

Sakallı Kızılağaç Meşcerelerinde Doğal Gençleştirme Başarısının Değerlendirilmesi: Akçaabat Örneği Analizi

Evaluation of Natural Regeneration Success in Bearded Alder Stands: The Akçaabat Case Study

Gökhan BEKTAŞ¹ , Aşkın GÖKTÜRK^{2*} 

¹Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü, Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü, Trabzon

²Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Silvikültür Anabilim Dalı, Artvin

Eser bilgisi/Article info

Araştırma makalesi/Research article

DOI: 10.17474/artvinofd.1894530

*Sorumlu yazar/Corresponding author

Aşkın GÖKTÜRK

e-mail: agokturk@artvin.edu.tr

Gönderilme tarihi/Submission date

24.02.2026

Kabul tarihi/Acceptance date

25.04.2026

Yayınlanma tarihi/Publication date

14.05.2026

Anahtar kelimeler:

Büyüme performansı

Fidan morfolojisi

Gençlik bakımı

Gülbüzlük indisi

Tohumlama kesimi

Keywords:

Growth performance

Seedling morphology

Regeneration tending

Sturdiness index

Seeding cut

Öz

Sakallı kızılağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata* (C.A. Mey.) Yalt.), hızlı büyüme yeteneği, kısa idare süresi ve geniş ekolojik toleransı nedeniyle Türkiye ormancılığı açısından önemli bir türdür. Bu çalışmada, 2022 yılında tohumlama kesimi uygulanan Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Düzköy Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindeki sakallı kızılağaç meşceresinde yürütülen doğal gençleştirme ve gençlik bakım uygulamalarının, gençleştirme başarısı ile fidanların büyüme ve gelişimi üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında 2023–2025 yılları arasında periyodik fidan sayımları gerçekleştirilmiş, ayrıca 50 adet 5x5 m büyüklüğündeki örnek alanlarda fidan yaşı, boyu ve kök boğazı çapı ölçülmüş ve fidanların gülbüzlük indisi değerleri hesaplanmıştır. Sonuçlara göre, 2023 yılı ilkbaharında %53 olan gençleştirme başarı yüzdesi, 2025 yılı sonbaharında %96'ya ulaşmıştır. Sahada 1, 2 ve 3 yaşlı fidanların birlikte bulunduğu belirlenmiş; yaş grupları arasında gülbüzlük indisi bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptanmıştır ($p < 0.05$). En yüksek büyüme ivmesi 3 yaşlı fidanlarda gözlenmiş, bu grupta fidanların daha dengeli ve mekanik olarak daha stabil bir morfolojik yapı kazandığı belirlenmiştir. Bulgular, sakallı kızılağaç meşcerelerinde gençleştirme başarısının yalnızca fidan yoğunluğuna dayalı olarak değil, yaşa bağlı morfolojik gelişim ve yapısal kalite göstergeleri ile birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Abstract

Bearded alder (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*) is an important species for Turkish forestry due to its rapid growth capacity, short rotation period, and wide ecological tolerance. In this study, the effects of natural regeneration and tending practices carried out in a bearded alder stand where a seed tree cutting was applied in 2022 within the boundaries of the Düzköy Forest Management Directorate under the Trabzon Regional Directorate of Forestry were evaluated in terms of regeneration success and seedling growth and development. Within the scope of the study, periodic seedling counts were conducted between 2023 and 2025. In addition, seedling age, height, and root collar diameter were measured in 50 sample plots of 5 × 5 m, and seedling sturdiness index values were calculated. According to the results, the regeneration success rate, which was 53% in the spring of 2023, increased to 96% by the autumn of 2025. It was determined that 1-, 2-, and 3-year-old seedlings coexisted within the stand, and statistically significant differences in sturdiness index values were detected among age groups ($p < 0.05$). The highest growth rate was observed in 3-year-old seedlings, which exhibited a more balanced and mechanically more stable morphological structure. The findings indicate that regeneration success in bearded alder stands should be evaluated not solely on seedling density, but also in conjunction with age-related morphological development and structural quality indicators.

GİRİŞ

Odun hammaddesine dayalı sanayi kollarında üretim sürekliliğinin sağlanabilmesi, hammaddenin kesintisiz ve sürdürülebilir biçimde temin edilmesine bağlıdır (Nepal vd., 2019; FAO, 2020). Artan nüfus, çeşitlenen endüstriyel talepler ve küresel iklim değişikliğinin orman ekosistemleri üzerindeki baskısı dikkate alındığında, doğal ormanlar üzerindeki üretim baskısının azaltılması ve alternatif hammadde kaynaklarının etkin biçimde yönetilmesi giderek daha büyük önem kazanmaktadır. Bu kapsamda, hızlı gelişen, kısa idare sürelerine sahip ve farklı yetiştirme ortamlarına uyum gösterebilen ağaç türleri, sürdürülebilir ormancılık ve endüstriyel hammadde arzı açısından stratejik bir konuma gelmiştir (Evans, 2009; FAO, 2010).

Kızılağaç türleri (*Alnus* spp.), hızlı büyüme yeteneği, kısa üretim periyodu ve bol tohum yılı oluşturabilmesiyle bu türler arasında öne çıkmaktadır (Lukyanets vd., 2022; Marques vd., 2022). Türkiye ormancılığında kavak, okaliptüs ve kızılçam gibi türlerle birlikte değerlendirilen kızılağaç türleri, özellikle artan sanayi talebi ve üretim potansiyeli nedeniyle Orman Genel Müdürlüğü tarafından gençleştirme, orman bakımı ve üretim amaçlı uygulamalara konu edilmektedir (OGM, 2018a). Türün sürdürülebilir odun hammaddesi temininde sağlayabileceği katkılar, kızılağacı hem ekonomik hem de ekolojik açıdan stratejik bir tür haline getirmektedir (Marques vd., 2022).

Kızılağaç türlerinin ekolojik ve silvikültürel özellikleri üzerine yapılan çalışmalar; türün farklı yetişme ortamlarına uyum yeteneğinin yüksek olduğunu, genç bireylerin kısa sürede hızlı bir gelişim gösterdiğini ve doğal gençleştirme kapasitesinin güçlü olduğunu ortaya koymaktadır (Yaltırık 1993; Gerçek vd., 2008). Islak ve drenaj problemi bulunan alanlarda başarıyla gelişebilmesi, toprak verimliliğini artırıcı etkileri ve ekosistem süreçlerine sağladığı katkılar, kızılağacın yalnızca üretim amaçlı değil, aynı zamanda ekosistem temelli ormancılık yaklaşımlarında da önemli bir rol üstlenebileceğini göstermektedir (Ürgeç, 1992).

Sakallı kızılağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata* (C.A.Mey.) Yalt.), öncü ve ışık isteği yüksek bir tür olup, doğal gençleşmesi meşcere yapısı ve habitat koşullarına bağlı olarak değişmektedir (Lukyanets vd., 2022). Türün gençlik döneminde özellikle tohumdan gelen bireylerin sahaya tutunabilmesi için kapalılığın azaltılması, diri örtü rekabetinin sınırlandırılması ve nem rejiminin korunması kritik önemdedir (Kajba ve Gračan 2003; Ilisson vd., 2007).

Yaygın veya kara kızılağaç olarak adlandırılan *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) türünü kapsayan çalışmalarda, gençliğinin kapalı meşcereler altında zayıf kaldığı; buna karşın tohumlama kesimi, saha hazırlığı ve gençlik bakımlarının uygulandığı alanlarda gençlik yoğunluğu ve yaşama başarısının belirgin biçimde arttığı bildirilmektedir (McVean, 1956; Claessens vd., 2010, Lukyanets vd., 2022). Bu bulguların, kara kızılağaç türünün bir alt taksonu olan sakallı kızılağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*) için de yol gösterici nitelikte olduğu söylenebilir.

Sakallı kızılağaç üzerine yürütülen çalışmalar; türün odun anatomisi (Merev, 1998), meşcere kapalılığının doğal gençleştirme üzerindeki etkileri (Kaya, 2014; Üçler vd., 2017) ve farklı yetişme ortamlarında gençleştirme başarısı (Çatalçam, 2014; Yıldırım vd., 2020) üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu çalışmalar, uygun kapalılık dereceleri ve silvikültürel müdahalelerle kızılağaç meşcerelerinde başarılı doğal gençleştirmenin mümkün olduğunu ortaya koymaktadır.

