



TOHUM AĞACI DOĞAL GENÇLEŞTİRME YÖNTEMİNİN KARAÇAM (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*)’DA UYGULANMASI, ESKİŞEHİR-TANDIR ÖRNEĞİ

Mustafa YILMAZ¹, Mehmet KALKAN^{2,*}

¹Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, Bursa Teknik Üniversitesi, Bursa

²Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, Bursa Teknik Üniversitesi, Bursa

*Sorumlu Yazar: mehmet.kalkan@btu.edu.tr

Mustafa YILMAZ: <https://orcid.org/0000-0002-8250-1882>

Mehmet KALKAN: <https://orcid.org/0000-0002-0801-4955>

Please cite this article as: Yılmaz, M. & Kalkan, M. (2019). Application of the seed tree regeneration method in Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*), the case of Tandır-Eskişehir. *Turkish Journal of Forest Science*, 3(1), 24-36.

ESER BİLGİSİ

Arastırma Makalesi

Gelis 25 Mart 2019

Duzeltmelerin gelisi 27 Nisan 2019

Kabul 28 Nisan 2019

Yayınlanma 29 Nisan 2019

ÖZET: Karaçam (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana*) Türkiye'nin önemli ağaç türlerinden biridir. Ülkemizde karaçamın gençleştirilmesinde genellikle siper işletmesi tercih edilmektedir. Doğal gençleştirmeyi sağlamak amacıyla alanda bırakılan belirli sayıdaki tohum ağaçlarından gelen tohumlarla yeni gençliği oluşturmada kullanılan yöntemlerden biri de tohum ağacı yöntemidir. Bu çalışmada, Eskişehir-Tandır mevkiindeki 27.9 ha karaçam meşceresinin 2015 ve 2016 yıllarında başlayan gençleştirme çalışmaları araştırılmıştır. Araştırma sahasında, tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemine benzer şekilde hektarda ortalama 17 tohum ağacı bırakılmıştır. Ayrıca sahada 1+0 fidan dikimi yapılmıştır. Araştırma kapsamında Tandır mevkiindeki birer yıl arayla tensile alınan sahalarda ve müdahale görmeyen aynı özelliklere sahip yan meşcere üzerinde incelemelerde bulunulmuştur. Her sahadan 30 adet rastgele seçilen tohum ve örnek ağaçlar üzerinde çap, boy ve tepe tacı özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca tensile alınan sahalarda tohumdan gelen ve dikimle gelen fidanlar araştırılmıştır. Tohumdan gelen fidanların tohum ağacına olan uzaklığı ve bakıya göre dağılımı incelenmiştir. Ayrıca 1+0 yaşında dikilen tüplü fidanların başarı oranı belirlenmiştir. 2017 sonbaharında veri toplama ve ölçüm işlemleri tamamlanmıştır. Çalışma sonucunda, ölçülen ve tespit edilen değerler müdahale gören ve görmeyen sahalarda bakımından irdelenmiştir. 27.9 ha'lık toplam çalışma alanında yaklaşık tohumdan gelen fidan sayısı 91.540 adet olarak hesaplanmıştır. Böylece 2 m²'de 0.65 adet tohumdan gelen fidan tespit edilmiştir. Tohumdan gelen fidanların, tohum ağacına göre en fazla yaşayan oranının kuzey yönünde olduğu tespit edilmiştir. Tohumlama mesafesine göre ise en fazla 4., 5. ve 6. metreler arasında dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemi düşük bonitetli Eskişehir-Tandır mevkiindeki karaçam meşceresinin doğal gençleştirilmesinde kısmen başarılı sonuç vermiştir. Yöntemin uygulanmasında tohum takviyesi ile başarı oranı yükseltilebilir. Ülkemizde farklı türlerin bazı yetiştirme ortamlarında yöntemin uygulanabilirliği araştırılmalıdır.

Anahtar kelimeler: *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, karaçam, doğal gençleştirme, tohum ağacı

APPLICATION OF THE SEED TREE REGENERATION METHOD IN ANATOLIAN BLACK PINE (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*), THE CASE OF TANDIR-ESKİŞEHİR

ARTICLE INFO

Research Article

Received 25 March 2019

Received in revised form 27 April 2019

Accepted 28 April 2019

Published online 29 April 2019

ABSTRACT: The Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana*), one of the main tree species in Turkey. Shelterwood method has generally been preferred in natural regeneration of *P. nigra* forests. On the other hand, the seed tree regeneration method has been applied for many forest tree species. In the current study, the research field of *P. nigra* is located in Eskisehir-Tandır. The total area of the site is 27.9 ha. 14 ha and 13.9 ha of the site have been taken to the natural regeneration operation in 2015 and 2016, respectively. About 17 seed trees/ha are left on the site. Additionally, one-year-old *P. nigra* seedlings were also planted in the site in the spring of 2016 and 2017. Adjacent to study site, stand without silvicultural treatment were also selected to compare with the studied sites. The seedling survival rate, the direction, distance and number of seedlings originated from the scattered seed; diameter, height and crown diameter of remaining trees were measured in the autumn of 2017. The obtained data were evaluated in terms of seed tree natural regeneration method for Anatolian black pine. It was determined that seedlings originated from the scattered seeds were mostly higher in north direction and between 4th, 5th and 6th meters according to the seed tree. The total number of seedlings originated from the scattered seeds was calculated as 91.540 in 27.9 ha total study area. The seed tree method was partially successful in Anatolian black pine stand at the low-yield capacity of site. The success rate of the seed tree method can be increased by seed supplement. The potential use of the method for the native tree species in Turkey should also be investigated.

Keywords: *Pinus nigra*, black pine, seed tree, natural regeneration

GİRİŞ

Karaçam (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana*) Türkiye'nin önemli ağaç türlerinden biridir. Türkiye mevcut orman varlığının %19'unu oluşturan Anadolu karaçamı dünya üzerindeki yayılış alanları içinde en geniş yayılışını Türkiye'de yapmaktadır (Alptekin, 1986; OGM, 2015). Karaçam yayılışını denizsellikten kaçınarak daha çok bozkıra sokulan ya da step iklimin hâkim olduğu sahalarda yapan asli orman ağacı türlerinden biridir (Odabaşı ve ark., 2007). Kanaatkâr bir tür olan karaçam çeşitli toprak ve anakaya üzerinde gelişim gösterir (Saatçioğlu, 1976; Haverbeke, 1990; Dida ve ark., 2001; Çalışkan ve ark., 2014). Tür, genellikle 400-2100 metreler arasına görülmektedir (Saatçioğlu, 1976; Atay, 1982).

