ark. (1997) tarafından geliştirilen tablolar tercih edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 Bozuk meşcereler

3.1.1 Bozuk Karaçam + Meşe (BÇkM) meşcereleri

Bozuk karaçam + meşe (BÇkM) meşcereleri araştırma alanında 1500-1550 m yükselti kuşağında ve ağırlıklı olarak güney-güneybatı bakılarda yayılış göstermektedir. Bu meşcerelerde kapalılık 0,4, meşcere orta boyu 11 m, ortalama göğüs çapı 20 cm ve ortalama yaş 48 yıl olarak belirlenmiştir. Hektardaki birey sayısı yaklaşık 450 adet olup çap dağılımı büyük ölçüde 12-19,9 cm'lik ince çap basamaklarında yoğunlaşmaktadır. Bu kuruluş özellikleri, meşcerenin ince ağaçlık gelişim çağında bulunduğunu ve artım potansiyelinin yüksek olduğunu göstermektedir (Assmann, 1970; Smith ve ark., 1997). Buna karşın düşük kapalılık değeri, taçların henüz kapanmadığını ve meşcere içinde ışık-boşluk dinamiğinin baskın olduğunu ortaya koymaktadır. Göğüs yüzeyi (15,34 m²/ha) ve hacim (86,42 m³/ha) değerlerinin benzer yaşlardaki sağlıklı iğne yapraklı meşcerelere kıyasla düşük olması, bu meşcerelerin geçmişte antropojen baskılara maruz kaldığını düşündürmektedir (Anonim, 2016).

Literatürde yarı kurak koşullarda gelişen genç iğne yapraklı-geniş yapraklı karışık meşcerelerde düşük kapalılığın hem toprak muhafaza işlevini hem de karbon tutulumu potansiyelini sınırlandırdığı belirtilmektedir (Assmann, 1970; Smith ve ark., 1997). Bu nedenle BÇkM meşcerelerinde uygulanacak zayıf alçak aralamalar ile baskılanmış ve formu zayıf bireylerin uzaklaştırılması; buna karşılık sağlıklı ve istikbal niteliği taşıyan bireylerin desteklenmesi, kapalılığın zaman içerisinde 0,5-0,6 düzeylerine yükselmesine katkı sağlayacaktır (Çiçek, 2013; OGM, 2014). Ayrıca meşe bileşeninin korunması, karışık meşcerelerin yapısal çeşitliliğini ve ekolojik dayanıklılığını artırarak karbon döngüsü açısından daha dengeli bir yapı oluşmasına olanak tanımaktadır (Long, 1985; Peltola ve ark., 2002).

3.1.2 Bozuk Karaçam (BÇk) meşcereleri

Bozuk karaçam meşcereleri 1400–1500 m yükselti kuşağında, ağırlıklı olarak kuzey ve batı bakılarda yayılış göstermektedir. Bu meşcerelerde kapalılık 0,5, ortalama yaş 85 yıl, orta boy 12 m ve ortalama göğüs çapı 32 cm olarak belirlenmiştir. Hektardaki birey sayısı yaklaşık 250 adet olup bireyler ağırlıklı olarak orta çap basamaklarında yer almaktadır. Göğüs yüzeyi (16,84 m²/ha) ve hacim (92,42 m³/ha) değerleri, yarı kurak koşullardaki bozuk nitelikli karaçam meşcereleri için literatürde bildirilen orta yoğunluklu stoklanma düzeyleriyle uyumludur (Assmann, 1970; Smith ve ark., 1997; Anonim, 2016). Buna karşın birey sayısının görece düşük olması ve kapalılığın sınırlı düzeyde kalması, bu meşcerelerin toprak koruma ve diğer ekosistem hizmetlerini tam kapasiteyle yerine getiremediğini göstermektedir. Bu bulgu, vejetasyon örtüsündeki azalmanın toprağın su ve besin tutma kapasitesini düşürerek erozyon ve çölleşmeye duyarlılığı artırdığı yönündeki değerlendirmelerle uyumludur (Gül ve Esen, 2024). Nitekim yarı kurak alanlarda insan baskısı (özellikle otlatma ve örtü tahribi) artınca DR/ESAI (Çölleşme Riski/Çevresel Duyarlılık İndeksi) değerleri yükselmekte; bu da 'hasas' alanlarda hızlı

