

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORCID : - - -

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /

Tezin Savunma Tarihi : / /

Tez Danışmanı :
ORCID : - - -

Trabzon

ÖNSÖZ

“Karaçam (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana*) Doğal Gençleştirme Alanlarında Yükselti ve Bakı Faktörlerinin Fidan Gelişim Parametrelerine Etkisi” adlı bu çalışma, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tezinin bilimsel danışmanlığını üstlenerek gerek konunun seçiminde gerekse hazırlanması sırasında yakın ilgi ve desteğini gördüğüm sayın hocam Prof. Dr. Deniz GÜNEY’e şükranlarımı sunarım.

Değerli görüş ve fikirlerinden yararlandığım Doç. Dr. Fahrettin ATAR’a ve Dr. Öğr. Üyesi Ali BAYRAKTAR’a arazi çalışmalarında desteklerini esirgemeyen Gökmentepe Orman İşletme Şefliği personeline teşekkürü bir görev biliyorum.

Bu çalışmanın yürütülmesi sırasında her türlü destek ve yardımlarından dolayı, Mudurnu Orman İşletme Müdürlüğü personeline ayrıca teşekkür ederim.

Yaşam hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen her zaman yanımda olan canım aileme teşekkür ederim.

Mümin BAYRAM

Trabzon 2025

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi Olarak Sunduğum “Karaçam (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana*) Doğal Gençleştirme Alanlarında Yükselti ve Bakı Faktörlerinin Fidan Gelişim Parametrelerine Etkisi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Deniz GÜNEY’in sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 09/04/2025

Mümin BAYRAM

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XI
SEMBOLLER DİZİNİ	XII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. Karaçamın Genel Özellikleri	6
1.3. Literatür Özeti.....	8
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	13
2.1. Örnek Alanların Seçimi	13
2.2. Örnek Alanlarda Yapılan Ölçümler	15
2.3. Verilerin Değerlendirilmesi	17
3. BULGULAR	18
3.1. Karaçam Fidanlarının Morfolojik Özelliklerine İlişkin Bulgular	18
3.1.1. Fidan Boyu Değerlerine İlişkin Bulgular	18
3.1.2. Kök Boğaz Çapına İlişkin Bulgular	24
3.1.3. Gürbüzlük İndisine İlişkin Bulgular.....	30
3.1.4. Fidan Artım Değerlerine İlişkin Bulgular	37
3.2. Morfolojik Karakterler Arasındaki Korelasyon Analizine İlişkin Bulgular	43
4. SONUÇ VE TARTIŞMA.....	44

5. ÖNERİLER	48
6. KAYNAKLAR.....	50
ÖZGEÇMİŞ	



Yüksek Lisans

ÖZET

KARAÇAM (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana*) DOĞAL GENÇLEŞTİRME ALANLARINDA YÜKSELTİ VE BAKI FAKTÖRLERİNİN FİDAN GELİŞİM PARAMETRELERİNE ETKİSİ

Mümin BAYRAM

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Deniz GÜNEY
2025, 53 Sayfa

Bu çalışma, Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana*) doğal gençleştirme sahalarında yükselti ve bakımın fidan gelişimi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Mudurnu Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Gökmentepe Mevkii'nde seçilen doğal gençleştirme sahalarında iki farklı yükselti kuşağı (800-1000 m ve 1000-1200 m) ve iki farklı baki (güneşli ve gölgeli) altında genç karaçam bireylerinin büyüme performansı incelenmiştir. Çalışma kapsamında 360 fidanın morfolojik özellikleri (fidan boyu, kök boğaz çapı ve gürbüzlük indisi) iki yıl boyunca takip edilmiş ve yükselti ile bakımın fidan gelişimi üzerindeki etkileri istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Sonuçlar, düşük rakımlarda ve gölgeli bakılarda yetişen fidanların daha yüksek boy uzunluğuna ve kök boğaz çapına sahip olduğunu göstermiştir. Buna göre, 800 m yükseltide ve gölgeli bakıda yetişen fidanların en yüksek ortalama boy uzunluğuna (2 yaşında 15,03 cm, 3 yaşında 18,12 cm) ve en yüksek kök boğaz çapına (2 yaşında 3,38 mm, 3 yaşında 4,71 mm) sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, gürbüzlük indisi açısından en kaliteli fidanların düşük rakımlı ve gölgeli bakılarda olduğu belirlenmiştir. Varyans analizi sonuçları, yükselti ve bakımın fidan gelişimi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiler yarattığını ortaya koymuştur. Bu bulgular, karaçam doğal gençleştirme çalışmalarında uygun topografik faktörlerin dikkate alınarak planlama yapılmasının önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Morfoloji, Fidan Kalitesi, Gençleştirme, Fizyografik Özellikler

Master Thesis

SUMMARY

EFFECTS OF ELEVATION AND ASPECT FACTORS ON SEEDLING GROWTH
PARAMETERS IN NATURAL REGENERATION AREAS OF BLACK PINE (*Pinus
nigra* Arnold subsp. *pallasiana*)

Mümin BAYRAM

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Forest Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof.Dr. Deniz GÜNEY
2025, 53 Pages

This study was conducted to determine the effects of elevation and aspect on seedling growth in natural regeneration areas of Anatolian black pine (*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana*). The research was carried out in natural regeneration sites selected in Gökmentepe Mevkii, within the boundaries of Mudurnu Forest Enterprise Directorate. The study area included two different elevation zones (800-1000 m and 1000-1200 m) and two different aspects (sunny and shady). A total of 360 seedlings were monitored over two years, and their morphological characteristics, including seedling height, root collar diameter, and sturdiness index, were measured to statistically evaluate the effects of elevation and aspect on seedling development.

The results indicated that seedlings growing at lower elevations and in shady aspects exhibited greater height and root collar diameter. Specifically, seedlings at 800 m elevation in shady aspects had the highest average height (15.03 cm at age 2 and 18.12 cm at age 3) and the largest root collar diameter (3.38 mm at age 2 and 4.71 mm at age 3). Moreover, the highest-quality seedlings in terms of sturdiness index were also found at lower elevations and in shady aspects. Variance analysis results revealed that elevation and aspect had statistically significant effects on seedling growth. These findings emphasize the importance of considering topographic factors when planning natural regeneration efforts for black pine forests.

Keywords: Morphology, Seedling Quality, Regeneration, Physiographic Characteristics

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Karaçamın yayılış alanının yıllara göre değişimi (OGM istatistikleri).....	4
Şekil 2. Anadolu Karaçamı türünün dünya (Caudullo vd., 2017) ve Türkiye’deki (Atalay ve Efe, 2012) doğal yayılışı.....	6
Şekil 3. Örnek alanların Türkiye’deki ve meşcere haritasındaki konumu	13
Şekil 4. Deneme alanlarına ait kuş bakışı genel görünüm.....	14
Şekil 5. Deneme alanlarının arazi görünümleri	14
Şekil 6. Deneme alanlarında yapılan ölçümlere ait görüntüler	16
Şekil 7. Yükselti ve bakı etkileşimine göre ortalama fidan boylarının (FB ₂) değişimi.....	19
Şekil 8. Ortalama fidan boylarının (FB ₂) yükselti ve bakıya göre değişimi.....	19
Şekil 9. Ortalama fidan boy değerlerinin (FB ₂) yükselti ve bakıya göre değişimi.....	21
Şekil 10. Yükselti ve bakı etkileşimine göre ortalama fidan boylarının (FB ₃) değişimi.....	22
Şekil 11. Ortalama fidan boylarının (FB ₃) yükselti ve bakıya göre değişimi.....	22
Şekil 12. Ortalama fidan boyu değerlerinin (FB ₃) yükselti ve bakıya göre değişimi.....	24
Şekil 13. Yükselti ve bakı etkileşimine göre ortalama kök boğazı çaplarının (KBÇ ₂) değişimi.....	25
Şekil 14. Ortalama kök boğazı çaplarının (KBÇ ₂) yükselti ve bakıya göre değişimi	25
Şekil 15. Ortalama kök boğazı çapı değerlerinin (KBÇ ₂) yükselti ve bakıya göre değişimi.....	27
Şekil 16. Yükselti ve bakı etkileşimine göre ortalama kök boğazı çaplarının (KBÇ ₃) değişimi.....	28
Şekil 17. Ortalama kök boğazı çaplarının (KBÇ ₃) yükselti ve bakıya göre değişimi	28
Şekil 18. Ortalama kök boğazı çapı değerlerinin (KBÇ ₃) yükselti ve bakıya göre değişimi.....	29
Şekil 19. Gİ ₂ değerleri bakımından fidanların kalite sınıflarına oransal dağılımı.....	31
Şekil 20. Gİ ₂ değerlerine göre kaliteli fidan yüzdesinin yükselti ve bakıya göre değişimi.	32
Şekil 21. Gİ ₂ değerlerine göre kaliteli fidan yüzdesinin yükselti ve bakı etkileşimine bağlı yüzdesel değişimi	33

Şekil 22. GI_3 değerleri bakımından fidanların kalite sınıflarına oransal dağılımı.....	35
Şekil 23. GI_3 değerlerine göre kaliteli fidan yüzdesinin yükselti ve bakıya göre değişimi.	35
Şekil 24. GI_3 değerlerine göre kaliteli fidan yüzdesinin yükselti ve bakı etkileşimine bağlı yüzdesel değişimi	37
Şekil 25. Yükselti ve bakı etkileşimine göre ortalama fidan boy artımlarının ($FB_{3artım}$) değişimi.....	38
Şekil 26. Ortalama fidan boy artımlarının ($FB_{3artım}$) yükselti ve bakıya göre değişimi	38
Şekil 27. Ortalama fidan boy artımlarının ($FB_{3artım}$) yükselti ve bakıya göre değişimi	39
Şekil 28. Yükselti ve bakı etkileşimine göre ortalama kök boğazı çapı artımlarının ($KBÇ_{3artım}$) değişimi	41
Şekil 29. Ortalama fidan kök boğazı çapı artımlarının ($KBÇ_{3artım}$) yükselti ve bakıya göre değişimi.....	41
Şekil 30. Ortalama fidan kök boğazı çapı artımlarının ($KBÇ_{3artım}$, mm) yükselti ve bakıya göre değişimi	42

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Örnek alanlara ilişkin genel bilgiler	15
Tablo 2. Karaçam gençliklerinin (2 yaşında) fidan boyu değerlerine ilişkin sonuçlar	18
Tablo 3. Ortalama fidan boylarına (FB ₂) ilişkin varyans analizi sonuçları	20
Tablo 4. Karaçam gençliklerinin (3 yaşında) fidan boyu değerlerine ilişkin sonuçlar	21
Tablo 5. Ortalama fidan boyuna (FB ₃) ilişkin varyans analizi sonuçları	23
Tablo 6. Karaçam gençliklerinin (2 yaşında) kök boğazı çapı değerlerine ilişkin sonuçlar	24
Tablo 7. Ortalama kök boğazı çaplarına (KBÇ ₂) ilişkin varyans analizi sonuçları	26
Tablo 8. Karaçam gençliklerinin (3 yaşında) kök boğazı çapı değerlerine ilişkin sonuçlar	27
Tablo 9. Ortalama kök boğazı çaplarına (KBÇ ₃) ilişkin varyans analizi sonuçları	29
Tablo 10. Karaçam gençliklerinin gürbüzlük indisi (Gİ ₂) genel ortalama değerleri	30
Tablo 11. Karaçam gençliklerinin gürbüzlük indisi (Gİ ₂) değerleri bakımından bakı ve yükseltiye göre kalite sınıflarına dağılım oranları (%)	30
Tablo 12. Gürbüzlük indisine (Gİ ₂) ilişkin varyans analizi sonuçları	32
Tablo 13. Karaçam gençliklerinin gürbüzlük indisi (Gİ ₃) genel ortalama değerleri	34
Tablo 14. Karaçam gençliklerinin gürbüzlük indisi (Gİ ₃) değerleri bakımından bakı ve yükseltiye göre kalite sınıflarına dağılım oranları (%)	34
Tablo 15. Gürbüzlük indisine (Gİ ₃) ilişkin varyans analizi sonuçları	36
Tablo 16. Karaçam gençliklerinin (3 yaşında) 1 yıllık boy artım değerlerine ilişkin sonuçlar	37
Tablo 17. Ortalama yıllık fidan boy artımlarına (FB _{3artım}) ilişkin varyans analizi sonuçları	39
Tablo 18. Karaçam gençliklerinin (3 yaşında) 1 yıllık kök boğazı çapı artım değerlerine ilişkin sonuçlar	40
Tablo 19. Ortalama yıllık kök boğazı çapı boy artımlarına (KBÇ _{3artım}) ilişkin varyans analizi sonuçları	42
Tablo 20. Morfolojik karakterlere ilişkin korelasyon analizi sonuçları	43

SEMBOLLER DİZİNİ

m	: metre
cm	: Santimetre
Ha	: Hektar
FB	: Fidan Boyu
FB ₂	: 2 Yaşındaki Fidan Boyu
FB ₃	: 3 Yaşındaki Fidan Boyu
KBÇ	: Kök Boğazı çapı
KBÇ ₂	: 2 Yaşındaki Kök Boğazı Çapı
KBÇ ₃	: 3 Yaşındaki Kök Boğazı Çapı
FB _{3artım}	: 3 Yaşındaki Fidanın Bir Yıllık Fidan Boyu Artımı
KBÇ _{3artım}	: 3 Yaşındaki Fidanın Bir Yıllık Kök Boğazı Çapı Artımı
Gİ	: Gürbüzlük indisi
Gİ ₂	: 2 Yaşındaki Gürbüzlük indisi
Gİ ₃	: 3 Yaşındaki Gürbüzlük indisi

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Ormanlar, hem ülke ekonomilerine doğrudan katkı sağlayan hem de ekosistemlerin devamlılığı açısından kritik öneme sahip ekolojik hizmetler sunan en değerli doğal kaynaklardan biridir. Yaşanabilir bir çevre ve sağlıklı bir yaşam için ormanların varlığının korunması ve sürdürülebilir bir yönetim anlayışıyla işletilmesi zorunludur. Ancak her yıl dünya genelinde, ülkemizin orman varlığına eşdeğer büyüklükte alan yok olmakta ve bu durum, başta iklim değişikliği olmak üzere çeşitli çevresel sorunlara yol açmaktadır. Geniş çaplı ormansızlaşma, ekolojik dengeyi bozarak geleceğimizi tehdit eden en önemli çevresel risklerden biri haline gelmiştir.

Ormanlarımız, yakacak ve endüstriyel odun hammaddesi sağlayarak çeşitli sektörlere katkıda bulunurken, kırsal kesimde yaşayanlar için de önemli bir geçim kaynağıdır. Ayrıca iklim değişikliğinin etkilerini azaltma, biyolojik çeşitliliği koruma, temiz su kaynaklarını güvence altına alma ve erozyonla mücadele gibi hayati ekolojik işlevler üstlenmektedir. Tarım arazilerinin korunması, arazi verimliliğinin artırılması ve kentlerin yaşanabilirliğinin iyileştirilmesi gibi katkılarıyla, çevre sağlığının sürdürülebilirliğinde kilit bir rol oynamaktadır (Anonim, 2006).

Canlı yaşamı, birçok faktörün etkisi altında olup, bu faktörlerin azalması veya aşırı artması, ekosistem dengelerini bozarak yaşamsal döngüleri olumsuz etkileyebilmektedir. Doğal kaynaklar, insanlığın gelişiminde her dönem önemli rol oynamış, özellikle yerleşik hayata geçiş ve teknolojik ilerlemelerle birlikte yaşam kalitesini şekillendirmiştir. Ormanlar hem insan hem de yaban hayatı için barınma, beslenme ve enerji ihtiyacını karşılayan vazgeçilmez kaynaklar arasında yer almakta, ancak zamanla aşırı ve kontrolsüz kullanım nedeniyle ciddi tahribata uğramaktadır (Gillett vd., 2004).

Dünya genelinde artan nüfus ve azalan fosil yakıt rezervleri, doğal kaynaklara yönelik baskıyı artırmakta, bu da ormanların sürdürülebilir yönetimini her zamankinden daha önemli hale getirmektedir. Ekosistem hizmetleri açısından kritik işlevler üstlenen ormanlar, aynı zamanda karbon depolama ve iklim değişikliğiyle mücadelede de önemli bir role sahiptir. Bu durum, doğal kaynak politikalarının temel unsurlarından biri haline gelmiş, Paris Antlaşması'na taraf olan ülkemiz için de ormanların korunması ve geliştirilmesi uluslararası

bir sorumluluk olarak kabul edilmiştir. Ancak, yangınlar ve aşırı kullanım gibi faktörler nedeniyle orman varlığı birçok bölgede azalma göstermekte veya ekolojik niteliklerini kaybetmektedir (Johnson vd., 1996).

Endüstrileşme, nüfus artışı ve enerji ihtiyacının fosil yakıtlara yönelmesi, doğal kaynakların tükenmesine yol açmış, bu süreçte orman kaynakları da yoğun baskı altında kalmıştır. Birleşmiş Milletlerin 2021 tarihli dünya orman kaynakları raporuna göre, 2030 yılına kadar dünya genelinde orman varlığında %32,8 oranında bir azalma öngörülmekte, özellikle Kuzey ve Güney Amerika ile Afrika kıtalarında bu kaybın daha belirgin olacağı ifade edilmektedir (Anonim, 2021). Bu nedenle, orman alanlarının korunması ve sürdürülebilir şekilde yönetilmesi için etkili ormancılık uygulamalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Ağaçlandırma, yapay gençleştirme, rehabilitasyon ve restorasyon çalışmaları, ormanların ekolojik ve ekonomik fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için hayati öneme sahiptir (Boydak ve Çalışkan, 2014). Bu kapsamda, orman ekosistemlerinin gelişimini etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve uygun tekniklerin uygulanması, doğal kaynakların geleceğe taşınması açısından büyük önem taşımaktadır.

Ülkemizde 1973 yılında 20.199.296 hektar olan orman varlığı, 2015 yılına gelindiğinde 22.342.935 hektara çıkarak toplam yüzölçümün %28,6'sını kaplamıştır. 2023 yılı verilerine göre ise, ülkemizdeki orman alanı 23.363.071 hektara ulaşmış ve bu miktar, toplam yüzölçümün yaklaşık %29,8'ine denk gelmektedir. Toplam orman alanının %59'unu oluşturan normal kapalı ormanlar 13.708.972 hektarlık bir alanı kaplarken, boşluklu kapalı ormanlar ise 9.654.099 hektar ile orman varlığının %41'ine karşılık gelmektedir (OGM, 2023). Ülkemiz, orman kaynakları açısından zengin olmasına rağmen, mevcut alanların yaklaşık %50'si verim kaybı nedeniyle iyileştirilmesi gereken sahalar arasında yer almaktadır. Ayrıca, ani topoğrafik değişimlerin neden olduğu çığ, sel ve erozyon gibi doğal afetler, orman alanlarını tehdit etmekte ve yaşam alanlarının yok olmasına yol açmaktadır. Bu nedenle, sürdürülebilir ormancılık kapsamında, ağaçlandırma, rehabilitasyon ve doğal gençleştirme çalışmalarının zamanında ve uygun silvikültürel yöntemlerle uygulanması büyük önem taşımaktadır.

Bunun yanı sıra, toplumsal ve ekonomik yönleriyle de kritik bir role sahip orman alanların ekosistem fonksiyonlarının geliştirilmesi ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi büyük bir gereklilik arz etmektedir. Özellikle hatalı teknik uygulamalar ve doğal gençleştirme süreçlerindeki eksiklikler nedeniyle ormanların verimsiz hale gelmesi hassasiyetle üzerinde durulması gereken konulardandır.

