

T.C.
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

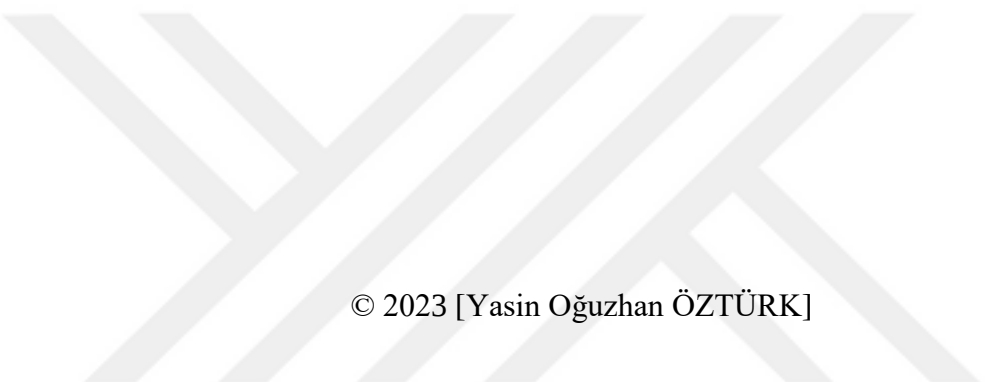
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DENİZLİ-BEYAĞAÇ YÖRESİ ANADOLU KARAÇAM'I
POPÜLASYONLARINDA BÜYÜME ÖZELLİKLERİ İLE
KOZALAK VERİMİ İLİŞKİSİ

Yasin Oğuzhan ÖZTÜRK

Danışman
Prof. Dr. Nebi BİLİR

ISPARTA - 2023



© 2023 [Yasin Oğuzhan ÖZTÜRK]

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM	8
3.1. Materyal	8
3.2. Yöntem.....	9
3.3. Verilerin Değerlendirilmesi	10
4. BULGULAR	12
4.1. Uç Popülasyona İlişkin Bulgular	12
4.2. Uç Popülasyonda Özellikler Arasındaki İlişkilere Ait Bulgular	14
4.3. Normal Popülasyona İlişkin Bulgular	15
4.4. Normal Popülasyonda Özellikler Arasındaki İlişkilere Ait Bulgular	18
4.5. Popülasyonlarda Özelliklere İlişkin Bulgular	18
4.6. Popülasyonlarda Özellikler Arasındaki İlişkilere Ait Bulgular	22
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	25
5.1. Kozalak Sayısına İlişkin Tartışma ve Sonuçlar	25
5.2. Büyüme Özelliklerine İlişkin Tartışma ve Sonuçlar	27
5.3. Özellikler Arasındaki İlişkilere Ait Tartışma ve Sonuçlar.....	28
5.4. Öneriler	30
KAYNAKLAR	31
ÖZGEÇMİŞ	35

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DENİZLİ-BEYAĞAÇ YÖRESİ ANADOLU KARAÇAM'I POPÜLASYONLARINDA BÜYÜME ÖZELLİKLERİ İLE KOZALAK VERİMİ İLİŞKİSİ

Yasin Oğuzhan ÖZTÜRK

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nebi BİLİR

Uç/marjinal ve normal *Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe (Anadolu Karaçamı) popülasyonlarının kozalak sayısı, ağaç boyu, dip ve göğüs yüksekliği çapları ile tepe çapı özellikleri üzerinde gerçekleştirilen bu çalışmada, türün silvikültür, genetik-ıslah ve diğer ormancılık uygulamalarına katkı sağlanması hedeflenmiştir.

Çalışma sonucunda, ortalama kozalak sayısı uç/marjinal popülasyonda 494, normal popülasyonda 74 olarak belirlenmiş ve popülasyon içi bireyler arası farklılıklar ortaya çıkmıştır. Çalışma sonucunda, ağaç boyu, dip ve göğüs yüksekliği çapları ile taç çapı ortalamaları uç popülasyonda sırasıyla 19.2 m, 121.7 cm, 112.4 cm ve 1482.2; normal popülasyonda; ise sırasıyla 14.2 m, 46.9 cm, 40.5 cm ve 607.8 cm bulunmuştur. Her iki popülasyonda da, popülasyon içi bakılar, özellikler bakımından benzer ($p>0.05$) bulunmuştur.

Popülasyonların geneline uygulanan varyans analizi sonucunda, kozalak sayısı ve büyüme özellikleri, popülasyonlar arası ve bakılar arası anlamlı ($p<0.05$) farklılıklar ortaya çıkmıştır. Kuzey bakının kozalak verimi ve büyüme özellikleri bakımından diğer bakılardan farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

Korelasyon analizi ile çalışmaya konu özellikler arasında anlamlı ($p<0.05$) pozitif ilişkiler elde edilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, ormancılık uygulamalarına yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Boy, Çap, Korelasyon, Kozalak, Varyasyon

2023, 35 sayfa

ABSTRACT

Master's Thesis

RELATION BETWEEN CONE PRODUCTION AND GROWTH CHARACTERISTICS IN ANATOLIAN BLACK PINE OF DENİZLİ- BEYAĞAÇ DISTRICT

Yasin Oğuzhan ÖZTÜRK

Isparta University of Applied Sciences
The Institute of Graduate Education
Department of Forest Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Nebi BİLİR

In this thesis carried out in marginal and normal populations of *Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe (Anatolian Black Pine) based on cone numbers, height, diameter at base, diameter at breast height and crown diameter were examined to contribute silvicultural, genetic-breeding, and other forestry practices in the species.

Averages of cone numbers were 494 in marginal population, and 74 in normal population, while there were large differences among individuals within population. Means of tree height, diameters at base and at breast height, and crown diameter were 19.2 m, 121.7 cm, 112.4 cm and 1482.2 cm in marginal population, and 14.2 m, 46.9 cm, 40.5 cm and 607.8 in normal population, respectively. Aspects were similar ($p>0.05$) for the characteristics in both populations.

According to results of analysis of variance showed significant ($p<0.05$) differences between the populations, and among aspects in polled populations for the characteristics. North aspect was different than other aspects for the characteristics.

Relations among the characteristics were found as positive and significant ($p<0.05$) by correlation analysis results.

Some conclusions were given based on results of the study for forestry practices.

Key Words: Height, Diameter, Correlation, Cone, Variation

2023, 35 pages

TEŞEKKÜR

Önemli ekolojik ve ekonomik asli orman ağacı türlerimizden Anadolu Karaçam'ı üzerinde gerçekleştirilen, genetik-ıslah ve diğer silvikültürel uygulamalara katkı sağlanması amaçlanan “Denizli-Beyağaç Yöresi Anadolu Karaçam'ı Popülasyonlarında Büyüme Özellikleri ile Kozalak Verimi İlişkisi” başlıklı bu Yüksek Lisans Tez çalışmamda, destek ve katkıları nedeniyle, Sayın Hocam Prof. Dr. Nebi BİLİR'e teşekkürlerimi sunarım.

Katkılarından dolayı sınav jüri üyesi hocalarıma teşekkürü borç bilirim.

Aileme ve özel olarak babam İbrahim ÖZTÜRK'e, manevi desteklerinden dolayı sonsuz sevgi, saygı ve şükranlarımı sunar, çalışmamın ormancılığımıza faydalı olmasını dilerim.

Yasin Oğuzhan ÖZTÜRK
ISPARTA, 2023

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Karaçam'ın yayılışı	1
Şekil 3.1. Marjinal (üst şekil) ve normal (alt şekil) popülasyonlardan görünümler	8
Şekil 3.2. Örneklenen bireylerden görünüm	9
Şekil 3.3. Türde değişik yaşlı kozalaklardan bir görünüm.....	9
Şekil 3.4. Bireylerdeki ölçümlerden bir görünüm.....	10
Şekil 4.1. Uç popülasyonda bireylere göre kozalak sayıları	13
Şekil 4.2. Uç popülasyonda bakılara göre ortalama kozalak sayıları	13
Şekil 4.3. Normal popülasyonda bireysel kozalak verimleri	16
Şekil 4.4. Normal popülasyonda bakılara göre ortalama kozalak sayıları	17
Şekil 4.5. Popülasyonların genelinde bireysel kozalak verimleri	19
Şekil 4.6. Popülasyonların genelinde boy değerleri	19
Şekil 4.7. Uç popülasyon bireylerinde tepe çökmesi	20
Şekil 4.8. Popülasyonda bakılara göre ortalama kozalak sayıları	21
Şekil 4.9. Boy (h) ile kozalak sayısı (KS) ilişkisi	23
Şekil 4.10. Dip çap (D_0) ile kozalak sayısı (KS) ilişkisi	24
Şekil 4.11. Yükselti (R) ile kozalak sayısı (KS) ilişkisi.....	24
Şekil 5.1. Uç (MP) ve normal (NP) popülasyonda bireylerin kozalak verimi dağılımı	26

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 4.1. Kozalak sayısı, boy, dip çap, göğüs yüksekliği çapı ve taç çapı değerleri	12
Çizelge 4.2. Özelliklerin bakılara göre ortalama ve varyasyon katsayısı değerler	13
Çizelge 4.3. Uç popülasyon bakılarının özellikler bakımından karşılaştırılması.....	14
Çizelge 4.4. Uç popülasyonda özellikler arasındaki ilişkiler	15
Çizelge 4.5. Kozalak sayısı, boy, dip çap, göğüs yüksekliği çapı ve taç çapı değerleri	15
Çizelge 4.6. Özelliklerin bakılara göre ortalama ve varyasyon katsayısı değerler	16
Çizelge 4.7. Normal popülasyon bakılarının özellikler bakımından karşılaştırılması	17
Çizelge 4.8. Normal popülasyonda özellikler arasındaki ilişkiler	18
Çizelge 4.9. Kozalak sayısı (KS), boy (h), dip çap (d_0), göğüs yüksekliği çapı ($d_{1.30}$) ve taç çapı (TÇ) değerleri	19
Çizelge 4.10. Popülasyonların özellikler bakımından karşılaştırılması	20
Çizelge 4.11. Popülasyonların genelinde özelliklerin bakılara göre ortalama ve varyasyon katsayısı değerleri	21
Çizelge 4.12. Bakıların özellikler bakımından karşılaştırılması	22
Çizelge 4.13. Popülasyonlarda özellikler arasındaki ilişkiler	23

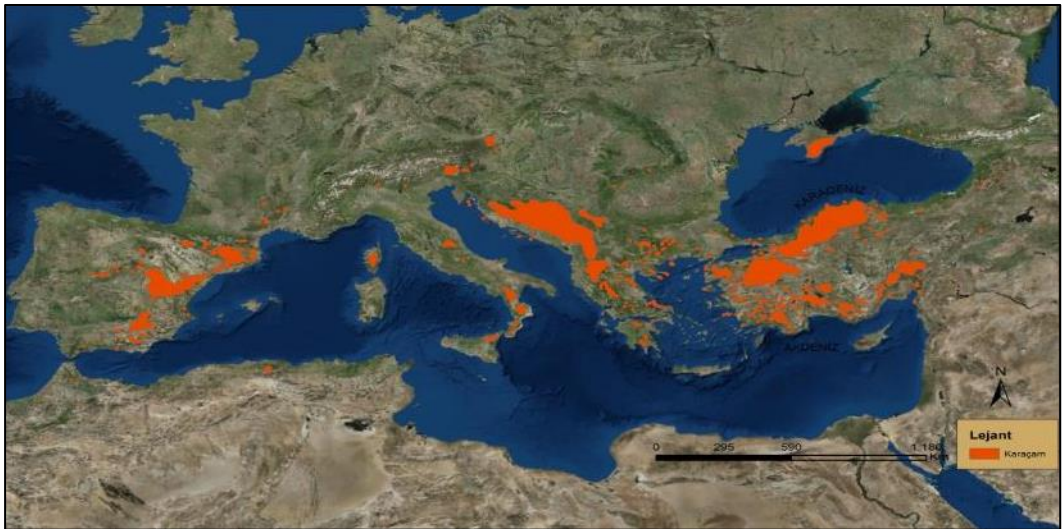
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

