

T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BURDUR-GÖLHİSAR YÖRESİ ANADOLU KARAÇAMI [*PINUS NİGRA*
ARNOLD. SUBSP. *PALLASIANA* (LAMB.) HOLMBOE]
POPÜLASYONLARINDA ÜREME X BÜYÜME ÖZELLİKLERİ
ETKİLEŞİMİ VE BAZI GENETİK PARAMETRELERİN TAHMİNİ

Mahmut ÇERÇİOĞLU

Danışman
Prof. Dr. Nebi BİLİR

DOKTORA TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA-2018



© 2018 [Mahmut ÇERÇİOĞLU]

TEZ ONAYI

Mahmut ÇERÇİOĞLU tarafından hazırlanan "**Burdur-Göhlisar Yöresi Anadolu Karaçamı [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] Popülasyonlarında Üreme x Büyüme Özellikleri Etkileşimi ve Bazı Genetik Parametrelerin Tahmini**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Orman Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **DOKTORA TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman Prof. Dr. Nebi BİLİR
Süleyman Demirel Üniversitesi

Jüri Üyesi Doç. Dr. Halil Barış ÖZEL
Bartın Üniversitesi

Jüri Üyesi Doç. Dr. Cengiz YÜCEDAĞ
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

Jüri Üyesi Dr. Öğr. Üyesi Nilüfer YAZICI
Süleyman Demirel Üniversitesi

Jüri Üyesi Dr. Öğr. Üyesi Fatih TONGUÇ
Süleyman Demirel Üniversitesi

Enstitü Müdürü Prof. Dr. Yasin TUNCER

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.


Mahmut ÇERÇİOĞLU

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.....	14
3.1. Materyal.....	14
3.2. Yöntem.....	15
3.2.1. Popülasyon ve bireylerin seçimi.....	15
3.2.2. Popülasyon ve bireylerde yapılan ölçümler.....	17
3.2.3. Verilerin değerlendirilmesi.....	19
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	22
4.1. Büyüme Özellikleri.....	22
4.2. Üreme Özellikleri.....	23
4.2.1. Çiçek verimi.....	23
4.2.2. Kozalak verimi ve özellikleri.....	26
4.2.3. Tohum verimi ve özellikleri.....	30
4.3. Özellikler Arasındaki İlişkiler.....	35
4.3.1. Üreme özellikleri arasındaki ilişkiler.....	35
4.3.2. Büyüme özellikleri ve yükselti ile üreme özellikleri ilişkileri.....	37
4.4. Döllenme Varyasyon Katsayısı ve Etkili Ebeveyn Sayısı.....	40
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	44
5.1. Büyüme Özelliklerine İlişkin Sonuçlar ve Tartışılması.....	44
5.2. Çiçek Verimine İlişkin Sonuçlar ve Tartışılması.....	44
5.3. Kozalak Verimi ve Özelliklerine İlişkin Sonuçlar ve Tartışılması.....	45
5.4. Tohum Verimi ve Özelliklerine İlişkin Sonuçlar ve Tartışılması.....	47
5.5. Özellikler Arasındaki İlişkilere Ait Sonuçlar ve Tartışılması.....	49
5.6. Döllenme Varyasyon Katsayısı ve Etkili Ebeveyn Sayısına İlişkin Sonuçlar ve Tartışılması.....	53
KAYNAKLAR.....	56
ÖZGEÇMİŞ.....	63

ÖZET

Doktora Tezi

BURDUR-GÖLHİSAR YÖRESİ ANADOLU KARAÇAMI [*PINUS NİGRA* ARNOLD. SUBSP. *PALLASIANA* (LAMB.) HOLMBOE] POPÜLASYONLARINDA ÜREME X BÜYÜME ÖZELLİKLERİ ETKİLEŞİMİ VE BAZI GENETİK PARAMETRELERİN TAHMİNİ

Mahmut ÇERÇİOĞLU

**Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Nebi BİLİR

Ülkemiz ormancılığı için önemli ekonomik ve sosyo-kültürel değer taşıyan ve aynı zamanda Milli Ağaç Islahı Programının asli türlerinden olan Anadolu Karaçamı üzerinde gerçekleştirilen "Burdur-Göhlhisar Yöresi Anadolu Karaçamı [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] Popülasyonlarında Üreme x Büyüme Özellikleri Etkileşimi ve Bazı Genetik Parametrelerin Tahmini" konulu bu doktora tez çalışması; türün, üreme ile büyüme özellikleri bağlamında, silvikültür ve diğer ormancılık uygulamalarına katkı sağlanması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, türün yükselti basamaklarına göre (1300 m <, ≤1300-1600 m <, 1600 m ≤) örneklenen üç doğal popülasyonuna ait 270 bireyde iki yıllık (2015-2016) veriler değerlendirilmiştir.

Çalışma sonucunda, çiçek, kozalak ve tohum özellikleri bakımından popülasyonlar arası ve popülasyon içi ile yıllar arası geniş farklılıklar bulunmuş ve bu farklılıklar varyans analizi sonuçları ile de desteklenmiştir.

Alt yükselti basamağında (1300 m <) çiçek, kozalak ve tohum verimi orta ve üst yükselti basamaklarına göre daha yüksek bulunmuştur.

Çiçek verimi, tohum ve kozalak özellikleri arasındaki ilişkilerin yıllara göre belirlenmesiyle amacıyla uygulanan korelasyon analizi sonucunda üreme özellikleri arasında genel olarak istatistiksel bakımdan anlamlı ($p < 0.05$) pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Üreme özellikleri ile büyüme özellikleri ve yükselti arasındaki ilişkiler yal, popülasyonlara ve özelliklere göre değişim göstermiştir.

Dişi ve erkek çiçek ile kozalak ve tohum verimi bağlamında tahmin edilen döllenme varyasyon katsayıları (Ψ) birbirine benzer olup genel olarak (Ψ) ideal popülasyon için kabul edilebilir ($\Psi < 3$) seviyededir.

Anahtar Kelimeler: Boy, Çap, Çiçek, Döllenme, Etkili ebeveyn sayısı, Kozalak.

2018, 64 sayfa

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

INTERACTION BETWEEN GROWTH AND REPRODUCTIVE CHARACTERS AND ESTIMATION OF SOME GENETIC PARAMETERS OF ANATOLIAN BLACK PINE [*PINUS NIGRA* ARNOLD. SUBSP. *PALLASIANA* (LAMB.) HOLMBOE] POPULATIONS IN BURDUR-GÖLHİSAR DISTRICT

Mahmut ÇERÇİOĞLU

Süleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Nebi BİLİR

The PhD thesis entitled “Interaction Between Growth and Reproductive Characters and Estimation of Some Genetic Parameters of Anatolian Black Pine [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] Populations in Burdur-Göhlhisar District” was carried out based on reproductive and growth characteristics to contribute for silvicultural and other forestry practices of the species.

For the purposes, 270 individual trees at three natural populations were sampled altitudinal (1300 m <, ≤1300-1600 m <, 1600 m ≤) for two years (2015-2016).

Significant differences supported by results of analysis of variance ($p<0.05$) were found among populations and within populations and also between years for reproductive and growth characteristics.

Averages of number of strobili, cone and seed was the highest in the lowest altitude (1300 m <).

Significant ($p<0.05$) and positive relations were found generally among reproductive characteristics, while the relations among growth and reproductive characters changed for years and populations, and also for the characters.

The fertility variations (Ψ) estimated based on numbers of strobili, cone and seed productions were generally similar and close to ($\Psi<3$) ideal populations.

Keywords: Height, Diameter, Strobili, Fertility, Effective number, Cone.

2018, 64 pages

TEŞEKKÜR

Ülkemiz ormancılığı için önemli ekonomik ve sosyo-kültürel değere sahip, ve aynı zamanda Milli Ağaç Islahı Programının asli türlerinden olan Anadolu Karaçamı üzerinde gerçekleştirilen "Burdur-Göhlhisar Yöresi Anadolu Karaçamı [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] Popülasyonlarında Üreme x Büyüme Özellikleri Etkileşimi ve Bazı Genetik Parametrelerin Tahmini" konulu bu çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Nebi BİLİR'e şükranlarımı sunarım.

Değerli fikirleriyle katkılar yapan, Hocam Sayın Doç. Dr. Halil Barış ÖZEL'e teşekkür etmeyi bir borç bilirim. Tez İzleme Komitesinde yer alan Hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Fatih TONGUÇ'a katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Arazi çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen arkadaşım Isparta Orman Bölge Müdürlüğü Göhlhisar Orman İşletme Müdürlüğü İbecik Orman İşletme Şefi Orman Mühendisi Necati AKÇORA'ya, İbecik Orman İşletme Orman Muhafaza Memurları Mutlu ÇETİN ve Hüseyin AKALIN'a teşekkür ederim.

4466-D1-15 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Gerek akademik hayatımda ve gerekse de doktora çalışmalarım sırasında her türlü desteği veren ve zorluklara benimle katlanan, beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Mahmut ÇERÇİOĞLU
ISPARTA, 2018

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Karaçam'ın dünya üzerindeki yayılışı	1
Şekil 3.1. Burdur-Göhlisar İbecik lokasyon haritası.....	14
Şekil 3.2. 1300 metre altı örneklenen popülasyonlardan görünümler	15
Şekil 3.3. 1300-1600 metreler arası örneklenen popülasyonlar	15
Şekil 3.4. 1600 metre üstünde örneklenen popülasyonlardan görünümler	16
Şekil 3.5. Örneklenen bir karaçam bireyi ve koordinat ölçümü	16
Şekil 3.6. Örneklen bireylerin harita üzerinde gösterimi.....	16
Şekil 3.7. Örneklenen bireylerde büyüme özellikleri ölçümü.	17
Şekil 3.8. Ailelerde kozalak hasadı ve hasat edilmiş kozalaklar.....	18
Şekil 3.9. Kozalaklarda boy ve en ölçümü.	19
Şekil 3.10. Tohum örnekleri ve boy ölçümü.....	19
Şekil 4.1. Popülasyonlarda ortalama çiçek sayıları	23
Şekil 4.2. Ailelerin yıllara göre çiçek verimleri dağılımı.....	24
Şekil 4.3. Popülasyonlarda ortalama kozalak sayıları.....	27
Şekil 4.4. Popülasyonlarda ortalama kozalak boyut ve ağırlığı	27
Şekil 4.5. Ailelerin yıllara göre kozalak verimi dağılımı	28
Şekil 4.6. Popülasyonlarda ortalama tohum sayıları	31
Şekil 4.7. Popülasyonlarda yıllara göre ortalama tohum boyutları	32
Şekil 4.8. Popülasyonlarda yıllara göre ortalama tohum ağırlıkları	32
Şekil 4.9. Ailelerin yıllara göre tohum verimi dağılımı	33
Şekil 4.10. Üreme özellikleri arasındaki ilişkiler.....	37
Şekil 4.11. Büyüme özellikleri ve yükselti ile üreme özellikleri ilişkileri	39
Şekil 4.12. Çiçek verimi için popülasyon ve yıllara göre döllenme katsayıları....	41
Şekil 4.13. Çiçek verimi için popülasyon ve yıllara göre etkili ebeveyn sayısı	41
Şekil 4.14. Kozalak ve tohum verimi için döllenme varyasyon katsayıları	42
Şekil 4.15. Kozalak ve tohum verimi için etkili ebeveyn sayısı.....	43

