

## Bazı meşcere değişkenlerinin karaçam gençlik sayısı ve büyümesi üzerine etkilerinin karşılaştırılması

Emirhan Köseoğlu<sup>a</sup>, Ferhat Kara<sup>b,\*</sup>

**Özet:** Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) ormanlarının doğal olarak gençleştirilmesinde yaşanan zorluklar nedeniyle, farklı meşcere değişkenlerinin gençleştirme başarısını üzerine olan etkilerinin iyi anlaşılması oldukça önemlidir. Ülkemizde doğal gençleştirme çalışmalarında meşcere kapalılığı yaygın olarak kullanılan meşcere değişkenlerinden biridir. Fakat, göğüs yüzeyi alanı (GYA) (m<sup>2</sup>/ha), meşcere stoğu (%) ve meşcere içerisine geçirilen ışık miktarı (GIM) (%) gibi meşcere değişkenlerinin karaçam gençleştirilmesi üzerine etkileri konusunda çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu çalışmada GYA, meşcere stoğu ve GIM'nin karaçam gençlik sayısı ile beşinci yıl sonundaki kök boğaz çapı (KBÇ) ve boy değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi ve karaçam gençlikleri üzerinde hangi parametrenin daha etkili olduğunun saptanması amaçlanmıştır. Kastamonu Araç Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde alınan deneme alanlarına ait GYA değerleri hesaplanmış ve her bir deneme alanı için GIM değeri Plant Canopy Imager yardımıyla belirlenmiştir. Deneme alanlarına ait meşcere stoğu karaçam için daha önce geliştirilen formül yardımıyla hesaplanmıştır. Meşcere değişkenleri ile karaçam gençlik sayısı, KBÇ ve boy değerleri arasında anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir (p<0.05). Ayrıca, seçilen değişkenler içerisinde GIM'in hem gençlik sayısı hem de KBÇ ve boy değerleri üzerinde diğer değişkenlere kıyasla daha etkili olduğu belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen bulgular, ülkemizde karaçam gençleştirmelerinde yaygın olarak kullanılan meşcere kapalılığı yanında, meşcere stoğu ve özellikle de direk ışık ölçümlerinin de kullanılmasının faydalı olabileceğini ortaya koymaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Gençleştirme, Göğüs yüzeyi, Meşcere stoğu, PAR

## Comparison of the influence of some stand structural parameters on black pine seedling density and growth

**Abstract:** Due to the difficulties in natural regeneration of black pine (*Pinus nigra* Arnold) forests, the influences of different stand structural parameters on regeneration success should be well understood. Canopy closure is one of the most commonly used parameters in natural regeneration activities in Turkey. However, studies regarding the effects of stand basal area (GYA) (m<sup>2</sup>/ha), stand stocking (%) and light transmittance (GIM) (%) on black pine regeneration has been limited. In this study, we aimed to determine the influences of GYA, stand stocking and GIM on seedling density, as well as root-collar diameter (KBÇ) and height of 5-year old black pine seedlings. We also aimed to find which parameter has more influence on black pine seedlings. GYA for each study plot installed within Kastamonu Araç Forest Planning Unit was calculated, and GIM of each plot was also determined using a Plant Canopy Imager. Stand stocking of each plot was calculated using a published equation. There were significant relationships between stand parameters and seedling density, KBÇ and seedling height (p<0.05). Moreover, GIM has more influence than GYA and stand stocking on seedling density, KBÇ and seedling height. Findings suggest that stand stocking and direct light measurements should be complementary to the commonly used canopy closure in black pine regeneration.

**Keywords:** Regeneration, Basal area, Stand stocking, PAR

### 1. Giriş

Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) Türkiye'de doğal olarak yayılış yapan başlıca ağaç türlerinden biri olup yüksek kaliteli odun sağlamaktadır (Ertekin ve Özel, 2010). Karaçam, Türkiye'de geniş bir yayılış alanına sahiptir ve çoğunlukla 400 m ile 2100 m arasındaki yükseltilerde yayılış yapmaktadır. Türkiye'de karaçam saf ve karışık olarak meşcereler kurmaktadır. Bu tür ülkemizde toplam ormanlık alanın % 22'si olan yaklaşık 4.700.000 hektarlık bir alanı kaplamaktadır (OGM, 2014). Karaçam, Türkiye'nin birçok bölgesinde ve ayrıca diğer bazı Akdeniz ülkelerinde büyük ağaçlandırma çalışmalarında en çok

kullanılan çam türlerinden biridir (Bogunic vd., 2007; Ertekin ve Özel, 2010). Karaçam bir yarı-ışık ağacı olup siper altında uzun süre gelişme enerjisini yitirmeden kalabilmektedir (Genç, 2004). Meşcere kapalılığı ve üst tabakadaki açıklıklar gençliğin yoğunluğu ve büyümesi için hayati önem taşımaktadır (Page vd., 2001). Karaçam ormanlarında gençleştirme başarısı ve gençlik büyümesi genellikle siperaltı yöntemi kullanılarak oluşturulan parçalı meşcere yapılarıyla yakından ilişkili olduğu belirtilmektedir (Odabaşı vd., 2004).

Karaçam ormanlarının doğal olarak gençleştirilmesindeki zorluklar nedeniyle (Del Cerro Barja vd., 2009), mevcut karaçam ormanlarının doğal

✉ <sup>a</sup> Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu, Türkiye

<sup>b</sup> Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Kastamonu, Türkiye

@ \* **Corresponding author** (İletişim yazarı): fkara@kastamonu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 18.09.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 13.12.2019



**Citation** (Atıf): Köseoğlu, E., Kara, F., 2019. Bazı meşcere değişkenlerinin karaçam gençlik sayısı ve büyümesi üzerine etkilerinin karşılaştırılması. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 305-311.