B	Bakı
cm	Santimetre
CV	Varyasyon katsayısı
d ₀	Dip çapı
d _{1.30}	Göğüs yüksekliği çapı
h	Boy
KS	Kozalak sayısı
m	Metre
p	Önem düzeyi
R	Yükselti
r	Korelasyon katsayısı
TÇ	Taç çapı
YY	Yaşama yüzdesi



1. GİRİŞ

Orman ağaçlarında, çiçek, tohum, kozalak gibi üreme verimine, biyotik ve abiyotik faktörlerin etkili olabileceği bilinmektedir. Bu konuda, Odabaşı (1990), Toros Sediri'nde (*Cedrus libani* A. Rich.), yaş ve tepe çapına göre, kozalak miktarının artacağını belirtmektedir. Aynı tür üzerinde gerçekleştirilen bir başka çalışmada da Yazıcı ve Bilir (2017), bireylerde üreme verimi üzerine birçok çevresel ve biyolojik faktörlerin etkili olabileceğini vurgulamışlardır. Benzer vurgulamalar değişik orman ağacı türleri üzerinde yapılan çalışmalarda da gerçekleştirilmiştir (Eriksson vd., 1973; Bilir vd., 2005; Çerçioğlu, 2018). Bu üreme veriminin öneminin, küresel iklim değişikliği bağlamında ve türlerin verimsiz orman alanı miktarına bağlı olarak daha da artacağı aşikârdır. Zira üreme verimi, gençleştirme, bakım, tohum kaynaklarının seçim ve idaresi gibi ormancılık uygulamaları ve sürdürülebilirliğini de etkileyebilmektedir. Güncel ormancılık verilerine göre 23.1 milyon hektar büyüklüğündeki ülkemiz ormanlarının 9.6 milyon hektarı (%41.6) verimsiz orman, yani ağaçlandırmaya konu sahalardandır (Anonim, 2022). Bu orman varlığı içerisinde Anadolu Karaçam'ı [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] %31.9'u verimsiz olmak üzere 4.2 milyon hektarlık doğal yayılımı ile önemli bir ekolojik ve ekonomik paya sahiptir. Karaçam dünyadaki doğal yayılımını; Fas ve İspanya (batı), Türkiye (doğu), Kıbrıs (güney), Kırım, Ukrayna ve Avusturya (kuzey) arasındaki alanlarda yapmaktadır (Atalay ve Efe, 2012) (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Karaçam'ın yayılımı (Critchfield ve Little, 1966)

Türkiye’deki doğal yayılışında ise; İç ve Doğu Anadolu, Ege, Marmara ve Trakya ile Karadeniz bölgesinde yeşil ırmağın batısında göstermektedir (Anonim, 2017). Ayan vd. (2017), Türkiye ağaçlandırma uygulamalarında Anadolu Karaçamı’nın en yaygın tür olduğunu belirtmektedirler. Anadolu Karaçamı’nın Türkiye ormancılığındaki bu önemi, türün sürdürülebilirlik bağlamında özellikle majinal/uç popülasyonlarında; çiçek, kozalak ve tohum gibi üreme ilişkin gerçekleştirilecek çalışmaların öncelik ve ivediliğini de artırmaktadır.

Doğal yayılış alanının genişliği ve ekonomik değeri bakımından önemli doğal türlerimizden olan Anadolu Karaçamı üzerinde gerçekleştirilen bu çalışma; Denizli yöresi Eskere Orman İşletme Müdürlüğü Çiçekli Orman İşletme Şefliği Anadolu Karaçamı uç/marjinal ve normal popülasyonlarında, kozalak verimi ve büyüme özellikleri bağlamında; Anadolu Karaçamı’nın genetik-ıslah çalışmaları (örneğin tohum kaynaklarının tescil ve tesisi) ve diğer ormancılık çalışmalarına katkı sağlanması amacıyla gerçekleştirilmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Gerek çalışmaya konu Anadolu Karaçamı ve gerekse diğer orman ağacı türlerinde büyüme özellikleri ile kozalak verimi etkileşimi üzerine birçok çalışma gerçekleştirilmiş ve gerçekleştirilmektedir. Tez konusu ile ilişkili olduğu düşünülen ve tarafımızca ulaşılabilen bazı çalışmalar aşağıda özetlenmeye çalışılmıştır.

Güner (2001), Afyon Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde Anadolu Karaçamı üzerinde yaptığı bir çalışmada, en fazla gençliğin tohumlama kesimi yılında geldiği, orta tohum yıllarında ve ikinci bol tohum yılında da gelen gençliğin başarıyı olumlu etkilediğini ifade etmiştir. Dolayısıyla, ışık kesimlerine ikinci bol tohum yılından sonra başlanması durumunda gençleştirme başarısının artacağı belirtilmiştir.

Kaymakçı vd. (2002), Ege bölgesi bozuk yüksek zon Karaçam ormanlarının gençleştirilmesi üzerinde yapmış oldukları çalışmada; Acıpayam, Eskere ve Köyceğiz İşletme Müdürlüklerinin yüksek kesimlerdeki önemli bir bölümünün doğal yapısı bozulmuş, 20-25 adet/hektar çok yaşlı ağaç bulunan ormanlarının gençleştirilebilmesi yöntemlerinin tespit etmeye çalışmışlardır.

Ağaç taksonlarına, yetişme ortamı özellikleri ve ağaçların tepe gelişimine göre, tohum verme yaşı değişim göstermekle birlikte, ağaç türlerinin tohum oluşturmaları ve bunun yeterli oranda tohum miktarına ulaşması belirli yaşlardan sonra başlar. Örnek vermek gerekirse tohum vermeye başlama yaşının, Kızılçam'da (*Pinus brutia* Ten.) 20 yıl, Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Anadolu Karaçamı'nda 30, Toros Sediri'nde 40, Ladin (*Picea* sp.) türlerinde 50 ve Gökmar (Abies sp.) taksonlarında 60 yıl olduğu belirtilmektedir (Anonim, 1986).

Çerçioğlu (2018), "Burdur-Göhlhisar Yöresi Anadolu Karaçamı [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] Popülasyonlarında Üreme x Büyüme Özellikleri Etkileşimi ve Bazı Genetik Parametrelerin Tahmini" başlıklı doktora çalışmasında; çiçek, kozalak ve tohum verimi ile ağaç boyu, dip çap gibi büyüme özellikleri ve rakım arasındaki ilişkilerin yıl, popülasyon, meşcere ve özelliklere göre değişebildiğini belirlemiştir. Aynı çalışmada, kozalak sayısı bakımından alt yükselti basamağının en yüksek (119 ve 87) kozalak verimine sahip olduğu belirlenmiştir. Çerçioğlu (2018),

yapmış olduğu istatistiksel analizler sonucunda, kozalak verim ve özellikleri için, yükselti basamakları ile yıllar arası istatistiksel anlamlı ($p<0.05$) farklılıklar belirlemiştir. Buna paralel olarak Saatçioğlu (1971) ve Ata (1995), Karaçamın bol tohum yıllarının, yükselti ve bakıya göre değişim gösterdiğini belirtmektedirler. Buna karşın, Prescher vd. (2007), Sarıçam’da, rakım ile kozalak ve tohum verimi arasında istatistiksel bakımdan anlamlı bir ilişki olmadığını belirlemiştir.

Çerçioğlu (2018), çiçek, kozalak ve tohum verimi bağlamında döllenme varyasyon katsayılarını tahmin etmiş ve bu katsayının, popülasyonlara/yükselti basamaklarına göre birbirine benzer olduğu sonucuna ulaşmıştır. Döllenme varyasyonu katsayısı, bitki genetiği ve ıslahı (gen kaynaklarının tescil ve tesisi ile korunması ve yönetiminde) çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Griffin, 1982; Kang vd., 2003; Kang ve Bilir, 2021). Gerek doğal ve gerekse yapay ormanlarda bireylerin, kozalak, çiçek ve tohum gibi üreme verim varyasyonu ile döllenme katsayısı yakın ilişki içerisinde (Kang, 2001; Kang ve Bilir, 2021). Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) tohum bahçesinde üç yıllık ortalama kozalak sayısı 127, 112 ve 117 bulunurken, yıl içi klonlar arası kozalak verimi farklılıkları ortaya çıkmış ve kozalak verimi yıllara göre anlamlı ($p>0.05$) pozitif ilişkiler ($r>0.18$) göstermiştir (Bilir, 2017). Keleş (2015), “Mersin Yöresi Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) Popülasyonlarında Tohum-Meyve Verimi ile Büyüme Özellikleri Etkileşimi” başlıklı çalışmada meyve/tohum özellikleri ile büyüme özellikleri bakımından popülasyonlar arası ve popülasyon içi bireyler ile çalışmaya konu yıllar arası önemli farklılıklar belirlemiştir. Ancak, bu üreme verimi ve varyasyonuna birçok çevresel ve biyolojik faktörlerin etkili olabileceği bilinmektedir.

Bakısal olarak örneklenen doğal Toros Sediri popülasyonları için tahmin edilen döllenme katsayılarına göre, bakının genetik-ıslah uygulamalarında, kriter olarak göz önüne alınmasını önermişlerdir (Yazıcı ve Bilir, 2017). Özel ve Bilir (2016) tarafından Toros Sediri üzerinde gerçekleştirilen bir başka çalışmada, farklı yaşlı kozalak verimi için döllenme katsayılarını tahmin ederek karşılaştırmalarda bulunmuşlardır.

Eler (1990), doğal Kızılçam popülasyonlarında yapmış olduğu çalışmada, yaştan tohum yılını etkilediğini belirlemiştir.

Boydak (1977), Sarıçam'ın doğal meşcerelerinde yapmış olduğu çalışmada, tohum veriminin 41-60 yaşlarında düşük, 81-100 yaşlarında en yüksek ve 181-200 yaşlarında düşük olduğunu belirlemiştir. Boydak (1977), doğal sarıçam meşcerelerinde yapmış olduğu çalışmada, göğüs çapı ile tohum verimi arasında pozitif ilişki olduğunu; aynı türde Bhumibhamon (1978), çiçek verimi ile tepe çapı arasında pozitif ilişki olduğunu belirlerken Nikkanen ve Velling (1987), türün doğal meşcerelerinde büyüme ile çiçek verimi arasında negatif ilişki belirlemişlerdir. Boydak (1977) aynı zamanda, göğüs yüksekliği çapı ile tohum verimi arasında pozitif ilişki olduğunu tahmin etmiştir. Bilir vd. (2008), Sarıçam tohum bahçelerinde genel olarak çiçek verimi ile ağaç boyutu arasında pozitif ilişki olduğunu belirtmişlerdir.

