

e-ISSN: 2791-7363



THEORETICAL AND APPLIED FORESTRY

YEAR: 2026, VOLUME: 6, ISSUE: 1



THEORETICAL AND APPLIED FORESTRY

e-ISSN: 2791-7363

YEAR: 2026, VOLUME: 6, ISSUE: 1

Theoretical and Applied Forestry (TAFOR) is a peer reviewed international journal, which publish two times in a year (June and November). Original research article and review papers on all aspects of forestry, Biology, Agriculture in English or Turkish are accepted in the TAFOR published by online. The Manuscripts are reviewed by the reviewers, and the review process is completed in two- three months. Manuscripts must be submitted on the understanding that they have not been published elsewhere and are not currently under consideration by another journal. There is no any article submission or processing charges in the journal.

EDITOR IN CHIEF

Nebi Bilir, Professor
Isparta University of Applied Sciences, Turkey

ASSOCIATE EDITOR

Halil Baris Ozel, Professor
Bartın University, Turkey

SECTION EDITORS

Suleyman Gulcu, Professor
Quantitative Genetics & Breeding
Isparta University of Applied Sciences, Turkey

Zafer Olmez, Profesör
Plantation Forestry
Artvin Coruh University, Turkey

Halil Baris Ozel, Professor
Silviculture
Bartın University, Turkey

Ayşe Betül Avcı, Professor
Medicinal and Aromatic Plants
Ege University, Turkey

Oguzhan Sarikaya, Professor
Forest Protection
Bursa Technical University, Turkey

Ahmet Alper Babalik, Professor
Watershed Management
Isparta University of Applied Sciences, Turkey

Tugrul Varol, Professor
Forest Roads
Bartın University, Turkey

Ayhan Akyol, Professor
Forest Economy
Izmir Katip Celebi University, Turkey

Ayşe Gul Sarikaya, Professor
Forest Botany
Bursa Technical University, Turkey

Nasrin Seyedi, Assist. Prof.
Molecular Genetics & Plant Physiology
Urmia University, Iran

Sultan Celik Uysal, PhD.
Forestry Practices
General Directorate of Forestry, Turkey

Parveen Velmi, PhD.
Tree Breeding
Arid Forest Research Institute, Jodhpur (Rajasthan), India

THEORETICAL AND APPLIED FORESTRY

Year: 2026, Volume: 6, Issue: 1

CONTENTS

Research Articles

- Growth performances in an afforestation at thicket stage of Anatolian black pine [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe]
Yunus Eser 1-4
- Evaluation of growth performance in 20-years afforestations of Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) and Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.)
Yunus Eser 5-8
- Natural and artificial regeneration success and growth performance in post-fire Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) stands
Samet Dirlik 9-12
- Effect of aspect and slope on growth in an Anatolian black Pine [*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] plantation
Samet Dirlik 13-17

Review Articles

- Seed sources, seed and seedling productions in exotic Maritime pine and Black locust in Turkish forestry
Tuğçe Baloğlu Ertuş 18-22

Anadolu karaçamının [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] sıklık çağı ağaçlandırmasında büyüme performansı

Yunus Eser^{a,*} 

Özet: Türkiye'nin 23.4 milyon hektar orman alanında %18'lik yayılışa sahip Anadolu karaçamının [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] 30 yaşlı sıklık çağındaki ağaçlandırma sahasında gerçekleştirilen bu çalışmada, örneklenen 50 bireye ait ağaç boyu, dip çap ve göğüs yüksekliği çapı özellikleri değerlendirilmiştir. Çalışmaya konu özellikler bakımından bireyler arası geniş farklılıklar belirlenirken, ortalama ağaç boyu 10.7 m, ortalama dip çap 22.7 cm ve ortalama göğüs yüksekliği çapı ise 19.9 cm bulunmuştur. Bununla birlikte, özellikler arasında anlamlı ($r>0.57$; $p<0.01$) pozitif ilişkiler ortaya çıkmıştır. Çalışma sonuçları, türün ağaçlandırma, orman bakımı gibi silvikültürel uygulamaları ile diğer ormancılık çalışmaları bağlamında tartışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Bakım, Boy, Çap, Plantasyon, Varyasyon

Growth performances in an afforestation at thicket stage of Anatolian black pine [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe]

Abstract: This study was carried out in tree height, diameter at base and diameter at breast height of 50 trees in an afforestation area which was 30-years and thicket stage of Anatolian black pine [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] covered 18% of 23.4 million ha Türkiye forest area. Averages of tree height, diameter at base and diameter at breast height were 10.7 m, 22.7 cm and 19.9 cm, respectively, while there were large variations among the characteristics. Besides, there were significant and positive ($r>0.57$; $p<0.01$) relations among the characteristics. Results of the study were discussed for silvicultural such as afforestation and forest tending, and other forestry practices in the species.

Keywords: Tending, Height, Diameter, Plantation, Variation

1. Giriş

Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe], 1.31 milyon hektarı bozuk olmak üzere 4.1 milyon hektarlık doğal yayılış alanı ile Türkiye ormanlarının yaklaşık %18'ini oluşturmaktadır (OGM 2025). Trakya, Ege, Marmara, İç ve Doğu Anadolu ile Karadeniz'de ise Yeşilirmak'ın batısındaki bu geniş yayılışa bağlı olarak, çok değişik ekolojik koşullara uyum sağlayabilmekte (Yaltırık 1988; Atalay 2002; Anşin ve Özkan 2006; Atalay ve Efe 2012) ve Türkiye ağaçlandırma faaliyetlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Ayan vd. 2017). 30-35 m boy ve 2 m'ye kadar çap yapabilen bu tür, Türkiye ormancılığında ekonomik ve ekolojik özellikleri bakımından ön plana çıkan orman ağaçlarımızdan biridir.

Anadolu karaçamının, Isparta yöresinde ve 30 yaşlı sıklık çağındaki ağaçlandırma sahasında gerçekleştirilen ve ağaç boyu, dip çap ile göğüs yüksekliği çapının değerlendirildiği bu çalışmada, türün ağaçlandırma, orman bakımı gibi silvikültürel uygulamaları ile diğer ormancılık çalışmalarına katkı sağlanması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

Çalışma kapsamında, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, Isparta Orman İşletme Müdürlüğü, Isparta Orman İşletme Şefliği sorumluluk alanındaki, 3x4 m aralık mesafede dikilmiş, sıklık çağındaki 30 yaşlı saf Anadolu karaçamı ağaçlandırma sahasından (37° 45' 43.5" K, 30° 38' 34.4" D, 1002 m yükselti) 2026 yılında 50 sağlıklı birey rastgele örneklenmiştir (Şekil 1). İşletme Şefliği'nin mevcut orman meşcere haritasında 72 nolu bölme sınırlarında kalan bu saha, Çkbc3 meşcere rumuzu ile gösterilmekte (Şekil 1) olup %60 eğimli ve kuzeybatı bakılıdır.

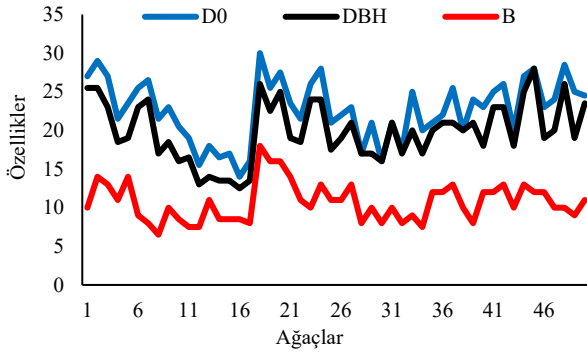
Bu ağaçlandırma sahasından örneklenen bireylerde, boy ölçer yardımıyla (0.1 m hassasiyet) 30. yıl ağaç boyu (**H**), çap ölçer yardımıyla da (0.1 cm hassasiyet) dip çap (**D₀**) ve göğüs yüksekliği çapı (**DBH**) ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 2).

^a Atabey Meslek Yüksekokulu, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, 32670, Isparta

* Corresponding: yunuseser@isparta.edu.tr

Received: 10.07.2026, Accepted: 30.07.2026

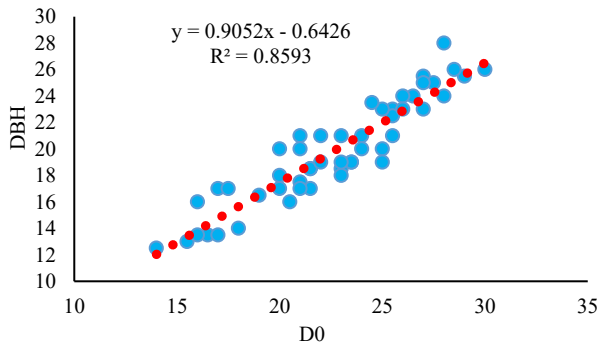
Bireyler, ağaç boyu bakımından (%23), dip çap (%17.4) ve göğüs yüksekliği çapına (%19.4) göre daha yüksek varyasyon göstermiştir (Tablo 1, Şekil 3). Anadolu karaçamında benzer varyasyonlara değişik büyüme özellikleri (Akçakaya 2011; Özel 2018; Özbey 2023; Eser 2025a) ile diğer orman ağacı türlerinde yapılan çalışmalarda da (Bilir 2004, 2021; Eser 2025a,b) ulaşılmıştır. Bu farklılıklar türde seleksiyon ve bakım çalışmalarında, uygulamaya katkı sağlayacak potansiyel taşımaktadır.



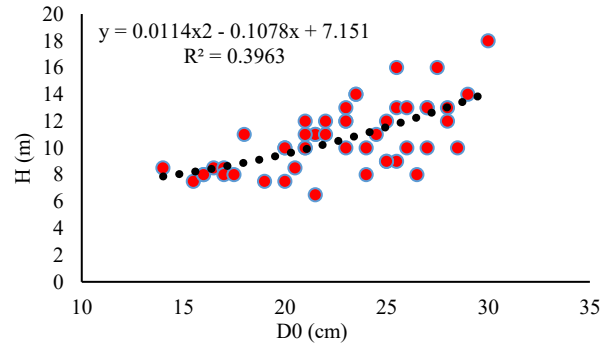
Şekil 3. Bireylerde, boy, dip çap ve göğüs yüksekliği çapı değerleri

3.2. Özellikler arası ilişkiler

Özellikler arası ilişkileri belirlemek amacıyla uygulanan korelasyon analizi sonucunda, özellikler arasında anlamlı ($r > 0.57$; $p < 0.01$) pozitif ilişkiler ortaya çıkmıştır (Şekil 4, Şekil 5). Benzer ilişkiler 15 yaşlı karışık ağaçlandırma sahasında, dip çap ile boy arasında Anadolu karaçamı, Toros sediri ve Boylu ardıç (Eser 2025a) ile Anadolu karaçamı (örneğin, Akçakaya 2011; Özel 2018; Özbey 2023) ve diğer orman ağacı türleri (örneğin, Bilir 2004, 2021; Özbey 2023; Eser 2021, 2025b) ağaçlandırma sahalarında da belirlenmiştir. Özellikler arası belirlenen bu kuvvetli ve anlamlı ilişkilere bağlı olarak uygulanan regresyon analizi sonucunda; göğüs yüksekliği çapının $DBH = 0.91D_0 - 0.64$ eşitliği ile %86 ($R^2 = 0.86$) oranında tahmin edilebileceği; ağaç boyunun ise $H = 0.011D_0^2 - 0.108D_0 + 7.15$ eşitliği ile %40 ($R^2 = 0.40$) oranında tahmin edilebileceği ortaya çıkmıştır (Şekil 4, Şekil 5). Ağaç boyu ile göğüs yüksekliği çapı arasında ise, bu özellikler arası ilişkiye bağlı olarak R^2 değeri %33'e düşmüştür ($r = 0.57$; $p < 0.01$).



Şekil 4. Dip çap ile göğüs yüksekliği çapı ilişkisi



Şekil 5. Ağaç boyu ile dip çap ilişkisi

Bu çalışma sınırlı alan ve örnek ağaç üzerinde gerçekleştirilmesine karşın, özellikler arası belirlenen bu eşitlikler, ilerdeki çalışmalarda özellik tahmini için kullanıma potansiyeline sahiptir.

4. Öneriler

Anadolu karaçamının 30 yaşlı ağaçlandırma sahasında ağaç boyu, dip çap ve göğüs yüksekliği çapı üzerinde gerçekleştirilen bu çalışmada; bireyler arası yüksek farklılıklar ve varyasyonla birlikte, ortalama ağaç boyu 10.7 m, dip çap 22.7 cm ve göğüs yüksekliği çapı ise 19.9 cm bulunmuştur. Korelasyon analizi sonucunda, özellikler arasında anlamlı ($r > 0.57$; $p < 0.01$) pozitif ilişkiler ortaya çıkmıştır.

