

Kızılçamda (*Pinus brutia* Ten.) rakım, büyüme özellikleri ve kozalak verimi ilişkisi

Mahmut Çerçioğlu,^{a,*} , Durmuş Çetinkaya^b 

Özet: Çalışmada, Muğla-Fethiye yöresinde yayılış gösteren doğal kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) popülasyonları incelenmiştir. Üç yükselti basamağından (P1 260 m, P2 740 m, P3 1100 m), 150 bireye ait, 2020 yılı içerisinde toplanan veriler ışığında, kozalak verimi, rakım ve büyüme özellikleri arasındaki ilişkiler belirlenmiş ve bazı genetik parametreler tahmin edilmiştir. Kozalak verimi bakımından döllenme varyasyonu tüm popülasyonlarda bir yıllık kozalaklar için 1.91, iki yıllık kozalaklar için 1.77 olarak bulunmuştur. Akrabalık derecesi, tüm popülasyonlarda, bir yıllık kozalaklar için 0.006, iki yıllık kozalaklar için 0.005 olarak tahmin edilmiştir. Etkili ebeveyn sayısı ise bir ve iki yıllık kozalaklar için sırasıyla 78 ve 84 olarak bulunmuştur. Uygulanan korelasyon analizi sonucunda büyüme özellikleri ile kozalak verimi arasında genel olarak istatistiksel bakımdan anlamlı ($p < 0.05$) pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Kruskal-wallis testi sonuçlarına göre kozalak verimi bakımından popülasyonlar arasında anlamlı ($p < 0.05$) farklılıklar tespit edilmiştir. Aşamalı çoklu regresyon analizi sonucuna göre, 1 yaşında kozalak verimi bağlamında etkili olan faktörler sırasıyla taç çapı (kuzey-güney), göğüs yüksekliği çapı ve yaş olmuştur. 2 yaşında kozalak verimi üzerinde etkili olan faktörler sırasıyla taç çapı (doğu-batı) ve göğüs yüksekliği çapı olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Çap, Korelasyon, Kozalak, Döllenme, Regresyon

Relationship among altitude, growth characteristics and cone production in Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.)

Abstract: In this study, cone production, altitude and growth characteristics (height, diameter at breast height and crown diameter) were related, and also some genetics parameters were estimated. The data were collected from 150 individual trees of three natural populations sampled altitudinal (P1 260 m, P2 740 m, P3 1100 m) of Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) in Mugla-Fethiye district in 2020. Fertility variation based on cone production was found to be 1.91 for one old cones and 1.77 for two old cones in all populations. Genetic relatedness was estimated at 0.006 for one year cones and 0.005 for two year old cones in all populations. The number of effective parents was found to be 78 and 84 for one year and two year cones, respectively. As a result of the correlation analysis applied, statistically significant ($p < 0.05$) positive relationships were determined between growth characteristics and yield of cones in general. According to the results of the Kruskal-wallis test, significant ($p < 0.05$) differences were found between the populations in terms of cone yield. According to the stepwise multiple regression analysis results, the most effective factors in terms of cone yield at 1 year old were crown diameter (north-south), diameter at breast height and age, respectively. Crown diameter (east-west), diameter at breast height were the most effective factors on cone yield at 2 years of age, respectively.

Keywords: Diameter, Correlation, Cone, Fertility, Regression

1. Giriş

Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ülkemizde normal kapalı 3.451.269 ha, boşluklu kapalı 2.158.946 ha olmak üzere toplamda 5.610.215 hektarlık yayılışıyla en geniş yayılış gösteren çam türümüzdür (OGM, 2015). Dolayısıyla çeşitli sebeplerle ağaç örtüsünü kaybetmiş kızılçam sahalarının yeniden ağaçlandırılması ve bozuk vasıflı kızılçam ormanlarının ıslah işleri ormancılığımızın önemli sorunları arasında görülmektedir. Kızılçam gerek doğal yayılış bölgelerinde, gerek bozuk nitelikli alanlarında, gerekse de endüstriyel plantasyonlar noktasında oldukça geniş çapta ağaçlandırmalarda kullanılan bir türdür (Boydak, 2006a;

2006b). Gelecek yıllarda da bu çalışmaların devam etmesi beklenmektedir. Dolayısıyla bu türe ait bol miktarda ve iyi kalitede tohuma çok fazla ihtiyaç duyulacaktır.

Günümüzde orman ekosistemlerinin yönetimi ve ağaç türlerinin genetik olarak iyileştirilmesine ilişkin güçlü bir araştırma grubu bulunmaktadır. Bu grubun ıslah çalışmalarından biriside orman ağaçlarında üreme ve büyüme özelliklerinin karşılaştırılmasıdır. Çünkü çiçek, kozalak veya tohum gibi üreme özellikleri üzerine, büyüme özelliklerinin de etkili olabileceği bilinmektedir. Örneğin, Odabaşı (1990) Toros sedirinde yaş artışı ve tepe büyümesiyle beraber kozalak miktarının da artacağını belirtmiştir. Ayrıca artım ve büyüme olaylarının çok yönlü

✉ ^a Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Gölhisar Meslek Yüksekokulu, Ormanlık Bölümü, 15400, Gölhisar, Burdur

^b Çukurova Üniversitesi, Aladağ Meslek Yüksekokulu, Ormanlık Bölümü, Aladağ, Adana

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): cercioglumahmut@gmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 01.12.2020, **Accepted** (Kabul tarihi): 24.02.2021