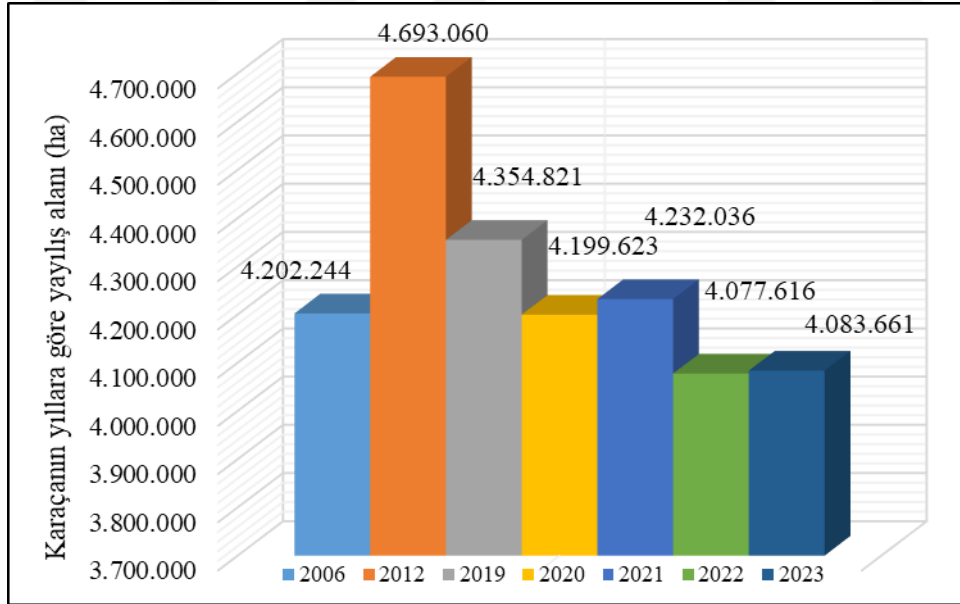
Doğal gençleştirme, orman ekosistemlerinin doğal döngüleri içinde kendini yenileyebilmesi için kritik bir süreçtir. Ancak bu sürecin başarısı, meşcere özellikleri, toprak yapısı ve iklim koşulları gibi birçok faktöre bağlıdır. Özellikle karaçam gibi geniş yayılış gösteren türlerde, gençleştirme sürecinin etkinliği fizyografik faktörler tarafından önemli ölçüde etkilenmektedir. Yükselti ve bakı gibi faktörler, toprak nemi, sıcaklık ve ışık rejimi üzerinde belirleyici rol oynayarak genç bireylerin büyümesini ve hayatta kalma oranlarını şekillendirmektedir (Gezer ve Aslan, 1982). Bu nedenle, başarılı bir gençleştirme süreci için ekolojik ve silvikültürel faktörlerin detaylı bir şekilde incelenmesi gerekmektedir.

Doğal gençleştirme süreçlerinin başarısı, yalnızca tohum dökme ve çimlenme gibi biyolojik süreçlerle sınırlı olmayıp, aynı zamanda ekolojik ve fizyografik faktörlerden de büyük ölçüde etkilenmektedir. Özellikle karaçam değişken ekosistem koşullarına uyum sağlayabilen ve geniş bir yayılış alanına sahip olmasıyla dikkat çeken bir türdür (Deligöz, 2007). Ancak bu yayılış, farklı bölgelerde değişen iklim, toprak ve yükselti faktörlerine bağlı olarak genç bireylerin hayatta kalma ve gelişim oranlarını büyük ölçüde farklılaştırmaktadır (Karadağ, 1999). Genç karaçam bireylerinin büyüme performansı üzerinde yükselti ve bakı gibi fizyografik faktörlerin belirleyici olduğu, ışık ve nem koşullarının tohumların çimlenme sürecinden itibaren fidan gelişimini doğrudan etkilediği belirtilmektedir (Gezer ve Aslan, 1982). Gençleştirme çalışmaları doğal gençleştirme ve yapay gençleştirme olmak üzere iki ana grupta toplanmaktadır. Doğal ya da yapay gençleştirme yöntemlerinin seçiminde türün biyolojisi, tohum ağaçlarının sayısı, dağılımı ve kalitesi gibi meşcere özellikleri, edafik ve iklimik faktörler gibi birçok etmen uygulayıcıyı yönlendirmektedir. Gençleştirme çalışmalarına başlamadan önce iklimik, edafik ve fizyografik faktörlerden oluşan yetişme ortamı koşullarının da büyüme üzerindeki etkisinin çok iyi tespit edilerek, gençleştirme öncesi mutlaka genel ve özel etüt faaliyetlerinin yerine getirilmesi gerekir. Tüm bunlara bağlı olarak yöntem seçimi ve planlanması, çalışmaların ekonomik ve biyolojik başarısı ile sürdürülebilir ormancılık uygulamalarında rol oynayan en önemli faktörlerdendir. Bununla birlikte, bu başarıda genel olarak gençleştirme sonrası gelen gençliğin sayısı ve dağılımı kadar bu gençliğin büyüme özelliklerinin değerlendirilmesi de çok önemlidir.

Karaçam bir yarı ışık ağacı olup siper altında uzun süre gelişme enerjisini yitirmeden kalabilmektedir. Yükselti ve bakı gibi bazı parametreler, gençliğin yoğunluğu ve büyümesi için hayati önem taşımaktadır. Karaçam ormanlarında gençleştirme başarısı ve gençlik büyümesi genellikle siperaltı yöntemi kullanılarak oluşturulan parçalı meşcere yapılarıyla yakından ilişkilidir. Karaçam ormanlarının doğal olarak gençleştirilmesindeki zorluklar

nedeniyle, mevcut karaçam ormanlarının doğal gençleştirme başarısını etkileyen faktörlerin iyi anlaşılması çok önemlidir. Karaçam gençliklerinin ilk çağlarda büyüme ve hayatta kalma oranları başarılı gençleştirme çalışmaları için hayati öneme sahiptir. Bu sebeple, karaçam ormanlarının başarılı bir şekilde gençleştirilmesi için gençlik sayısını, gençlik büyümesini ve gençlik ölüm oranını etkileyen faktörlerin iyi belirlenmesi gerekmektedir. Meşcerenin yükselti ve bakı gibi fizyografik özellikleri, meşcere içindeki sıcaklık, nem, ışık gibi çevresel değişkenleri etkilemekte bu da gençlik sayısını, gençliğin büyümesini ve ölüm oranını değiştirmektedir. Bu nedenle, meşcerenin fizyografik özellikleri ile gençlik arasındaki karşılıklı ilişkilerin bilinmesi, gençliğin belirli bir silvikültürel müdahaleye verecekleri muhtemel tepkilerin tespitine yardımcı olmaktadır.

Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe), Türkiye'nin doğal flora zenginliğinde öne çıkan ve kaliteli odun üretimi sağlayan bir ana ağaç türüdür. Karaçam, geniş bir yayılış alanına sahip olup Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde saf veya karışık meşcereler oluşturmaktadır. OGM istatistiklerine baktığımızda Karaçamın yayılış alanı miktarı yıllara göre değişkenlik göstermiş olup aşağıdaki şekilde bu alansal değişim özetlenmiştir.



Şekil 1. Karaçamın yayılış alanının yıllara göre değişimi (OGM istatistikleri)

Şekil 1'e bakıldığında Karaçamın 4.693.060 ha olan 2012 yılı alansal dağılımının, 2022 yılına geldiğinde 4.077.616 ha'a düştüğü görülmektedir. Bu değer 2023 istatistiklerine göre bir miktar artarak 4.083.661 ha'a ulaşsa da genel bir alansal düşüş eğiliminde olduğu

anlaşılmaktadır. Türkiye'nin yanı sıra diğer Akdeniz ülkelerinde ağaçlandırma çalışmalarında da sıkça tercih edilen önemli bir çam türü olan Karaçam için ağaçlandırma ve doğal gençleştirme gibi gerekli silvikültürel müdahalelerin zamanında ve tekniğine uygun olarak yapılmasının gerekliliğine ortaya koymaktadır.

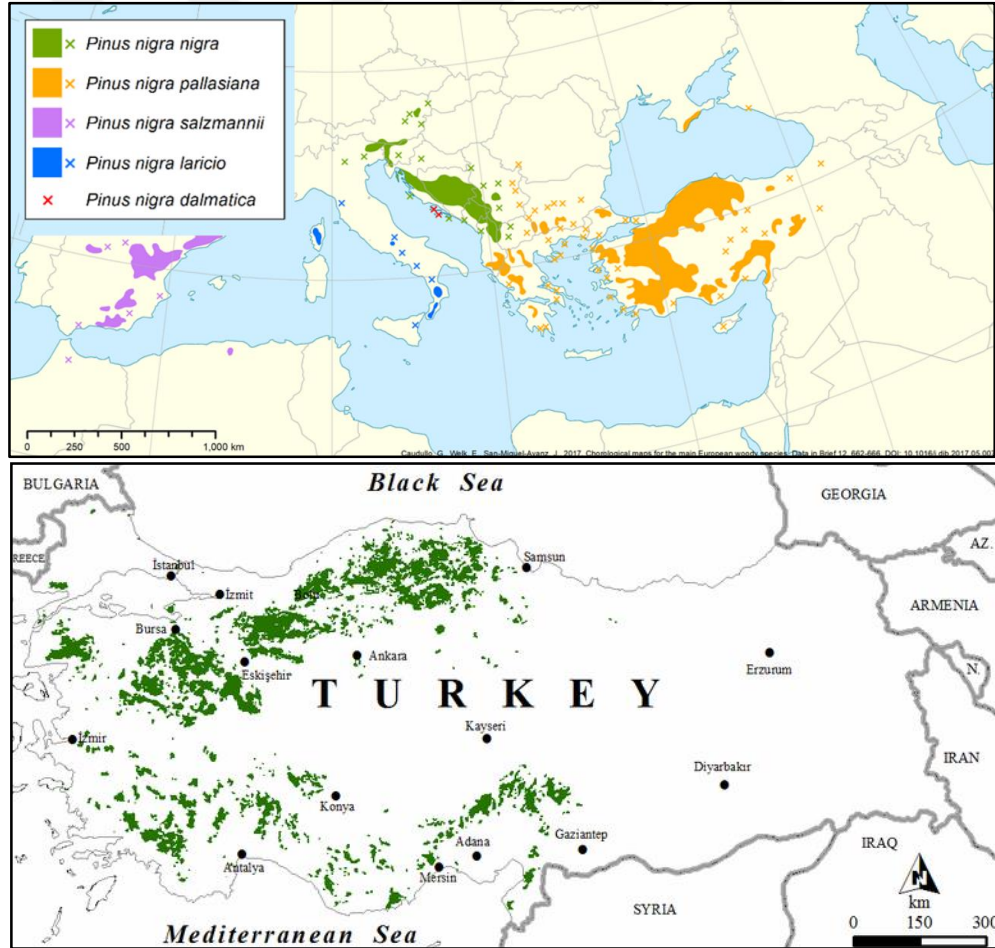
Karaçam, Türkiye'de geniş bir yayılış alanına sahip olup, özellikle yarı kurak ve yüksek rakımlı bölgelerde önemli bir türdür. Bu tür, doğal gençleştirme çalışmaları açısından dikkatle incelenmesi gereken özelliklere sahiptir. Yarı ıslık ağacı olan karaçam, gölgeye belirli bir tolerans gösterse de belirli bir aşamadan sonra gelişim için yeterli ışığa ihtiyaç duymaktadır (Saatçioğlu, 1969). Bunun yanı sıra, tohum dökme ve çimlenme özellikleri de fizyografik faktörlerden etkilenmektedir. Özellikle eğimli arazilerde, tohumların toprak yüzeyinde birikmesi ve çimlenmesi, eğimin yönüne ve su tutma kapasitesine bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Atay, 1959). Bu durum, yükselti ve bakımın gençleştirme başarısı üzerindeki etkisinin ayrıntılı şekilde analiz edilmesini gerektirmektedir.

Özellikle Türkiye'de gerçekleştirilen yapay ve doğal gençleştirme çalışmaları, genellikle ekonomik kaygılarla odun üretimine öncelik veren uygulamalar üzerine yoğunlaşmaktadır. Ancak yapılan araştırmalar, gençleştirme sürecinde sadece ekonomik verimliliğin değil, ekolojik faktörlerin de dikkate alınması gerektiğini göstermektedir (Karadağ, 1999). Bu bağlamda, karaçam meşcerelerinin doğal gençleştirme süreçlerinde yükselti ve bakımın genç fidanların gelişimi üzerindeki etkilerini belirlemek, orman ekosistemlerinin sürdürülebilir yönetimi açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışma, Türkiye'de geniş yayılış gösteren karaçam türünün doğal gençleştirme süreçlerinde yükselti ve bakı gibi fizyografik faktörlerin etkisini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Çalışmada, farklı yükselti ve bakılarda seçilen doğal gençleştirme alanlarındaki genç karaçam bireylerinin gelişim performansı ölçülecek ve bu faktörlerin büyüme sürecine olan etkileri değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, doğal gençleştirme sürecine yönelik uygulamaların daha bilinçli ve ekolojik temelli yürütülmesine katkı sağlayacaktır. Ayrıca, çalışma sonuçları gençleştirme sahalarının seçimi ve uygun silvikültürel tekniklerin belirlenmesi açısından ormancılık sektörü için önemli bir rehber niteliğinde olacaktır.

1.2. Karaçamın Genel Özellikleri

Türkiye, farklı jeomorfolojik yapılar nedeniyle çeşitli ekolojik koşullara sahip olup, bu durum biyolojik çeşitliliğin yanı sıra orman ağacı türlerinde de büyük bir zenginlik oluşturmuştur. Ülkemizin yaygın ve önemli asli orman türlerinden biri olan Karaçam, geniş bir coğrafi yayılışa ve yüksek adaptasyon yeteneğine sahiptir. Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) olarak adlandırılan bu tür, Trakya'dan Doğu Anadolu'ya kadar geniş bir alanda yayılış göstermekte olup, özellikle Orta Anadolu, Akdeniz ve Karadeniz bölgelerinde saf veya karışık meşcereler oluşturmaktadır (Saatçioğlu, 1969). Anadolu Karaçamı türünün dünya ve Türkiye üzerindeki doğal yayılış alanlarını gösteren harita Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Anadolu Karaçamı türünün dünya (Caudullo vd., 2017) ve Türkiye'deki (Atalay ve Efe, 2012) doğal yayılışı

Karaçam, ekstrem yetiştirme ortamlarına yüksek tolerans gösteren, kazık kök sistemine sahip ve yarı ışık ağacı olarak sınıflandırılan bir türdür. 500-1500 metre yükseltilerde yaygın olarak bulunmakla birlikte, Karadeniz Bölgesi'nde 1700 metreye kadar çıkabilen popülasyonları mevcut olup Toroslar'da 2000 m'ye kadar çıktığı ifade edilmektedir (Kayacık, 1980; Anşin, 1988; Yaltırık, 1988). Antropojen step alanlarına en fazla sokulabilen türlerden biri olup, orman-step sınırlarını belirlemede önemli rol oynamaktadır. Aynı yaşlı, tek tabakalı meşcereler oluşturmalarının yanı sıra, genç yaşlarda sıklık ve sıriklık dönemlerinde çok tabakalı meşcereler de meydana getirebilmektedir (Saatçioğlu, 1969). Geniş coğrafi varyasyonu nedeniyle ağaçlandırma çalışmalarında yaygın şekilde kullanılan Karaçam, ülkemizde tohum meşcereleri ve klonal tohum bahçelerinin kurulmasına olanak sağlayan belirgin özelliklere sahiptir (Atay, 1959; Alptekin, 1986).

Özellikle Akdeniz ve İç Anadolu bölgelerinin yarı kurak alanlarında antropojen step sınırlarını belirleyen önemli türlerden biridir. Karaçam, odun kalitesi ve yüksek ekonomik değeri nedeniyle ormancılık faaliyetlerinde büyük öneme sahiptir. Ayrıca, su toplama havzalarındaki erozyon kontrolü ve karbon depolama kapasitesi gibi ekolojik işlevleri sayesinde sürdürülebilir ormancılık uygulamalarında kritik rol oynamaktadır (Sevgi, 2022). Karaçam, farklı yükseklik ve bakı koşullarında gelişim gösterebilen bir tür olup, meşcerelerin büyüme dinamikleri üzerinde bu faktörlerin önemli etkileri bulunmaktadır.

Anadolu karaçamı herdem yeşil, iğne yapraklı bir orman ağacı olup, 40 metreye kadar boylanabilen ve genellikle düzgün gövdeli bir yapı sergileyen bir türdür. Genç bireylerde konik form gösteren tepe tacı, yaşlandıkça yuvarlaklaşarak kubbe şeklini alır (Yaltırık, 1988). Kabuk yapısı, genç bireylerde koyu gri renkte olup, yaşlandıkça derin çatlaklar kazanarak kalınlaşır ve beyazımsı bir renk alabilir. Bu nedenle bazı bölgelerde "akçam" veya "alaçam" gibi isimlerle de anılmaktadır (Akkemik vd., 2011). Karaçam sürgünleri kalın ve pürüzlü bir yapı gösterir. Kısa sürgünler üzerinde çift olarak bulunan iğne yaprakları 70 ila 180 mm uzunluğunda, koyu yeşil, sert ve batıcıdır. Tomurcukları reçineli olup, büyük, silindirik ve uçları sivridir (Yaltırık ve Efe, 2000; Akkemik, 2020).

Kozalakları parlak açık sarıdan esmere değişen renkte olup, kısa saplı ve simetrik yapıdadır. Kozalak pulları yassı olup, göbeklerinde ufak bir diken bulunur. Karaçam odunu, belirgin yıllık halka sınırlarına sahip olup, ilkbahar ve yaz odunu arasında keskin bir geçiş gösterir. Genç bireylerde ve verimli alanlarda geniş yıllık halkalar gözlemlenirken, yaşlı ve kurak alanlarda büyüme halkaları dar ve sık bir yapı sergilemektedir (Akkemik ve Yaman, 2012).

Toprak derinliği ve drenajı iyi olan alanlarda daha başarılı büyüme performansı sergilemektedir. Mineral toprağın açığa çıkması, tohumun çimlenmesini kolaylaştırırken sağlıklı kök gelişimini destekler ve genç fidanların hayatta kalma şansını artırır (Çelik vd., 2002). Doğal gençleştirilmenin temel unsurlarından biri olan toprak işleme, mineral toprağın ortaya çıkmasını sağlayarak tohumun çimlenmesini kolaylaştırır, sağlıklı kök gelişimini destekler ve genç fidanların yaşama kabiliyetini artırır. Bunun yanı sıra, karaçam meşcerelerinin gençleştirilmesi sürecinde silvikültürel müdahalelerin doğru uygulanması, türün doğal yenilenme kapasitesinin artırılması açısından büyük önem taşımaktadır. Genç karaçam bireylerinin gelişimi üzerine yapılan araştırmalar, fizyografik faktörlerin büyüme hızını ve hayatta kalma oranlarını önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir (Sevgi vd., 2016). Karaçam ormanlarının doğal dengeyi koruyarak sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi, ekolojik denge açısından kritik bir husus olarak değerlendirilmektedir.

1.3. Literatür Özeti

Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) gençleştirilmesi üzerine bir takım çalışmalar (Pamay, 1953; Zoralioğlu, 1990; Genç, 1994; Karadağ, 1999; Güner, 2001; Dağdas ve Aktas, 2002, Çalışkan vd., 2014; Köseoğlu ve Kara, 2019, Ertuğrul ve Bilir, 2020) yapılmıştır.

Afyon Orman İşletme Müdürlüğü sınırlarında gerçekleştirilen bir çalışma, altı farklı saf karaçam meşceresinde yapılan gözlemler sonucunda, doğal gençleştirme başarısının bölgesel farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırmada, tohumlama kesimi yapılan yıllarda gençlik miktarının yüksek olduğu, ancak orta tohum yıllarında ve ikinci bol tohum yılında da yeterli miktarda gençliğin elde edilebileceği belirtilmiştir. Bu nedenle, doğal gençleştirme alanlarında ışık kesimlerine ikinci bol tohum yılından sonra başlanmasının başarıyı artıracağı önerilmiştir (Güner, 2001).

Karaçam gençliklerinin büyüme ve gelişimini etkileyen meşcere değişkenlerinin karşılaştırıldığı bu çalışmada, göğüs yüzeyi alanı, meşcere stoğu ve ışık geçirgenliği (GIM) parametrelerinin gençlik sayısı, kök boğaz çapı ve gençlik boyu üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Kastamonu Araç Orman İşletme Müdürlüğü'nde yapılan bu çalışmada, GIM'in diğer parametrelere kıyasla karaçam gençliklerinin büyümesi üzerinde daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Bulgular, meşcere kapalılığı gibi yaygın yöntemlere ek olarak, ışık

geçirgenliği ölçümlerinin de gençleştirme çalışmalarında dikkate alınmasının başarıyı artırabileceğini göstermektedir (Köseoğlu ve Kara, 2019).