Anadolu karaçamının geniş yayılım alanına rağmen, sınırlı alan ve örnek ağaç üzerinde gerçekleştirilen bu çalışma bulguları, ön sonuçlar olarak değerlendirilebilir ve ileriki çalışmalar ile ağaçlandırma, orman bakımı ve seleksiyon gibi uygulamalarda kullanıma potansiyeline sahiptir. Ancak, daha kesin önerilerde bulunulabilmesi için yeni özellikler, farklı sahalar ve yüksek sayıdaki bireylerle yeni çalışmalar gerçekleştirilmelidir.

Kaynaklar

- Akçakaya M (2011). On Popülasyonlu Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb) Holmboe) Ağaçlandırma Denemesinde Genetik Çeşitlilik (9 Yıllık Sonuçlar). Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Anşın R, Özkan ZC (2006). Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) - Odunsu Taksonlar. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- Atalay İ (2002). Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri. Orman Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- Atalay İ, Efe R (2012). Ecological attributes and distribution of Anatolian black pine [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* Lamb.Holmboe] in Turkey. Journal of Environmental Biology 33(2):509-519.
- Ayan S, Yer EN, Gülseven O (2017). Türkiye'deki Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırma sahalarının iklim tipi açısından değerlendirilmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 18(2):152-161.
- Bilir N (2004). Toros Sediri'nde (*Cedrus libani* A. Rich.) boy, çap ve hacim için yaşlar arası fenotipik ilişkiler. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(1):12-18.

- Bilir N (2021). Growth performances in the planting and seeding areas of Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.). *Agriculture and Forestry*, 67(4):81-88.
- Eser Y (2021). Morphological characteristics of containerized and bare-root seedlings in *Juniperus excelsa* and *J. foetidissima*. *Fresenius Environmental Bulletin*, 30:8351-8355.
- Eser Y (2025a). Toros sediri, Anadolu karaçamı ve Boylu ardıç ağaçlandırmalarında büyüme performansı. *Theoretical and Applied Forestry* 5:7-10.
- Eser Y (2025b). Impact of aspect on growth performances in afforestation of Taurus cedar (*Cedrus libani* A.Rich.). *Theoretical and Applied Forestry* 5:22-25.
- Falconer DS (1989). *Introduction to Quantitative Genetics*, Longman Scientific Technical, Longman Group U.K. Limited.
- Gezer A, Yücedağ C (2006). *Ormancılıkta Ekim ve Dikim Yoluyla Ağaçlandırma Tekniği*. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- Gülsoy S, Süel H, Çelik H, Özdemir S, Özkan K (2014). Modelling site productivity of Anatolian black pine stands in response to site factors in Buldan District, Turkey. *Pakistan Journal of Botany*, 46(1):213-220.
- OGM (2025). *Ormancılık İstatistikleri-2024*, Orman Genel Müdürlüğü web sitesi (www.ogm.gov.tr).
- Özbey Y (2023). Bazı Orman Ağacı Türlerinin Ağaçlandırma Sahalarında Büyüme Performansı. *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*.
- Özel S (2018). *Isparta-Yalvaç Yöresi Ağaçlandırma Çalışmalarının Silvikültürel Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yaltırık F (1988). *Dendroloji I (Gymnospermae) Açık Tohumlular*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.

20 Yaşlı Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırmalarında büyüme performansı değerlendirilmesi

Yunus Eser^{a,*} 

Özet: Ağaçlandırma ve diğer silvikültürel uygulamalara katkı sağlanması amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada, 20 yaşlı Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırma sahasında, her türden rastgele örneklenen 50'şer bireye ait ağaç boyu, dip çap ve göğüs yüksekliği özellikleri değerlendirilmiştir. Kızılçam, bu özellikler bakımından Toros sedirine oranla daha yüksek büyüme performansı göstermiştir. Varyans analizi sonucunda, çalışmaya konu özellikler bakımından türler arası anlamlı ($p<0.05$) farklılıklarla birlikte, her türde ağaç boyu, dip çap ve göğüs yüksekliği çapı arasında anlamlı pozitif ($p<0.05$) ilişkiler ortaya çıkmıştır.

Anahtar kelimeler: Ağaçlandırma, Boy, Çap, Plantasyon, Varyasyon

Evaluation of growth performance in 20-years afforestations of Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) and Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.)

Abstract: Tree height, diameter at base and diameter at breast height of fifty trees sampled randomly were examined in 20-years afforestations of Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) and Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) to contribute afforestation and other silvicultural practices of the species. Brutian pine showed higher growth performances than Taurus cedar for the characteristics. The characteristics had significant ($p<0.05$) differences between the species according to results of analysis of variance, together with positive and significant ($p<0.05$) relations among tree height, diameter at base and diameter at breast height in each species.

Keywords: Afforestation, Height, Diameter, Plantation, Variation

1. Giriş

Çalışmaya konu Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.), 23.36 milyon hektarlık Türkiye ormanlarında sırasıyla 5.24 ve 0.58 milyon hektarlık yayılış alanıyla önemli ekonomik ve sosyo-kültürel bir paya sahiptir (OGM 2025). Türkiye Milli Ağaç Islahı Programının temel orman ağaçlarından olan bu türler (Koski ve Antola 1993), 13.8 milyon hektarı bozuk olan Türkiye ormanlarının %28'ini oluşturmaktadır (OGM 2025). Önemli ormancılık uygulamalarından olan ağaçlandırma faaliyetleri, gerek verimsiz ormanların ıslahı ve gerekse ağaç ıslahı programının önemli uygulamalarındandır. Kızılçam ve Toros sediri ağaçlandırmalarına yönelik çeşitli bilimsel çalışmalar gerçekleştirilmiş olsa da (örneğin Bilir 2004, 2021; Öner ve Uysal 2006; Ertuğrul 2024; Eser 2024; Eser 2025a,b; Özbey ve Bilir 2022a,b), bu türlerin benzer yetiştirme ortamına sahip ve aynı yaş grubundaki ağaçlandırma sahaslarında büyüme özelliklerinin karşılaştırıldığı çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu çalışmada, birbirine bitişik iki sahadaki 20 yaşlı Kızılçam ve Toros sediri ağaçlandırmaları ağaç boyu, dip çap ve göğüs yüksekliği çapı bakımından karşılaştırmalı olarak irdelenerek, türlerin ağaçlandırma ve diğer ormancılık uygulamalarına katkı sağlanması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

Isparta-Sav yöresinde 3x4 m aralık-mesafede tesis edilen, yirmi yaşlı ve birbirine bitişik Kızılçam (Çz, 37° 45' 56.3" K, 30° 38' 25.7" D, 990 m yükselti, %35 eğim ve kuzeybatı bakı) ve Toros sediri (S, 37° 45' 46.0" K, 30° 38' 29.1" D, 1000 m yükselti, %45 eğim ve kuzeybatı bakı) ağaçlandırma sahasında (Şekil 1) 2026 yılında gerçekleştirilen bu çalışmada; her türden rastgele örneklenen 50'şer sağlıklı bireyde boy ölçer yardımıyla (0.1 m hassasiyet) ağaç boyu (H), çap ölçer yardımıyla da (0.1 cm hassasiyet) dip çap (D₀) ve göğüs yüksekliği çapı (DBH) ölçümleri yapılarak değerlendirilmiştir.

Kızılçam ve Toros sedirinin gelişim performansı, çalışmaya konu ağaç boyu, dip çap ve göğüs yüksekliği çapı bakımından aşağıdaki doğrusal varyans analiz modeli yardımıyla SPSS paket programında (SPSS 2011) karşılaştırılmıştır.

$$Y_{ij} = \mu + C_i + e_{ij} \quad (1)$$

Burada, Y_{ij} , i . türün j . bireyine ait değeri; μ , genel ortalama değeri, e_{ij} ise hatayı göstermektedir.

^a Atabey Meslek Yüksekokulu, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, 32670, Isparta

* Corresponding: yunuseser@isparta.edu.tr

Received: 10.07.2026, Accepted: 30.07.2026

Özellikler arası fenotipik ilişkiler, Pearson'un korelasyon analizi yardımıyla SPSS paket programında (SPSS 2011) tahmin edilmiştir.

Özellikler arası anlamlı ($p<0.05$) fenotipik ilişkiler bulunması durumunda yine aynı programda (SPSS 2011) regresyon analizi ile ilişkiler modellenmiştir.

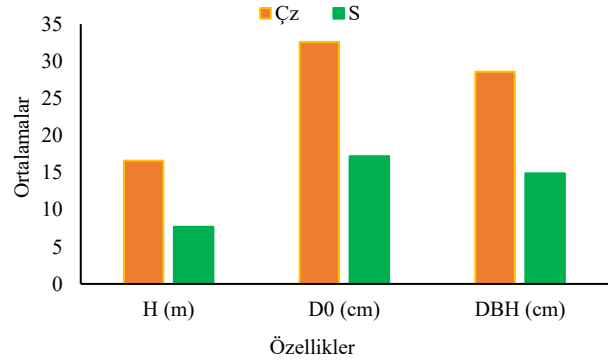


Şekil 1. Örneklenen Kızılçam ve Toros sediri ağaçlandırma sahalarından görünüm

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Ağaç boyu, dip çap ve göğüs yüksekliği çapı

Ağaç boyu, dip çap ve göğüs yüksekliği çapı bakımından, tür içi bireyler arası geniş farklılıklar bulunmakla birlikte, bu özellikler bakımından Kızılçamın, Toros sedirine oranla yaklaşık iki kat daha yüksek büyüme performansı gösterdiği söylenebilir (Tablo 1, Şekil 2). Örneğin Kızılçamda 13.0 m-20.0 m arasında değişen ağaç boyu ortalama 16.6 m bulunurken, bu özellik Toros sedirinde ortalama 7.7 m bulunmuş ve bireylerde 4.0 m-12.0 m arasında değişim göstermiştir. Benzer sonuçlara 27 yaşlı Kızılçam ve Toros sediri ağaçlandırma sahalarında da ulaşılmıştır (Eser 2024).



Şekil 2. Tür ve özelliklere göre ortalama değerler

Tablo 1. Türler göre temel bazı istatistiksel değerler

	Çz			S		
	H (m)	D ₀ (cm)	DBH (cm)	H (m)	D ₀ (cm)	DBH (cm)
Ortalama	16.6	32.6	28.6	7.7	17.2	14.7
Minimum	13.0	23.0	19.0	4.0	12.0	10.0
Maksimum	20.0	44.0	38.5	12.0	23.0	21.5
Standart sapma	1.54	5.45	4.8	2.35	3.33	3.04

Eser (2025a) tarafından 25 yaşlı Toros sediri ağaçlandırmalarında gerçekleştirilen bir çalışmada bireyler arası yüksek farklılıkla birlikte, ortalama ağaç boyu, dip çap ve göğüs yüksekliği çapı değerleri sırasıyla 6.4 m, 17.4 cm ve 13.2 cm bulunmuştur. Kızılçamın 23 yaşlı döl denemesinde yapılan bir çalışmada, bireyler arası geniş farklılıkla birlikte, tohum bahçesi popülasyonlarında 14.15 cm bulunan ortalama ağaç boyu, tohum meşceresi popülasyonlarında 14.07 m, ortalama göğüs yüksekliği

çapı ise bu popülasyonlarda sırasıyla 17.73 cm ve 17.02 cm bulunmuştur (Özbey ve Bilir 2022a). Özbey ve Bilir (2022b), 23 yaşlı Kızılçam orijin denemelerinde yapılan bir başka çalışmada ise, ortalama ağaç boyu ve göğüs yüksekliği çapını sırasıyla 9.32 m ve 17.9 cm olarak belirlemiştir. Buna karşın, gerek ağaç boyu ve gerekse göğüs yüksekliği çapı bakımından, çalışmaya konu tek orijinli 20 yaşlı ağaçlandırmaların (Tablo 1), bu çalışmalara (Özbey ve Bilir 2022a,b) göre daha yüksek

performans gösterdiği söylenebilir. Ancak, büyüme performansına, orijin, fidanlık tekniği, yetiştirme ortamı, ağaçlandırma tekniği gibi birçok biyotik ve abiyotik faktörün etkili olduğu belirlenmiştir (Özbey ve Bilir 2022a,b; Çetin 2017; Özbey 2023; Eser 2025a,b; Çetinkaya 2025).

Uygulanan varyans analizi sonucunda ağaç boyu, dip çap ve göğüs yüksekliği çapı bakımından türler arası anlamlı ($p<0.05$) farklılıklar bulunmuştur (Tablo 2).