Ülkemizde kızılağaç türleri üzerine gerçekleştirilen çalışmalarda ağırlıklı olarak gençleştirme başarı ile büyüme özelliklerinin genetik ve çevresel değişkenler bağlamında ele alınmasına odaklanılmıştır (Feyzioğlu vd., 2007; Öztürk, 2011). Gençleştirme uygulamaları sonrasında ortaya çıkan gençliklerin, uygulanan gençlik bakım çalışmalarıyla birlikte büyüme ve gelişim performanslarının değerlendirildiği çalışmaların nispeten daha az sayıda olduğu görülmektedir (Yıldırım vd., 2020). Özellikle saha hazırlığı sonrası çimlenme süreci, farklı yaş gruplarındaki fidanların boy, çap ve boy/çap oranları gibi morfolojik parametrelerin, gençleştirme başarısı ile birlikte ele alındığı uygulamaya dönük araştırmaların yetersiz olduğu dikkat çekmektedir.

Türkiye’de doğal olarak yayılış gösteren kızılağaç türlerinin gençleştirme çalışmalarının önemli bir bölümünde başarı değerlendirmesinin çoğunlukla gençlik yoğunluğu veya ilk yıllardaki tutma oranları üzerinden yapıldığı görülmektedir (OGM, 2018b; OGM, 2024). Ancak gençleştirmenin ekolojik başarısı, yalnızca fidan sayısına değil, gençliğin yaş dağılımı, büyüme performansı ve morfolojik kalite göstergeleriyle birlikte ele alındığında daha sağlıklı bir değerlendirme yapılmasına olanak sağlayabilir. Özellikle yaş ilerledikçe fidanların boy ve çap gelişiminde gözlenen değişimler ile boy/çap

oranındaki azalma, gençliğin mekanik dayanıklılığı ve sahaya adaptasyonu açısından önemli göstergeler olarak değerlendirilmektedir (Claessens vd., 2010; Yıldırım vd., 2020)

Ayrıca, sakallı kızılğacın tohum ve kozalak özellikleri ile çimlenme başarısının çevresel faktörlerden etkilendiği bilinmesine rağmen (Göktürk ve Güner 2024), bu bilgilerin meşcere ölçeğindeki gençleştirme uygulamaları ve gençlik gelişimi ile ilişkilendirildiği çalışmalar oldukça sınırlıdır (Ilison vd., 2007; Yıldırım vd., 2020). Uygulamada yaygın olarak kullanılan birim alandaki fidan sayısına dayalı gençleştirme başarısı değerlendirilmesi (OGM, 2024), gençliğin yapısal ve morfolojik gelişimini yeterince yansıtmayabilmektedir. Bu durum, özellikle gençliğin kalite özellikleri, dayanıklılığı ve sahaya adaptasyon kapasitesinin göz ardı edilmesine neden olabilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, sakallı kızılğaç meşcerelerinde uygulanan gençleştirme ve gençlik bakım çalışmalarının, gençleştirme başarısı ile gençliğin büyüme ve gelişimi üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. Bu kapsamda, saha hazırlığı sonrasında gerçekleşen çimlenmelerin seyri değerlendirilmiş; farklı yaş gruplarına ait fidanların boy, çap ve boy/çap oranları belirlenmiştir. Böylece, gençleştirme başarısı yalnızca nicel göstergelerle değil, aynı zamanda yaşa bağlı gürbüzlük indisi gibi morfolojik kalite parametreleri ile birlikte ele alınmıştır. Elde edilen bulgular, Orman Genel Müdürlüğü'nün mevcut değerlendirme yaklaşımı ile karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve sakallı kızılğaç meşcerelerinde gençleştirme ve gençlik bakımına yönelik bilimsel temelli ve uygulamaya dönük önerilerin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Alanı

Bu çalışma, Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Düzköy Orman İşletme Şefliği'nin 77 numaralı bölmesinde bulunan Kzc3 (Tam kapalı ince ağaçlık çağında saf kızılğaç) meşceresinde yürütülmüştür (Şekil 1). Düzköy Orman İşletme Şefliği, 40°44'46"–41°57'13" kuzey enlemleri ile 39°20'05"–39°30'06" doğu boylamları arasında yer almakta olup, Düzköy ve Akçaabat ilçeleri sınırları içerisinde bulunan bölme ve bölmecikleri kapsamaktadır. İşletme Şefliği'nin toplam alanı 8807.7 ha'dır. Bu alan içerisinde kızılğaç türü saf ve karışık meşcereler hâlinde yayılım göstermektedir. Orman amenajman planı verilerine göre (OGM, 2018b), Kızılğaç İşletme Sınıfı (B İşletme Sınıfı) kapsamında yer alan IV. yaş sınıfındaki meşcerenin toplam alanı 11.8 ha olup, bu alanın 10.0 ha'lık bölümü çalışma alanı olarak değerlendirilmiştir.

Çalışma alanı genel olarak kuzeybatı bakıda yer almakta olup ortalama yükseltisi 1.350 m'dir. Arazinin eğimi yaklaşık %70 olup, topoğrafik yapı genel olarak dik ve sarp karakterlidir. Alan, Doğu Karadeniz iklim kuşağı içerisinde bulunmaktadır. Bölge iklimi, yazları serin, kışları ise ılık ve yıl boyunca bol yağışlı bir karakter göstermektedir. Çalışma alanına en yakın istasyon olan Akçaabat Meteoroloji İstasyonu'nun 1927-2025 yıllarını kapsayan (MGM, 2025) iklim verilerine göre, ortalama en yüksek sıcaklık 23.1 °C ile Ağustos ayında, ortalama en düşük sıcaklık ise 6.4 °C ile Şubat ayında ölçülmüştür. Ortalama aylık yağış miktarı Temmuz ayında 23.5 mm ile en düşük, Ekim ayında ise 105.5 mm ile en yüksek seviyeye ulaşmaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanının coğrafi konumu

Yöntem

Çalışma Alanında Uygulanan Silvikültürel Müdahaleler

Çalışma alanında günümüze kadar uygulanmış silvikültürel müdahalelerin belirlenmesi amacıyla, Düzköy Orman İşletme Şefliği arşiv kayıtlarından yararlanılmıştır. Bu kapsamda, farklı dönemlerde hazırlanmış orman amenajman planları, detay silvikültür planları ve bu planlara ait ekler incelenerek, meşcerede gerçekleştirilen uygulamalar kronolojik olarak değerlendirilmiştir.

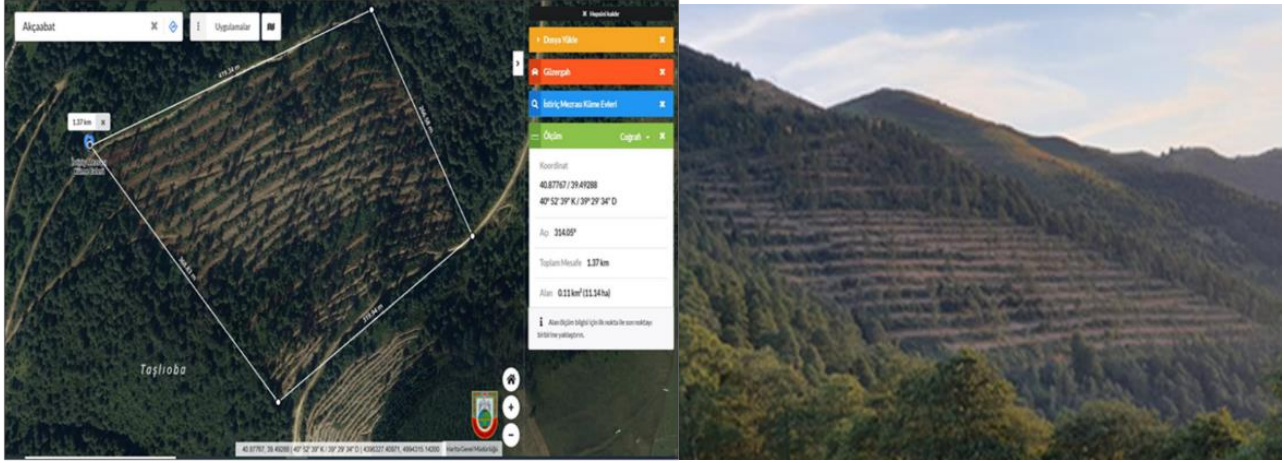
Hazırlık ve Tohumlama Kesimleri

Çalışma alanı olarak belirlenen Kzc3 meşceresi, 2018 yılında hazırlama kesimine konu edilmiştir. Hazırlama kesimi sonrasında meşcereden toplam 859 adet ağaç kesilerek 436.32 m³ Dikili Kabuklu Gövde Hacmi (DKGH) çıkarılmış ve meşcere kapalılığı 0.4–0.5 seviyelerine düşürülmüştür. Bu uygulama ile doğal gençleştirme sürecine uygun meşcere koşullarının oluşturulması hedeflenmiştir.