Kozalak/tohum verimi aynı türün farklı popülasyonlarında da farklılık gösterebilmektedir. 10 Sarıçam ve 7 Karaçam orijininde yapılan bir çalışmada, Sarıçam'da kozalak sayısının hektarda 14 200-66 250 ve tohum sayısının 314 800-888 400; Karaçam'da kozalak sayısının 26 387-68 175 ve tohum sayısının 422 200-2 908 000 arasında değiştiği belirlenmiştir (Ürgenç, 1967). Aynı çalışmada Sarıçam'ın Araç orijininin genç meşceresinde 14 950 (220 000 tohum) ve yaşlı meşceresinde 55 150 adet (834 600 tohum) kozalak saptanmıştır. Zira, orman alanlarında ya da meşcerelerde bütün ağaçların her yıl eşit ölçüde ve bol olarak tohum tutması söz konusu değildir. Tohum tutma bakımından yıllar arası değişimler, büyük ölçüde ağaç türünün genetik özelliklerine ve iklim farklılığına bağlıdır. Genellikle hafif tohumlu ağaçlar ağır tohumlulardan, ılgın ağaçları gölge ağaçlarından daha erken yaşlarda tohum tutmaktadır. Yetiştirme ortamı bakımından sıcak bölgelerde ve lokal olarak sıcak, alçak ve güney bakılarda çiçek açma ve tohum tutma, daha erken yaşlarda başlamaktadır. Fakir ve elverişsiz topraklar da ağaçları daha erken tohum tutmaya teşvik ve tahrik etmektedir. Sık kapalılıkta tepeleri yeteri derecede gelişmemiş bireyler daha geç tohum tutarken, serbest büyüyen ve iyi bir tepe gelişimi yapanlar daha erken ve bol tohum tutmaktadır (Odabaşı vd., 2004).

Odabaşı vd. (2004), Doğu Kayını'nda (*Fagus orientalis* Lipsky), zengin tohum yılları ilk olarak ağaçların bünyelerindeki besin maddeleri birikimine, ikinci olarak bir yıl sonraki çiçek tomurcuklarının oluştuğu Haziran-Temmuz aylarındaki hava durumuna bağlı olduğu belirtilmiştir

Tohum tutmada, ağaçlardaki besin maddesi birikimi önemli bir etkidir. Bu bakımdan ağaçların tepe genişliği de önemli olmakla birlikte, bir tohum yılında besin maddelerinin büyük ölçüde harcanması ertesi yıl yetersiz tohum oluşmasına neden olabilir. Ağaçtaki karbon-azot oranının artması genel olarak çiçek verimini olumlu etkiler. Sıcaklık toprağın besin tuzlarının alımı azalır ve güneşli havalar karbonhidrat üretimini artırır. Bu nedenle, her yönden ışık alan ve tamamıyla serbest kalan ağaçların tepe kısımları en fazla çiçek ve meyve yapmaktadır (Saatçioğlu, 1971).

Topaçoğlu vd. (2008), Sarıçam'da bol tohum yılının yükseltiden etkilendiğini belirtmektedir. Aynı türde yapılan bir başka çalışmada, rakım ile kozalak ($r=-0.665$, $p>0.05$) verimi arasında istatistiksel bakımdan anlamlı bir ilişki olmadığı belirlenmiştir (Prescher vd., 2007).

Keskin (1999) tarafından Kızılçam tohum bahçesinde gerçekleştirilen bir çalışmada, klonların çiçek ve kozalak verimi araştırılmış; çalışma sonucunda çiçek verimi bakımından klonlar arasında büyük farklılıklar olduğunu ortaya çıkarmış; çiçek verimi ile boy arasındaki negatif ilişki olduğunu belirlemiştir. Bilir vd. (2008), sarıçam tohum bahçelerinde genel olarak çiçek verimi ile ağaç boyutu arasında pozitif ilişki olduğunu belirtmişlerdir.

Bhumibhamon (1978) Sarıçam'da, Nikkanen ve Ruotsalainen (2000), Avrupa Ladini'nde (*Picea abies* (L.) H. Karst.) çiçek verimi ile büyüme özellikleri arasında pozitif ilişkiler belirlenirken *Pinus taeda* L. (Schmidtling, 1981) ve Sarıçam (Nikkanen ve Velling, 1987) ormanlarında bunun tersi durum ortaya çıkmıştır.

Ülküdür (2013), doğal Toros Göknarı (*Abies cilicica* Carr.) popülasyonlarında, kozalak verimi bakımından popülasyonlar arası ve popülasyon içi geniş farklılıklar belirleyerek, yükseltinin bu verimi etkilediği tahmin etmiştir.

Üç Halep Çamı (*Pinus halepensis* Mill.) ağaçlandırma sahasında gerçekleştirilen çalışmada da popülasyon içi ve popülasyonlar arası farklılık belirlenmiştir (Çerçioğlu, 2013).

Yukarıda kısmen özetlenmeye çalışılan literatürden de görüleceği üzere; Anadolu Karaçamı'nda büyüme özellikleri ile kozalak verimi etkileşimi marjinal/uç popülasyon bağlamında henüz çalışılmamıştır. Türün diğer popülasyonlarında da sınırlı sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu durum çalışmanın önemini ve literatürdeki dolduracağı boşluğu da açıkça göstermektedir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Gerçekleştirilen bu yüksek lisans tez çalışmasında materyal olarak, Eskere Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Çiçekli Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde kalan biri idare süresini geçirmiş yani yaşlı (yaş>600 yıl), uç/marjinal popülasyon (**MP**) olarak adlandırılan (06°64'482" Kuzey enlemi, 41°071'514" Doğu boylamı, 1810 m yükselti); diğeri idare süresi sonundaki normal (**NP**) popülasyon (06°65'004" Kuzey enlemi, 41°11'275" Doğu boylamı, 1417 m yükselti) olmak üzere iki doğal Anadolu Karaçamı popülasyonu örneklenmiştir (Şekil 3.1). Popülasyonlardan, en az 30 metre aralıkla fenotipik özellikler (boy, çap, gövde düzgünlüğü, dallanma durumu (Zobel ve Talbert, 1984) dikkate alınarak 50'şer birey örneklenmiştir. Böylece çalışma 100 birey üzerinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.1. Marjinal (üst şekil) ve normal (alt şekil) popülasyonlardan görünümeler



Şekil 3.2. Örneklenen bireylerden görünüm

3.2. Yöntem

Örneklenen bireylerde aşağıdaki belirtilen özelliklerin ölçüm ve sayımı gerçekleştirilmiştir.

Bireylerde 2021 yılı sonbaharında olgunlaşmış kozalaklar (normal büyüklükte, karpelleri kapalı veya kısmen açık, gri kahverengi iki yıllık kozalaklar) (**KS**) birey bazında sayılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Türde değişik yaşlı kozalaklardan bir görünüm

Sayım yapılan bireylerde, 5 cm hassasiyette boy (**h**), 0.5 cm hassasiyette göğüs yüksekliği çapı (**d_{1.30}**) ve dip çap (**d₀**), 5 cm hassasiyette taç çapı (**TC**), altimetre yardımıyla bireyin bulunduğu yükselti (**R**) ve bakı (**B**) ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Bireylerdeki ölçümlerden bir görünüm

3.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Elde edilen veriler SPSS paket programında (SPSS, 2011) değerlendirilerek popülasyonlarda çalışmaya konu özellikler için ortalama, standart sapma, varyasyon katsayısı gibi temel istatistiksel değerler belirlenmiştir. Çalışmaya konu özellikler arasındaki fenotipik ilişkiler yani Pearson korelasyon katsayılarının tahmininde aşağıdaki Eşitlik (3.1)'den yararlanılmıştır (Rohlf ve Sokal, 1995).

$$r_p = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}} \quad (3.1)$$

Formülde;

r_p : fenotipik korelasyon katsayısını,

$\sum xy$: x ve y özelliklerinin çarpanlar toplamını,

$\sum x^2$, $\sum y^2$: özelliklerin fenotipik varyanslarını ifade etmektedir.

Çalışmaya konu özellikler bakımından popülasyonlar aşağıdaki basit (ANOVA) varyans analiz modeli ile karşılaştırılmıştır (Denklem 3.2).

$$Y_{ij} = \mu + F_i + e_{ij} \quad (3.2)$$

Modelde Y_{ij} i. varyetenin j. ağacın özelliğini; μ genel ortalamayı; e_{ij} ise hatayı göstermektedir.

Özelliklere ilişkin varyasyon katsayısı (%CV), $CV = \text{standart sapma} / \text{aritmetik ortalama}$ eşitliği yardımıyla bulunmuştur.



4. BULGULAR

4.1. Uç Popülasyona İlişkin Bulgular

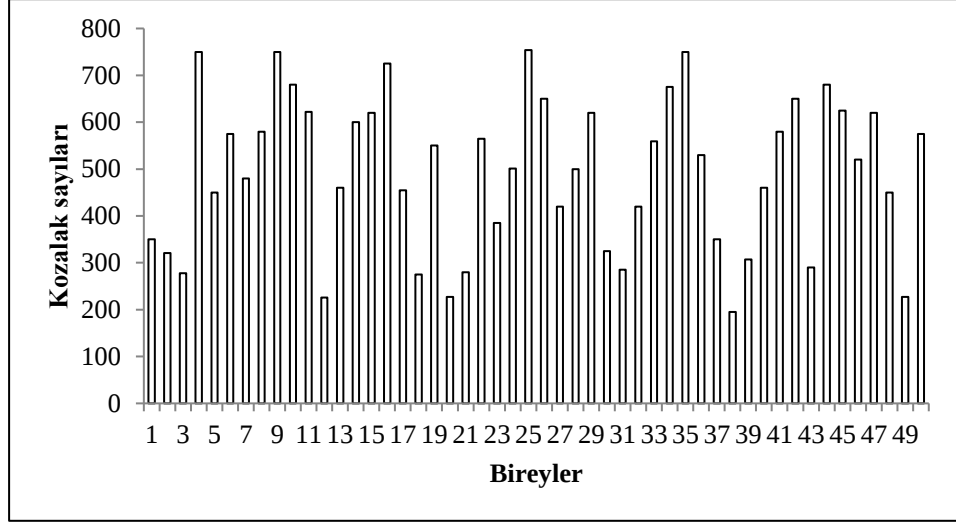
Çalışmaya konu uç/marjinal popülasyondan 1670-1860 m. yükselti arası bireylerin örneklendiği ve ortalama 1810 m. yükselti ve 600 yılın üzerinde yaşa sahip bu popülasyonun bireylerine ait ortalama, minimum ve maksimum kozalak sayısı, boy, göğüs yüksekliği ve dip çap ile taç çapı özelliklerine ilişkin varyasyon katsayısı değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kozalak sayısı, boy, dip çap, göğüs yüksekliği çapı ve taç çapı değerleri

	KS	h (m)	d₀ (cm)	d_{1.30} (cm)	TÇ (cm)
Ortalama	494.0	19.2	121.7	112.4	1482.2
Minimum	195.0	6.7	85.0	78.0	690.0
Maksimum	754.0	26.6	158.0	145.0	2340.0
%CV	32.8	21.1	10.7	11.6	25.9

Çizelge 4.1’den de görüldüğü üzere, gerek kozalak sayısı ve gerekse büyüme özellikleri (boy, göğüs yüksekliği çapı, dip çap ve taç çapı) bakımından popülasyon içi bireyler arası farklılıklar bulunmakla birlikte; ortalama kozalak sayısı 494 olarak belirlenmiştir. Bu popülasyonda kozalak sayısı bakımından en yüksek verime sahip birey (754) ile en düşük verime sahip birey (195) arasında yaklaşık 4 kat farklılık söz konusudur (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1).

Uç popülasyon bireyleri büyüme özellikleri bakımından irdelendiğinde; bireyler arasında dip çap ve göğüs yüksekliği çapı bakımından iki kat fark görülürken, boy ve taç çapı bakımından yaklaşık 4 kat farklılık olduğu söylenebilir (Çizelge 4.1). Bu popülasyonda kozalak sayısına ilişkin varyasyon katsayısı %32.8 bulunurken, büyüme özelliklerinde ise en yüksek varyasyon katsayısı %25.9 ile taç çapında hesaplanmıştır. Varyasyon katsayısı bağlamında, dip çapın (%10.7) diğer özelliklere göre daha homojen bir yapı gösterdiği ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.1). Uç popülasyonda en yüksek kozalak verimine sahip ilk 5 birey (%10), popülasyondaki toplam kozalakların %15.1’ini üretmiştir.