Tablo 2. Türlerin çalışmaya konu özellikler bakımından karşılaştırılması

Özellik	Varyans kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F oranı	Önem düzeyi (p)
H	Gruplar arası	1	1980.250	501.459	.000
	Grup içi	98	3.949		
	Toplam	99			
D₀	Gruplar arası	1	5998.503	294.347	.000
	Grup içi	98	20.379		
	Toplam	99			
DBH	Gruplar arası	1	4816.360	296.098	.000
	Grup içi	98	16.266		
	Toplam	99			

3.2. Ağaç boyu, dip çap ve göğüs yüksekliği çapı etkileşimi

Korelasyon analizi sonuçlarına göre, özellikler arası pozitif ve anlamlı ($p<0.01$) ilişkiler belirlenmiştir (Tablo 3). Bu anlamlı ($p<0.01$) ilişkilerin bulunmasıyla birlikte özellikler arası etkileşim regresyon analizi ile modellenmiştir (Tablo 4). Her iki türde de en kuvvetli ilişki ve en yüksek R^2 değeri, dip çap ile göğüs yüksekliği çapı arasında tahmin edilmiştir (Tablo 3,4; Şekil 3).

Benzer ilişkilere, Kızılcım (örneğin, Özbey ve Bilir 2022a,b; Eser 2024), Toros sediri (örneğin, Eser 2024; Eser 2025a,b; Çetinkaya 2025) ve diğer türlerde yapılan çalışmalarda da rastlanmıştır (örneğin, Özbey 2023; Eser, 2025b; Çetinkaya 2025). Bu ilişkiler, silvikültür ve diğer ormancılık uygulamaları bakımından önem taşımaktadır.

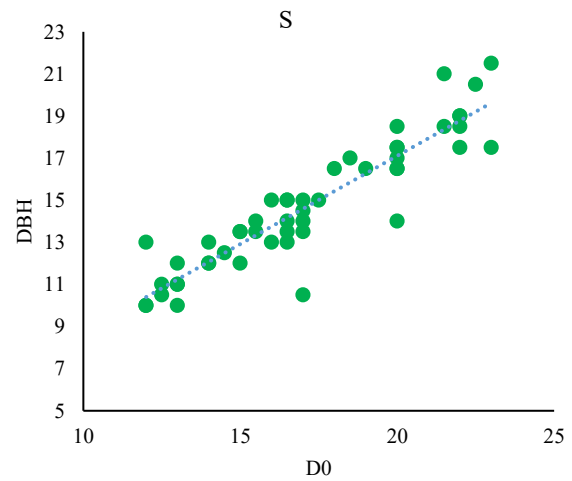
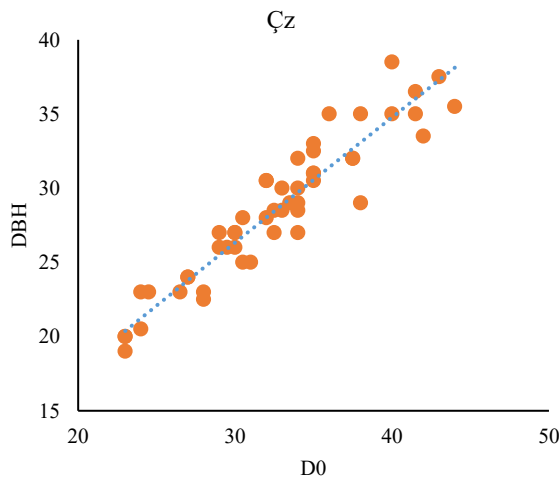
Morfolojik özellikler bakımından görülen türler arası farklılıklara diğer orman ağacı türlerinde de ulaşılmıştır (örneğin, Özbey 2023; Eser, 2025b; Çetinkaya 2025). Bu sonuçlar, yetiştirme ortamına uygun tür seçiminin önemini bir kez daha vurgulamaktadır. Ancak, bu seçimde birçok faktörün etkili olduğu bilinmektedir.

Tablo 3. Türler göre özellikler arası ilişkiler

r		H	D ₀	DBH
Çz	D ₀	.409**	-	
S		.649**	-	
Çz	DBH	.448**	.940**	-
S		.662**	.920**	-

Tablo 4. Türlerde özellikler arası ilişkilerin modellenmesi

Tür	Model	R ²
Çz	$D_0 = 0.987DBH^{0.9656}$	0.897
Çz	$D_0 = 3.908H^{0.7517}$	0.176
Çz	$H = -0.007DBH^2 + 0.5238DBH + 7.217$	0.214
S	$D_0 = 0.015DBH^2 + 0.3067DBH + 4.806$	0.849
S	$D_0 = -0.17H^2 + 3.767H - 0.855$	0.489
S	$H = 0.489DBH^{1.016}$	0.490



Şekil 3. Kızılcım ve Toros sedirinde dip çap ile göğüs yüksekliği çapı ilişkisi

4. Öneriler

Çalışmaya konu ağaç boyu, dip çap ve göğüs yüksekliği çapı özellikleri için Kızılcım, Toros sedirine oranla yaklaşık iki kat daha yüksek büyüme performansı göstermiştir. Ayrıca, bu özellikler bakımından türler arası anlamlı ($p<0.05$) farklılıklar ortaya çıkmıştır. Her iki türde de, özellikler arası pozitif ve anlamlı ($p<0.01$) ilişkiler belirlenmiştir. Ancak, bu ön çalışma sonuçları farklı ağaçlandırma sahaları ve özellikleri ile daha farklı yaşlı alanlarda yapılacak çalışmalarla kuvvetlendirilebilir.

Kaynaklar

- Bilir N (2004). Toros Sediri'nde (*Cedrus libani* A. Rich.) boy, çap ve hacim için yaşlar arası fenotipik ilişkiler. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(1):12-18.
- Bilir N (2021). Growth performances in the planting and seeding areas of Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.). Agriculture and Forestry, 67(4):81-88.
- Çetin R (2017). Isparta'da Son On Yılda Yapılan Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çetinkaya D (2025). Impact of weather conditions on the development of Taurus cedar and Anatolian black pine plantations. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 13(5):1265-1269.
- Ertuğrul GS (2024). Endüstriyel plantasyon uygulama sonuçlarının doğal ve yapay gençleştirme yöntemi açısından değerlendirilmesi. Theoretical and Applied Forestry 4:6-10.
- Eser Y (2024). Growth performance in afforestations of Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) and Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.): a case study from Isparta District. Artvin Coruh University Journal of Forestry Faculty, 25(2):108-113.
- Eser Y (2025a). Impact of aspect on growth performances in afforestation of Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.). Theoretical and Applied Forestry 5:22-25.
- Eser Y (2025b). Toros sediri, Anadolu karaçamı ve Boylu ardıc ağaçlandırmalarında büyüme performansı. Theoretical and Applied Forestry, 5:7-10.
- Koski V, Antola J (1993). National Tree Breeding and Seed Production Programme for Turkey 1994-2003. The Research Directorate of Forest Tree Seeds and Tree Breeding.
- OGM (2025). Ormancılık İstatistikleri-2024, Orman Genel Müdürlüğü web sitesi (www.ogm.gov.tr).
- Özbey AA, Bilir N (2022a). Growth performances of seed sources in a progeny trial of *Pinus brutia* Ten. Reforesta 13:1-6.
- Özbey AA, Bilir N (2022b). Variation in growth among provenances of *Pinus brutia* in a 32-year-old experiment from southern Turkey. Agriculture and Forestry, 68(2):83-91. doi:10.17707/AgricultForest.68.2.06
- Öner MN, Uysal M (2006). Mindos Tepe- Yeğren (Konya) yöresinde tesis edilen Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ve Mahlep (*Cerasus mahalep* (L.) Miller.) ağaçlandırmalarında dip çap-boy ilişkileri. Gazi Üniversitesi, Kastamonu Orman Fakültesi Dergisi 6(1):11-25
- Özbey Y (2023). Bazı Orman Ağacı Türlerinin Ağaçlandırma Sahalarında Büyüme Performansı. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
- SPSS (2011). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0., NY: IBM Corp.

Yangın sonrası Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) sahalarında doğal ve yapay gençleştirme başarısı ve gelişme durumları

Samet Dirlik^{a,*} 

Özet: Bu çalışma, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü Sütçüler Orman İşletme Müdürlüğü Çandır Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan ve 2021 yılında meydana gelen orman yangını sonrasında doğal ve yapay yollarla gençleştirilen kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) sahalarında yürütülmüştür. Bu amaçla, doğal ve yapay olmak üzere iki saha seçilmiş ve her bir sahada üçer örnek alan belirlenmiştir. Her örnek alandan rastgele seçilen 30'ar fidan olmak üzere toplam 180 fidanın kök boğazı çapı ve fidan boyu ölçülmüştür. Elde edilen veriler bağımsız iki örneklem Student t-testi ile değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre doğal ve yapay gençleştirme sahaları arasında kök boğazı çapı ve fidan boyu bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir ($p>0,05$). Doğal gençleştirme sahasında başarı oranı %75, yapay gençleştirme sahasında ise %80 olarak belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, uygun orijin kullanımı, yeterli tohum kaynağı ve yangın sonrası elverişli saha koşulları sağlandığında doğal gençleştirmenin başarılı bir şekilde uygulanabileceğini göstermektedir. Bu nedenle, yangın sonrası uygun orijinlerden yeter miktarda tohum bulunması durumunda, doğal gençleştirmenin öncelikli olarak değerlendirilmesi hem hızlı ve başarılı, hem de ekonomik bir uygulama olacaktır.

Anahtar kelimeler: Kızılçam, Fidan gelişimi, Doğal gençleştirme, Yapay gençleştirme, Fidan boyu, Kök boğazı çapı

Natural and artificial regeneration success and growth performance in post-fire Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) stands

Abstract: This study was conducted in Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) stands located within the boundaries of Çandır Forest Sub-District Directorate, Sütçüler Forest Enterprise Directorate, Isparta Regional Directorate of Forestry, which were regenerated naturally and artificially following the forest fire that occurred in 2021. For this purpose, two sites representing natural and artificial regeneration were selected, and three sample plots were established in each site. Thirty seedlings were randomly selected from each sample plot, resulting in a total of 180 seedlings, and their root collar diameter and seedling height were measured. The data were analyzed using an independent-samples Student's t-test. The results showed that there were no statistically significant differences between the natural and artificial regeneration sites in terms of root collar diameter and seedling height ($p > 0.05$). The regeneration success rate was 75% in the natural regeneration site and 80% in the artificial regeneration site. The findings indicate that natural regeneration can be successfully applied when suitable seed sources, sufficient seed availability, and favorable post-fire site conditions are present. Therefore, where an adequate amount of seed from suitable provenances is available after fire, natural regeneration may be considered a viable regeneration option.

Keywords: Turkish red pine, Seedling growth, Natural regeneration, Artificial regeneration, Seedling height, Root collar diameter

1. Giriş

Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), yaklaşık 5,3 milyon hektarlık yayılış alanı ile Türkiye ormanlarının en geniş alan kaplayan asli ağaç türlerinden biridir. Tür; Akdeniz ve Ege kıyı kuşağı başta olmak üzere bu bölgelerin iç kesimleri ile Güneydoğu Anadolu'da doğal olarak yayılış göstermekte ve yaklaşık 1500 m yükseltiye kadar yetişebilmektedir (OGM 2025). Hızlı büyüme yeteneği, yüksek ekonomik değeri, geniş ekolojik adaptasyon kapasitesi ve odun dışı ürün potansiyeli sayesinde orman ekonomisi açısından önemli bir yere sahiptir (Boydak vd. 2006). Akdeniz ikliminin karakteristik türlerinden biri olan kızılçam, yangına duyarlı bir tür olmasına karşın, yangın sonrası doğal rejenerasyon kapasitesinin yüksek olması nedeniyle Akdeniz ekosistemlerine iyi uyum sağlamış türler arasında yer almaktadır (Neyişçi 1987; Pausas ve Keeley 2021).

Türkiye'de son yıllarda artan sıcaklıklar, azalan bağıl nem ve ekstrem meteorolojik olayların sıklığındaki artış, orman yangınlarının hem sayısını hem de şiddetini artırmaktadır. Orman yangınları; orman ekosistemlerinin yapısını ve işleyişini bozmanın yanı sıra toprak özellikleri, biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetleri üzerinde de önemli olumsuz etkilere neden olmaktadır (McIver ve Ottmar 2007; Ünlü 2025). Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) Altıncı Değerlendirme Raporu'nda, iklim değişikliğinin etkisiyle kuraklık, aşırı sıcaklıklar ve orman yangınları gibi olayların sıklığı ile şiddetinin artacağı, buna bağlı olarak ekosistemlerin bozulacağı ve biyolojik çeşitlilik kayıplarının hızlanacağı belirtilmektedir. Raporda Akdeniz Havzası'nın bu değişimlerden en fazla etkilenmesi beklenen bölgeler arasında yer aldığı vurgulanmaktadır (IPCC 2022).