DOI: [10.18182/tjf.621550](https://doi.org/10.18182/tjf.621550)

gençleştirme başarısını etkileyen faktörlerin iyi anlaşılması çok önemlidir. Karaçam gençliklerinin ilk çağlarda büyüme ve hayatta kalma oranları başarılı gençleştirme çalışmaları için hayati öneme sahiptir. Bu sebeple, karaçam ormanlarının başarılı bir şekilde gençleştirilmesi için gençlik sayısını, gençlik büyümesini ve gençlik ölüm oranını etkileyen faktörlerin iyi belirlenmesi gerekmektedir (Kerr, 2000; Çalışkan vd., 2014). Meşcere içindeki sıcaklık, nem, ışık gibi çevresel değişkenler arasındaki etkileşimler gençlik sayısını, gençliğin büyümesini ve ölüm oranını etkilemektedir (Mason vd., 2004; Altun vd., 2007). Bu çevresel faktörler meşcere sıklığı ve meşcere kapalılığından etkilenmektedir (Assenac, 2000; Lhotka ve Loewenstein, 2008). Bu nedenle, meşcere sıklığı, meşcere kapalılığı, çevresel koşullar ve gençlik arasındaki karşılıklı ilişkilerin bilinmesi, gençliğin belirli bir silvikültürel müdahaleye verecekları muhtemel tepkilerin tespitine yardımcı olmaktadır. Sonuç olarak orman mühendisleri meşcere yapısında yapacakları değişiklikler yardımıyla gençliğin büyüme ve gelişmelerini değiştirebilmektedirler (Agestam vd., 2003).

Meşcere yapısını ve sıklığını temsil eden çeşitli parametreler mevcuttur (Lhotka ve Loewenstein, 2008). Ülkemizde en yaygın olarak kullanılan parametrelerden bir tanesi meşcere kapalılığıdır. Fakat, heterojen yapıda meşcere yapısı oluşturan ağaç türlerinin oluşturduğu meşcerelerde kapalılığın doğru tespit edilmesi bazı problemler oluşturmaktadır (Coates, 1995). Bu çalışmada üç adet meşcere parametresi seçilmiştir. Bunlardan birincisi meşcere sıklığının mutlak bir ölçüsü olarak en yaygın olarak kullanılan meşcere göğüs yüzeyi alanıdır (GYA) ( $m^2/ha$ ). GYA meşcere içinde tohum çimlenmesini ve gençlik büyümesini olumsuz etkilemektedir (Kara vd., 2017). Ormanlıkta en yaygın olarak kullanılan meşcere sıklığı ölçüsü olmasına karşın, GYA'nın en iyi sıklık ölçü birimi olup olmadığı tartışmalıdır (Gingrich, 1967). Gingrich (1967) ve Kara (2015) yaptıkları çalışmalarda relatif bir meşcere sıklık ölçüsü olan meşcere stoğu (%)'nin GYA'nıma kıyasla daha doğru bir sıklık ölçü göstergesi olduğunu tespit etmiştir. Çünkü ortalama ağaç çapı daha büyük olan meşcerelerin aynı GYA sahip fakat ortalama ağaç çapı daha küçük olan meşcerelere kıyasla daha düşük sıklığa sahip olduğu belirlenmiştir (Gingrich, 1967). Meşcere stoğu (%) da çimlenme ve gençlik büyümesi üzerine etki eden meşcere parametrelerinden biri olduğu için bu çalışmada seçilen parametrelerden ikincisi olmuştur. Karaçam gibi ışık ihtiyacı olan türlerde meşcere içerisine geçirilen ışık miktarı (GIM) (%) da çimlenme ve gençlik büyümesi üzerine etki eden diğer bir meşcere parametresi olarak kabul edilmektedir. GIM meşcere yapısının analizinde kullanılan güçlü bir parametre olduğu bilinmektedir (Breda ve Grainer, 1996), dolayısıyla çalışmada seçilen üçüncü parametre olmuştur.

Meşcerede siper altındaki karaçam gençliklerinin meşcere kapalılığı ve sıklığına dayanıklılığı üzerine çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Kerr, 2000). Fakat GYA, meşcere stoğu ve GIM (%) parametrelerinin karaçam gençlik sayısı ve büyümesine etkisi üzerine yapılan araştırmalar oldukça sınırlıdır. Ayrıca GYA, meşcere stoğu ve GIM parametrelerinin hangisinin karaçam gençlik sayısı ve büyümesine daha çok etki ettiğiyle alakalı bir çalışma da mevcut değildir. Bu nedenle, çalışmanın temel amacı (i) karaçam gençlik sayısı ile bazı meşcere parametreleri (yani GYA, meşcere stoğu ve GIM) arasındaki ilişkileri tespit

etmek, (ii) seçilen meşcere parametreleri ile beşinci yıl sonundaki karaçam KBC ve boy değerleri arasındaki ilişkileri belirlemek ve (iii) aynı zamanda karaçam gençlikleri üzerinde hangi parametrenin daha etkili olduğunu ortaya koymaktır.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Çalışma alanı