Kütahya-Simav yöresinde Anadolu karaçamı doğal gençleştirme sahalarındaki gençliklerin büyüme performanslarının değerlendirildiği diğer çalışmada; üç farklı örneklem alanında yapılan ölçümler sonucunda, ortalama boy, kök boğazı çapı ve yıllık boy artışı değerleri sırasıyla 253 cm, 7.8 cm ve 22.4 cm olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, örnek alanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir. Bulgular, türün doğal gençleştirme başarı oranının artırılması için öncü gençliklerden ve farklı bol tohum yıllarından faydalanılmasının önemini vurgulamaktadır (Ertuğrul ve Bilir, 2020).

Diğer bir çalışmada, kızılçam ve Anadolu karaçamı doğal karışık meşcerelerinde, biyolojik bağımsızlığa ulaşma yaşları değerlendirilmiştir. Araştırmada, kızılçam bireylerinin 50 ve 100 cm boya sırasıyla 5 ve 11 yılda, Anadolu karaçamı bireylerinin ise 9 ve 13 yılda ulaştığı tespit edilmiştir. Karışık meşcerelerde gerçekleştirilecek doğal gençleştirme çalışmalarında, Anadolu karaçamına kızılçama göre 2 yıl yaş-boy üstünlüğü verilmesi, meşcere kuruluşunun başarısına katkı sağlayacağı ifade edilmektedir (Çatal vd., 2017).

Çankırı-Eldivan yöresinde Anadolu karaçamı meşcerelerinde çam ökseotunun (*Viscum album* subsp. *austriacum*) bulaşma derecesi ve etkileri araştırılmıştır. Ökseotunun ana meşcerede %97 oranında, doğal gençliklerde ise %3 oranında bulaşıklığa neden olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar, bulaşma yoğunluğunun artmasının ağaçların çap, boy ve tepe büyüklüğü ile ilişkili olduğunu ve ökseotunun daha çok dominant bireyleri tercih ettiğini göstermiştir (Akkaya ve Çakır, 2022).

Kızılçam ve Anadolu karaçamı doğal karışık meşcerelerinde, meşcere kuruluş özellikleri ve bu özelliklere dayalı silvikültürel öneriler değerlendirilmiştir. Isparta Orman Bölge Müdürlüğü sınırlarında gerçekleştirilen çalışmada, 18 farklı örneklem alanında gençleştirme aşamasındaki meşcereler incelenmiş ve ışık geçirgenliği, kapalılık, karışım oranları gibi değişkenlerin etkileri analiz edilmiştir. Sonuçlar, gençleştirme çalışmaları için hem doğal hem de yapay yöntemlerin uygulanmasının ve doğaya uygun ağaçlandırma tekniklerinin kullanılmasının önemini ortaya koymaktadır (Bayar, 2012).

Karaçam meşcerelerinde doğal gençleştirmenin biyolojik, ekolojik ve teknik boyutlarının ele alındığı çalışmada, yetiştirme ortamı koşullarına göre karaçam, hem siper hem de etek şeridi tıraşlama yöntemleri ile doğal gençleştirmeye uygun bir tür olarak değerlendirilmiştir. Uygulamada, genellikle büyük alan siper yöntemi tercih edilmekte ve gençliğin başarılı bir şekilde alana yerleşmesi için hazırlama, tohumlama ve ışık kesimleri

evrelerinden oluşan süreçler izlenmektedir. Ayrıca, gençliğin homojen bir şekilde gelişmesi için tohumlama kesimi sırasında sahada bırakılan siper miktarının %60 seviyelerinde tutulması önerilmektedir. Çalışmada, toprak işleme faaliyetlerinin ve optimal ışık yoğunluğunun sağlanmasının gençleştirme başarı oranını artırdığı vurgulanmıştır (Karadağ, 2022).

Kastamonu-Araç bölgesinde karaçam doğal gençleştirme çalışmalarının başarısını etkileyen faktörler incelendiği bir çalışmada, fizyografik ve toprak özellikleri, organik madde, iklim ve dış toprak durumu gibi habitat koşulları detaylı analiz edilmiştir. Çok boyutlu istatistiksel analizlerle, gençlik yoğunluğunu ve gelişimini etkileyen ana faktörler belirlenmiştir. Özellikle, fizyografik koşullar ve toprak özellikleri, gençleştirme çalışmalarının başarısında önemli rol oynadığı belirtilerek bölgesel habitat koşullarının dikkatle analiz edilmesinin ve silvikültürel müdahalelerin bu verilere göre planlanmasının önemi vurgulanmıştır (Yazgan ve Özel, 2013).

Diğer bir çalışmada, Çerkeş-İsmetpaşa Orman İşletme Şefliği'nde karaçam doğal gençleştirme çalışmaları değerlendirilmiştir. Araştırmada, farklı toprak işleme yöntemlerinin doğal gençleştirme üzerindeki etkileri incelenmiş ve riper yönteminin, pulluğa kıyasla daha başarılı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, bol tohum yıllarının doğru tespit edilmesi ve tohumlama kesimlerinin zamanında gerçekleştirilmesinin, gençlik başarı oranını artırdığı vurgulanmıştır (Güney, 2014).

Eskişehir-Tandır mevkiinde Anadolu karaçamı meşcerelerinde tohum ağacı doğal gençleştirme yönteminin uygulanabilirliği incelenmiştir. 27,9 hektarlık alanda gerçekleştirilen çalışmada, hektar başına ortalama 17 tohum ağacı bırakılmış ve tohumdan gelen gençlik yoğunluğu ölçülmüştür. Bulgular, kuzey yönündeki gençlik oranının diğer yönlere göre daha yüksek olduğunu ve fidanların tohum ağacından ortalama 4 ila 6 metre uzaklıkta yoğunlaştığını göstermiştir. Yöntemin düşük bonitetli sahalarda kısmen başarılı olduğu tespit edilmiş ve tohum takviyesi ile başarı oranının artırılabilirliği önerilmiştir (Yılmaz & Kalkan, 2019).

Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki (Bolu, Kastamonu, Zonguldak ve Sinop) karaçam ormanlarında doğal gençleştirme koşullarının araştırıldığı bir çalışmada farklı kapalılık dereceleri (0.3, 0.6, 0.8), toprak işleme yöntemleri ve habitat koşullarının doğal gençleştirme başarısı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışma sonuçları, karaçam tohumunun en iyi çimlenme ortamının mineral toprak olduğunu ve 0.8 kapalılık derecesinin gençlik başarı oranını artırmada daha avantajlı bir ortam sağladığını göstermiştir. Ayrıca, ara tohum

yıllarının ve nem faktörünün gençliğin ilk yıllardaki gelişiminde önemli bir rol oynadığı vurgulanmıştır (Karadağ, 1999).

Kütahya-Tavşanlı yöresindeki kurak ve yarı kurak alanlarda tüplü ve çıplak köklü olarak dikilen Anadolu karaçamı fidanlarının 5 yıllık dikim başarısı değerlendirildiği araştırmada, tüplü fidanların çıplak köklü fidanlara göre daha yüksek bir hayatta kalma oranına (%95) ve daha iyi büyüme performansına sahip olduğu tespit edilmiştir. Çıplak köklü fidanların hayatta kalma oranı ise %81 olarak kaydedilmiştir. Çalışma, kurak ve yarı kurak bölgelerde yapılan ağaçlandırmalarda tüplü fidan kullanımının, dikim başarısını artırmak için daha uygun bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır. (Tonguç & Uçar, 2021).

Diğer bir çalışmada, Eskişehir-Sündiken Dağları'ndaki sarıçam ve karaçam doğal gençleştirme sahalarında türlerin gençlik dönemindeki büyüme ilişkileri incelenmiştir. Araştırmada, her iki türün gençliklerinin dokuz yaşında ulaştıkları boy büyümeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Ayrıca, bol tohum yıllarının aynı döneme denk gelmesi durumunda, büyük alan siper işletmesi yöntemiyle her iki türün karışık gençleştirilmesinin uygun olduğu belirtilmiştir. Arazi özellikleri ve iklim koşullarının, özellikle kuzey bakıllardaki gençlik büyümesini olumlu etkilediği gözlemlenmiştir (Güner vd., 2007).

Gerçekleştirilen bir diğer çalışmada, Anadolu karaçamı orijinlerinden elde edilen çıplak köklü fidanların kantitatif özellikleri incelenmiştir. 4 farklı orijine (Denizli-İnceler, Denizli-Elmaözü, Denizli-Buldan, Uşak-Çatak) ait fidanların boy, kök boğaz çapı, kök uzunluğu ve son yıl sürgün uzunluğu gibi parametreler karşılaştırılmıştır. Araştırma bulgularına göre, İnceler orijini fidan boyu (38,7 cm), kök boğaz çapı (7,8 mm), kök uzunluğu (25,6 cm) ve son yıl sürgün uzunluğu (3,5 cm) bakımından en yüksek değerlere ulaşarak en iyi performansı göstermiştir. Uşak-Çatak orijininin ise düşük gelişim performansı sergilediği tespit edilmiştir (Aydınhan, 2022).

Afyonkarahisar Başmakçı yöresinde marjinal kızılçam popülasyonlarında yapılan bir çalışmada, 7 yıllık gençleştirme çalışmalarının sonuçları değerlendirilmiştir. Çalışmada büyük alan tıraşlama ve kozalaklı dal serme (BATY), iş gücü ile teras yapımı (İG), ve ripper ile toprak işleme ve fidan dikimi (MAK) olmak üzere üç farklı gençleştirme yöntemi uygulanmıştır. En başarılı sonuçlar, ripper ile toprak işleme yapılan alanlarda elde edilmiş ve fidan boyu ortalama 109.3 cm, kök boğaz çapı ise 30.9 mm olarak tespit edilmiştir. Organik madde miktarının artışı ve toprak işleme derinliğinin, fidan büyümesi ve hayatta kalma oranı üzerinde belirleyici olduğu gözlemlenmiştir (Tonguç ve Turan, 2019).

Diğer bir çalışmada, Amasya'nın Taşova bölgesindeki yapay gençleştirme sahalarında 8 ve 12 yaşlarındaki kızılçam fidanlarının kök boğaz çapı ve boy gelişimleri karşılaştırılmıştır. İki deneme alanında yapılan ölçümler sonucunda, 12 yaşlı bireylerin çap ve boy gelişimlerinin 8 yaşlı bireylerden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışmada, genç bireylerde çap ve boy arasında yüksek düzeyde korelasyon tespit edilmiştir. Ayrıca, diri örtü temizliği, toprak işleme ve koruma önlemlerinin yapay gençleştirme başarısını artırmada önemli olduğu vurgulanmıştır. Bulgular, planlı ve teknik yaklaşımların gençleştirme çalışmalarındaki başarısı açısından kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir (Öner ve Buğday, 2006).

Anadolu karaçamı fidanlarının kalite sınıflarının arazi performansı üzerindeki etkileri incelendiği ve Eğirdir Orman Fidanlığı'nda gerçekleştirilen bir çalışmada, 2+0 yaşlı çıplak köklü fidanlar, kök boğazı çapı ve fidan boyu esas alınarak beş farklı kalite sınıfına ayrılmıştır. Yapılan üç yıllık arazi denemelerinde, kök boğazı çapı 4 mm'den büyük ve fidan boyu 10 cm'den uzun olan 4. kalite sınıfı fidanlarının en yüksek yaşama yüzdesi (%80-82) ve büyüme performansı gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları, dikim şokunun fidanlarda en az iki yıl sürdüğünü ve başlangıç morfolojik özelliklerinin arazi performansı üzerinde belirleyici olduğunu göstermiştir (Deligöz vd., 2009).

Kastamonu-Taşköprü Orman Fidanlığı'nda üretilen 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı fidanlarının TSE kalite standartlarına uygunluğunun değerlendirildiği araştırmada, dört farklı tohum kaynağından elde edilen çıplak köklü fidanların morfolojik özellikleri ölçülmüş ve TS 2265/Şubat 1988 ile TS 2265/Mart 1976 standartlarına göre kalite sınıflarına ayrılmıştır. Bulgulara göre, Şubat 1988 standardına göre fidanların %85,5'i, Mart 1976 standardına göre ise %62,7'si ıskarta olarak sınıflandırılmıştır. Boyabat orijinine ait fidanların kök boğaz çapı ve boy bakımından en yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiş ve kurak ile nemli bölgelerde kullanım için uygun olabileceği önerilmiştir. Çalışma, TSE standartlarının AB normlarıyla uyumlu hale getirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Avanoğlu vd., 2005).

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Örnek Alanların Seçimi

Çalışma alanı; Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Mudurnu Orman İşletme Müdürlüğü Gökmentepe Orman İşletme Şefliği sınırlarında bulunan Gökmentepe Mevkiindeki, Anadolu Karaçamının (*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) doğal gençleştirme sahalarından seçilmiştir. Bu amaçla doğal gençleştirme çalışması yapılmış ve 2020 yılında tohumlama kesimi gerçekleştirilmiş sahalardan örnek alanlar seçilmiştir. Örnek alanlar iki yükselti kuşağı (600-1000 m ve 1000-1200 m) ve iki farklı bakı grubundan (güneşli ve gölgeli bakılar) seçilmiştir.

Bolu Orman Bölge Müdürlüğü sınırlarında bulunan çalışma alanlarının Türkiye haritasında ve meşcere haritasındaki konumu Şekil 3’ de örnek alanların kuş bakışı alınan genel görünümü ise Şekil 4’te verilmiştir.



Şekil 3. Örnek alanların Türkiye’deki ve meşcere haritasındaki konumu

Örnek alanların seçildiği bölmelerin mevcut durumu orman amenajman planına göre; 154 nolu bölme alanı (Çkd2 ve Çkd3) ve 155 nolu bölme alanı (Çkd3-3 ve Çkd2-2) içerisinde seçilmiştir. Gençleştirme sahasının jeolojik yapısı ve toprak özellikleri yapılan detay silvikültür planından elde edilen verilere göre toprak türü kumlu balçık, mutlak toprak derinliği 30-60 cm, fizyolojik toprak derinliği 60-120 cm ve humus formu ham humus olarak ifade edilmektedir.



Şekil 4. Deneme alanlarına ait kuş bakışı genel görünüm

Deneme alanlarına ait kuş bakışı genel görüntüde de ortaya koyulduğu gibi çalışma yapılan sahalar saf karaçam meşcere kuruluşuna sahiptir. Deneme sahalarına ilişkin etkisi incelenen yükselti ve bakı faktörleri dışındaki diğer ekolojik faktörlerin homojen olmasına özen gösterilmiştir. Deneme sahalarının genel görünümleri ise Şekil 5’te gösterilmiştir.



Şekil 5. Deneme alanlarının arazi görünümleri

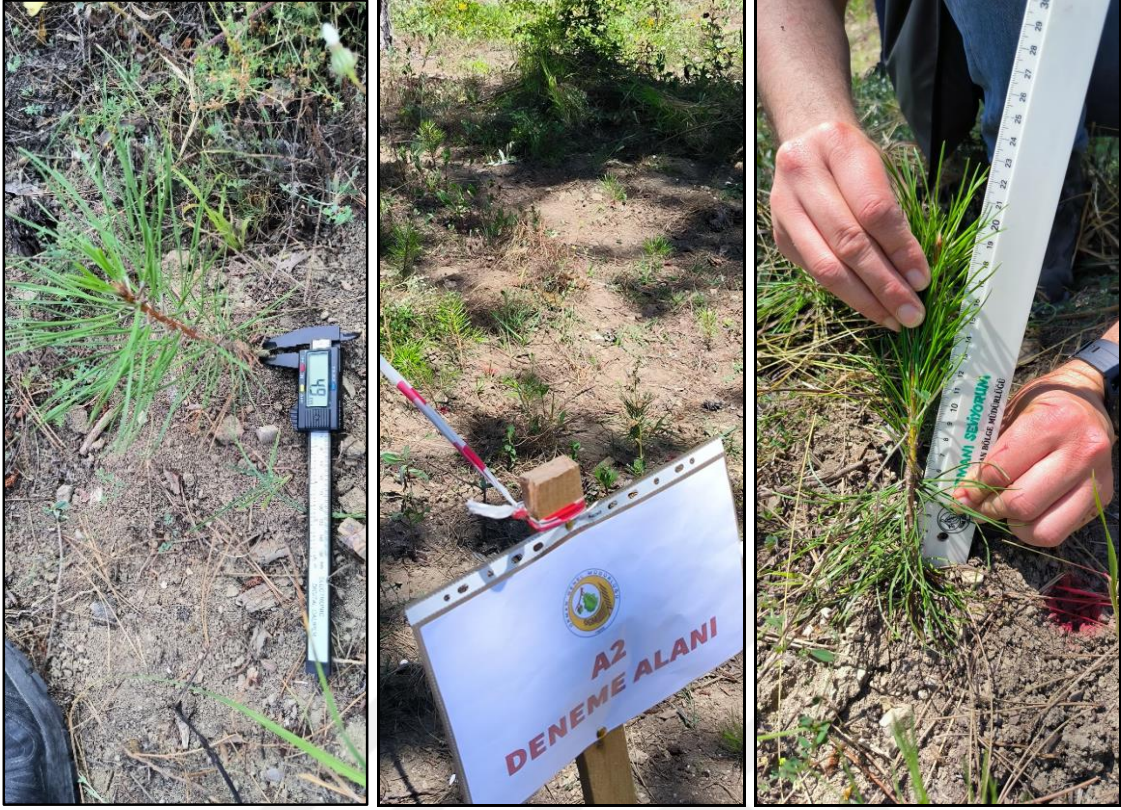
2.2. Örnek Alanlarda Yapılan Ölçümler

Bu çalışmanın ana materyalini, Mudurnu Orman İşletme Müdürlüğü sınırlarında bulunan Gökmenteppe Mevkiindeki, Anadolu Karaçamının doğal gençleştirme sahaları oluşturmaktadır. Bu amaçla doğal gençleştirme çalışması yapılmış ve 2020 yılında tohumlama kesimi gerçekleştirilmiş sahalardan örnek alanlar seçilmiştir. Örnek alanlar iki yükselti kuşağı (ort. 800 m ve ort. 1100 m) ve iki farklı bakı grubundan (güneşli ve gölgeli bakılar) seçilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Örnek alanlara ilişkin genel bilgiler

Fidan Yaşı	Yükselti	Bakı	Örnek alan sayısı
2 yaş	800 m	Gölgeli	3 adet
		Güneşli	3 adet
	1100 m	Gölgeli	3 adet
		Güneşli	3 adet
3 yaş	800 m	Gölgeli	3 adet
		Güneşli	3 adet
	1100 m	Gölgeli	3 adet
		Güneşli	3 adet

Her örnek alandan 2020 yılında tohumlama kesimi yapılarak sahaya getirilmiş olan fidanlarda ölçümler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla her örnek alanda, birim alandaki gençlik miktarı belirlenip en az 30 adet fidanda fidan boyu ve kök boğazı çapı değerleri ölçülmüştür. Söz konusu ölçümler 2023 yılı büyüme periyodu başlamadan önce fidanlar 2 yaşında iken ve 2024 yılı büyüme periyodu başlamadan önce fidanlar 3 yaşında iken iki sene üst üste gerçekleştirilmiştir. Bu sayede fidanların morfolojik özellikleri yanında 1 yıllık gelişim durumları da topoğrafik özelliklere göre kıyaslanabilmiştir. Örnek alanlarda yapılan ölçümlere ilişkin görseller Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Deneme alanlarında yapılan ölçümlere ait görüntüler

Çalışma kapsamında 12 örnek alanda, 2 yükselti kuşağı $\times$ 2 bakı $\times$ 3 tekrar $\times$ 30 fidan düzenlemesiyle toplamda 360 fidan üzerinde morfolojik özelliklere yönelik ölçümler iki yıl boyunca ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Fidanların 2 ve 3 yaşlarında kök boğaz çapı ve boy uzunluğu ölçülmüştür. Bunun yanı sıra, fidanların ölçülen morfolojik özelliklerinden yola çıkılarak gürbüzlük indisi hesaplanmıştır. Fidan boyu (FB) ölçümleri $\pm 0,1$ cm hassasiyette metre ile, kök boğaz çapı (KBÇ) ise $\pm 0,01$ mm hassasiyette dijital kumpas kullanılarak yapılmıştır. Gürbüzlük indisi (Gİ), fidan boyunun (mm) kök boğaz çapına (mm) oranlanmasıyla elde edilmiştir. Bu indeks, fidanların dayanıklılık ve canlılık düzeyini ifade etmektedir (Thompson 1985; Aldhous 1994; Jaenicke 1999). Elde edilen Gİ değerlerine göre fidanlar; kaliteli ($Gİ < 50$), orta kaliteli ($50 < Gİ < 60$) ve düşük kaliteli ($Gİ > 60$) olarak sınıflandırılmıştır (Yahyaoglu ve Genç, 2007).

