

# Ağaçlandırma ve doğal gençleştirme yoluyla kurulmuş kızılçam meşcerelerinin yapısal özellikleri

Ulaş Yunus Özkan<sup>a,\*</sup>, İbrahim Özdemir<sup>b</sup>

**Özet:** Akdeniz bölgesinde, doğal gençleştirme ve ağaçlandırma yoluyla kurulan genç kızılçam meşcerelerin yüzölçümü giderek artmaktadır. Kızılçam orman ekosistemlerinde, etkili bir karbon ve biyolojik çeşitlilik yönetimi için, yeni kurulan bu meşcerelerin yapısal özellikleri, yaşlı doğal meşcereler göz önünde bulundurularak değerlendirilmedi. Bu çalışmada; i) doğal gençleştirme ve ağaçlandırma yoluyla kurulmuş olan benzer yaşlardaki meşcerelerin yapısal özelliklerinin karşılaştırılması, ii) meşcere yapısal özelliklerinin süksesyon evrelerine göre eğiliminin belirlenmesi ve bu eğilimin doğal meşcere özelliklerine benzerliğinin ortaya koyulması amaçlanmıştır. Yükselti, bakı, arazi eğimi ve anakaya bakımından benzer olan 8 farklı meşcere grubu tespit edilmiştir. Her meşcere grubundan 5 örnek meşcere seçilmiştir. Bu meşcereler içinde rasgele konumlandırılan 5 örnek alanda, meşcere özellikleri ile ilgili ölçüm ve gözlemler yapılmıştır. Meşcere yapısal özellikleri olarak; göğüs yüzeyi (m<sup>2</sup>/ha), meşcere hacmi (m<sup>3</sup>/ha), kapalılık derecesi (%), döküntü miktarı (ton/ha), humus (ton/ha), üst topraktaki karbon (C) oranı (%), kalın ölü odun miktarı (m<sup>3</sup>/ha), ince ölü odun miktarı (ton/ha) ve odunsu tür zenginliği kullanılmıştır. Çalışmada gençleştirme ve ağaçlandırma faaliyetlerinin, kızılçam orman ekosistemlerine hem olumlu hem de olumsuz etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Her ne kadar genç meşcerelerin yapısal özelliklerindeki yaşa bağlı trend, yaşlı meşcerelerle olan farkı kapatabilecek gibi görüle de, döküntü ve humus miktarı ve üst topraktaki C oranı gibi özelliklerin normale dönmesi için daha uzun süreye ihtiyaç bulunmaktadır. Ağaçlandırma çalışmaları, odun üretimi ve orman ekosistemlerinde tutulan karbon miktarının artırılmasına önemli katkılar yapmaktadır. Fakat bu faaliyetler, yaban hayvanları için önemli habitatları barındıran çalılık alanların azalmasına yol açmaktadır. Sonuç olarak, yoğun odun işletmeciliği yapılan kızılçam ormanlarında, yeterli miktarda doğal yaşlı meşcere ve makilik alanlar dokunulmadan bırakılmalıdır.

**Anahtar kelimeler:** Karbon, Biyolojik çeşitlilik, Döküntü, Humus, Ölü odun

## Structural characteristics of planted and naturally regenerated brutian pine stands

**Abstract:** The acreage of secondary brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) stands established both naturally following clearcutting and reforestation planting increases over the forest landscapes in the Mediterranean Region. Considering natural mature stands, the structural characteristics of these secondary stands should be assessed for an efficient carbon and biodiversity management in the brutian pine ecosystems. The aim of this study is to i) compare some structural attributes of the reforestation plantings and naturally regenerated stands of brutian pine in similar age and ii) to determine the trends in features regarding stand structures of reforestation and naturally regenerating stands with regard to successional stages and their convergence towards natural stand conditions. We identified eight different aged stand groups that are similar with respect to altitude, aspect, slope, soil parent material. Five stands were selected from each group. Then, 5 sampling plot randomly located were measured for each stand. Within each sample plot, we measured and calculated the attributes following; basal area (m<sup>2</sup>/ha), stem volume (m<sup>3</sup>/ha), canopy cover percentage (%), litter (ton/ha), humus (ton/ha), carbon (C) ratio in topsoil (%), coarse woody debris (m<sup>3</sup>/ha), fine woody debris (ton/ha), and woody species richness. In conclusion, we can say that regeneration and reforestation practices have both positive and negative impacts on brutian pine forest ecosystems. Although the young stands showed evidence for convergence towards the conditions found in the old mature stands, more time are necessary for some attributes such as litter amount, humus, and C ratio in topsoil. Reforestation planting has a positive effect on wood production and carbon accumulation in the brutian forest ecosystems. However, it causes a decrease in the shrub lands providing important habitats for wild animals. This study suggests that a sufficient amount of old mature stands and maquis-type shrublands should be preserved intact in the heavily managed brutian pine forests.

**Keywords:** Carbon, Biodiversity, Litter, Humus, Dead wood

### 1. Giriş

Orman ekosistemlerinde biyolojik çeşitliliğin korunması ve zenginleştirilmesinde, meşcere yapısı önemli bir faktör olarak görülmektedir (Deal, 2007; Özkan, 2010). Meşcere yapısı; ağaç tepelerinin tabakalanma durumu, devrik ölü

odun miktarı, döküntü tabakası kalınlığı, üst toprak horizonundaki organik madde miktarı, yaban hayvanları için besin ve örtü değeri taşıyan meyveli çalı türlerinin sayısı gibi unsurlarla ifade edilmektedir (McElhinny vd. 2005). Sıralanan bu mikro-habitat özellikleri bakımından zengin

\* İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Amenajmanı Anabilim Dalı, 34473, İstanbul

<sup>b</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yaban Hayatı Ekolojisi ve Yönetimi Bölümü, 32260, Isparta

@ \* **Corresponding author** (İletişim yazarı): uozkan@istanbul.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 11.01.2016, **Accepted** (Kabul tarihi): 29.03.2016

**Citation** (Atıf): Özkan, U.Y., Özdemir, İ., 2016. Ağaçlandırma ve doğal gençleştirme yoluyla kurulmuş kızılçam meşcerelerinin yapısal özellikleri. Turkish Journal of Forestry, 17(2): 118-124.  
DOI: [10.18182/tjf.60167](https://doi.org/10.18182/tjf.60167)



olan bir meşcere, “yapısal çeşitliliği yüksek meşcere” olarak tanımlanmaktadır.