Bu çalışma Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Araç Orman İşletme Müdürlüğü Araç Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Meteoroloji Genel Müdürlüğü verilerine göre çalışma bölgesinde yıllık ortalama sıcaklık  $11\text{ }^{\circ}\text{C}$  iken, yıllık toplam yağış ortalaması ise  $475\text{ mm}$ 'dir. Bölgede toprak tipi kumlu balçık, çürüntü tabakası  $5\text{ cm}$ , iskelet muhtevası (taşlılık derecesi) az taşlıdır. Çalışma alanında meşcere içerisinde ardıc (*Juniperus spp.*), meşe (*Quercus spp.*) yanında yoğun ot tabakası ve çalı formu türler de bulunmaktadır. Arazi çalışmaları iki farklı sahada gerçekleştirilmiştir. Birinci saha "çimlenme sahası", ikinci saha ise "gençlik sahası" olarak adlandırılmıştır. Çimlenme sahasında meşcere parametreleri ile karaçam gençlik sayısı arasındaki ilişkiler gözlemlenirken, gençlik sahasında ise meşcere parametreleri ile karaçam gençliklerinin beşinci yıl sonundaki kök boğaz çapı (KBC) (mm) ve boy (cm) değerleri arasındaki ilişkiler tespit edilmiştir. Çimlenme sahası Araç Orman İşletme Şefliğinin 160 nolu bölümünde yer almakta koordinatları  $41^{\circ} 16' 34.08''\text{ N}$ ,  $33^{\circ} 18' 45.39''\text{ E}$ ' dir. Saha karaçam türünden oluşan Çkc3 meşceresidir. Çimlenme sahası  $1040\text{ m}$  yükseltide bulunmakta ve ortalama eğimi  $\%17$ 'dir. Çimlenme sahasında 2018 yılında tohumlama kesimi yapılmıştır. Gençlik sahası ise Araç Orman İşletme Şefliğinin 30 nolu bölümünde bulunmakta ve koordinatları  $41^{\circ} 19' 60''\text{ N}$ ,  $33^{\circ} 21' 23''\text{ E}$ ' dir. Saha karaçam türünden oluşan Çkd2 meşceresidir. Gençlik sahası  $1160\text{ m}$  yükseltide yer almakta olup ortalama eğimi  $\%30$ 'dur. Gençlik sahasında 2014 yılında tohumlama kesimi yapılmış ve sonrasında her hangi başka bir müdahalede bulunulmamıştır.



Şekil 1. Çalışma alanı lokasyonu

## 2.2. Çalışma dizaynı ve ölçümler

2019 yılında her bir çalışma sahasında 15'er adet 100 m<sup>2</sup> büyüklüğünde kare şeklinde deneme alanları rastgele tesis edilmiştir. Her deneme alanı içinde ışık ve gençlik ölçümlerinin yapıldığı 3 adet 10 m<sup>2</sup> büyüklüğünde alt deneme alanları rastgele yerleştirilmiştir. Hem çimlenme sahasında hem de gençlik sahasındaki her deneme alanı için deneme alanındaki ağaçların d<sub>1,3</sub> çapları şerit çap ölçer kullanılarak ölçülmüş ve daha sonra deneme alanlarına ait GYA hesaplanmıştır.

Meşcere stoğu ise hem çimlenme sahasında hem de gençlik sahasındaki her bir deneme alanı için deneme alanının hektardaki ağaç sayısı ve meşcerenin ortalama çapı kullanılarak hesaplanmıştır. Meşcere stoğunun hesaplanmasında Kara (2018) tarafından geliştirilen karaçam ortalama maksimum meşcere sıklığı formülü kullanılmıştır (Formül 1). Formülde N<sub>T</sub> hektardaki ağaç sayısını temsil etmektedir.

$$\log_e(N_T) = 5.344 - -1.649 \cdot \log_e(\text{Çap}) \quad (1)$$

Formül 1 %100 meşcere stoğunu temsil etmektedir. Her bir deneme alanına ait meşcere stoğunun hesaplanmasında öncelikle deneme alanına ait ortalama meşcere çapı formülde yerine konularak bu çapa ait maksimum ağaç sayısı (ha), yani %100 meşcere stoğu belirlenir. Daha sonra deneme alanına ait hektardaki ağaç sayısının formül 1 yardımıyla hesaplanan maksimum ağaç sayısına oranı hesaplanarak deneme alanına ait meşcere stoğu (%) belirlenmiştir.

Deneme alanlarına ait GIM değerleri için, öncelikle deneme alanları içindeki üç adet 10 m<sup>2</sup> genişliğindeki alt deneme alanlarında PAR (fotosentetik aktif radyasyon) değeri ölçülmüştür. Bu üç ölçümün ortalaması kullanılarak, her deneme alanına ait ortalama PAR değerleri elde edilmiştir. Daha sonra açık alanda bir PAR ölçümü daha yapılmış ve deneme alanlarının GIM değerleri formül 2 kullanılarak meşcere içindeki PAR değerinin açık alandaki PAR değerine oranı olarak hesaplanmıştır. PAR ölçümleri bulutsuz havalarda 11:00 ile 14:00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir. Bu saatler arasında bulutsuz havalardaki açık alan PAR değerlerinin genellikle değişmediği bilinmektedir. GIM değerleri de hem çimlenme sahasında hem de gençlik sahasındaki her deneme alanı için hesaplanmıştır. PAR ölçümlerinde CI-110 Plant Canopy Imager (CID Bio-Science Inc., Washington, USA) model PAR ölçüm cihazı kullanılmıştır.

$$\text{GIM (\%)} = \frac{\text{Deneme alanının ortalama PAR değeri}}{\text{Açık alandaki PAR değeri}} \times 100 \quad (2)$$

Çimlenme sahasında, her deneme alanındaki 10 m<sup>2</sup>'lik alt deneme alanlarında gençlik sayısı sayılarak, deneme alanlarına ait hektardaki gençlik sayısı sayısı tespit edilmiştir. Gençlik sahasında ise, her deneme alanındaki 10

m<sup>2</sup>'lik alt deneme alanlarında birer adet karaçam gençliği rastgele seçilmiştir. Seçilen bireyin KBC dijital kumpas yardımıyla mm hassasiyetinde, boyu ise cetvel yardımıyla cm hassasiyetinde ölçülmüştür. Daha sonra alt deneme alanlarındaki 3 ölçümün ortalaması alınarak her deneme alanı için beşinci yıl sonundaki KBC ve gençlik boyu elde edilmiştir.