2.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışma alanında gerçekleştirilen ölçümlerden elde edilen veriler, SPSS 20.0 istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir. Ölçüm sonuçları, istatistik programı yardımıyla değerlendirilmiş ve tek yönlü varyans (Anova) analizi ile incelenmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda, %99 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların mevcut olup olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca, ölçülen karakterler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir (Ercan, 1997; Özdamar, 1999; Özkan, 2003).



3. BULGULAR

3.1. Karaçam Fidanlarının Morfolojik Özelliklerine İlişkin Bulgular

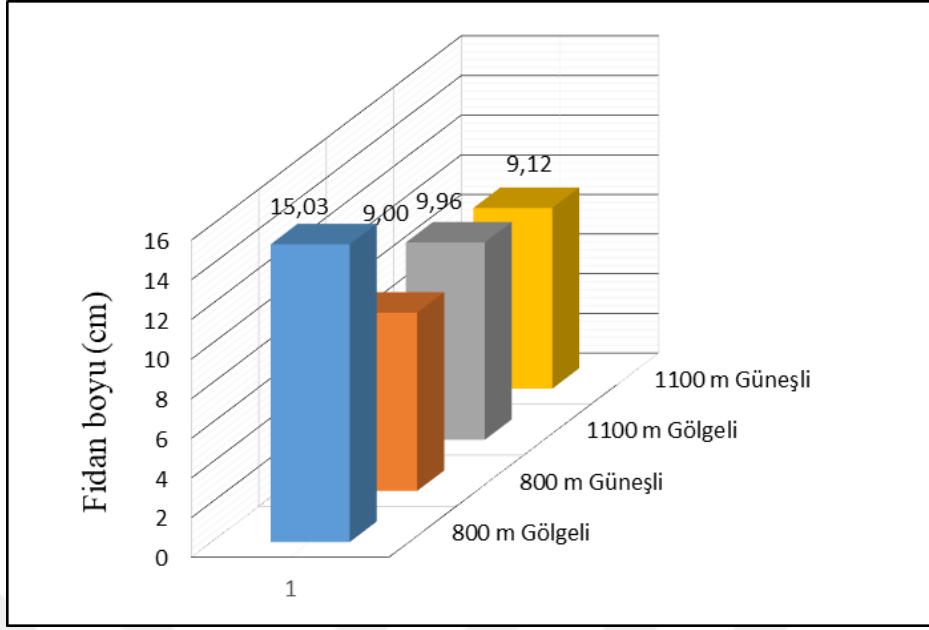
3.1.1. Fidan Boyu Değerlerine İlişkin Bulgular

Çalışma yapılan sahalara ilişkin, tabi gençleştirme uygulama sahasına ait fidan sayım tutanağına göre yapılan fidan sayımlarında başarı yüzdesi %93 ile %95 arasında değişmektedir. Çalışmaya konu karaçam doğal gençleştirme sahalarda, 2020 yılı Ağustos ayında gerçekleştirilen tohumlama kesiminden 2 yıl sonra (2023 yılı büyüme periyodu başlamadan önce) sahadaki gençliklerde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Fidanlara ait boy değerlerinin farklı yükselti ve bakılara göre ölçülerek değişimi ortaya koyulmuş ve ortalama boy ile standart sapma değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Karaçam gençliklerinin (2 yaşında) fidan boyu değerlerine ilişkin sonuçlar

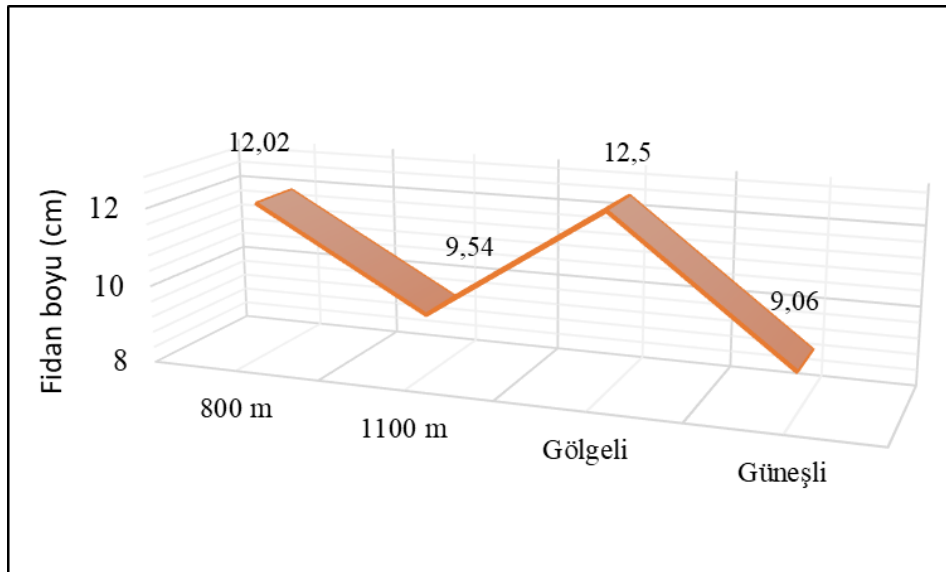
Yükselti	Bakı	Ortalama FB ₂ (cm)		
		Adet	Ortalama	St. Sapma
800 m	Güneşli	90	9,00	9,13
	Gölgeli	90	15,03	5,23
	Toplam	180	12,02	8,01
1100 m	Güneşli	90	9,12	3,18
	Gölgeli	90	9,96	2,98
	Toplam	180	9,54	3,10
Toplam	Güneşli	180	9,06	6,81
	Gölgeli	180	12,50	4,95
	Toplam	360	10,78	6,19

Tablo 2 incelendiğinde, farklı yükseltelerde bulunan 2 yaşındaki karaçam fidanlarının ortalama boy uzunluğunun 10,78 cm olduğu belirlenmiştir. En düşük fidan boyu 800 m yükseltide ve güneşli bakıda 9,00 cm olarak kaydedilirken, en yüksek fidan boyu aynı yükseltide gölgeli bakıda 15,03 cm olarak ölçülmüştür. Yükselti ve bakı faktörlerinin etkileşimine göre ortalama fidan boyu değerleri Şekil 7’de, genel ortalama değerler ise Şekil 8’de sunulmuştur.



Şekil 7. Yükselti ve bakı etkileşimine göre ortalama fidan boylarının (FB₂) değişimi

Çalışma sonuçlarına göre tohumlama kesiminin ardından iki büyüme periyodu geçtikten sonra, yani fidanlar ortalama 2 yaşında iken yapılan ölçümlere bağlı olarak en yüksek ortalama fidan boyları, 800 metredeki gölgeli bakıda yer alan sahalarda tespit edilmiştir. En düşük ortalama fidan boyları ise yine aynı rakımdaki güneşli bakılarda belirlenmiştir.



Şekil 8. Ortalama fidan boylarının (FB₂) yükselti ve bakıya göre değişimi

Şekil 8’de görüldüğü üzere bakı etkisini göz önüne almadığımızda sadece yükselti faktörüne göre fidan boyu değerleri incelendiğinde ise diğer örnek sahalara göre daha alçak rakımda olan (800 m) gençleştirme sahasındaki gençliklerin daha fazla boy değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte yükselti etkisine bakılmaksızın fidan boyu değerleri incelendiğinde ise gölgeli bakıdaki sahalarda yer alan bireylerin, güneşli bakıdaki gençliklere oranla daha yüksek fidan boylarına sahip oldukları anlaşılmaktadır.

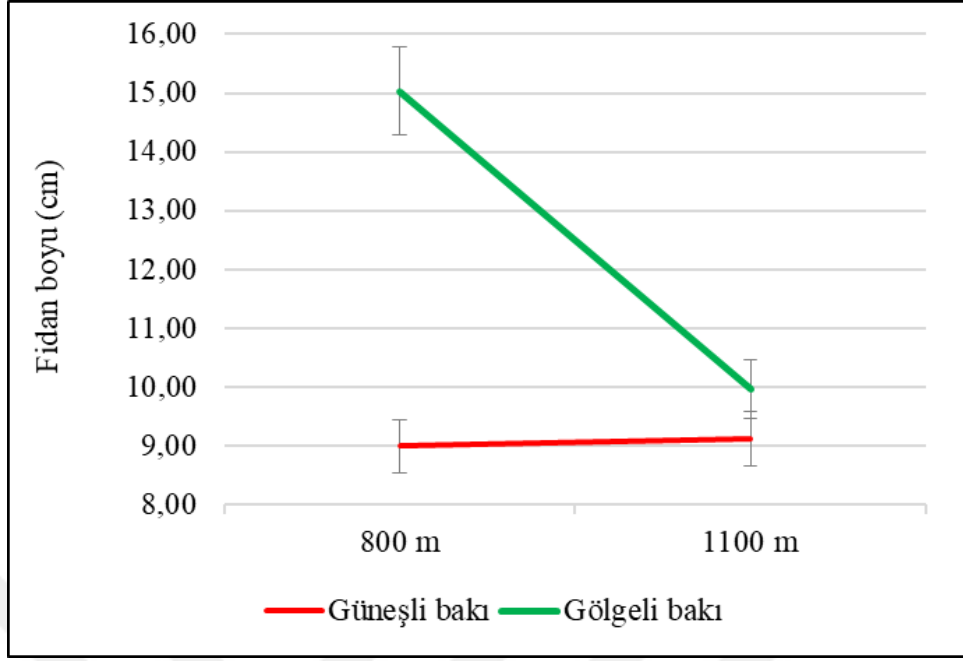
Çalışma kapsamında ölçülen 2 yaşındaki karaçam gençliklerinin boy değerleri üzerinde yükselti, bakı ve yükselti $\times$ bakı etkileşiminin etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı varyans analiziyle incelenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3. Ortalama fidan boylarına (FB₂) ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Doğrusal Model	2222,866	3	740,955	22,871	0,000**
Etkileşim	41822,089	1	41822,089	1290,932	0,000**
Yükselti	552,544	1	552,544	17,056	0,000**
Bakı	1062,961	1	1062,961	32,811	0,000**
Yükselti $\times$ Bakı	607,360	1	607,360	18,748	0,000**
Hata	11533,265	356	32,397		
Toplam	55578,220	360			
Düzeltilmiş Toplam	13756,131	359			

**Önem düzeyi (p) < 0,01, istatistiksel olarak fark var.

Tablodaki sonuçlara bakıldığında, karaçam fidanlarına ait ortalama boy değerlerinin gerek yükselti ve bakı gerekse yükselti $\times$ bakı etkileşiminden %99 güven düzeyinde ($p < 0,01$) istatistiksel olarak anlamlı şekilde etkilendiği görülmektedir. Yükselti ve bakının değişimine bağlı olarak ortalama fidan boylarının değişimi Şekil 9’da gösterilmiştir.



Şekil 9. Ortalama fidan boy değerlerinin (FB₂) yükselti ve bakıya göre değişimi

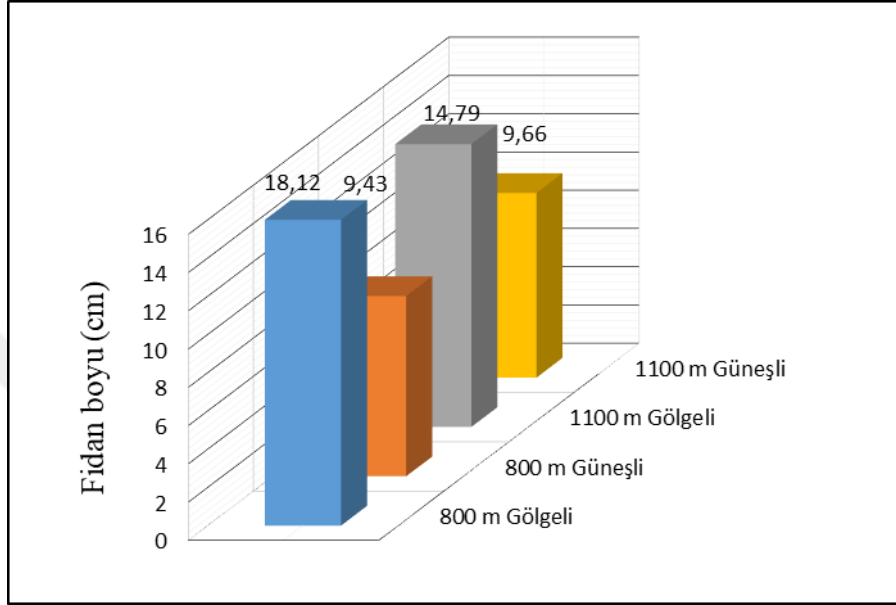
Karaçam doğal gençleştirme sahalarında, 2024 büyüme periyodu başlamadan önce yani doğal gençlikler 3 yaşına ulaştıklarında, deneme sahalarındaki farklı yükselti ve bakılardaki gençliklerin boy değerleri tekrar ölçülmüştür. Bir sonraki sene belirlenen boy değerlerine bağlı olarak değişim değerlendirilmiş olup ortalama boy ile standart sapma değerleri Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Karaçam gençliklerinin (3 yaşında) fidan boyu değerlerine ilişkin sonuçlar

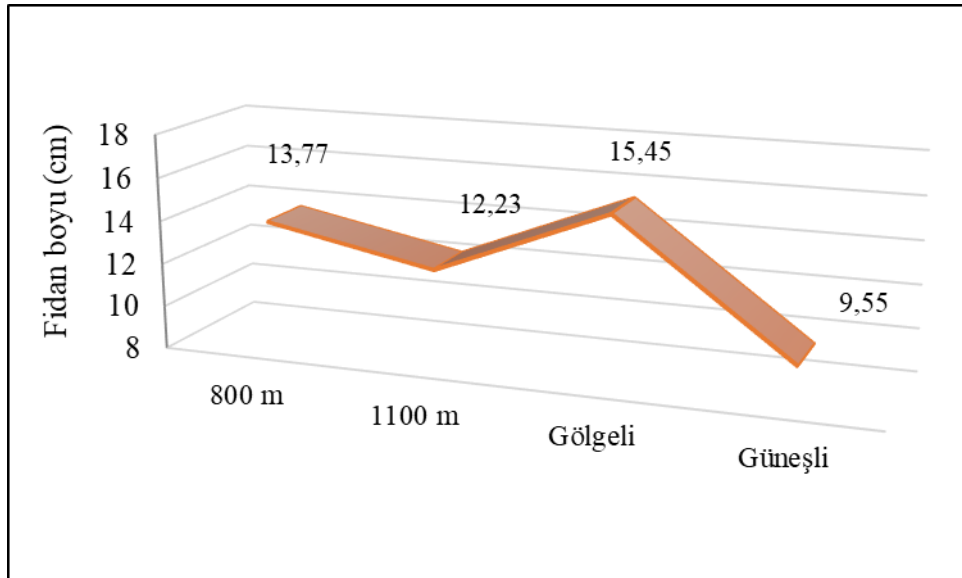
Yükselti	Bakı	Ortalama FB ₃ (cm)		
		Adet	Ortalama	St. Sapma
800 m	Güneşli	90	9,43	2,10
	Gölge	90	18,12	4,96
	Toplam	180	13,77	5,78
1100 m	Güneşli	90	9,66	3,50
	Gölge	90	14,79	3,59
	Toplam	180	12,23	4,37
Toplam	Güneşli	180	9,55	2,88
	Gölge	180	16,45	4,63
	Toplam	360	13,00	5,18

Farklı yükseltilerde bulunan karaçam fidanlarının ortalama boy uzunluğunun 13,00 cm olup bir önceki seneye göre ortalama 2,22 cm boy artımı yaptıkları anlaşılmaktadır. En

yüksek fidan boyu ortalaması 800 m yükseltide gölgeli bakıda 18,12 cm olarak ölçülürken, en düşük fidan boyu yine 800 m yükseltide ancak güneşli bakıda 9,43 cm olarak kaydedilmiştir. Fidan boyu ortalamalarının yükselti ve bakıya göre değişimi ve ortalama değerleri sırasıyla Şekil 10 ve Şekil 11’de gösterilmiştir.



Şekil 10. Yükselti ve bakı etkileşimine göre ortalama fidan boylarının (FB₃) değişimi



Şekil 11. Ortalama fidan boylarının (FB₃) yükselti ve bakıya göre değişimi

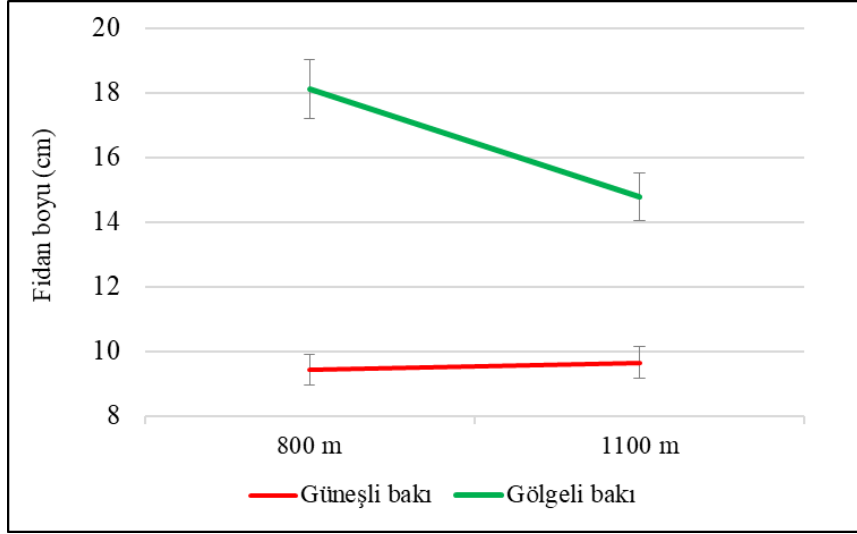
Karaçam doğal gençleştirme sahalarında tohumlama kesiminin ardından 3 büyüme periyodu geçtikten sonra, yani fidanlar ortalama 3 yaşında iken fidan boyları tekrar ölçülmüştür. Elde edilen verilere bağlı olarak 3 yaşındaki gençliklere ilişkin olarak bakı ve yükselti faktörünün etkileşimine bakılmaksızın veriler incelendiğinde; gölgeli bakıların güneşli bakılara göre ve alçak rakımın yüksek rakıma göre daha fazla fidan boyuna sahip oldukları söylenebilir (Şekil 11). Yükselti, bakı ve yükselti $\times$ bakı etkileşiminin 3 yaşındaki karaçam doğal gençliklerinin boy değerleri üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlılığını ortaya koyan varyans analizi sonuçları aşağıda sunulmuştur (Tablo 5).

Tablo 5. Ortalama fidan boyuna (FB₃) ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Doğrusal Model	4796,801	3	1598,934	118,074	0,000**
Etkileşim	60837,400	1	60837,400	4492,556	0,000**
Yükselti	215,141	1	215,141	15,887	0,000**
Bakı	4295,256	1	4295,256	317,184	0,000**
Yükselti $\times$ Bakı	286,403	1	286,403	21,150	0,000**
Hata	4820,889	356	13,542		
Toplam	70455,090	360			
Düzeltilmiş Toplam	9617,690	359			

**Önem düzeyi (p) < 0,01, istatistiksel olarak fark var.

Varyans analizi sonuçlarına göre 3 yaşındaki karaçam gençliklerinin ortalama fidan boyu değişimleri üzerinde yükselti, bakı ve yükselti $\times$ bakı etkileşiminin %99 güven düzeyinde ($p < 0,01$) istatistiksel olarak anlamlı etki ettiği görülmektedir (Tablo 5). Yükselti ve bakının değişimine bağlı olarak 3 yaşındaki fidanların ortalama fidan boyu değişimi Şekil 12’de gösterilmiştir.