Ülkemizdeki kızılçam ormanlarında son 50 yıldır uygulanan odun üretimi faaliyetlerinin, orman yapısını homojen hale getirdiği düşünülmektedir. Bu uygulamaların kızılçam ekosistemlerinde habitat kayıplarına yol açtığı ve bundan bitki ve hayvan türlerinin olumsuz yönde etkilendiği yönünde, meslek kamuoyunda ciddi endişeler bulunmaktadır (Odabaşı ve Özalp, 1994; Oğurlu, 2008; Akdemir ve Özdemir, 2015). Kızılçamın biyolojisi gereği aynı yaşlı ve maktalı ormanlar kurmaktadır. Geniş alan tıraşlama kesimleri ile bir maktaya doğal yöntemlerle gençlik getirilmekte ve düzenli bakım müdahaleleri ile idare süresi sonunda kaliteli tomruk üretimi amaçlanmaktadır. İşletmecilik faaliyetleri meşcere yapısını iki yönde etkilemektedir. Bunlardan ilki, tıraşlama kesimleri sonucunda, küçük arazi parçaları (meşcere içi boşluklar, çalı kümeleri, diğer ağaç türlerinin küçük grupları vb.) makta içinde erimektedir. Böylece yatay arazi çeşitliliğinde (meşcere ve diğer parçalarının çeşitliliği) bir azalma meydana gelmektedir. İkinci olarak, yaşlı meşcerelerde görülen özellikler (tepesi kırk ağaçlar, dikili kurular, ölü odunlar, çalı türleri, kovuk ağaçlar vb.) kurulan genç meşcerelerde azalmaktadır. Ayrıca, bakım kesimleri olarak adlandırılan gençlik, sıklık ve aralama kesimleriyle, meşcerelerdeki bazı mikro-habitatlar (örn; dikili kuru, diğer yapraklı türler vb.) zarar görebilmektedir.

Doğal gençleştirme ve ağaçlandırma uygulamalarının biyolojik çeşitliliğe etkisini inceleyen çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Örneğin, Halpern vd. (1995) istihalden sonra doğal gençleştirme sahalarında damarlı bitki çeşitliliğinin, tepe kapallığı oluşmadan önce orijinal seviyesine (kesimden önceki) ulaşabildiğini, diğer taraftan kontrollü yakma yapılan sahalarda ise bitki çeşitliliğinin ilk 20 yıl boyunca düşük olduğunu ve bazı türlerin alandan çekildiğini belirtmişlerdir. Benzer bir çalışmada, Lust vd. (1998) doğal gençleştirmeden sonra ilk yaş sınıflarında otsu bitki çeşitliliğinin düşük olduğunu ve ileri yaşlara (son yaş sınıflarında) doğru çeşitliliğin giderek arttığını tespit etmişlerdir. Gerzon vd. (2011) tarafından Kanada’da yapılan çalışmada, genç meşcerelerin yapısal özelliklerinin yaklaşık 112. yıllarda “doğal yaşlı orman” özelliklerine benzemeye başladığını tespit etmişlerdir. Ancak, tüm özellikler bakımından doğal yaşlı orman şartlarına 200 ve hatta 250. yaşlarda ulaşabileceğini belirtmişlerdir. Aynı yaşlardaki ağaçlandırma sahaları ve doğal meşcerelerin kıyaslandığı çalışmalar da yapılmıştır. Örneğin; Lugo (1992) tarafından yapılan çalışmada; ağaçlandırma yoluyla kurulan meşcerelerde, alt tabakadaki bitki çeşitliliğinin 50 yılda kendi yaşındaki doğal gençleştirme sahalarına eşitlenebildiği ortaya koyulmuştur.

Ülkemizde, genç kızılçam meşcerelerinin doğal ya da yapay yöntemlerle kurulduğundan itibaren, meşcere yapısal özelliklerinin yaşa bağlı olarak nasıl bir değişim gösterdiğiyle ilgili bir araştırma bulunmamaktadır. Doğal gençleştirme yapılmadan önceki yaşlı meşcere yapısının tekrar elde edilip edilemeyeceği ya da yeni kurulan meşcerenin zamana bağlı olarak doğal yapıya ne derece yaklaşabildiği bilinmemektedir. Aynı şekilde ağaçlandırmaya konu olan bozuk kızılçam meşcerelerinde ve maki sahalarında, ağaçlandırma çalışmalarından sonra hangi yapısal unsurların değiştiği ile ilgili literatürde bir değerlendirme yoktur. Yine ağaçlandırma yoluyla kurulan

kızılçam meşcerelerinin yapısal özelliklerinin, normal kapalıdaki yaşlı kızılçam meşcerelerinin temsil ettiği yapıya ne ölçüde benzeştiği ile ilgili zaman-seri analizi bulunmamaktadır. Bunların yanında, ağaçlandırma ve doğal gençleştirme ile elde edilmiş benzer yaştaki meşcereler arasında, yapısal özellikler bakımından bir fark olup olmadığı da incelenmemiştir. Kızılçam ormanlarında uygulanan işletmecilik faaliyetlerinin etkisi daha iyi anlaşılması ve odun üretimi ile biyolojik çeşitliliğin korunması arasında uygun bir denge sağlanabilmesi amacıyla, yukarıda sıralanan değerlendirmelerin yapılmasının önemli olduğu düşünülmektedir.