Sakallı kızılbaş türü için 2022 yılı bol tohum yılı olarak tespit edilmiş ve aynı yıl içerisinde tohumlama kesimi uygulanmıştır. Tohumlama kesimi kapsamında meşcereden 727 adet ağaca karşılık gelen 494.86 m³ DKGH damgalanarak çıkarılmış, böylece meşcere kapalılığı 0.1–0.2 seviyelerine indirilmiştir. Üretim faaliyetleri Ağustos ayı içerisinde tamamlanmış ve bunu takiben saha hazırlığı çalışmalarına geçilmiştir.

Diri Örtü Temizliği

Tohumlama kesiminin ardından, çimlenme başarısını artırmak ve uygun tohum yatağı koşullarını oluşturmak amacıyla meşcerede saha hazırlığı çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada, türün biyolojik ve ekolojik özellikleri, yetiştirme ortamı koşulları ile bölgenin iklimsel ve sosyoekonomik yapısı dikkate alınarak, diri örtü temizliği ile toprak işleminin eş zamanlı olarak makine gücüyle yapılmasına karar verilmiştir. Saha hazırlığı çalışmaları kapsamında, en az 24 HP gücünde paletli ekskavatör kullanılmış; kepçeye monte edilmiş özel tarak aparatı yardımıyla kesim artıkları, ölü örtü ve diri örtü, kök ve gövdeleriyle birlikte toprağı taşımadan bantlar hâlinde temizlenmiştir. Temizlenen materyal, tesviye eğrilerine paralel olarak 1–1.5 m genişliğinde yığılmış, bantlar arasında kalan alanlarda ise 10–15 cm derinliğinde tam alanda toprak işleme gerçekleştirilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Çalışma alanın saha hazırlığı sonrasındaki durumunu gösterir uydu ve yersel görüntüsü

Gençlik Bakımları

Meşcerede çimlenmelerin başladığı ilk yıl, vejetasyon dönemi içerisinde (2023) gelen gençliğin büyüme ve gelişimini etkileyecek diri örtü yoğunluğu oluşmadığından gençlik bakım tedbirleri uygulanmamıştır. Devam eden süreçte saha hazırlığını takip eden ikinci yılda (2024) meşcerede diri örtü baskısı artmıştır. Özellikle böğürtlen olmak üzere diri örtü elemanları gençliğin su ve besinine ortak olmaya ve gençliği siperlemeye başlamıştır. Bu sebeple meşcerede boğma tehlikesini önlemek üzere haziran ayında gençlik bakımı kapsamında gençlik üzerinde boğucu etki yapan diri örtü temizlenmiştir.

Çimlenmelerin başlamasından sonraki üçüncü yılda (2025) ise diri örtü yoğunluğu ve baskısı ilk iki yıla nazaran aşırı artış göstermiştir. Dolayısıyla meşcerede boğma tehlikesini önlemek amacıyla haziran ve temmuz aylarında iki kez gençlik bakım tedbirleriyle diri örtü mücadelesi yapılmıştır. Meşcerede boğma tehlikesinin önlenmesi haricindeki gençlik bakım tedbirlerinin uygulanmasına ihtiyaç duyulmamıştır.

Gençleştirme Başarısının Tespiti

Çalışma alanında başarı yüzdesi, 317 sayılı Silvikültür Uygulamalarının Teknik Esasları tebliğinde doğal gençleştirme sahaları için kullanılan fidan sayım yöntemine göre belirlenmiştir (OGM, 2024). Fidan tespit ve sayımında kullanılmak üzere 1.40 x 1.45 m ebadında yaklaşık 2 m²'lik (2.03 m²) dikdörtgen bir çıta ve 2.5 x 10.0 x 40.0 cm ebatlarında yeterli sayıda kazık hazırlanmıştır. Meşcerenin sol alt kenarından 10 m içeri girilerek ilk başlangıç noktası tespit edilmiş ve tespit kazığı çakılmıştır. Tespit edilen noktanın sağ ve sol tarafına hazırlanan çıta yerleştirilmiş, çıta içerisine giren fidanlar sayılmıştır. Daha sonra tesviye eğrilerine paralel olarak sağ tarafa doğru 40 adım (28-30 m) ilerlenmiş ve birinci noktada uygulanan işlem tekrarlanmıştır. Bu şekilde meşcerenin aynı eşyükselti eğrisinde son noktasına kadar devam edilmiştir. Meşcerenin son noktasından 25 m yukarı çıkılarak ikinci başlangıç noktası tespit edilerek kazık çakılarak numara verilmiştir. İkinci başlangıç noktasında çıta içerisine giren fidanlar sayılmış ve sol tarafa doğru 40 adımda bir aynı işlem tekrarlanmıştır. Her noktaya bir kazık çakılarak kazıklara numara verilmiş ve her noktada kazığın sağ ve solunda çıta içerisinde kalan alanda sayım yapılmıştır. Bu kapsamda çalışma alanında toplam 180 adet sayım noktası oluşturulmuş ve her bir sayım noktasında en az bir adet fidan bulunması durumu "fidan var" olarak kabul edilmiştir.

Çalışma alanında çimlenmelerin başladığı 2023 yılında vejetasyon dönemi başı ve sonunu temsilen ilkbahar ve sonbaharda fidan sayımları yapılmıştır. Devam eden süreçte ise 2024 ve 2025 yılları sonbaharlarında fidan sayımları gerçekleştirilerek meşcerenin gençleştirme başarısı takip edilmiştir. Elde edilen verilere göre her bir fidan sayım dönemi için aşağıda verilen formül kullanılarak başarı yüzdesi hesaplanmıştır. Formülde: BY = Gençleştirme başarı yüzdesi, b = fidan bulunan nokta adedi, a = toplam fidan sayım noktası adedidir (OGM, 2024).

$$BY = \frac{b \times 100}{a} \quad (1)$$

Örnek Alanların Oluşturulması ve Ölçüm Yöntemleri

Çalışma alanında gelen gençliğin büyüme ve gelişimi, kurulan örnek alanlardaki fidanlar üzerinde gerçekleştirilen ölçümlerle ortaya konulmuştur. Çimlenmeleri takip eden üçüncü yıl vejetasyon dönemi sonunda 77 numaralı bölmenin tamamına ArcGIS 10.8 yazılımı üzerinden 50 × 50 m aralıklarla sistematik noktalar atılmış ve bu noktalar deneme alanları olarak belirlenmiştir. Atılan noktalar ile çalışma alanı olan Kzc3 meşceresi karşılaştırılmıştır. Çalışma alanına isabet eden noktalarda 5×5 m (25 m²) büyüklüğündeki 50 adet örnek alan şerit ile çevrilmiş ve bu alanların içerisinde kalan tüm fidanlarda ölçümler gerçekleştirilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Kurulan örnek alanların çalışma alanındaki dağılımları

Örnek alanlarda fidan özelliklerinin belirlenmesine yönelik yapılan ölçümler ile ölçümlerin sonuçlarına bağlı olarak hesaplanan değerler, i) fidan yaşı, ii) kök boğazı çapı (kök sisteminin en üstünde çoğu kez hafif kabarıklık ve renk farkı ile beliren yere ait çap), iii) fidan boyu (fidan kök boğazı ile tepe sürgününe ait uç tomurcuğun ucu arasındaki mesafe) ve iv) gürbüzlük indeksi (fidan boyu (mm) / kök boğazı çapı (mm) oranı)'dır.

Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında sakallı kızılgağ fidanlarının yaş gruplarına (1, 2 ve 3 yaş) göre sadece gürbüzlük indeksleri arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak incelenmiştir. Verilerin analizinde SPSS 23.0 istatistik paket programı kullanılmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda hesaplanan gürbüzlük indeksi (boy/çap oranı) verilerinin normal dağılım göstermediği belirlenmiştir. Bu nedenle, yaş grupları arasındaki farklılıkların belirlenmesinde parametrik olmayan testlerden Kruskal–Wallis H testi kullanılmıştır. Bu nedenle, yaş grupları arasındaki farklılıkların ortaya konulmasında parametrik olmayan testlerden

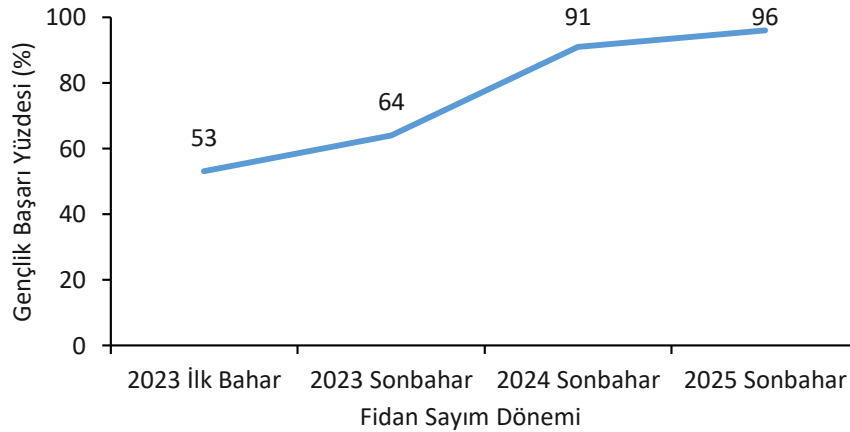
Kruskal–Wallis H testi uygulanmıştır. Kruskal–Wallis testi sonucunda saptanan anlamlı farklılıkların hangi gruplardan kaynaklandığını belirlemek amacıyla, Bonferroni düzeltmesi uygulanmış Mann–Whitney U testi ile ikili karşılaştırmalar gerçekleştirilmiştir.

Gençleştirme çalışmaları sonucunda oluşan gençliğin biyolojik olarak bağımsızlığa ulaşmasında fidan boyu temel bir ölçüt olarak dikkate alınmaktadır. Alanda gençliğin oluşumunu takiben üçüncü yılın sonunda, silvikültür tebliğine göre boşaltma kesiminin yapılması öngörülmektedir. Alanın boşaltma kesimine uygunluğunun ortaya konulabilmesi amacıyla; fidan bulunan sayım noktaları ve bu noktaların yıllar itibarıyla gösterdiği değişim ile deneme alanlarında çap ve boyları ölçülen fidanların yaş gruplarına göre gelişimleri değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Gençleştirme Başarısı

Sakallı kızılgağaç gençleştirme alanında yürütülen periyodik izleme ve sayım çalışmaları, gençleştirme başarısının zamana bağlı olarak istikrarlı ve anlamlı bir artış eğilimi gösterdiğini ortaya koymuştur. İlk değerlendirmeler kapsamında 2023 yılı ilkbahar döneminde gerçekleştirilen sayımlarda, genç bireylerin tutma ve yaşama başarı oranı %53 olarak belirlenmiştir. Aynı yılın sonbahar döneminde yapılan sayım uygulamalarında ise bu oranın %64'e yükseldiği saptanmış olup, vejetasyon dönemi boyunca çevresel koşullara uyum sağlama ve bireylerin hayatta kalma oranlarında belirgin bir iyileşme gözlenmiştir. İzleyen vejetasyon dönemlerinde gençleştirme sürecindeki bu olumlu eğilim devam etmiştir. 2024 yılı boyunca yapılan ölçümlerde başarı oranı %91 seviyesine ulaşmıştır. 2025 yılı sonbaharında gerçekleştirilen son sayımda ise, %96 seviyesinde bir gençleştirme başarısı tespit edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Fidan sayım dönemlerine göre gençlik başarı yüzdeleri

Fidan sayım dönemlerine göre nokta başına düşen fidan sayılarının dağılımı incelendiğinde, yıllar ilerledikçe yüksek fidan yoğunluğuna sahip noktaların sayısında belirgin bir artış olduğu görülmektedir. 2023 yılı ilkbahar döneminde fidan bulunan noktaların büyük bir bölümü 1 ve 2 fidan sınıfında yer alırken, izleyen sayım dönemlerinde 3 ve özellikle ≥ 4 fidan sınıfındaki noktaların sayısında dikkat çekici bir artış meydana gelmiştir. 2023 yılı ilkbaharında ≥ 4 fidan bulunan nokta sayısı yalnızca 2 iken, bu sayı 2023 yılı sonbaharında 3'e, 2024 yılı sonbaharında 62'ye ve 2025 yılı sonbaharında 68'e yükselmiştir. Buna karşılık, 1 fidan bulunan nokta sayısının zamanla azaldığı, 2 ve 3 fidan sınıflarındaki noktaların ise özellikle 2024 ve 2025 yıllarında belirgin artış gösterdiği belirlenmiştir. Toplam fidan sayıları dikkate alındığında ise, 2023 yılı ilkbaharında 130

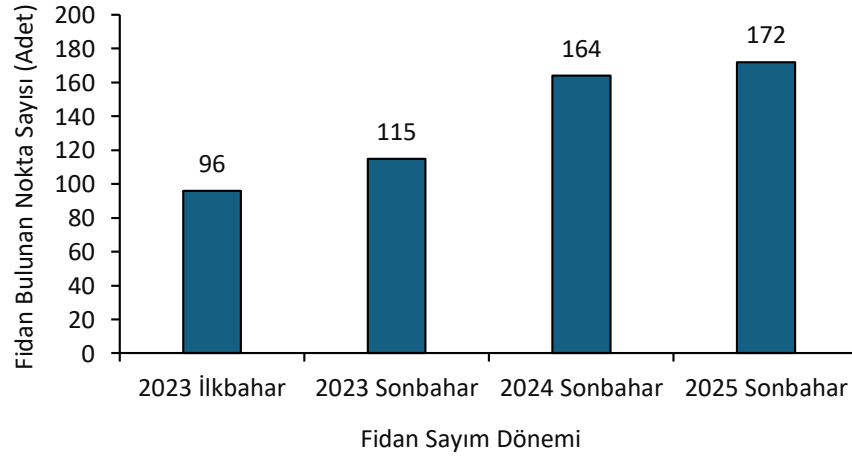
adet olan toplam fidan sayısının, 2023 yılı sonbaharında 169 adede, 2024 yılı sonbaharında 433 adede ve 2025 yılı sonbaharında 485 adede ulaştığı görülmektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Fidan sayım dönemlerine göre fidan bulunan nokta sayıları ve fidan adetlerinin sınıflara göre dağılımı

Fidan Sayısı	Fidan Sayım Dönemi							
	2023 İlkbahar		2023 Sonbahar		2024 Sonbahar		2025 Sonbahar	
	Fidan Bulunan Nokta Sayısı	Fidan Sayısı	Fidan Bulunan Nokta Sayısı	Fidan Sayısı	Fidan Bulunan Nokta Sayısı	Fidan Sayısı	Fidan Bulunan Nokta Sayısı	Fidan Sayısı
1	71	71	73	73	49	49	33	33
2	18	36	33	66	23	46	33	66
3	5	15	6	18	30	90	38	114
≥4	2	8	3	12	62	248	68	272
Genel	96	130	115	169	164	433	172	485

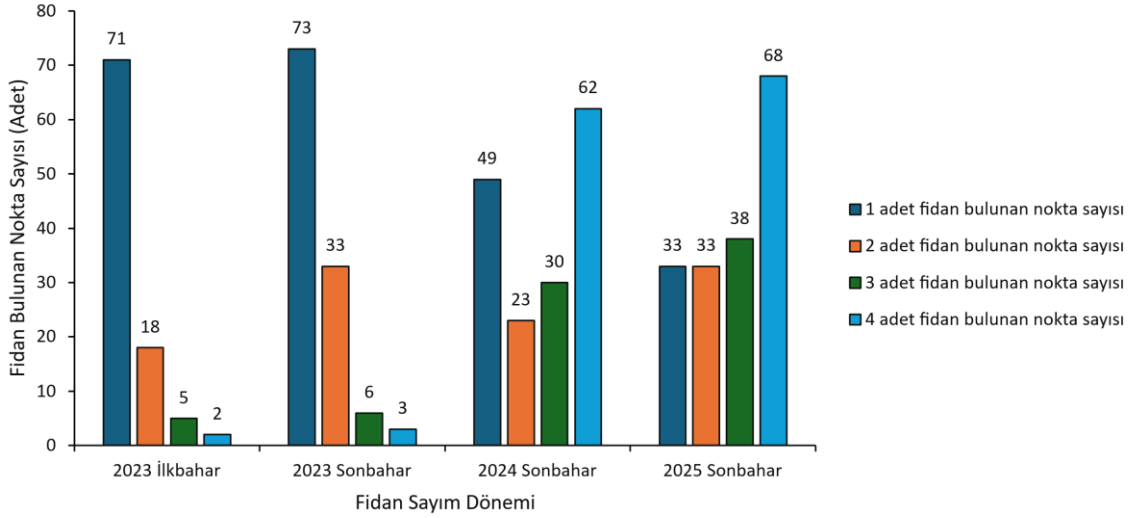
*Fidan sayımları OGM'nin 317 sayılı Silvikültür Uygulamalarının Teknik Esasları tebliği doğrultusunda 2 m²'lik alanlarda gerçekleştirilmiş olup çizelgede verilen fidan sayıları toplam adet / 2 m² esasına göre değerlendirilmiştir.