Şekil 12. Ortalama fidan boyu değerlerinin (FB₃) yükselti ve bakıya göre değişimi

3.1.2. Kök Boğaz Çapına İlişkin Bulgular

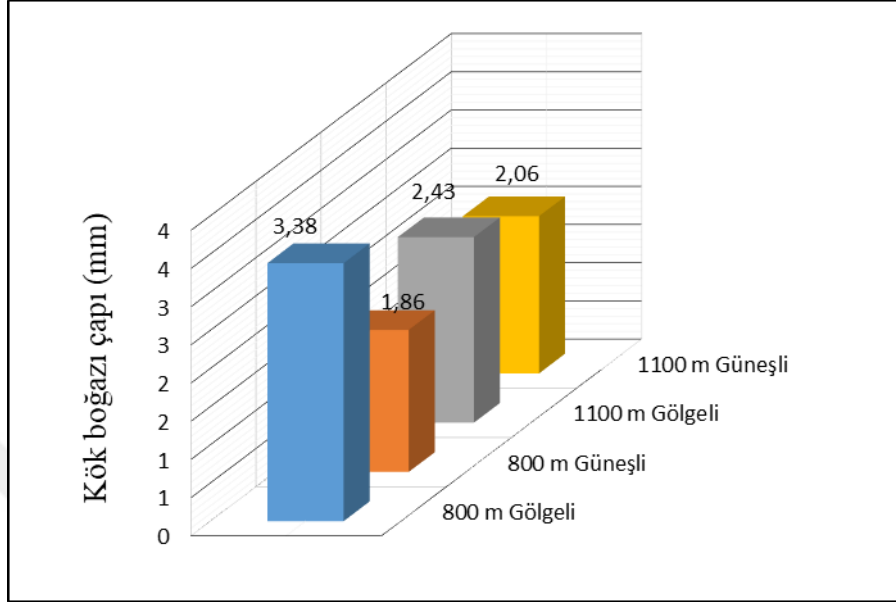
İki yaşındaki karaçam doğal gençliklerine ilişkin kök boğazı çapı değerlerinin farklı yükselti ve bakılara göre meydana getirdiği ortalama değerler ve standart sapmaları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 6. Karaçam gençliklerinin (2 yaşında) kök boğazı çapı değerlerine ilişkin sonuçlar

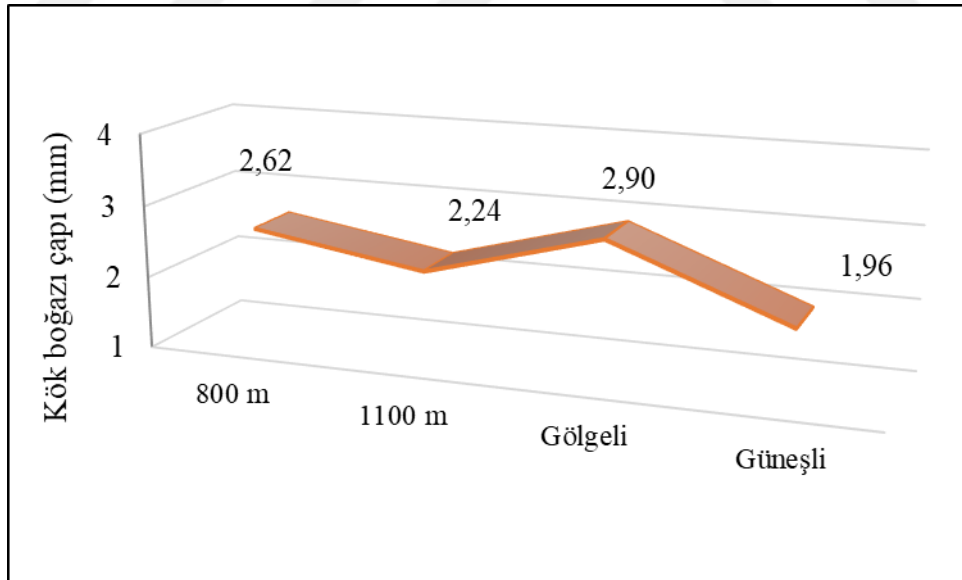
Yükselti	Bakı	Ortalama KBC ₂ (mm)		
		Adet	Ortalama	St. Sapma
800 m	Güneşli	90	1,86	0,41
	Gölge	90	3,38	1,05
	Toplam	180	2,62	1,10
1100 m	Güneşli	90	2,06	0,59
	Gölge	90	2,43	0,55
	Toplam	180	2,24	0,60
Toplam	Güneşli	180	1,96	0,52
	Gölge	180	2,90	0,96
	Toplam	360	2,43	0,90

Tablo 6'ya göre, farklı yükseltilerde ve bakılarda bulunan 2 yaşındaki karaçam fidanlarının ortalama kök boğazı çapı değerinin 2,43 mm olduğu anlaşılmaktadır. En düşük kök boğazı çapı, fidan boyu ortalamasında olduğu gibi 800 m yükseltide ve güneşli bakıda 1,86 mm olarak kaydedilirken, en yüksek fidan boyu aynı yükseltide gölge bakıda 3,38 mm olarak ölçülmüştür. Yükselti ve bakı faktörlerinin etkileşimine göre ortalama kök boğazı

çapı değerleri Şekil 13’de verilmiştir. Kök boğazı çapına ilişkin genel ortalama değerler ise Şekil 14’de sunulmuştur.



Şekil 13. Yükselti ve bakı etkileşimine göre ortalama kök boğazı çaplarının (KBC₂) değışimi



Şekil 14. Ortalama kök boğazı çaplarının (KBC₂) yükselti ve bakıya göre değışimi

Şekil 13’de görüldüğü üzere sadece yükselti faktörüne göre 2 yaşındaki fidanların kök boğazı çapı değerleri incelendiğinde daha alçak rakımda olan (800 m) gençleştirme sahasındaki gençliklerin daha fazla kök boğazı çapı değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Bununla birlikte yükselti etkisine bakılmaksızın kök boğazı çapı değerleri incelendiğinde ise gölgeli bakıdaki sahalarda yer alan bireylerin, güneşli bakıdaki gençliklere oranla daha yüksek değerlere sahip oldukları anlaşılmaktadır.

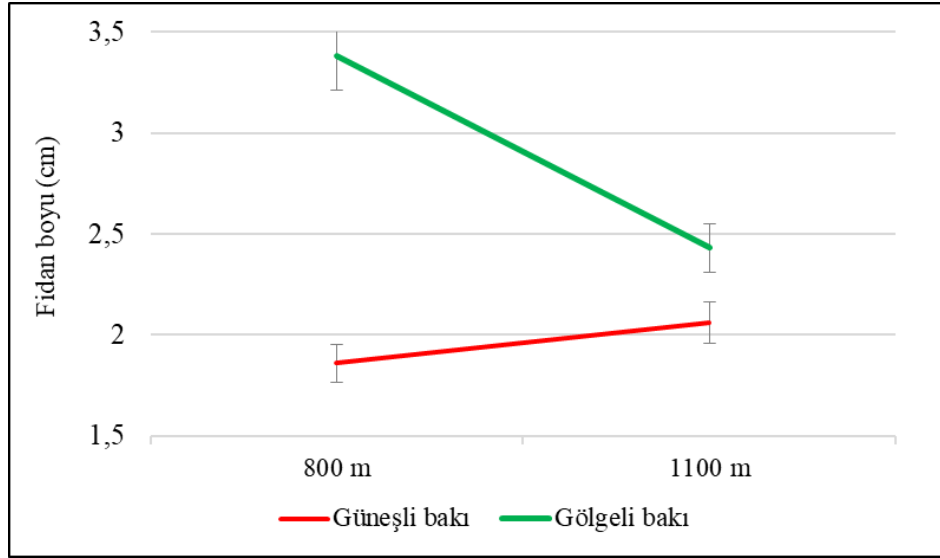
Yükselti, bakı ve yükselti $\times$ bakı etkileşiminin, 2 yaşındaki karaçam gençliklerinin kök boğazı çapı üzerindeki etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı ortaya koymak için varyans analizi gerçekleştirilmiştir. Söz konusu analizin sonuçları Tablo 7’de gösterilmiştir.

Tablo 7. Ortalama kök boğazı çaplarına (KBÇ₂) ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Doğrusal Model	122,018	3	40,673	84,877	0,000**
Etkileşim	2129,362	1	2129,362	4443,617	0,000**
Yükselti	12,671	1	12,671	26,443	0,000**
Bakı	79,957	1	79,957	166,857	0,000**
Yükselti $\times$ Bakı	29,389	1	29,389	61,331	0,000**
Hata	170,594	356	0,479		
Toplam	2421,973	360			
Düzeltilmiş Toplam	292,611	359			

**Önem düzeyi (p) $< 0,01$, istatistiksel olarak fark var.

Varyans analizi sonuçlarına göre 2 yaşındaki karaçam gençliklerine ait kök boğazı çapı değerleri hem yükseltinin hem de bakının değişimine bağlı olarak istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar göstermiştir. Ayrıca yükselti $\times$ bakı etkileşimi de yani farklı yükseltelerde değişen bakılarda kök boğazı çapı üzerinde anlamlı farklılıklar meydana getirmektedir. Ortalama kök boğazı çapı değerlerinin yükselti ve bakıya göre değişimi grafiksel olarak aşağıda verilmiştir.



Şekil 15. Ortalama kök boğazı çapı değerlerinin (KBC₂) yükselti ve bakıya göre değişimi

Karaçam doğal gençliklerinin 3 yaşına gelmesinin ardından yapılan kök boğazı çapı ölçümlerinin yükselti ve bakılara göre meydana getirdiği ortalama değerler ve standart sapmaları Tablo 8’te verilmiştir.

Tablo 8. Karaçam gençliklerinin (3 yaşında) kök boğazı çapı değerlerine ilişkin sonuçlar

Yükselti	Bakı	Ortalama KBC ₃ (mm)		
		Adet	Ortalama	St. Sapma
800 m	Güneşli	90	2,50	0,60
	Gölge	90	4,71	1,29
	Toplam	180	3,61	1,50
1100 m	Güneşli	90	2,49	0,75
	Gölge	90	3,47	0,91
	Toplam	180	2,98	0,96
Toplam	Güneşli	180	2,50	0,68
	Gölge	180	4,09	1,27
	Toplam	360	3,29	1,29

İki farklı yükseltide ve farklı bakılarda bulunan 3 yaşındaki karaçam fidanlarının ortalama kök boğazı çapı değeri 3,29 mm olarak belirlenmiştir. En yüksek fidan boyu ise 1100 metre yükseltide gölge bakıda 4,71 mm olarak ölçülürken en düşük kök boğazı çapı ise 1100 m yükseltide ve gölge bakıda 2,49 mm olarak kaydedilmiştir. Yükselti ve bakı faktörlerinin etkileşimine göre ortalama kök boğazı çapı değerleri Şekil 16’da kök boğazı çapına ilişkin genel ortalamalar ise Şekil 17’de verilmiştir.

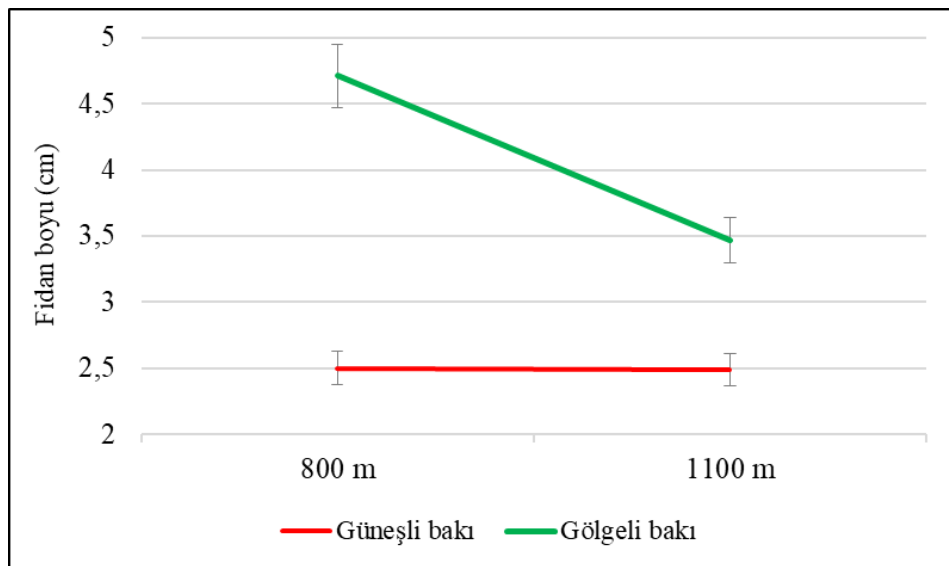
Tablo 9’da varyans analizi sonuçları verilmiştir. Bu tabloda yükselti, bakı ve yükselti×bakı etkileşiminin, 3 yaşındaki karaçam gençliklerinin kök boğazı çapı üzerindeki etkileri istatistiksel olarak belirlenmiş olup önem düzeyleri belirtilmiştir.

Tablo 9. Ortalama kök boğazı çaplarına (KBC₃) ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Doğrusal Model	299,070	3	99,690	117,184	0,000**
Etkileşim	3906,157	1	3906,157	4591,632	0,000**
Yükselti	35,369	1	35,369	41,576	0,000**
Bakı	229,377	1	229,377	269,630	0,000**
Yükselti × Bakı	34,324	1	34,324	40,347	0,000**
Hata	302,853	356	0,851		
Toplam	4508,080	360			
Düzeltilmiş Toplam	601,923	359			

**Önem düzeyi (p) < 0,01, istatistiksel olarak fark var.

Varyans analizi sonuçlarına bakıldığında 3 yaşındaki karaçam gençliklerine ait kök boğazı çapı değerlerinin hem yükselti hem de bakının farklılaşmasına bağlı olarak istatistiksel anlamda %99 güven düzeyi ile anlamlı farklılıklar gösterdiği anlaşılmaktadır. Ayrıca yükselti × bakı etkileşimi de kök boğazı çapı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar oluşturmaktadır. 3 yaşındaki fidanlarda ortalama kök boğazı çapı değerlerinin yükselti ve bakıya göre değişimi Şekil 18’de verilmiştir.



Şekil 18. Ortalama kök boğazı çapı değerlerinin (KBC₃) yükselti ve bakıya göre değişimi

3.1.3. Gürbüzlük İndisine İlişkin Bulgular

İki yaşındaki karaçam doğal gençliklerine ilişkin gürbüzlük indisi değerleri farklı yükselti ve bakılara göre belirlenerek meydana getirdiği ortalama değerler ve standart sapmaları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 10. Karaçam gençliklerinin gürbüzlük indisi ($G\dot{I}_2$) genel ortalama değerleri

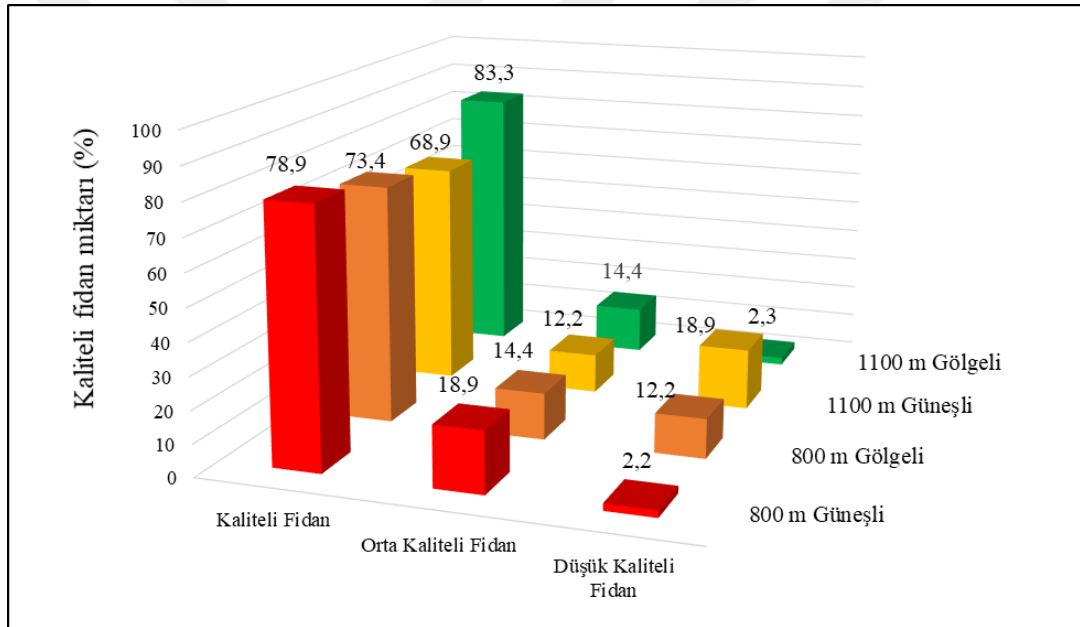
Yükselti	Bakı	Ortalama $G\dot{I}_2$		
		Adet	Ortalama	St. Sapma
800 m	Güneşli	90	40,32	10,81
	Gölgeli	90	45,70	11,31
	Toplam	180	43,01	11,36
1100 m	Güneşli	90	45,32	13,82
	Gölgeli	90	41,23	8,84
	Toplam	180	43,28	11,75
Toplam	Güneşli	180	42,82	12,62
	Gölgeli	180	43,47	10,37
	Toplam	360	43,14	11,54

Tablo 10'dan da görülebileceği, 2 yaşındaki karaçam fidanlarının gürbüzlük indisi ortalama değerleri, tüm yükseltelerde ve tüm bakı gruplarında 50'den düşük çıkmıştır. Bu değerlere bağlı olarak, gürbüzlük indisi genel ortalaması bakımından sahalardaki gençliklerin tümü kaliteli fidan grubunda sayılabilir.

Tablo 11. Karaçam gençliklerinin gürbüzlük indisi ($G\dot{I}_2$) değerleri bakımından bakı ve yükseltiye göre kalite sınıflarına dağılım oranları (%)

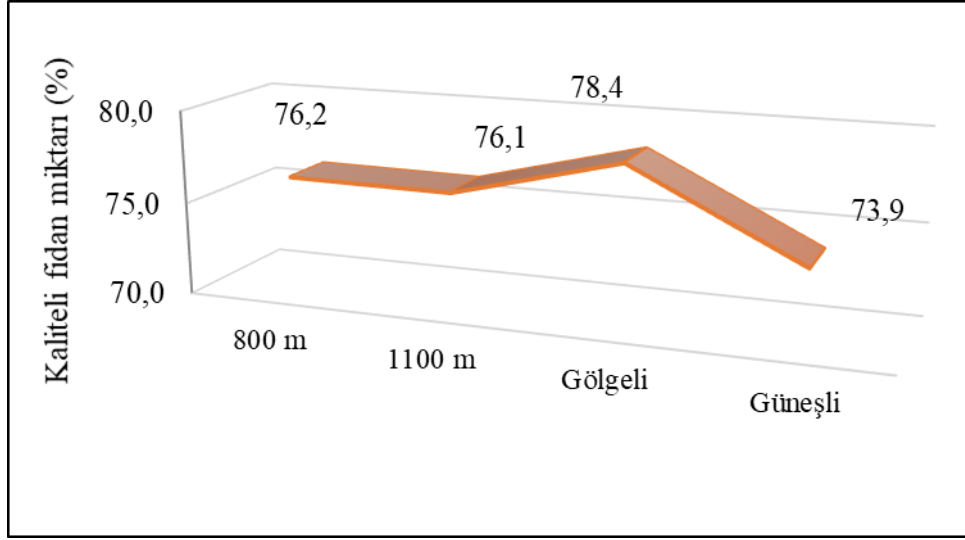
Yükselti	Bakı	$G\dot{I}_2$ 'e göre kalite sınıflaması (%)		
		Kaliteli Fidan	Orta Kaliteli Fidan	Düşük Kaliteli Fidan
800 m	Güneşli	78,9	18,9	2,2
	Gölgeli	73,4	14,4	12,2
	Toplam	76,2	16,6	7,2
1100 m	Güneşli	68,9	12,2	18,9
	Gölgeli	83,3	14,4	2,3
	Toplam	76,1	13,3	10,6
Toplam	Güneşli	73,9	15,6	10,7
	Gölgeli	78,4	14,3	7,3
	Toplam	76,1	15,0	8,9

Gürbüzlük indisi değerlerinin genel ortalama değeri dışında, bakı ve yükseltiye göre ölçülen tüm fidanlardaki değerlerine bakılarak oransal olarak kalite grupları ele alındığında oluşan yüzdesel dağılımlar Tablo 11’de verilmiştir. Buna göre, gürbüzlük indisi bakımından iki yaşındaki fidanlarda kaliteli fidan yüzdesinin en fazla olduğu saha, %83,3 ile 1100 m rakımında olan gölgeli bakıdaki gençlikler olduğu anlaşılmaktadır. Bu sahayı %78,9’luk kaliteli fidan oranı ile 800 metredeki, güneşli bakı takip etmektedir. Kaliteli fidan bakımından en düşük yüzdeye sahip saha ise (%68,9) 1100 metre yükseltideki güneşli bakıdır. İki farklı yükselti kuşağındaki güneşli ve gölgeli bakılara göre gürbüzlük indisi değerleri temel alınarak oluşturulan üç farklı kalite sınıflamasının yüzdesel dağılımı Şekil 19’da verilmiştir.