Citation (Atıf): Çerçioğlu, M., Çetinkaya, D., 2021. Kızılçam'da (*Pinus brutia* Ten.) rakım, büyüme özellikleri ve kozalak verimi ilişkisi. Turkish Journal of Forestry, 22(1): 17-24. DOI: [10.18182/tjf.834136](https://doi.org/10.18182/tjf.834136)

olarak tanınıp kavranması ve işletme amacını gerçekleştirecek şekilde denetimi, ormancılığımızın başarısı noktasında temel etkenlerden biridir. Zira artım ve büyüme ilişkilerinin bilinmesi hem yararlanmanın düzenlenmesi için, hem de ekonomik bir kurum olan orman işletmesinin başarısını belirlemek için şarttır. Bunun yanında, silvikültürel müdahaleleri yönlendirmek, aralamaların zaman ve şiddetini tayin etmek, ekonomik amaca uygunluğunu denetlemek bakımından da artım ve büyüme ilişkilerinin bilinmesine gerek vardır (Günel, 1981). Bitki türleri üzerinde gerçekleştirilen genetik-ıslah çalışmalarından biriside döllenme varyasyonu tahminidir. Döllenme varyasyonu; bireyin döl verebilme yeteneği, bir diğer ifadeyle üreme başarısı olarak belirtilmektedir (Kang, 2001). Bu genetik parametrenin tahmininde ağaçların polen, çiçek, kozalak, meyve ve tohum verimi gibi üreme özellikleri kullanılmaktadır (Roeder vd., 1989; Savolainen vd., 1993). Genetik-ıslah çalışmaları için döllenme varyasyonu değerinin sıfıra yakın olması istenirken, bu değer in doğal popülasyonlar için 3'e, tohum bahçeleri gibi yapay popülasyonlar için ise 2'ye kadar çıkabileceği belirtilmektedir (Kang, 2001). Döllenme varyasyonu katsayısının tahmini bitki ıslahı ve genetik çalışmalarında yaygın olarak kullanılmıştır (Shea, 1987; Xie ve Knowles, 1992; El-Kassaby, 1995; Bila, 2000; Kang vd., 2003). Son yıllarda da bu konuda birçok çalışma yapılmıştır (örneğin; Özel ve Bilir, 2016; Bilir ve Özel, 2017a; Yazıcı ve Bilir, 2017; Bilir ve Kang, 2021).

Bu çerçevede; müşir bir çam türümüz olan kızılçamın Muğla-Fethiye yöresindeki doğal popülasyonlarında, kozalak verimi bağlamında gerçekleştirilen bu çalışmayla, türde tohum meşçerelerinin seçimi; tohum teknolojisi; genetik-ıslah çalışmaları ve diğer silvikültürel çalışmalara katkı sağlanması amaçlanmıştır.

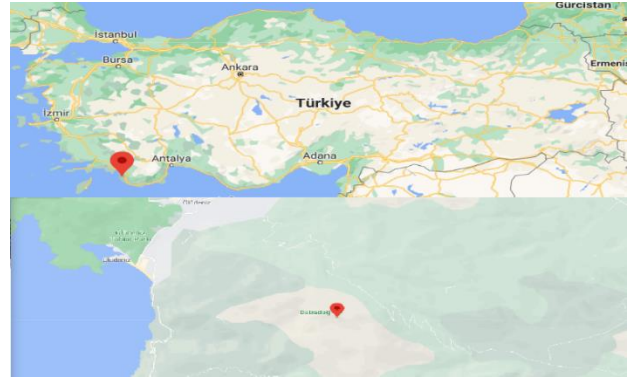
2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Çalışmada materyal olarak Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Merkez Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde kalan Babadağ bölgesindeki doğal kızılçam meşçereleri kullanılmıştır (Şekil 1).

Çalışma yapılan sahalarda; anakaya kireç taşı, toprak ise kırmızı renkli Akdeniz toprağı (Terra-Rossa) özelliğine sahiptir. Aylara göre maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık değerleri ile yıllık yağış miktarları Çizelge 1'de verilmiştir. Yıllık yağış miktarı 983 mm, yıllık ortalama sıcaklık ise 17.7 °C dolaylarında değişim göstermektedir.

Türün yöredeki doğal yayılış alanı 260 metre; 740 metre ve 1100 metrede olmak üzere üç yükselti basamağına ayrılmıştır (Çizelge 2). Her yükselti basamağından en az 30 metre aralıkla fenotipik özellikler (boy, çap, gövde düzgünlüğü, dallanma durumu; Zobel ve Talbert, 1984) dikkate alınarak 50'şer birey örneklenmiştir (Şekil 2;3;4). Dolayısıyla çalışma 150 birey üzerinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Babadağ konumu (Google Maps, 2020)

Çizelge 1. Fethiye iklim verileri (Climate-data, 2020)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ort. Sıcaklık (° C)	9.8	10.6	12.5	15.6	19.4	23.5	26.2	26.1	23.2	19	14.6	11.5
Min. Sıcaklık (° C)	4.7	5.3	6.8	9.7	13.2	16.7	19.1	18.8	15.9	12.4	8.7	6.4
Maks. Sıcaklık (° C)	15	15.9	18.3	21.6	25.6	30.4	33.3	33.4	30.6	25.7	20.6	16.6
Yağış / Yağış (mm)	221	137	98	33	25	6	6	2	13	60	126	256

Çizelge 2. Popülasyonların genel coğrafik özellikleri

Popülasyon	Enlem (K)	Boylam (D)	Yükselti (m)	Bakı
P1	36°35'58.1"	29°09'09.9"	260	Güney-Kuzey
P2	36°33'20"	29°10'02"	740	Doğu
P3	36°33'03.0"	29°10'54.4"	1100	Batı



Şekil 2. P1 popülasyonundan görüntüler



Şekil 3. P2 popülasyonundan görüntüler



Şekil 4. P3 popülasyonundan görüntüler

2.2. Yöntem

Kozalak verimi noktasında doğrudan etkili olduğu düşünülen aşağıdaki büyüme özellikleri ile kozalak sayıları 2020 yılı içerisinde ölçülmüştür.