Fidan sayım dönemlerine göre sahada fidan bulunan toplam nokta sayılarında belirgin bir artış gözlenmiştir. 2023 yılı ilkbaharında fidan bulunan nokta sayısı yalnızca 96 iken, 2023 yılı sonbaharında 115'e yükselmiş, izleyen dönemde artış daha belirgin hâle gelerek 2024 yılında 164'e ve 2025 yılı sonbaharında 172'ye ulaşmıştır (Şekil 5).



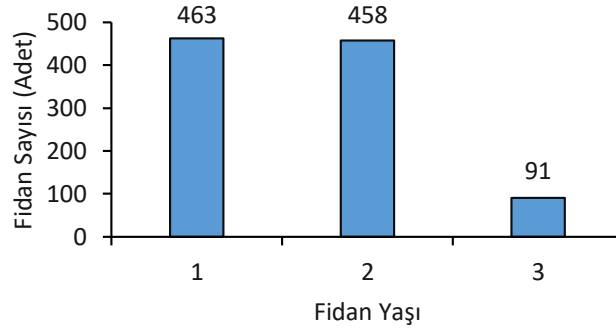
Şekil 5. Fidan sayım dönemlerine göre fidan bulunan toplam nokta sayıları

Fidan sayım dönemlerine göre, fidan sayılarının dağılımı incelendiğinde, sayım dönemleri ilerledikçe nokta başına düşen fidan sayısında belirgin bir artış olduğu (bu kısma değer aralığı verilmeli) görülmektedir. İlk sayım dönemlerinde, fidan bulunan noktaların büyük bir bölümünde 1 veya 2 adet fidan tespit edilirken, izleyen dönemlerde 3 veya en az 4 fidan bulunan noktaların sayısında dikkat çekici bir artış meydana gelmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Fidan sayım dönemlerine göre farklı fidan adedine sahip nokta sayılarının dağılımı

Çimlenmelerin başladığı yıldan itibaren 3. vejetasyon dönemi sonunda örnek alanlarda ölçülen toplam 1 012 adet fidanın yaş sınıflarına göre dağılımı incelendiğinde; fidanların %45.7'sinin (463 adet) 1 yaşında, %45.3'ünün (458 adet) 2 yaşında ve %9.0'ının (91 adet) 3 yaşında olduğu tespit edilmiştir. Sahadaki gençliğin büyük çoğunluğunu (%91) 1 ve 2 yaşındaki fidanlar oluşturmaktadır. En yaşlı fidan grubu olan 3 yaşındakiler ise toplam örneklemin en küçük kısmını temsil etmektedir (Şekil 7).



Şekil 7. Deneme alanlarındaki fidanların yaş sınıflarına göre dağılımı

Fidanların Yaş Sınıflarına Göre Boy ve Çap Gelişimleri

1 yaşındaki fidanlarda ortalama çap ve boy değerleri sırasıyla 3.19 ± 0.78 mm ve 20.83 ± 4.13 cm iken; 2 yaşında 5.60 ± 1.74 mm ve 34.57 ± 7.23 cm'dir. 3 yaşındaki ortalama çap 14.97 ± 4.75 mm, boy ise 80.59 ± 20.68 cm olarak ölçülmüştür. Yaş ilerledikçe standart sapma değerlerinin de büyüdüğü, özellikle 3 yaşındaki fidanlarda bireyler arası farklılaşmanın (boyda 50 cm ile 130 cm arası) arttığı görülmektedir. Ayrıca fidan kalitesinin göstergesi olan gürbüzlük indisi yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı ($\chi^2 = 93.369$; $sd=2$; $p<0.05$) farklılık göstermektedir. Gürbüzlük indisi değerlerinin zamana bağlı olarak azalma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 2). Gürbüzlük indisi değerleri incelendiğinde, 1 yaşlı fidanların en düşük, 3 yaşlı fidanların ise en yüksek gelişim düzeylerine sahip olduğu saptanmış; fidan yaşı ilerledikçe morfolojik kalite ve gelişim performansının istatistiksel olarak anlamlı biçimde arttığı ortaya konulmuştur (Şekil 8).

Çizelge 2. Yaş gruplarına göre sakallı kızılğaç fidanlarının boy ve çap değerlerine ait tanımlayıcı veriler

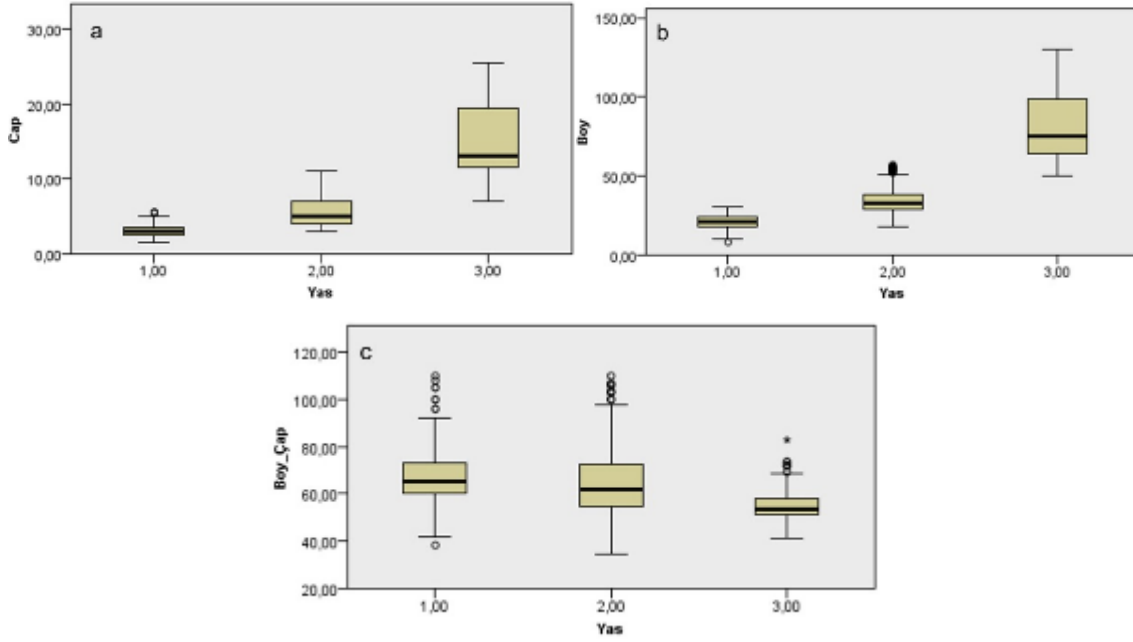
Yaş	Değişken	Adet	Min.	Maks.	Ort. $\pm$ SS	Boy/Çap
1	Çap (mm)	463	1.50	5.50	3.19 $\pm$ 0.78	66.79 ^a
	Boy (cm)	463	8.00	30.00	20.83 $\pm$ 4.13	
2	Çap (mm)	458	3.00	11.00	5.60 $\pm$ 1.74	64.60 ^b
	Boy (cm)	458	18.00	57.00	34.57 $\pm$ 7.23	
3	Çap (mm)	91	7.00	25.50	14.97 $\pm$ 4.75	55.09 ^c
	Boy (cm)	91	50.00	130.00	80.59 $\pm$ 20.68	

Çizelge 3'te yaş gruplarına göre fidan boyu, kök boğaz çapı ve gürbüzlük indisine ait medyan, yüzdeler ve çeyrekler arası dağılım (IQR) değerleri sunulmuştur. Bulgular incelendiğinde, yaşın artmasına bağlı olarak fidan boyu ve kök boğaz çapı değerlerinde belirgin bir artış eğilimi olduğu tespit edilmiştir. Buna karşılık, gürbüzlük indisi değerlerinin yaşa bağlı olarak azalma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Kruskal–Wallis testi sonucunda saptanan genel farklılığın ardından gerçekleştirilen Mann–Whitney U testi ile yapılan ikili karşılaştırmalarda, tüm yaş grupları arasında gürbüzlük indisi bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir ($p < 0.0167$). Sıra ortalamaları dikkate alındığında, gürbüzlük indisi değerlerinin 1>2>3 yaş grupları şeklinde azalan bir eğilim gösterdiği tespit edilmiştir.