Yarı ışık ağacı olan karaçam, iyi bonitetlerde sipere karşı daha dirençliyenken, daha düşük bonitetlerde gölgeye dayanıklılığı azalır. Karaçamın tohumu hafif olduğundan kısa

mesafelere uçuş yeteneğine sahiptir. 25 metreye kadar tohumlama mesafesi içerisinde gençlik gelebilmektedir (Atay, 1990). Bol tohum yıllarının önceden belirlenmesi, doğal gençleştirme müdahalelerinin uygulanma zamanı açısından büyük önem arz etmektedir (Boydak ve ark., 2002). Ülkemizde karaçamın gençleştirilmesinde genellikle siper işletmesi tercih edilmektedir. Büyük alan siper işletmesi (BASİ) ve etek şeridi siper işletmesi (EŞTİ) karaçamın doğal gençleştirilmesinde başarılı bir şekilde uygulanmaktadır (Odabaşı ve ark., 2007).

İşletme ormanlarında yaşanan ormanların türe göre, uygun yöntemler uygulanarak gençleştirilmesi gerekmektedir. Dünya’da gerekli şartlar bulunması durumunda, doğal gençleştirme çalışmaları ekolojik ve biyolojik çeşitlilik bakımından en tercih edilen işlemdir. Doğal gençleştirme yöntemlerinden biri de tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemidir. Bu yöntem özellikle Kuzey Amerika’da tohumu hafif olan birçok ışık-yarı ışık orman ağacının gençleştirilmesinde kullanılmaktadır. Tohum ağacı doğal gençleştirme yönteminde, alanda sadece tohumlama kapasitesine sahip nitelikli ağaçları bırakarak gençleştirme alanının dengeli bir şekilde tohumlanması amaçlanmaktadır (Daniel ve ark., 1979; Smith, 1986; Barnett ve Baker, 1991; Nyland, 1996). Bu yöntem Odabaşı ve ark. (2007) tarafından "gelecek ağaçların korunmasıyla tıraşlama işletmesi" ve "tohum ağaçlarının korunmasıyla tıraşlama işletmesi" olarak adlandırılmıştır.

Tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemi üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda tohum ağacı doğal gençleştirme yönteminin birçok tür için (*Pinus sylvestris*, *Pinus pinaster*, *Pinus echinata*, *Nothofagus pumilio*, *Pinus ponderosa*, *Quercus gambelii*, *Pinus patula*, *Pinus teada*, *Pinus echinata*) uygun doğal gençleştirme yöntemlerinden biri olduğu belirtilmiştir. (Raja ve ark., 1998; Zhou, 1999; Hyppönen ve ark., 2005; Rosenfeld ve ark., 2006; Sanchez ve Moore, 2008; Rodríguez-García ve ark., 2010; Figueroa-Navarro ve ark., 2010; Bragg, 2010; Simonsen, 2013).

Tohum ağacı doğal gençleştirme yönteminin büyük alan siper işletmesine göre birçok olumlu yönü bulunmaktadır. Yöntemin daha fazla finansal getiri sağladığı, daha az bakım masrafları gerektirdiği, meşcerelerdeki biyolojik çeşitliliği kısmen arttırdığı ifade edilmiştir (Hyppönen ve ark., 2005; Leyva-López ve ark., 2010).

Bu çalışmada Eskişehir Orman İşletme Şefliği orman sınırları içerisinde bulunan Tandır mevkiindeki 27.9 ha karaçam ormanının 2015 ve 2016 yıllarında başlatılan gençleştirme çalışmaları, tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemine göre değerlendirilmiştir. Tohumdan gelen ve dikilen fidanlar üzerinde ölçümler yapılmıştır. Ayrıca tohumdan gelen canlı fidanların tohum ağacına olan uzaklığı ve gelişimi belirlenmiştir.

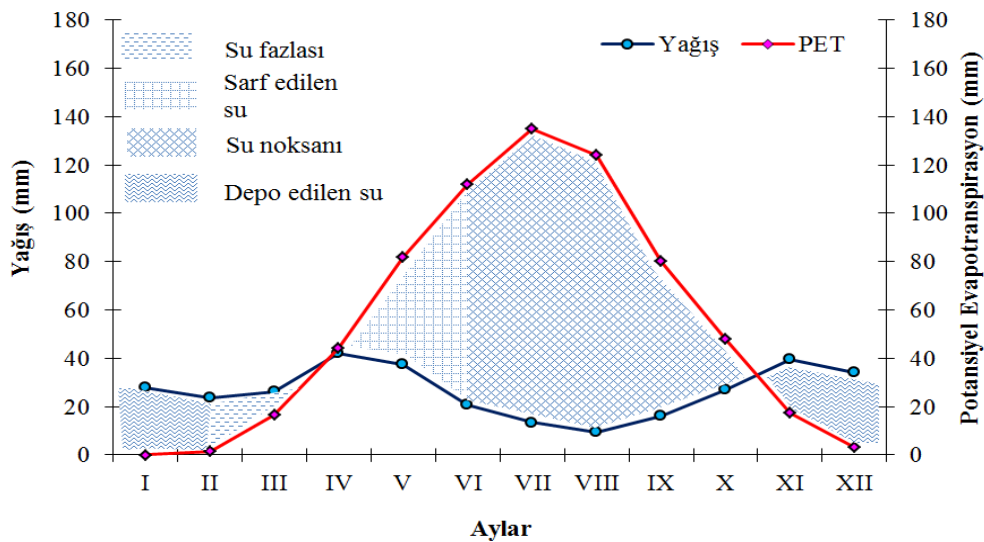
MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma Alanının Tanıtımı