## 2.3. Analizler

Meşcere parametreleri (GYA, PAR ve Meşcere Stoğu) arasındaki karşılıklı ilişkiler "Random Effect Model" regresyon analizi kullanılarak belirlenmiştir. Meşcere parametreleri ile gençlik sayısı arasındaki ilişkiler ise "Random Effect Poisson Regression" analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Regresyon analizlerinde bağımlı değişkenin sayılabilen parametre (yani gençlik sayısı gibi) olması durumunda, Poisson Regresyon analizi kullanılmıştır (Rodríguez, 2007). Meşcere parametreleri ile karaçam gençliklerinin beşinci yıl sonundaki KBC ve boy değerleri arasındaki ilişkiler ise "Random Effect Linear Regression" analizi kullanılarak belirlenmiştir. Analizlerde deneme alanları "random effect" olarak seçilmiştir. Verilerin normalliği ve homojenliği "Residual" analizi kullanılarak değerlendirilmiştir ve bu model varsayımlarından hiçbir sapma bulunmamıştır. Hangi meşcere parametresinin karaçam gençlik sayısı, KBC ve boy değerleri üzerinde daha fazla etki ettiğini karşılaştırmak için elde regresyon denklemlerinin katsayı (R<sup>2</sup>) değerleri kullanılmıştır. Tüm istatistik analizler R-statistic programı (R Development Core Team, 2010) yardımıyla "lme" ve "glme" paketleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

## 3. Bulgular

Çimlenme ve gençlik sahaslarındaki deneme alanlarının meşcere parametrelerine ait istatistiksel değerler Çizelge 1'de verilmiştir. Çimlenme sahasındaki ortalama GYA alanı 29.3 m<sup>2</sup>/ha, ortalama meşcere stoğu %52 ve ortalama GIM ise %47.6 olarak belirlenmiştir. Gençlik sahasındaki ortalama GYA alanı ise 32.1 m<sup>2</sup>/ha, ortalama meşcere stoğu %58, ve ortalama GIM ise %37.2 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Hem çimlenme hem de gençlik sahasında GYA ile GIM arasında istatistiksel bir ilişki mevcuttur (p<0.05). GYA alanı, yani meşcere sıklığı arttıkça meşcere içerisine giren ışık miktarı (yani IPAR) azalmaktadır. Benzer bir ilişki meşcere stoğu ile GIM arasında da tespit edilmiştir (p<0.05). Relatif meşcere sıklık göstergesi olan meşcere stoğu arttıkça meşcere içerisine giren ışık miktarı (yani GIM) azalmaktadır. Deneme alanlarının meşcere stoğu deneme alanlarının GYA değerlerinden elde edildiği için GYA ile meşcere stoğu arasında da yüksek bir korelasyon mevcuttur (p<0.05).

Çizelge 1. Çimlenme ve gençlik sahasındaki deneme alanlarına ait istatistiksel bilgiler

Meşcere parametreleri	Çimlenme sahası				Gençlik sahası			
	Min.	Max.	Ort.	Std. S.	Min.	Max.	Ort.	Std. S.
GYA (m <sup>2</sup> /ha)	14.5	48.5	29.3	9.47	10.7	53.4	32.1	12.7
Meşcere Stoğu (%)	25	87	52	17	17	92	58	22
GIM (%)	18.7	71.3	47.6	17.2	6.4	87.3	37.2	20.3

Çimlenme sahasında ortalama gençlik sayısı hektarda 4933 adet iken, en düşük gençlik sayısı 1333 adet/ha, en yüksek gençlik sayısı ise 9000 adet/ha olarak belirlenmiştir. Seçilen meşcere parametreleri (GYA, GIM ve meşcere stoğu) ile karaçam gençlik sayıları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 2). Diğer bir ifadeyle üç meşcere parametresi de gençlik sayısı üzerine etki etmektedir. Meşcere parametrelerinin gençlik sayısı üzerine etkileri karşılaştırıldığında ise gençlik sayısı üzerine GIM'in daha çok etki ettiği görülmektedir (Çizelge 2).

Karaçam gençlik sayılarının GYA, GIM ve meşcere stoğuna bağlı olarak nasıl değiştiği Şekil 2'de gösterilmektedir. Buna göre gençlik sayısının artan GYA ile artış gösterdiği görülmektedir. Benzer bir ilişki meşcere stoğu ile gençlik sayısı arasında da gözlemlenmektedir; meşcere stoğu arttıkça gençlik sayısı artmaktadır. GIM ile gençlik sayısı arasında ise ters yönde bir ilişki bulunmakta olup; %20-70 GIM aralığında GIM arttıkça gençlik sayısı azalmaktadır.

Gençlik sahasında tohumlama kesiminden sonraki beşinci yılın sonundaki ortalama KBÇ 10.5 mm iken en düşük KBÇ 7.5 mm, en yüksek KBÇ ise 17.0 mm olarak ölçülmüştür. Seçilen meşcere parametreleri (GYA, GIM ve meşcere stoğu) ile KBÇ değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 3). KBÇ değerleri üzerine meşcere parametreleri arasından GIM'in daha çok etki ettiği belirlenmiştir. GYA alanının KBÇ değerleri üzerine etkisi GIM ve meşcere stoğuna kıyasla daha düşük olmuştur (Çizelge 3).