Boy (B): Toprak seviyesinden tepe tomurcuğu ucuna kadar olan mesafe olup boy ölçer (Haglöf-Vertex) yardımıyla 5 cm hassasiyette vejetasyon dönemi sonunda ölçülmüştür. **Göğüs yüksekliği çapı (d1.30):** Göğüs yüksekliğindeki çap olup kumpas yardımıyla ölçülmüştür. **Taç çapı (TÇ):** Bireyin kuzey-güney ve doğu-batı yönlerindeki tepe izdüşümünün çapı olup, şerit metre yardımıyla 5 cm hassasiyette ölçülmüştür. **Yaş (Y):** Göğüs çapı ölçümü yapılan noktadan, artım kalemi alınarak ölçülmüştür. **Kozalak sayısı:** Bir (**Koz₁**) ve iki yıllık kozalaklar (**Koz₂**) 2020 yılı sonbaharında örneklenen bireylerin kuzey, güney, doğu ve batı tarafından gözlemlenerek sayılmıştır.

Elde edilen verilerde; temel istatistiksel değerler yanında, çalışmaya konu özellikler bakımından popülasyon içi ve popülasyonlar arası karşılaştırmalar için Pearson korelasyon analizi, Kruskal Wallis testi ve aşamalı çoklu regresyon analizi yöntemlerinden faydalanılmıştır. İstatistiksel analizler SPSS programında yapılmıştır (Özdamar, 1999).

Birey/ailedeki kozalak verimi bağlamında döllenme varyasyonu (Ψ_{Koz}) aşağıdaki eşitlik (1) yardımıyla tahmin edilmiştir (Yazıcı ve Bilir, 2017):

$$\Psi_{Koz} = N \sum_{i=1}^N Koz_i^2 \quad (1)$$

Bu denklemde, N birey sayısını, Koz_i i. bireye ait kozalak sayısı oranını, göstermektedir.

Bireylerin gen havuzuna olan oransal katkısı olarak tanımlanan etkili ebeveyn sayısı ($N_{p(Koz)}$) ve oranı ($N_{r(Koz)}$)

aşağıdaki denklemler (2-3) yardımıyla tahmin edilmiştir (Kang ve Lindgren, 1999; Kang, 2001):

$$N_{p(Koz)} = \frac{N}{\Psi_{Koz}} \quad (2)$$

Bu denklemde, N birey sayısını, Ψ_{Koz} bireye ait kozalak verimi bağlamında döllenme varyasyonunu göstermektedir.

$$N_{r(Koz)} = \frac{N_{p(Koz)}}{N} \quad (3)$$

Bu denklemde, $N_{p(Koz)}$ etkili ebeveyn sayısını, N birey sayısını, göstermektedir.

Popülasyonlarda kozalak verimlerine ilişkin toplam döllenme varyasyonu bağlamında akrabalık derecesi (Θ_{Koz}) aşağıdaki eşitlik (4) yardımıyla tahmin edilmiştir (Lindgren ve Mullin, 1998):

$$\Theta_{Koz} = 0.5 \sum_{i=1}^N Koz_i^2 \quad (4)$$

Bu denklemde, N birey sayısını, Koz_i i. bireye ait kozalak sayısı oranını, göstermektedir.

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Büyüme özellikleri

Yükselti basamağına göre örneklenen popülasyonların büyüme özelliklerine ilişkin ortalama ve minimum-maksimum değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge 3'den de görüldüğü üzere popülasyonlar büyüme özellikleri bakımından benzer ortalama değerlere sahiptir.

Popülasyonların büyüme özellikleri bakımından karşılaştırılması amacıyla uygulanan korelasyon analizi sonucunda popülasyonlarda genel olarak büyüme özellikleri bakımından anlamlı ($p < 0.05$) pozitif ilişkiler görülmüştür

(Çizelge 9). Büyüme ağacın genetik yapısı ile çevre koşullarının ortaklaşa etkileri altında meydana gelir. Popülasyonlardaki ailelerin hem büyüme hem de yaş durumu incelendiğinde, tamamının tohum verme yaşında olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Orman ağacı türlerinde tohum verme yaşı, yetiştirme ortamı özelliklerine ve ağaçların tepe gelişimine göre değişmektedir. Örneğin, *Pinus taeda*'da 30 cm den daha ince çaplı olan genç ağaçların gençleşmeyi sağlayacak miktarda tohum vermedikleri görülmüştür (Atay, 1971).

3.2. Kozalak verimi

Popülasyonlarda ortalama iki yaşlı kozalak sayısı 380.92, bir yaşlı kozalak sayısı ise 58.74 olarak bulunmuştur (Çizelge 4). En yüksek kozalak verimi P2 popülasyonunda görülmüştür. Kozalak verimi P2 popülasyonunda, P1 popülasyonuna göre % 45, P3 Popülasyonuna göre ise % 20 oranında artmıştır. Aynı şekilde popülasyon içi kozalak verimi de örneklenen bireylerde farklılık göstermiştir. Popülasyonlarda yükselti basamakları içinde ve arasında, kozalak verimi bakımından geniş farklar görülmektedir (Çizelge 4). Örneğin, P1 popülasyonu içerisinde 1 yıllık kozalak verimi göz önüne alındığında maksimum ve minimum kozalak üreten bireyler arasında 9 kat fark bulunmaktadır. P2 için bu fark 30, P3 popülasyonu için ise 20 kat olarak görülmektedir. İki yıllık kozalak verimi temel alındığında ise P1 popülasyonu içerisinde 30 kat, P2 popülasyonu içerisinde 25 kat, P3 popülasyonu içerisinde ise 7.5 kat farklılık görülmektedir.