Şekil 19. G_{İ2} değerleri bakımından fidanların kalite sınıflarına oransal dağılımı

Deneme alanlarındaki kaliteli fidan yüzdesinin yükselti ve bakı etkileşimine göre değişim gösterdiği anlaşılmaktadır. Bunun yanında etkileşime bakılmaksızın sadece yükselti ve bakı durumuna göre kaliteli fidan yüzdeleri ise oransal olarak Şekil 20’de sunulmuştur.



Şekil 20. Gİ₂ değerlerine göre kaliteli fidan yüzdesinin yükselti ve bakıya göre değişimi

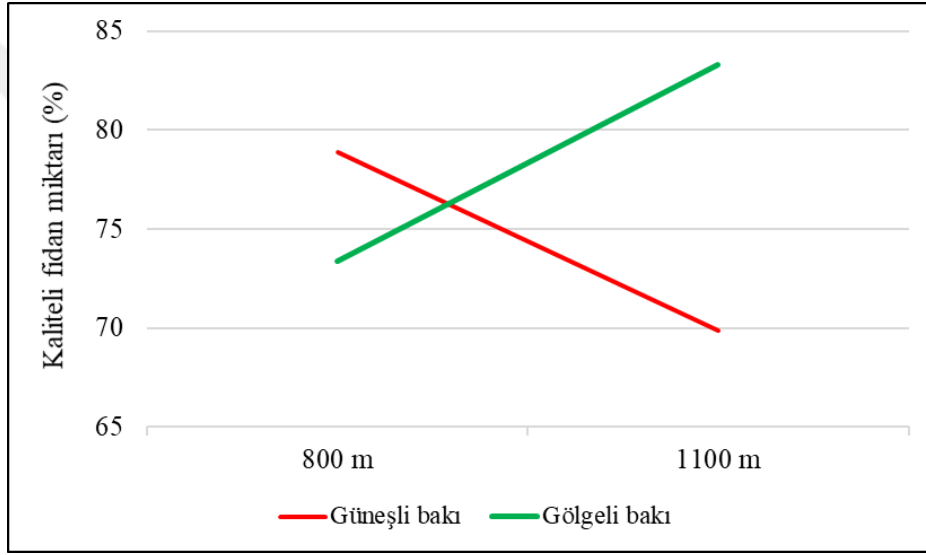
Şekil 20’de anlaşılaacağı üzere sadece yükselti faktörüne göre 2 yaşındaki fidanların gürbüzlük indisine bağlı kaliteli fidan yüzdeleri farklı yükseltelerde birbirine çok yakın çıkmıştır. Ancak bakı faktörü ele alınarak yapılan aynı sınıflandırmada kaliteli fidan yüzdesi nispeten yakın olmakla birlikte gölgeli bakılarda ortalama % 4,5 daha fazla çıkmıştır. Bu verileri istatistiki olarak ele almak için, yani yükselti, bakı ve yükselti × bakı etkileşiminin, 2 yaşındaki karaçam gençliklerinin gürbüzlük indisi üzerindeki etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı ortaya koymak için varyans analizi gerçekleştirilmiştir. Söz konusu analizin sonuçları Tablo 12’de gösterilmiştir.

Tablo 12. Gürbüzlük indisine (Gİ₂) ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Doğrusal Model	2060,178	3	686,726	5,345	0,001**
Etkileşim	670119,511	1	670119,511	5216,043	0,000**
Yükselti	6,400	1	6,400	0,050	0,824
Bakı	37,378	1	37,378	0,291	0,590
Yükselti × Bakı	2016,400	1	2016,400	15,695	0,000**
Hata	45736,311	356	128,473		
Toplam	717916,000	360			
Düzeltilmiş Toplam	47796,489	359			

**Önem düzeyi (P) < 0.01, istatistiksel olarak fark var.

Varyans analizi sonuçlarına bakıldığında, 2 yaşındaki karaçam gençliklerine ait gürbüzlük indisi değerlerinin, yükselti ve bakının değişimine bağlı olarak istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar göstermediği anlaşılmaktadır. Nitekim yukarıda da belirtildiği gibi farklı yükseltilerde gürbüzlük indisine bağlı olarak oluşturulan kaliteli fidan oranı hemen hemen aynı, farklı bakılarda ise birbirine çok yakın çıkmıştır. Ancak; yükselti $\times$ bakı etkileşiminin gürbüzlük indisinin değişimi üzerinde istatistiksel olarak % 99 güven düzeyi ile anlamlı farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Nitekim Şekil 21'e bakıldığında gürbüzlük indisine bağlı kaliteli fidan miktarının alçak rakımda gölgeli bakıda, yüksek rakımda ise güneşli bakıda daha yüksek çıktığı görülmektedir.



Şekil 21. GI_2 değerlerine göre kaliteli fidan yüzdesinin yükselti ve bakı etkileşimine bağlı yüzdesel değişimi

Üç yaşındaki karaçam doğal gençliklerine ilişkin gürbüzlük indisi değerleri belirlenmiştir. Bu değerlerin farklı yükselti ve bakılara göre ortalama değerlerin değişimleri aşağıda verilmiştir. 3 yaşındaki karaçam fidanlarının gürbüzlük indisi ortalama değerleri, 2 yaşındaki gençliklerde olduğu gibi 800 m ve 1100 m yükselti kuşaklarında ve tüm bakılarda 50'den düşük çıkmıştır.

Tablo 13. Karaçam gençliklerinin gürbüzlük indisi ($G\bar{I}_3$) genel ortalama değerleri

Yükselti	Bakı	Ortalama $G\bar{I}_3$		
		Adet	Ortalama	St. Sapma
800 m	Güneşli	90	39,12	10,69
	Gölgeli	90	39,41	8,57
	Toplam	180	39,27	9,66
1100 m	Güneşli	90	39,94	12,37
	Gölgeli	90	43,31	6,93
	Toplam	180	41,63	10,14
Toplam	Güneşli	180	39,53	11,53
	Gölgeli	180	41,36	8,01
	Toplam	360	40,45	9,96

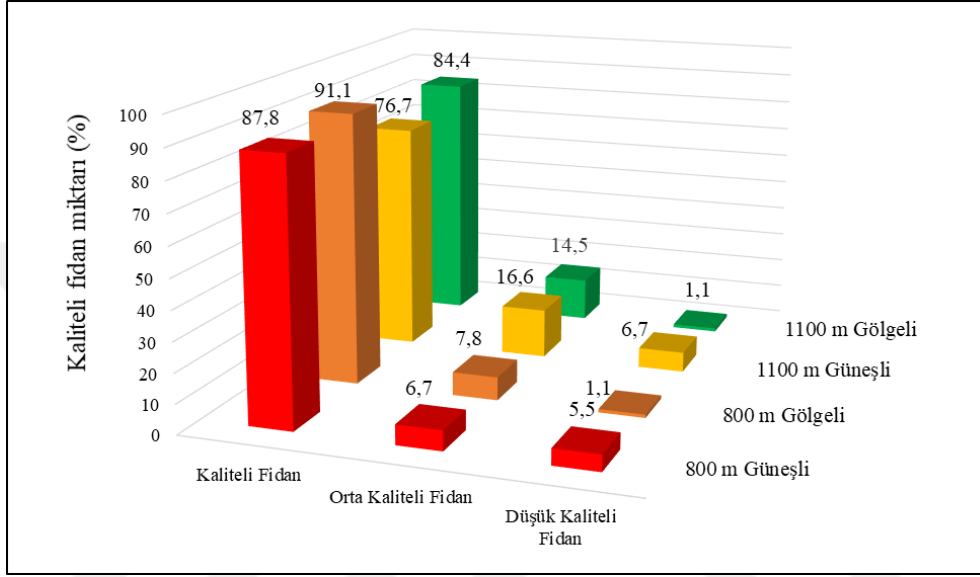
Tablo 13’den de görülebileceği gibi, gürbüzlük indisi genel ortalaması bakımından tüm sahalardaki gençliklerin kaliteli fidan grubuna girdiğini söyleyebiliriz. Ancak gürbüzlük indisi değerlerinin genel ortalamaları 50’den küçük çıkmakla beraber sahalarda ölçümü yapılan tüm fidanlar bireysel olarak değerlendirildiğinde farklı bir sonuç çıkmaktadır. Çıkan bu sonuçlara göre kalite sınıflarının yükselti ve bakıya göre yüzdesel dağılımları Tablo 14’te verilmiştir.

Tablo 14. Karaçam gençliklerinin gürbüzlük indisi ($G\bar{I}_3$) değerleri bakımından bakı ve yükseltiye göre kalite sınıflarına dağılım oranları (%)

Yükselti	Bakı	$G\bar{I}_3$ ’e göre kalite sınıflaması (%)		
		Kaliteli Fidan	Orta Kaliteli Fidan	Düşük Kaliteli Fidan
800 m	Güneşli	87,8	6,7	5,5
	Gölgeli	91,1	7,8	1,1
	Toplam	89,5	7,3	3,2
1100 m	Güneşli	76,7	16,6	6,7
	Gölgeli	84,4	14,5	1,1
	Toplam	80,6	15,6	3,8
Toplam	Güneşli	82,3	11,6	6,1
	Gölgeli	87,7	11,2	1,1
	Toplam	85,0	11,4	3,6

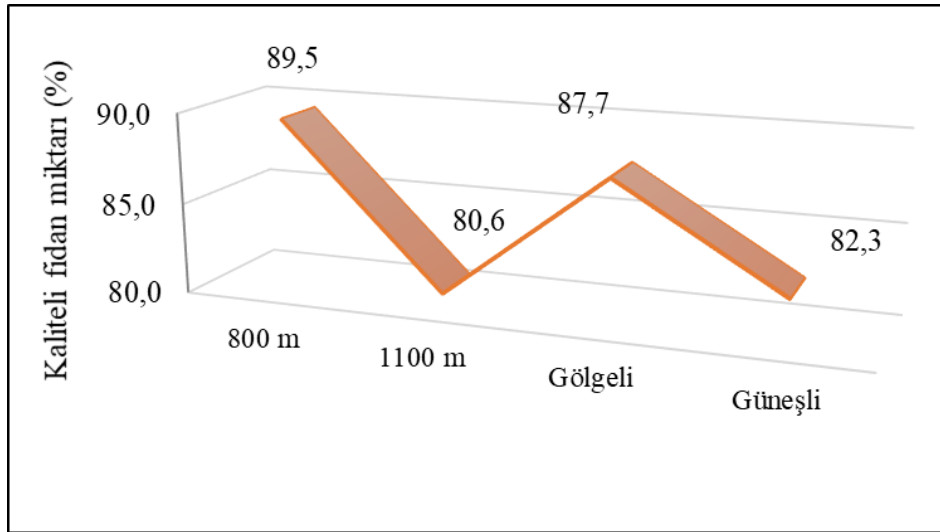
Tabloya bakıldığında gürbüzlük indisi temel alınarak yapılan kalite sınıflamasında üç yaşındaki fidanlara ilişkin olarak kaliteli fidan yüzdesinin en fazla olduğu saha, %91,1 ile 800 m rakımda olan gölgeli bakıdaki gençlikler olduğu görülmektedir. Bir önceki büyüme döneminde ise en yüksek kaliteli fidan içeren saha 1100 m rakımda olan gölgeli bakıdaki

gençlikler olduğu tespit edilmişti. Üç yaşındaki gençliklerde kaliteli fidan bakımından en düşük yüzdeye sahip saha ise (%76,7) bir önceki büyüme döneminde olduğu gibi 1100 metre yükseltideki güneşli bakıdır. Farklı yükselti ve bakılardaki gürbüzlük indisi değerleri temel alınarak oluşturulan üç farklı kalite sınıflamasının yüzdesel dağılımı üç yaşındaki fidanlar için aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 22. Gİ₃ değerleri bakımından fidanların kalite sınıflarına oransal dağılımı

Sadece yükselti ve bakı durumuna göre kaliteli fidan yüzdeleri ise oransal olarak Şekil 23'te sunulmuştur.



Şekil 23. Gİ₃ değerlerine göre kaliteli fidan yüzdesinin yükselti ve bakıya göre değişimi

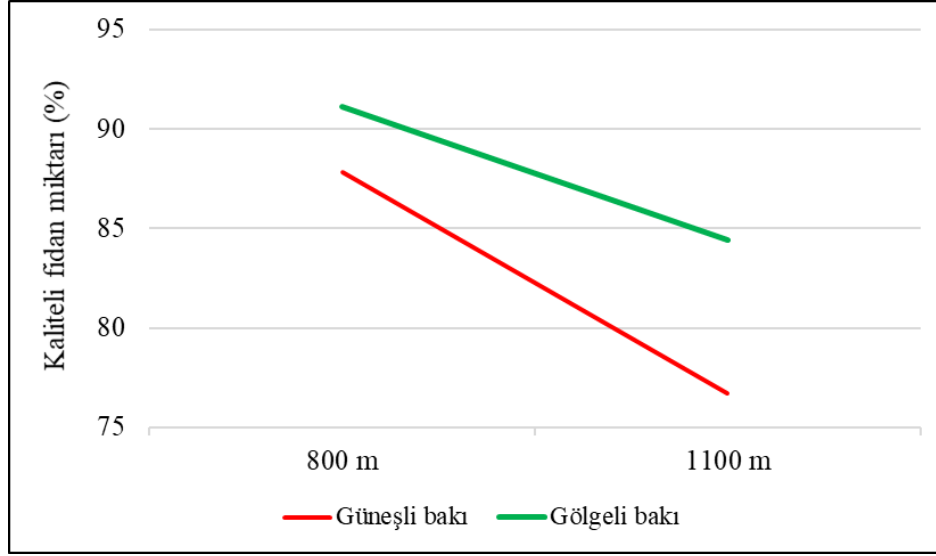
Şekilden de görülebileceği gibi düşük rakımdaki sahalarda kaliteli fidan oranı daha yüksek çıkmıştır. Yine bakı durumuna göre yapılan sınıflandırmada gölgeli bakılardaki sahalarda daha yüksek kaliteli fidan oranına sahip olmuştur. Üç yaşındaki karaçam gençliklerinin gürbüzlük indisi üzerindeki etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı ortaya koymak için varyans analizi gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Tablo 15'te gösterilmiştir.

Tablo 15. Gürbüzlük indisine ($G\bar{I}_3$) ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Doğrusal Model	1015,542	3	686,726	3,485	0,016*
Etkileşim	588952,003	1	670119,511	6062,636	0,000**
Yükselti	501,736	1	6,400	5,165	0,024*
Bakı	300,669	1	37,378	3,095	0,079
Yükselti × Bakı	213,136	1	2016,400	2,194	0,139
Hata	34583,456	356	128,473		
Toplam	624551,000	360			
Düzeltilmiş Toplam	35598,997	359			

**Önem düzeyi (p) < 0,01, *Önem düzeyi (p) < 0,05, istatistiksel olarak fark var.

Varyans analizi sonuçlarına bakıldığında, 3 yaşındaki karaçam gençliklerine ait gürbüzlük indisi değerlerinin, bakı ve yükselti x bakı etkileşiminin değişimine bağlı olarak istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar göstermediği anlaşılmaktadır. Ancak yükselti faktörünün gürbüzlük indisinin değişimi üzerinde istatistiksel olarak %99 güven düzeyi ile anlamlı farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Nitekim farklı rakımlardaki deneme sahalari arasında kaliteli fidan oranı bakımından %8,9 gibi bir fark olup bu oran diğer faktörlerin etkisine oranla nispeten yüksek bir fark olduğu söylenebilir (Şekil 24).



Şekil 24. Gl_3 değerlerine göre kaliteli fidan yüzdesinin yükselti ve bakı etkileşimine bağlı yüzdesel değişimi

3.1.4. Fidan Artım Değerlerine İlişkin Bulgular

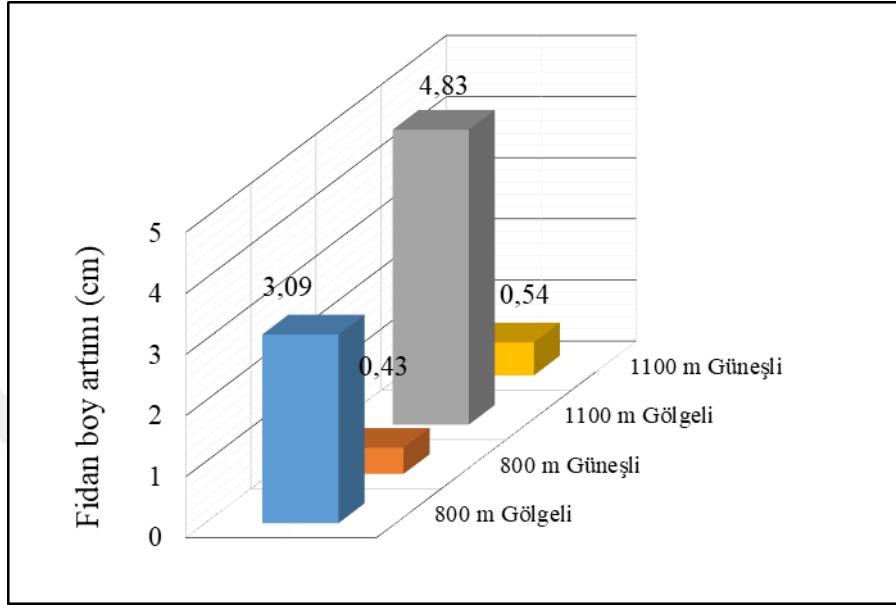
Karaçam doğal gençleştirme sahalarında, tohumlama kesiminden 2 ve 3 yıl sonra sahadaki gençliklere ait fidan boyları ölçülmüştür. Bu değerler arasındaki fark, yani fidanların ortalama yıllık boy artım değerlerinin, farklı yükselti ve bakılara göre meydana getirdiği ortalama ile standart sapma değerleri Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 16. Karaçam gençliklerinin (3 yaşında) 1 yıllık boy artım değerlerine ilişkin sonuçlar

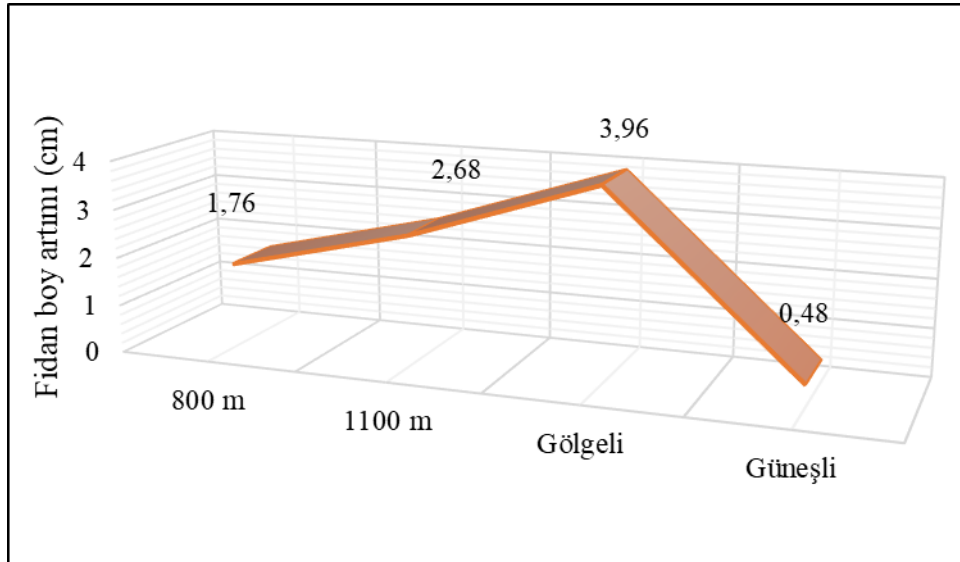
Yükselti	Bakı	Ortalama $FB_{3artım}$ (cm)		
		Adet	Ortalama	St. Sapma
800 m	Güneşli	90	0,43	0,00
	Gölge	90	3,09	0,01
	Toplam	180	1,76	1,36
1100 m	Güneşli	90	0,54	0,01
	Gölge	90	4,83	0,01
	Toplam	180	2,68	2,20
Toplam	Güneşli	180	0,48	0,06
	Gölge	180	3,96	0,89
	Toplam	360	2,22	1,87

Tablo 16 incelendiğinde, bütün sahaların ortalamalarına bakıldığında 3 yaşındaki karaçam fidanlarının yıllık ortalama boy artımının 2,22 cm olduğu görülmektedir. En yüksek fidan boyu artımı daha yüksek rakımda (1100 m) olan gölge sahada gerçekleşmiştir. En

düşük artım ise 800 m güneşli bakıda meydana gelmiştir. Yükselti ve bakı faktörlerinin etkileşimine göre ortalama fidan boyunun yıllık artım değerleri Şekil 25’de, genel ortalama değerler ise Şekil 26’da sunulmuştur.