Şekil 3'te KBÇ değerleri ile GYA, GIM ve meşcere stoğu arasındaki ilişkinin değişimi gösterilmektedir. GYA ve meşcere stoğu'nun artmasına bağlı olarak KBÇ değerleri azalış göstermektedir. GIM ile KBÇ değerleri arasında ise

doğrusal bir ilişki mevcut olup, %6-80 GIM aralığında GIM arttıkça KBÇ değerleri de artmaktadır (Şekil 3).

Beşinci yılın sonundaki gençlik boyu değerleri 35 cm ile 87.6 cm arasında değişmekte olup ortalama boy değerinin 51.2 cm olduğu tespit edilmiştir. Meşcere parametrelerinin (GYA, GIM ve meşcere stoğu) beşinci yıl sonundaki gençlik boy değerleri üzerine etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4). Beşinci yıl sonundaki gençlik boy değerleri üzerine GIM'in diğer meşcere parametrelerine kıyasla daha çok etki ettiği görülmektedir. Gençlik boy değerleri üzerine en düşük etkiye sahip meşcere parametresinin GYA olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 2. Meşcere parametreleri ile karaçam gençlik sayısı arasındaki ilişkiler

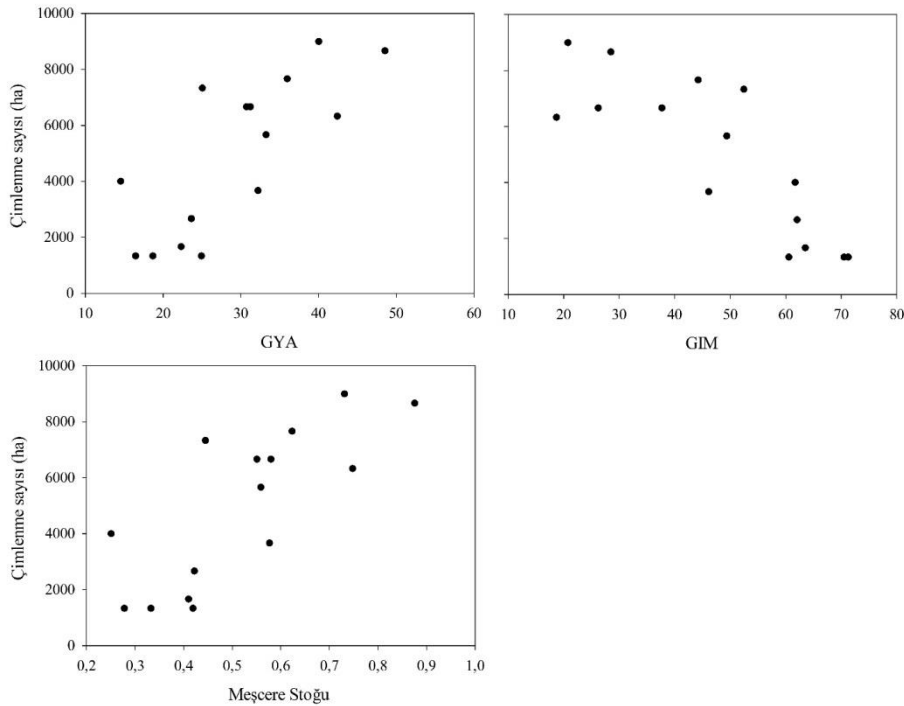
Regresyon denklemleri	Standart hata	p-değeri	R <sup>2</sup>
gençlik sayısı = $b_0 + b_1 \cdot \text{GYA}$	50.16	0.00072	0.59
gençlik sayısı = $b_0 + b_1 \cdot \text{Meşcere Stoğu}$	148.4	0.00058	0.61
gençlik sayısı = $b_0 + b_1 \cdot \text{GIM}$	23.92	0.00010	0.70

Çizelge 3. Gençlik sahasında meşcere parametreleri ile karaçam KBÇ değerleri arasındaki ilişkiler

Regresyon denklemleri	Standart hata	p-değeri	R <sup>2</sup>
KBÇ = $b_0 + b_1 \cdot \text{GYA}$	0.05	0.032	0.31
KBÇ = $b_0 + b_1 \cdot \text{Meşcere stoğu}$	2.68	0.019	0.35
KBÇ = $b_0 + b_1 \cdot \text{GIM}$	0.03	0.010	0.41

Çizelge 4. Gençlik sahasında meşcere parametreleri ile karaçam boy değerleri arasındaki ilişkiler