bozunma riskini büyötmektedir (Göl ve Esen, 2024). Bu nedenle bozuk karaçam meşcerelerinde önerilen müdahalelerin odağı, klasik hacim artırma uygulamalarından ziyade koruma-rehabilitasyon ve erozyon kontrolü olmalıdır. Assmann (1970) ve Smith ve ark. (1997), bu yaş grubundaki seyrek ve bozuk nitelikli meşcerelerde büyümenin büyük ölçüde geçmiş müdahaleler ve çevresel stres faktörleri tarafından şekillendiğini vurgulamaktadır. Bu bağlamda bozuk karaçam meşcerelerinde uygulanacak silvikültürel müdahalelerin, kapallığı daha da düşürmeyecek şekilde zayıf ve seçici alçak aralamalar ile sınırlandırılması gerekmektedir. Müdahalelerin amacı, rekabet gücü düşük bireyleri kademeli olarak sistemden çıkarırken, yüksek gelişme potansiyeline sahip istikbal ağaçlarının desteklenmesi olmalıdır. Bu yaklaşım, meşcerenin stoklanma düzeyinin ve karbon tutulumu kapasitesinin zaman içerisinde iyileştirilmesine katkı sağlayacaktır (Pretzsch, 2009; Nyland, 2016).

3.2 Saf Karaçam meşcereleri

3.2.1 Genç Karaçam meşcereleri (Çkbc2)

Çkbc2 meşcereleri 1450-1500 m yükselti kuşağında, hâkim olarak kuzeybatı bakılarda yer almakta olup 42 yıllık ortalama yaş, 0,7 kapallılık ve hektarda yaklaşık 500 birey ile karakterizedir. Orta çap (19,5 cm) ve orta boy (10 m) değerleri, meşcerenin kalın direklik gelişim çağında bulunduğunu göstermektedir (Oliver ve Larson, 1996; Nyland, 2016). Göğüs yüzeyi (12,18 m²/ha) ve hacim (71,23 m³/ha) değerlerinin görece düşük olması, bireylerin henüz yoğun rekabet aşamasına girmediğini göstermektedir. Pretzsch (2009) ve Nyland (2016), bu gelişim çağındaki sık meşcerelerde erken dönemde uygulanan ılımlı alçak aralamaların, ilerleyen dönemlerde çap ve hacim artımını önemli ölçüde artırdığını belirtmektedir. Bu nedenle söz konusu meşcerelerde büyümenin yönlendirilmesi açısından erken müdahaleler kritik öneme sahiptir.

3.2.2 Orta yaşlı Karaçam meşcereleri (Çkc3, Çkcd2, Çkcd3)

Bu meşcere grubu 68-84 yıl yaş aralığında olup, yüksek kapallılık (0,8-0,9) ve hektarda 750-850 birey gibi yüksek ağaç sayılarıyla karakterizedir. Göğüs yüzeyi değerleri 24-28 m²/ha, hacim değerleri ise 122-168 m³/ha aralığındadır. Oliver ve Larson (1996) ile Pretzsch (2009), bu tür yoğun ve kapalı meşcerelerde rekabetin özellikle çap büyümesini sınırlandırdığını vurgulamaktadır. Dean ve Baldwin (1996) ile Thurm ve Pretzsch (2021), orta yaşlı meşcerelerde uygulanan ılımlı alçak aralamaların, büyüme ve yoğunluk ilişkisini dengeleyerek uzun vadeli hacim artımını artırdığını ortaya koymuştur. Bu nedenle baskı altında kalan, formu bozuk ve tepesi daralmış bireylerin uzaklaştırılması; düzgün gövdeli ve kaliteli istikbal ağaçlarının desteklenmesi önerilmektedir (OGM, 2016; Odabaşı, 2012).