Yangından sonra yetiştirme ortamında meydana gelen değişimler, vejetasyon yapısını, toprak özelliklerini ve

^a Atabey Meslek Yüksekokulu, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, 32670, Isparta

* Corresponding: sametdirlik@isparta.edu.tr

Received: 02.09.2026, Accepted: 28.09.2026



Citation: Dirlik, S. (2026). Yangın sonrası Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) sahalarında doğal ve yapay gençleştirme başarısı ve gelişme durumları. Theoretical and Applied Forestry 6: 9-12. doi: [10.53463/tafor.2026vol6iss1pp9-12](https://doi.org/10.53463/tafor.2026vol6iss1pp9-12)

doğal gençleşme süreçlerini doğrudan etkilemektedir (Pausas ve Keeley 2021). Buna karşın, yeterli tohum kaynağı ve uygun çevresel koşulların bulunduğu sahalarda yangına uyum sağlamış türler doğal rejenerasyon yoluyla sahayı yeniden oluşturabilmekte ve orman ekosistemi zaman içerisinde yeniden gelişebilmektedir (Pausas ve Keeley 2021). Bu nedenle yangın sonrası sahaların yeniden ormanlaştırılması; ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliği, biyolojik çeşitliliğin korunması ve karbon tutulumunun devamlılığı açısından büyük önem taşımaktadır.

Yangın sonrası yeniden ormanlaştırma çalışmaları doğal veya yapay gençleştirme yöntemleriyle gerçekleştirilmektedir (OGM 2024). Orman Genel Müdürlüğü tarafından yayımlanan Silvikültür Uygulamalarının Teknik Esasları (2024) tebliği doğrultusunda, yanan kızılçam meşcerelerinde kozalaklarda bulunan olgun tohumların çoğunlukla canlılığını koruması nedeniyle öncelikle doğal gençleştirme uygulamaları tercih edilmekte; doğal gençleştirme koşullarının bulunmadığı, yeterli sayıda ve uygun dağılımı sağlıklı tohum ağacının olmadığı sahalarda ise yapay gençleştirme yöntemleri uygulanmaktadır (OGM 2024). Gençleştirme çalışmalarının başarısının değerlendirilmesinde, fidanların kök boğazı çapı ve boy gelişimi gibi morfolojik özellikler önemli ölçütler arasında yer almakta ve uygulanacak gençleştirme yönteminin başarısının değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır (Baykara 2023).

Bununla birlikte, yangın sonrası doğal ve yapay gençleştirme yöntemlerinin aynı ekolojik koşullarda oluşturduğu gençliklerin morfolojik gelişimlerinin ve gençleştirme başarılarının birlikte değerlendirildiği çalışmalar sınırlıdır. Özellikle doğal gençleştirmenin uygun ekolojik koşullarda yapay gençleştirmeye alternatif oluşturma potansiyelinin ortaya konulması, yangın sonrası uygulanacak silvikültürel stratejilerin belirlenmesi açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada, yangın

sonrası doğal ve yapay gençleştirme uygulanan kızılçam sahalarında gençleştirme başarı oranları ile fidanların kök boğazı çapı ve boy gelişimleri karşılaştırılmış; elde edilen bulgular doğrultusunda yangın sonrası sahalar için en uygun gençleştirme yaklaşımının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

Çalışma, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Sütçüler Orman İşletme Müdürlüğü, Çandır Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan ve 2021 yılında meydana gelen orman yangınından etkilenen 114 ve 78 nolu bölmelerde yürütülmüştür. Amenajman planı kayıtlarına göre yangın öncesinde 78 nolu bölmenin Çzd1, 114 nolu bölmenin ise Çzc3 meşcere tipinde olduğu belirlenmiştir. Yangın sonrasında 2022 yılında 114 nolu bölmede doğal gençleştirme, 78 nolu bölmede ise yapay gençleştirme uygulanmıştır.

Doğal gençleştirme kapsamında 114 nolu bölmede çimlenmeler başlamadan yaklaşık 2–3 hafta önce hektara 5 kg kızılçam tohumu takviye edilmiştir. Yapay gençleştirme yapılan 78 nolu bölmede ise 3 × 2 m dikim aralıklarıyla fidan dikimi gerçekleştirilmiştir. Gençleştirme sahalarında tesis başarısının belirlenmesi amacıyla uygulamayı izleyen birinci ve ikinci yıllarda sistematik fidan sayımları yapılmıştır.

Gençleştirme sahalarının başarı durumu, Orman Genel Müdürlüğü tarafından yayımlanan Silvikültür Uygulamalarının Teknik Esasları doğrultusunda değerlendirilmiştir (OGM 2024). Araştırma kapsamında; 2025 yılında her iki sahayı temsil edecek şekilde üçer örnekleme noktası belirlenmiş, bu alanlarda rastgele seçilen 30'ar adet olmak üzere toplam 180 adet kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) fidanında kök boğazı çapı (mm) ve fidan boyu (cm) değerleri ölçülmüştür. Çalışma alanlarına ait görünümeler Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışmanın yapıldığı doğal ve yapay gençleştirme alanları

Araştırma alanı, Isparta ili Sütçüler ilçesinde bulunan Çandır Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer almaktadır. Doğal gençleştirme sahası 37°24'53.23" K, 30°54'37.27" D, yapay gençleştirme sahası ise 37°27'24.41" K, 30°54'17.75" D koordinatlarındadır. Bölge Akdeniz ikliminin etkisi altında olup yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlıdır. Araştırma alanının doğal bitki örtüsü ağırlıklı olarak kızılçam meşcereleri ve maki vejetasyonundan oluşmaktadır.

Doğal ve yapay gençleştirme sahalarından elde edilen verilerin karşılaştırılmasında bağımsız iki örneklem t-testi kullanılmıştır. Analizlerde anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiş ve istatistiksel analizler SPSS Statistics paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (SPSS 2002).

3. Bulgular

Analiz sonuçlarına göre, kök boğazı çapı bakımından doğal gençleştirme sahasında ortalama değer 14,20 mm, yapay gençleştirme sahasında ise 15,68 mm olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde, fidan boyu ortalamaları doğal gençleştirme sahasında 78,78 cm, yapay gençleştirme sahasında ise 82,24 cm olarak hesaplanmıştır. Her iki karakter bakımından yapay gençleştirme sahasında ortalama değerlerin daha yüksek olduğu, buna karşın doğal gençleştirme sahasında varyasyonun daha fazla olduğu belirlenmiştir (Tablo 1).

Her iki karakter için yapılan t-testi sonuçlarına göre, doğal ve yapay gençleştirme sahaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Doğal ve yapay gençleştirme alanlarında fidan boyu ve kök boğazı çapı ortalama değerleri birbirine yakın bulunmuştur (Tablo 2). Gençleştirme sahalarında uygulamayı izleyen ilk iki yıl içerisinde gerçekleştirilen sistematik sayımlar sonucunda,

yapay gençleştirme alanında canlı ve sağlıklı fidan oranı %80 olarak belirlenmiştir. Doğal gençleştirme sahasında ise hektara yaklaşık 5 kg tohum takviyesi uygulanan alanda yapılan sayımlar sonucunda başarı oranı %75 olarak tespit edilmiştir (Tablo 3).

4. Tartışma ve sonuç

Bu çalışmada, yangın sonrası doğal ve yapay gençleştirme uygulanan kızılçam sahalarında fidan boyu ve kök boğazı çapı bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir. Her iki karakter açısından da yapay gençleştirme sahasında ortalama değerler daha yüksek olmakla birlikte, bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu bulgular, yangın sonrası erken dönemde fidan gelişiminin gençleştirme yöntemiyle birlikte yetiştirme ortamı koşullarından da etkilenebileceğini göstermektedir. Kızılçam ormanlarında yangın sonrası vejetasyon gelişiminin; yangın şiddeti, yangın öncesi meşcere yaşı ve bakı gibi faktörlere bağlı olarak değişebildiği bildirilmektedir (Kavgacı vd. 2016). Dolayısıyla, yangın sonrası gençleştirme başarısı ve erken dönem fidan gelişiminin değerlendirilmesinde yalnızca uygulanan gençleştirme yönteminin değil, sahaya özgü yetiştirme ortamı koşulları, yangın özellikleri ve yangın öncesi meşcere yapısının da dikkate alınması gerekmektedir. Bununla birlikte, doğal gençleştirme sahasında fidan boyu ve kök boğazı çapında daha yüksek varyasyon belirlenmesi, bu sahadaki fidanların gelişim bakımından daha heterojen bir yapı gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu farklılığın ilerleyen yıllardaki meşcere gelişimine nasıl yansıtılacağına uzun dönemli çalışmalarla değerlendirilmesi gerekmektedir.

Tablo 1. Fidan boyu ve kök boğazı çapına ait tanımlayıcı istatistikler

Uygulama	N	Ortalama	SE	SD	Min	Max
DG KBC	90	14.20	0.589	5.585	3.00	31.00
YG KBC	90	15.68	0.473	4.492	4.00	28.00
DG FB	90	78.78	1.95	18.47	44.00	122.00
YG FB	90	82.24	1.30	12.38	51.00	111.00

DG:Doğal gençleştirme; YG: Yapay gençleştirme

Tablo 2. Fidan boyu ve kök boğazı çapı bakımından T-Testi sonuçları

Uygulama	N	Ortalama	t-değeri	p-değeri
DG KBC	90	14.20	-1.96	0.052
YG KBC	90	15.68		
DG FB	90	78.78	-1.48	0.141
YG FB	90	82.24		

Tablo 3. Doğal ve yapay gençleştirme sahalarında fidan başarı durumları

Gençleştirme türü	Bölme no	Uygulama şekli	Başarı oranı (%)
DG	114	Tohum takviyesi (5 kg ha ⁻¹)	75
YG	78	Fidan dikimi	80

Kızılçamda doğal gençleştirme çalışmalarının başarılı sayılabilmesi için başarı oranının en az %60, yapay gençleştirmede ise en az %80 olması gerekmektedir (OGM 2024). Bu çalışmada doğal gençleştirme sahasında hektara yaklaşık 5 kg tohum takviyesiyle birlikte %75, yapay gençleştirme sahasında ise %80 başarı oranı elde edilmiştir. Literatürde, doğal gençleştirmede hektara 8–15 kg tohum takviyesinin yeterli olabileceği belirtilmektedir (Boydak 1993; Boydak 2004). Buna karşın bu çalışmada daha düşük miktarda tohum takviyesi ile yeterli gençlik başarısının sağlanmış olması, gençleştirme başarısının yalnızca kullanılan tohum miktarına bağlı olmadığını göstermektedir. Uygun orijinden yeterli miktarda kaliteli tohum kullanımı ve elverişli yetiştirme ortamı koşullarının birlikte sağlanması, özellikle yangına uyum sağlamış bir tür olan kızılçamda doğal gençleştirmenin başarısını önemli ölçüde artırabilmektedir. Kızılçamın yangın sonrası tohumla yenilenebilmesi ve tohumlarının bir kısmını kapalı kozalaklarda taç üzerinde muhafaza edebilmesi, yangın sonrası doğal gençleşme açısından önemli bir özellik taşımaktadır (Boydak 2004; Kavgacı vd. 2016).