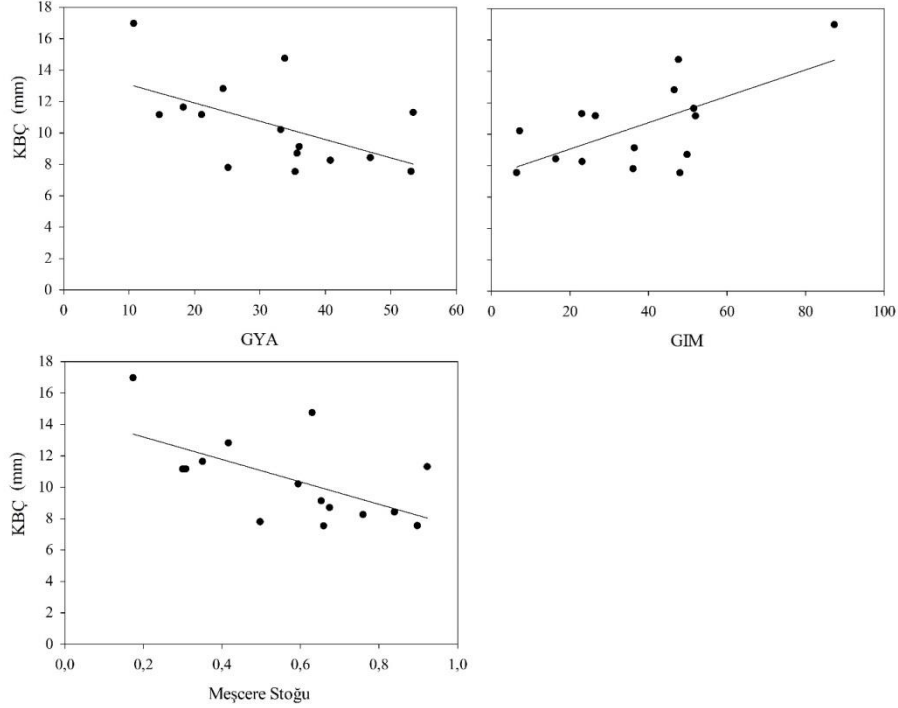
Regresyon denklemleri	Standart hata	p-değeri	R <sup>2</sup>
Boy = $b_0 + b_1 \cdot \text{GYA}$	0.20	0.015	0.38
Boy = $b_0 + b_1 \cdot \text{Meşcere stoğu}$	10.9	0.007	0.44
Boy = $b_0 + b_1 \cdot \text{GIM}$	0.11	0.003	0.51



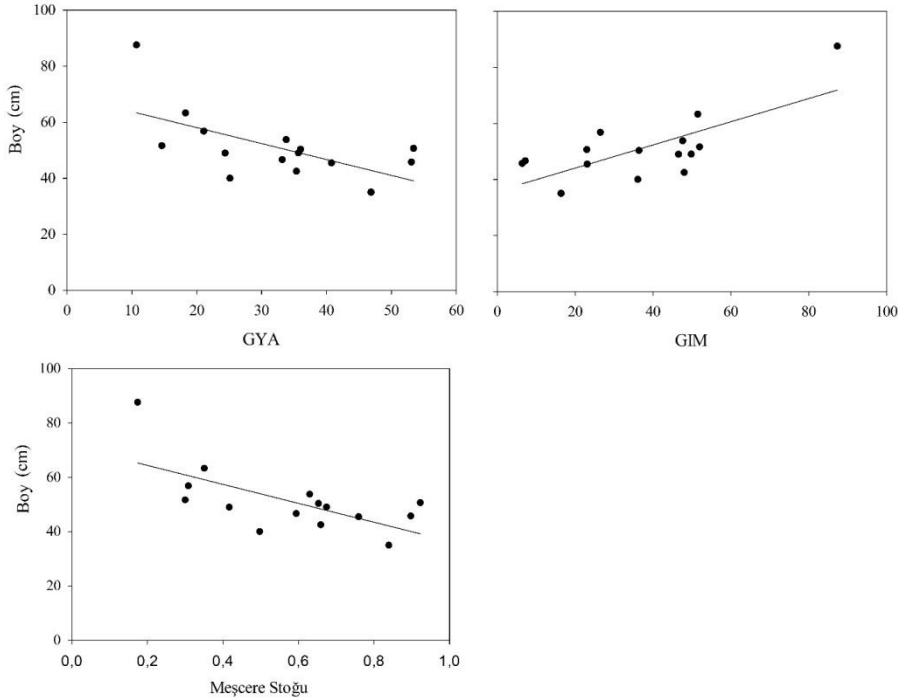
Şekil 2. Çimlenme sahasında meşcere parametreleri ile karaçam fidan sayısı arasındaki ilişkiler

Şekil 4 karaçam boy değerlerinin GYA, GIM ve meşcere stoğuna bağlı olarak nasıl değiştiğini göstermektedir. GYA'nın hektarda 10 ile 50 m<sup>2</sup> aralığında boy değerleri artan GYA ile azalış göstermektedir (Şekil 4). Benzer bir ilişki meşcere stoğu ile boy değerleri arasında da

gözlemlenmektedir; meşcere stoğu arttıkça boy değerleri azalmaktadır (Şekil 4). GIM ile boy değerleri arasında ise doğrusal bir ilişki vardır; %6-%80 GIM aralığında GIM arttıkça boy değerleri artmaktadır (Şekil 4).



Şekil 3. Gençlik sahasında meşcere parametreleri ile KBCÇ değerleri arasındaki ilişkiler



Şekil 4. Gençlik sahasında meşcere parametreleri ile fidan boyu arasındaki ilişkiler

#### 4. Tartışma ve sonuç

GYA'nın gençlik sayısı ve gençliğin beşinci yıl sonundaki KBÇ ve boy değerleri üzerine etkisi GIM ve meşcere stoğuna kıyasla daha düşük olmuştur. Diğer bir ifadeyle, meşcere stoğu GYA'ya kıyasla daha başarılı bir sıklık ölçü birimidir. Benzer şekilde, daha önce yapılan çalışmalarda, GYA'nın meşcere sıklığı bakımından meşcere stoğu ve GIM'dan daha iyi bir gösterge olmadığı belirlenmiştir (Gingrich, 1967; Kara vd., 2017). Çünkü ortalama ağaç çapı daha büyük olan meşcerelerin aynı GYA sahip fakat ortalama ağaç çapı daha küçük olan meşcerelere kıyasla daha düşük sıklıkla sahip olduğu tespit edilmiştir (Gingrich, 1967). Dolayısıyla bu çalışmada elde edilen meşcere parametreleri ile karaçam gençlik sayısı, KBÇ ve boy değerleri ilişkileri literatür çalışmalarıyla örtüşmektedir.