Sonuç olarak sunulan bu çalışmada, yapay ve doğal yöntemlerle kurulan kızılçam meşcerelerinin yapısal özelliklerinin yaşa bağlı olarak ortaya koyulması ve [bu] bunların kısmen müdahale görmüş yaşlı meşcerelerin özellikleriyle karşılaştırılması amaçlanmıştır. Böylece yapay/doğal gençleştirme çalışmalarının ve ardından bu genç meşcerelere uygulanan silvikültürel müdahalelerin karbon birikimi ve biyolojik çeşitliliğe etkileri değerlendirilmiştir.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Çalışma alanı

Çalışma, yoğun işletmecilik faaliyetlerine konu olan Isparta Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı, Aşağıdöğdere, Çandır ve Melli Orman İşletme Şefliklerinde yürütülmüştür. Diğer çevresel faktörlerin etkisini en aza indirmek ve örnek alanlar arasında bir standart sağlamak amacıyla, örnek alanlar; 330-420 m yükseltiler arasında, anakayanın kireç taşı olduğu, arazi eğiminin %20-30 arasında değiştiği ve kuzey-batı yamaçlardan alınmıştır.

### 2.2. Örnek alanlar

Hem ağaçlandırma hem de doğal gençleştirme sahalarının üç farklı yaş grubundan örnek alanlar alınmıştır. Ayrıca, karşılaştırmaya temel oluşturmak amacıyla, ağaçlandırma ve doğal gençleştirmeye konu olan, normal kapalıdaki (%70-100) yaşlı kızılçam ve bozuk (kapalılık<%10) kızılçam meşcerelerinden ölçme ve gözlemler yapılmıştır. Çalışma alanında, uluslararası anlamda hiçbir insan müdahalesine konu olmayan “doğal yaşlı orman” kavramına karşılık gelen çok yaşlı meşcere bulunmamaktadır. Bu sebepten seçilen yaşlı (yaklaşık 110 yaşındaki) kızılçam meşcerelerine geçmişte kısmen müdahalelerin yapılmış olma ihtimali göz ardı edilmemelidir. Sonuç olarak, bu çalışma hem ağaçlandırma hem de doğal gençleştirme sahalarında dört farklı yaş grubunun (11-14; 18-23; 29-35; 87-118) her birinden 5'er örnek alan alınarak, toplamda 40 örnek alanda yürütülmüştür. Anakaya, yükselti, arazi eğimi ve bakım faktörlerinin standart tutmak amaçlandığından, özellikle 40 yaşının üstündeki yapay ya da doğal yöntemlerle kurulmuş olan yaş gruplarından yeterli örnek alan bulunamamıştır. Bu yüzden, örneklenen yaş grubu sayısını daha fazla arttırmak mümkün olmamıştır.

### 2.3. Meşçere yapısal özellikleri

Çalışmada kullanılan meşçere yapısal özellikleri ve hesaplama yöntemleri aşağıda verilmiştir.

#### 2.3.1. Kapalılık (%), göğüs yüzeyi ( $m^2/ha$ ), hacim ( $m^3/ha$ )

İlk yaş grubundan (11-14) 200  $m^2$  ve son yaş grubundan (87-118) 600  $m^2$  büyüklüğünde örnek alanlar alınmıştır. Diğer iki yaş grupları (18-23 ve 29-35) için 400  $m^2$  büyüklüğünde örnek alanlar kullanılmıştır. Örnek alan içine giren tüm ağaçların çapları ölçülmüştür. Buna göre göğüs yüzeyi hesaplanmıştır. Kapalılık, her örnek alanda 5 farklı noktada "Küresel Densitometre" cihazı kullanılarak yapılan ölçmelerin ortalaması alınarak belirlenmiştir.

Örnek alanların kabuklu gövde hacmini hesaplamak için "Weise Orta Ağacı Çapı" ve buna karşılık gelen üç ağaç için ölçülen boy kullanılmıştır. Normal kuruluştaki eşit yaşlı saf meşçerelerde "hacim orta ağacı" çapının; ince ağaçlardan kalın çaplara gidildiğinde, birey sayısının yaklaşık %60'ına rastladığı belirtilmektedir (Eler, 2003). İşte, Weise Orta Ağacı Çapı; ince çap kademelerinden başlanıp, kalın çap kademelerine doğru ağaç sayıları toplanarak gidildiğinde, %60 denk gelen çaptır (Fırat, 1973). Çalışmada her örnek alan için; bu çap değeri ve buna karşılık gelen boy esas alınarak, çift girişli hacim tablosundan hacim değeri hesaplanmış ve bu miktar ağaç sayısı ile çarpılmak suretiyle kabuklu gözde hacmi bulunmuştur.

#### 2.3.2. Döküntü tabakası ( $ton/ha$ )

Döküntü tabakasının miktarı (ölü yaprak, tohum, çiçek, kabuk, liken, ince dal < 2 cm) 30 x 30 cm büyüklüğünde 5 alt-örnek alanda tespit edilmiştir. Bu tabaka, zeminin en üstünde kalan, parçalanmanın başlamamış olduğu veya çok az görüldüğü bir katmandır ve ağırlıklı olarak son yıllara ait yapraklardan oluşmuştur. Alt-örnek alanların birisi örnek alan merkezinde, diğerleri ana yönlerde merkezden 6 m uzaklıkta alınmıştır. Beş alt-örnek alandan toplanan döküntü, 65° fırında 48 saat bekletilmiş ve hektardaki fırın kuruşu döküntü miktarı hesaplanmıştır.

#### 2.3.3. Humus ve çürüntü tabakası ( $ton/ha$ )

Bu tabakanın örneklenmesi döküntü tabakasında olduğu gibi yapılmıştır. Alt örnek alanlarda, çürümeye başlamış materyal ve humus tabakası dikkatli biçimde toplanmıştır. Ne kadar dikkatli olunursa olunsun, bu tabakaya bir miktar mineral toprağın karışması engellenememiştir. Bu sebeple, bunlar pülverizatör ile iyice karıştırılarak toz haline getirilmiştir. Ateşte kayıp yöntemiyle organik materyal uzaklaştırılmış ve böylece mineral madde miktarı tespit edilmiştir. Aradaki fark yardımıyla, organik madde miktarı hesaplanmıştır.

#### 2.3.4. Üst toprak tabakasındaki C miktarı (%)

Aynı alt örnek alanlarda, humus tabakasının altında yer alan 0-5 cm derinlikteki mineral topraktan örnekler toplanmıştır. Bunlar kurutulmuş ve toz haline getirilmiştir. Daha sonra 2x2 mm gözenekli bir elekten geçirilerek, ince kökler ve diğer organik materyal temizlenmiştir. Sonra yakma yöntemiyle, karbon yüzdesi (%) hesaplanmıştır.