Araştırma, Eskişehir Orman Bölge Müdürlüğü, Eskişehir Orman İşletme Müdürlüğü, Eskişehir Orman İşletme Şefliği, Tandır mevkiindeki gençleştirme çalışmasının yürütüldüğü 5 nolu karaçam tensil sahasında gerçekleştirilmiştir. 5 numaralı gençleştirme sahası 39° 54' 46"enlem ve 30° 42' 29" boylamları arasında bulunmakta olup, yükselti rakımları 1250-1400 metreler arasında değişmekte ve çalışma alanı kuzey bakıda yer almaktadır. Meşcere tipi Çkcd2 olup, meşcere ağaçları 20-52 (cd çağı) yaşları aralığındadır. Bonitet IV-V

aralığındadır. Gençleştirme öncesi kapalılık %60-70 (orta)'tır. Diri örtü azdır ve ölü örtü kalınlığı 2-5 cm arasındadır. Saha, soğuk-yarı karasal iklim tipine sahiptir. Eskişehir meteoroloji istasyonununun 89 yıllık meteorolojik rasat değerlerine göre; 367.1 mm olan yıllık ortalama yağışın %49.5'i (181.1 mm) vejetasyon döneminde gerçekleşmektedir. Thornthwaite metoduna göre Eskişehir ilinin iklim tipi mezotermal, su fazlası olmayan veya pek az olan, yazın aşırı derecede su noksanı bulunan yarı kurak iklim tipine sahip olduğu belirlenmiştir. Su açığı 305.5 mm olup, su noksanı Haziran ayında başlamakta ve Kasım ayı başına kadar sürmektedir (Şekil 1).

Gençleştirme sahasından 0-30, 30-60 ve 60-90 cm derinlikte 5 adet toprak profili alınmış ve toprak analizleri Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü'ne yaptırılmıştır. Derinlik kademesine göre toprak özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Gençleştirme öncesi alınan toprak analiz raporuna göre 0-30 kumlu balçık, 30-60 kumlu killi balçık ve 60-90 kumlu balçık toprak türü olarak çıkmıştır (G. GÜN, kişisel görüşme, Ekim 2017).



Şekil 1. Eskişehir İlının Thornthwaite Metoduna Göre Su Bilançosu

Tablo 1. Çalışma Alanı Toprak Analizi Ortalama Değerleri (Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 2015).

Profil /Derinlik	Kum %	Toz %	Kil %	TT	pH	Kireç %	OM %	EC mS/cm
0-30	52.43	22.08	25.50	Kumlu Balçık	6.65	0.06	4.16	0.048
30-60	52.50	19.74	27.75	Kumlu Killi Balçık	6.76	0.07	1.31	0.042
60-90	65.61	16.78	17.60	Kumlu Balçık	6.86	0.07	0.64	0.033
Ortalama	56.85	19.54	23.62	Kumlu Balçık	6.76	0.07	2.04	0.04

Arazi Çalışmaları

Eskişehir Orman İşletme Şefliği Tandır mevkiindeki 27.9 ha 5 nolu tensil sahasının 14.0 ha'ı 2015 yılında, geri kalan 13.9 ha'ı ise 2016 yılında gençleştirmeye alınmıştır. Gençleştirme bol tohum yılı dikkate alınarak yapılmıştır. 2015 yaz ve 2016 yaz aylarında tohumlama kesimi yapılmış, alt tabakayı oluşturan yoğun meşe toplulukları alandan çıkartılmıştır. %60-70 olan kapalılık %10'nun altına düşürülmüştür. Tohumlama kesimlerinde genel olarak çapı kalın, boyu uzun ve tepe tacı geniş olan hektarda ortalama 17 adet tohum ağacı bırakılmıştır. Her iki sahada 2015 ve 2016 sonbaharda uygulanan arazi ve hazırlık çalışmalarında; ölü ve

diri örtü alandan uzaklaştırılmış, toprak önce riperle sonra pullukla işlenmiştir. Arazi hazırlıklarının tamamlanmasından sonra her bir teras arası 3 m ve dikilen her fidan arası mesafe 1.5 m olacak şekilde Eskişehir orijinli 76.000 adet 1+0 yaşlı Enso tipi tüplü fidan dikilmiştir. Sosyal baskıya karşı bölme ihatası yapılmış, diri örtü, ot alma ve kültür bakımı gerçekleştirilmiştir.

Tohum Ağaçları Ölçüm ve Tespiti

Çalışma kapsamında, 2017 Ekim ayında 27.9 hektarda rastgele örnek tohum ağaçları belirlenmiştir. 2015 ve 2016 tensil sahalarının her birinde 30 tohum ağacı rastgele olarak seçilmiştir. Tohum ağaçlarıyla istatistiksel açıdan mukayese etmek amacıyla yan bölmedeki müdahale görmemiş 40 nolu 52.7 ha Çkcd2 meşceresinden de rastgele 30 ağaç seçilmiştir. Seçilen bu ağaçlarda Haglöf Mantax Blue Mekanik Çap Ölçer aracılığıyla göğüs çapı ($d^{1.30}$), Leiss Berlin Blume Leiss BL 6 Yükseklik, Mesafe ve Eğim Ölçer yardımıyla her ağaçta boy ölçümü ve tepe tacı başlangıç ölçümü yapılmıştır. Tepe tacı çapı Weiss çelik şerit metre ile ölçülmüştür.

Tohumdan Gelen ve Dikilen Fidanların Ölçüm ve Tespiti

2015 ve 2016'da müdahale gören her bir alanda rastgele seçilen 30 tohum ağacından, rastgele seçilen 10 tanesinde tohum yoluyla gelen fidanlar için ölçümler yapılmıştır. Her tohum ağacının 10 metre yarıçapında, 314.16 m² dairesel alanı içerisindeki tohumdan gelen fidan miktarı, fidanların tohum ağacına göre yönü ve uzaklığı bakımından ölçümü yapılmıştır. Elde edilen verilerle tohumdan gelen fidanların miktarı, bakı yönlerine göre dağılımı ve tohum ağacına olan uzaklığı belirlenmiştir.