Şekil 25. Yükselti ve bakı etkileşimine göre ortalama fidan boy artımlarının ($FB_{3artım}$) değişimi



Şekil 26. Ortalama fidan boy artımlarının ($FB_{3artım}$) yükselti ve bakıya göre değişimi

Şekil 26’da görüldüğü üzere bakı etkisi göz önüne alınmaksızın sadece yükselti faktörüne göre fidan boyu değerleri incelendiğinde daha alçak rakımda olan (800 m)

gençleştirme sahasındaki 3 yaşındaki gençliklerin daha az yıllık boy artım değerine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte yükselti etkisine bakılmaksızın fidan boy artım değerleri incelendiğinde ise gölgeli bakıdaki sahalarda yer alan bireylerin, güneşli bakıdaki gençliklere oranla daha yüksek fidan boy artımına sahip oldukları görülmektedir.

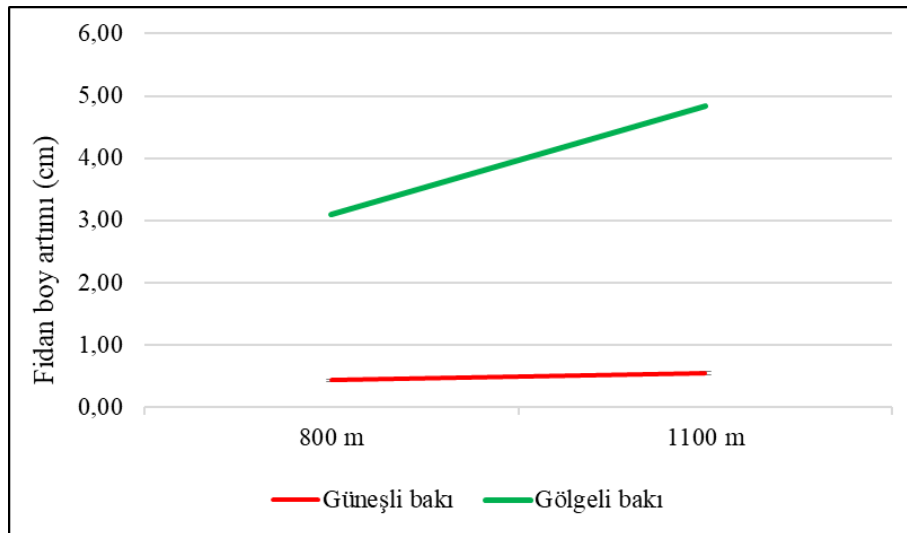
Tablo 17’de, 3 yaşındaki karaçam gençliklerinin yıllık boy artım değerleri üzerinde yükselti, bakı ve yükselti $\times$ bakı etkileşiminin etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı varyans analiziyle incelenmiş ve elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

Tablo 17. Ortalama yıllık fidan boy artımlarına ($FB_{3artım}$) ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Doğrusal Model	135,958	3	45,319	1194465,088	0,000**
Etkileşim	197,575	1	197,575	5207402,511	0,000**
Yükselti	8,556	1	8,556	225496,063	0,000**
Bakı	120,760	1	120,760	3182817,449	0,000**
Yükselti $\times$ Bakı	6,643	1	6,643	175081,752	0,000**
Hata	0,001	356	3,794		
Toplam	333,535	360			
Düzeltilmiş Toplam	135,960	359			

**Önem düzeyi ($p < 0,01$), istatistiksel olarak fark var.

Tablodaki sonuçlara bakıldığında, karaçam fidanlarına ait ortalama yıllık boy artım değerlerinin gerek yükselti ve bakı gerekse yükselti $\times$ bakı etkileşiminden %99 güven düzeyinde ($p < 0,01$) istatistiksel olarak anlamlı şekilde etkilendiği görülmektedir.



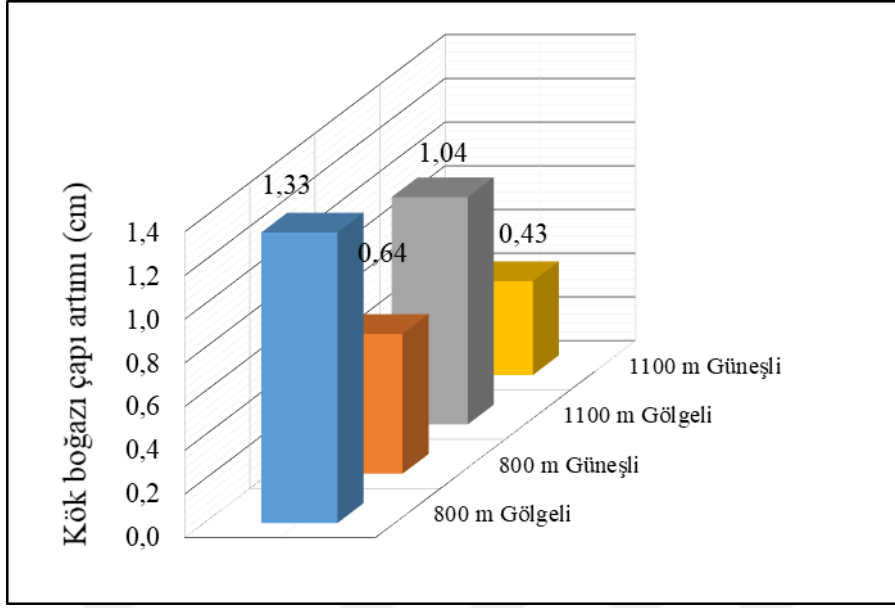
Şekil 27. Ortalama fidan boy artımlarının ($FB_{3artım}$) yükselti ve bakıya göre değişimi

Yükselti ve bakımın değişimine bağlı olarak ortalama fidan boy artımlarının değişimi Şekil 27’de gösterilmiştir. Üç yaşındaki karaçam fidanlarının ortalama yıllık kök boğazı çapı artım değerlerinin, farklı yükselti ve bakılara göre meydana getirdiği ortalama değerler Tablo 18’de verilmiştir.

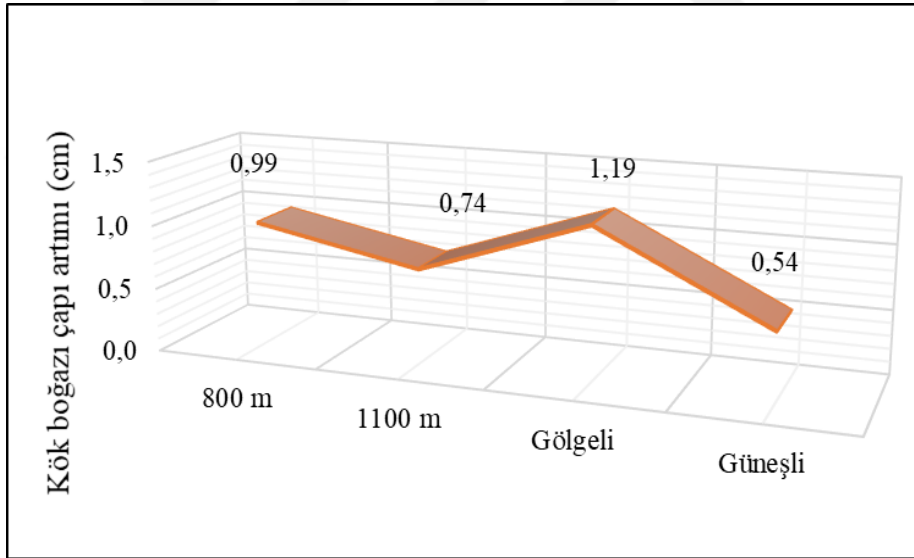
Tablo 18. Karaçam gençliklerinin (3 yaşında) 1 yıllık kök boğazı çapı artım değerlerine ilişkin sonuçlar

Yükselti	Bakı	Ortalama KBC _{3artım} (mm)		
		Adet	Ortalama	St. Sapma
800 m	Güneşli	90	0,64	0,01
	Gölgeli	90	1,33	0,01
	Toplam	180	0,99	0,35
1100 m	Güneşli	90	0,43	0,01
	Gölgeli	90	1,04	0,00
	Toplam	180	0,74	0,31
Toplam	Güneşli	180	0,54	0,11
	Gölgeli	180	1,19	0,15
	Toplam	360	0,86	0,35

Deneme sahalarının ortalamalarına bakıldığında 3 yaşındaki karaçam fidanlarının yıllık ortalama kök boğazı çapı artımının 0,86 mm olduğu görülmektedir. En yüksek kök boğazı çapı artımı daha alçak rakımda (800 m) olan gölgeli sahada gerçekleşmiştir. En düşük artım ise 1100 m güneşli bakıda meydana gelmiştir. Yükselti ve bakı faktörlerinin etkileşimine göre ortalama kök boğazı çapının yıllık artım değerleri Şekil 28’de, genel ortalama değerler ise Şekil 29’da sunulmuştur.



Şekil 28. Yükselti ve bakı etkileşimine göre ortalama kök boğazı çapı artımlarının (KBC_{3artım}) değişimi



Şekil 29. Ortalama fidan kök boğazı çapı artımlarının (KBC_{3artım}) yükselti ve bakıya göre değişimi

Sadece yükselti faktörüne göre kök boğazı çapı değerleri incelendiğinde daha alçak rakımda olan (800 m) gençleştirme sahasındaki 3 yaşındaki gençliklerin daha fazla yıllık kök boğazı çapı artım değerine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte yükselti etkisine bakılmaksızın fidan kök boğazı çapı artım değerleri incelendiğinde ise gölgeli bakıdaki sahalarda yer alan bireylerin, güneşli bakıdaki gençliklere oranla daha yüksek fidan boy artımına sahip oldukları görülmektedir. Bu seyir fidan boyu artımına benzer şekilde

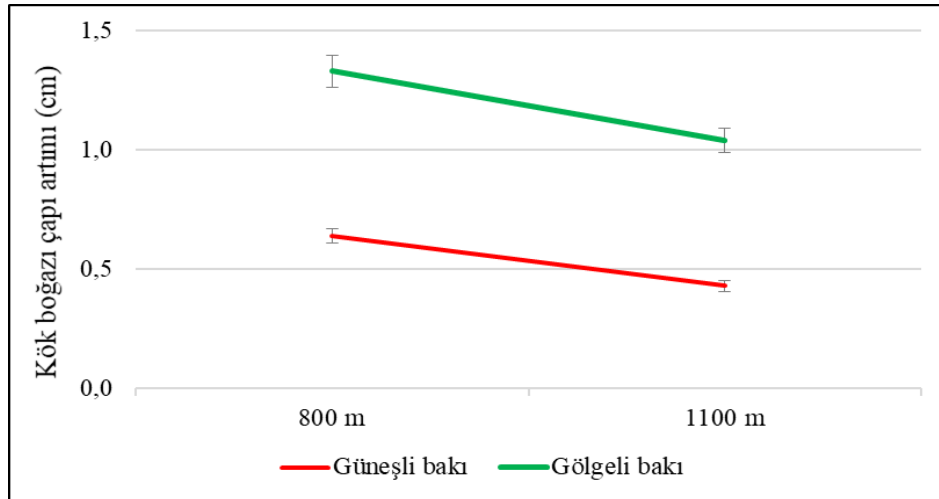
ilerlemiştir (Şekil 29). Tablo 19’da 3 yaşındaki karaçam gençliklerinin yıllık *kök boğazı çapı* artım değerleri üzerinde yükselti, bakı ve yükselti $\times$ bakı etkileşiminin etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı varyans analiziyle incelenmiş ve elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

Tablo 19. Ortalama yıllık kök boğazı çapı boy artımlarına ($KB\check{C}_{3artım}$) ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Doğrusal Model	4,866	3	1,622	47741,830	0,000**
Etkileşim	29,585	1	29,585	870853,790	0,000**
Yükselti	0,625	1	0,625	18401,679	0,000**
Bakı	4,225	1	4,225	124354,019	0,000**
Yükselti $\times$ Bakı	0,016	1	0,016	469,793	0,000**
Hata	0,001	36	3,397		
Toplam	34,452	40			
Düzeltilmiş Toplam	4,867	39			

**Önem düzeyi (p) < 0,01, istatistiksel olarak fark var.

Tablodaki sonuçlara bakıldığında, karaçam fidanlarına ait ortalama yıllık kök boğazı çapı artım değerleri, fidan boyu artım değerlerinde olduğu gibi; gerek yükselti ve bakı gerekse yükselti $\times$ bakı etkileşiminden %99 güven düzeyinde ($p < 0,01$) istatistiksel olarak anlamlı şekilde etkilendiği görülmektedir.



Şekil 30. Ortalama fidan kök boğazı çapı artımlarının ($KB\check{C}_{3artım}$, mm) yükselti ve bakıya göre değişimi

Yükselti ve bakımın değişimine bağlı olarak ortalama fidan kök boğazı çapı artımlarının değişimi Şekil 30'da gösterilmiştir.

3.2. Morfolojik Karakterler Arasındaki Korelasyon Analizine İlişkin Bulgular

Ölçülen karaktere ilişkin olarak yapılan korelasyon analizinin sonuçları Tablo 20'de verilmiştir.

Tablo 20. Morfolojik karakterlere ilişkin korelasyon analizi sonuçları

	FB ₂	FB ₃	KBC ₂	KBC ₃	GI ₂	GI ₃
FB ₂	1	,537**	,799**	,468**	,470**	,127*
FB ₃		1	,466**	,817**	,227**	,301**
KBC ₂			1	,500**	-,120*	-0,024
KBC ₃				1	0,055	-,247**
GI ₂					1	,293**
GI ₃						1

* %95 güven düzeyi ile karakterler arasında korelasyon anlamlıdır.

** %99 güven düzeyi ile karakterler arasında korelasyon anlamlıdır.

Ölçülen karakterler arasında yapılan korelasyon analizi sonuçlarına bakıldığında, elde edilen karakterlerin önemli bir kısmında elde edilen sonuçların %99 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönlü korelasyonlar gösterdiği tespit edilmiştir. Yalnızca kök boğazı çapı ve gürbüzlük indisi arasında negatif yönde korelasyonlar belirlenmiştir. Nitekim, kök boğazı çapının gürbüzlük indeksi formülündeki hesaplama yöntemine bağlı olarak, bu iki değişken arasında negatif bir korelasyon olması beklenir. Yani, kök boğazı çapındaki artışın gürbüzlük indeksinde azalmaya yol açması öngörülen bir durumdur.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Mudurnu Orman İşletme Müdürlüğü sınırlarında yer alan Anadolu Karaçamı doğal gençleştirme sahalarında gerçekleştirilen çalışma kapsamında, iki farklı yükselti kuşağı (800 m ve 1100 m) ve iki farklı bakı yönü (gölgeli ve güneşli) olmak üzere toplam 12 örnek alan belirlenmiştir. 2020 yılında tohumlama kesimi yapılan sahalarda, 2 yaşında ve 3 yaşında olan toplam 360 fidan üzerinde morfolojik ölçümler gerçekleştirilmiştir. Her örnek alanda 30 fidan seçilerek, fidan boyu (FB) ve kök boğazı çapı (KBC) ölçümleri iki yıl boyunca ayrı ayrı yapılmış ve buna bağlı olarak gürbüzlük indisi ve fidan artım değerleri belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında yapılan ölçümlere göre 2 yaşındaki karaçam fidanlarının ortalama boyu 10,78 cm, 3 yaşındaki fidanların ise 13,00 cm olarak belirlenmiştir. 800 m yükselti ve gölgeli bakıda bulunan fidanlar, hem 2 yaşında (15,03 cm) hem de 3 yaşında (18,12 cm) en yüksek boy değerlerine ulaşmıştır. En düşük fidan boyları ise 800 m yükseltide güneşli bakıda belirlenmiş olup, 2 yaşında 9,00 cm, 3 yaşında 9,43 cm olarak ölçülmüştür. Benzer şekilde, Kütahya-Simav yöresinde yapılan çalışmada da karaçam gençliklerinin büyüme performanslarının farklı habitat koşullarına bağlı olarak değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Bu araştırmada, çevresel faktörlerin gençlik gelişimini doğrudan etkilediği ifade edilmiştir (Ertuğrul ve Bilir, 2020).

Genel olarak bakıldığında, fidan boylarının yükselti ve bakı faktörlerinden önemli ölçüde etkilendiği görülmüştür. Gölgeli bakıdaki fidanlar, güneşli bakıdakilere kıyasla daha yüksek boy değerlerine sahip olmuş, düşük rakımlarda (800 m) ise genel olarak daha fazla büyüme kaydedilmiştir. Bu sonuçlar, ışık yoğunluğunun ve sıcaklık değişkenlerinin karaçam gençliklerinin büyümesi üzerindeki etkisini doğrulamaktadır. Benzer şekilde, Kastamonu Araç Orman İşletme Müdürlüğü'nde yapılan çalışmada da ışık geçirgenliğinin (GIM) karaçam gençliklerinin büyümesi üzerinde belirleyici bir faktör olduğu tespit edilmiştir. GIM değerinin yüksek olduğu alanlarda fidan boylarının daha fazla arttığı görülmüştür (Köseoğlu ve Kara, 2019). Ayrıca, gölgeli bakıların daha nemli ve daha az kurak koşullara sahip olması, fidan büyümesini olumlu yönde etkilemiş olabilir. Özellikle Batı Karadeniz Bölgesi'nde yapılan araştırmalar, nem faktörünün karaçam gençliklerinin ilk yıllardaki gelişiminde önemli bir rol oynadığını ortaya koymuştur (Karadağ, 1999).

2 yaşından 3 yaşına geçiş sürecinde en fazla boy artışı gölgeli bakıda ve 1100 m rakımlarda gerçekleşmiştir. Örneğin, 800 m gölgeli bakıda yıllık boy artışı 3,09 cm, 1100 m

gölgeli bakıda ise 4,83 cm olarak kaydedilmiştir. Buna karşın, güneşli bakıdaki fidanlarda büyüme daha sınırlı kalmış, 800 m yükseltide sadece 0,43 cm ve 1100 m yükseltide 0,54 cm boy artışı gerçekleşmiştir. Doğal gençleştirme sürecinde, tohumlama kesimlerinin zamanlamasının ve kapalılık oranlarının iyi ayarlanmasının başarıyı artırmada önemli bir faktördür. Eskişehir-Tandır mevkiinde yapılan çalışmalarda da karaçam fidanlarının kuzey bakıda ve gölgeli alanlarda daha iyi büyüme gösterdiği, buna karşın güneşli ve kurak alanlarda büyümenin daha sınırlı kaldığı belirlenmiştir (Yılmaz ve Kalkan, 2019). Ayrıca, karaçam meşcerelerinde farklı bakılardaki ışık yoğunluğunun gençlik büyümesi üzerinde belirleyici bir faktör olduğu, özellikle yüksek sıcaklık ve kuraklığın olduğu alanlarda gençlik gelişiminin daha sınırlı olduğu belirtilmiştir (Yazgan ve Özel, 2013).