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1. Türkiye ormanları ve Karaçam ormanlarının genel alan durumu	2
Çizelge 3.1. Çalışmaya konu popülasyonların genel coğrafik özellikleri	15
Çizelge 4.1. Ortalama ve minimum-maksimum büyüme özellikleri değerleri	22
Çizelge 4.2. Popülasyonların büyüme özellikleri bakımından karşılaştırılmasına ilişkin varyans analizi sonuçları	22
Çizelge 4.3. Popülasyonlarda ortalama ve minimum-maksimum çiçek sayıları.	23
Çizelge 4.4. Popülasyon ve yılların çiçek verimi bakımından karşılaştırılması. .	25
Çizelge 4.5. Çiçek verimine ilişkin Duncan testi sonuçları.....	25
Çizelge 4.6. Kozalak özelliklerine ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri	26
Çizelge 4.7. Kozalak özelliklerine ilişkin varyans analizi sonuçları	29
Çizelge 4.8. Kozalak özelliklerine ilişkin Duncan testi sonuçları	30
Çizelge 4.9. Tohum özelliklerine ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri.	30
Çizelge 4.10. Tohum özelliklerine ilişkin varyans analizi sonuçları	34
Çizelge 4.11. Tohum özelliklerine ilişkin Duncan testi sonuçları	35
Çizelge 4.12. Üreme özellikleri arasındaki ilişkiler	36
Çizelge 4.13. Büyüme özellikleri ve yükselti ile üreme özellikleri ilişkileri.....	38
Çizelge 4.14. Çiçek için popülasyon ve yıllara göre döllenme varyasyon katsayısı, etkili ebeveyn sayısı ve oranı.....	40
Çizelge 4.15. Kozalak ve tohum verimi için popülasyon ve yıllara göre döllenme varyasyon katsayısı, etkili ebeveyn sayısı ve oranı.....	42

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

KA	Kozalak Ağırlığı
KB	Kozalak Boyu
KE	Kozalak Eni
KS	Kozalak Sayısı
N _p	Etkili Ebeveyn Sayısı
N _r	Etkili Ebeveyn Oranı
P1	1300 metre Yükselti Altı Popülasyonu
P2	1300-1600 metre Yükselti Arası Popülasyonu
P3	1600 metre Yükselti Üstü popülasyonu
TA	Tohum Ağırlığı
TB	Tohum Boyu
TE	Tohum Eni
TS	Tohum Sayısı
ψ _D	Dişi Çiçek İçin Döllenme Varyasyon Katsayısı
ψ _E	Erkek Çiçek İçin Döllenme Varyasyon Katsayısı
ψ _f	Dişi Çiçek İçin Döllenme Varyasyon Katsayısı
ψ _m	Erkek Çiçek İçin Döllenme Varyasyon Katsayısı
Ψ	Toplam Döllenme Varyasyon Katsayısı

1. GİRİŞ

Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) batıda Fas ve İspanya doğuda Türkiye, güneyde Kıbrıs kuzeyde de Kırım Ukrayna ve Avusturya arasında doğal yayılış gösteren bir orman ağacı türüdür (Atalay ve Efe, 2012, Şekil 1.1). Bu tür, *Pinus nigra* Arnold. subsp. *nigra* (Avusturya karaçamı), *Pinus nigra* Arnold. subsp. *larico* (Poiret) Maire (Korsika karaçamı), *Pinus nigra* Arnold. subsp. *dalmatica* (Vis.) Franco (Dalmaçya karaçamı), *Pinus nigra* Arnold. subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco (Pirene karaçamı), *Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe (Anadolu karaçamı) olmak üzere beş alttüre ayrılmaktadır. Çalışmaya konu Anadolu karaçamının ise ülkemizde 5 varyetesi bulunmaktadır. Bunlar; *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* var. *pallasiana*, *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* var. *şeneriana*, *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* var. *yaltirikiana*, *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* var. *columnaris-pendula* var. *nova*, *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* var. *pyramidata*'dır (Gaussen vd., 1964; Alptekin, 1986; Yaltırık, 1993; Anşin ve Özkan, 1993; Anşin, 1994). Ülkemizdeki bölgesel yayılışında; Trakya, Ege, Marmara, İç ve Doğu Anadolu'da, Karadeniz de ise yeşil ırmağın batısında bulunur (Anonim, 2017).



Şekil 1.1. Karaçam'ın dünya üzerindeki yayılışı (Critchfield ve Little, 1966)

Gerek doğal yayılış alanının genişliği ve gerekse ekonomik değeri bakımından önde gelen doğal türlerimizden olan Anadolu Karaçamı [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] ormanlarının % 45'i bozuk orman niteliğindedir (Anonim, 2017;; Çizelge 1.1) ve uygun silvikültürel müdahalelerle verimli hale dönüştürülmeyi beklemektedir. Bu silvikültürel müdahalelerin belirlenmesi ve uygulamaya aktarılmasında üreme x büyüme özellikleri etkileşimi ve genetik parametrelerin tahmini önemli rol oynamaktadır.

Çizelge 1.1. Türkiye ormanları ve Karaçam ormanlarının genel alan durumu

	Normal kapalı		Bozuk		Toplam
	Alan (ha)	%	Alan (ha)	%	
Türkiye	11.558.668	53.3	10.119.466	46.7	21.678.134
Karaçam	2.580.193	55	2.112.867	45	4.693.060

Bu etkileşim ve genetik parametrelerin tahminiyle; türün tohum meşçerelerinin seçimine; tohum ve fidanlık teknolojisine; genetik-ıslah çalışmalarına katkı sağlanabilmektedir.

Burdur-Göhlhisar yöresindeki doğal Anadolu Karaçamı popülasyonlarında ve iki yıllık üreme ve büyüme özellikleri bağlamında gerçekleştirilen bu çalışmayla, türün tohum meşçerelerinin seçimine; tohum teknolojisine; genetik-ıslah çalışmaları ile diğer muhtemel silvikültürel uygulamalarına da katkı sağlanması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Canlılara ait bazı özelliklerinin kalıtsal olduğunun düşüncesiyle, tarih öncesi çağlardan beri bitki ve hayvanlar insan eliyle de ıslah edilmiştir. Bununla birlikte, kalıtsal aktarım mekanizmalarını anlamaya çalışan modern genetik bilimi ancak 19. yüzyılın ortalarında, Gregor Mendel'in çalışmasıyla başlamıştır (Weiling, 1991). Genetik biliminin babası olarak kabul edilen Mendel, bitkilerde kalıtım özellikleri üzerine ayrıntılı çalışmalar yapmıştır. Mendel 1856 yılından itibaren çeşitli bezelye (*Pisum sativum*) varyetelerine ait tohumları toplamaya ve onları manastır bahçesinde yetiştirerek aralarındaki farkları incelemeye başlamıştır. 10 yıl süren gözlem ve deneylerinin ardından, bu çalışmasının önemli bulgularını "Bitki melezleri üzerinde denemeler" adlı ünlü inceleme yazısıyla yayımlanmıştır (Mendel, 1866). İnsan eliyle gerçekleştirilen, ıslah çalışmaları, öncelikle tarım bitkilerinde başlamıştır (Şimşek, 1993). Tarım bitkilerinde gerçekleştirilen ıslah çalışmalarında ki başarılar, orman ağaçlarında ki ıslah araştırmalarının temelini oluşturmaktadır. Zira, bitki ıslahı, istenen özelliklere sahip tarım ya da süs bitkileri elde etmek için, insan eliyle uygulanan eşleştirme ve seçme yöntemlerine verilen genel isimdir (Çelik, 2010). Doğa koşullarının canlı türlerini seçilime tabi tutmasına benzer şekilde, insanlar da istedikleri özelliklere göre bazı bitkileri seçip diğerlerini eleyerek bitki türlerini bir seçilime tabi tutarlar (Çelik, 2010). Orman ağaçlarında ıslah ise, Ürgenç tarafından, "Orman ağaçlarının kalıtsal özellikleri ve varyasyonlarından faydalanılarak, ekonominin isteklerine uygun kalite ve gelişme potansiyeline sahip ormanlar yetiştirmeyi hedef alan uygulamalı bir bilimdir." şeklinde tanımlanmıştır (Ürgenç, 1982).

Özellikle ülkemiz gibi ekonomisi gelişmekte olan veya az gelişmiş ülkelerde nüfusun süratle artmasına bağlı olarak sınırlı arazi koşullarında orman ürünlerine olan talep artmıştır. Bu noktada ıslah, eldeki orman varlığının büyüme hızını arttırmayı, daha yüksek kalite ve miktarlarda ormanlardan faydalanmayı ve ormanların biyotik ve abiyotik etmenlere karşı daha mukavemetli hale getirilmesini sağlamada kullanılacak en önemli araç olarak karşımıza çıkmıştır.

Bu amaca ulaşmak için orman ağaçları ıslahında kullanılan metodlar 4 ana başlıkta toplanmıştır. Bunlar; seleksiyon ıslahı, melezleme ıslahı, mutasyon ıslahı ve mukavemet ıslahıdır (Şimşek, 1993). Bu ıslah yöntemlerinden selektif ıslah, ıslahın ilk aşamalarında, melezleme ve mutasyon yoluyla ıslah ise, orman ağacı ıslahının daha sonraki aşamalarında yapılabilmektedir (Boydak, 1979). Bu genetik-ıslah çalışmalarından biri de, üreme özellikleri ve varyasyonudur.

Bitkilerde çiçek, tohum, kozalak gibi üreme özellikleri ve bunların bireysel ve popülasyon bazında varyasyonu taşıdığı genetiksel değer ve bunların gelecek generasyonlara aktarımı bakımından önem taşımakta; sürdürülebilir ormancılık bağlamında önem arz etmektedir. Ancak orman ağacı türlerinde bu üreme özellikleri varyasyonuna büyüme özelliklerinin de etkili olabileceği bilinmektedir. Buna ilişkin olarak, örneğin Odabaşı (1990) Toros sedirinde (*Cedrus libani* A. Rich.) yaşın ilerlemesi ve tepenin büyümesiyle birlikte kozalak miktarının artmasının da doğal olduğunu ifade etmektedir. Bitki türleri üzerinde gerçekleştirilen önemli ve potansiyel genetik-ıslah çalışmalarından biri de dölleme varyasyonu ve buna bağlı parametrelerin tahminidir. Dölleme varyasyonu, bireyin döl verebilme yeteneği diğer bir ifadeyle üreme başarısı olarak ifade edilmektedir. Bu varyasyonun tahmininde birey veya popülasyonun kozalak, çiçek, polen, meyve ve tohum verimi gibi üreme özellikleri kullanılmaktadır (Gregorius, 1989; Roeder vd., 1989; Savolainen vd., 1993; Bilir, 2011). Genetik-ıslah çalışmaları için dölleme varyasyonu değerinin sifıra yakın olması arzulanırken, bu değer için ideal doğal popülasyonlar için 3'e, tohum bahçeleri gibi yapay popülasyonlar için ise 2'ye kadar çıkabileceği belirtilmektedir (Kang, 2001). Dölleme varyasyonu katsayısının tahmini bitki ıslahı ve genetik çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Griffin, 1982; Shea, 1987; Xie ve Knowles, 1992; El-Kassaby, 1995; Bila, 2000; Kang vd., 2003; Kjaer, 1996; Bilir vd., 2005). Kamalakannan vd. (2006) *Eucalyptus tereticornis* döl denemesini ailelerin çiçek ve meyve verimini kriter olarak, seleksiyon yöntemlerini karşılaştırmış; dölleme varyasyonu etkili aile sayısı ile genetik kazanç parametrelerini tahmin ederek, döl denemesinin tohum bahçesine dönüştürülme olanaklarını araştırmışlardır. Varghese vd. (2006) *Tectona grandis* tohum bahçelerinde çiçek verimi ve meyve verimi bağlamında dölleme