Işık ve yarı-ışık ağaç türlerinde azalan meşcere sıklığının ve meşcere içine giren ışık miktarının gençlik sayısını genellikle olumlu yönde etkileyeceği beklenmektedir (Noemie vd., 2011). Fakat bu çalışmada elde edilen bulgular, bir karaçam meşceresinde tohumlama kesimi yapıldıktan sonra, azalan meşcere sıklığının ve meşcere içine giren ışık miktarının gençlik sayısını azalttığı gözlemlenmiştir. Bunun başlıca sebebi, meşcere sıklığının azalması ve meşcere içine giren ışık miktarının artması ile toprak neminin azalış göstermesi olabilmektedir (Castro vd., 2004). Meşcere mikro iklim koşullarındaki sıcaklık artışı yüzeyel toprak neminde azalışa sebep olabilmektedir. Çalışmada elde edilen bulgular neticesinde, tohumlama kesimi yapılmış bir karaçam meşceresinde, toprak neminin karaçam çimlenmesi için ışığa oranla daha hayati önem taşıdığı anlaşılmaktadır.

Gençleştirmeye tabi karaçam meşcerelerinde, başarılı bir gençleştirme olabilmesi için çimlenmeyi takiben hektar başına ortalama 10.000 gençlik elde edilmesi önerilmektedir (Odabaşı vd., 2004). Çimlenme sahasında birinci yıl sonunda elde edilen gençlik sayısının ortalamasının altında olduğu görülmektedir. Birinci yıl sonunda elde edilen gençlik sayısının düşük olmasının sebeplerinden birisi meşcerede yeterli tohum olmaması ile açıklanabilir (Lombardo ve McCarthy, 2008). Diğer bir etken ise o yılki mevsim koşullarının çimlenme için yetersiz olmuş olabileceğidir (Camarero vd., 2013). Şekil 2 incelendiğinde, GYA alanının hektarda 40-50 m<sup>2</sup> olduğunda en yüksek gençlik sayısının elde edildiği, 40 m<sup>2</sup>'nin altında GYA alanında gençlik sayısının yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Meşcere stoğunun ise 0.7-0.9 arasında olduğu durumlarda en yüksek gençlik sayısının elde edildiği gözlemlenmiştir. GIM değeri ise 0.2 ile 0.3 olduğu takdirde en yüksek sayıda gençlik elde edilmesi beklenmektedir. GIM'nin yüzde 50'den fazla olması durumunda oldukça düşük sayıda gençlik elde edilmesi tahmin edilmektedir.

Meşcere yapısı ile gençlik büyümesi arasındaki ilişki, doğal gençleştirme uygulanan meşcerelerde, gençlik gelişimi için çok önemlidir. Meşcere yapısı meşcere içindeki mikro çevre koşullarına etki etmektedir (Kara vd., 2017). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, meşcere içerisine giren ışık miktarının (yani GIM) karaçam meşcerelerindeki gençliklerin beşinci yıl sonundaki KBÇ ve boy değerlerinin en önemli belirleyicisi olduğunu göstermektedir. Daha önce yapılan araştırmalarla gözlemlendiği gibi (Assenac, 2000; Collet vd., 2001; Lhotka ve Loewenstein, 2008), bu çalışma meşcere ışık geçirgenliğinin gençliğin beşinci yıl sonundaki

KBÇ ve boy değerlerini en çok etkileyen faktör olduğunu göstermiştir. Karaçam yarı-ışık bir ağaç türü olduğu bilinmesine rağmen, karaçam gençliklerinin uzun süre ana ağaçların gölgesinde yaşayabilir (Odabaşı vd., 2004). Bununla birlikte, karaçam gençliklerinin büyümeleri genellikle ılımlı ışık ortamları ile ilişkilidir (Odabaşı vd., 2004). Benzer şekilde daha önce yapılan bazı çalışmalar, meşcere içerisine giren ışığın karaçam gençlik büyümesini etkileyen en etkili faktör olarak kabul edildiğini göstermiştir (Mercurio vd., 2009; Tiscar ve Linares, 2014).

Bu çalışmada elde edilen bulgular, karaçam meşcerelerinin gençleştirilmesi üzerine yapılan önceki çalışmalara katkı sağlayacak niteliktedir. Elde edilen bulgular, ülkemizde karaçam gençleştirmelerinde yaygın olarak kullanılan meşcere kapallığı yanında, meşcere stoğu ve özellikle de direk ışık ölçümlerinin de kullanılmasının faydalı olabileceğini ortaya koymaktadır. Mevcut çalışma sınırlı bir bölgede yapıldığından dolayı, bu çalışma ülkemizin çeşitli bölgelerindeki karaçam ormanlarında da gözlemlenmesi tavsiye edilebilir. Çalışmanın gerçekleştirildiği gençlik sahasına ait deneme alanlarındaki fidan sayısı nispeten düşük olduğu için, her alt deneme alanında sadece bir fidan seçilmiştir. Her ne kadar alınan örnek sayısı kullanılan istatistik metotlar için yeterli olsa da, benzer çalışmalarda daha fazla fidan üzerinde yapılan ölçümler daha sağlıklı sonuçlar verebilir. Karaçamın diğer türlerle karışım oluşturduğu karışık ormanlarda da benzer bir çalışmanın yapılması faydalı olacaktır. Ayrıca, benzer çalışmalar ülkemizin diğer ağaç türlerinin oluşturduğu ormanlar için de gerçekleştirilebilir.