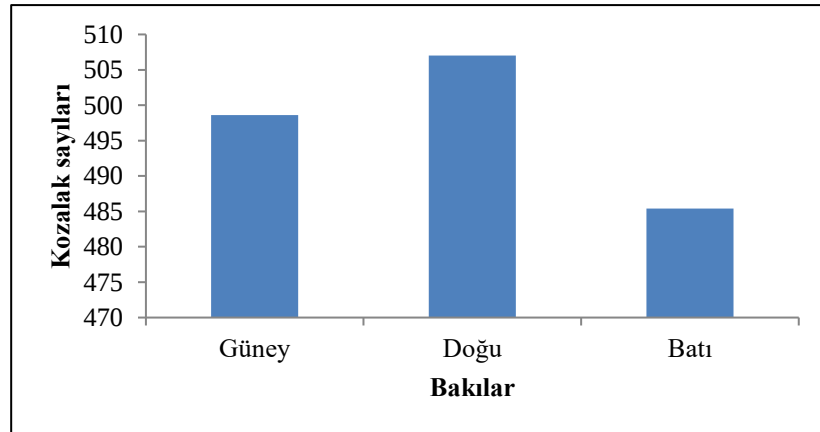
Şekil 4.1. Uç popülasyonda bireylere göre kozalak sayıları

Kozalak sayısı ve büyüme özelliklerinin birçok çevresel faktörden etkilenebileceği düşüncesiyle, çalışmaya konu özelliklerin bakılara göre ortalama ve varyasyon katsayısı değerleri Çizelge 4.2’de verilmiş ve ortalama kozalak sayıları Şekil 4.3’te görselleştirilmiştir.

Çizelge 4.2. Özelliklerin bakılara göre ortalama ve varyasyon katsayısı değerler

	KS		h (m)		d ₀ (cm)		d _{1.30} (cm)		TÇ (cm)	
	Ort.	CV	Ort.	CV	Ort.	CV	Ort.	CV	Ort.	CV
Güney (26)*	499	31.9	19.8	19.2	125.0	8.3	116.0	8.8	1481.5	23.6
Doğu (5)	507	34.9	20.3	7.7	125.0	7.5	114.0	7.3	1642.0	10.9
Batı (19)	485	35.7	18.1	25.8	116.3	13.7	107.1	15.2	1441.1	32.3

*; Bu popülasyonda kuzey bakıda birey bulunmamaktadır, parantez içi değerler birey sayısını göstermektedir.



Şekil 4.2. Uç popülasyonda bakılara göre ortalama kozalak sayıları

Uç popülasyonda güney bakıdan 26, doğu bakıdan 5 ve batı bakıdan 19 birey örneklenebilirken, kozalak sayısı, boy, dip çap ve taç çapı bakımından doğu bakının diğer bakılara oranla daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2). Varyasyon katsayısı bağlamında batı bakı, tüm özellikler bakımından diğer bakılara göre daha heterojen bir yapı göstermiştir (Çizelge 4.2).

Uygulanan varyans analizi sonucunda, uç popülasyonda, bakılar arasında çalışmaya konu özellikler bakımından anlamlı fark olmadığı ($p>0.05$), yani bakıların benzer değerlere sahip olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Uç popülasyon bakılarının özellikler bakımından karşılaştırılması

Özellik	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
KS	Gruplar arası	2787.535	2	1393.767	.051	.951
	Grup içi	1 295 356.785	47	27 560.783		
	Toplam	1 298 144.320	49			
h	Gruplar arası	36.208	2	18.104	1.113	.337
	Grup içi	764.546	47	16.267		
	Toplam	800.754	49			
d₀	Gruplar arası	899.196	2	449.598	2.775	.073
	Grup içi	7613.684	47	161.993		
	Toplam	8512.880	49			
d_{1.30}	Gruplar arası	882.391	2	441.195	2.720	.076
	Grup içi	7623.789	47	162.208		
	Toplam	8506.180	49			
TÇ	Gruplar arası	159 860.591	2	79 930.296	.529	.592
	Grup içi	7 095 597.409	47	150 970.158		
	Toplam	7 255 458.000	49			

4.2. Uç Popülasyonda Özellikler Arasındaki İlişkilere Ait Bulgular

Özellikler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla uygulanan korelasyon analizi sonucunda, kozalak sayısına göğüs yüksekliği çapı, dip çap ve taç çapının istatistiksel bakımdan anlamlı ($p<0.05$) pozitif etkide bulunduğu ortaya çıkarken boy ve yükseltinin etkisi belirlenememiştir (Çizelge 4.4). Büyüme özellikleri arasındaki ilişkiler ise özelliklere göre değişim göstermiştir. Örneğin, boy ile taç çapı arasında

ilişki belirlenemezken, boy ile dip çap ve göğüs yüksekliği çapı arasında anlamlı ($p<0.05$) ilişkiler ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Uç popülasyonda özellikler arasındaki ilişkiler

<i>r</i>	KS	h	d₀	d_{1.30}	TÇ
h	.222 ^{NS}	-			
d₀	.280*	.460**	-		
d_{1.30}	.294*	.420**	.972**	-	
TÇ	.703**	.271 ^{NS}	.280*	.309*	-
R	.020 ^{NS}	.071 ^{NS}	.082	.044 ^{NS}	-.198 ^{NS}

^{NS}; ilişkiler istatistiksel bakımdan anlamsızdır, *; ilişkiler %95 önemle anlamlıdır, **; ilişkiler%99 önemle anlamlıdır.

4.3. Normal Popülasyona İlişkin Bulgular

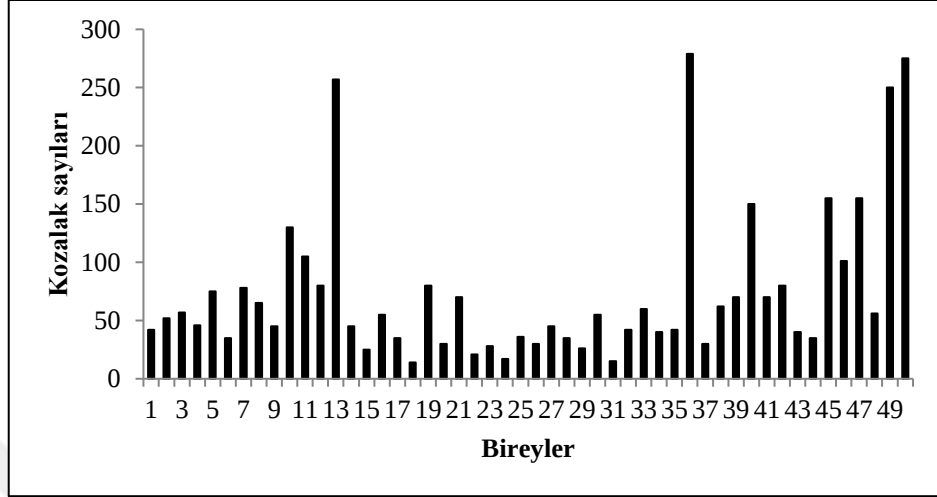
Çalışmaya konu normal popülasyondan 1340-1480 m. yükselti arası bireylerin örneklendiği ve ortalama 1417 m. yükselti bu popülasyonun bireylerine ait ortalama, minimum ve maksimum kozalak sayısı, boy, göğüs yüksekliği çapı, dip çap ve taç çapı değerleri ile bu özelliklere ilişkin varyasyon katsayısı Çizelge 4.5’te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Kozalak sayısı, boy, dip çap, göğüs yüksekliği çapı ve taç çapı değerleri

	KS	h (m)	d₀ (cm)	d_{1.30} (cm)	TÇ (cm)
Ortalama	74.0	14.2	46.9	40.5	607.8
Minimum	14.0	10.1	30.0	25.0	170.0
Maksimum	279.0	19.6	73.0	69.0	1450.0
% CV	89.2	17.1	25.4	27.7	40.8

Bu popülasyonda ortalama kozalak sayısı, boy, dip çap, göğüs yüksekliği çapı ve taç çapı değerleri sırasıyla 74 adet, 14.2 m, 46.9 cm, 40.5 cm ve 607.8 cm bulunurken; bu özellikler bakımından popülasyon içi bireyler arasında geniş farklılıklar ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.5). Örneğin bu farklılık kozalak sayısı için, en yüksek ve en düşük verime sahip bireyler arası yaklaşık 20 kat (14-279 adet); tepe çapı için 9 kat (170.0-1450 cm), göğüs yüksekliği çapı için 3 kat (25.0-69.0 cm) hesaplanmıştır (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.3). Varyasyon katsayısı %89.2 ile kozalak sayısında en yüksek bulunurken, büyüme özelliklerinde ise %40.8 ile taç çapı en yüksek bulunmuştur ve boy %17.1 ile

en homojen özellik olarak ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.5). Normal popülasyonda en yüksek kozalak verimine sahip ilk 5 birey (%10), popülasyondaki toplam kozalakların %32.7'sini üretmiştir.



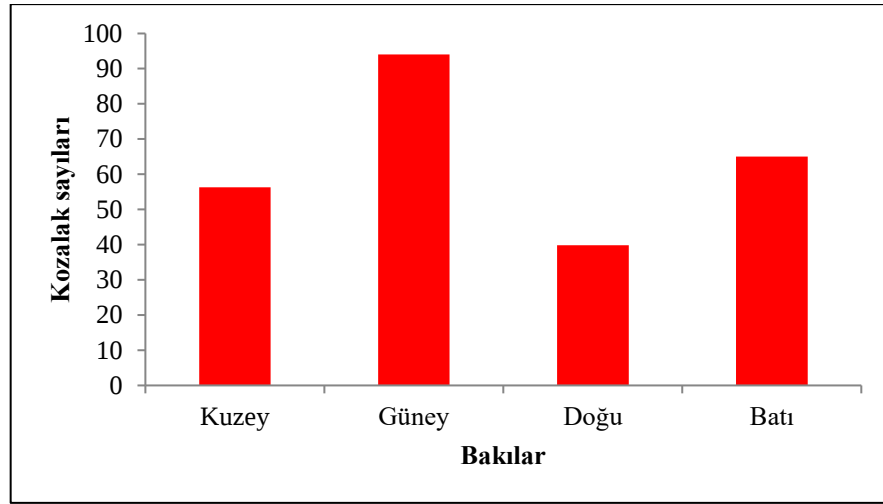
Şekil 4.3. Normal popülasyonda bireysel kozalak verimleri

Üreme ve büyüme özelliklerinin birçok biyolojik ve çevresel faktörden etkilenebileceği düşüncesinden hareketle, çalışmaya konu özelliklerin bakılara göre ortalama değerleri Çizelge 4.6'da verilmiş ve Şekil 4.4'te görselleştirilmiştir. Uç popülasyonda kuzey bakıdan 8, güney bakıdan 23, doğu bakıdan 5 ve batı bakıdan 14 birey örneklenmiştir. Değerlendirmeler sonucunda, kozalak sayısı bakımından güney bakı (94 adet) en yüksek performans gösterirken, doğu bakı (40 adet) en düşük performans göstermiştir (Çizelge 4.6 ve Şekil 4.4). Büyüme özellikleri bakımından ise batı bakı diğer bakılara göre daha yüksek büyüme performansı göstermiştir. Özellikler bakımından kuzey bakı en homojen bakı olurken, kozalak sayısı ve taç çapı bakımından batı bakı diğer bakılara göre daha heterojen bir yapı göstermiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Özelliklerin bakılara göre ortalama ve varyasyon katsayısı değerler

	KS		h (m)		d ₀ (cm)		d _{1.30} (cm)		TÇ (cm)	
	Ort.	CV	Ort.	CV	Ort.	CV	Ort.	CV	Ort.	CV
Kuzey (8)*	56.0	26.8	13.7	13.6	42.6	15.0	35.6	16.4	532.5	27.6
Güney (23)*	94.0	84.8	13.9	14.5	49.4	24.5	42.3	27.6	599.6	40.4
Doğu (5)	40.0	40.2	13.0	21.3	39.8	29.8	34.4	35.3	580.0	27.8
Batı (14)	65.0	98.5	15.4	17.5	47.7	26.6	42.4	28.6	674.3	47.7

*; Parantez içi değerler birey sayısını göstermektedir.