varyasyonu, gen çeşitliliği ve etkili klon sayısı parametrelerini tahmin etmiş ve tohum bahçelerinin tesis ve idaresine yönelik önerilerde bulunmuştur. Kamalakannan vd. (2007) *Eucalyptus tereticornis* ve *E. camaldulensis* tohum bahçelerinde klonların çiçek ve meyve verimi için dölllenme varyasyonu, akrabalık derecesi, gen çeşitliliği ve etkili ebeveyn sayılarını tahmin etmişlerdir. Gülcü (2002) "Göller Yöresi Anadolu Karaçamında [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] Populasyonlar Arası ve Populasyon İçi Genetik Çeşitlilik" konulu doktora tez çalışmasında, yöreden sistematik yolla örneklenen 23 doğal popülasyona ait fidecik ve fidanlar üzerinde bazı morfolojik özellikleri incelemiştir. Bu amaçla, her popülasyonda 20 adet olmak üzere toplam 460 aileden kozalak toplanmıştır. Bunlardan elde edilen tohumlar Eğirdir Orman Fidanlığı'nda 3 yinelemeli rastlantı blokları deneme desenine uygun olarak ekilmiştir. Çalışmaya konu olan 460 yarım kardeş aileye ait fideciklerde kotiledon sayısı ve boyu, hipokotil ve epikotil boyu, fidecik ve kökçük ağırlığı ile kökçük boyu belirlemiştir. Birinci büyüme mevsimi sonunda bir yaşına ulaşan fidanlarda, fidan boyu, kök boğazı çapı, sak ve kök taze ağırlıkları gibi önemli görülen bazı fidan karakterleri ölçmüştür. İkinci büyüme mevsimi sonunda ise, toplam boy büyümesi, kök boğazı çapı gelişimi ve tomurcuk sayısı tespit edilmiştir. Elde edilen verileri SAS istatistik paket programı kullanılarak değerlendirmiştir. Anadolu Karaçamında çalışılan bütün karakterler için popülasyon içi aileler arasında gözlenen genetik çeşitlilik düzeyi popülasyonlar arası çeşitlilikten daha yüksek bulunmuştur. Tahmin edilen birey düzeyindeki kalıtım dereceleri $h^2=0.08$ ile $h^2=0.76$ arasında değiştiğini; aile kalıtım derecesi ise $hf^2=0.16$ ile $h/=0.80$ arasında değiştiğini belirlemiştir. Bu bağlamda, değişik seleksiyon yoğunlukları için ($S1=100/460$ ve $S2=2/20$ seleksiyon oranlarına göre) en yüksek toplam genetik kazanç (%48.3) birinci büyüme mevsimi sonundaki sak taze ağırlığında (Flsfw) tahmin etmiştir. Çalışma sonucunda bir nolu popülasyon in-situ koruma amaçlı Gen Koruma ve Yönetim Alanı (GEKYA) olarak önerilmiştir. Ayrıca, Göller Yöresi'nde belirli sınırlar dahilinde yapılacak ağaçlandırma çalışmaları için 1, 2 ve 3 nolu popülasyonlar tohum kaynağı olarak önerilmiştir. Bu çalışmanın devamında Akçakaya (2011), 10 farklı orijinli Anadolu Karaçamı popülasyonuna ait fidanlarla tesis edilen ağaçlandırma denemesinin dokuzuncu yılında bazı adaptif karakterler bakımından genetik

çeşitlilik düzeylerinin belirlenmesi ve bu kapsamda bazı genetik ve fenotipik parametreler ile genetik kazanç miktarlarını tahmin etmiş; 2010 yılı itibarıyla 9. yaşına ulaşan denemede fidan boyu, dal açısı, yaşama yüzdesi, dal sayısı, dal kalınlığı gibi bazı karakterleri ölçmüştür. Bu bağlamda ölçülen ve gözlenen karakterler bakımından popülasyonlar arası ve popülasyon içi genetik çeşitlilik, kalıtım derecesi ve genetik kazanç değerlerini belirlemeye çalışmıştır. Çalışma sonucunda, ölçülen karakterler bakımından gerek popülasyonlar arasında gerekse popülasyon içi aileler arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar belirlenmiştir.

Güner (2001), yaptığı çalışmada Afyon Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içinde doğu, kuzey ve kuzeybatı bakılarda ve 1450-1700 m yükseltiler arasında yer alan, altı adet saf Anadolu karaçamı meşceresinde gerçekleştirilen doğal gençleştirme çalışmalarını değerlendirmiştir. Bu çalışmada, en fazla gençlik tohumlama kesimi yapılan yıl gelmesine rağmen, orta tohum yıllarında ve ikinci bol tohum yılında da, doğal gençleştirme başarısını iyileştirebilecek miktarlarda gençliğin gelebildiği belirlenmiştir. Dolayısıyla, gençleştirme başarısını artırmak için, ışık kesimlerine ikinci bol tohum yılından sonra başlanması gerektiği belirtilmiştir.

Kaymakçı vd. (2002), Ege bölgesinde çeşitli nedenlerle bozulmuş yüksek zon karaçam ormanlarının gençleştirilmesi üzerine çalışmıştır. Bu çalışmada Denizli Orman Bölge Müdürlüğü'nün Acıpayam ve Eskere İşletme Müdürlükleri ile Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'nün Köyceğiz İşletme Müdürlüklerinin yüksek kesimlerdeki büyük bir kısmının normal yapısı bozulmuş, hektarda 20-25 adet çok yaşlı fert bulunan karaçam ormanlarının gençleştirilebilme olanakları araştırılmıştır.

Uysal (2015) "Sütçüler-Tota Orijinli Gönen Karaçam Tohum Bahçesinde Kozalak ve Tohum Özellikleri Bakımından Klonal Varyasyon" başlıklı doktora tez çalışmasında; Sütçüler-Tota orijinli 50 nolu Gönen Karaçam tohum bahçesindeki tohum ağaçlarının boyu, göğüs çapı, dal uzunluğu, dişi ve erkek çiçek sayıları, bazı kozalak ve tohum özellikleri ile çiçek ve kozalak verimleri yönünden klonal

farklılıkları incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre, gerek tohum özellikleri, gerekse 2012 yılı erkek çiçek sayısı ve erkek çiçek kurulu sayısı dışındaki tüm karakterler bakımından klonlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz düzeyde bulunmuştur. Tohum bahçesinde ortalama ağaç boyunun 4.52 m, gövde çapının 15.18 cm, dal uzunluğunun 132.53 cm ve tepe tacı hacminin 35.63 m³ olduğunu tespit etmiştir. Bahçedeki klonların iki yıllık çiçek özellikleri incelendiğinde, 2012 yılı ortalamalarına göre erkek çiçek kurulu sayısı 93, erkek çiçek sayısı 1222, dişi çiçek sayısı 273 adet; 2013 yılı ortalamalarına göre ise erkek çiçek kurulu sayısı 177; erkek çiçek sayısı ise 2889; dişi çiçek sayısı 258 adet bulunmuştur. Bahçedeki toplam dişi çiçek üretiminin 2012 yılında %43'ünün, 2013 yılında %39'unun; erkek çiçek üretiminin 2012 yılında %52'sinin; 2013 yılında ise %45'inin bahçeyi oluşturan klonların 1/3'ü (10 klon) tarafından üretildiği belirlemiştir. Tohum bahçesindeki 30 klona ait her bir rametin 2012 yılında ortalama 237 adet kozalak ürettiği tespit edilmiş olup, bahçedeki kozalak üretiminin %44'ünün bahçeyi oluşturan klonların 1/3'ü tarafından gerçekleştirildiği ortaya çıkmıştır. Kozalak özelliklerine ilişkin ortalama değerler incelendiğinde, kozalak eninin 30.73 mm ile 33.74 mm, kozalak boyunun 61.48 mm ile 70.84 mm, kozalak ağırlığının da 23.02 gr ile 30,07 gr arasında değiştiğini belirlemiştir. Tohum bahçesinde hem 2012, hem de 2013 yıllarındaki dişi çiçek sayısı bakımından 12089, 12090, 12072, 12065 ve 12079 nolu klonlar en fazla dişi çiçek üreten ilk on klon arasında yer almıştır. Bu durum kozalak sayısına da yansımış ve 12089, 12072, 12065, 12090 nolu klonlar aynı zamanda en fazla kozalak üreten ilk 10 klon arasına girmiştir. Tohum özelliklerine ilişkin ortalama değerlere göre tohum boyunun 6.68 mm ile 7.75 mm, tohum eninin 4.36 mm ile 4.88 mm, kanat boyunun 15.9 mm ile 17.94 mm, kanat eninin 7.09 mm ile 8.33 mm, bir kozalaktaki ortalama tohum sayısının 24 ile 39, bir kozalaktaki ortalama dolu tohum sayısının ise 14 ile 25 arasında değiştiğini belirlemiştir. Gönen Karaçam tohum bahçesinde 2012 yılı erkek çiçek sayısı için tahmin edilen geniş anlamlı kalıtım derecesi 0.43, 2012 yılı erkek çiçek kurulu sayısı için ise 0.56, 2012 yılı dişi çiçek sayısı için 0.13, tohum sayısı için 0.16, tohum boyu için 0.66, tohum eni için 0.57, kanat boyu için 0.64, kanat eni için 0.68 ve kozalak boyu için de 0.22 olarak bulunmuştur. Diğer karakterler için kalıtım derecesi tahmin edilememiştir. Gözlenen

karakterler arasındaki ilişkiler incelendiğinde tepe tacı hacmi, dal uzunluğu, boy ve çap gibi büyüme karakterleri ile 2012 ve 2013 yılı erkek çiçek sayıları, erkek çiçek kurulu sayıları, dişi çiçek sayıları, kozalak sayısı ve diğer büyüme karakterleri arasında pozitif ve yüksek genetik korelasyonları tahmin etmiştir. Gönen Karaçam tohum bahçesinde ilk arazi çalışmaları sırasında yapılan gözlem ve tespitlere göre bahçe bakımının (diri örtü temizliği, toprak işleme vb.) düzenli bir şekilde yapılmadığı, sahada bulunan yoğun diri örtü nedeniyle baskı altında kalmış çok sayıda birey olduğu görülmüştür. Tohum bahçelerinin kuruluşu sırasında harcanan emek, zaman ve yüksek maliyetler de göz önüne alındığında gerek çalışılan Gönen tohum bahçesinde gerekse diğer orman ağacı türlerimize ait tohum bahçelerinde bakım çalışmalarının düzenli ve tekniğine uygun bir şekilde yürütülmesi gerekmektedir. Çalışma sonucunda bahçenin, her yıl düzenli olarak tohum üretimi yapılan ve yararlanan bir bahçe olup, tohum ve çiçek veriminin artırılması ve daha kaliteli ve bol tohum elde edilmesi açısından bahçede çiçek, kozalak ve tohum verimini arttırmaya yönelik budama, gübreleme, toprak işleme vb. teknik bakım tedbirlerinin alınması önerilmiştir.

Bhumibhamon (1978) Sarıçam'da çiçek verimi ile çap ve taç hacmi arasında pozitif ilişkiler belirlemiştir. Benzer sonuçlar Avrupa ladininde de belirlenmiştir (Nikkanen ve Ruotsalainen, 2000). Ancak Schmidtling (1981) tarafından doğal *Pinus taeda* ormanlarında çiçeklenme ile büyüme arasında negatif ilişkiler bulunmuş olup benzer sonuçlar Sarıçam'da da Nikkanen ve Velling (1987) tarafından belirlenmiştir. Bunun aksine boy ile çiçeklenme arasında *Pinus contorta* (Hannerz vd., 2001) ve *Picea abies*'te (Almqvist vd., 2001) düşük korelasyonlar belirlenmiştir. Tohum tutma yaşı, ağaç türlerine, yetişme ortamı özelliklerine ve ağaçların tepe gelişimine göre değişmekle birlikte ağaç türlerinin tohum oluşturma ve yeterli oranda tohum tutmaları belirli yaşlarda başlar. Örneğin tohum verme yaşının, Kızılçam'da 20, Sarıçam ve Karaçam'da 30, Sedir türlerinde 40, Ladin türlerinde 50 ve Gökmar türlerinde 60 olduğu belirtilmektedir (Anonim, 1986). Eler (1990) doğal Kızılçam popülasyonlarında yapmış olduğu çalışmada, yaşın 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. Ülküdür (2013) “Seydişehir yöresi Toros Göknaarı (*Abies cilicica* Carr.) Popülasyonlarında Kozalak Verimi” konulu yüksek lisans tez çalışmasında, kozalak verimi bakımından popülasyonlar arası ve popülasyon içi geniş farklılıklar bulunmakla birlikte, ortalama kozalak verimini 6.7 adet belirlemiştir. Ancak, kozalak verimi bakımından, düşük rakım ile yüksek rakım arasında yaklaşık 3 kat fark ortaya çıkmıştır. Popülasyonların genelinde dölleme varyasyonu 2.12, dölleme varyasyonu değeri yüksek rakımda en düşük (1.471) bulunmuştur. Yüksek rakımlı popülasyon, diğerlerine göre daha yüksek etkili ebeveyn sayısı (17.0) ve oranına (0.68) sahip olup popülasyonların genelinde etkili ebeveyn sayısı (41.5) ve oranı (0.472) bulmuştur.