#### 2.3.5. Kalın ölü odun miktarı ( $m^3/ha$ ) ve ince ölü odun miktarı ( $ton/ha$ )

Örnek alan içine giren, ince ölü odun miktarı (>2 cm ve <10 cm) 1 x 1 m büyüklüğünde 5 alt-örnek alanda belirlenmiştir. Alt-örnek alanların birisi örnek alan merkezinde diğerleri ana yönlerde merkezden 6 m uzaklıkta alınmıştır. Toplanan materyal hava kuruşu olarak tartılmıştır. Daha sonra yaklaşık yarım kg odun alınarak, bunun fırın kuruşu ağırlığı tespit edilmiştir. Fırın kuruşu ağırlık, hava kuruşu ağırlığa bölünmek suretiyle elde edilen oran kullanılarak her örnek alan için fırın kuruşu ağırlık hesaplanmıştır. Diğer taraftan, kalın ölü odunların (ortasındaki kalınlığı > 10 cm) hacminin belirlenmesi amacıyla; ince ve kalın uçtaki çapları ve uzunlukları ölçülmüştür. Smalian formülü kullanılarak hacimleri hesaplanmış ve toplamları alınarak her örnek alandaki "kalın ölü odun hacmi" bulunmuştur.

#### 2.3.6. Odunsu bitki tür zenginliği

Örnek alan içine giren odunsu bitki türleri teşhis edilmiştir. Daha sonra ilgili yaş grubunun beş örnek alanında toplambitki türü sayısı hesaplanmıştır. Bu rakamın örnek alan sayısı olan 5'e bölünmesiyle de "ortalama odunsu tür zenginliği" bulunmuştur.

## 3. Bulgular

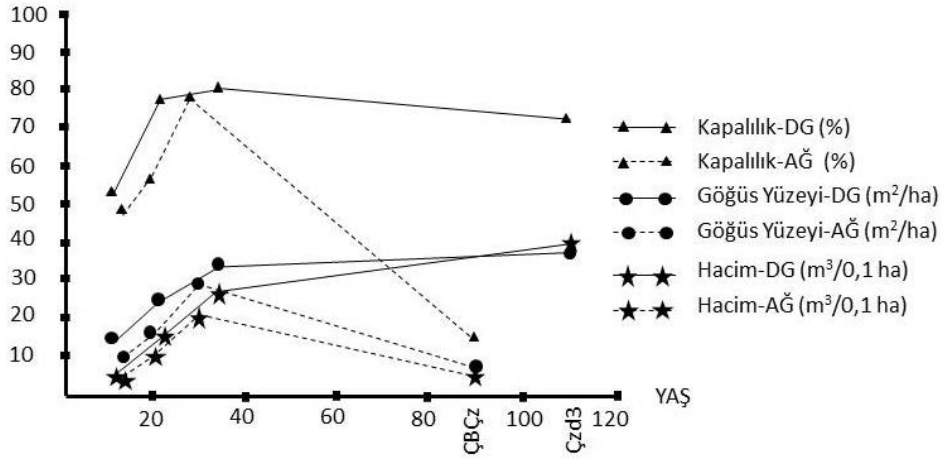
Klasik meşçere özellikleri için elde edilen bulgulara (Şekil 1) bakıldığında; doğal gençleştirme sahalarında kapalılığın biraz daha erken yaşlarda oluşmaya başladığı ve yaklaşık otuzuncu senede doğal gençleştirme ve ağaçlandırma sahalarında kapalılığın birbirine eşitlendiği (~%80) anlaşılmaktadır. Göğüs yüzeyinin de, her iki gençleştirme yöntemi için, ilk otuz yıl içinde kapalılığa benzer bir eğilim gösterdiği görülmektedir. Meşçere kapalılığı yaklaşık 110 yaşındaki doğal meşçerelerde %75 civarındadır. Diğer meşçere özelliklerinden meşçere hacminin, ağaçlandırma ve doğal gençleştirme sahalarında yaşa bağlı olarak benzer bir eğilim gösterdiği ve yaşlı doğal meşçere hacmine (~400  $m^3/ha$ ) daha erken yaşlarda ulaşabileceği görülmektedir. Ağaçlandırmaya konu olan bozuk kızılçam meşçereleri ile kıyaslandığında, 30. yaşlardaki ağaçlandırma sahalarının yaklaşık 130  $m^3/ha$  daha fazla hacim taşıdığı tespit edilmiştir.

Yaprak, tohum, çiçek ve ince dal parçalarından oluşan "döküntü" tabakası ve humus tabakasındaki organik madde miktarının, ağaçlandırmalara oranla, doğal gençleştirme sahalarında ilk otuzyılıda daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ağaçlandırma sahalarındaki döküntü miktarında, her ne kadar yaklaşık 10 yıllık bir fark bulunsun da, bu açığa ileri yıllarda kapanabileceği öngörülmektedir. Grafikteki (Şekil 2) eğilim esas alındığında, yaşlı doğal kızılçam meşçerelerinde tespit edilen döküntü ve humus tabakalarındaki organik madde miktarının (~22  $ton/ha$ ), hem ağaçlandırma hem de doğal gençleştirme sahalarında ileri yaşlarda oluşabileceği anlaşılmaktadır. Fakat bunun için en azından 70-80 yıl geçmesi gerektiği söylenebilir. Bozuk meşçereler ile kıyaslandığında, zeminde biriken döküntü ve humus tabakalarındaki organik madde miktarı bakımından otuzuncu yaştaki ağaçlandırma sahalarında önemli bir artış göze çarpmaktadır (~5  $ton/ha$ ).