Yıllık kozalak verimine bakıldığında, yörede kızılçamda bol tohum yılları arası tekerrür 2 yıl olarak görülmektedir. Fakat bir meşcerede bol tohum yıllarını tespit edebilmek için en az iki defa bol tohum yılını tespit etmek gerekir. Orman ağaçları biyolojileri gereği enerjilerini bazı dönemlerde geliştirmeye bazı dönemlerde de üremeye harcamaktadır (Kang, 2001). Bu nedenle yıllar arası üreme verimi farklılıkları beklenen durumlardandır. Karaçam türünde bol tohum yılları, düşük rakımda ve güney bakıda iki yılda bir, yüksek rakımda ve kuzeyli bakıda ise üç yılda bir görülmektedir (Saatçioğlu, 1971; Ata, 1995). Kozłowski ve Pallardy (1997), ağaçların gençlik evresinde, üreme için enerji harcamadığı için hızlı büyüdüğünü ve ileriki yaşlara oranla daha fazla çap artımı yaptığını belirtmektedir (Kozłowski ve Pallardy'ye atfen Akkemik, 2010). Kozłowski (1971) orman ağaçlarında bol tohum yılındaki tohum üretimi ile aynı yıldaki vejetatif büyüme arasında çok belirgin bir negatif korelasyon olduğunu belirtmiştir (Kozłowski'ye atfen Akkemik, 2010).

Çalışmada 3 farklı yükselti basamağındaki ağaçlar üzerinde ölçümler yapılmıştır. Yükseltinin kozalak verimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu aşamada ilk olarak verinin normal dağılıp dağılmadığını tespit etmek amacıyla normallik testi gerçekleştirilmiştir (Çizelge 5). Çünkü analize başlamadan önce veri setinin dağılımının normal olup olmadığının tespit edilmesi gerekir (Bradley, 1982; Kennedy ve Bush, 1985; Thode, 2002; Miles ve Banyard, 2007; Wells ve Heintze, 2007; Stevens, 2009).

Çizelge 3. Popülasyonlarda ortalama, minimum ve maksimum büyüme özellikleri

Özellikler	P1		P2		P3	
	Ort.	Min - Mak	Ort.	Min - Mak	Ort.	Min - Mak
B (m)	11.0	8.0 - 14.0	13.0	10.0 - 16.0	12.5	9.0 - 16.0
d1.30 (cm)	33.0	16.0 - 50.0	46.0	36.0 - 56.0	43.0	26.0 - 60.0
TÇ (cm)	445.0	290.0-660.0	485.0	372.0-700.0	500.0	300.0-700.0
Y (yıl)	32.0	32.0 - 32.0	40.0	40.0 - 40.0	33.0	33.0 - 33.0

Çizelge 4. Popülasyonlarda ortalama, minimum ve maksimum 1 ve 2 yaşlı kozalak verimi

Özellikler	P1		P2		P3	
	Ort. (Adet)	Min - Mak	Ort. (Adet)	Min - Mak	Ort. (Adet)	Min - Mak
Koz ₁	56.58	5 - 45	77.38	10 - 300	42.28	10 - 200
Koz ₂	267.98	300-1000	485.88	60 - 1500	388.9	200-1520

Çizelge 5. Normallik (dağılım) testi sonuçları

Rakım (m)	Kolmogorov-Smirnov				Shapiro-Wilk		
	İstatistik	df	Önem düzeyi	İstatistik	df	Önem düzeyi	
Koz ₁	260	0,26	50,00	0,00	0,71	50,00	0,00
	740	0,18	50,00	0,00	0,87	50,00	0,00
	1100	0,25	50,00	0,00	0,74	50,00	0,00
Koz ₂	260	0,25	50,00	0,00	0,80	50,00	0,00
	740	0,14	50,00	0,01	0,93	50,00	0,01
	1100	0,26	50,00	0,00	0,80	50,00	0,00

Önem düzeyi, p<0.05

Gerek Kolmogorov-smirnov gerekse de Shapiro-wilk normallik testlerinden elde edilen sonuçlara göre önem düzeyi değerleri $p > 0.05$ koşulunu sağlamadığı için verilerin normal dağılmadığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla istatistiksel sürece parametrik olmayan ormancılıkta da kullanılan (Örn. Afonso vd., 2020) Kruskal-wallis testi yöntemiyle devam edilmiştir. Gruplar arasında anlamlı bir fark olup olmadığını ortaya koyabilmek için 1 ve 2 yaşında kozalak verimleri için ayrı ayrı Kruskal-Wallis testleri gerçekleştirilmiştir (Çizelge 6; Çizelge 7).

Kruskal-wallis testi sonuçlarına göre; 1 yaşlı kozalaklar için 740 m den alınan örnekler ile hem 260, hem de 1100 m den alınan örnekler arasında anlamlı ($p < 0.05$) farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. 2 yaşlı kozalaklar için de benzer olarak, 740 metreden alınan örneklerin kozalak sayılarının, diğer yükselti basamaklarından elde edilen örneklerin kozalak sayıları ile arasında anlamlı ($p < 0.05$) farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. Benzer sonuçlar başka çalışmalarda da görülmüştür. Örneğin, Çerçioğlu (2013), Osmaniye yöresi Halep Çamı (*Pinus halepensis* Mill.) ağaçlandırma sahasında gerçekleştirdiği çalışmasında, örneklenen bireyler arasında kozalak verimi bağlamında geniş oranda farklılıklar bulmuştur. Aynı şekilde Keleş (2015) yaptığı çalışmada, Keçiboynuzu türünde meyve özellikleri bakımından geniş çapta farklılıklar bulmuştur. Mutke vd. (2005) Fıstıkçamı türünde yapmış oldukları çalışmada, kozalak ve tohum boyutuyla, kozalak verimi arasındaki ilişkiyi incelemiş ve pozitif sonuçlar ($r = 0.27$ ve 0.17) bulmuşlardır. Hem bu çalışmada, hem de önceki çalışmalarda elde edilen sonuçlar popülasyonlar arası üreme verimi farklılığının olağan olduğunu göstermektedir.