Toros sedirinin bir doğal meşceresinde gerçekleştirilen çalışmada, dişi ve erkek çiçek sayıları ile olgun kozalak sayısı sırasıyla 120, 560 ve 19 bulunurken, dolu tohum sayısı kozalakta 71, ağaçta ise 1385 olarak bulunmuş ve dişi çiçeğin kozalağa dönüşüm oranı %16 olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, çiçek ve kozalak ile tohum verimi için tahmin edilen dölleme varyasyon katsayısının (Ψ), ideal popülasyona ($\Psi < 3$) yakın olduğu ortaya çıkmıştır (Bilir ve Özel, 2017a). Aynı tür üzerinde yapılan bir başka çalışmada üreme verimi üzerine birçok genetik ve çevresel faktörlerin etkili olduğu vurgulanarak, bakı faktörü üç yıllık üreme verileri ışığında irdelenmeye çalışılmıştır. Ortalama kozalak verimi yıllar için 19.4, 47.2 ve 75.5 bulunurken bu değer güney ve düz bakıda en yüksek çıkmıştır. Elde edilen dölleme katsayıları bağlamında kuzey bakının gen koruma sahası ve tohum kaynaklarının tesisinde materyal kaynağı olarak kullanılması önerilmiştir (Yazıcı ve Bilir, 2017). Özel ve Bilir (2016) aynı türün iki popülasyonunda gerçekleştirdikleri çalışmada, üç farklı yaşlı kozalak verimi için dölleme katsayılarını en yüksek bir yaşlı kozalak için 2.34; en düşükse üç yaşlı kozalak için 1.73 bulmuşlardır.

Kozalak/tohum verimi aynı türün farklı popülasyonlarında da farklılık gösterebilmektedir. 10 Sarıçam ve 7 Karaçam orijininde yapılan bir çalışmada, Sarıçam'da kozalak sayısının hektarda 14200-66250 ve tohum sayısının

314800-888400; Karaçam'da kozalak sayısının 26387-68175 ve tohum sayısının 422200-2908000 arasında değiştiği belirlenmiştir (Ürgenç, 1967). Aynı çalışmada Sarıçam'ın Araç orijininin genç meşceresinde 14950 (220000 tohum) ve yaşlı meşceresinde 55150 adet (834600 tohum) kozalak saptanmıştır. Zira, orman alanlarında yada 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, ışık ağaçları gölge ağaçlarından daha erken yaşlarda tohum tutar. Yetiştirme ortamı bakımından sıcak bölgelerde ve lokal olarak sıcak, alçak ve güney bakılarda çiçek açma ve tohum tutma, daha erken yaşlarda başlar. Fakir ve elverişsiz topraklar da ağaçları daha erken tohum tutmaya teşvik ve tahrik eder. Sık kapalılıkta tepeleri yeteri derecede gelişmemiş bireyler daha geç tohum tutarken, serbest büyüyen ve iyi bir tepe gelişimi yapanlar daha erken ve bol tohum tutarlar (Odabaşı vd., 2004). Örneğin, Kayında zengin tohum yılları ilk olarak ağaçların bünyelerindeki besin maddeleri birikimine, ikinci olarak bir yıl sonraki çiçek tomurcuklarının oluştuğu Haziran-Temmuz aylarındaki hava durumuna bağlıdır (Odabaşı vd., 2004). Bununla birlikte, tohum tutmada, ağaçlardaki besin maddesi birikimi önemli bir etkidir. Bu yönde ağaçların tepe genişliği de önemli olmakla birlikte, bir tohum yılında besin maddelerinin büyük ölçüde harcanması ertesi yıl yetersiz tohum oluşmasına neden olabilir. Ağaçtaki C/N oranının artması büyük olasılıkla çiçek oluşumunu artırır. Sıcak havalarda toprağın besin tuzlarının alımı azalır ve karbonhidrat üretimi artar. Bu nedenle, her yönden ışık alan ve tamamıyla serbest kalan ağaçların tepe kısımları en fazla çiçek ve meyve yapmaktadır (Saatçioğlu, 1971). Sarıçam'da, rakım ile kozalak ($r=-0.665$, $p>0.05$) ve tohum ($r=-0.628$, $p>0.05$) verimi arasında istatistiksel bakımdan anlamlı bir ilişki olmadığı belirlenmiştir (Prescher vd., 2007). Bilir vd. (2008) sarıçam tohum bahçelerinde genel olarak çiçek verimi ile ağaç boyutu arasında pozitif ilişki olduğunu belirtmişlerdir.

Döllenme varyasyonu katsayısının tahmini ormancılık ve diğer biyoloji bilimlerinde, bitki ıslahı, gen kaynaklarının belirlenmesi, korunması ve yönetiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Griffin, 1982; Shea, 1987; Xie ve

Knowles, 1992; Bila, 2000; Kang vd., 2003). Gerek doğal ve gerekse yapay popülasyonlarda bireylerin, üreme özellikleri veriminden hareketle dölleme varyasyonu ve bunun genetik-ıslah çalışmalarına olan etkileri üzerinde birçok çalışma yapılmıştır (örneğin; Kjaer, 1996; Kang ve Lindgren, 1999; Bilir vd., 2005) ve yapılmaktadır. Bilir (2011) *Rosa canina* popülasyonlarında yapmış olduğu çalışma kapsamında dölleme varyasyonu tahmininde için popülasyonların meyve ve tohum verimini kullanmış ve çalışma sonucunda gen koruma stratejilerine ilişkin önerilerde bulunmuştur. Meyve veriminden hareketle dölleme varyasyonuna ilişkin bir başka çalışma *Quercus acutissima* tohum bahçesinde gerçekleştirilmiştir (Kang vd., 2010). Bilir vd. (2003), *Pinus radiata* tohum meşceresi ve *P. pinaster* plantasyonunda bireylerin çiçek verimini esas alarak dölleme varyasyonu ve akrabalık derecelerini tahmin etmişlerdir. Çalışma sonucunda, toplam dölleme varyasyonu *P. radiata* için 1.31 ve *P. pinaster* için 1.20 bulunmuştur. Keleş (2015) "Mersin Yöresi Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) Popülasyonlarında Tohum-Meyve Verimi ile Büyüme Özellikleri Etkileşimi" konulu doktora tez çalışmasında türün üç doğal popülasyonundan (Tarsus, Erdemli ve Silifke) örneklenen 50'şer bireyinden toplanan iki yıllık (2013 ve 2014) verilere istatistiksel analizler uygulanarak değerlendirmeler yapmıştır. Çalışma sonucunda, meyve, tohum özellikleri ile büyüme özellikleri bakımından popülasyonlar arası ve popülasyon içi ile yıllar arası geniş farklılıklar bulunmuş ve bu farklılıklar varyans analizi sonuçlarıyla da desteklenmiştir. 2013 yılı meyve ve tohum özellikleri 2014 yılına oranla daha yüksek bulmuştur. Örneğin Tarsus popülasyonunda 2013 yılı için meyve ağırlığı 9.75 kg-59.97 kg arasında, 2014 yılı için ise 8.12 kg - 65.21 kg arasında değişim göstermiştir. Popülasyonların genelinde tohum ağırlığı 2013 yılında 3.93 kg iken bu değer 2014 yılında 2.25 kg'a düşmüştür. Bu değerler Tarsus popülasyonunda sırasıyla 6.48 kg ve 3.98 kg olarak bulmuştur. Dölleme varyasyon katsayısı en düşük 2013 yılında Tarsus popülasyonunda meyve verimi bakımından (1.148) belirlenirken en yüksek Silifke popülasyonunda 2014 yılı tohum verimi bakımından (1.891) belirlenmiştir. Gerek meyve ve gerekse tohum verimi bakımından etkili ebeveyn sayısı her iki yılda da Tarsus popülasyonunda diğer popülasyonlara oranla yüksek bulmuştur. Bu popülasyonda etkili ebeveyn oranı 2013 yılı için %80'nin, 2014 yılı için ise

%70'in üzerindedir. Çalışma sonucunda, üreme özellikleri ile büyüme özellikleri ve yükselti arasındaki ilişkiler yıl, popülasyon ve özelliğe göre değişim göstermiş; genel olarak meyve sayısı ve ağırlığı ile tohum ağırlığı ve sayısının büyüme özelliklerinden daha fazla etkilendiği ortaya çıkmıştır. Bilir vd. (2017a), Akdeniz servisinin (*Cupressus sempervirens* L.) plantasyon sahasında gerçekleştirmiş oldukları çalışmada bir yıllık veriler ışığında, kozalak veriminin bireylerde 20 ile 150 arasında değiştiğini ve ortalama 72 olduğunu; bu bağlamda tahmin edilen döllenme katsayısının 1.21 olduğunu ve boy ve çapın kozalak verimi üzerinde pozitif ve anlamlı ($p \leq 0.05$, $r > 0.29$) etkisinin olduğunu belirlemişlerdir. Bir başka çalışmada Bilir vd. (2017b), Çamkese böceğinin (*Thaumetopoea wilkinsoni*), kızılçamda çiçek ve kozalak verimine olan etkisini araştırmışlar ve bu böceğe maruz kalan bireylerde çiçek ve kozalak veriminin %50 daha fazla olduğunu, ancak döllenme katsayısının bu böceğe maruz kalmış ve kalmamış bireylerde birbirine benzer olduğunu belirlemişlerdir.

Kang (2001), doktora çalışmasında, genel olarak klonal tohum bahçesinde çalışmış ve klonların çiçek verimini esas alarak, gen çeşitliliği, döllenme varyasyonu, dişi-erkek çiçek verimi arasındaki ilişki, akrabalık derecesi ve etkili klon sayısı parametrelerini hesaplamış ve bunlara ek olarak, yine döllenme varyasyonu konusunda çeşitli teorik ve uygulamalı çalışmalarda bulunmuştur. Bila (2000), yapmış olduğu doktora çalışmasında, birey ve popülasyonların çiçek ve meyve verimi ile döllenme varyasyonunu ilişkiye getirmiş; çalışma sonucunda çiçek verimi, yaş ve yılın döllenme varyasyonu üzerinde oldukça etkili olduğunu ve orman ağacı türlerine ait birey/popülasyonlar arasında geniş bir döllenme varyasyonu olduğunu belirlemiştir (Bila ve Lindgren, 1998; Bila vd., 1999). Kang ve Lindgren (1998; 1999), *Pinus densiflora*, *P. thunbergii* ve *P. koraiensis* türlerinin klonal tohum bahçelerinde, klonların dişi ve erkek çiçek verimlerini temel alarak, geliştirdikleri eşitliklerle döllenme varyasyonu ve tohumdaki gen çeşitliliğini tahmin etmişlerdir. *Picea abies* (Karst.)'in tohum bahçesinde yürütülen çalışmada, klonların dişi ve erkek çiçek üretimleri esas alınarak, genetik varyasyon, etkili popülasyon büyüklüğü gibi parametreler hesaplanmıştır (Kjaer, 1996). Yine aynı türün tohum bahçesinde yapılan bir başka çalışmada, çiçek verimi bakımından klonlar arasında büyük farklar

olduğu belirlenmiştir (Nikkanen ve Ruotsalainen, 2000). Nicodemus vd. (2009) dört *Tectonia grandis* tohum bahçesinde yapmış oldukları çalışmada, üreme özellikleri için, bahçe, klon ve yetiştirme ortamları arasında geniş farklılıklar belirlemişlerdir. 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 belirlemişlerdir. Aynı tür üzerinde Varghese vd. (2008) tarafından türün beş popülasyonunda gerçekleştirilen bir çalışmada döllenme varyasyonunun erken çiçeğe oranla daha düşük olduğunu ve toplan döllenme varyasyon katsayısının 3, etkili ebeveyn oranını da 0.6 olarak bulmuşlardır. Bununla birlikte üreme özellikleri ile ağaç çapı arasında anlamlı pozitif ilişkiler belirlemişlerdir.