3.3 Karaçam + Sarıçam karışık meşcereleri (ÇkÇsc3, ÇsÇkc3)

Karaçam + sarıçam karışık meşcereleri 1500-1600 m yükselti kuşağında yer almakta olup 0,8-0,9 kapallılık, 70-75 yıl ortalama yaş ve yüksek göğüs yüzeyi (27-32 m²/ha) ile

karakterizedir. Hacim değerleri 144-198 m³/ha aralığında olup araştırma alanındaki en yüksek stoklu kuruluşları temsil etmektedir. Pretzsch (2009) ve Nyland (2016), karışık meşcerelerin saf meşcerelere kıyasla daha yüksek yapısal çeşitlilik ve ekolojik dayanıklılık sunduğunu belirtmektedir. Bununla birlikte yüksek kapallılık ve yoğunluk koşulları, rekabet baskısını artırarak çap artımını sınırlandırmaktadır (Long, 1985; Thurm ve Pretzsch, 2021). Bu nedenle karışım oranını koruyacak şekilde uygulanacak ılımlı ve yer yer kuvvetli alçak aralamalar, özellikle sarıçam bireylerinin meşcerede sürekliliğinin sağlanması açısından kritik öneme sahiptir (Peltola ve ark., 2002; Mäkinen ve Isomäki, 2004).

4. Sonuç

Araştırma alanında saf karaçam, karaçam + sarıçam karışık meşceresi ve bozuk karaçam meşceresi olmak üzere üç temel meşcere tipi belirlenmiştir. Bu meşcere kuruluşları, silvikültürel özellikleri bakımından birbirinden farklılık göstermektedir. Karışım oranı bakımından saf karaçam meşcereleri hâkimdir ve karaçamın baskın tür olduğu karışık meşcereler mevcut meşcere haritası ve amenajman planı verileriyle uyumludur. Bulgular, meşcere tipleri arasında kapallılık, ağaç sayısı ve hacim bakımından belirgin farklılıklar bulunduğunu ve bu farklılıkların meşcerelerin büyüme dinamikleri ile ekosistem işlevlerini doğrudan etkilediğini göstermektedir.

Bozuk karaçam ve bozuk karaçam + meşe meşcerelerinde düşük kapallılık ve sınırlı hacim değerleri, bu kuruluşların toprak koruma ve karbon tutulumu potansiyelini sınırlandırmaktadır. Ancak özellikle bozuk karaçam + meşe meşcerelerinde genç ve ince çaplı bireylerin baskın olması, uygun şekilde yönlendirilmiş silvikültürel müdahalelerle hacim artımının artırılabilirliğini ortaya koymaktadır. Bu meşcerelerde zayıf ve seçici alçak aralamalarla istikbal ağaçlarının desteklenmesi ve kapallılığın kademeli olarak artırılması önerilmektedir.

Saf karaçam meşcerelerinde gelişim çağlarına bağlı olarak farklı hacim düzeyleri belirlenmiştir. Genç meşcerelerde erken dönemde uygulanacak ılımlı alçak aralamalar, büyümenin yönlendirilmesi açısından önem taşırken; orta yaşlı ve yoğun meşcerelerde aşırı rekabetin azaltılmasına yönelik ılımlı yoğunluk düzenlemeleri, uzun vadede hacim artımını destekleyecektir.

Karaçam + sarıçam karışık meşcereleri, araştırma alanındaki en yüksek hacim değerlerine sahip kuruluşlar olarak öne çıkmakta ve yapısal çeşitlilikleri sayesinde yüksek ekolojik dayanıklılık sergilemektedir. Bununla birlikte, bu meşcerelerde de aşırı yoğunluk bireysel ağaç gelişimini sınırlandırmaktadır. Karışım oranını koruyacak şekilde planlanacak ılımlı ve yer yer kuvvetli alçak aralamalar, tür sürekliliğinin sağlanması ve büyüme ve rekabet dengesinin kurulması açısından uygun bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir.

Sonuç olarak, yarı kurak koşullarda sürdürülebilir meşcere yönetiminin, tek tip müdahaleler yerine meşcere tipine ve gelişim çağlarına özgü, hacim artımını ve kapallılığı birlikte gözeten silvikültürel uygulamalarla mümkün olduğu ortaya konmuştur. Bu yaklaşım hem odun üretiminin sürekliliğini hem de karbon tutulumu ve toprak muhafazası gibi temel ekosistem hizmetlerinin birlikte iyileştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Bu öneriler, yarı kurak karaçam ormanlarında çölleşme duyarlılığının 'ormanlık alan' varlığına rağmen yüksek