Dikilen fidanların ölçüm ve tespiti amacıyla her bir tensil sahasında rastgele seçilen tohum ağaçlarının tohumlama mesafesi dışındaki (8 m'den daha uzak) teraslarda sayım noktaları belirlenmiştir. Her bir sayım noktasındaki 30 çukurda sayımlar gerçekleştirilmiştir. Toplam 40 sayım noktasında 1200 fidan çukurunda yaşayan ve yaşamayan fidanlar kaydedilmiştir. Çalışma kapsamında dikilen fidanların yaşama yüzdesi, fidan başarı yüzdesi formülü kullanılarak tespit edilmiştir.

$$\text{Başarı Yüzdesi} = \frac{\text{Normal Gelişme Gösteren Fidanların Toplamı}}{\text{Fidan Sayım Noktası Toplam Adeti} \times 30}$$

Değerlendirme

Veriler Normal Dağılım Testi (Tek Örneklem Kolmogorov-Smirnov Testi), Varyansların Homojenliği Testi (Levene Testi), Varyans Analizi (Anova), Duncan Post-Hoc ve Bağımsız Örneklem T testine tabi tutulmuştur. Test sonuçları analiz edilmiş ve her veriye ait çıktılar istatistiksel açıdan yorumlanmıştır.

BULGULAR

Anadolu karaçamı tensil sahası 27.9 hektardaki tohum ağacı sayısı 450-500 arasındadır. Hektardaki tohum ağacı sayısı ortalama 17 adettir. Tohum ağaçları arası uzaklık 25±5 metredir.

Gençleştirme sahasının 2015'te müdahale gören 14 hektarlık alana ait bulgular "2015sb", 2016'da müdahale gören 13.9 hektarlık alana ait bulgular "2016sb" olarak tablo ve

grafiklerde gösterilmiştir. Müdahale görmemiş olan 40 nolu bölmeye ait bulgular “Kontrol” olarak tablo ve grafiklerde gösterilmiştir.

Tohum Ağaçlarına İlişkin Bulgular

27.9 ha gençleştirme alanındaki 60 tohum ağacı ve kontrol bölgesi 52.7 ha sahadan alınan 30 örnek ağacın çap, boy, tepe tacı başlangıcı ve tepe tacı genişliği ölçülmüştür.

2015sb, 2016sb ve Kontrol sahasında;

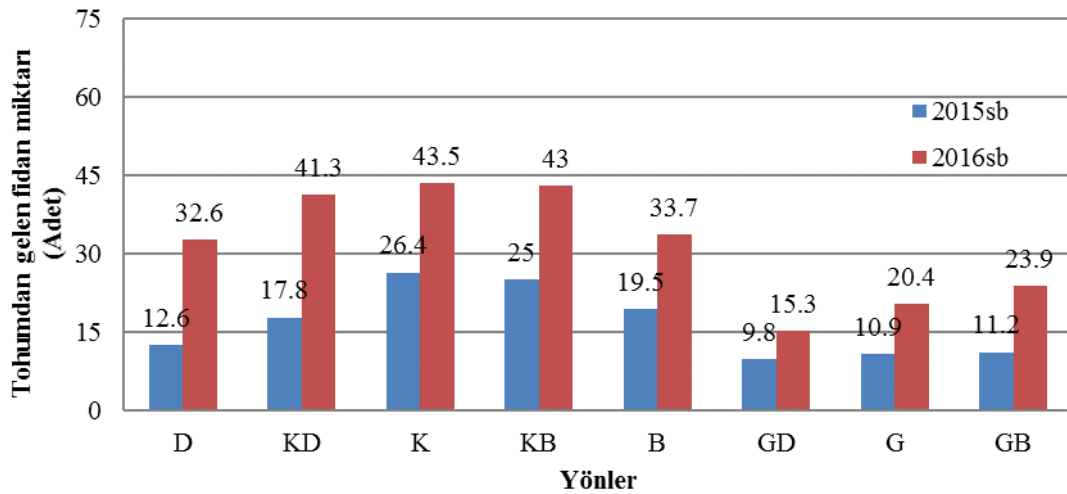
- Ortalama çaplar sırasıyla 37.8 cm, 33.5 cm ve 27.2 cm olarak ölçülmüştür.
- Ortalama boylar sırasıyla 11.2 m, 9.9 m ve 8.7 m olarak belirlenmiştir.
- Ortalama tepe tacı başlangıcı sırasıyla 6.7 m, 6.2 m ve 5.6 m olarak belirlenmiştir.
- Ortalama tepe tacı çapı sırasıyla 6.8 m, 6.9 m ve 4.9 m olarak belirlenmiştir.

Tohumdan Gelen Fidanlara İlişkin Bulgular

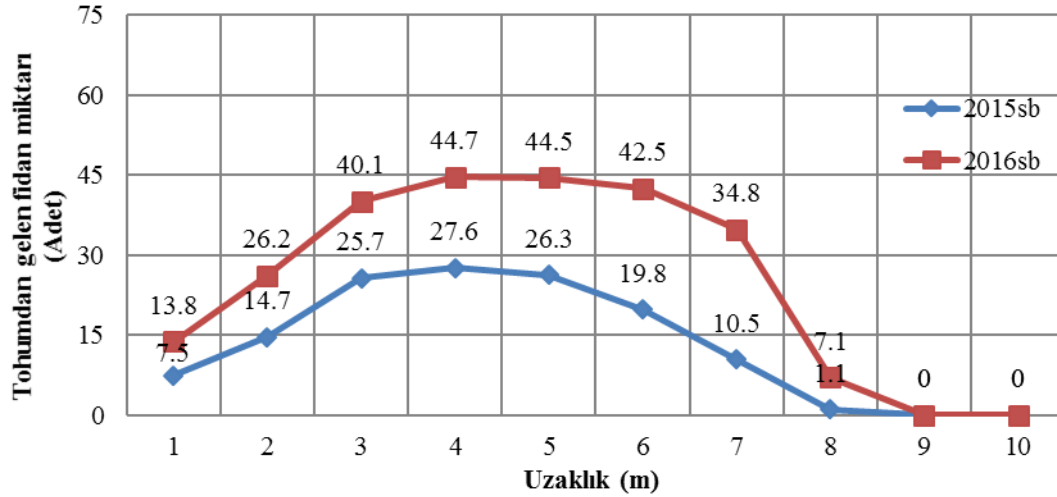
2015sb ve 2016sb sahalarda tespit edilen tohumdan gelen fidanlar üzerinde ölçüm ve analizler yapılmıştır. İncelenen fidanların her bir saha içerisindeki 10 tohum ağacına göre ortalama dağılışı Şekil 2’de ve ortalama uzaklık değerleri Şekil 3’te grafik olarak verilmiştir. Yapılan sayımlar sonucu 27.9 ha’daki tohumdan gelen fidanın ortalama 3281 adet/ha olduğu belirlenmiştir. Tohumdan gelen fidanların 27.9 ha’daki toplam sayısı 91.540 adet olduğu tespit edilmiştir.