Çeyrekler arası dağılım (IQR) değerleri incelendiğinde, özellikle 3 yaş grubunda fidan boyu (35.00 cm) ve kök boğaz çapı (8.50 mm) için değişkenliğin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna karşın gürbüzlük indisi açısından en yüksek değişkenliğin 2 yaş grubunda (17.86) olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular, yaş ilerledikçe bazı büyüme parametrelerinde varyasyonun arttığını, ancak gürbüzlük indisi bakımından farklı yaş gruplarında değişkenliğin farklı düzeylerde seyrettiğini ortaya koymaktadır.

Çizelge 3. Yaş gruplarına göre fidan boyu, kök boğaz çapı ve gürbüzlük indisine ait medyan, çeyrekler ve çeyrekler arası dağılım (IQR) değerleri

Fidan Yaşı	Median	Yüzdelikler		IQR
		25	75	
Fidan Boyu (cm)				
1	21.00	18.00	24.00	6.00
2	33.00	29.00	38.00	9.00
3	75.00	64.00	99.00	35.00
Kök Boğaz Çapı (mm)				
1	3.00	2.50	3.50	1.00
2	5.00	4.00	7.00	3.00
3	13.00	11.50	20.00	8.50
Gürbüzlük İndisi				
1	65.00	60.00	73.33	13.33
2	61.83	54.64	72.50	17.86
3	53.33	50.98	58.18	7.20



Şekil 8. Yaş gruplarına göre fidan çapı (a), fidan boyu (b) ve gürbzlük indisi (Boy/Çap) değerlerinin dağılımı

TARTIŞMA

Saha hazırlığını izleyen üçüncü vejetasyon dönemi sonunda çalışma alanında 1, 2 ve 3 yaşlı fidanların birlikte bulunması, sakallı kızılgağaçta çimlenmenin zamana yayılan bir süreç izlediğini göstermektedir (Şekil 7). Üç yaşındaki fidanların sayısının görece düşük olması; saha hazırlığını izleyen ilk yılda tohum verimi ve kalitesinin yetersizliği, çimlenme için uygun çevresel koşulların oluşmaması ya da çimlenen fidanların erken dönemde hayatiyetini sürdürememesi ile açıklanabilir. Bu durum, saha hazırlığı ve izleyen dönemde uygulanan gençlik bakım müdahalelerinin, yalnızca ilk yıl çimlenme miktarıyla sınırlı kalmayıp, fidanların sahaya yerleşmesi ve kalıcılığı üzerinde etkili olabileceğini düşündürmektedir (Boydak, 2004). Buna karşılık, 1 ve 2 yaşındaki fidanların toplam gençliğin %91'ini oluşturması (Şekil 7), saha hazırlığı ile açığa çıkarılan mineral toprağın, gençlik oluşumu açısından uygun bir tohum yatağı ortamı oluşturduğunu ve bu etkinin belirli bir süre devam ettiğini göstermektedir (Claessens vd., 2010).

Sakallı kızılgağaçta gençliğin birden fazla yıl boyunca oluşması, 3-4 yılda bir bol tohum vermesine (Claessens vd., 2010) rağmen uygun ekolojik koşullar altında birkaç yıl üst üste gençliklerin oluşabildiğini göstermektedir. Özellikle saha hazırlığı ile açığa çıkarılan mineral toprağın birkaç yıl boyunca tohum yatağı özelliğini koruması, gençliğin zamana yayılarak devam etmesini sağlamaktadır. Kara kızılgağaç türünü kapsayan benzer çalışmalarda da gençliğin tek bir yıla özgü olmadığı, gençleştirme alanlarında heterojen yaş yapısına sahip gençliklerin oluşabildiği ve bu durumun meşcere stabilitesini artırdığı belirtilmektedir (McVean, 1956; Tiebel vd., 2018).

Kızılgağaç türlerinin gençleştirilmesinde gençliğin siperde getirilmesi ve kapalılığın 0.1–0.3 düzeylerine indirilmesinin gençleştirme başarısını artırdığı, doğal gençleştirmenin ise yapay gençleştirmeye kıyasla daha uygun bir yöntem olduğu birçok çalışmada vurgulanmıştır (Ata, 1995; Odabaşı vd., 2004; Kaya, 2014; Çatalçam, 2014; Yıldırım vd., 2020). Bu çalışmada üçüncü yıl sonunda elde edilen %96'lık gençleştirme başarısı (Şekil 4) ve 2.82 adet/2 m² fidan yoğunluğu, 317 sayılı Tebliğde belirtilen %70 başarı eşiği ve her sayım noktasında en az bir sağlıklı fidan bulunması (OGM, 2024) koşulunu açık biçimde sağlamaktadır. Ancak meşcerede gençlik yaşlarının homojen olmaması, gençleştirme başarısının yalnızca sayısal eşiklere dayalı göstergelerle değerlendirilmesinin yetersiz kalabileceğine işaret etmektedir. Nitekim Gonçalves ve

Foneca (2023) ile Luu vd. (2024), gençleştirme başarısının; çimlenme, yaşama ve büyüme süreçlerini kapsayan yapısal ve demografik özelliklerle birlikte ele alınması gerektiğini vurgulamaktadırlar. Gençlik başarı yüzdesinin yıllar içinde artış göstermesi (Şekil 4, Çizelge 1), erken dönemde gerçekleşen doğal seleksiyon ve sahaya adaptasyon sürecinin bir yansıması olarak değerlendirilebilir. Nitekim 2023 yılında %53–64 aralığında olan başarı oranının 2025 yılı itibarıyla %96'ya ulaşması, gençleştirmenin yalnızca ilk yıl sonuçlarına bakılarak değerlendirilmemesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, üçüncü yıl sonunda belirlenen %96'lık başarı oranı içerisinde 3 yaşındaki fidanların yalnızca %9'luk bir paya sahip olması (Şekil 7), OGM'nin kızılâğaç türlerinin gençleştirme çalışmalarında üçüncü yıl sonunda boşaltma kesimi yapılmasına yönelik önerilerinin (OGM 2018b) farklı alanlarda yapılacak çalışmalarla birlikte yeniden değerlendirilmesinin yararlı olabileceğini düşündürmektedir. Bulgular, gençleştirme başarısının tespitinde yalnızca fidan yoğunluğunun değil, gençliğin yaş dağılımı, morfolojik gelişimi ve yapısal kalitesinin birlikte ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Gençleştirme başarısının ilk iki yılda görece düşük düzeylerde seyretmesine karşın üçüncü yılda belirgin bir artış göstermesi, erken dönemde gerçekleşen doğal seleksiyon ve sahaya uyum sürecinin bir sonucu olarak değerlendirilebilir. Kara kızılâğaç türü ile ilgili çalışmalarda da gençliğin ilk yıllarda yüksek mortalite gösterebildiği; ancak hayatta kalan bireylerin hızlı büyüme ivmesi kazanarak kısa sürede meşcerede baskın hâle geldiği bildirilmektedir (Claessens vd., 2010, Lukyanets vd., 2022). Bu durum, gençleştirmenin başarısının yalnızca ilk yıl sonuçlarına bakılarak değerlendirilmemesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Fidan bulunan nokta sayısının sayım dönemlerine bağlı olarak artması (Şekil 5), gençleştirmenin erken safhalarında sahada düzensiz ve parçalı bir gençlik yapısının bulunduğunu, ancak zamanla gençliğin alansal olarak daha dengeli ve süreklilik gösteren bir dağılım kazandığını ortaya koymaktadır. Ayrıca, fidan sayısı bakımından, 4 ve üzeri fidan bulunan nokta sayısının zamanla iki kattan fazla artması (kaçtan kaç artmış?), sahadaki gerçek fidan yoğunluğunun mevzuata dayalı nokta sayımlarında kaydedilenden daha yüksek olabileceğini düşündürmektedir. 317 sayılı tebliğinde belirtilen sayım yönteminde (OGM, 2024) bir noktada 4 ve üzeri fidan bulunması durumunda bu değer 4 olarak kaydedilmesi, yüksek yoğunluklu noktaların sınırlı bir değerle temsil edilmesine neden olur. Bu durumun gerçek fidan yoğunluğunun olduğundan düşük tahmin edilmesine yol açabileceği değerlendirilmektedir. Nitekim örnekleme yöntemlerinde sabit eşik ve sınıflandırmaların, populasyon yoğunluğunun gerçek dağılımını tam olarak yansıtamayabileceği Chianucci vd. (2021) tarafından vurgulanmaktadır. Bu kapsamda, 4 ve üzeri fidan sınıfındaki noktaların artışı, çimlenmenin devam ettiğini, gençliğin yoğunluğunun arttığını ve alansal sürekliliğin güçlendiğini göstermektedir. Ancak nokta başına düşen fidan sayısındaki artış, ilerleyen dönemlerde bireyler arası rekabetin de artabileceğine işaret etmektedir. Bu nedenle, özellikle yoğun gençlik bulunan alanlarda gençlik bakım müdahalelerinin zamanlaması ve şiddeti dikkatle planlanmalıdır.