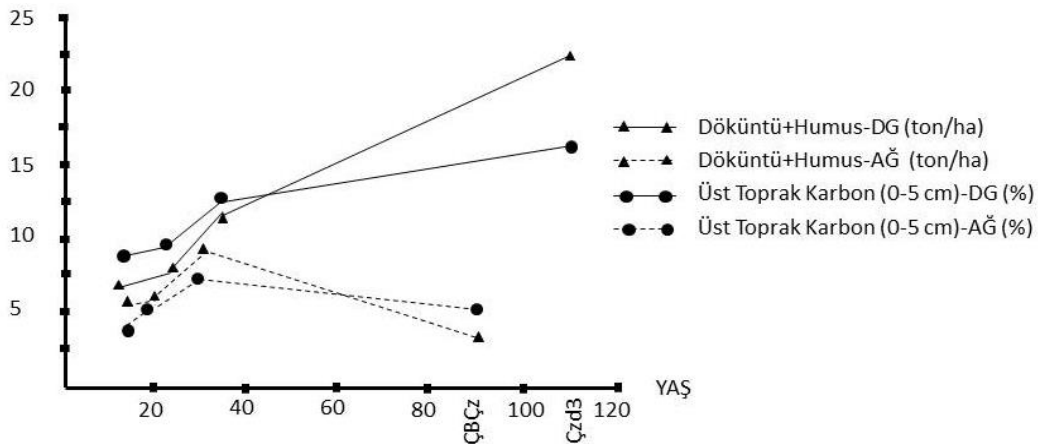
Diğer yandan, üst mineral toprak tabakasındaki karbon miktarının oranı (0-5 cm) bakımından ağaçlandırma ve doğal gençleştirme yoluyla meydana getirilen meşcereler arasında daha fazla fark bulunduğu görülmektedir. Bozuk kızılçam meşcereleri ile kıyaslandığında, her ne kadar ağaçlandırma yoluyla kurulmuş meşcerelerde biriyileşme (~%2) bulunsa da, bunların kendi yaşındaki doğal gençleştirme sahalarından daha düşük karbon yüzdesine (~%4) sahip olduğu görülmektedir. Grafikteki eğilime bakıldığında (Şekil 2), yaşlı doğal meşcerelerde tespit edilen üst topraktaki karbon yüzdesine (~%16), doğal gençleştirme yoluyla elde edilen meşcerelerin daha hızlı ulaşabileceği görülmektedir. Bozuk kızılçam sahalarının ağaçlandırması ile kurulan meşcerelerin ise biraz gecikmeyle de olsa, normal değerlere yaklaşabileceği öngörülmektedir.

Şekil 3'deki grafikte, kalm odun enkazının, ağaçlandırma yöntemiyle kurulan genç meşcerelerde (30

yıl), yaşlı bozuk kızılçam meşcerelerinde ve doğal gençleştirme yoluyla kurulan meşcerelerin ilk yıllarında (20 yıl) bulunmadığı görülmektedir. Doğal gençleştirme ile elde edilen yaklaşık 30-35 yaşlarındaki meşcerelerde ve yaşlı doğal meşcerelerde ise çok küçük miktarlarda da olsa (sırasıyla; ~0,5 m<sup>3</sup>/ha ve 0,8 m<sup>3</sup>/ha) kalm odun enkazına rastlanmıştır. Diğer taraftan, kesim artıklarının etkisiyle doğal gençleştirme yoluyla elde edilen genç meşcerelerde ince odun enkazı miktarının yirminci yaşlarda en fazla olduğu göze çarpmaktadır (~1,5 m<sup>3</sup>/ha). Grafik incelendiğinde, sıklık ve aralama kesimlerinin başlamasıyla bu miktarın biraz daha arttığı ve daha sonra meşcere yaşına bağlı olarak düşmeye başladığı anlaşılmaktadır. Benzer bir eğilim gösteren, ağaçlandırma yöntemiyle kurulmuş meşcerelerde de, sıklık ve aralama kesimleri sebebiyle yirminci yaşlara doğru ince odun miktarında bir artış (~1 m<sup>3</sup>/ha) olmakta ve daha sonraki yıllarda benzer şekilde bir düşüş gözlemlenmektedir.



Şekil 1. Kapalılık, göğüs yüzeyi ve hacmin incelenen meşcere grupları itibariyle değişimi (DG; Doğal gençleştirme yöntemiyle kurulmuş meşcereler, AĞ; Ağaçlandırma yöntemiyle kurulmuş meşcereler)

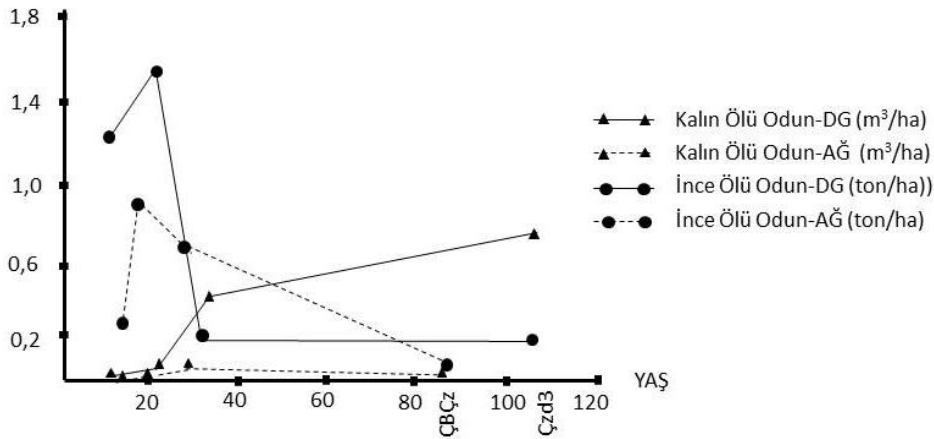


Şekil 2. Döküntü + humus ve üst topraktaki karbon oranının incelenen meşcere grupları itibariyle değişimi (DG; Doğal gençleştirme yöntemiyle kurulmuş meşcereler, AĞ; Ağaçlandırma yöntemiyle kurulmuş meşcereler)