Tohumdan gelen fidanların dağılışı yönü

2015sb ve 2016sb alanlarındaki tohumdan gelen fidanların tohum ağacına göre dağılışı yönlerine ait bulgular istatistiksel olarak Tablo 2’de gösterilmiştir. Hangi yönlerin farklı olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonucunda 2015sb alanında K, KB ve B yönlerinde; 2016sb alanında K, KB ve KD yönlerinde belirgin olarak daha fazla tohumdan gelen fidan sayılmıştır (Tablo 3).



Şekil 2. Tohumdan Gelen Fidanların Yönler Göre Ortalama Dağılışı



Şekil 3. Tohumdan Gelen Fidanların Tohum Ağacına Olan Ortalama Uzaklığı

Tablo 2. 2015sb ve 2016sb Tohumdan Gelen Fidanların Dağılım Yönü İstatistikleri

Yön	N		\bar{X}		Ss		Sh \bar{x}		Minimum		Maksimum	
	2015sb	2016sb	2015sb	2016sb	2015sb	2016sb	2015sb	2016sb	2015sb	2016sb	2015sb	2016sb
D	10	10	12.6	32.6	5.19	6.11	1.64	1.93	5	26	20	45
KD	10	10	17.8	41.3	5.22	4.57	1.65	1.44	8	34	25	49
K	10	10	26.4	43.5	5.62	2.01	1.77	.63	20	40	40	46
KB	10	10	25	43	7.57	4.44	2.39	1.40	15	35	35	50
B	10	10	19.5	33.7	6.52	3.94	2.05	1.24	7	25	28	39
GD	10	10	9.8	15.3	3.67	3.94	1.16	1.24	3	11	17	21
G	10	10	10.9	20.4	5.31	4.74	1.67	1.50	5	14	20	28
GB	10	10	11.2	23.9	4.07	7.12	1.28	2.25	5	16	17	38
Ort.	80	80	16.65	31.71	8.11	11.19	.90	1.25	3	11	40	50

Tablo 3. 2015sb ve 2016sb Tohumdan Gelen Fidanların Dağılım Yönü Duncan Testi

Yön	N		Ortalama	
	2015sb	2016sb	2015sb	2016sb
KD	10	10	17.8b	41.3a
KB	10	10	25a	43a
K	10	10	26.4a	43.5a
D	10	10	12.6c	32.6b
B	10	10	19.5b	33.7b
G	10	10	10.9c	20.4c
GB	10	10	11.2c	23.9c
GD	10	10	9.8c*	15.3d*

*Aynı sütundaki aynı küçük harfler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark yoktur ($\alpha=0.05$).**Tohumdan gelen fidanların uzaklığı**

2015sb ve 2016sb alanlarındaki tohumdan gelen fidanların tohum ağacına olan uzaklığına ait bulgular Tablo 4'te gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre 2015sb tohumdan gelen fidanların

tohum ağacına olan uzaklığına ilişkin değerler normal dağılım göstermiş, varyansları homojen dağılmış ve varyans analizinde birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir. 9. ve 10. metrelerde fidan olmadığından analiz edilememiştir. Kaçınıcı metrelerin farklı olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonucunda 2015sb alanında sırayla 4., 5. ve 3. metreler ve 2016sb alanında 4., 5. ve 6. metreler en fazla tohumdan gelen fidan dağılımını oluşturmuştur (Tablo 5).

Tablo 4. 2015sb ve 2016sb Tohumdan Gelen Fidanların Tohum Ağacına Olan Uzaklığına İlişkin İstatistiksel Bilgiler

Uzaklık (m)	N		\bar{X}		Ss		Sh \bar{x}		Minimum		Maksimum	
	2015sb	2016sb	2015sb	2016sb	2015sb	2016sb	2015sb	2016sb	2015sb	2016sb	2015sb	2016sb
1	10	10	7.5	13.8	3.27	3.25	1.03	1.03	5	10	15	20
2	10	10	14.7	26.2	5.48	6.68	1.73	2.11	7	13	25	35
3	10	10	25.7	40.1	6.68	4.06	2.11	1.28	11	35	35	47
4	10	10	27.6	44.7	5.33	3.09	1.68	.97	20	40	35	50
5	10	10	26.3	44.5	4.24	3.1	1.34	.98	20	40	35	50
6	10	10	19.8	42.5	6.31	2.27	1.99	.71	9	40	30	45
7	10	10	10.5	34.8	5.48	4.98	1.73	1.57	0	25	22	40
8	10	10	2	7.1	2.35	5.36	.74	1.69	0	0	6	15
9	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ort.	10	10	13.41	25.37	11.37	18.06	1.13	1.80	0	0	35	50

Tablo 5. 2015sb ve 2016sb Tohumdan Gelen Fidanların Tohum Ağacına Olan Uzaklığı, Duncan Testi.

Uzaklık (m)	N		Ortalama	
	2015sb	2016sb	2015sb	2016sb
1 (0-0.99m)	10	10	7.5d	13.8e
2 (1-1.99m)	10	10	14.7c	26.2d
3 (2-2.99m)	10	10	25.7a	40.1b
4 (3-3.99m)	10	10	27.6a	44.7a
5 (4-4.99m)	10	10	26.3a	44.5a
6 (5-5.99m)	10	10	19.8b	42.5ab
7 (6-6.99m)	10	10	10.5cd	34.8c
8 (7-7.99m)	10	10	2e*	7.1f*

* Aynı sütundaki aynı küçük harfler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark yoktur ($\alpha=0.05$).