Karaçam gençliklerine ait 2 yaşındaki fidanların ortalama kök boğazı çapı 2,43 mm, 3 yaşındaki fidanların ise 3,29 mm olarak belirlenmiştir. En büyük kök boğazı çapı 800 m yükselti ve gölgeli bakıda 3,38 mm (2 yaş) ve 4,71 mm (3 yaş) olarak ölçülmüştür. En düşük değer ise 800 m yükseltide güneşli bakıda kaydedilmiş olup, 2 yaşında 1,86 mm, 3 yaşında 2,50 mm olarak belirlenmiştir. Denizli Orman Fidanlık Müdürlüğü'nde yapılan bir araştırmada da karaçam fidanlarının kök boğazı çaplarının orijinlere göre farklılık gösterdiği ve İnceler orijininin 7,8 mm kök boğazı çapı ile en yüksek değere sahip olduğu belirtilmiştir (Aydınhan, 2022).

Kök boğazı çapı bakımından gölgeli bakılardaki fidanlar, güneşli bakılardakilere kıyasla daha büyük çap değerlerine ulaşmıştır. Ayrıca, 800 m yükseltide bulunan fidanlar genel olarak daha kalın kök boğazına sahip olmuştur. 3 yaşındaki fidanlarda yıllık kök boğazı çapı artışı en fazla 800 m gölgeli bakıda (1,33 mm), en düşük ise 1100 m güneşli bakıda (0,43 mm) kaydedilmiştir. Genel olarak, güneşli bakılarda kök boğazı çapı artışı sınırlı kalmıştır, bu durum kuraklık ve su stresi ile ilişkilendirilebilir. Bununla birlikte, güney bakılarda artan güneş radyasyonu, toprağın su tutma kapasitesini azaltarak genç bireylerin su stresi yaşamasına neden olabilir. Kütahya-Tavşanlı bölgesinde yapılan çalışmalarda, kurak alanlarda tüplü fidanların çıplak köklü fidanlara göre daha iyi kök gelişimi gösterdiği ve ortalama kök boğazı çapının 162,19 mm olduğu belirlenmiştir (Tonguç & Uçar, 2021). Bu durum, kök gelişiminin su stresi ve toprak nemiyle doğrudan bağlantılı olduğunu ortaya koymaktadır.

Gürbüzlük indisi bakımından iki yaşındaki fidanların ortalama değeri 43,14, üç yaşındaki fidanların ise 40,45 olarak hesaplanmıştır. İki yaşında en yüksek gürbüzlük indisi 1100 m gölgeli bakıda (45,32), en düşük ise 1100 m güneşli bakıda (41,23) bulunmuştur. Üç

yaşında ise en yüksek değer yine 1100 m gölgeli bakıda (43,31), en düşük ise 800 m güneşli bakıda (39,12) kaydedilmiştir. 3 yaşındaki fidanlarda gürbüzlük indisi bakımından en kaliteli fidanlar %91,1 oranıyla 800 m gölgeli bakıda belirlenirken, en düşük kaliteli fidan oranı %76,7 ile 1100 m güneşli bakıda kaydedilmiştir. Yapılan bir çalışmada da benzer şekilde karaçam fidanlarının kuzey bakılarda daha iyi gelişim gösterdiği ifade edilmektedir (Yılmaz & Kalkan, 2019). Karaçam ve sarıçam doğal gençleştirme sahalarında türlerin gençlik dönemindeki büyüme ilişkilerinin incelendiği diğer bir çalışmada, kuzey bakıda bulunan alanlarda, her iki türün de daha iyi boy gelişimi göstermesi de bu sonuçlarla uyumaktadır (Güner vd., 2007). Bu bulgular, farklı ekolojik koşulların fidan kalitesi üzerindeki belirleyici rolünü desteklemektedir. Benzer şekilde Çankırı-Eldivan bölgesinde yapılan bir çalışmada, karaçam gençliklerinin büyüme parametreleri ile çevresel stres faktörleri arasındaki ilişki incelenmiş ve ışık yoğunluğunun fidan gelişimi üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Gölgeli alanlardaki fidanların daha homojen bir gelişim gösterdiği, buna karşın açık alanlarda stres faktörleri nedeniyle büyüme performanslarının düştüğü saptanmıştır (Akkaya ve Çakır, 2022).

Fidanların 3 yaşındaki artım değerleri incelendiğinde, en yüksek yıllık boy artımı 1100 m gölgeli bakıda (4,83 cm), en düşük ise 800 m güneşli bakıda (0,43 cm) olmuştur. Aynı şekilde, Batı Karadeniz Bölgesi'nde yapılan çalışmalarda da yüksek rakımlı ve nemli ortamlarda karaçam gençliklerinin daha iyi gelişim gösterdiği belirlenmiştir (Karadağ, 1999).

Kök boğazı çapı bakımından en fazla büyüme 800 m gölgeli bakıda (1,33 mm), en düşük ise 1100 m güneşli bakıda (0,43 mm) olarak kaydedilmiştir. Bu durum, gençlik büyümesinin yükselti ve bakıya bağlı olarak önemli değişiklikler gösterdiğini ortaya koymuştur. Özellikle Eskişehir-Sündiken Dağları'nda yapılan çalışmalarda, gölgeli bakıların karaçam gençliklerinin gelişimi açısından daha uygun olduğu ve kök gelişiminin bu alanlarda daha iyi gerçekleştiği tespit edilmiştir (Güner vd., 2007).

Bu sonuçlar, daha yüksek olan rakımın (1100 m) ve gölgeli bakıların daha avantajlı büyüme koşulları sunduğunu göstermektedir. Çerkeş-İsmetpaşa Orman İşletme Şefliği'nde yapılan çalışmalarda da farklı toprak işleme yöntemlerinin karaçam doğal gençlestirmesi üzerindeki etkileri incelenmiş ve riper yönteminin pulluk yöntemine kıyasla daha başarılı olduğu, bu yöntemin toprak nemini artırarak gençlik gelişimini desteklediği belirlenmiştir (Güney, 2014).

Araştırma sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, karaçam gençliklerinin büyümesi ve gelişimi üzerinde yükselti ve bakımın önemli etkileri olduğu görülmüştür. Fidan boyu, kök boğazı çapı ve gürbüzlük indisi değerleri genel olarak düşük rakımlarda (800 m) ve gölgeli bakılarda daha yüksek çıkmıştır. Güneşli bakıda bulunan fidanlar genellikle daha kısa ve daha ince kök boğazına sahip olmuştur. Yükselti arttıkça (1100 m) büyüme oranları azalmış, ancak gölgeli bakıda bulunan bireyler yüksek rakımlarda bile daha iyi gelişim göstermiştir. Gürbüzlük indisi bakımından 2 ve 3 yaşındaki fidanlar arasında kalite farkı gözlemlenmiş, özellikle gölgeli bakılar kaliteli fidan açısından daha elverişli bulunmuştur.



5. ÖNERİLER

Bu çalışma, Anadolu Karaçamı doğal gençleştirme sahalarında yükselti ve bakımın gençlik gelişimi üzerindeki etkilerini ortaya koyarak, fidanların büyüme performansını iyileştirmeye yönelik uygulamalar için bilimsel veriler sağlamaktadır. Çalışma kapsamında elde edilen bulgular doğrultusunda, doğal gençleştirme başarı oranını artırmak ve sağlıklı genç meşcereler oluşturmak amacıyla aşağıdaki öneriler sunulmuştur.

Gençleştirme sahalarının seçimi ve planlanması aşamasında yükselti ve bakı faktörleri dikkate alınmalıdır. Çalışma sonuçlarına göre, daha iyi büyüme performansı gölgeli bakılarda ve düşük rakımlarda (800 m) elde edilmiştir. Fidan büyümesini desteklemek amacıyla doğal gençleştirme sahalarındaki ışık yönetimi dikkatle yapılmalıdır. Gölgeli bakılardaki fidanlar daha uzun boy ve kök boğazı çapı değerlerine sahip olmuştur. Aşırı ışık alımı, özellikle yüksek rakımlarda, fidan gelişimini olumsuz etkileyebileceğinden, genç fidanların korunması için gölgeleme etkisi sağlayacak silvikültürel müdahaleler uygulanabilir.

Tohumlama kesimleri sonrası fidan yoğunluğu optimum seviyede tutulmalıdır. Özellikle güneşli bakılarda fidan büyümesi daha sınırlı gerçekleşmiştir. Bu alanlarda gençliğin doğal rekabet sürecini düzenleyerek optimum gelişimi en iyi oranda sağlamak için birim alanda olması gereken fidan oranları uygun şekilde düzenlenmelidir.

Toprak yapısı ve nem durumu dikkate alınarak su tutma kapasitesinin artırılması yönünde uygulamalar yapılmalıdır. Kurak ve su tutma kapasitesi düşük alanlarda (güneşli bakılar), fidanların kök gelişimi daha zayıf kalmıştır. Bu nedenle, organik madde eklenmesi, mikro havuzlar oluşturulması veya düşük eğimli alanlarda toprak nemini koruyacak düzenlemelerin yapılması gençleştirme başarısını artırabilir.

Fidanların ilk yıllardaki gelişimi kritik olduğu için gerekli koruma önlemleri alınmalıdır. Çalışma sonuçlarına göre, ilk iki yıl boyunca fidan gelişimi oldukça değişkenlik göstermiştir. Özellikle güneşli bakı ve yüksek rakımlardaki fidanlar büyüme açısından dezavantajlı durumdadır. Bu alanlarda rüzgar ve kuraklık etkilerini azaltacak koruma önlemleri (çevresel bariyerler, malç uygulamaları) alınabilir.

Gençleştirme sahalarının gelişim sürecinin izlenmeli ve gerektiğinde silvikültürel müdahaleler yapılması gerekmektedir. Özellikle yüksek rakımlarda ve güneşli bakılarda her

ne kadar fidan başarı oranı yüzdesel olarak iyi olsa da gelişim nispeten daha yavaş olduğu için bu alanlarda daha hassas uygulamalar gereklidir.

Bu çalışma, karaçam doğal gençleştirme sahalarında yükselti ve bakımın etkilerini ortaya koymakla birlikte, gelecekte farklı ekolojik faktörlerin de (toprak kimyası, mikroklima koşulları vb.) incelenmesi gerekmektedir. Benzer çalışmalar farklı bölgelere yaygınlaştırılarak, karaçam gençliklerinin farklı ekosistemlerdeki büyüme performansı karşılaştırılmalıdır.

Bu çalışma, karaçam ormanlarında doğal gençleştirme sürecinin başarısını etkileyen ekolojik faktörleri belirlemek açısından önemli sonuçlar ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, doğal gençleştirme sürecinin etkin bir şekilde planlanabilmesi için gençleştirme alanlarındaki topoğrafik faktörlerin detaylı bir şekilde analiz edilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Özellikle düşük rakımlarda ve gölgeli bakılarda gerçekleştirilecek gençleştirme çalışmalarının, daha sağlıklı ve hızlı büyüyen fidanlar oluşturabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle, gelecekte yapılacak gençleştirme çalışmaları yükselti ve bakım gibi faktörler dikkate alınarak planlanmalı ve fidanların sağlıklı büyümesini teşvik edecek stratejiler geliştirilmelidir. Gençleştirme alanlarının seçimi ve uygulanacak silvikültürel yöntemler, bölgeye özgü ekolojik koşullar doğrultusunda belirlenmelidir.

6. KAYNAKLAR

- Akkaya, D., & Çakır, F. (2022). Çankırı Eldivan Yöresinde Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) Doğal Gençliklerine Çam Ökseotu (*Viscum album* subsp. *austriacum*) Bulaşma Derecesinin Belirlenmesi ve Silvikültürel Yaklaşımlar. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 8(2), 73-79.
- Akkemik, Ü. (2020). *Türkiye'nin Bütün Ağaçları ve Çalıları*. İstanbul: İş Bankası Kültür Yayınları.
- Akkemik, Ü., & Yaman, B. (2012). *Anadolu Karaçamının Morfolojik ve Anatomik Özellikleri*. Türkiye Ormancılar Derneği Yayınları.
- Akkemik, Ü., Yaltırık, F., & Efe, R. (2011). *Türkiye'deki Karaçam Popülasyonlarının Taksonomik ve Ekolojik Değerlendirilmesi*. Orman Fakültesi Yayınları.
- Aldhous, J.R. (1994). *Nursery Policy and Planning. Forest Nursery Practice*. (eds. J.R. Aldhous and W.L. Mason) Forestry Commission Bulletin, 111, 1-12, London, U.K.
- Anonim. (2021). *Birleşmiş Milletler Küresel Orman Kaynakları Raporu 2021*. New York, 114s.
- Anonim. (2006). *Sürdürülebilir Orman Yönetimi Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergeler Kriter ve Göstergeler 2006 Yılı Raporu*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü.
- Anşin, R. (1988). *Tohumlu Bitkiler*. Trabzon: KTÜ Orman Fakültesi, Genel Yayın No: 122, Fakülte Yayın No:15.
- 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(4), 509-519.
- Atay, İ. (1959). *Türkiye'de Orman Ağaçlarının Yayılışı ve Ekolojik Özellikleri*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Avanoğlu, B., Ayan, S., Demircioğlu, N., & Sıvacıoğlu, A. (2005). Evaluation of Two Years Old Seedlings of The Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Raised in Kastamonu-Taşköprü Forest Nursery as to TSI Quality Classification. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 2005(2), 73-83.
- Aydınhan, V. (2022). *Bazı Anadolu Karaçamı (Pinus nigra Arnold.) Orijinlerinde Kantitatif Karakterlerin Belirlenmesi*. Bartın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bartın.
- Bayar, E. (2012). *Kızılçam (Pinus brutia Ten.) ve Anadolu Karaçamı (Pinus nigra subsp. nigra Arnold. var. caramanica (Loudon) Rehder) doğal karışık meşcerelerinde*

meşcere kuruluş özellikleri: Isparta Orman Bölge Müdürlüğü örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.

- Boydak, M., Çalışkan, S. (2014). *Ağaçlandırma*. Ankara: Ormancılığı Geliştirme ve Orman Yangınları İle Mücadele Hizmetlerini Destekleme Vakfı (OGEM-VAK) Yayını.
- Caudullo, G., Welk, E., San-Miguel-Ayanz, J. (2017). Chorological Maps for The Main European Woody Species. *Data in Brief*, 12, 662-666.
- Çalışkan, A., Güney, H. S., & Çalışkan, S. (2014). Farklı Toprak İşleme Yöntemlerinin Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana*) Gençleştirme Üzerine Etkisi. *Journal of The Faculty of Forestry Istanbul University*, 64(2), 56-68.
- Çatal, Y., Güzel, B., & Genç, M. (2017). Kızılçam-Anadolu Karaçamı Doğal Karışık Meşcereleri İçin Biyolojik Bağımsızlığa Ulaşma Yaşlarının Belirlenmesi. *Turkish Journal of Forest Science*, 1(2), 145-154.
- Çelik, O., Umut, B., Kaymakçı, E., Dünder, M., Ayhan, Ş., 2002. *Karaçam (Pinus nigra Arn. subsp. pallasiana (Lamb.) Holmboe) Doğal Gençleştirme Üzerine Araştırmalar*. Ankara: İç Anadolu Araştırma Enstitüsü Yayınları.
- Deligöz, A. (2007). *Anadolu Karaçamı (Pinus nigra Arn. subsp. pallasiana (Lamb.) Holmboe) Fidanlarına Ait Bazı Temel Morfolojik ve Eko-Fizyolojik Özelliklerin Dikim Başarısına Etkisi*. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Isparta.
- Deligöz, A., Genç, M., & Özçelik, H. (2009). Kalite Sınıflamasının Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Fidanlarının Arazi Performansına Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A(2)*, 37-50.
- Ercan, M. (1997). *Bilimsel Araştırmalarda İstatistik, Genişletilmiş İkinci Baskı*. İzmit: Orman Bakanlığı Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.
- Ertuğrul, G. S., & Bilir, N. (2020). Kütahya-Simav Yöresi Anadolu Karaçamı Doğal Gençleştirme Sahasında Bazı Değerlendirmeler. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 21(1), 75-81.
- Gezer, A., & Aslan, M. (1982). *Ormancılıkta Gençleştirme Çalışmaları*. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları.
- Gillett, N. P., Weaver, A. J., Zwiers, F. W., & Flannigan, M. D. (2004). Detecting The Effect of Climate Change on Canadian Forest Fires. *Geophysical Research Letters*, 31, L18211–L18214.
- Güner, Ş.T. (2001). Afyon Orman İşletme Müdürlüğü Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Meşcerelerindeki Doğal Gençleştirme Çalışmalarının Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A(2)*, s. 61-74.

- Güney, H. S. (2014). *Çerkeş-İsmetpaşa Orman İşletme Şefliğindeki Karaçam (Pinus nigra) Doğal Gençleştirme Çalışmaları Üzerine Bir Araştırma*. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Jaenicke, H. (1999). *Good Tree Nursery Practices: Practical Guidelines for Research Nurseries*. ICRAF, Nairobi, pp 8–15.
- Johnson, K. H., Vogt, K. A., Clark, H. J., Schmitz, O. J., & Vogt, D. J. (1996). Biodiversity and The Productivity and Stability of Ecosystems. *Trees*, 11, 372–377.
- Karadağ, M. (1999). *Batı Karadeniz Bölgesinde Karaçam (Pinus nigra Arn. spp. pallasiana (Lamb.) Holmboe) Doğal Gençleştirme Koşulları Üzerine Araştırmalar*. Bolu: T.C. Orman Bakanlığı, Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.
- Karadağ, M. (2022). *Karaçamda Doğal gençleştirme*. Sevgi, O., Tecimen, H. B., & Okan, T. (Eds.). *Karaçam*. Ankara: Türkiye Ormancılar Derneği Yayını.
- Kayacık, H. (1980). *Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 2642, O.F. Yayın No: 281, 390 s.
- Köseoğlu, E., & Kara, F. (2019). Bazı Meşcere Değişkenlerinin Karaçam Gençlik Sayısı ve Büyümesi Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması. *Turkish Journal of Forestry*, 20(4), 305-311.
- Öner, N., & Buğday, S. E. (2006). Amasya'nın Taşova Yöresinde Yapılan Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Yapay Gençleştirme Çalışmalarına Bir Bakış. *Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi-Kastamonu*, 6(1), 1-10.
- Özdamar, K. (1999). *Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi SPSS MINITAP, Dördüncü Baskı*. Eskişehir: Kaan Kitapevi.
- Özkan, Y. (2003). *Uygulamalı İstatistik 2, Birinci Baskı*. Sakarya Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi. İstanbul: Sakarya Kitapevi.
- Saatçioğlu, F. (1969). *Silvikültürün Biyolojik Esasları*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- Sevgi, O. (2022). *Karaçam*. Ankara: Türkiye Ormancılar Derneği Yayınları.
- Sevgi, O., Yılmaz, O. Y., & Tecimen, H. B. (2016). Karaçam Meşcerelerinde Gençleştirme Sürecini Etkileyen Faktörler. *Orman Ekolojisi Dergisi*, 14(2), 112-128.
- Thompson, B.E. (1985). *Seedling Morphological Evaluation. What You Can Tell by Looking. Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures, and Predictive Abilities of Major Tests*. M.L. Duryea (ed.), Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis, OR, 59-71.
- Tonguç, F., & Uçar, S. (2021). Kurak ve Yarıkurak Alanlarda Tüplü ve Çıplak Köklü Dikilen Karaçam (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) Fidanlarının 5 Yıllık Dikim

Başarısının Değerlendirilmesi: Kütahya-Tavşanlı Örneği. *Turkish Journal of Forest Science*, 5(1), 139-149.

Yahyaoglu, Z., & Genç, M. (2007). *Fidan Standardizasyonu*. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayın No: 75.

Yaltırık, F. (1988). *Dendroloji*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3443, O.F. Yayın No: 386, 320 s.

Yaltırık, F., & Efe, R. (2000). *Karaçamın Sistematik Özellikleri ve Ekolojisi*. Türkiye Ormancılar Derneği Yayınları.

Yazgan, İ., & Özel, H. B. (2013). The Factors Affecting The Success of Natural Regeneration Efforts in Kastamonu-Araç Region's Black Pine (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Stands. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 15(1-2), 89-111.

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.

ÖZGEÇMİŞ

Mümin BAYRAM, İlk, orta ve lise öğrenimini yine Trabzon’da tamamladıktan sonra 2002 yılında başladığı Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü’nden 2007 yılında mezun olduktan sonra aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yüksek lisansa başladı. 2009 yılı Mart ayında Orman Genel Müdürlüğü emrine Orman Mühendisi olarak atandı. Halen aynı birimde görevine devam etmektedir. Evli ve iki çocuk babası olan Mümin BAYRAM orta derecede İngilizce bilmektedir.