Sonuç olarak, bu çalışmada doğal ve yapay gençleştirme yöntemleri arasında fidan boyu ve kök boğazı çapı bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir. Buna karşılık, doğal gençleştirme sahasında önerilen tohum miktarının altında uygulama yapılmasına rağmen yeterli gençleştirme başarısının sağlanması, uygun orijin, sağlıklı tohum ve yangın sonrası elverişli saha koşulları bulunduğu doğal gençleştirmenin öncelikli olarak değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Doğal yollarla oluşan gençlik, genetik çeşitliliğin korunması ve doğal seleksiyon süreçlerinin devam etmesi bakımından önemli avantajlar sağlamaktadır. Buna karşın, tohumların şiddetli yangından zarar gördüğü ve uygun orijinden/orijinlerden tohum temin edilemediği veya yangın şiddeti nedeniyle doğal gençleştirmenin başarı olasılığının çok düşük olduğu sahalarda yapay gençleştirme uygulamalarının planlı ve kontrollü olarak sürdürülmesi uygun olacaktır. Ayrıca ilerleyen yıllarda bu ve buna benzer yetiştirme ortamlarında gerçekleştirilecek çalışmalar, doğal ve yapay gençleştirme yöntemlerinin meşcere gelişimi üzerindeki uzun dönemli etkilerinin daha kapsamlı değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

Açıklama

Arazi çalışmalarındaki katkı ve desteklerinden dolayı Orman Mühendisi Vesile Barut'a teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Baykara E (2023). Yanan ve doğal olarak gençleştirilen kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) sahalarında gençleştirme ve fidan büyüme performansı. Yüksek Lisans Tezi, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İzmir.
- Boydak M (1993). Kızılçamın silvikültürel özellikleri, uygulanabilecek gençleştirme yöntemleri ve uygulama esasları. Uluslararası Kızılçam Sempozyumu Bildirileri, 18-23 Ekim 1993, Marmaris, 146-158. T.C. Orman Bakanlığı.
- Boydak M (2004). Silvicultural characteristics and natural regeneration of *Pinus brutia* Ten.—A review. *Plant Ecology* 171:153-163.
- Boydak M, Dirik H, Çalıkoğlu M (2006). Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) biyolojisi ve silvikültürü. OGEM Vakfı Yayınları, Ankara.
- IPCC (2022). Climate Change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Pörtner HO, Roberts DC, Tignor M, Poloczanska ES, Mintenbeck K, Alegria A, Craig M, Langsdorf S, Löschke S, Möller V, Okem A, Rama B (Eds), Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.
- Kavgacı A, Çarni A, Tecimen HB, Özalp G (2016). Diversity and ecological differentiation of post-fire succession on three site types of *Pinus brutia* forests in the Mediterranean region of Turkey. *iForest - Biogeosciences and Forestry* 9:138-146.
- McIver JD, Ottmar RD (2007). Fuel mass and stand structure after post-fire logging of a severely burned ponderosa pine forest in northeastern Oregon. *Forest Ecology and Management* 238:268-279.
- Neyişçi T (1987). Kızılçamın ekolojisi. In: Öktem E (Ed), Kızılçam. El Kitabı Dizisi No. 2, pp 23-56. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları.
- OGM (2024). Silvikültür uygulamalarının teknik esasları. Tebliğ No: 317. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Silvikültür Dairesi Başkanlığı, Ankara
- OGM (2025). Ülkemiz ormanlarının bel kemiği kızılçam. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Pausas JG, Keeley JE (2021) Wildfires and global change. *Frontiers in Ecology and the Environment* 19(7):387-395.
- SPSS Inc. (2002). SPSS for Windows, Version 11.5. Chicago, IL, USA
- Ünlü M (2025). Orman varlığı ve orman yangınlarının etkisi. *International Journal of Geography and Geography Education* 55:212-229.

Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] ağaçlandırmasında bakı ve eğimin büyümeye etkisi

Samet Dirlik^{a,*} 

Özet: Bu çalışmada, 28 yaşındaki Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] ağaçlandırma sahasında bakı ve eğim faktörlerinin ağaç boyu ve göğüs yüksekliği çapı üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü Keçiborlu Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yürütülmüştür. Güney, batı, kuzey ve doğu bakılar ile %0–5, %5–20 ve %20–35 eğim gruplarında üçer adet 10 × 30 m büyüklüğünde örnek alan alınmış ve örnek alanlardaki tüm ağaçların boy ve göğüs yüksekliği çapları ölçülmüştür. Veriler tek yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiş, anlamlı farklılıkların belirlenmesi durumunda Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Bakı grupları arasında hem ağaç boyu hem de göğüs yüksekliği çapı bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belirlenmiştir. En yüksek ortalama ağaç boyu ve göğüs yüksekliği çapı değerleri güney bakıda sırasıyla 7,27 m ve 15,49 cm olarak bulunmuştur. Eğim grupları arasında ağaç boyu bakımından anlamlı farklılık belirlenirken (p=0,008), göğüs yüksekliği çapı bakımından farklılık anlamlı bulunmamıştır. Bu bulgular, karaçam ağaçlandırmalarının planlanmasında bakı ve eğim gibi topoğrafik özelliklerin dikkate alınmasının yararlı olabileceğini göstermektedir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda bakı ve eğimin toprak özellikleri, yamaç konumu ve mikroklimatik koşullarla birlikte değerlendirilmesi, Anadolu karaçamı ağaçlandırmalarındaki büyüme farklılıklarının daha kapsamlı açıklanmasına katkı sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: Anadolu karaçamı, Ağaçlandırma, Bakı, Eğim, Büyüme

Effect of aspect and slope on growth in an Anatolian black Pine [*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] plantation

Abstract: This study aimed to determine the effects of aspect and slope on tree height and diameter at breast height (DBH) in a 28-year-old Anatolian black pine [*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] plantation. The study was conducted within the boundaries of the Keçiborlu Forest Management Chiefdom, Isparta Regional Directorate of Forestry, Türkiye. Three 10 × 30 m sample plots were established in each of the south-, west-, north-, and east-facing aspects and in each of the 0–5%, 5–20%, and 20–35% slope classes. Tree height and DBH were measured for all trees within the sample plots. The data were analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA), and Tukey's multiple comparison test was used to identify significant differences among groups. Significant differences were found among aspect groups for both tree height and DBH. The highest mean tree height and DBH were recorded on the south-facing aspect, at 7.27 m and 15.49 cm, respectively. A significant difference in tree height was found among slope classes (p=0.008), whereas the difference in DBH was not statistically significant. These findings indicate that topographic characteristics such as aspect and slope may be useful considerations in the planning of Anatolian black pine plantations. Future studies evaluating aspect and slope together with soil properties, slope position, and microclimatic conditions may contribute to a more comprehensive understanding of growth differences in Anatolian black pine plantations.

Keywords: Anatolian black pine, Plantation, Aspect, Slope, Growth

1. Giriş

Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe], Türkiye'de geniş yayılış gösteren ve ağaçlandırma çalışmalarında yaygın olarak kullanılan önemli orman ağacı türlerinden biridir. Türün farklı yetiştirme ortamı koşullarına uyum sağlayabilmesi, özellikle kurak ve yarı kurak alanlardaki ağaçlandırmalarda kullanılmasına olanak sağlamaktadır (Saatçioğlu 1976; Ayan vd. 2021). Bununla birlikte, Anadolu karaçamı ağaçlandırmalarında büyüme ve verimlilik; topoğrafya, iklim, toprak ve diğer yetiştirme ortamı özelliklerine bağlı olarak önemli ölçüde değişebilmektedir (Güner vd. 2016). Nitekim Anadolu karaçamının yetiştirme ortamı-verimlilik ilişkilerini inceleyen çalışmalar, yükselti, eğim, yamaç konumu,

toprak derinliği ve yağış gibi değişkenlerin türün boy gelişimi ve verimliliğiyle ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır (Güner vd. 2016; Gülsoy ve Çınar 2019).

Orman ağaçlarının büyüme ve gelişimi; ağaca, meşçereye ve yetiştirme ortamına ilişkin çok sayıda faktörün birlikte etkisi altında gerçekleşmektedir. Ağaç çapı ve yaşı gibi bireysel özelliklerin yanı sıra meşçere sıklığı ve rekabet koşulları ile iklim, toprak ve topoğrafik özellikler büyüme üzerinde etkili olabilmektedir. Özellikle yükselti, eğim ve bakı gibi topoğrafik değişkenler, farklı yetiştirme ortamlarının oluşmasında ve ağaçların büyüme koşullarının şekillenmesinde önemli faktörler arasında değerlendirilmektedir (Bončina vd. 2023). Bu nedenle ağaçlandırma çalışmalarında yalnızca tür seçiminin değil, türün farklı yetiştirme ortamlarındaki büyüme tepkilerinin de dikkate alınması gerekmektedir.

^a Atabey Meslek Yüksekokulu, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, 32670, Isparta

* Corresponding: sametdirlik@isparta.edu.tr

Received: 02.09.2026, Accepted: 28.09.2026

Topoğrafik faktörler içerisinde bakı ve eğim, yetiştirme ortamı koşullarını farklılaştıran temel değişkenlerdendir. Bakı, özellikle güneşlenme ve buna bağlı olarak sıcaklık ve su koşullarındaki farklılıklarla; eğim ise yüzeyel akış, toprak gelişimi ve yetiştirme ortamındaki su ve besin maddelerinin dağılımıyla ilişkili olarak ağaçların gelişimini etkileyebilmektedir. Anadolu karaçamı üzerinde gerçekleştirilen çalışmalar da türün büyüme ve verimliliğinin topoğrafik koşullara göre değişebildiğini göstermektedir. Gülsoy ve Çınar (2019), Anadolu karaçamı meşcerelerinde verimlilik ile çevresel faktörler arasındaki ilişkileri incelemiş ve özellikle 1000 m'nin altındaki yükseltilerde kuzey bakının türün verimliliğine önemli katkı sağladığını bildirmiştir.

Benzer şekilde, Türkiye'deki karaçam ağaçlandırmalarının verimliliğini inceleyen Güner vd. (2016), karaçamın boy gelişimi ile yükselti, eğim ve yamaç konumu arasında önemli ilişkiler belirlemiştir. Araştırmacılar, incelenen sahalarda eğim derecesindeki artışla birlikte karaçamın boy gelişiminin arttığını ve yamaç konumu bakımından sırt kesimlerinden taban arazilere doğru boy gelişiminin yükseldiğini bildirmiştir. Aynı çalışmada karaçam boy gelişiminin açıklanmasına yönelik oluşturulan regresyon modelinde eğim ve yamaç konumunun modele giren önemli değişkenler arasında yer alması, topoğrafik özelliklerin karaçam ağaçlandırmalarının gelişiminde dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Anadolu karaçamında büyüme performansının değerlendirilmesi, başarılı ağaçlandırmaların oluşturulması açısından önem taşımaktadır (Gülcü vd. 2016). Karaçam ağaçlandırmalarında boy ve çap, büyümenin değerlendirilmesinde temel özellikler arasında yer almaktadır. Tavankar vd. (2018), 20 yaşındaki *P. nigra* ağaçlandırmalarında boy ve çap başta olmak üzere çeşitli büyüme özelliklerini değerlendirmiştir. Benzer şekilde Kartal ve Bilir (2022), Isparta yöresindeki 30 yaşındaki bir ağaçlandırmada Anadolu karaçamında ortalama ağaç boyunu 12.3 m ve göğüs yüksekliği çapını 35.8 cm olarak belirlemiştir. Bu çalışmalar, karaçam ağaçlandırmalarında boy ve çap gelişiminin değerlendirilmesine yönelik önemli bulgular ortaya koymaktadır.

Türkiye'de Anadolu karaçamının yetiştirme ortamı-verimlilik ilişkilerine yönelik çeşitli çalışmalar bulunmakla birlikte, aynı yaşlı bir ağaçlandırma sahasında bakı ve eğim koşullarının ağaçların çap ve boy gelişimi üzerindeki etkilerinin birlikte değerlendirilmesi, sahaya özgü büyüme farklılıklarının anlaşılması ve

ağaçlandırmaların gelecekteki yönetimine yönelik bilgi üretilmesi açısından önem taşımaktadır. Bu kapsamda çalışmanın amacı, 28 yaşındaki Anadolu karaçamı ağaçlandırmalarında farklı bakı ve eğim koşullarının ağaçların göğüs yüksekliği çapı ve boy gelişimi üzerindeki etkilerini belirlemektir. Elde edilen sonuçların, karaçam ağaçlandırmalarında topoğrafik koşullara bağlı büyüme farklılıklarının değerlendirilmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

2. Materyal ve yöntem

Araştırma, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü Keçiörlü Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde bulunan 28 yaşındaki Anadolu karaçamı ağaçlandırma sahasında yürütülmüştür. Araştırma alanları 146 ve 147 nolu bölmeler içerisinde yer almakta olup, araştırmaya konu alanlar Çkab3 meşcere tipinde ve III. bonitet sınıfındadır. Araştırma alanlarına ilişkin özellikler Tablo 1'de verilmiştir.

Bakı faktörünün değerlendirilmesi amacıyla güney, batı, kuzey ve doğu bakılarda; eğim faktörünün değerlendirilmesi amacıyla ise araştırma sahasındaki topoğrafik farklılıklar dikkate alınarak oluşturulan %0–5, %5–20 ve %20–35 eğim gruplarında örneklem yapılmıştır. Anadolu karaçamı ağaçlandırmalarında yetiştirme ortamı özelliklerinin değerlendirilmesinde bakı, eğim, yükselti ve yamaç konumu gibi topoğrafik değişkenlerin dikkate alındığı bildirilmektedir (Güner vd. 2016). Araştırma sahasında bakı ve eğim gruplarını temsil edecek şekilde örnek alanlar belirlenmiştir. Bu kapsamda, her bakı ve eğim grubunda üçer adet 10 × 30 m (300 m²) büyüklüğünde örnek alan alınmış ve örnek alan sınırları içerisinde bulunan ağaçların tamamında ağaç boyu (m) ve göğüs yüksekliği çapı (cm) ölçülmüştür. Böylece bakı için toplam 12, eğim için ise toplam 9 örnek alan değerlendirmeye alınmıştır.