Çizelge 6. 1 yaşlı kozalaklar için Kruskal-Wallis testi sonucu (popülasyonlar arası ikili karşılaştırmalar)

Yükselti	Test istatistiği	Standart hata	Standart test istatistiği	Önem düzeyi	Düzeltilmiş önem düzeyi
P1-P3	3,89	8,647	0,45	0,653	1
P2-P3	28,9	8,647	3,342	0,001	0,002
P1-P2	-25,01	8,647	-2,892	0,004	0,011

Önem düzeyi, $p < 0.05$

Çizelge 7. 2 yaşlı kozalaklar için Kruskal-Wallis testi sonucu (popülasyonlar arası ikili karşılaştırmalar)

Yükselti	Test istatistiği	Standart hata	Standart test istatistiği	Önem düzeyi	Düzeltilmiş önem düzeyi
P1-P3	-12,440	8,683	-1,433	0,152	0,456
P1-P2	21,110	8,683	2,431	0,015	0,045
P2-P3	-33,550	8,683	-3,864	0,000	0,000

Önem düzeyi, $p < 0.05$

3.3. Genetik parametreler

Çalışmada bazı genetik parametrelerin tahmini de yapılmıştır (Çizelge 8). Döllenme varyasyon katsayısı; birey tarafından üretilen gametlerin/zigotların popülasyon içerisindeki oransal değeri olarak ifade edilir ve özellikle tohum kaynaklarındaki bakım çalışmaları ile gen çeşitliliği, akrabalık derecesi, etkili ebeveyn sayısı gibi çeşitli genetik parametrelerin tahmininde kullanılır (Shea, 1987; Xie ve Knowles, 1992; El-Kassaby, 1995; Bila, 2000; Kang vd., 2003).

1 ve 2 yaşlı kozalak verimi bağlamında ayrı ayrı tahmin edilen döllenme varyasyon katsayıları (Ψ_{Koz1} ve Ψ_{Koz2}) incelendiğinde en düşük değer 1.42 olarak P2 popülasyonunda ve 2 yaşlı kozalaklarda görülmüştür (Çizelge 8). P3 popülasyonu haricinde genel olarak 2 yaşlı kozalak verimi bağlamında döllenme varyasyonu katsayıları daha düşük bulunmuştur (Çizelge 8). Bu katsayılarla bağlı olarak tahmin edilen etkili ebeveyn sayısı ise sırasıyla 78'in ve 84'ün üzerinde olup bu değer % 50'den yüksektir (Çizelge 8). Popülasyonlarda 1 ve 2 yıllık kozalak verimi bağlamında akrabalık derecesi ise sırasıyla 0.006 ve 0.005 olarak bulunmuştur (Çizelge 8). Genel olarak akrabalık derecesinin üst sınır olan 1'den (Kang, 2001) oldukça uzak olduğu yani kozalak verimindeki akrabalığın oldukça düşük olduğu söylenebilir. Döllenme varyasyonu katsayısının tahmini, genetik-ıslah çalışmaları noktasında çok kullanılan bir yöntemdir. Örneğin, Bilir ve Kang (2021) yılında yapmış olduğu çalışmada Toros sediri türünde, tohum bahçeleri üzerine 3 yıllık verilerle çalışmış ve döllenme varyasyonu katsayısı değerlerini 2016, 2017, 2018 yılları için sırasıyla 1.59, 1.22 ve 1.91 olarak tahmin etmişlerdir. Bir diğer çalışma ise, Bilir vd. (2017b) tarafından Akdeniz servisinin (*Cupressus sempervirens* L.) plantasyon sahasında gerçekleştirilmiş ve kozalak veriminin bireylerde 20 ile 150 arasında değiştiğini ve ortalama 72 olduğunu; kozalak verimi bağlamında tahmin edilen döllenme katsayısının 1.21 olduğunu ve boy ve çapın kozalak verimi üzerinde pozitif ve anlamlı ($p \leq 0.05$) etkisinin olduğunu belirlemişlerdir. Bila (2000) birey ve popülasyonların çiçek ve meyve verimi ile döllenme varyasyonunu ilişkilendirmiş; çalışma sonucunda çiçek verimi, yaş ve yılın döllenme varyasyonu üzerinde oldukça etkili olduğunu belirtmiştir. Nicodemus vd. (2009) *Tectonia grandis* tohum bahçesinde yapmış oldukları çalışmada, çiçek ve meyve verimi için kalıtım derecesinin 0.16-0.55 arasında değiştiğini; çiçek ile meyve verimi arasında kuvvetli ilişki olduğunu ancak üreme ve büyüme özellikleri arasındaki ilişkinin oldukça düşük olduğunu belirtmişlerdir. Varghese vd. (2008) tarafından yine *Tectonia grandis* türünde gerçekleştirilen bir çalışmada döllenme varyasyonunun erken çiçeğe oranla daha düşük olduğunu ve toplam döllenme varyasyonu katsayısının 3, etkili ebeveyn oranının da 0.6 olduğunu belirlemişlerdir.

Çizelge 8. Popülasyonlarda 1 ve 2 yaşlı kozalak verimi bağlamında döllenme varyasyonu (Ψ_{Koz}), akrabalık derecesi (Θ_{Koz}), etkili ebeveyn sayısı ($N_{p(Koz)}$) ve etkili ebeveyn oranı ($N_{r(Koz)}$) değerleri

Genetik parametreler	P1		P2		P3		Toplam	
	Koz1	Koz2	Koz1	Koz2	Koz1	Koz2	Koz1	Koz2
Ψ_{Koz}	2.27	1.85	1.56	1.42	1.78	2.01	1.91	1.77
Θ_{Koz}	0.022	0.018	0.015	0.014	0.017	0.020	0.006	0.005
$N_{p(Koz)}$	22.0	27.0	31.9	35.2	28.1	24.92	78.2	84.5
$N_{r(Koz)}$	0.44	0.54	0.63	0.70	0.56	0.49	0.52	0.56

3.4. Özellikler arası karşılaştırmalar

Büyüme özellikleri (boy, göğüs yüksekliği çapı, yaş, taç çapı) ile kozalak verimi arasındaki doğrusal ilişkileri belirlemek amacıyla Pearson korelasyon analizi kullanılmıştır (Çizelge 9).