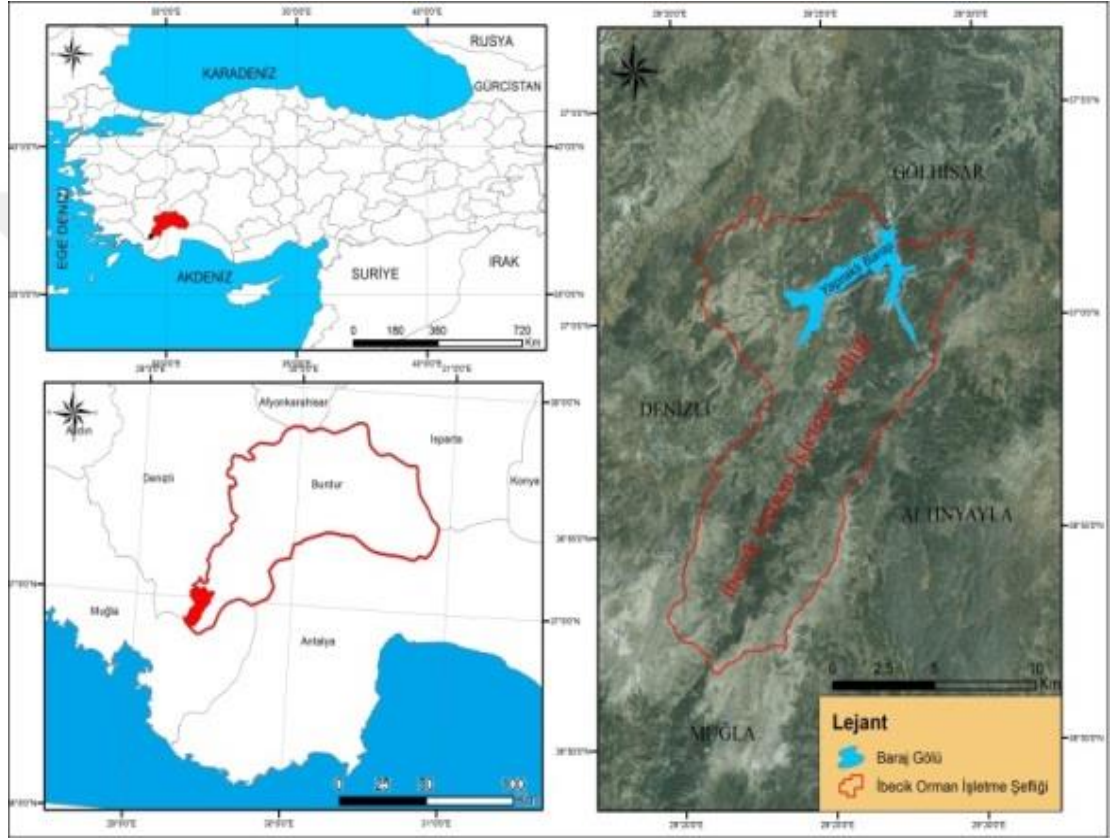
Ülkemizde yapılan bir çalışmada, doğal altı Kızılçam popülasyonunda bireylerin dişi ve erkek çiçek verimleri esas alınarak döllenme varyasyonu değerleri tahmin edilmiş ve rakım bazında karşılaştırmalar yaparak döllenme varyasyonu tahmininde kullanılan yeni ampirik eşitlikler bilim dünyasına kazandırılmıştır (Bilir vd., 2005). Ülkemizde yapılan bir başka çalışmada, bazı *Pinus brutia*, *P. nigra* ve *P. sylvestris* klonal tohum bahçelerinde klonların dişi ve erkek çiçek verimleri baz alınarak döllenme varyasyonu ve gen çeşitliliği tahmin edilmiştir (Bilir vd., 2002). Yine bir başka çalışmada, bir *Pinus brutia* tohum bahçesi ve ıslah popülasyonu, dişi ve erkek çiçek verimi ile döllenme varyasyonu bakımından karşılaştırılmıştır (Bilir vd., 2004). Klonal Sarıçam tohum bahçesinde üç yıllık veriler ışığında gerçekleştirilen çalışmada, yıllar için ortalama kozalak sayısı 127, 112 ve 117 bulunurken, yıl içi klonlar arasında kozalak verimi bakımından geniş farklılıklar belirlenmiştir. Aynı çalışmada bunlarla birlikte döllenme katsayısının 1'e yakın olduğu ve kozalak verimi bakımından yıllar arasında istatistiksel bakımdan anlamlı ($p>0.05$) pozitif ilişkiler ($r>0.18$) ortaya çıkmıştır (Bilir, 2017).

Yukarıda kısmen özetlenmeye çalışılan literatürden de görüleceği üzere; çalışma konuları türde henüz çalışılmamıştır. Bu durum çalışmanın literatürdeki boşluğu dolduracağını açıkça göstermektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada materyal olarak Gölhisar Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı İbecik Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde kalan doğal Anadolu Karaçam meşcereleri kullanılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Burdur-Gölhisar İbecik lokasyon haritası

Tarafımızca yapılan ön çalışmalara göre, İbecik Orman İşletme Şefliğinde saf ve karışık olarak 8046.5 ha kKaraçam meşçeresi bulunmaktadır. Bu sahaların 6563.5 hektarı verimli 1483 hektarı ise verimsizdir. Sahada 4027 hektarı verimli olmak üzere toplam 5068 ha saf Karaçam meşçeresi bulunmaktadır. Türün yer aldığı rakımlar ise 1070-2100 arasındadır. Popülasyonlar normal kapalılıkta ve türün saf veya yoğun bulunduğu meşcerelerden aynı gelişme çağında yükselti basamağına göre örneklenen birey ve popülasyonlar kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Popülasyon ve bireylerin seçimi

Türün yöredeki doğal yayılış alanı 1300 metreden aşağı; 1300-1600 arası ve 1600 metreden yukarı olmak üzere üç yükselti basamağına ayrılmış ve yükselti içi örnekleme farklılığının 150 metreyi geçmemesine özen gösterilmiştir (Çizelge 3.1). Her yükselti basamağından en az 30 metre aralıkla fenotipik özelliklerden (boy, çap, gövde düzgünlüğü, dallanma durumu; (Zobel ve Talbert, 1984) dikkate alınarak 90'ar birey örneklenmiştir (Şekil 3.2-3.5). Böylece çalışma 270 aile üzerinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.6).

Çizelge 3.1. Çalışmaya konu popülasyonların genel coğrafik özellikleri

Kodu	Popülasyon	Enlem	Boylam	Yükselti (m)	Bakı
ALT	1300 m <	37° 01' 16"	29° 22' 08"	1196	Bütün bakılar
ORTA	≤1300-1600 m <	36° 56' 44"	29° 26' 18"	1472	Güneydoğu
ÜST	1600 m ≤	36° 56' 36"	29° 23' 87"	1708	Bütün bakılar



Şekil 3.2. 1300 metre altı örneklenen popülasyonlardan görünüm



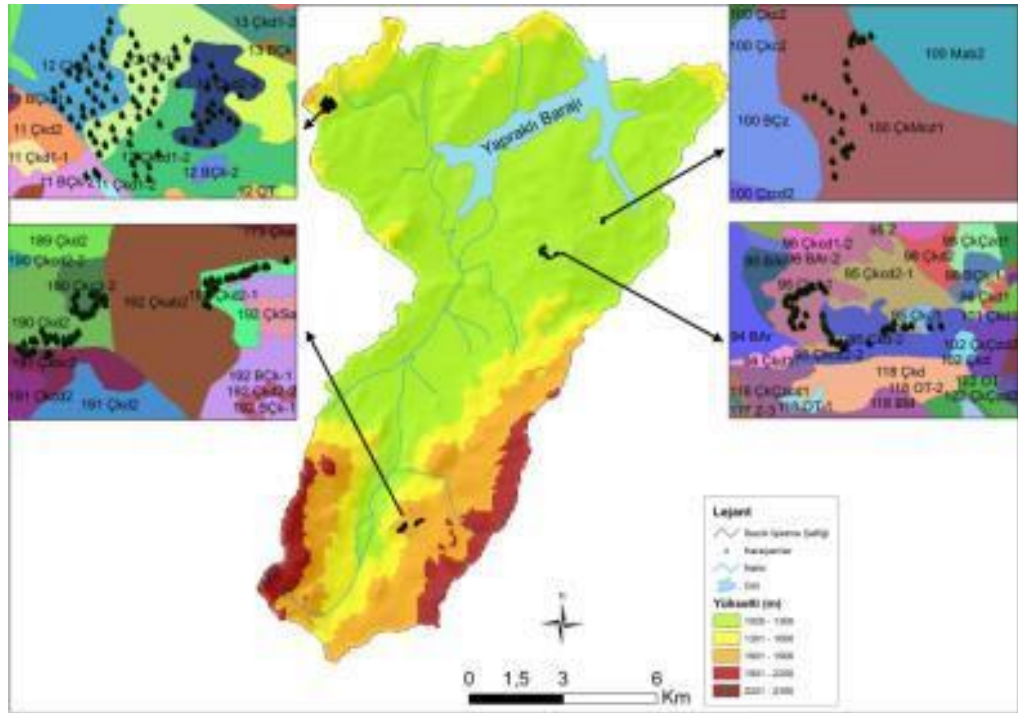
Şekil 3.3. 1300-1600 metreler arası örneklenen popülasyonlar



Şekil 3.4. 1600 metre üstünde örneklenen popülasyonlardan görünüm



Şekil 3.5. Örneklenen bir karaçam bireyi ve koordinat ölçümü



Şekil 3.6. Örneklen bireylerin harita üzerinde gösterimi

3.2.2. Popülasyon ve bireylerde yapılan ölçümler

Kozalak ve tohum verimliliği üzerinde doğrudan etkili olduğu düşünülen 2015 yılı büyüme (Şekil 3.7) ve coğrafik özellikleri ile üreme özellikleri 2015 ve 2016 yılı sonbaharında ayrı ayrı tespit edilmiştir:

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 ($d_{1.30}$): Göğüs yüksekliğindeki çap olup dönemsel olarak ve kumpas yardımıyla, vejetasyon dönemi sonunda ölçülmüştür.

Taç çapı (TÇ): Bireyin kuzey-güney ve doğu-batı yönlerindeki tepe izdüşümünün çapı olup, şeritmetre yardımıyla 5 cm hassasiyette vejetasyon dönemi sonunda ölçülmüştür.

Yaş (Y): Göğüs çapı ölçümü yapılan noktada, bir birine çapraz alınan iki artım kalemi verilerinin ortalaması olarak tahmin edilmiştir.



Şekil 3.7. Örneklenen bireylerde büyüme özellikleri ölçümü

Bulunduğu Rakım (R): Örnekleme yapılan tohum ağacının bulunduğu yerin denizden yüksekliği olarak, altimetre marifetiyle ve 1 m duyarlılıkla tespit edilmiştir.