İstatistiksel değerlendirmelerde her bir örnek alana ait ortalama ağaç boyu ve göğüs yüksekliği çapı değerleri esas alınmıştır. Bakı ve eğim grupları arasında ağaç boyu ve göğüs yüksekliği çapı bakımından farklılıkların belirlenmesi amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Varyans analizi sonucunda anlamlı farklılık belirlenen grupların karşılaştırılmasında Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. İstatistiksel analizler IBM SPSS Statistics paket programında (SPSS 2011) gerçekleştirilmiş ve anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

Tablo 1. Araştırma alanlarına ait bilgiler

Faktör	Grup	İşletme şefliği	Bölme no	Meşcere tipi	Yükselti (m)	Ağaç sayısı (n ₁ /n ₂ /n ₃)	Koordinat
	Güney	Keçiörlü	146	Çkab3	1084	17/18/21	37°57'56.20" N, 30°20'05.21" E
	Batı	Keçiörlü	147	Çkab3	1132	24/22/20	37°57'15.40" N, 30°20'21.42" E
	Kuzey	Keçiörlü	146	Çkab3	1100	22/20/22	37°57'28.51" N, 30°20'16.68" E
	Doğu	Keçiörlü	147	Çkab3	1116	25/21/22	37°57'19.65" N, 30°20'25.80" E
	%0–5	Keçiörlü	146	Çkab3	1084	25/21/22	37°57'27.14" N, 30°20'15.49" E
Eğim	%5–20	Keçiörlü	146-147	Çkab3	1076	16/20/20	37°57'24.49" N, 30°20'13.78" E
	%20–35	Keçiörlü	146-147	Çkab3	1065	20/20/20	37°57'24.31" N, 30°20'11.54" E

3. Bulgular

Bakı grupları arasında ağaç boyu bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık belirlenmiştir ($p<0.001$). En yüksek ortalama boy güney bakıda (7.27 m) belirlenirken, bunu sırasıyla kuzey (5.58 m), batı (5.25 m) ve doğu (5.18 m) bakıları izlemiştir. Eğim grupları arasında da ağaç boyu bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($p=0.008$) belirlenmiştir. En yüksek ortalama ağaç boyu (7.13 m) %0–5 eğim grubunda elde edilirken, bunu %20–35 (5.56 m) ve %5–20 (5.24 m) eğim grupları izlemiştir (Tablo 2).

Bakı grupları arasında göğüs yüksekliği çapı bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık belirlenmiştir ($p=0.016$). En yüksek ortalama göğüs yüksekliği çapı güney bakıda (15.49 cm) belirlenirken, bunu kuzey (13.78 cm), batı (12.39 cm) ve doğu (11.56

cm) bakıları izlemiştir. Eğim grupları incelendiğinde en yüksek ortalama göğüs yüksekliği çapı %0–5 eğim grubunda (15.30 cm) belirlenmiş, bunu sırasıyla %20–35 (13.73 cm) ve %5–20 (12.03 cm) eğim grupları izlemiştir. Ancak eğim grupları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0.079$) (Tablo 3).

Bakı gruplarına göre ağaç boyu ve göğüs yüksekliği çapı benzer bir değişim göstermiş; her iki özellik bakımından da en yüksek ortalama değerler güney, en düşük ortalama değerler ise doğu bakıda belirlenmiştir (Şekil 1).

Eğim gruplarına göre ağaç boyu ve göğüs yüksekliği çapı benzer bir değişim göstermiş; her iki özellik bakımından da en yüksek ortalama değerler %0–5, en düşük ortalama değerler ise %5–20 eğim grubunda belirlenmiştir (Şekil 2).

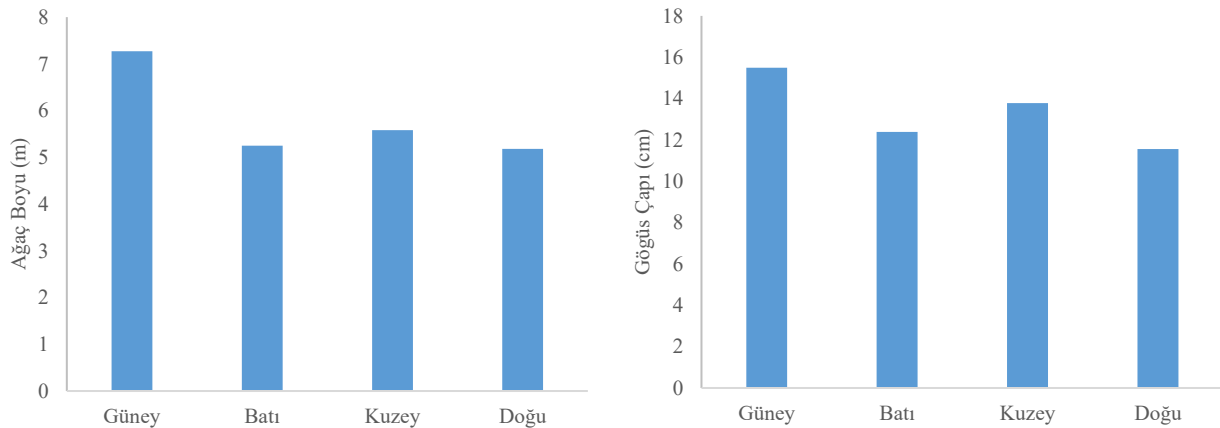
Tablo 2. Bakı ve eğim gruplarına göre ortalama ağaç boyu değerleri

Faktör	Grup	Boy (m)	F	p
	Güney	7,27 ± 0,37 ^a	27,053	<0,001
	Batı	5,25 ± 0,42 ^b		
	Kuzey	5,58 ± 0,34 ^b		
	Doğu	5,18 ± 0,03 ^b		
Eğim (%)	0–5	7,13 ± 0,50 ^a	11,934	0,008
	5–20	5,24 ± 0,44 ^b		
	20–35	5,56 ± 0,57 ^b		

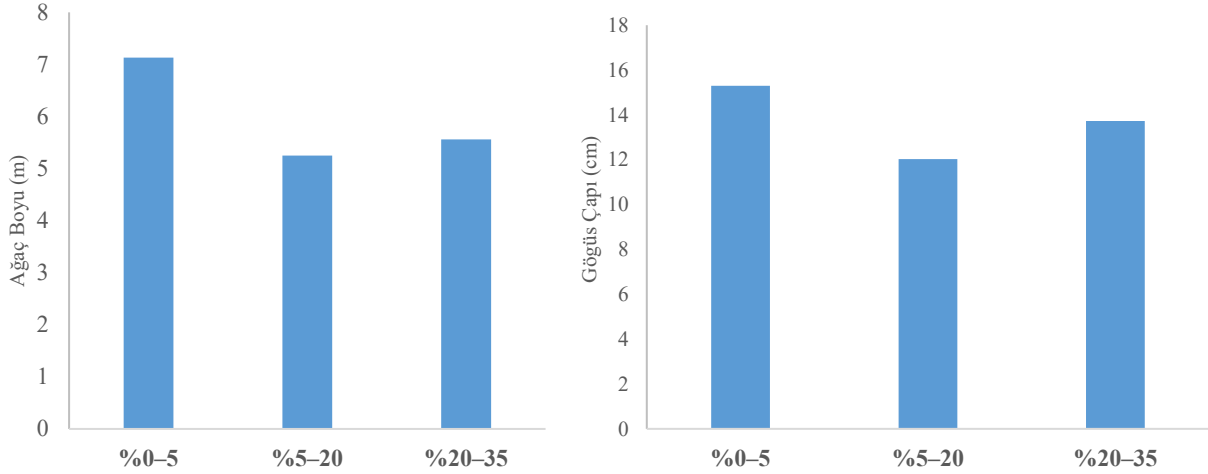
F: tek yönlü varyans analizi F değeri; p: önem düzeyi.

Tablo 3. Bakı ve eğim gruplarına göre ortalama göğüs yüksekliği çapı değerleri

Faktör	Grup	Göğüs yüksekliği çapı (cm)	F	p
	Güney	15,49 ± 1,76 ^a	6,412	0,016
	Batı	12,39 ± 0,79 ^{bc}		
	Kuzey	13,78 ± 0,52 ^{ab}		
	Doğu	11,56 ± 1,25 ^c		
Eğim (%)	0–5	15,30 ± 1,69	4,000	0,079
	5–20	12,03 ± 0,73		
	20–35	13,73 ± 1,63		



Şekil 1. Bakı gruplarına göre ortalama ağaç boyu ve göğüs yüksekliği çapı değerleri



Şekil 2. Eğim gruplarına göre ortalama ağaç boyu ve göğüs yüksekliği çapı değerleri

4. Tartışma ve sonuç

Bu çalışmada, 28 yaşındaki Anadolu karaçamı ağaçlandırma sahasında bakı ve eğim koşullarına bağlı olarak ağaç boyu ve göğüs yüksekliği çapında belirgin farklılıkların ortaya çıkabildiği belirlenmiştir. Bakı, hem ağaç boyu hem de göğüs yüksekliği çapı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki göstermiş; en yüksek ortalama ağaç boyu (7.27 m) ve göğüs yüksekliği çapı (15.49 cm) güney bakıda elde edilmiştir. Kuzey bakı her iki özellik bakımından ikinci sırada yer alırken, en düşük değerler doğu bakıda belirlenmiştir. Bu sonuçlar, aynı yaş ve meşcere tipindeki karaçam ağaçlandırmalarında topoğrafik konumun büyüme performansındaki farklılaşmaya katkıda bulunabileceğini göstermektedir.

Bakı; güneşlenme, sıcaklık ve toprak nemi gibi yetiştirme ortamı özelliklerini değiştirebildiğinden ağaçların büyümesi üzerinde önemli bir topoğrafik faktör olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, bakının etkisi yetiştirme ortamı koşullarına bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Nitekim Gülsoy ve Çınar (2019), Demirci yöresindeki Anadolu karaçamı meşcerelerinde 1000 m'nin altındaki yükseltilerde kuzey bakının verimlilik üzerinde olumlu etkisinin bulunduğunu bildirmiştir. Bu sonuç, mevcut çalışmada güney bakıda belirlenen daha yüksek büyüme değerleriyle örtüşmemektedir. Çalışmalar arasındaki bu farklılık; yükselti, toprak, iklim, su ve besin koşulları gibi yetiştirme ortamı özelliklerinin farklılığından kaynaklanabilir. Ayrıca mevcut çalışmanın bir ağaçlandırma sahasında gerçekleştirilmiş olması da sonuçların farklılaşmasına katkıda bulunmuş olabilir. Bu nedenle mevcut bulgular, güney bakının Anadolu karaçamı için genel olarak daha uygun olduğu şeklinde değil, incelenen ağaçlandırma sahasında güney bakının daha yüksek boy ve çap gelişimi gösterdiği şeklinde değerlendirilmelidir.

Eğim grupları arasında ağaç boyu bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık belirlenirken, göğüs yüksekliği çapı bakımından farklılık anlamlı bulunmamıştır. Bununla birlikte, her iki özellikte de en yüksek ortalama değerler %0-5, en düşük değerler ise

%5-20 eğim grubunda elde edilmiştir. Gülsoy ve Çınar (2019), Anadolu karaçamında 1000-1350 m yükseltilerde alt yamaçların ve düz-düze yakın alanların verimlilik bakımından uygun alanlar olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde Kuzugüdenli (2023), karaçamda bonitet endeksi ile eğim arasında anlamlı ve negatif bir ilişki ($r=-0.402$) belirlemiş ve eğim arttıkça yetiştirme ortamı verimliliğinin azaldığını bildirmiştir. Bu sonuçlar, mevcut çalışmada %0-5 eğim grubunda belirlenen yüksek büyüme değerleriyle genel olarak uyumludur. Ancak göğüs yüksekliği çapı bakımından eğim grupları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı dikkate alınmalıdır.

Eğimin karaçam büyümesi üzerindeki etkisine ilişkin literatürde farklı sonuçlar da bulunmaktadır. Güner vd. (2016), Türkiye genelindeki Anadolu karaçamı ağaçlandırmalarında üst boy ile eğim, yükselti ve yamaç konumu arasında önemli ilişkiler belirlemiş ve incelenen eğim aralığında boy gelişiminin eğim artışıyla arttığını bildirmiştir. Aynı çalışmada sırtlardan taban arazilere doğru boy gelişiminin arttığı ve ağaçlandırmalarda alt ve orta yamaçlara öncelik verilebileceği ifade edilmiştir. Mevcut çalışma ile literatürdeki bu farklılıklar, eğimin büyüme üzerindeki etkisinin yalnızca eğim derecesiyle açıklanamayacağını; yamaç konumu, toprak derinliği, anakaya, yağış ve diğer yetiştirme ortamı özellikleriyle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Nitekim Güner vd. (2016), karaçamın boy gelişimi ile mutlak toprak derinliği ve yağış arasında da önemli ilişkiler belirlemiştir.