Pearson korelasyon analizi sonuçlarına göre hem 1 yaşlı kozalak sayısı hem de iki yaşlı kozalak sayısı bakımından büyüme özellikleri değişkenleri arasında anlamlı ($p < 0.05$) pozitif ilişkiler tespit edilmiştir. Ancak 1 yaşlı kozalak verimi ile rakım, 2 yaşlı kozalak verimiyle bakı arasında anlamlı ($p < 0.05$) bir doğrusal ilişki bulunamamıştır. Son olarak, kozalak verimi üzerinde büyüme özelliklerinin ne ölçüde etkili olduğunu belirleyebilmek için aşamalı çoklu regresyon analizi yapılmıştır (Çizelge 10; Çizelge 11).

Çoklu regresyon analizi sonucunda, en anlamlı ilişkileri veren (R^2 değerleri en yüksek) 3 farklı model ortaya çıkmıştır. En anlamlı ilişki en yüksek R^2 değerine sahip olan üçüncü modeldir. En yüksek açıklama düzeyine sahip olan 3. model içerisinde sırasıyla taç çapı (kuzey-güney), göğüs yüksekliği çapı ve yaş değişkenleri yer almıştır. Yani bir yaşlı kozalak verimi açısından en önemli değişkenler, taç çapı (kuzey-güney), göğüs yüksekliği çapı ve yaş olmuştur (Çizelge 10).

2 yaşlı kozalaklar için ise gerçekleştirilen aşamalı çoklu regresyon analizi sonuçlarına göre en yüksek açıklama payı 2. modelde elde edilmiştir. Modeli oluşturan değişkenler ise taç çapı (doğu-batı) ve göğüs yüksekliği çapı olmuştur. Yani 2 yaşlı kozalaklar üzerinde en fazla etkili olan değişkenler

taç çapı (doğu-batı) ve göğüs yüksekliği çapı'dır (Çizelge 11). Odabaşı (1990) Toros sedirinde yaşın ilerlemesi ve tepenin büyümesiyle birlikte kozalak miktarının da artacağını belirtmiştir. Bilir vd. (2006) Sarıçam tohum bahçesinde yapmış oldukları araştırmada çiçek veriminin genel olarak büyüme özelliklerinden olumlu yönde etkileneceğini ve bunun özellikle dip çap ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Bhumibhamon (1978) Sarıçam'da çiçek verimi ile çap ve taç hacmi arasında kayda değer oranda pozitif ilişkiler belirlemiştir. Benzer sonuçlar Avrupa ladini'nde de belirlenmiştir (Nikkanen ve Ruotsalainen, 2000). Ancak Schmidting (1981) *Pinus taeda* ormanlarında yapmış olduğu çalışmada çiçek verimi ile büyüme özellikleri arasında negatif ilişkiler bulmuştur. *Pinus contorta* (Hannerz vd., 2001) ve *Picea abies*'de (Almqvist vd., 2001) ise düşük seviyede ilişkiler bulunmuştur. Afonso vd. (2020) fıstıkçamu türünde çam fıstığı verimi bağlamında ağaç, kozalak ve meşçere durumu ilişkileri üzerine yaptığı çalışmada, kapalılık azaldıkça çam fıstığı veriminin artacağını belirtmiştir. Görüleceği üzere, büyüme özellikleriyle üreme özellikleri her zaman pozitif sonuçlar vermemiştir. Bu durum yöresellik kanunuyla ya da üreme özellikleri üzerinde daha başka değişkenlerin etkili olabileceği düşüncesiyle açıklanabilir. Fakat her iki durumda da üreme özellikleri ile ilgili çalışmalar silvikültür ve ıslah çalışmaları için çok önemlidir. Çünkü ormancılıkta en önemli prensibimiz olan sürekliliğin (devamlılık) sağlanabilmesi için tohum temini büyük önem arz etmektedir.

Çizelge 9. Pearson korelasyon analizi sonuçları

	B (m)	d1.30	TÇ (Kuzey-Güney)	TÇ (Doğu-Batı)	Y	Rakım	Bakı	Koz1	Koz2
d1.30	0,813**	1,00	0,726**	0,695**	0,706**	0,369**	-0,05	0,433**	0,657**
TÇ (Kuzey-Güney)	0,679**	0,726**	1,00	0,891**	0,398**	0,13	0,00	0,458**	0,676**
TÇ (Doğu-Batı)	0,676**	0,695**	0,891**	1,00	0,365**	0,13	0,02	0,432**	0,684**
Y	0,499**	0,706**	0,398**	0,365**	1,00	0,705**	0,325**	0,09	0,406**
Rakım	0,370**	0,369**	0,13	0,13	0,705**	1,00	0,554**	-0,08	0,165**
Bakı	0,02	-0,05	0,00	0,02	0,325**	0,554**	1,00	-0,14	0,01
Koz1	0,356**	0,433**	0,458**	0,432**	0,09	-0,08	-0,14	1,00	0,435**
Koz2	0,630**	0,657**	0,676**	0,684**	0,406**	0,165**	0,01	0,435**	1,00

** .% 99 önem düzeyinde anlamlıdır; * .% 95 önem düzeyinde anlamlıdır.

Çizelge 10. 1 yaşlı kozalaklar için aşamalı çoklu regresyon analizi sonuçları

Model	Değişkenler	Model katsayıları	R ²	Önem düzeyi	F
1	Sabite	-52,539	0,210	0,000	39,284
	TÇ (Kuzey-Güney)	0,240			
2	Sabite	-66,439	0,231	0,000	22,083
	TÇ (Kuzey-Güney)	0,159			
	d1.30	1,224			
3	Sabite	-2,084	0,303	0,000	21,194
	TÇ (Kuzey-Güney)	0,110			
	d1.30	3,208			
	Y	-3,237			

Önem düzeyi, $p < 0.05$

Çizelge 11. 2 yaşlı kozalaklar için aşamalı çoklu regresyon analizi sonuçları

Model	Değişkenler	Model katsayıları	R ²	Önem düzeyi	F
1	Sabite	-698,159	0,468	0,000	130,049
	TÇ (Doğu-Batı)	2,228			
2	Sabite	-819,616	0,532	0,000	83,520
	TÇ (Doğu-Batı)	1,469			
	d1.30	12,104			