Bulunduğu Bakı (B): Örnekleme yapılan tohum ağacının bulunduğu yerin bakışı, pusula ile tespit edilmiştir.

Çiçek ve kozalak sayımı: Erkek (Ç_σ) ve dişi (Ç_ρ) çiçek sayımı, önceden belirlenen popülasyon ve numaralandırılmış bireyler üzerinde 2016 ve 2017 yılları ilkbaharında yapılmıştır. Numaralandırılan bireylerde 2015 ve 2016 yılları sonbaharında olgunlaşmış toplam kozalaklar (normal büyüklükte, karpelleri kapalı veya kısmen açık, gri kahverengi iki yıllık kozalak) birey bazında sayılmıştır (**KS**).

Kozalak hasadı ve tohum verimi ile özellikleri: Aile ve popülasyonu en yüksek oranda temsil etmesi için, her bir bireyin kuzey, güney, doğu ve batı yönlerinin, alt, orta ve üst kısmından birer adet olmak üzere, her bir bireyden 12 kozalak, bireyde yeterli sayıda kozalak olmaması durumunda her bir yönden bir olmak üzere en az dört kozalak 2015 ve 2016 yılları sonbaharında hasat edilmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Ailelerde kozalak hasadı ve hasat edilmiş kozalaklar

Hasat edilen kozalaklar, popülasyon ve aile bazında ayrı ayrı numaralandırılarak laboratuvar ortamına getirilmiş ve kozalaklarda boy (**KB**), en (**KE**) ve ağırlık (**KA**) ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Kozalıklarda boy ve en ölçümü

Ölçümü tamamlanan kozalıklardan tohumlar hasat edilerek popülasyon ve aile bazında dolu tohum sayımı (**TS**) yapılmıştır. Böylece, her bir kozalaktaki ortalama dolu tohum sayısı tespit edilmiş ve kozalak sayısından hareketle de her bir aile için ortalama dolu tohum sayısı hesaplanmıştır. Sayımı tamamlanan tohumlarda boy (**TB**), en (**TE**) ve ağırlık (**TA**) ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.10). Bu sayım ve ölçümler iki yıl tekrarlanmıştır.



Şekil 3.10. Tohum örnekleri ve boy ölçümü.

3.2.3. Verilerin değerlendirilmesi

Temel istatistiksel değerler yanında, çalışmaya konu özellikler bakımından popülasyon içi ve popülasyonlar arası karşılaştırmalar, aşağıdaki varyans analizi (MANOVA) modeli ile SPSS paket programında uygulanmıştır (Özdamar, 1999).

$$Y_{i j k} = \mu + P_i + S_j + P(S)_{i(j)} + e_{ijk} \quad (3.1)$$

Burada Y_{ijk} ; i . popülasyonun j . yıldaki k . ailesine ait değerini; μ , genel ortalamayı; P_i , j . yıldaki i . popülasyonun etkisini; S_j , j . yılın etkisini; $P(S)_{i(j)}$ popülasyon ile yıl etkileşimini; e_{ijk} ise hatayı göstermektedir.

Büyüme özellikleri (boy, göğüs yüksekliği çapı, yaş, tepe tacı) ile kozalak ve tohum özellikleri arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla Pearson'un korelasyon analizi uygulanmıştır.

Döllenme varyasyonunun tahmini (Ψ): Döllenme varyasyonu (=döllenme varyasyon katsayısı) birey tarafından üretilen dişi veya erkek gametlerin oransal değeri olarak ifade edilmektedir (Gregorius, 1989) ve özellikle tohum kaynaklarının genetik bakım çalışmaları ile gen çeşitliliği, etkili ebeveyn sayısı gibi çeşitli genetik parametrelerin tahmininde kullanılmaktadır. Bu değer sıfıra yaklaştıkça popülasyon o derece ideal popülasyon olarak görülmekte ve tohum ürünündeki gen çeşitliliği artmaktadır (Kang, 2001). Bu yöntem, ucuz ve hızlı sonuç vermesi bakımından son yıllarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Kang ve Lindgren, 1999; Bila, 2000). Döllenme varyasyonunun tahmininde kriter olarak bireylerin/klonların çiçek, kozalak, meyve, tohum ve polen verimi kullanılmaktadır (Griffin, 1982; Roeder vd., 1989; Savolainen vd., 1993). Bu bağlamda, popülasyonlarda dişi (ψ_f) ve erkek (ψ_m) çiçek verimi için döllenme varyasyon katsayıları ayrı ayrı ve toplamda (Ψ) aşağıdaki eşitlikler yardımıyla yıllar itibariyle ayrı ayrı tahmin edilmiştir (Kang ve Lindgren, 1999):

$$\psi_f = N \sum_{i=1}^N f_i^2 = CV_f^2 + 1 \quad (3.2)$$

$$\psi_m = N \sum_{i=1}^N m_i^2 = CV_m^2 + 1 \quad (3.3)$$

Burada N birey sayısını, f_i i. bireye ait dişi çiçek veriminin oransal değerini, m_i i. bireye ait erkek çiçek veriminin oransal değerini, CV_f dişi çiçek verimine ilişkin varyasyon katsayısını, CV_m erkek çiçek verimine ilişkin varyasyon katsayısını göstermektedir.

$$\Psi = N \sum_{i=1}^N \left(\frac{0.5f_i}{\sum f_i} + \frac{0.5m_i}{\sum m_i} \right)^2 = 0.25 \left[N \sum_{i=1}^N \frac{f_i^2}{\sum f_i} + N \sum_{i=1}^N \frac{m_i^2}{\sum m_i} + N \sum_{i=1}^N \frac{2m_i f_i}{\sum m_i * \sum f_i} \right] \quad (3.4)$$

Bu eşitlikte, N birey sayısını, f_i ve m_i i. bireye ait dişi ve erkek çiçek verimini göstermektedir.

Yukarıda verilen eşitlik Bilir vd. (2005) tarafından aşağıdaki şekilde sadeleştirilmeye çalışılmıştır:

$$\Psi = \left(\frac{CV_f^2 + CV_m^2}{4} \right) + 0.5 \left(N \sum_{n=1}^N \frac{f_n m_n}{\sum f \sum m} + 1 \right) \quad (3.5)$$

Burada, N birey sayısını, CV_f dişi çiçek verimine ilişkin varyasyon katsayısını, CV_m erkek çiçek verimine ilişkin varyasyon katsayısını, f_n ve m_n n. bireye ait dişi ve erkek çiçek verimlerini göstermektedir.

Popülasyonlarda kozalak (ψ_c) ve tohum (ψ_s) verimi bağlamında döllenme varyasyonu aşağıdaki eşitlikler yardımıyla tahmin edilmiştir (Kang, 2001; Kang ve Lindgren,1999):

$$\psi_c = N \sum_{i=1}^N c_i^2, \quad \psi_s = N \sum_{i=1}^N s_i^2 \quad (3.6)$$

Bu eşitliklerde, N birey sayısını, c_i i. bireye ait kozalak sayısı oranını, s_i i. bireye ait tohum sayısı oranını göstermektedir.

Etkili ebeveyn sayısının tahmini (N_p): Popülasyonlardaki etkili ebeveyn sayısı, toplam çiçek verimi (N_p), kozalak ($N_{p(c)}$) ve dolu tohum ($N_{p(s)}$) verimi için aşağıdaki eşitlikler yardımıyla tahmin edilmiştir (Kang, 2001; Kang ve Lindgren, 1999):

$$N_p = N / \psi, \quad N_{p(c)} = N / \psi_c, \quad N_{p(s)} = N / \psi_s \quad (3.7)$$

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Büyüme Özellikleri

Üreme özellikleri üzerinde doğrudan veya dolaylı etkili olduğu düşünülen büyüme özellikleri 2015 yılı büyüme dönemi sonunda ölçülmüş ve yükselti basamağına göre örneklenen popülasyonların büyüme özelliklerine ilişkin ortalama, minimum ve maksimum değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelge 4.1’den de görüldüğü üzere popülasyonlar büyüme özellikleri bakımından benzer ortalama değerlere sahiptir.

Çizelge 4.1. Ortalama ve minimum-maksimum büyüme özellikleri değerleri

Özellikler	ALT		ORTA		ÜST	
	Ort.	Min - Mak.	Ort.	Min - Mak.	Ort.	Min - Mak.
B (m)	21.0	18.0 - 24.0	19.0	17.0 - 21.0	21.0	18.0 - 25.0
d _{1.30} (cm)	44.5	37.0 - 51.0	44.1	37.0 - 51.0	44.0	37.0 - 51.0
TÇ (cm)	506.0	330.0 - 715.0	498.0	330.0 - 665.0	627.0	400.0 - 800.0
Y (yıl)	74	65 - 82	74	64 - 84	73	62 - 80

Popülasyonların büyüme özellikleri bakımından karşılaştırılması amacıyla uygulanan varyans analizi sonucunda boy ve taç çapı bakımından popülasyonlar arasında anlamlı farklılıklar ($p < 0.05$) ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Popülasyonların büyüme özellikleri bakımından karşılaştırılmasına ilişkin varyans analizi sonuçları

Özellikler	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
B	Gruplar arası	219,622	2	109,811	52,986	.000
	Grup içi	553.344	267	2.072		
	Toplam	772.967	269			
d _{1.30}	Gruplar arası	12.919	2	6.459	.359	.699
	Grup içi	4807.467	267	18.005		
	Toplam	4820.385	269			
TÇ	Gruplar arası	943904.719	2	471952.359	75.799	.000
	Grup içi	1662448.231	267	6226.398		
	Toplam	2606352.949	269			
Y	Gruplar arası	12.807	2	6.404	.400	.670
	Grup içi	4270.900	267	15.996		
	Toplam	4283.707	269			