Nokta başına düşen ortalama fidan sayısının yıllar içinde düzenli biçimde artması (Şekil 6), çimlenmenin zamana yayıldığını ve sahadaki gençlik yoğunluğunun giderek yükseldiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, 5 × 5 m boyutlarındaki örnek alanlarda elde edilen ayrıntılı fidan sayımları, nokta sayım yöntemiyle belirlenen değerlerin sahadaki gerçek yoğunluğu sınırlı ölçüde yansıttığını göstermektedir. Bu durum, mevzuata dayalı 2 m²'lik nokta sayımlarının gençliğin alansal dağılımı ve sürekliliğini değerlendirmek açısından pratik ve gerekli olmakla birlikte, ayrıntılı örnek alan ölçümleriyle desteklenmesinin daha sağlıklı sonuçlar sağlayacağını ortaya koymaktadır.

Sakallı kızılâğaç fidanlarının ikinci yıldan sonra belirgin bir büyüme artışı göstermesi (Çizelge 2-3), türün ışık isteği, doğru uygulanan saha hazırlığı ve bakım çalışmaları sonucunda iyileşen yetişme ortamı koşullarına hızlı adaptasyonu ile açıklanabilir. Üç yaşlı fidanların ortalama boylarının 80 cm'ye yaklaşması, biyolojik bağımsızlığa ulaşma sürecinin başladığını göstermektedir. Bu yaş grubunda standart sapmanın yüksek olması, mikro-yetişme ortamı koşullarındaki farklılıkların fidan gelişimi üzerindeki etkisinin zamanla daha belirgin hâle geldiğini ortaya koymaktadır. Benzer bulgular,

yetişme ortamı heterojenliğinin gençlik gelişimini etkilediğini bildiren önceki çalışmalarla da uyumludur (Öztürk, 2011; Çatalçam, 2014).

Gürbüzlük indeksine ilişkin bulgular, fidan yaşı ilerledikçe boy/çap oranının azaldığını (Çizelge 2) ve buna bağlı olarak fidanların dayanıklılığının arttığını göstermektedir. Düşük gürbüzlük indeksi değerlerinin, fidanların rüzgâr ve kar yükü gibi mekanik etkilere karşı daha dirençli olduğunu ortaya koyan çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Genç, 1992; Kestek 2012; Usta, 2025). Bu durum, doğal seleksiyon sürecinde zayıf bireylerin elenerek sahada daha dengeli, stabil ve yapısal açıdan daha kaliteli bir gençlik yapısının oluştuğunu göstermektedir (Yıldırım vd., 2020). Bu bağlamda, özellikle üç yaşlı sakallı kızılğaç fidanlarının daha dengeli ve stabil bir morfolojik yapı sergilemesi, doğal seleksiyonun sahada etkin biçimde işlediğini ve gençliğin yapısal kalitesinin zamanla arttığını ortaya koymaktadır (Claessens vd., 2010; Yıldırım vd., 2020).

Kızılğacın gençlik dönemindeki ilk birkaç yıl kritik olup bu süreçte birey sayısında azalma, buna karşılık kalan bireylerin morfolojik kalitesinde artış gözlenmektedir (Ata, 1995; Odabaşı vd., 2004; Yıldırım vd., 2020). Benzer şekilde, bu çalışma sonuçları da gençleştirme başarısının yalnızca gençlik yoğunluğu üzerinden değil, gençliğin yapısal kalitesi, alansal dağılımı ve gelişim potansiyeli ile birlikte değerlendirilmesi gerektiğini açık biçimde ortaya koymaktadır.

317 sayılı Tebliğ’de kızılğaç türlerinin gençleştirilmesinde başarı alt sınırının %70 olarak belirlenmiş olması (OGM, 2024), türün kısa idare süresi ve hızlı gelişim özelliği ile uyumludur. Kayın, ladin ve göknar gibi uzun idare süreli türlerle karşılaştırıldığında, kızılğacın daha kısa sürede hasat olgunluğuna ulaşması, gençlik bakım süresinin görece kısa tutulmasını ve ekonomik açıdan daha verimli bir üretim sürecini mümkün kılmaktadır. Bu bağlamda, çalışmada elde edilen bulgular, sakallı kızılğaç meşcerelerinde gençleştirme ve gençlik bakım uygulamalarının uzun vadeli izlenmesinin hem biyolojik başarı hem de ekonomik verimlilik açısından kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma bulguları, sakallı kızılğaç meşcerelerinde doğal gençleştirme başarısının yalnızca sayısal değerler üzerinden değil, gençliğin yaşı, morfolojik gelişimi ve yapısal kalitesi ile birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu çalışmada, sakallı kızılğaç meşcerelerinde uygulanan gençleştirme ve gençlik bakım faaliyetleri değerlendirilmiş; gençleştirme süreci sonrasında meşcerede farklı yaş gruplarına ait fidanların bulunduğu, fidanların büyüme ve gelişimlerinin yaşa bağlı olarak belirgin biçimde farklılaştığı ve bakım uygulamalarının meşcere kuruluş sürecinde önemli bir rol oynadığı ortaya koyulmuştur.

Saha hazırlığını izleyen dönemde çimlenmenin en az üç yıl boyunca devam etmesi ve sahada üç farklı yaş grubundan fidanların bulunması, sakallı kızılğaçta gençleştirmenin zamana yayılan bir süreç izlediğini göstermektedir. Üç yaşlı fidanların sayıca az olması, erken dönemde gerçekleşen doğal seleksiyon ve sahaya adaptasyon süreciyle açıklanabilir. Sayım sonuçları, OGM mevzuatına göre gençleştirme başarısı için gerekli asgari fidan yoğunluğunun sağlandığını göstermesine karşın, üçüncü yaşa ulaşan fidan sayısının boşaltma kesimi için öngörülen eşik değerlerin altında kaldığını ortaya koymuştur. Bu nedenle, sakallı kızılğaç doğal gençleştirme sahalarında gençlik sayımlarının en az dört vejetasyon dönemi boyunca sürdürülmesi önerilebilir.

Fidan yaş grupları arasında gürbüzlük indisi bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belirlenmiştir. Yaş ilerledikçe fidanların boy ve çap değerleri artarken, boy/çap oranının azalması fidanların daha dengeli ve mekanik olarak daha stabil bir morfolojik yapı kazandığını göstermiştir.

Gençlik başarı yüzdesinin yıllar içinde belirgin biçimde artması, erken dönemde gerçekleşen doğal seleksiyonun ve sahaya uyum sürecinin bir yansıması olarak değerlendirilebilir. gençleştirme başarısının değerlendirilmesinde yalnızca mevzuata dayalı nokta sayımlarına değil, ayrıntılı örnek alan ölçümlerine de yer verilmesi daha sağlıklı sonuçlar sağlayabilir.

Çalışma sonuçları, sakallı kızılğaç meşcerelerinde gençleştirme ve bakım uygulamalarının uygun şekilde planlanması ve erken dönemde etkin bakım müdahalelerinin gerçekleştirilmesi hâlinde, 317 sayılı Tebliğ’de belirtilen %70 başarı alt sınırının kısa sürede aşılabildiğini göstermektedir. Kayın, ladin ve göknar gibi daha uzun izleme ve bakım süresi gerektiren türlerle karşılaştırıldığında, sakallı kızılğacın daha kısa sürede başarılı bir gençlik yapısı oluşturması; uygulama kolaylığı, idari verimlilik ve ekonomik açıdan önemli avantajlar sunmaktadır.