#### Açıklama

Çalışmanın saha ölçümlerinin yapılması için her türlü desteği veren Araç Orman İşletme Müdürlüğü personeline teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

- Agestam, E., Ekö, P.M., Nilsson, U., Welander, N.T., 2003. The effects of shelterwood density and site preparation on natural regeneration of *Fagus sylvatica* in southern Sweden. *Forest Ecology and Management*, 176: 61-73.
- Altun, L., Yılmaz, E., Günlü, A., Ercanlı, İ., Usta, A., Yılmaz, M., Bakkaloğlu, M., 2007. Investigations on some ecological factors affecting productivity of some pine species (*Pinus sylvestris* L., *Pinus nigra* L. and *Pinus brutia* Ten.) in Usak Murat mountain. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 7(1): 71-92.
- Assenac, G., 2000. Interactions between forest stands and microclimate: Ecophysiological aspects and consequences for silviculture. *Annals of Forest Science*, 57: 287-301.
- Bréda, N., Granier, A., 1996. Intra- and interannual variations of transpiration, leaf area index and radial growth of a sessile oak stand (*Quercus petraea*). *Annales des Sciences Forestières*, 53: 521-536.
- Bogunic, F., Muratovic, E., Ballian, D., Siljakovlev, S. Brown, S., 2007. Genome size stability among five subspecies of *Pinus nigra* Arnold s1. *Environmental and Experimental Botany*, 59(3): 354-360.
- Camarero, J.J., Manzanedo, R.D., Sanchez-Salguero, R., Navarro-Cerrillo, R.M., 2013. Growth response to climate and drought change along an aridity gradient in the southernmost *Pinus nigra* relict forests. *Annals of Forest Science*, 70(8): 769-780.

- Castro, J., Zamora, R., Hódar, J. A., Gómez, J. M., 2004. Seedling establishment of a boreal tree species (*Pinus sylvestris*) at its southernmost distribution limit: consequences of being in a marginal Mediterranean habitat. *Journal of Ecology*, 92(2): 266-277.
- Çalışkan, A., Güney, H.S., Çalışkan, S., 2014. Effects of different soil preparation techniques on the Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) regeneration. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 64(2): 56-68.
- Coates, T.H., 1995. Comparison of canopy closure measurements used in stand inventories. Master Thesis, University of Montana, MT, USA.
- Collet, C., Lanter, O., Pardos, M., 2001. Effects of canopy opening on height and diameter growth in naturally regenerated beech seedlings. *Annals of Forest Science*, 58: 127-134.
- del Cerro Barja, A., Borja, M.L., Garcia, E.M., Serrano, F.L., Abellán, M.A., Morote, F.G., López, R.N., 2009. Influence of stand density and soil treatment on the Spanish Black Pine (*Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii*) regeneration in Spain. *Forest Systems*, 18(2): 167-180.
- Ertekin, M., Özel, H.B., 2010. Çorum yöresi erozyonla mücadele kapsamında yapılan karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırmaları. *Journal of Bartın Forestry Faculty*, 12: 77-85.
- Genç, M., 2004. Silvikültürün Temel Esasları. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi yayınları. Isparta, Türkiye.
- Gingrich, S.F., 1967. Measuring and evaluating stocking and stand density in upland hardwood forests in the central states. *Forest Science*, 13: 38-53.
- Kara, F., 2015. Uneven-aged management of longleaf pine forests using selection silviculture. PhD Dissertation, Auburn University, AL, USA.
- Kara, F., Loewenstein, E.F., Brockway, D.G., 2017. Effects of basal area on survival and growth of longleaf pine when practicing selection silviculture. *Forest Systems*, 26(1): 1-12.
- Kara, F., 2018. The Growing space utilization of main tree species in northern Turkey. *Cerne*, 24(2): 133-139.
- Kerr, G., 2000. Natural regeneration of Corsican pine (*Pinus nigra* subsp. *laricio*) in Great Britain. *Forestry*, 73(5): 479-488.
- Lhotka, J.M., Loewenstein, E.F., 2008. Influence of canopy structure on the survival and growth of underplanted seedlings. *New Forests*, 35: 89-104.
- Lombardo, J.A., McCarthy, B.C., 2008. Silvicultural treatment effects on oak seed production and predation by acorn weevils in southeastern Ohio. *Forest Ecology and Management*, 255 (7): 2566-2576.
- Mason, W.L., Edwards, C., Hale, S.E., 2004. Survival and early seedling growth of conifers with different shade tolerance in a Sitka spruce spacing trial and relationship to understory light climate. *Silva Fennica*, 38(4): 357-370.
- Mercurio, R., Mallamaci, C., Muscolo, A., Sidari, M., 2009. Effetti della dimensione delle buche sulla rinnovazione naturale in rimboschimenti di pino nero. *Forest@-Journal of Silviculture and Forest Ecology*, 6(5): 312.
- Noemie, G., Philippe, B., Sandrine, P., Christian, G., 2011. Growth of understorey Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) saplings in response to light in mixed temperate forest. *Forestry*, 84(2): 187-195.
- Odabaşı, T., Çalışkan, A., Bozkuş, H.F., 2004. Silvikültür Tekniği. İstanbul Üniversitesi Yayınları. Yayın no: 4459. İstanbul.
- OGM, 2014. Orman Atlası. Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/Orman%20Atlas%20i.pdf>, Erişim: 06.10.2016.
- Page, L.M., Cameron, A.D., Clarke, G.C., 2001. Influence of overstorey basal area on density and growth of advance regeneration of Sitka spruce in variably thinned stands. *Forest Ecology and Management*, 151: 25-35.
- R Development Core Team., 2010. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rodríguez, G., 2007. Lecture notes on generalized linear models, <http://data.princeton.edu/wws509/notes/>, Accessed: 05.06.2017.
- Tıscar, P., Linares, J., 2014. Large-scale regeneration patterns of *Pinus nigra* subsp. *salzmannii*: poor evidence of increasing facilitation across a drought gradient. *Forests*, 5(1): 1-20.