Önem düzeyi, $p < 0.05$

4. Sonuç ve öneriler

Tohum bitkilerin varoluşunun devamını mümkün kılan en önemli üreme materyalidir. Bitkilerde büyüme ve tohum üretimi yalnızca kendi genotipine bağlı değildir. Aynı zamanda ışık, sıcaklık, yağış, rüzgar, toprak koşulları, rakım vb. çevre şartları ile de yakın ilişkilidir. Bu faktörlerin tümü her yetiştirme bölgesinde farklı kombinasyonlarda ortaya çıkar ve genellikle insanlar tarafından kontrol edilemez. Ancak, bu kombinasyonların uygun olması durumunda kalite ve miktar bakımından yeterli tohum elde edilebilir. Kızılçam bölgede yaklaşık 200 m rakım ile 1100 m rakım arasında yayılış göstermektedir. Örneklenen bireyler türün yayılış gösterdiği rakımlar 3'e bölünerek (P1 260 m, P2 740 m, P3 1100 m) seçilmiştir. Dolayısıyla, analiz edilen verilerin bölgeyi temsil ettiği düşünülmektedir. Yıllık kozalak verimine bakıldığında yörede kızılçamda bol tohum yılları arası tekerrür 2 yıl olarak görülmektedir. Fakat bir meşcerede bol tohum yıllarını kesin olarak tespit edebilmek için en az iki defa bol tohum yılını tespit etmek gerekir. Bir diğer husus, popülasyonlarda kozalak verimi bağlamında hem popülasyon içi hem de popülasyonlar arası anlamlı ($p < 0.05$) farklılıklar tespit edilmiştir. Bu geniş farklılıklar tohum meşceresi seçiminde kitlesel seçimden ziyade bireysel seçimin önemini açıkça göstermektedir. Korelasyon analizi sonuçlarına göre hem 1 yaşlı kozalak sayısı hem de iki yaşlı kozalak sayısı bakımından büyüme özellikleri değişkenleri arasında pozitif ilişkiler ($p < 0.05$) tespit edilmiştir. Ancak 1 yaşlı kozalak verimi ile rakım, 2 yaşlı kozalak verimiyle bakı arasında anlamlı ($p < 0.05$) bir doğrusal ilişki bulunamamıştır. Regresyon analizi sonuçlarına göre, kozalak verimi bağlamında genel olarak en belirleyici faktörler göğüs yüksekliği çapı, taç çapı ve yaş olmuştur. Ayrıca 1 ve 2 yaşlı kozalak verimi bağlamında ayrı ayrı tahmin edilen dölleme varyasyon katsayıları incelendiğinde en düşük değer 1.42 olarak orta yükseltide ve 2 yaşlı kozalaklarda görülmüştür. En yüksek değer ise 2.27 olarak alt yükseltide ve 1 yıllık kozalaklarda görülmüştür. P3 popülasyonu haricinde popülasyonlarda genel olarak 2 yaşlı kozalak verimi bağlamında dölleme varyasyonu katsayıları daha düşük bulunmuştur. Bölgede tohum meşceresi seçiminde 740 metre civarı yükseltilerin daha uygun olacağı söylenebilir. 1 ve 2 yıllık kozalak verimi bağlamında tahmin edilen etkili ebeveyn sayısı ise sırasıyla 78'in ve 84'ün üzerinde olup bu değer % 50'den yüksektir. Yani popülasyonlarda üreme bakımından gen havuzuna katılım yüksektir. Popülasyonlarda 1 ve 2 yıllık kozalak verimi bağlamında akrabalık derecesi de etkili ebeveyn sayısı ile paralellik göstererek sırasıyla 0.006 ve 0.005 olarak bulunmuştur. Yani genel olarak akrabalık derecesinin üst sınır olan 1'den (Kang, 2001) oldukça uzak olduğu ve kozalak verimindeki akrabalığın oldukça düşük olduğu söylenebilir.