Karaçam büyümesinin çok sayıda yetiştirme ortamı ve meşcere faktörünün ortak etkisi altında gerçekleştiği diğer çalışmalarla da ortaya konulmuştur. Bončina vd. (2023), karaçamın çap artımında eğim ve yükseltinin yanı sıra meşcere yapısı, sıcaklık ve toprak özelliklerinin de etkili değişkenler arasında bulunduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde Kuzugüdenli (2023), karaçam verimliliğinin eğimin yanı sıra sıcaklık ve bazı toprak özellikleriyle ilişkili olduğunu belirlemiştir. Bu sonuçlar, mevcut çalışmada bakı ve eğim grupları arasında gözlenen farklılıkların topoğrafik koşulların yanı sıra bunlarla

ilişkili mikroklimatik ve edafik özelliklerle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Sonuç olarak, 28 yaşındaki Anadolu karaçamı ağaçlandırma sahasında ağaç boyu ve göğüs yüksekliği çapının bakı gruplarına, ağaç boyunun ise eğim gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bu çalışmada, güney bakıda hem ağaç boyu hem de göğüs yüksekliği çapı bakımından en yüksek ortalama değerler elde edilirken, %0–5 eğim grubunda da her iki özellik bakımından en yüksek ortalama değerler belirlenmiştir. Bununla birlikte, eğim grupları arasındaki göğüs yüksekliği çapı farklılığı istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu bulgular, karaçam ağaçlandırmalarının planlanması ve mevcut ağaçlandırmaların gelişimlerinin değerlendirilmesinde bakı ve eğim gibi topoğrafik özelliklerin dikkate alınmasının yararlı olabileceğini göstermektedir. Ancak sonuçların araştırma sahasının yetişme ortamı koşullarıyla sınırlı olduğu dikkate alınmalı ve farklı yörelere doğrudan genellenmemelidir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda bakı ve eğimin toprak özellikleri, yamaç konumu ve mikroklimatik koşullarla birlikte değerlendirilmesi, Anadolu karaçamı ağaçlandırmalarındaki büyüme farklılıklarının daha kapsamlı açıklanmasına katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Ayan S, Yücedağ C, Simovski B (2021). A major tool for afforestation of semi-arid and anthropogenic steppe areas in Turkey: *Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe. *Journal of Forest Science* 67(10):449–463.
- Bončina A, Trifković V, Ficko A (2023). Diameter growth of silver fir (*Abies alba* Mill.), Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), and black pine (*Pinus nigra* Arnold) in Central European forests: Findings from Slovenia. *Forests* 14(4):793.
- Gülcü S, Akçakaya M, Bilir N (2016). Genetic variation in Anatolian black pine (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) populations in Turkey. *Journal of Environmental Biology* 37(2):261–265.
- Gülsoy S, Çınar T (2019). The relationships between environmental factors and site index of Anatolian black pine (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) stands in Demirci (Manisa) district, Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research* 17(1):1235–1246.
- Güner ŞT, Çömez A, Özkan K, Karataş R, Çelik N (2016). Türkiye’deki karaçam ağaçlandırmalarının verimlilik modellemesi. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University* 66(1):159–172.
- Kartal R, Bilir N (2022). Isparta yöresi Ehrami karaçam ağaçlandırmalarının değerlendirilmesi: 30. yıl sonuçları. *Bartın University International Journal of Natural and Applied Sciences* 5(1):10–17.
- Kuzugüdenli E (2023). Relationships between black pine wood production (m³ per year) and some habitat factors in the East Mediterranean Region. *BioResources* 18(3):6155–6168.
- Saatçioğlu F (1976) Silvikültürün biyolojik esasları ve prensipleri (Silvikültür I). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını No. 2187/222, İstanbul, 423 s.
- SPSS (2011). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. IBM Corp., Armonk, NY, USA
- Tavankar F, Rafie H, Latterini F, Nikooy M, Senfett M, Keivan Behjou F, Maleki M (2018). Growth parameters of *Pinus nigra* J.F. Arnold and *Picea abies* (L.) H. Karst. plantations and their impact on understory woody plants in above-timberline mountain areas in the north of Iran. *Journal of Forest Science* 64(10):416–426. ss

Seed sources, seed and seedling productions in exotic Maritime pine and Black locust in Turkish forestry

Tuğçe Baloğlu Ertaş^{a,*} 

Abstract: Exotic species, could be defined, which has distribution at outside of natural area shortly. The species introduce because of their advantages such as fast growing, resistance to arid area, and non-wood forest products to outside of natural area. In this study, seed sources, seed and seedling productions of exotic Maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) and Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) for Turkish forestry were examined based on forestry inventory of Türkiye. Maritime pine has 53.825 ha forest area of which 7% is unproductive, while area of Black locust is not detailed in inventory of Turkish forestry. Maritime pine has 5 seed stands at 479.9 ha and a seed orchard at 3.3 ha, while Black locust has only one seed stand at 61.9 ha in Türkiye. In the last decade, 57,291,346 and 109,797,738 seedlings from 9323 kg and 22392 kg seeds were produced from these seed sources in Maritime pine and Black locust, respectively.

Keywords: Afforestation, *Pinus pinaster*, Plantation, *Robinia pseudoacacia*, Silviculture

1. Introduction

Exotic forest trees could be defined as non-native tree species planted or introduced outside of their natural geographic range (Zobel and Talbert 1984) because of their advantages such as fast growing, erosion control, resistance to arid area or other biotic and abiotic factors, and non-wood forest products, balancing of supply and demand of forest products. They could have also some risks such as adaptation, low growth performance or survival at outside of their natural geographic range. However, the species are getting importance with their advantages. It is known that Türkiye is one of the richest countries for natural and exotic (i.e, *Pinus pinaster*, *P. radiata*, *Abies* sp., *Larix* sp., *Eucalyptus* sp., *Douglas* sp., *Robinia pseudoacacia*) forest trees with 23.4 million ha forest area, of which 9.5 million ha is unproductive (OGM 2026). For this forest area, seed orchards and seed stands are main generative and vegetative production material to produce improved seedlings. Some details of seed sources including exotic species in Turkish forestry are given in Table 1 (OGM 2024), while they can change for the years (Öztürk and Yıldız 2022). In these sources (Table 1), only Maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) has a seed orchard established at 3.3 ha as an exotic species in Türkiye (OGM 2022).

Exotic tree species are introduced outside their natural distribution ranges because of their potential advantages for forestry, including rapid growth, adaptability to adverse environmental conditions, wood production, soil improvement, erosion control, and the production of non-wood forest products (Branco et al. 2015; Koskela et al. 2014; Salmón Rivera et al. 2015). Their successful utilization in afforestation and plantation forestry depends largely on their adaptation to local ecological conditions and the availability of appropriate reproductive material (Koskela et al. 2014). In this study, seed sources, seed stands, and seed orchards are essential components of sustainable forest management (İçgen et al. 2006) because they provide a reliable supply of genetically and physiologically suitable seeds for nursery production and subsequent afforestation activities (Wambugu et al. 2023). The identification and management of appropriate seed sources are particularly important for exotic species, as their genetic resources in introduced regions are generally more limited than those of native species (Koskela et al. 2014). Seed origin may influence germination, seedling growth, survival, phenology, and adaptation to environmental stresses (Pawłowski et al. 2024); therefore, the establishment and effective utilization of suitable seed sources are critical for maintaining successful plantations. Maritime pine and Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) are important exotic tree species that have been introduced and cultivated in many regions outside their natural ranges. Maritime pine has considerable potential for wood production and afforestation, particularly under Mediterranean climatic conditions, owing to its relatively rapid growth and adaptation to dry environments (Fidalgo Fonseca et al. 2022). Black locust is also widely used because of its rapid early growth, nitrogen-fixing capacity, coppicing ability, tolerance of relatively poor soils, and valuable wood, and it has been utilized for timber and fuelwood production, erosion control, land rehabilitation, and other forestry purposes (Nicolescu et al. 2020; Vítková et al. 2017).

^a Isparta University of Applied Sciences, Institute of Graduate Education, Isparta, Türkiye

* Corresponding: tugcebaloglu32@gmail.com
Received: 16.09.2026, Accepted: 28.09.2026

Table 1. Some details of seed sources in Turkish forestry

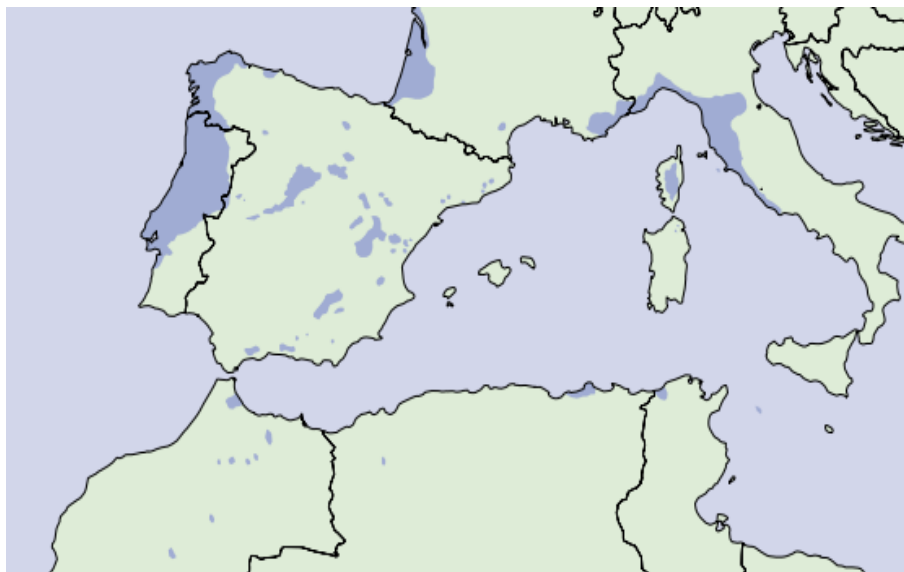
Source type	Number of species	Number of source	Total area (ha)
Seed orchard	12	189	1485,7
Seed stand	32	311	40337,9

Türkiye has considerable ecological variation and a long history of afforestation and forest rehabilitation activities, in which both native and selected exotic tree species have been used according to site conditions and management objectives (Çalışkan and Boydak 2017). Although *P. pinaster* and *R. pseudoacacia* have been used in Turkish forestry for different purposes, information integrating their forest areas, registered seed sources, seed production, and subsequent seedling production is limited. This information is important for evaluating the current reproductive-material infrastructure of these species and for determining the extent to which available seed sources support nursery production and afforestation activities. In particular, information on the number and area of seed stands and seed orchards, together with quantities of collected seeds and produced seedlings, can provide a practical basis for future planning of seed collection, seed-source management, nursery production, and the utilization of exotic species in Turkish forestry. In this study, seed sources, seed and seedling productions of exotic Maritime pine and Black locust which were used in Turkish forestry widely used in Turkish forestry for various purposes were examined based on forestry inventory of Türkiye to contribute to potential forestry purposes.

2. Maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.)

Maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) is a broadly distributed conifer in the western Mediterranean Basin, in Southern Europe and Africa, and the Atlantic coast in Portugal, Spain and France together with limited island distribution in Corsica, and northern Sardinia, and a marginal stand in Pantelleria (Alía and Martín 2003, Figure 1) because of affecting present natural distribution of two main factors: a high degree of fragmentation, and human impact (Alía and Martín 2003). The species is a valuable source of timber, used in construction, furniture, and as a renewable energy source, and also resin tapped to make rosin and turpentine. Its resistance to harsh conditions also makes it a popular choice for reforestation, landscape, and preventing soil erosion practices (Alía and Martín 2003).

Maritime pine is also widely used for various purposes in Turkish forestry as an exotic pine. Maritime pine has 53.825 ha planted forest area of which 7% is unproductive in Türkiye (OGM 2026). It has five seed stands at 479.9 ha and a seed orchard at 3.3 ha (OGM 2024) in Türkiye. In the last decade, 57.291,346 seedlings from 9323 kg seeds were produced from these seed sources in Maritime pine (OGM 2026, Figures 2 and 3). As seen from the Figures 2 and 3, seed and seedlings productions changed for the years based on interval of good seed year, afforestation programme. However, there could be many biotic and abiotic factors could impact on quality and quantity of seedling production (*i.e.*, Eser 2021a,b; Eser 2025; Çetinkaya 2024, 2025; Çetinkaya et al. 2026a).