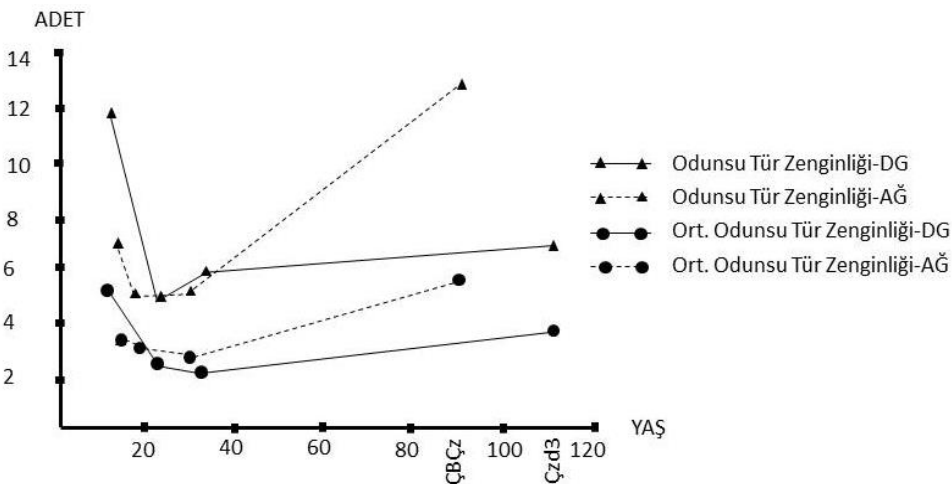
Örnek alanlarda toplam 17 odunsu bitki türüne rastlanmıştır. Bunlar; *Quercus coccifera*, *Arbutus andrachne*, *Pistacia terebinthus*, *Styrax officinalis*, *Cistus creticus*, *Myrtus communis*, *Phillyrea latifolia*, *Prunus ssp.*, *Crataegus ssp.*, *Olea europaea*, *Paliurus spina-christi*, *Quercus infectoria*, *Ceratoniasiliqua*, *Juniperus oxycedrus*, *Cercis siliquastrum*, *Celtis australis*, *Fontanesia philliraeodies* türleridir. En fazla odunsu bitki türü, doğal gençleştirmeyle kurulan ve kapalılığın henüz oluşmadığı 10 yaşındaki genç meşcerelerde (12 adet) ve yaşlı bozuk kızılçam meşcerelerinde (13 adet) tespit edilmiştir. Şekil 4'de, meşcere kapalılığının %50'lere ulaşmasıyla birlikte, genç meşcerelerdeki odunsu tür zenginliğinde belirgin bir düşüş olduğu görülmektedir. Hem ağaçlandırma hem de doğal gençleştirme yoluyla kurulmuş olan 20-35 yaşındaki genç meşcerelerdeki odunsu tür sayısı ile yaşlı doğal kızılçam meşcerelerindeki tür sayısının yaklaşık olarak aynı olduğu anlaşılmaktadır. Her yaş grubuna ait beş örnek alanın ortalamasının alınması suretiyle hesaplanan "ortalama odunsu tür zenginliğinin" de benzer bir eğilim gösterdiği görülmektedir.

#### 4. Tartışma ve sonuç

Bu çalışma, odun üretimi eksenli bir işletmeciliğin, kızılçam orman ekosistemlerinde meydana getirdiği etkileri anlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, hem bozuk kızılçam sahaların ağaçlandırılması suretiyle, hem de yaşlı doğal kızılçam meşcerelerin doğal yöntemlerle gençleştirilmesiyle kurulmuş olan genç meşcerelerin yapısal özellikleri incelenmiştir. İlk olarak değişik yaşlardaki genç meşcerelerin yapısal özelliklerinin yaşa bağlı trendinin, yaşlı doğal meşcerelerin yapısal özelliklerine ne ölçüde yaklaştığı ortaya koyulmuştur. Ayrıca, bu iki farklı yöntem kullanılarak oluşturulan yeni meşcerelerin yapısal özellikleri bakımından farkları belirlenmiştir.



Şekil 3. Kalın ve ince ölü odun miktarının incelenen meşcere grupları itibarıyla değişimi (DG; Doğal gençleştirme yöntemiyle kurulmuş meşcereler, AĞ; Ağaçlandırma yöntemiyle kurulmuş meşcereler)



Şekil 4. Odunsu tür zenginliği ve ortalama odunsu tür zenginliğinin incelenen meşcere grupları itibarıyla değişimi (DG; Doğal gençleştirme yöntemiyle kurulmuş meşcereler, AĞ; Ağaçlandırma yöntemiyle kurulmuş meşcereler)

Çalışma bulgularına göre; kapalık ve göğüs yüzeyi bakımından, hem doğal hem de yapay yolla kurulmuş genç meşcerelerin 20-30'lu yaşlarda, yaşlı doğal meşcerelerin özelliklerine ulaştığı görülmüştür. Hacim olarak ise biraz daha fazla süreye ihtiyaç bulunduğu anlaşılmaktadır. Bu durumda, yani yaşlı orman alanlarının gençleştirilmesiyle, orman ekosisteminde tutulan karbon miktarında belirli bir süre (yaklaşık 60 yıl) bir azalma meydana geldiği söylenebilir. Diğer yandan, bozuk alanların odun üretimi bakımından verimli hale getirilmesi, yani ağaçlandırılmasıyla, tutulan karbon miktarında çok önemli bir artış olmaktadır. Bir bakıma doğal gençleştirme çalışmalarıyla oluşan boşluk, ağaçlandırmalarla telafi edilmektedir. Son 50-60 yıl içinde kızılçam ekosistemlerinde yürütülen ağaçlandırma ve rehabilitasyon çalışmaları göz önünde bulundurulduğunda, bu güne kadar yapılan işletmecilik faaliyetlerinin karbon tutulumunu olumsuz etkilemediği ifade edilebilir.