Şekil 4.4. Normal popülasyonda bakılara göre ortalama kozalak sayıları

Çalışmaya konu büyüme özellikleri ve kozalak veriminin, bakılara göre karşılaştırması amacıyla uygulanan varyans analizi sonucunda, normal popülasyonda, bakılar arasında çalışmaya konu özellikler bakımından anlamlı fark olmadığı ($p>0.05$) yani bakıların benzer değerlere sahip olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Normal popülasyon bakılarının özellikler bakımından karşılaştırılması

Özellik	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
KS	Gruplar arası	18 693.880	3	6231.293	1.460	.238
	Grup içi	196 312.300	46	4267.659		
	Toplam	215 006.180	49			
h	Gruplar arası	31.655	3	10.552	1.926	.139
	Grup içi	251.956	46	5.477		
	Toplam	283.611	49			
d₀	Gruplar arası	555.316	3	185.105	1.344	.272
	Grup içi	6335.184	46	137.721		
	Toplam	6890.500	49			
d_{1.30}	Gruplar arası	499.482	3	166.494	1.343	.272
	Grup içi	5702.938	46	123.977		
	Toplam	6202.420	49			
TÇ	Gruplar arası	112 669.491	3	37 556.497	.597	.620
	Grup içi	2 895 188.509	46	62 938.881		
	Toplam	3 007 858.000	49			

4.4. Normal Popölasyonda Özellikler Arasındaki İlişkilere Ait Bulgular

Çalışmaya konu özellikler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla uygulanan korelasyon analizi sonucunda kozalak sayısına büyüme özellikleri ve yükseltinin istatistiksel bakımdan anlamlı ($r>0.44$, $p<0.05$) pozitif etkide bulunduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Normal popölasyonda özellikler arasındaki ilişkiler

<i>r</i>	KS	h	d₀	d_{1.30}	TÇ
h	.638**	-			
d₀	.731**	.788**	-		
d_{1.30}	.705**	.776**	.984**	-	
TÇ	.757**	.754**	.806**	.815**	-
R	.449**	.261 ^{NS}	.380**	.333*	.222 ^{NS}

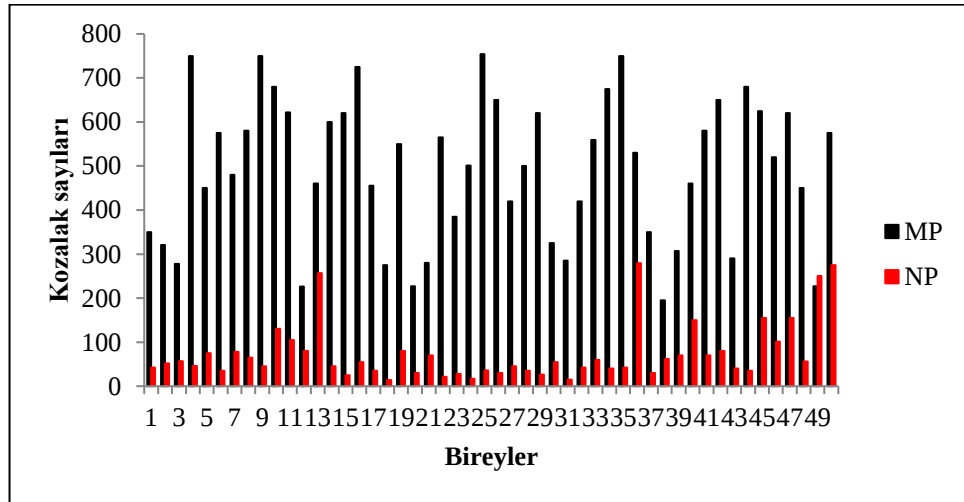
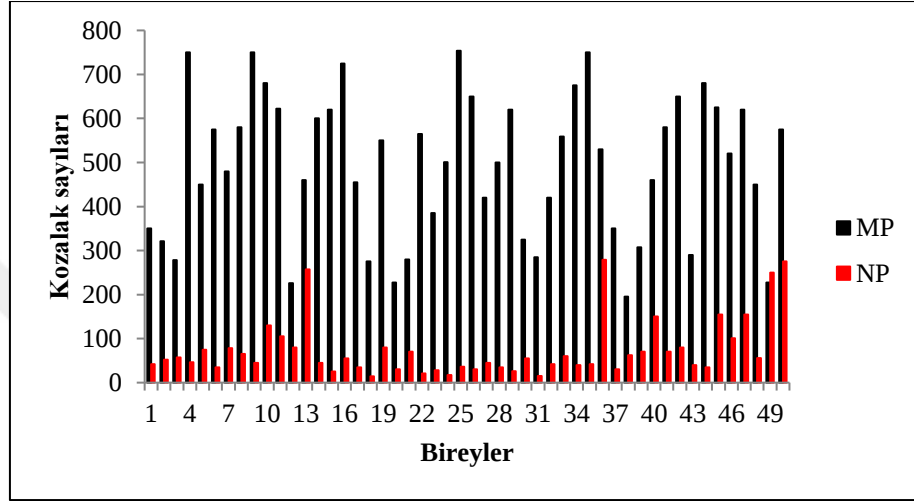
^{NS}; ilişkiler istatistiksel bakımdan anlamsızdır, *, ilişkiler %95 önemle anlamlıdır, **, ilişkiler%99 önemle anlamlıdır.

4.5. Popölasyonlarda Özelliklere İlişkin Bulgular

Çalışmaya konu uç ve normal popölasyonların birlikte değerlendirilmesi elde edilen ortalama, minimum ve maksimum kozalak sayısı, boy, göğüs yüksekliği çapı, dip çap ve taç çapı değerleri ile bu özelliklerin varyasyon katsayısı değerleri Çizelge 4.9’da verilmiştir. Popölasyonların birlikte değerlendirilmesi sonucu, ortalama kozalak sayısı, boy, dip çap, göğüs yüksekliği çapı ve taç çapı değerleri sırasıyla 284 adet, 16.7 m, 84.3 cm, 76.4 cm ve 1045.0 cm bulunurken; bu özellikler bakımından bireyler arasında geniş farklılıklar ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.9). Çizelge 4.9’dan da görüldüğü üzere, örneğin kozalak sayısı bireylerde 14-754 arasında; boy 6.7 m ile 26.6 m arasında değişim göstermiştir. Kozalak sayısı %86 ile en yüksek varyasyona sahipken (Şekil 4.5) büyüme özelliklerinden %52.1 ile taç çapı en yüksek varyasyon göstermiştir ve boyun en homojen yapı olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.6).

Çizelge 4.9. Kozalak sayısı (KS), boy (h), dip çap (d_0), göğüs yüksekliği çapı ($d_{1.30}$) ve taç çapı (TÇ) değerleri

	KS	h (m)	d_0 (cm)	$d_{1.30}$ (cm)	TÇ (cm)
Ortalama	284.0	16.7	84.3	76.4	1045.0
Minimum	14.0	6.7	30.0	25.0	170.0
Maksimum	754.0	26.6	158.0	145.0	2340.0
%CV	86.0	25.1	47.0	50.0	52.1



Popülasyonları kozalak sayısı, boy, göğüs yüksekliği çapı, dip çap ve taç çapı bakımından karşılaştırılmasına ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, uç ve normal popülasyonlar arasında çalışmaya konu özelliklerin tamamı bakımından anlamlı ($p < 0.05$) fark olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Popülasyonların özellikler bakımından karşılaştırılması

Özellik	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
KS	Gruplar arası	4 410 420.01	1	4 410 420.01	285.64	.000
	Grup içi	1 513 150.50	98	15440.31		
	Toplam	5 923 570.50	99			
h	Gruplar arası	635.54	1	635.54	57.43	.000
	Grup içi	1084.36	98	11.06		
	Toplam	1719.91	99			
d₀	Gruplar arası	139 801.21	1	139 801.21	889.45	.000
	Grup içi	15 403.38	98	157.18		
	Toplam	155 204.59	99			
d_{1.30}	Gruplar arası	129 456.04	1	129 456.04	862.54	.000
	Grup içi	14 708.60	98	150.09		
	Toplam	144 164.64	99			
TÇ	Gruplar arası	19 114 384.00	1	19 114 384.0	182.52	.000
	Grup içi	10 263 316.00	98	104 727.71		
	Toplam	29 377 700.00	99			

Uç/marjinal popülasyonda özellikle tepe çökmesinden dolayı, bireylerin boy gelişiminin oldukça düşük olduğu söylenebilir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Uç popülasyon bireylerinde tepe çökmesi

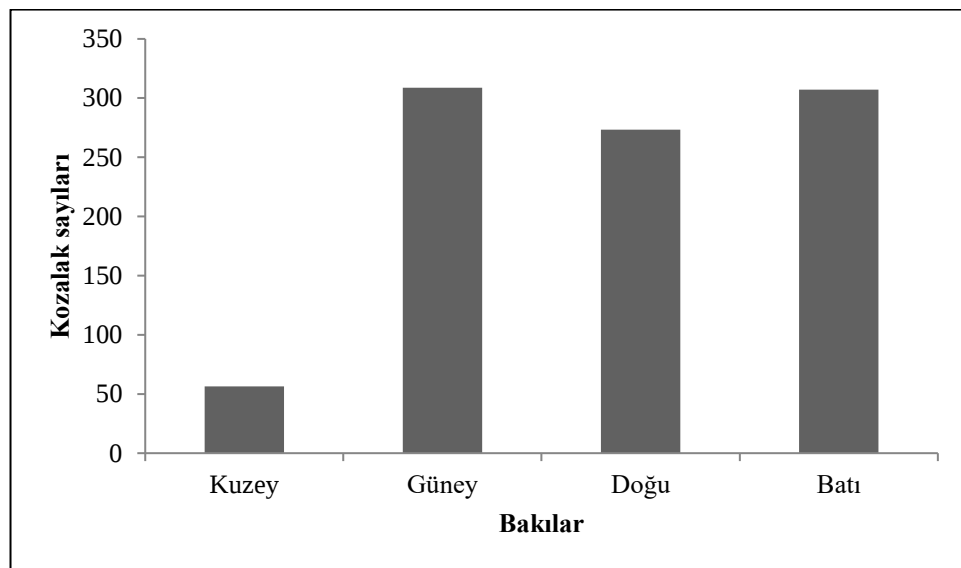
Uç ve normal popülasyonların genelinde, çalışmaya konu özelliklerin bakılara göre ortalama değerleri Çizelge 4.11’de verilmiş ve ortalama kozalak sayıları Şekil 4.8’de görselleştirilmiştir. Gerek ortalama kozalak sayısı ve gerekse büyüme özellikleri bakımından kuzey bakı diğer bakılara göre daha düşük değere sahipken, güney bakının ise diğer bakılara göre genel olarak daha yüksek ortalama değerlere sahip olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.11).