Kaynaklar

- Afonso, A., Gonçalves, A.C., Pereira, D.G., 2020. *Pinus pinea* (L.) nut and kernel productivity in relation to cone, tree and stand characteristics. *Agroforestry Systems*, 94(5): 2065-2079.
- Akkemik, Ü., 2010. Ağaç Fizyolojisi Ders Notları. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, İstanbul.
- Almqvist, C., Jansson, G., Sonesson, J., 2001. Genotypic correlations between early cone-set and height growth in *Picea abies* clonal trials. *Forest Genetics*, 8(3): 197-204.
- Ata, C., 1995. Silvikültür Tekniği. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Yayınları, Bartın.
- Atay, İ., 1971. Tabii gençleştiriminin başarılı veya başarısız oluşuna etki yapan en önemli faktörler üzerinde açıklamalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 21(2): 7-20.
- Bila, A.D., 2000. Fertility variation and its effects on gene diversity in forest tree populations. Ph.D, Dissertation, Swedish University of Agricultural Science, Umeå, Sweden.
- Bilir, N., Prescher, F., Ayan, S., Lindgren, D., 2006. Growth characters and number of strobili in clonal seed orchards of *Pinus sylvestris*. *Euphytica*, 152(2): 293-301.
- Bilir, N., Özel, H.B., 2017a. Fertility variation in a natural stand of Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.). *International Forestry and Environment Symposium (IFES)*, 7-10 November, Trabzon, p.201.
- Bilir, N., Cetinkaya, D., Cercioğlu, M., 2017b. Interaction between cone production and growth traits in a Mediterranean cypress (*Cupressus sempervirens* L.) plantation. *Seed Orchard Conference*, Balsta, Sweden, 4-6 September. pp. 64.
- Bilir, N., Kang, K. S., 2021. Fertility variation, seed collection and gene diversity in natural stands of Taurus cedar (*Cedrus libani*). *European Journal of Forest Research*, 140(1): 199-208.
- Bhumibhamon, S., 1978. Studies on scots pine seed orchards in Finland with special emphasis on the genetic composition of the seed. *Communications Institutii Forestalis Fenniae*, Helsinki.
- Boydak, M., Dirik, H., Çalıkoğlu, M., 2006a. Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) Biyolojisi ve Silvikültürü. OGEM-Vakfı Yayınları, Ankara.
- Boydak, M., Dirik, H., Çalıkoğlu, M., 2006b. Biology and silviculture of Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.). *Ormanlığı Geliştirme ve Orman Yangınları ile Mücadele Hizmetlerini Destekleme Vakfı Yayınları*, Ankara.
- Bradley, J. V., 1982. The insidious L-shaped distribution. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 20(2): 85-88.
- Climate-Data., 2020. Fethiye iklim. <https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/mugla/fethiye-26353>, Erişim: 27.11.2020.
- Çerçioğlu, M., 2013. Osmaniye yöresi Halep çamı (*Pinus halepensis* Mill.) popülasyonlarında kozalak verimi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- El-Kassaby, Y. A., 1995. Evaluation of tree-improvement delivery system: factors affecting genetical potential. *Tree Physiology*, 15(7-8): 545-550.
- Google Maps, 2020. Google maps. <https://www.google.com/maps/place/Babadağ>, Erişim: 27.11.2020.
- Günel, A., 1981. Orman Hasılat Bilgisi Ders Notları. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, İstanbul.
- Hannerz, M., Aitken, S., Ericsson, T., Ying, C.C., 2001. Inheritance of strobili production and genetic correlation with growth in lodgepole pine. *International Journal of Forest Genetics*, 8(4): 323-329.
- Kang, K.S., Lindgren D., 1999. Fertility variation among clones of Korean pine (*Pinus koraiensis* S. et Z.) and its implications on seed orchard management. *Forest Genetics*, 6(3): 191-200.
- Kang, K.S., 2001. Genetic gain and gene diversity of seed orchard crops. Ph.D Dissertation, Swedish University of Agricultural Science, Umeå, Sweden.

- Kang, K.S., Bila, A.D., Harju A.M., Lindgren, D., 2003. Fertility variation in forest tree populations. *Forestry*, 76(3): 329-344.
- 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, Isparta.
- Kennedy, J.J., Bush, A.J., 1985. An introduction to the design and analysis of experiments in behavioral research. University Press of America.
- Kozłowski, T.T., 1971. Growth and development of trees. Volume II: Cambial Growth, Root Growth and Reproductive Growth. Academic Press.
- Kozłowski, T.T., Pallardy, S.G., 1997. Growth control in woody plants. Academic Press, San Diego.
- Lindgren, D., Mullin, T.J., 1998. Relatedness and status number in seed orchard crops. *Canadian Journal of Forest Research*, 28(2): 276-283.
- Miles, J., Banyard, P. 2007. Understanding and using statistics in psychology: A practical introduction or how I came to know and love the standart error. London, UK: SAGE Publications Ltd.
- Mutke, S., Gordo, J., Gil, L., 2005. Cone yield characterization of a stone pine (*Pinus pinea* L.) clone bank. *Silvae Genetica*, 54(1-6): 189-197.
- Nicodemus, A., Varghese, M., Nagarajan, B., Lindgren, D., 2009. Annual fertility variation in clonal seed orchards of teak (*Tectona grandis* L.f.) and its impact on seed crop. *Silvae Genetica*, 58(1-6): 85-93.
- 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(3): 205-222.
- Odabaşı, T., 1990. Lübnan Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.)'nin Kozalak ve Tohumu Üzerine Araştırmalar. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Orman Genel Müdürlüğü (OGM), 2015. Türkiye Orman Varlığı. Orman Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara.
- Özdamar, K., 1999. Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi. Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Özel, H.B., Bilir, N., 2016. Fertility variation in two populations of taurus cedar (*Cedrus libani* Rich.). *Pakistan Journal of Botany*, 48: 1129-1132.
- Roeder, K., Devlin, B., Lindsay, B.G., 1989. Application of maximum likelihood methods to population genetic data for the estimation of individual fertilities. *Biometrics*, 45: 363-379.
- Saatçioğlu, F., 1971. Orman Bakımı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Savolainen, O., Karkkainen, K., Harju, A., Nikkanen, T., Rusanen, M., 1993. Fertility variation in *Pinus sylvestris*: A test of sexual allocation theory. *American Journal of Botany*, 80(9): 1016-1020.
- Schmidting, R.C., 1981. The inheritance of precocity and its relationship with growth in loblolly pine. *Silvae Genetica*, 30: 188-192.
- Shea, K.L., 1987. Effects of population structure and cone production on out crossing rates in engelmann spruce and subalpine Fir. *Evolution*, 41(1): 124-136.
- Stevens, J. P., 2009. Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences 5th (Fifth) Edition. United States: Taylor and Francis Group, LLC.
- Thode, H.C., 2002. Testing for Normality. United States: Marcel Dekker, Inc.
- Varghese, M., Kamalakannan, R., Nicodemus, A., Lindgren, D., 2008. Fertility variation and its impact on seed crops in seed production areas and a natural stand of teak in southern india impact of fertility variation on gene diversity and drift in two clonal seed orchards of teak (*Tectona grandis* Linn. f.). *Euphytica*, 160(1): 131-141.
- Wells, C.S., Heintze, J.M., 2007. Dealing with assumptions underlying statistical tests. *Psychology in the schools*, 44(5): 495- 502.
- Xie, C.Y., Knowles, P., 1992. Male fertility variation in an open-pollinated plantation of Norway spruce (*Picea abies*). *Canadian Journal of Forest Research*, 22(10): 1463-1468.
- Yazici, 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.
- Zobel, B., Talbert, J., 1984. Applied Forest Tree Improvement. John Wiley and Sons, New York.