olabileceğini gösteren DR/ESAI (Çölleşme Riski/Çevresel Duyarlılık İndeksi) temelli değerlendirmelerle de desteklenmektedir (Gül ve Esen, 2024). Hassasiyet haritaları, müdahalelerin ‘her yerde aynı’ değil, öncelikli risk alanlarına odaklanacak şekilde planlanmasına olanak sağlar (Gül ve Esen, 2024). Bu çerçevede bozuk karaçam tiplerinde koruma önlemleri, erozyon kontrolü ve kontrollü otlatma-alan kullanım düzenlemeleri öne çıkarken; saf ve karışık meşcerelerde mutedil aralamalarla kapalılık ve toprak örtüsü sürekliliğinin korunması, orta risk alanların yüksek risk sınıfına geçişini yavaşlatabilecek proaktif bir yaklaşımdır (Gül ve Esen, 2024). Uzun dönem izleme ve adaptif yönetim, bu hassas ekosistemlerde sürdürülebilirliğin temel bileşenidir (Gül ve Esen, 2024).

Teşekkür

Bu çalışma, Çankırı Karatekin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından OF210621B04 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Abay, G., Ursavaş, S., 2009. Çankırı ili araştırma ormanı karayosunu (musci) flora ve ekolojisi. Bartın orman fakültesi dergisi 11, 61-70.
- Aksoy, H., 1978. Karabük-Büyükdüz Araştırma Ormanı’ndaki Orman Toplulukları ve Bunların Silvikültürel Özellikleri Üzerine Araştırmalar, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 2332, O.F. Yayın No: 237, İstanbul.
- Alemdağ, Ş., 1967. Türkiye’deki Sarıçam Ormanlarının Kuruluşu, Verim Gücü ve Bu Ormanların İşletilmesinde Takip Edilecek Esaslar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 20, Ankara.
- Anonim, 2016. Silvikültürel Uygulamaların Esasları Tebliği. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Assmann, E., 1970. The Principles of Forest Yield Study. Pergamon Press, Oxford.
- Avşar, M.D., 1999. Kahramanmaraş-Başkonuş Dağı Ormanlarında Başlıca Meşcere Kuruluşları ve Silvikültürel Öneriler, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 212, Trabzon.
- Bozkuş, H.F., 1987. Toros Göknaarı (*Abies cilicica* Carr)’nın Türkiye’deki Doğal Yayılış ve Silvikültürel Özellikleri, TC Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 118, İstanbul.
- Carus, S., 2004. Increment and growth in timberline Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) stands at Ilgaz Mountain, Turkey. Pakistan Journal of Biological Sciences 7, 212–218.
- Chorshanbiev, F., Abdullayev, O., Khalilova, K., Kodirova, M., Xalimjanov, A., Rakhimov, U., 2024. Study on species and age structure of forests: Optimization of forest stand completeness. E3S Web of Conferences.
- Çakır, M., 2019. The negative effect of wood ants (*Formica rufa*) on microarthropod density and soil biological quality in a semi-arid pine forest. Pedobiologia 77, 150593.
- Çakır, M., Çakır, F., Yalçıntekin, H.İ., 2020. Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanında humus formlarının belirlenmesi ve değerlendirilmesi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi 6(2), 82-90.
- Çalışkan, A. 1991., Karabük-Büyükdüz Araştırma Ormanında Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)-Göknaar (*Abies bornmülleriana* Mattf.)-Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) Karışık Meşcerelerinde Büyüme İlişkileri ve Silvikültürel İşlemler, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 281, İstanbul.
- Çiçek, E., 2013. Effects of thinning intensity on the growth of narrow-leaved ash. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 37, 1-12.
- Çiçek, E., 2002. Adapazarı-Süleymaniye subasar ormanında meşcere kuruluşları ve gerekli silvikültürel önlemler, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dean, T. J., Baldwin, V.C., 1996. Crown management and stand density. In Growing Trees in a Greener World: Industrial Forestry in the 21st Century (LSU Forestry Symposium).
- Ediş, S., Pehlivan, S., 2025. Çankırı Orman Fakültesi Araştırma Ormanında iklim sınıflandırma yöntemlerinin karşılaştırılması ve mekânsal dağılım analizi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi 11(1), 201-211.
- Ekholm, A., Lundqvist, L., Axelsson, EP., Egnell, G., 2023. Long-term yield and biodiversity in stands managed with the selection system and the rotation forestry system: A qualitative review. Forest Ecology and Management 537, 120920.
- Eler, Ü., 1980. Birbirini tamamlayan araştırmalar yapılabilmesi yönünden araştırma ormanları (Çeviri). Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi 26, 55-57.
- Ellenberg, H., 1956. Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde, Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Fırat, F., 1973. Dendrometri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İstanbul.
- Genç, M., Bayar, E., Kaya, C., Değirmenci, B., 2012. Meşcere kuruluşu araştırmaları üzerine silvikültürel bir değerlendirme. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 13(2), 291-303.
- Genç, M., 2004. Silvikültürün Temel Esasları. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları. Yayın no: 351. Isparta.
- Göl, C., Yılmaz, H., Ediş, S., 2010. Orman fakültesi araştırma ve uygulama ormanı topraklarının bazı özellikleri ve sınıflandırması. In, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Artvin, pp. 941-952.
- Gül, E., Esen, S., 2024. High desertification susceptibility in forest ecosystems revealed by the environmental sensitivity area index (ESAI). Sustainability 16, 10409.
- Kalıpsız, A., 1962. Doğu Kayınında Artım ve Büyüme Araştırmaları, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Yayın No:339/7, Ankara.
- Kalıpsız, A., 1999. Dendrometri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Long, J. N., 1985. A practical approach to density management. Forest Chronicle 61, 23-27.
- Mäkinen, H., Isomäki, A., 2004. Thinning intensity and long-term changes in increment and stem form of Scots pine. Forest Ecology and Management 203, 21-34.
- Nyland, R.D., 2016. Silviculture: Concepts and Applications (3rd ed.). Waveland Press.
- Odabaşı, T 1983. Silvikültürel Planlama. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını, No:3144/351 İstanbul.