Popülasyon arası farklılıklar, varyans analizi sonuçları (Çizelge 4.10) ve dolayısıyla Duncan testi sonuçları ile de desteklemekte olup, kozalak sayısı, dip çap, göğüs yüksekliği çapı ve taç çapı bakımından kuzey bakı diğer bakılara göre farklı bir grup oluştururken, diğer bakılar aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Popülasyonların genelinde özelliklerin bakılara göre ortalama ve varyasyon katsayısı değerleri

	KS		h (m)		d ₀ (cm)		d _{1.30} (cm)		TÇ (cm)	
	Ort.	CV	Ort.	CV	Ort.	CV	Ort.	CV	Ort.	CV
Kuzey (8)*	56.0 ^{a**}	27.7	13.7	13.6	42.6 ^a	14.8	35.6 ^a	16.4	532.5 ^a	27.6
Güney (49)*	308.0 ^b	77.9	17.0	25.3	89.5 ^b	44.4	81.4 ^b	47.8	1067.6 ^b	50.3
Doğu (10)	273.0 ^b	100.0	16.7	26.3	82.4 ^b	56.1	74.2 ^b	58.1	1111.0 ^b	52.4
Batı (14)	307.0 ^b	81.8	17.0	23.5	87.2 ^b	42.5	79.7 ^b	44.5	1115.8 ^b	50.0

*, Parantez içi değerler birey sayısını; ** Aynı harfler benzer grupları göstermektedir.



Şekil 4.8. Popülasyonda bakılara göre ortalama kozalak sayıları

Popülasyonların genelinde, varyasyon katsayısı bağlamında kozalak sayısı ve büyüme özellikleri bakımından doğu bakı diğer bakılara göre daha yüksek varyasyon gösterirken, kuzey bakı ise özelliklerin tamamı bakımından diğer bakılara göre daha düşük varyasyon göstermiştir (Çizelge 4.11).

Bakıların çalışmaya konu özellikler bakımından karşılaştırılmasına ilişkin varyans analizi sonucunda, boy dışındaki diğer özellikler bakımından, bakılar arasında istatistiksel bakımdan anlamlı ($p<0.05$) fark olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Bakıların özellikler bakımından karşılaştırılması

Özellik	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
KS	Gruplar arası	463 494.32	3	154 498.11	2.72	.049
	Grup içi	5 460 076.19	96	56875.79		
	Toplam	5 923 570.51	99			
h	Gruplar arası	81.86	3	27.29	1.60	.195
	Grup içi	1638.05	96	17.06		
	Toplam	1719.91	99			
d₀	Gruplar arası	15 545.20	3	5181.73	3.56	.017
	Grup içi	139 659.39	96	1454.79		
	Toplam	155 204.59	99			
d_{1.30}	Gruplar arası	14 920.20	3	4973.40	3.69	.014
	Grup içi	129 244.44	96	1346.30		
	Toplam	144 164.64	99			
TÇ	Gruplar arası	2 334 947.82	3	778 315.94	2.76	.046
	Grup içi	2 7042 752.18	96	281 695.34		
	Toplam	29 377 700.00	99			

4.6. Popülasyonlarda Özellikler Arasındaki İlişkilere Ait Bulgular

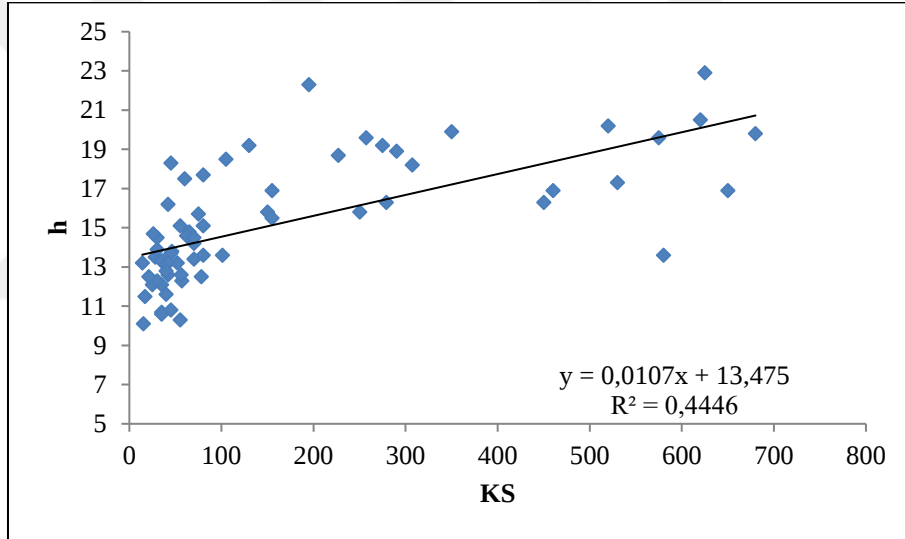
Uygulanan korelasyon analizi sonucunda kozalak sayısına büyüme özellikleri ve yükseltinin istatistiksel bakımdan anlamlı ($r>0.64$, $p<0.05$) pozitif etkide bulunduğu ortaya çıkmıştır. Benzer sonuçlar, büyüme özellikleri içi popülasyon içi ile yükselti arasında da bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Popülasyonlarda özellikler arasındaki ilişkiler

<i>r</i>	KS	H	d ₀	d _{1.30}	TÇ
h	.645**	-		.261 ^{NS}	
d₀	.879**	.718**	-		
d_{1.30}	.879**	.711**	.998**	-	
TÇ	.906**	.680**	.852**	.856**	-
R	.861**	.619**	.946**	.942**	.792**

**; ilişkiler%99 önemle anlamlıdır.

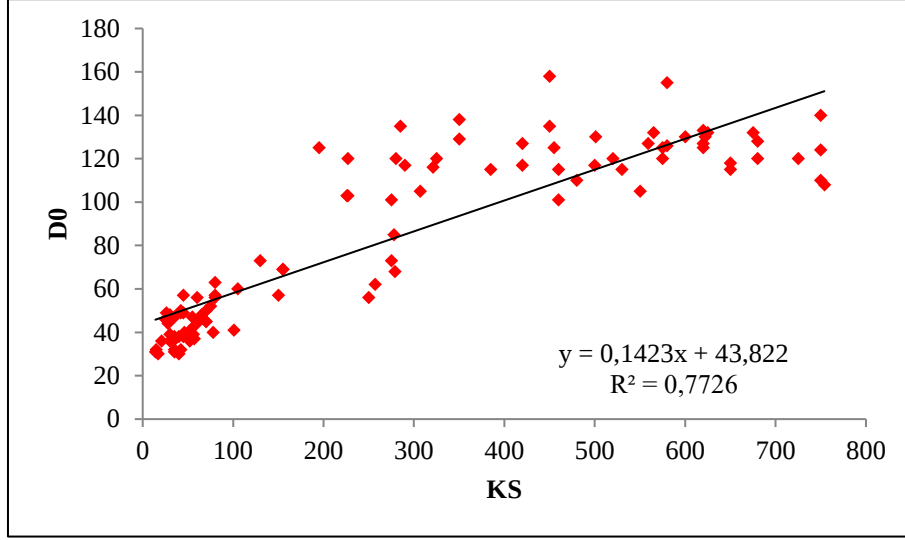
Korelasyon analizi sonucunda boy ile kozalak sayısı arasında anlamlı ilişki ($r=0.643$, $p<0.05$) belirlenmesiyle (Çizelge 4.13) uygulanan regresyon analizi sonucu Şekil 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4.9. Boy (h) ile kozalak sayısı (KS) ilişkisi

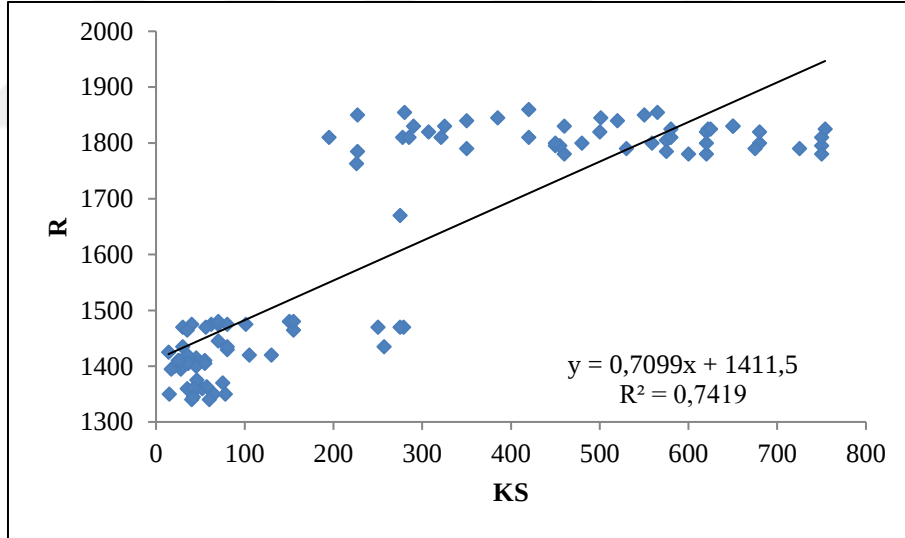
Uygulanan regresyon analizi sonucunda 0.44 R^2 değeri ile boyun $h= 0.0107KS+ 13.475$ eşitliği ile tahmin edilebileceği ortaya çıkmıştır (Şekil 4.9).

Dip çap ile kozalak sayısı arasında anlamlı ilişki ($r=0.879$, $p<0.05$) belirlenmesiyle (Çizelge 4.13) uygulanan regresyon analizi sonucunda; 0.77 R^2 değeri ile dip çapın $D_0=0.1423KS + 43.822$ eşitliği ile tahmin edilebileceği ortaya çıkmıştır (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Dip çap (D₀) ile kozalak sayısı (KS) ilişkisi

Korelasyon analizi sonucunda yükselti ile kozalak sayısı arasında anlamlı ilişki ($r=0.861$, $p<0.05$) belirlenmesiyle (Çizelge 4.13) uygulanan regresyon analizi sonucu Şekil 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4.11. Yükselti (R) ile kozalak sayısı (KS) ilişkisi

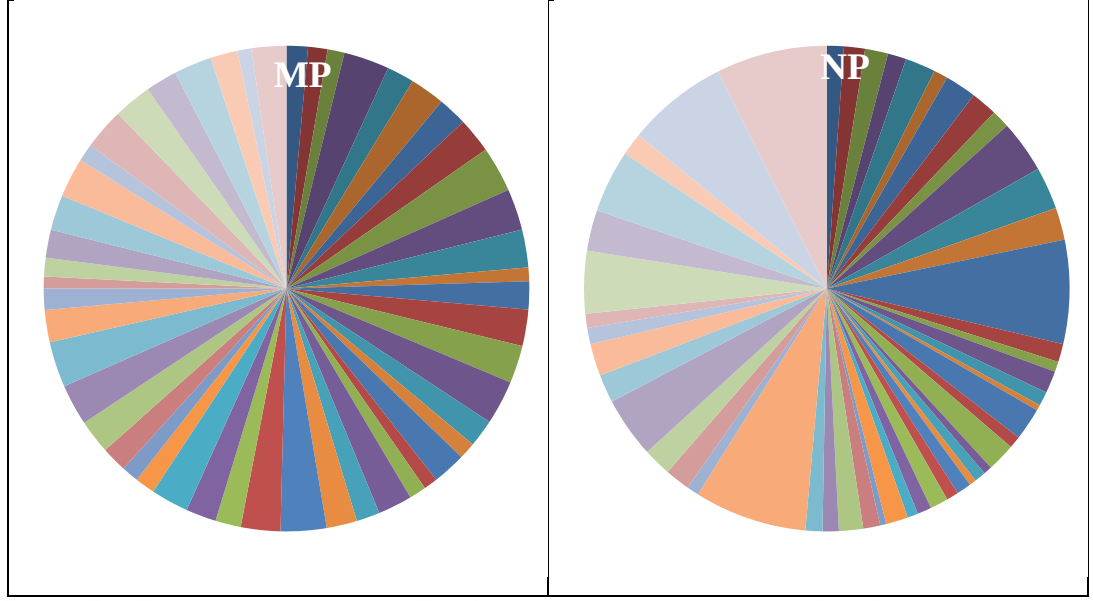
Uygulanan regresyon analizi sonucunda 0.74 R^2 değeri ile yükseltinin $R = 0.7099KS + 1411.5$ eşitliği ile ilişkilendirilebileceği ortaya çıkmıştır (Şekil 4.11).