Ekolojik verimliliğin göstergelerinden birisi olan meşcere zeminindeki döküntü ve humus tabakası, toprağın verimliliği ve besin döngüsü açısından önemlidir (Özkan, 2004; Prescott, 2005, Özkan vd. 2008; Özkan ve Gülsoy, 2009; Özkan, 2010). Ayrıca döküntü ve humus tabakası birçok organizmaya (mantar, bakteri, örümcek, solucan, semender, kuş, sürüngen, böcek vs) habitat sağlamaktadır (Uetz, 1979; Haila ve Niemelä, 1999). Yaşlı doğal kızılçam meşcereleri temel alındığında, doğal gençleştirme çalışmalarının döküntü ve humus tabakasını tahrip ettiği görülmektedir. Yeni kurulan meşcerelerdeki döküntü ve humus miktarı, yaşlı meşcerelerde bulunan miktarın, 12 yaşında yaklaşık %30'una, 23 yaşında %36'sına ve 34 yaşında %52'sine karşılık gelmektedir. Bu oranlara bakıldığında, meşcere yaşı arttıkça döküntü ve humus miktarında belirgin bir artışın gerçekleştiği gözlemlenmektedir. Ancak, yaşlı meşcerelerdeki döküntü ve humus miktarına ulaşmak için daha fazla zamana ihtiyaç bulunmaktadır. Ağaçlandırma yoluyla kurulan meşcerelerde zeminde biriken döküntü ve humus miktarının da giderek arttığı görülmektedir. Özellikle bozuk kızılçam meşcerelerle kıyaslandığında, döküntü ve humus miktarı, örneğin 30. yaşlarda yaklaşık 2,5 kat bir artış göstermiştir. Bu artış, bozuk sahaların ağaçlandırılmasının, döküntü ve humus tabakasını kullanan organizmalar için önemli olduğuna işaret etmektedir. Diğer yandan, ağaçlandırma sahaları ve doğal gençleştirme sahaları arasında, döküntü ve humus miktarı bakımından çok önemli bir fark göze çarpmamaktadır. Bu sonuç, Tullus vd. (2013) tarafından doğal gençleştirme ve ağaçlandırma yoluyla kurulmuş kayın meşcerelerinde yapılan araştırmanın bulgularıyla da uyumludur.

Diğer taraftan, üst topraktan (0-5 cm) alınan örneklerdeki karbon oranları incelendiğinde, doğal gençleştirme yoluyla elde edilmiş meşcerelerin, yaşlı meşcerelerdeki koşullara daha erken yaşlarda ulaşabileceği söylenebilir. Ayrıca, benzer yaştaki ağaçlandırma ve doğal gençleştirme sahaları arasında, doğal gençleştirme sahalarının lehine, karbon oranı bakımından yaklaşık iki kat fark bulunmaktadır. Bunun sebebi, ağaçlandırma sahalarında yürütülen toprak işleme çalışmalarının üst toprak tabakasını etkilemesi olabilir. Doğal gençleştirme sahalarında ise, başlangıçta toprakta zaten belirli oranda organik maddenin bulunması ve kesim artıklarının serilmesi

gibi faktörler sebebiyle, üst toprak tabakası nispeten daha az etkilenmektedir.

Ülkemiz kızılçam orman ekosistemlerinde, orman zemininde kalın ölü odun enkazına rastlamak oldukça güçtür. Oysa biyolojik çeşitliliğin zenginleştirilmesi ve sürdürülmesi için, farklı çürüme sınıflarındaki kalın ölü odunların, sağlıklı bir ormanda belirli bir oranda bulunması gerektiği bilinmektedir (Sullivan vd. 2012). Kalın ölü odunlar, yakacak ihtiyacı için orman köylüsü ya da böcek zararına yol açacağı endişesiyle orman idaresi tarafından sürekli toplanmaktadır. Zaten bilinen bu durum, çalışmayla da bir kez daha ortaya koyulmuştur. Grafikte görüldüğü gibi yaşlı doğal meşcerelerde bile kalın odun enkazı miktarı çok azdır (Şekil 4). Bu sebeple, çalışmada, kalın odun enkazı ile ilgili bir değerlendirme yapmak mümkün olmamıştır. Diğer taraftan, doğal yöntemlerle kurulmuş meşcerelerde benzer yaştaki ağaçlandırma sahalarına oranla daha fazla ince ölü odunun bulunduğu görülmektedir. Her iki gençleştirme yöntemiyle kurulmuş meşcerelerde de, bakım kesimleri sebebiyle, 20'li yaşlarda ince ölü odun miktarının en fazla olduğu fakat bu yaşlardan sonra, bu miktarın azaldığı anlaşılmaktadır. Ölü odun ve çalı yığınları, yaban hayatı için çok değerli olduğundan (Sperry ve Weatherhead, 2010; Goguen vd. 2015), bakım kesimleri sonucu oluşan ince odun yığınlarının bulunduğu genç meşcerelerin, kızılçam orman ekosisteminin habitat çeşitliliğine önemli katkı sağladığı söylenebilir.

Odunsu tür zenginliği, meşcere tepe çatısının düşük olduğu meşcerelerde en yüksek bulunmuştur. Doğal gençleştirme sahaları, ilk yıllarda, çok sayıda çalı türüne ev sahipliği yaptığından, bulunduğu ekosistemde meşcere çeşitliliğini arttırdığı ve bu bakımdan bu alanların biyolojik çeşitliliğin korunmasında önemli rol oynadığı düşünülmektedir (Keenan ve Kimmins, 1993). Bozuk kızılçam meşcereleri ve makilik alanların ağaçlandırılmasının ise, çalı türü zenginliğini düşürdüğü ve önemli habitat kayıplarına yol açtığı anlaşılmaktadır.