Bu bağlamda, özellikle Karadeniz Bölgesi’nde düşük bonitetli, suya yakın veya nemli ekolojik koşullara sahip sahalarda sakallı kızılğaç türünün doğal gençleştirme çalışmalarında öncelikli türler arasında değerlendirilmesi önerilebilir. Gençleştirme sahalarında ilk yıllarda bakım ve izleme çalışmalarının planlı ve zamanında yürütülmesi, başarı oranlarını artırmakla kalmayacak; saha takibinin daha erken sonlandırılmasına olanak sağlayarak personel, zaman ve bütçe kaynaklarının daha etkin kullanılmasına katkı sunacaktır.

KAYNAKLAR

- Ata, C. (1995). Silvikültür tekniği. *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi Yayınları*, Bartın.
- Boydak, M. (2004). Silvicultural characteristics and natural regeneration of *Pinus brutia* Ten.: a review. *Plant Ecology*, 171, 153–163. <https://doi.org/10.1023/B:VEGE.0000029373.54545.d2>
- Chianucci, F., Tattoni, C., Ferrara, C., Ciolli, M., Brogi, R., Zanni, M., Apollonio, M., & Cutini, A. (2021). Evaluating sampling schemes for quantifying seed production in beech (*Fagus sylvatica*) forests using ground quadrats. *Forest Ecology and Management*, 493, 119294. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119294>
- Claessens, H., Oosterbaan, A., Savill, P., & Rondeux, J. (2010). A review of the characteristics of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and their implications for silvicultural practices. *Forestry*, 83(2), 163–175. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpp038>
- Çatalçam, O. (2014). *Samsun–Terme subasar ormanında kızılğaç gençleştirme çalışmaları* (Yüksek Lisans Tezi). Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Evans, J. (Ed.). (2009). *Planted forests: uses, impacts and sustainability*. CABI Publishing.
- Feyzioğlu, F., Gerçek, V., Ulu, F., & Çolak, N. (2007). Kızılğaç (*Alnus* subsp.) tür ve orijin denemesi. *Teknik Bülten No:20, Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü*, Trabzon.
- FAO. (2010). Food and Agriculture Organization of the United Nations-Planted Forests in Sustainable Forest Management: A Statement of Principles.
- FAO. (2020). Food and Agriculture Organization of the United Nations-Global Forest Resources Assessment 2020: Main Report.
- Genç, M. (1992). *Doğu ladin (Picea orientalis (L.) Link.) fidanlarına ait bazı morfolojik ve fizyolojik özelliklerle dikim başarısı arasındaki ilişkiler* (Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Gerçek, V., Usta, A., Eren, N., & Çolak, N. (2008). Kızılğaç (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. subsp. *barbata*)’ta aralık-mesafe denemeleri. *Teknik Bülten No:22, Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü*, Trabzon.
- Gonçalves, A.C., & Fonseca, T.F. (2023). Influence management and disturbances on the regeneration of forest stands. *Frontiers in Forests and Global Change*, 6, 1123215. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2023.1123215>
- Göktürk, A., & Güner, S. (2024). Yükseltinin sakallı kızılğaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*) tohumlarının morfolojik özelliklerine ve çimlenmesine etkisi. *Kastamonu Üniv Orman Fak Derg*, 24(1), 13–21. <https://doi.org/10.17475/kastorman.1460367>
- Ilisson, T., Köster, K., Vodde, F., & Jögiste, K. (2007). Regeneration development 4–5 years after a storm in Norway spruce dominated forests, Estonia. *Forest Ecology and Management*, 250(1–2), 17–24. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.03.022>
- Kajba, D., & Gračan, J. (2003). *Technical guidelines for genetic conservation and use for black alder (Alnus glutinosa)*. EUFORGEN (European Forest Genetic Resources Programme), International Plant Genetic Resources Institute.
- Kaya, M. (2014). *Arhavi ilçesi bal ormanındaki sakallı kızılğaç (Alnus glutinosa subsp. barbata) ormanlarında gençleştirme çalışmaları* (Yüksek Lisans Tezi). Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Kestek, D. (2012). *Sapsız meşe türünde yapılan seyreltmenin fidanların bazı morfolojik kalite kriterleri üzerine etkisinin araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi). Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.

- Lukyanets, V., Rumiantsev, M., Tarnopilska, O., Kobets, O., Musienko, S., Obolonyk, I., Bondarenko, V., & Pozniakova, S. (2022). Distribution, productivity and natural regeneration of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) in Ukrainian Polissya. *Folia Oecologica*, 49(2), 137–147. <https://doi.org/10.2478/foecol-2022-0016>
- Luu, H., Ris Lambers, J.H., Lutz, J.A., Metz, M., & Snell, R.S. (2024). The importance of regeneration processes on forest biodiversity in old-growth forests in the Pacific Northwest. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 379, 20230016. <https://doi.org/10.1098/rstb.2023.0016>
- Marques, I.G., Faria, C., Conceição, S.I.R., Jansson, R., Corcobado, T., Milanovic, S., Laurent, Y., Bernez, I., Dufour, S., Mandák, B., Ennoui, H., Sahli, A., Ater, M., Dorado, F.J., Caperta, A.D., David, T.S., Solla, A., & Rodríguez-González, P.M. (2022). Germination and seed traits in common alder (*Alnus* spp.): the potential contribution of rear-edge populations to ecological restoration success. *Restoration Ecology*, 30(3), e13517. <https://doi.org/10.1111/rec.13517>
- McVean, D.N. (1956). Ecology of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. III. seedling establishment. *J Ecol*, 44(1), 195–218.
- Merev, N. (1998). *Doğu Karadeniz Bölgesindeki doğal Angiospermae taksonlarının odun anatomisi*, Cilt 1-A. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Trabzon.
- MGM. (2025). *T.C. Meteoroloji Genel Müdürlüğü İl ve ilçelere ait istatistikler* [Veri seti]. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=TRABZON>
- Nepal, P., Korhonen, J., Prestemon, J.P., & Cubbage, F.W. (2019). Projecting global planted forest area developments and the associated impacts on global forest product markets. *Journal of Environmental Management*, 240, 45–56. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.03.126>
- Odabaşı, T., Çalışkan, A., & Bozkuş, H.F. (2004). *Silvikültür tekniği (Silvikültür II)*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İstanbul.
- OGM. (2018a). *Orman Genel Müdürlüğü Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü, Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü, Düzköy Orman İşletme Şefliği fonksiyonel orman amenajman planı*. OGM, Ankara.
- OGM. (2018b). *Orman Genel Müdürlüğü Kızılağacın silvikültürü*. OGM Silvikültür Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- OGM. (2024). *Orman Genel Müdürlüğü Silvikültür Uygulamalarının Teknik Esasları* (Tebliğ No:317). OGM Silvikültür Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Öztürk, İ. (2011). *Farklı yetiştirme ortamı koşullarının sakallı kızılğaç etkileri* (Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Tiebel, K., Huth, F., & Wagner, S. (2018). Soil seed banks of pioneer tree species in European temperate forests: a review. *iForest- Biogeosci For*, 11, 48–57. <https://doi.org/10.3832/for2400-01>
- Usta, Y. (2025). Effects of site preparation on early stage seedling dynamics and performance in pure Scots pine and Anatolian black pine stands. *For Ecol Manage*, 591, 122834. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2025.122834>
- Üçler, A.Ö., Aygün, A., Oktan, E., Yücesan, Z., Yazar, M., Erdoğan Genç, H., Polat, M., & Aksu, F. (2017). Sakallı kızılğaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata* L.)'ın doğal gençleştirilmesi: Düzköy örneği (Proje No:03-1209/2013–2017). Proje Sonuç Raporu, Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Trabzon.
- Ürgenç, S. (1992). *Ağaç ve süs bitkileri: Fidanlık ve yetiştirme tekniği*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İstanbul.
- Yaltırık, F. (1993). *Dendroloji II: Angiospermae (Kapalı tohumlular), Bölüm I*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İstanbul.
- Yıldırım, N., Turna, İ., & Yıldırım, N. (2020). Sakallı kızılğaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*) meşceresinin doğal yolla gençleştirilmesi (Harşit Orman İşletme Şefliği örneği). *Artvin Çoruh Univ Orman Fak Derg*, 21(2), 154–163. <https://doi.org/10.17474/artvinofd.690646>