**Figure 1.** Distribution range of maritime pine (Alía and Martín 2003)

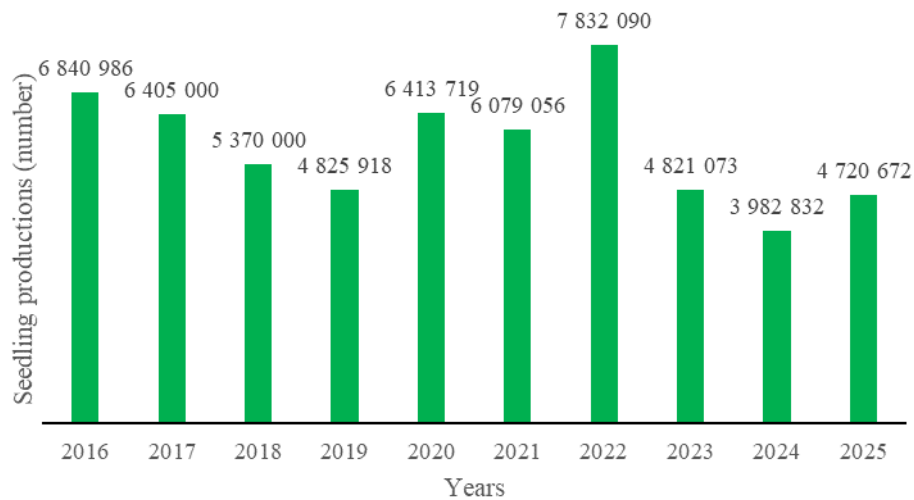


Figure 2. Seedling productions of maritime pine for the last decade

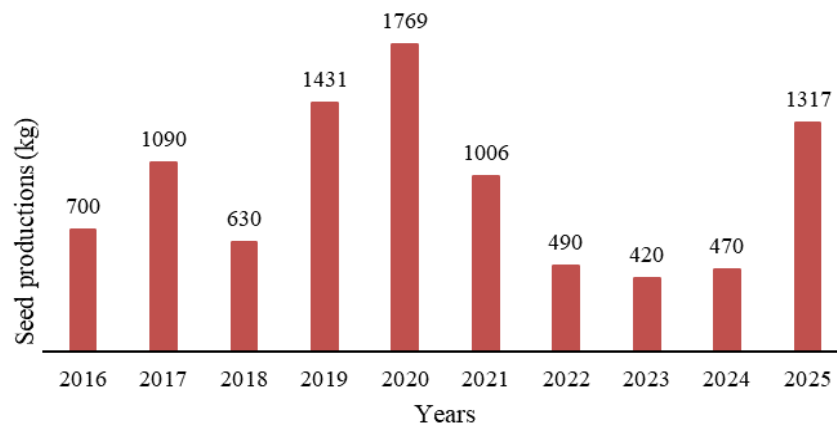


Figure 3. Seed productions of maritime pine for the last decade

3. Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.)

Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) introduced to Europe in the seventeenth century is a fast-growing deciduous tree native to North America. It is now found naturally in most of the continent, from Italy to southern Norway, and is one of the most common non-native species in Europe (Puchalka et al. 2021). Black locust is of high economic importance in both North America and Europe. Black locust is hardy and extremely tolerant to different types of soil, a light-demanding, pioneer species, able to grow under harsh conditions. The tree grows at altitudes from sea level up to 1 600 m, reaching

heights of 12-30 m, and is characterized by its deeply furrowed bark and fragrant white flowers in late spring, which are a valuable source of nectar for bees (Puchalka et al. 2021).

Black locust is also an exotic forest tree widely used in Turkish forestry. The species has only one seed stands at 61.9 ha in Türkiye (OGM 2024, Figure 4). In the last decade, 109.797,738 seedlings and 22392 kg seeds which changed for the years were produced from the seed source of Black locust (OGM 2026, Figures 5 and 6). There could be many biotic and abiotic factors could impact on quantity of seed productions in forest tree species (i.e., Eser 2024; Çetinkaya et al. 2026b).



Figure 4. Seed stand of black locust in Isparta

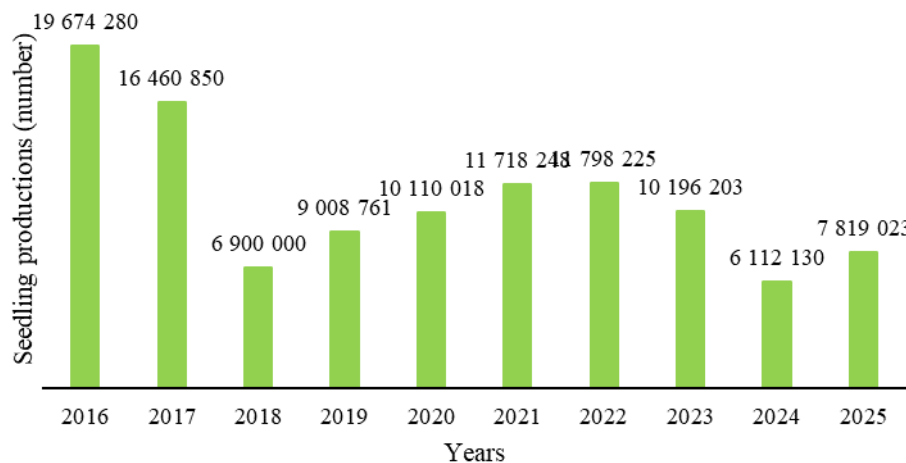


Figure 5. Seedling productions of black locust for the last decade

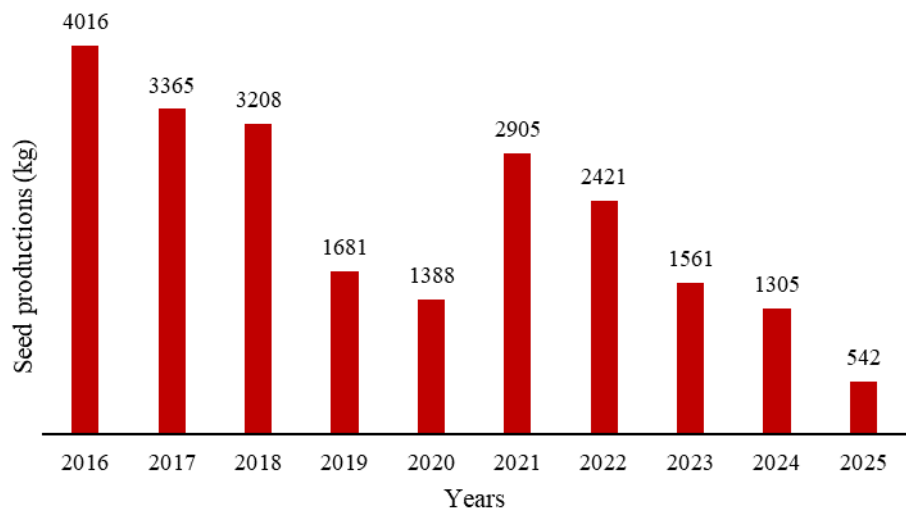


Figure 6. Seed productions of black locust for the last decade

4. Conclusions

This study evaluated the seed sources and seed and seedling production of maritime pine and black locust, which are used as exotic species in Turkish forestry. Although both species have an established importance in forestry practices in Türkiye, their seed-source infrastructures differ in extent and structure. While maritime pine has a more developed seed-source structure, black locust relies on a limited number of registered seed sources, yet draws attention with its high level of seedling production and demand. Therefore, the number and area of seed sources, their geographical distribution, genetic structure, seed and seedling quality, and adaptation to planting sites should be evaluated together. The plantation performance of seedlings obtained from different seed sources should be considered together with seedling quality; the effects of differences among seed sources on field success should be investigated through provenance trials and long-term field experiments.

Annual inventorial data indicated importance of the species for Turkish forestry, plantation performances from different seed sources of the species should be examined together with seedling quality. Selection and establishment of the seed sources should be also supported by genomic selection.

References

- Alía R, Martín S (2003). EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for Maritime pine (*Pinus pinaster*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Branco M, Brockerhoff EG, Castagneyrol B, Orazio C, Jactel H (2015). Host range expansion of native insects to exotic trees increases with area of introduction and the presence of congeneric native trees. *Journal of Applied Ecology* 52:69–77.
- Çalışkan S, Boydak M (2017). Afforestation of arid and semiarid ecosystems in Turkey. In *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 41:317-330.
- Çetinkaya D (2024). Effects of humic substance application on the development of Anatolian black pine seedlings. *Theoretical and Applied Forestry* 4: 1-5.
- Çetinkaya D (2025). Impact of ash waste material on morphological traits of Kurrajong (*Brachychiton populneus* Schott.) and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences* 62(2):197-204.
- Çetinkaya D, Çetinkaya Z, Bilir N (2026a). Biopriming with plant growth-promoting bacteria enhances germination and stress tolerance of *Pinus nigra* seeds under drought and salinity stress. *Front. For. Glob. Change* 9:1905933.
- Çetinkaya D, Oktan E, Bilir N (2026b). Conversion loss among strobili, conelets, and cones and its impact on effective population size: a case study in *Cedrus libani*. *Front. For. Glob. Change* 9:1840736.
- Eser Y (2021a). Influence of transplanting on seedling morphology and quality in Taurus cedar. *Artvin Çoruh University Journal of Forestry Faculty* 22(1):67-72.
- Eser Y (2021b). Morphological characteristics of containerized and bare-root seedlings in *Juniperus excelsa* and *J. foetidissima*. *Fresenius Environmental Bulletin* 30:8351-8355.
- Eser Y (2024). Variation in cone production of Anatolian Black pine [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] over habitat classes. *Biol Bull Russ Acad Sci*. 51:121-127
- Eser Y (2025). Height and diameter performances in afforestation of Taurus cedar and Crimean juniper seedlings: A case study from southern Turkey. *Reforesta* 21:54- 58.
- Fidalgo Fonseca T, Cristina Gonçalves A, Lousada J (2022). Maritime pine, Its biological and silvicultural traits for the basis of natural resources: An overview. In *Conifers - recent advances*. IntechOpen, 102860
- İçgen Y, Kaya Z, Çengel B, Velioglu E, Öztürk H, Önde S (2006). Potential impact of forest management and tree improvement on genetic diversity of Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) plantations in Turkey. *Forest Ecology and Management* 225:328–336.
- Koskela J, Vinceti B, Dvorak W, Bush D, Dawson IK, Loo J, Kjaer ED, Navarro C, Padolina C, Bordács S, Jamnadass R, Graudal L, Ramamonjisoa L (2014). Utilization and transfer of forest genetic resources: A global review. *Forest Ecology and Management* 333:22-34.
- Nicolescu VN, Rédei K, Mason WL, et al. (2020). Ecology, growth and management of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.), a non-native species integrated into European forests. In *Journal of Forestry Research* 31:1081-1101.
- OGM (2024). Genetic resources. General Directorate of Forestry, Ankara. [<http://www.ogm.gov.tr/tr/haberler>].
- OGM (2026). Forestry Statistics-2025. General Directorate of Forestry, Ankara. [<http://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Sayfalar/Istatistikler>].
- Öztürk YO, Yıldız MC (2022). Seed orchard and seed stands of Turkish forestry. *Theoretical and Applied Forestry* 1:22-25.
- Pawłowski TA, Suszka J, Mucha J, Zadworny M, Alipour S, Kurpisz B, Chmielarz P, Jagodziński AM, Chmura DJ (2024). Climate legacy in seed and seedling traits of European beech populations. *Frontiers in Plant Science*, 15,1355328
- Puchalka R, Dyderski MK, Vítková M, Sádlo J, Klisz M, Netsvetov M, Prokopuk Y, Matisons R, Mionskowski M, Wojda T, Koprowski M (2021). Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) range contraction and expansion in Europe under changing climate. *Global Change Biology* 27(8):1587-1600.
- Salmón Rivera B, Barrette M, Thiffault N (2015). Issues and perspectives on the use of exotic species in the sustainable management of Canadian forests. *Reforesta* 1:261-280.
- Vítková M, Müllerová J, Sádlo J, Pergl J, Pyšek P (2017). Black locust (*Robinia pseudoacacia*) beloved and despised: A story of an invasive tree in Central Europe. In *Forest Ecology and Management* 384:287-302.
- Wambugu PW, Nyamongo DO, Kirwa EC (2023). Role of seed banks in supporting ecosystem and biodiversity conservation and restoration. In *Diversity*, 15, 5080896.
- Zobel BJ, Talbert J (1984). *Applied Forest Tree Improvement*. New York: John Wiley.