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. Kozalak Sayısına İlişkin Tartışma ve Sonuçlar

Uç/marjinal popülasyonda, 195-754 arasında değişen kozalak sayısı ortalama 494 olarak belirlenirken (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1); normal popülasyonda ortalama 74 olan kozalak sayısı 14-279 adet arasında değişim göstermiş (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.3) olup popülasyonların genelinde ortalama kozalak sayısı 284 adet olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Çerçioğlu (2018), aynı türün yükselti basamaklarına göre (1300 m <, ≤1300-1600 m <, 1600 m ≤) örneklediği üç doğal popülasyonunda ortalama kozalak sayılarını 2015 yılı için sırasıyla 119, 91 ve 107 adet bulurken, ikinci yılda bu değerlerin sırasıyla 87, 61 ve 67 olarak değiştiğini belirlemiştir; popülasyon içi bireyler arasında da kozalak verimi bakımından geniş farklılıklar belirlemiştir. Benzer farklılıklar, Toros Sediri (Yazıcı ve Bilir, 2017) ve Toros Göknarı'nda (Ülküdür, 2015) kozalak verimi; Keçiboynuzu meyve verimi (Keleş, 2015); Anadolu Karaçamı tohum bahçelerinde çiçek verimi için de bulunmuştur (Bilir vd., 2002; Uysal, 2015). Diğer orman ağaçlarının doğal popülasyonlarında da benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Kang vd., 2003). Gerek bu tez çalışması sonuçları ve gerekse değişik türler üzerinde gerçekleştirilen çalışma sonuçları, gen koruma veya tohum kaynağı seçiminde, bireysel ve kitlesel seleksiyonun önemini bir kez daha vurgulamıştır.

Bunlara ek olarak, kozalak verimine ilişkin uç popülasyonda %32.8 bulunan varyasyon katsayısı (Çizelge 4.1), normal popülasyonda %89.2 (Çizelge 4.5) ve popülasyonların genelinde %86.0 (Çizelge 4.9) olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar kozalak verimi bakımından uç popülasyon bireylerinin normal popülasyon bireylerine göre daha homojen kozalak ürettiklerini göstermektedir (Şekil 5.1). Bu varyasyon özellikle gen çeşitliliği ve etkili ebeveyn sayısı ile ilişkili olduğundan tohum ve gen kaynaklarının tescil ve tesisi ile idaresinde önemli rol oynamaktadır (Kang, 2001; Kang ve Bilir, 2021). İdeal popülasyonlar için bu değer mümkün olduğunca 0'a yakın olması istenmektedir (Kang, 2001; Kang ve Bilir, 2021).



Şekil 5.1. Uç (MP) ve normal (NP) popülasyonda bireylerin kozalak verimi dağılımı

Uç popülasyonda kozalak sayısı bakımından doğu bakının diğer bakılara oranla daha yüksek kozalak verimine (507 adet) sahip olduğu (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2); normal popülasyonda ise kozalak sayısı bakımından güney bakının (94 adet) en yüksek performans gösterdiği ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.6 ve Şekil 4.4). Uygulanan varyans analizi sonucunda her iki popülasyonda da, bakıların kozalak verimi bakımından benzer olduğu (Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.7) belirlenmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre ise, uç ve normal popülasyonlar kozalak verimi bakımından anlamlı ($p < 0.05$) farklılık göstermiştir (Çizelge 4.10). Popülasyonların genelinde ise 308 adet ile güney bakı en yüksek kozalak verimine sahip olmuştur ve güneşli bakılar (güney ve batı) gölgeli bakılara göre daha yüksek miktarda kozalak üretmiştir (Çizelge 4.11 ve Şekil 4.8). Uç ve normal popülasyonların aksine, popülasyonların genelinde, kozalak verimi bakımından bakılar arasında istatistiksel bakımdan anlamlı ($p < 0.05$) fark olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.12). Duncan testi sonucunda, kuzey bakı diğer bakılara göre farklı bir grup oluşturmuş, diğer bakılar ise aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4.11). Yazıcı ve Bilir (2017), Toros Sediri üzerinde gerçekleştirmiş oldukları çalışmada, kozalak verimi bağlamında bakılar arasında anlamlı farklılıklar belirlemişler ve genetik-ıslah çalışmaları için kuzey bakı popülasyonuna yönelik öneride bulunmuşlardır. Bu tez çalışması sonuçları da genetik-ıslah amaçlı popülasyonlarda, bakının da öncelikli çevresel bir faktör olarak göz önüne alınmasının önemini vurgulamıştır. Ancak, değişik orman ağacı türlerinde

gerçekleştirilen çalışmalar da, birçok çevresel faktörlerin üreme özellikleri üzerinde etkili olabileceğini göstermiştir (Boydak, 1977; Koski, 1991; Mátyás, 1991; Kang, 2001; Eriksson, 2008; Kang ve Bilir, 2021). Saatçioğlu (1971), bir bol tohum yılında besin maddelerinin büyük ölçüde harcanması ertesi yıl yetersiz tohum oluşmasına neden olabileceğini ve aynı zamanda, ağaçtaki karbon-azot dengesinin çiçek oluşumunu etkileyeceği ve fazla ışık alan, serbest durumlu ağaçların tepe kısımlarının daha fazla çiçek ve meyve yapacağını belirtmektedir. Buna benzer olarak, Doğu Kayını'nda zengin tohum yıllarının ağaçlarda besin maddeleri birikimi ve bir yıl sonraki çiçek tomurcuklarının oluştuğu Haziran-Temmuz aylarındaki hava durumu ile ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir (Odabaşı vd., 2004).

5.2. Büyüme Özelliklerine İlişkin Tartışma ve Sonuçlar

Çalışmanın gerçekleştirildiği uç/marjinal popülasyonda, büyüme özellikleri bakımından popülasyon içi bireyler arası geniş farklılıklar bulunurken; ortalama boy, göğüs yüksekliği çapı, dip çap ve taç çapı değerleri sırasıyla 19.2 m, 121.7 cm, 112.4 cm ve 1482.2 cm bulunmuştur. Bu popülasyonda, varyasyon katsayısı bağlamında, dip çapın (%10.7) diğer özelliklere göre daha homojen bir yapı gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

Uç popülasyonda, büyüme özellikleri bakımından doğu bakının diğer bakılara oranla daha yüksek büyüme performansı gösterdiği ortaya çıkarken; bu özelliklerde batı bakının daha heterojen bir yapı gösterdiği ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.2). Ancak uygulanan varyans analizi sonucunda; bu popülasyonda, bakıların çalışmaya konu özellikler bakımından benzer olduğu ($p>0.05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

Popülasyon içi bireyler arası geniş farklılıkların bulunduğu normal popülasyonda; ortalama boy, dip çap, göğüs yüksekliği çapı ve taç çapı değerleri sırasıyla 14.2 m, 46.9 cm, 40.5 cm ve 607.8 cm bulunmuştur (Çizelge 4.5). Bu popülasyonda büyüme özelliklerinden taç çapı en yüksek varyasyonu (%40.8), boy ise en düşük (%17.1) varyasyonu göstermiştir (Çizelge 4.5). Bununla birlikte, büyüme özellikleri bakımından, batı bakı diğer bakılara göre daha yüksek büyüme performansı göstermiştir (Çizelge 4.6). Özellikler bakımından kuzey bakı diğer bakılara göre daha homojen bir yapı göstermiştir (Çizelge 4.6). Uç popülasyonda olduğu gibi normal

popülasyonda da, bakılar arasında büyüme özellikleri bakımından anlamlı fark olmadığı ($p>0.05$) yani bakıların benzer değerlere sahip olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.7). Anadolu Karaçamı ve diğer türler üzerinde gerçekleştirilen çalışmalarda da büyüme özellikleri bakımından popülasyon içi ve popülasyonlar arası farklılıklar belirlenmiştir (Keleş, 2015; Çerçioğlu, 2018).

Çalışmaya konu uç ve normal popülasyonların birlikte değerlendirilmesi sonucu, ortalama boy, dip çap, göğüs yüksekliği çapı ve taç çapı değerleri sırasıyla 16.7 m, 84.3 cm, 76.4 cm ve 1045.0 cm bulunmuş ve bireyler arasında geniş farklılıklar ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.9). Büyüme özelliklerinden taç çapı (%52.1) en yüksek varyasyon gösterirken boyun (%25.1) en homojen özellik olduğu (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.6) olduğu ortaya çıkmıştır.

Uygulanan varyans analizi sonucunda, uç ve normal popülasyonlar arasında büyüme özellikleri bakımından anlamlı ($p<0.05$) farklılık göstermiştir (Çizelge 4.10). Ancak, uç/marjinal popülasyonda özellikle tepe çökmesinden dolayı, bireylerin boy gelişiminin oldukça düşük olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.7).

Uç ve normal popülasyonların genelinde, büyüme özellikleri bakımından kuzey bakı diğer bakılara göre daha düşük değere sahipken, güney bakının ise diğer bakılara göre genel olarak daha yüksek ortalama değerlere sahip olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.11). Duncan testi sonucunda da dip çap, göğüs yüksekliği çapı ve taç çapı bakımından kuzey bakı diğer bakılardan farklı bir grup oluşturmuştur (Çizelge 4.11). Varyans analizi sonucunda da, boy dışındaki diğer özellikler bakımından, bakılar arasında istatistiksel bakımdan anlamlı ($p<0.05$) fark olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.12). Yapılan çalışmalarda da, büyüme özellikleri üzerine birçok çevresel ve biyolojik faktörlerin etkili olabileceği belirlenmiştir (Yazıcı ve Turan, 2016; Yazıcı, 2018).

5.3. Özellikler Arasındaki İlişkilere Ait Tartışma ve Sonuçlar

Uç popülasyonda, kozalak sayısına göğüs yüksekliği çapı, dip çap ve taç çapının istatistiksel bakımdan anlamlı ($p<0.05$) pozitif etkide bulunduğu ortaya çıkarken boy ve yükseltinin etkisi belirlenememiştir ve bununla birlikte büyüme özellikleri arasındaki ilişkiler özelliğe göre değişim göstermiştir (Çizelge 4.4).

Normal popölasyona uygulanan korelasyon analizi sonucunda, kozalak sayısına büyüme özellikleri ve yükseltinin istatistiksel bakımdan anlamlı ($r>0.44$, $p<0.05$) pozitif etkide bulunduğu ve yine büyüme özellikleri arasında anlamlı pozitif ilişkiler belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

Popölasyonların genelinde özelliklerin tamamı arasında istatistiksel bakımdan anlamlı ($r>0.64$, $p<0.05$) pozitif ilişkiler bulunduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.13). Anadolu Karaçamı doğal popölasyonları üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada da (Çerçioğlu, 2018), üreme özellikleri ile büyüme özellikleri ve yükselti arasındaki ilişkilerin yıl, popölasyon ve özelliklere göre değışim gösterdiği belirlenmiştir. Türün tohum bahçesi üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada da, kozalak sayısı ve büyüme özellikleri arasında anlamlı ve pozitif genetik ilişkiler bulunmuştur (Uysal, 2015). Sarıçam'da, rakım ile kozalak ($r=-0.665$, $p>0.05$) verimi arasında istatistiksel bakımdan anlamlı ($p>0.05$) bir ilişki olmadığı belirlenmiştir (Prescher vd., 2007).