Dikim Fidanlarına İlişkin Bulgular

Çalışma kapsamında, her bir tensil alanında toplam 600 adet çukur sıralı ve düzenli bir şekilde incelenmiştir. Toplamda 1200 dikim çukuru kontrol edilmiş, yaşayan ve yaşamayan fidanlar belirlenmiştir. 2015sb alanında incelenen her 20 adet sayım noktasındaki 30

çukurdan 459 adet; 2016sb alanında incelenen her 20 adet sayım noktasındaki 30 çukurda 508 adet yaşayan fidan bulunmuştur. Dikilen fidanların ortalama yaşama yüzdesi 2015sb'de %76.5, 2016sb'de %84.67 olarak tespit edilmiştir.

Toplamda 1200 adet çukurda yaşayan 967 adet dikilen fidan tespit edilmiştir. 27.9 ha'da dikilen fidan ortalama yaşama yüzdesi %80.5 olarak belirlenmiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada Eskişehir Orman İşletme Şefliği orman sınırları içerisinde bulunan Tandır mevkiindeki 27.9 ha karaçam ormanının 2015 ve 2016 yıllarında başlatılan gençleştirme çalışmaları, tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemine göre değerlendirilmiştir.

Çalışmada tespit edilen ortalama göğüs çapı ve boyu karaçam ile ilgili araştırmalardaki Özçelik (2005) ve Dutkuner ve Koparan'ın (2015) ortalama göğüs çapı bulgularına benzerken; ortalama boy değerleri Carus ve Çatal (2011) ve Dutkuner ve Koparan'ın (2015) ortalama boy değerlerine göre kısmen benzerdir. Çalışma yapılan sahanın bonitetinin düşük olması bireylerin uzun boy yapamamasının temel nedeni olarak değerlendirilebilir.

Tepe tacı başlangıç yüksekliğinin ortalaması en yüksekten en düşüğe sırayla 2015sb 6.7 m, 2016sb 6.2 m ve son olarak Kontrol bölgesinin 5.6 m olduğu tespit edilmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda tepe tacı başlangıcının genel olarak karaçam boyu ile orantılı olduğu gözlemlenmiştir.

Araştırma alanında yapılan ölçümler sonucu tepe tacı çap ortalaması en yüksekten en düşüğe sırayla 2016sb 6.9 m, 2015sb 6.8 m ve son olarak Kontrol bölgesinin 4.9 m olduğu tespit edilmiştir. Tepe taşları yuvarlak kabul edilerek hesaplandığında, tohumlama kesimi sonrasında kapalılığın ortalama %6.3 oranında olduğu belirlenmiştir. Tepe tacı çapı ve başlangıç yüksekliği tohumdan gelen fidanların dağılımına etki ettiği tespit edilmiştir.

2015sb ve 2016sb alanındaki tohum ağaçlarının çap, boy ve tepe tacı özelliklerinin Kontrol bölgesine göre yüksek çıkmasının nedeni tensil sahasında en iyi nitelikteki ağaçların bırakılmış olmasıdır.

Tohumdan gelen fidanların, tohum ağaçlarının tohumlama mesafesinde olduğu ve genel olarak gölgeli (kuzey) bakıda daha fazla yaşayan tohumdan gelen fidan olduğu gözlemlenmiştir. Tohum ağacına göre güney yönde kalan tohumdan gelen fidan sayısının az olmasının nedeni ise, güneşin etkisiyle sıcaklığın artması ve nem oranının düşmesi olarak değerlendirilmektedir. Ata (1995) ve Çalikoğlu (2002) siperin yetersiz olduğu sahalarda yeni gelen gençliğin yaz kuraklığından etkilendiğini belirtmiştir. Güneşin yakıcı ve kurutucu etkisi ağaçların güney yönünde daha etkili olmaktadır.

Işık ve yarıışık ağaç meşcerelerinin doğal gençleştirilmesinde kullanılabilecek yöntemlerden biri de tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemidir. Tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemi tıraşlama ve siper işletmesinin olumlu yönlerini birleştirirken, bu iki yöntemin risklerini de içinde barındırmaktadır. Dolayısıyla geniş alanlarda uygulamadan önce ışık ve yarıışık ağaçlarında küçük sahalarda denenmelidir.

Türkiye’de tohum ağacı doğal gençleştirme yönteminin gerçekleştirilebileceği birçok ışık ve yarıışık orman ağacı bulunmaktadır. Ülkemizde geniş alanlarda yayılış gösteren orman ağacı türleri çok farklı yetiştirme ortamlarında bulunmaktadır. Her bir türün ekosistem çeşitliliğinden kaynaklanan “en iyi”den “uç” yayılışlara kadar ormanları ve popülasyonları bulunmaktadır. Karar vericiler, tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemini ışık ve yarıışık ağaçlarının bazı yayılışlarının gençleştirilmesinde yeni bir yol ve imkân olarak değerlendirebilirler. Örneğin kızılçamın Adıyaman-Gölbaşı gibi uç popülasyonlarının ve 1000 m’nin üstündeki yayılışlarının gençleştirilmesinde bu yöntemden yararlanılabilir.

Doğal gençleştirme çalışmalarının başarıya ulaşmalarındaki en önemli faktörlerden biri kapalıdır (Saatçioğlu, 1976; Atay, 1982). Geçmiş yıllarda yapılan çalışmalara göre karaçamın doğal gençleştirmesinde uygulanan siper işletmesinde tohumlama kesimi sonrası kapalılığın 0.6 civarına düşürülmesi, bonitet ve meşcere durumuna göre hektarda 60-80 tohum ağacı bırakılması önerilmektedir (Saatçioğlu, 1979; Karadağ, 1994; Odabaşı, 2007). Tohum ağacı doğal gençleştirme yönteminde ise tıraşlama ve siper işletmesinin olumlu yönlerinden yararlanılmaktadır. Odabaşı ve ark. (2007) hektarda bırakılması gereken tohum ağacı sayısını 30 civarı olarak önermiştir. Diğer yandan tohum ağacı doğal gençleştirme yönteminde genel olarak hektarda bırakılması gereken tohum ağacı 15-25 adet olarak belirtilmektedir (Barnett ve Baker, 1991, Nyland, 2006). Bu yöntem uygulanırken ihtiyaca göre hektarda bırakılan tohum ağacı sayısı artırılabilir. Böylece kapalılığın düşük olduğu farklı yetiştirme ortamı, yükselti ve bonitetlerde gençleştirme sahası sadece doğal yoldan da başarılı bir şekilde gençleştirilebilir.