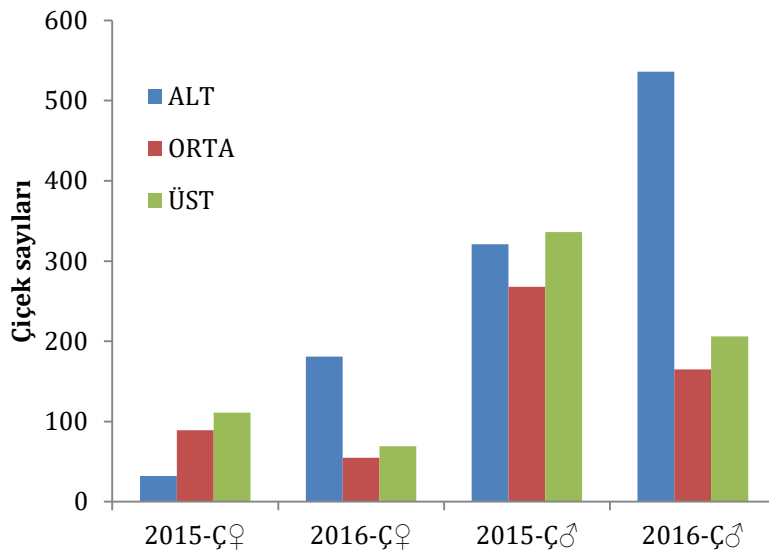
4.2. Üreme Özellikleri

4.2.1. Çiçek verimi

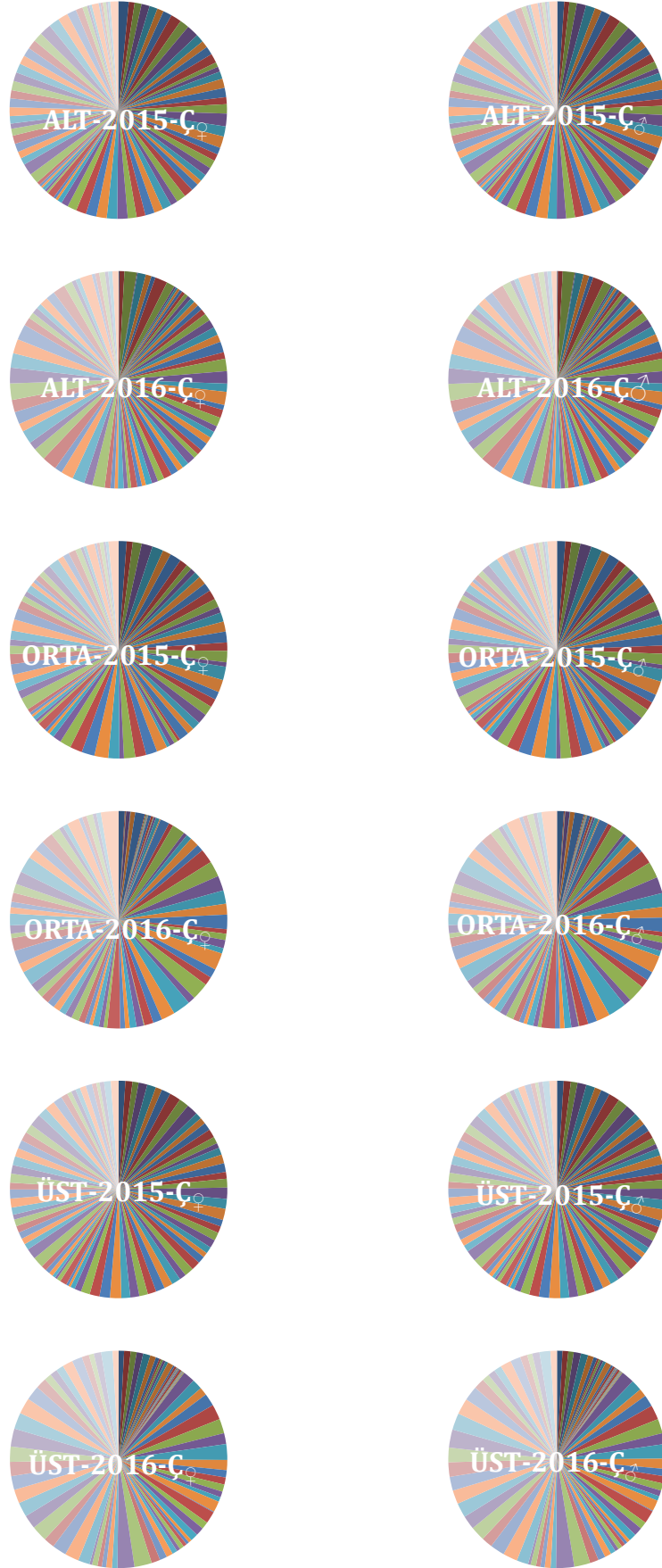
Popülasyonlarda ve dolayısıyla yükselti basamakları içi ve arası, dişi ve erkek çiçek verimi bakımından geniş farklılıklar görülmektedir (Çizelge 4.3). Örneğin, 2015 yılında en düşük dişi çiçek verimine sahip (32) alt yükselti basamağı, 2016 yılında en yüksek dişi çiçek üreten (181) yükselti basamağı olmuştur (Şekil 4.1). Bununla birlikte çiçek verimi bakımından aynı yükselti basamağındaki aileler arası da geniş farklılıklarda söz konusudur (Çizelge 4.3, Şekil 4.2).

Çizelge 4.3. Popülasyonlarda ortalama ve minimum-maksimum çiçek sayıları

Özellikler	ALT		ORTA		ÜST	
	Ort.	Min - Mak.	Ort.	Min - Mak.	Ort.	Min - Mak.
2015						
Ç♀	32	8 - 55	89	27 - 165	111	33 - 180
Ç♂	321	80 - 500	268	80 - 500	336	100 - 500
2016						
Ç♀	181	20 - 400	55	3 - 130	69	3 - 165
Ç♂	536	60 - 1200	165	10 - 400	206	10 - 500



Şekil 4.1. Popülasyonlarda ortalama çiçek sayıları



Şekil 4.2. Ailelerin yıllara göre çiçek verimleri dağılımı

Çiçek verimi bakımından yukarıda özetlenen geniş farklılıklar, uygulanan varyans analizi ile de desteklenmeye çalışılmıştır. Uygulanan varyans analizi sonucunda çiçek verimi bakımından popülasyonlar yani yükselti basamakları ile yıllar arası istatistiksel anlamlı farklılık ($p<0.05$) ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.4). Bununla birlikte yıl x popülasyon etkileşiminin istatistiksel bakımdan önemli olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Popülasyon ve yılların çiçek verimi bakımından karşılaştırılması

Özellikler	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
Ç _♀	Model	5261377.35	4	1315344.34	449.08	.000
	Yıl	1775900.21	2	887950.11	303.16	.000
	Popülasyon	26436.74	1	26436.74	9.03	.003
	Yılpop.	824359.80	1	824359.80	281.45	.000
	Hata	1569928.65	536	2928.97		
	Toplam	6831306.00	540			
Ç _♂	Model	55302436.70	4	13825609.189	499.02	.000
	Yıl	18780698.43	2	39349.22	338.93	.000
	Popülasyon	2246286.025	1	2246286.03	81.08	.000
	Yılpop.	2675820.47	1	2675820.47	96.58	.000
	Hata	14850295.55	536	27705.775		
	Toplam	70152732.25	540			

Uygulanan varyans analizi sonucunda çiçek verimi bakımından popülasyonlar yani yükselti basamakları ve yıllar arası istatistiksel anlamlı farklılık ($p<0.05$) çıkmasıyla (Çizelge 4.4) Duncan testi ile homojen gruplar oluşturulmuştur (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Çiçek verimine ilişkin Duncan testi sonuçları

Ç _♀		Ç _♂	
Popülasyonlar-Yıllar	Homojen gruplar*	Popülasyonlar-Yıllar	Homojen gruplar*
ALT - 2015	a	ORTA - 2016	a
ORTA - 2016	b	ÜST - 2016	a
ÜST - 2016	b	ORTA - 2015	b
ORTA - 2015	c	ALT - 2015	c
ÜST - 2015	d	ÜST - 2015	c
ALT - 2016	e	ALT - 2016	d

*; Aynı harfler benzer grupları göstermektedir.

Uygulanan Duncan testi bakımından yükselti kademeleri dışı çiçek verimi bakımından beş homojen grup oluştururken, erkek çiçek verimi bakımından dört homojen grup oluşturmuştur. Ancak, ilgili Duncan testi sonucunda alt yükselti basamağının çiçek verimi bakımından genel olarak diğerlerinden farklılık gösterdiği belirtilebilir (Çizelge 4.5).

4.2.2. Kozalak verimi ve özellikleri

Çalışmaya konu kozalak özelliklerinden sayısı (**KS**), boy (**KB**), en (**KE**) ve ağırlığına (**KA**) ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri popülasyon ve yıllara göre Çizelge 4.6'da verilmiştir.

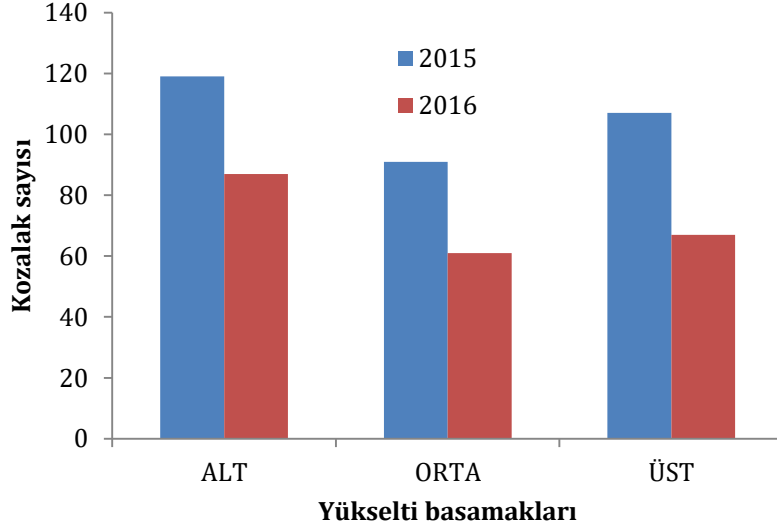
Çizelge 4.6. Kozalak özelliklerine ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri

Özellikler	ALT		ORTA		ÜST	
	Ort.	St. sapma	Ort.	St. sapma	Ort.	St. sapma
2015						
KS	119	7.79	91	4.55	107	6.85
KB (mm)	67.6	2.43	56.6	3.15	73.1	3.41
KE (mm)	33.6	2.79	27.9	1.39	34.4	2.38
KA (g)	41.8	2.07	33.9	1.66	43.2	2.67
2016						
KS	87	5.59	61	4.96	67	4.04
KB (mm)	67.5	2.40	56.6	3.17	73.0	3.39
KE (mm)	33.5	2.75	27.8	1.41	34.3	2.35
KA (g)	41.7	2.09	33.8	1.69	43.1	2.55

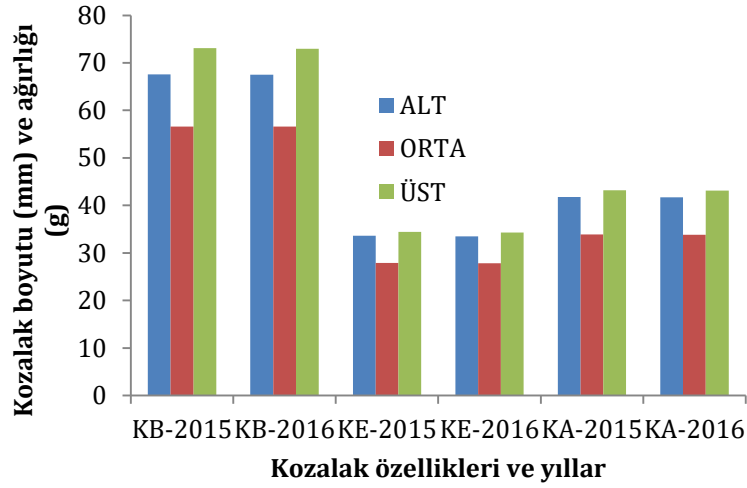
Kozalak sayısı bakımından her iki yılda da alt yükselti basamağı en yüksek değeri (119 ve 87) gösterirken, kozalak boyutu ve ağırlığı bakımından üst yükselti basamağı daha yüksek değerlere sahiptir (Çizelge 4.6).

Yükselti basamaklarına ilişkin ortalama kozalak sayısı değerleri yıllara göre Şekil 4.3'te, kozalak boy, en ve ağırlığına ilişkin ortalama değerler ise Şekil 4.4'te grafiksel olarak verilmiştir. Şekil 4.3'ten de görüldüğü üzere kozalak verimi 2015 yılında her üç yükselti basamağında da 2016 yılına göre daha yüksek

bulunmuştur. Yukarıda da değinildiği üzere, kozalak boyutu ve ağırlığı bakımından üst yükselti basamağı alt ve orta yükselti basamağına oranla daha büyük ve ağır kozalıklara sahiptir (Çizelge 4.6, Şekil 4.1).