Halep Çamı ağaçlandırma sahasında gerçekleştirilen çalışmada ise; büyüme özellikleri ile kozalak üretimi arasında anlamlı ($p\leq 0.05$) pozitif ilişkiler tahmin etmiştir (Çerçioğlu, 2013). Odabaşı (1990), Toros Sediri'nde yaş alması ve tepe gelişimiyle kozalak veriminin artış göstereceğini belirtmektedir. Üç Sarıçam tohum bahçesinde yapılan bir çalışmada, çiçek veriminin genel olarak çok yüksek olmasa da büyüme özelliklerinden olumlu yönde etkilendiğı ve bunun özellikle dip çap ile ilişkili olduğu ortaya çıkarılmıştır (Bilir vd., 2006). Bhumibhamon (1978), Sarıçam'da çiçek verimi ile çap ve taç boyutu arasında anlamlı ($p\leq 0.05$) pozitif ilişkiler belirlemiştir. Doğal Toros Göknarı popölasyonlarında gerçekleştirilen çalışmada, kozalak verimi ile göğüs çapı, yaş ve tepe çapı arasında pozitif ilişki belirlenirken; aynı çalışmada yükselti ile kozalak verimi arasında istatistiksel bakımdan ($p\leq 0.05$) anlamlı ve negatif ($r=-0.350$) ilişkiler bulunmuştur (Ülküdür, 2013). Bilir vd. (2008), sarıçam tohum bahçelerinde ağaç boyutu ile çiçek verimi arasında genel olarak pozitif ilişki tahmin etmişlerdir. Ehrami Karaçam (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* var. *pyramidata*) ağaçlandırma sahalarında yapılan çalışmada, kozalak üretiminin, ağaç boyu ve göğüs yüksekliğı çapından, pozitif yönde ve anlamlı düzeyde etkilediğı ortaya çıkmıştır (Bilir vd., 2017).

Uygulanan regresyon analizi sonucunda değeri ile boyun $h = 0.0107KS + 13.475$ ($R^2 = 0.44$) eşitliği (Şekil 4.9);

dip çapın $D_0 = 0.1423KS + 43.822$ ($R^2 = 0.77$) eşitliği (Şekil 4.10);

yükseltinin $R = 0.7099KS + 1411.5$ ($R^2 = 0.74$) eşitliği ile ilişkilendirilebileceği ortaya çıkmıştır (Şekil 4.11).

5.4. Öneriler

Uç popülasyonun gen koruma, tohum kaynağı ve diğer genetik-ıslah amaçları için seçiminin normal popülasyona göre daha uygun olacağını göstermektedir. Ancak bu düşüncenin, moleküler genetik çalışma sonuçları ile desteklenmesi önerilebilir.

Bu tez çalışması bir yıllık sonuçlar içermekte olup, daha detay öneri verilebilmesi için gelecek yıllarda da çalışmaya devam edilmelidir. Çalışma sonuçları, orman bakımı gibi seleksiyon uygulamalarında önem arz etmekte ve ormancılık uygulamalarında bakının göz önüne alınması gerektiğini göstermektedir.

Elde edilen regresyon analizi sonuçları ileride gerçekleştirilecek çalışmalarda özelliklerin tahmininde kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Anonim (1986). *Fidanlık Çalışmaları*. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Anonim (2017). *Orman Varlığımız*. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Anonim (2022). Ormancılık İstatistikleri-2021. Orman Genel Müdürlüğü. <https://www.ogm.gov.tr/> (Son erişim tarihi: 12 Ekim 2022)
- Ata, C. (1995). *Silvikültür Tekniği*. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Bartın Orman Fakültesi Yayınları.
- Atalay, İ., & Efe R. (2012). Ecological attributes and distribution of Anatolian black pine [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* Lamb. Holmboe] in Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 33(2), 509-519.
- Ayan, S., Yer, E.S., & Gülseven, O. (2017). Türkiye'deki Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırma sahalarının iklim tipi açısından değerlendirilmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 18(2), 152-161.
- Bhumibhamon, S. (1978). Studies on Scots pine seed orchards in Finland with special emphasis on the genetic composition of the seed. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae*, 94, 1-118.
- Bilir, N., Kang, K.S., & Ozturk H. (2002). Fertility variation and gene diversity in clonal seed orchards of *Pinus brutia*, *Pinus nigra* and *Pinus sylvestris* in Turkey. *Silvae Genetica*, 51, 112-115.
- Bilir, N., Kang, K.S., & Lindgren D. (2005). Fertility variation in six populations of Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) over altitudinal ranges. *Euphytica*, 141, 163-168. <https://doi.org/10.1007/s10681-005-6803-6>
- Bilir, N., Prescher, F., Ayan, S., & Lindgren D. (2006). Growth characters and number of strobili in clonal seed orchards of *Pinus sylvestris*. *Euphytica*, 152, 293-301. <https://doi.org/10.1007/s10681-006-9216-2>
- Bilir, N., Prescher, F., Lindgren, D., & Kroon J. (2008). Variation in seed related characters in clonal seed orchards of *Pinus sylvestris*. *New Forests*, 36, 187-199. <https://doi.org/10.1007/s11056-008-9092-9>
- Bilir, N. (2017). Cone Production Variation in a Clonal Seed Orchard of Scots Pine (*Pinus sylvestris*). *Seed Orchard Conference*. 4-6 September, Balsta, Sweden, 49-49.
- Bilir, N., Çatal, Y., Tekocak, S., & Çerçioğlu M. (2017). Fertility variation in endemic populations of Ehlami black pine (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* var. *pyramidata*). *Journal of Forestry Research*, 28(4), 683-686.

- Boydak, M. (1977). *Eskişehir-Çatacık Mıntıkası Ormanlarında Sarıçam (Pinus silvestris L.)'ın Tohum Verimi Üzerine Araştırmalar*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- Critchfield, W.B., & Little, E.L. (1966). *Geographic Distribution of the Pines of the World*. USDA Forest Service, Miscellaneous Publication.
- Çerçioğlu, M. (2013). *Osmaniye Yöresi Halep Çamı (Pinus halepensis Mill.) Popülasyonlarında Kozalak Verimi*. (Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Çerçioğlu, M. (2018). *Burdur-Göhlhisar Yöresi Anadolu Karaçamı [Pinus nigra Arnold. subsp. pallasiana (Lamb.) Holmboe] Popülasyonlarında Üreme x Büyüme Özellikleri Etkileşimi ve Bazı Genetik Parametrelerin Tahmini*. (Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Eler, Ü. (1990). *Kızılçamda (Pinus brutia Ten.) Yaşa Bağlı Olarak Tohum Verimi*. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları.
- Eriksson, G., Jonsson, A., & Lindgren D. (1973). Flowering in a clonal trial of *Picea abies* (Karst.). *Studia Forestalia Suecica*, 110, 4-45.
- Eriksson, G. (2008). *Pinus sylvestris Resent Genetic Research*. SLU Genetic Center Publisher.
- Griffin, A.R. (1982). Clonal variation in Radiata pine seed orchard, some flowering, cone and seed production traits. *Australian Forest Research*, 12, 295-302.
- 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*, A(2), 61-74.
- Kang, K.S. (2001). *Genetic Gain and Gene Diversity of Seed Orchard Crops*. (Ph.D Thesis, Swedish University of Agricultural Science, Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvestria)
- Kang, K.S., Bila, A.D., Harju, A.M., & Lindgren, D. (2003). Estimation of fertility variation in forest tree populations. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 76(3), 329-344. <https://doi.org/10.1093/forestry/76.3.329>
- Kang, K.S., & Bilir N. (2021). *Seed Orchards (Establishment, Management and Genetics)*. OGEM-VAK Press.
- Kaymakçı, E., Erkuloğlu, Ö.S., & Eronat A.F. (2002). *Ege Bölgesinde Çeşitli Nedenlerle Bozulmuş Yüksek Zon Karaçam (Pinus nigra Arnold.) Ormanların Gençleştirilmesi Üzerine Araştırmalar*. Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları.

- Keleş, H. (2015). *Mersin Yöresi Keçiboynuzu (Ceratonia siliqua L.) Popülasyonlarında Tohum-Meyve Verimi ile Büyüme Özellikleri Etkileşimi*. (Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Keskin, S. (1999). *Çameli-Göldağı Orijinli Kızılçam Tohum Bahçesinde Çiçek ve Kozalak Verimi Açısından Klonal Farklılıklar ve Çiçeklenme Fenolojisi*. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları.
- Koski, V. (1991). Genereative Reproduction and Genetic Process in Nature. In *Genetics of Scots Pine*. (pp. 59-72)
- Mátyás, C. (1991). Seed Orchards. In *Genetics of Scots Pine*. (pp. 125-146)
- Nikkanen, T., & Velling P. (1987). Correlations between flowering and some vegetative characteristics of grafts of *Pinus sylvestris*. *Forest Ecology and Management*, 19, 35-40.
- Nikkanen, T., & Ruotsalainen, S. (2000). Variation in flowering abundance and impact on the genetic diversity of the seed crop in a Norway spruce seed orchard. *Silva Fennica*, 34, 205-222.
- Odabaşı, T. (1990). *Lübnan Sediri (Cedrus libani A. Rich.)'nin Kozalak ve Tohumu Üzerine Araştırmalar*. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Odabaşı, T., Çalışkan, A., & Bozkuş, H.F. (2004). *Silvikültür Tekniği (Silvikültür II)*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- Özel, H.B., & Bilir, N. (2016). Fertility variation in two populations of Taurus cedar (*Cedrus libani* Rich.). *Pakistan Journal of Botany*, 48, 1129-1132.
- Prescher, F., Lindgren, D., Almqvist, C., Kroon, J., Lestander, T.A., & Mullin, T. (2007). Female fertility variation in mature *Pinus sylvestris* clonal seed orchards. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 22(4), 280-289. <https://doi.org/10.1080/02827580701419259>
- Rohlf, F.J., & Sokal R.R. (1995). *Statistical Tables*. Macmillan.
- Saatçioğlu, F. (1971). *Orman Bakımı*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- Schmidtling, R.C. (1981). The inheritance of precocity and its relationship with growth in Loblolly pine. *Silvae Genetica*, 30, 188-192.
- SPSS (2011). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0., NY: IBM Corp
- Topaçoğlu, O., Bozkuş, H.F., & Güney, K. (2008). Ilgaz Dağı kuzey bakıda subalpin ve yüksek montan yükselti basamağındaki bazı meşcere kuruluşlarının silvikültürel özellikleri. *Kastamonu Orman Fakültesi Dergisi*, 1, 1-13.

- Uysal Çelik, S. (2015). *Sütçüler-Tota Orijinli Gönen Karaçam Tohum Bahçesinde Kozalak ve Tohum Özellikleri Bakımından Klonal Varyasyon*. (Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Ülküdür, F. (2013). *Seydişehir Yöresi Toros Göknarı (Abies cilicica Carr.) Popülasyonlarında Kozalak Verimi*. (Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Ürgenç, S. (1967). *Türkiye’de Çam Türlerinde Tohum Tedarikine Esas Teşkil Eden Problemlere Ait Araştırmalar*. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Yazıcı, N. (2018). Effect of species and environmental factors on growth performances in afforestation of *Cedrus libani* and *Pinus brutia*. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27, 6913-6917.
- Yazıcı, N., & Turan, A. (2016). Effect of forestry afforestation on some soil properties: A case study from Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 25(7), 2509-2513.
- Yazıcı, N., & Bilir, N. (2017). Aspectual fertility variation and its effect on gene diversity of seeds in natural stands of Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.). *International Journal of Genomics*, 2960624, 1-5. <https://doi.org/10.1155/2017/2960624>
- Zobel, B., & Talbert, J. (1984). *Applied Forest Tree Improvement*. John Wiley & Sons, New York, USA.

ÖZGEÇMİŞ