- Odabaşı, T., 2012. Silvikültürde gelişmeler ve aralama. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 62(2), 1-20.
- OGM, 2014. Silvikültürel Uygulamaların Teknik Esasları (Tebliğ No: 298). Orman Genel Müdürlüğü, Silvikültür Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Oliver, C. D., Larson, B.C., 1996. Forest Stand Dynamics (Update Edition). McGraw-Hill.
- Öner, M.N. ve İmal, B. 2006. Bülbülpınarı (Çankırı-Eldivan) Meşcere Kuruluşları Üzerine Araştırmalar, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri A, Sayı:2, 67-79.
- Öner, M.N., Erşahin, S., Ayan, S., Özel, H. B., 2016. İç Anadolu'da Yarıkurak Alanların Rehabilitasyonu. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi 2(1-2), 32-44.
- Özdemir, T., 1977. Araştırma ormanları ve planlamaları konusunda düşünceler. Ormancılık araştırma enstitüsü dergisi 23, 109-112.
- Peltola, H., Miina, J., Rouvinen, I., Kellomäki, S., 2002. Effect of early thinning on the diameter growth distribution along Scots pine stems. Silva Fennica 36(4), 813-825.
- Pretzsch, H., 2009. Forest Dynamics, Growth and Yield: From Measurement to Model. Springer.
- Puettmann, K.J., Coates, K.D., Messier, C., 2009. A Critique of Silviculture: Managing for Complexity. Island Press, Washington, DC.
- SAF, 1998. Society of American Foresters. Silviculture. In The Dictionary of Forestry. Bethesda.
- Smith, D. M., Larson, B. C., Kelty, M. J., Ashton, P. M. S., 1997. The Practice of Silviculture: Applied Forest Ecology. John Wiley & Sons, New York.
- Spiecker, H., 2002. Silvicultural management in maintaining biodiversity and resistance of forests in Europe – temperate zone. Journal of Environmental Management 67, 55-65.
- Sun, O., Eren, M.E., Orpak, M., 1997. Temel Ağaç Türlerimizde Tek Ağaç ve Birim Alandaki Odun Çeşidi Oranlarının Saptanması, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, Ankara.
- Thurm, E. A., Pretzsch, H., 2021. Growth–density relationship in mixed stands – Results from long-term experimental plots. Forest Ecology and Management 483, 118909.
- Thiffault, N., Pinno, B. D., 2021. Enhancing Forest Productivity, Value, and Health through Silviculture in a Changing World. Forests 12(11), 1550.
- Topaçoğlu, O., Bozkuş, F.H., Güney, K. 2008. Ilgaz Dağı Kuzey Bakıda Subalpin ve Yüksek Montan Yükselti Basamağındaki Bazı Meşcere Kuruluşlarının Silvikültürel Özellikleri. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 8(1) 1-13.
- Tuttu, G., Ursavaş, S., 2022. Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanının (Çankırı/Eldivan) florası. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi 8(1), 51-65.