Türkiye’de ormanların gençleştirilmesi doğal ya da yapay yollarla gerçekleştirilmekte ve türlere özgü yöntemlerle yapılmaktadır (Ürgeç, 1986; Boydak ve Çalışkan, 2014). Tohum ağacı doğal gençleştirme çalışmalarında gerekli durumlarda fidan dikimi de uygulanabilmektedir. Mevcut çalışmada, tohumlama kesimi sonrasında kapalılık %6.3’e indiğinden ve kalan ağaçlar alanın tamamını tohumlayamadığından fidan dikimi gerekmiştir. Yöntem tohumdan gençleştirme ve fidan dikiminin birlikte uygulanmasına imkân veren bir yöntemdir (Odabaşı ve ark., 2007). Özellikle %10 kapalılığın altında olduğu boşluklu kapalı ormanlarda uygun türlerde uygulanabilecek ve aynı orijinli tohum takviyesi ile beraber başarılı sonuç alınabilecek bir uygulamadır.

2017 sonbaharında Eskişehir Orman İşletme Şefliği tarafından dikim yapılan fidanların yaşama yüzdesi 2015sb’de %81, 2016sb’de %85 olarak ölçülmüş ve başarılı bulunmuştur (G. GÜN, kişisel görüşme, Ekim 2017). Araştırma sahasında hektarda ortalama 3281 adet (3 m²’de 1) tohumdan gelen fidan belirlenmiştir. Bu sonuç fidanların gelecek yıllarda da yaşaması durumunda başarılı olarak kabul edilebilir. Suni gençleştirmede 1 hektarda 2220 dikim fidanı istenmektedir. Bu çalışma sonucunda karaçamda tohum takviyesi ile beraber tohum ağacı doğal gençleştirme yönteminin başarılı bir şekilde uygulanabileceği anlaşılmaktadır.

Farklı yetiştirme ortamı ve bonitetlerde tohum ağacı doğal gençleştirme yönteminin uygulanması ile gerekli tohum ağacı sayısı ve uygun siper oranı iyi belirlenmelidir. Bu denge yakalandıktan sonra birçok ışık ve yarıışık ağacı meşceresi doğal yoldan başarı ile gençleştirilebilir.

Tohum ağacı doğal gençleştirme çalışmalarında kapalılık oldukça düşük olduğundan dolayı, yoğun bir diri örtü oluşabilmekte ve fidanlara baskı yapabilmektedir. Bundan dolayı, tohumdan gelen fidanların sağlıklı, başarılı ve daha iyi gelişen bir gençlik oluşturması için

gençleştirme alanındaki diri örtüyle mücadele edilmelidir. Yöntem, ilk yıl tohumdan gelen fidan sonuçlarına göre değerlendirilmemeli, diri örtü dikkate alınarak üçüncü hatta beşinci yıl sonrasındaki gençleştirme başarı durumuna bakılmalıdır.

Doğal gençleştirmenin ana unsurlardan biri, toprak işlemdir (Saatçioğlu, 1946). Mineral toprağın ortaya çıkmasıyla tohumun çimlenmesi kolaylaşmakta, sağlıklı bir kök gelişimi oluşmakta ve gençliğin yaşama kabiliyeti artmaktadır (Sevim, 1954; Pamay, 1960; Saatçioğlu, 1979; Karadağ, 1999; Çelik vd., 2002; Çalışkan ve ark., 2014). Tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemi mekanizasyonla saha hazırlığı ve fidan dikimine imkân vermektedir. Dolayısıyla doğal gençleştirme şartlarının oldukça kısıtlı olduğu yerlerde tensil çalışması kapsamlı bir toprak işleme ve saha çevresi orijinli fidanlarla da desteklenebilir. Ülkemizde birçok orman ağacı türünde bu özelliklere sahip çok geniş alanlar bulunduğu bilinmektedir ve bu tip bazı alanlarda bu yöntem ile doğal gençleştirme denemeleri yapılmalıdır.

Tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemi üzerine yapılan yabancı kaynaklı çalışmalarda, yöntemin sarıçam, sahilçamı ve birçok tür için başarılı sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Ülkemizde de tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemi meşe türleri, kızılçam, sarıçam, karaçam, sedir ve fıstıkçamı gibi ışık veya yarıışık ağaçların doğal gençleştirilmesinde küçük alanlarda denenmelidir. Bu ve benzeri doğal türlerin farklı bonitet, yükselti ve yetiştirme ortamlarındaki başarısı ve uygulanabilirliği araştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Alptekin, Ü., (1986). Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe)'nın coğrafik varyasyonları. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi* 36A(2): 132-154.
- Ata, C., (1995). Silvikültür Tekniği. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Bartın Orman Fakültesi Yayını, No.4/3, Bartın.
- Atay, İ., (1982). Doğal Gençleştirme Yöntemleri II (Önemli Ağaç Türlerimizin Silvikültürel Özellikleri ve Bu Özelliklere Göre Gençleştirme Yöntemlerinin Uygulanması). İÜ Orman Fakültesi Yayını, No. 3012/320, İstanbul.
- Atay, İ., (1990). Silvikültür II (*Silvikültürün Tekniği*). İÜ Orman Fakültesi Yayını, No. 3599/405, İstanbul.
- Barnett, J. P., & Baker, J. B., (1991). Regeneration methods. In Forest regeneration manual (pp. 35-50). Springer, Dordrecht. Bildiriler Kitabı, 353-356.
- Boydak, M., & Çalışkan, S., (2014). *Ağaçlandırma*. Ormancılığı Geliştirme ve Orman Yangınları ile Mücadele Hizmetlerini Destekleme Vakfı (OGEM-VAK) Yayını, İstanbul.
- Boydak, M., Çalışkan, A., & Bozkuş, F., (2002). Dursunbey-Alaçam yöresi Karaçamlarında (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) Tohum verimi ve değişimi., *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 52(2), 1-26.
- Bragg, D. C., (2010). Pine seed tree growth and yield on the Crossett Experimental Forest.
- Carus, S., & Çatal, Y., (2011). Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve Karaçam (*Pinus nigra* Arnold)'da Yıllık Halka Kalınlığının Gövde İçerisindeki Düşey Değişimi. I. *Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*, 26-28.
- Çalikoğlu, M., (2002). Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Orijinlerinin Kuraklığa Karşı Reaksiyonlarının Ekofizyolojik Analizi. FBE, İstanbul.