Sonuç olarak, Akdeniz kızılçam orman ekosistemlerinde uygulanan doğal gençleştirme ve ağaçlandırmaların, hem olumlu hem de olumsuz etkilerinin bulunduğunu söylemek mümkündür. Altı çizilmesi gereken önemli bir husus; doğal gençleştirme çalışmalarının bazı yaşlı meşcere özelliklerinin yitirilmesine sebep olmasıdır. Diğer taraftan, ülkemiz yapacak odun ihtiyacının önemli bir bölümünü sağlayan kızılçam türünde, mevcut doğal gençleştirme uygulamalarının devam ettirilmesi kaçınılmazdır. Dolayısıyla, bu olumsuz etkinin azaltılması ve alternatif silvikültürel sistemlerin geliştirilmesi yoluna gidilmelidir (Baskent vd. 2008). Bu konuda atılacak en etkili adım, belirli oranda yaşlı doğal meşcerenin dokunulmadan ormanda bırakılmasıdır. Ağaçlandırma yoluyla kurulan yeni meşcereler, orman ekosisteminde tutulan karbon miktarını arttırmak suretiyle küresel iklim değişimi üzerindeki olumlu rolünün yanı sıra, yaban hayvanlarına çeşitli habitat imkânı sunan ve birçok endemik bitki türünü barındıran makilik ekosistemlerin azalmasına yol açmaktadır. Bu yüzden, odun üretimi bakımından birinci bonitet sahalar dışında, makilik alanlarda uygulanacak ağaçlandırmalar kısıtlanmalıdır. Özellikle, toprak koruma, biyolojik çeşitliliği koruma, estetik, tabiatı koruma, su koruma gibi orman fonksiyonları için önemli görülen ve kızılçam ormanlarında çeşitliliği

artıran, yoğun çalı ve ağaççıklarla kaplı makilik alanların korunması çok önemlidir.

### Teşekkür

Bu çalışma, kısmen Süleyman Demirel Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (SDÜ-01070 no'lu güdümlü proje). Çalışmanın laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan, SDÜ Ziraat Fakültesi öğretim üyesi Dr. Hüseyin Şenol'a ayrıca teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

- Akdemir, D., Özdemir, İ., 2015. Batı Akdeniz Bölgesi'ndeki kızılçam ormanlarında uygulanan traşlama kesimlerinin kuşlar üzerindeki etkileri. *Turkish Journal of Forestry*, 16(2):102-110.
- Baskent, E. Z., Terzioğlu, S., Başkaya, Ş., 2008. Developing and implementing multiple-use forest management planning in Turkey. *Environmental management*, 42(1):37-48.
- Deal, R. L., 2007. Management strategies to increase stand structural diversity and enhance biodiversity in coastal rainforests of Alaska. *Biological Conservation*, 137(4):520-532.
- Eler, Ü., 2003. Dendrometri. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, Isparta.
- Fırat, F., 1973. Dendrometri. İ.Ü. O.F. Yayınları, Kurtuluş Matbaası, İstanbul.
- Gerzon, M., Seely, B., MacKinnon, A., 2011. The temporal development of old-growth structural attributes in second-growth stands: a chronosequence study in the Coastal Western Hemlock zone in British Columbia. *Canadian Journal of Forest Research*, 41(7): 1534-1546.
- Goguen, C. B., Fritsky, R. S., San Julian, G. J., 2015. Effects of Brush Piles on Small Mammal Abundance and Survival in Central Pennsylvania. *Journal of Fish and Wildlife Management*, 6(2):392-404.
- Haila, Y., Niemelä, J., 1999. Leaf litter and the small-scale distribution of carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) in the boreal forest. *Ecography*, 22(4):424-435.
- Halpern, C. B., Spies, T. A., 1995. Plant Species Diversity in Natural and Managed Forests of the Pacific Northwest. *Ecological Applications*, 5:913-934.
- Keenan, R. J., Kimmins, J. P., 1993. The ecological effects of clear-cutting. *Environmental Reviews*, 1(2): 121-144.
- Lugo, A. E., 1992. Comparison of tropical tree plantations with secondary forests of similar age. *Ecological monographs*, 62(1): 1-41.
- Lust, N., Muys, B., Nachtergale, L., 1998. Increase of biodiversity in homogeneous Scots pine stands by an ecologically diversified management. *Biodiversity & Conservation*, 7(2): 249-260.

- McElhinny, C., Gibbons, P., Brack, C., Bauhus, J., 2005. Forest and woodland stand structural complexity: its definition and measurement. *Forest Ecology and Management*, 218(1): 1-24.
- Oğurlu, İ., 2008. Yaban hayatı kaynaklarımızın yönetimi üzerine. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(2): 35-88.
- Odabaşı, T., Özalp, G., 1994. Ormanların işletilmesi yöntemleri ve doğaya uygun ormancılık anlayışı. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 44(1-29): 35-47.
- Prescott, C. E., 2005. Decomposition and mineralization of nutrients from litter and humus. In: BassiriRad, H. (Ed.), *Nutrient Acquisition by Plants*, Springer Berlin Heidelberg, pp. 15-41.
- Özkan, K., Gulsoy, S., 2009. Effect of environmental factors on the productivity of Crimean pine (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*) in Sutçuler, Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 30(6): 965-970.
- Özkan, K., 2004. Beyşehir Gölü Havzası'nda Anadolu Karaçamının (*Pinus nigra* Arnold) Yayılışı ile Fizyografik Yetiştirme Ortamı Faktörleri Arasındaki İlişkiler, *Turkish Journal of Forestry*, 2:30-47.
- Özkan, K., 2010. Orman ekosistem çeşitliliği haritalama çalışmaları için ekolojik alan çeşitliliğinin belirlenmesi üzerine bir öneri. *Turkish Journal of Forestry*, 2:136-148.
- Özkan, K., 2010. A succession for determination of ecologic area diversity index for forest ecosystems diversity mapping. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 2:136-148.
- Özkan, K., Gülsoy, S., Mert, A., 2008. Interrelations between height growth and site characteristics of *Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe. *The Malaysian Forester*, 71:9-16.
- Sperry, J. H., Weatherhead, P. J., 2010. Ratsnakes and Brush Piles: Intended and Unintended Consequences of Improving Habitat for Wildlife? *The American Midland Naturalist*, 163(2):311-317.
- Sullivan, T.P., Sullivan, D.S., Lindgren, P.M.F., Ransome, D.B., 2012. If we build habitat, will they come? Woody debris structures and the conservation of forest mammals. *Journal of Mammalogy*, 93:1456-1468.
- Tullus, T., Tullus, A., Roosaluuste, E., Kaasik, A., Lutter, R., Tullus, H., 2013. Understorey vegetation in young naturally regenerated and planted birch (*Betula* spp.) stands on abandoned agricultural land. *New Forests*, 44(4):591-611.
- Uetz, G. W., 1979. The influence of variation in litter habitats on spider communities. *Oecologia*, 40(1):29-42.