- Çalışkan, A., Güney, H., & Çalışkan, S. (2014). Farklı toprak işleme yöntemlerinin Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) gençleştirilmesi üzerine etkisi.
- Çelik, O., Umud, B., Kaymakçı, E., Dünder, M., Ayhan, Ş., (2002). Karaçam (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Doğal Gençleştirilmesi Üzerine Araştırmalar. İç Anadolu Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No 280, Ankara
- Daniel, T. W., Helms, J. A., & Baker, F. S., (1979). Principles of silviculture (No. Ed. 2). McGraw-Hill Book Company.
- Dida, M., Ducci, F., & Zeneli, G., (2001). Black pine (*Pinus nigra* Arn.) resources in Albania. *Forest Genetic Resources (FAO)*.
- Dutkuner, İ & Koparan, İ., (2015). Kızılçam Ve Karaçam Kabuk Miktarı Ve Kullanım Olanakları. SDÜ. FBE, Isparta.
- Figueroa-Navarro, C. M., Ángeles-Pérez, G., Velázquez-Martínez, A., & de los Santos-Posadas, H. M., (2010). Biomass estimation in a managed *Pinus patula* Schltdl. et Cham. forest at Zacualtipan, Hidalgo State. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 1(1), 105-112.
- Haverbeke Van, D. F., (1990). *Pinus nigra* Arnold., European black pine. *Silvics of North America*, 1, 395-404.
- Hyppönen, M., Alenius, V., & Valkonen, S., (2005). Models for the establishment and height development of naturally regenerated *Pinus sylvestris* in Finnish Lapland. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 20(4), 347-357.
- Karadağ, M., (1999). Batı Karadeniz Bölgesinde Karaçam (*Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe) Doğal Gençleştirme Koşulları Üzerine Araştırmalar. Batı Akdeniz O.A.E.M. Yayını, Teknik Bülten, No. 4, Bolu.
- Leyva-Lopez, J. C., Velazquez-Martinez, A., & Angeles-Perez, G., (2010). Patterns of diversity in the natural regeneration of mixed pine stands. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 16(2), 227-240.
- Nyland, R.D., (1996). Silviculture: concepts and application. New York: McGraw-Hill. 290-313.
- Odabaşı, T., Çalışkan, A., Bozkuş, H. F., (2007). Silvikültür Tekniği (Silvikültür II) , İ.Ü Orman Fakültesi, Yayın No: 475. İstanbul. 177-184.
- Orman Genel Müdürlüğü (2015). Türkiye Orman Varlığı, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı. <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/T%C3%BCrkiye%20Orman%20Varl%C4%B1%C4%9F%C4%B1-2016-2017.pdf> (Erişim tarihi:01.03. 2019).
- Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, (2015). Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Laboratuvarı, Eskişehir.
- Özçelik, R., (2005). Mut Orman İşletmesinde Karaçam, Sedir ve Kızılçam Ağaç Türleri İçin Dip Çap–Göğüs Çapı İlişkileri. *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(3).
- Pamay, B., (1960). Dursunbey Alaçam Orman Mıntıkasındaki Yangın Sahalarının Ağaçlandırılması İmkanları ve Buna Ait Denemeler. T.C. Tarım Bakanlığı OGM Yayınları, Yayın Sıra No.321, Seri No:29.
- Raja, R. G., Tauer, C. G., Wittwer, R. F., & Huang, Y., (1998). Regeneration methods affect genetic variation and structure in shortleaf pine (*Pinus echinata* Mill.).
- Rodríguez-García, E., Juez, L., & Bravo, F., (2010). Environmental influences on post-harvest natural regeneration of *Pinus pinaster* Ait. in Mediterranean forest stands submitted to the seed-tree selection method. *European journal of forest research*, 129(6), 1119-1128.
- Rosenfeld, J. M., Cerrillo, R. N., & Alvarez, J. G., (2006). Regeneration of *Nothofagus pumilio* [Poepp. et Endl.] Krasser forests after five years of seed tree cutting. *Journal of Environmental Management*, 78(1), 44-51.

- Saatçioğlu, F., (1946). Türkiye’de Orman Gençleştirme Tekniği, Orman ve Av, Sayı 8.
- Saatçioğlu, F., (1976). Silvikültür I (Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri). İÜ Orman Fakóltesi Yayını, No. 2187/222, İstanbul.
- Saatçioğlu, F., (1979). Silvikültür Tekniği (*Silvikültür II*). I.Ü. Orman Fakóltesi Yayınları, İ.Ü Yayın No: 2490, Yayın No: 268.
- Sanchez-Meador, A. J., & Moore, M. M., (2008). 93 years of stand density and land-use legacy research at the Coulter Ranch Study Site. *U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station*. p. 321-330
- Sevim, M., (1954). Muhtelif Toprak Türlerinde Karaçam ve Sarıçam Fideciklerinin Pörsüme Noktaları Üzerine Araştırmalar. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University* 4A(1-2):65-73.
- Simonsen, R., (2013). Optimal regeneration method–planting vs. natural regeneration of Scots pine in northern Sweden. *Silva Fennica.*, 47, 23.
- Smith, D.M., (1986). Principles of Silviculture, John Wiley & Sons, Inc. NY. 8ed.
- Ürgenç, S., (1986). Ağaçlandırma Tekniği. İ.Ü. Orman Fakóltesi, Yayın No: 375, İstanbul.
- Zhou, W., (1999). Risk-based selection of forest regeneration methods. *Forest ecology and management*, 115(1), 85-92.