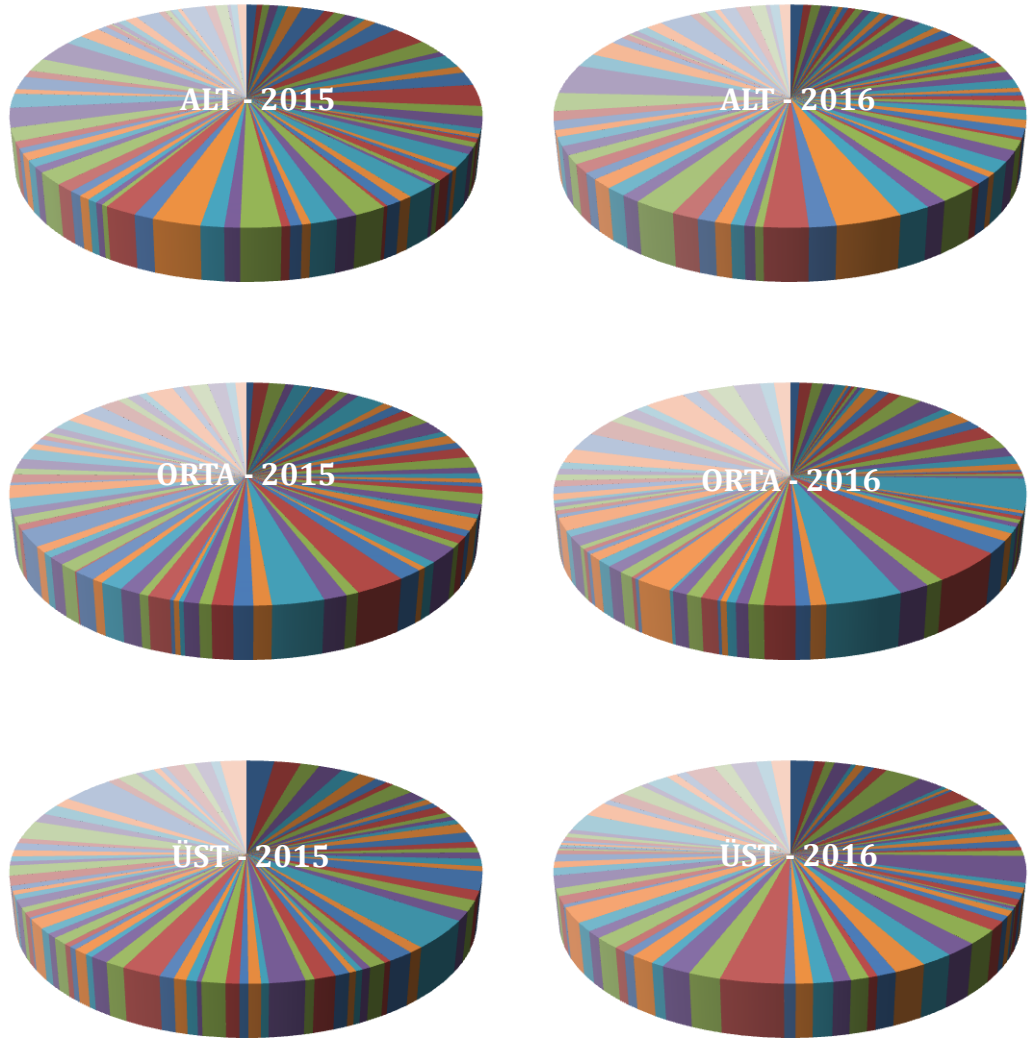


Şekil 4.3. Popülasyonlarda ortalama kozalak sayıları



Şekil 4.4. Popülasyonlarda ortalama kozalak boyut ve ağırlığı

Yükselti basamakları içi ve arası kozalak özellikleri bakımından geniş farklılıklar görülmektedir (Çizelge 4.6). Bu farklılıklardan özellikle, popülasyonun genetik yapısında önemli rol oynayan kozalak verimine ilişkin varyasyon Şekil 4.5'te görselleştirilmiştir.



Şekil 4.5. Ailelerin yıllara göre kozalak verimi dağılımı

Kozalak özellikleri bakımından belirlenen geniş farklılıklar (Çizelge 4.6, Şekil 4.5) uygulanan varyans analizi ile de desteklenmiştir (Çizelge 4.7). Uygulanan varyans analizi sonucunda çalışmaya konu özellikler bakımından popülasyonlar/yükselti basamakları ile yıllar arası istatistiksel anlamlı farklılık ($p < 0.05$) ortaya çıkarken bu özellikler bakımından yıl x popülasyon etkileşiminin istatistiksel bakımdan önemli olmadığı ($p > 0.05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.7). Uygulanan varyans analizi sonucunda çalışmaya konu kozalak özellikleri bakımından yükselti basamakları ve yıllar arası istatistiksel anlamlı farklılık ($p < 0.05$) çıkmasıyla (Çizelge 4.7) Duncan testi ile homojen gruplar oluşturulmuş ve sonuçlar Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Kozalak özelliklerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Özellik	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
KS	Model	4441117.37	4	1110279.34	323.57	.000
	Yıl	864204.19	2	432102.10	125.93	.000
	Popülasyon	23652.01	1	23652.01	6.89	.009
	Yılıxpopülasyon	1392.40	1	1392.400	.406	.524
	Hata	1839210.63	536	3431.36		
	Toplam	6280328.0	540			
KB	Model	2335780.29	4	583945.07	11383.0	.000
	Yıl	279259.29	2	139629.64	2721.7	.000
	Popülasyon	2785.01	1	2785.01	54.29	.000
	Yılıxpopülasyon	.15	1	.15	.003	.957
	Hata	27497.28	536	51.30		
	Toplam	2363277.57	540			
KE	Model	549709.15	4	137427.29	10297.2	.000
	Yıl	74598.26	2	37299.13	2794.80	.000
	Popülasyon	58.65	1	58.65	4.39	.001
	Yılıxpopülasyon	.038	1	.038	.003	.957
	Hata	7153.53	536	13.35		
	Toplam	556862.680	540			
KA	Model	845778.61	4	211444.65	10013.6	.000
	Yıl	112114.45	2	56057.22	2654.76	.000
	Popülasyon	188.94	1	188.94	8.95	.003
	Yılıxpopülasyon	.009	1	.009	.000	.984
	Hata	11318.05	536	21.12		
	Toplam	857096.66	540			

Uygulanan Duncan testi sonucunda yükselti basamakları ve yılların kozalak sayısı bakımından diğer kozalak özelliklerine göre daha heterojen bir yapı gösterdiği söylenebilir (Çizelge 4.8). Zira, uygulanan Duncan testi sonucunda popülasyonlar yıllara göre kozalak sayısı bakımından dört homojen grup oluştururken, kozalak boyutu ve ağırlığı bakımından üç homojen grup oluşturmuştur. Bununla birlikte her yükselti basamağı kozalak özellikleri bakımından yıllar itibariyle genel olarak aynı homojen grupta (örneğin Alt-2016, Orta-2016; Üst-2015) yer almaktadır (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Kozalak özelliklerine ilişkin Duncan testi sonuçları

Popülasyonlar/Yıllar	Homojen gruplar*			
	KS	KB	KE	KA
ALT - 2015	d	b	b	b
ORTA - 2015	bc	a	a	a
ÜST - 2015	cd	c	c	c
ALT - 2016	b	b	b	b
ORTA - 2016	a	a	a	a
ÜST - 2016	a	c	c	c

*; Aynı harfler benzer grupları göstermektedir.

4.2.3. Tohum verimi ve özellikleri

Çalışmaya konu tohum özelliklerinden sayı (**TS**), boy (**TB**), en (**TE**) ve ağırlığa (**TA**) ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri popülasyon ve yıllara göre Çizelge 4.9’da verilmiştir.

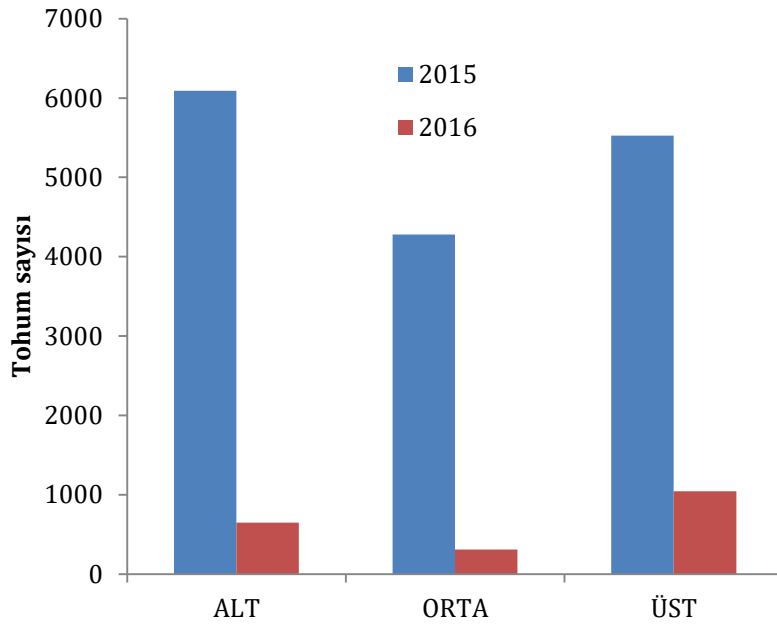
Çizelge 4.9. Tohum özelliklerine ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri

Özellikler	ALT		ORTA		ÜST	
	Ort.	St. sapma	Ort.	St. sapma	Ort.	St. sapma
2015						
TS	6092	397.1	4280	2422.6	5526	3518.6
TB (mm)	7.0	0.3	6.8	0.4	8.2	0.7
TE (mm)	3.6	0.6	3.6	0.6	4.2	0.0
TA (g/agaç)	82.3	5.36	53.5	3.03	82.9	52.8
2016						
TS	649	601.9	309	353.3	1045	980.2
TB (mm)	7.0	0.3	6.8	0.4	8.2	0.1
TE (mm)	3.6	0.7	3.6	0.5	4.2	0.1
TA (g/agaç)	84.4	78.3	37.1	42.4	46.3	13.7

Tohum verimi bakımından yükseklik kademeleri yüksek rakımdan düşük rakıma doğru 2015 yılında Alt-Üst-Orta; 2016 yılında ise Üst-Alt-Orta şeklinde

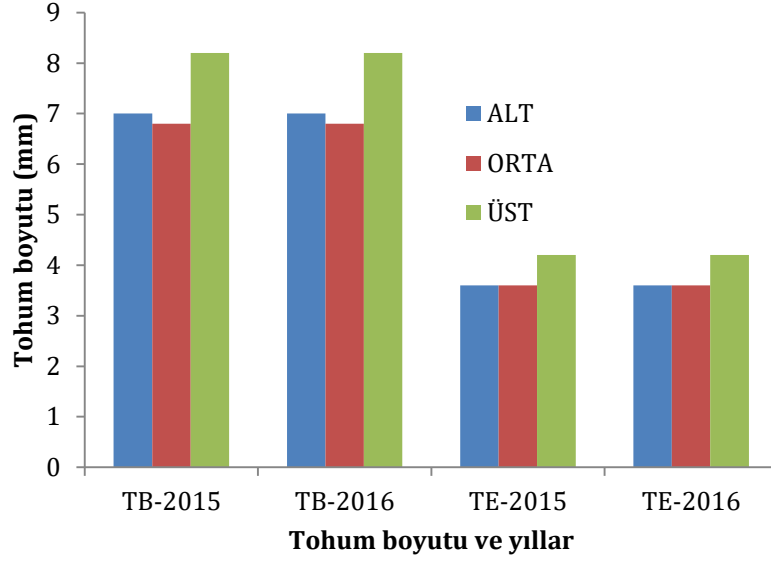
sıralanmıştır. Dolayısıyla her iki yılda da orta yükselti basamağı tohum sayısı bakımından en düşük performansı göstermiştir (Çizelge 4.9). Tohum boyut ve ağırlığı bakımından ise yine orta yükselti basamağı en düşük değerlere sahiptir (Çizelge 4.9).

Genetik çeşitliliği ve dolayısıyla ailelerin gelecek generasyonlardaki temsilini önemli düzeyde etkileyen ortalama tohum sayısı değerleri yıllara göre Şekil 4.6'da, tohum boy, en ve ağırlığına ilişkin ortalama değerler ise Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de grafiksel olarak verilmiştir. Bunlarla birlikte yukarıda verilenlere ek olarak tohum verimi bakımından 2015 yılının, 2016 yılına göre her üç yükselti basamağında da daha yüksek performans gösterdiği görülmektedir (Şekil 4.6).

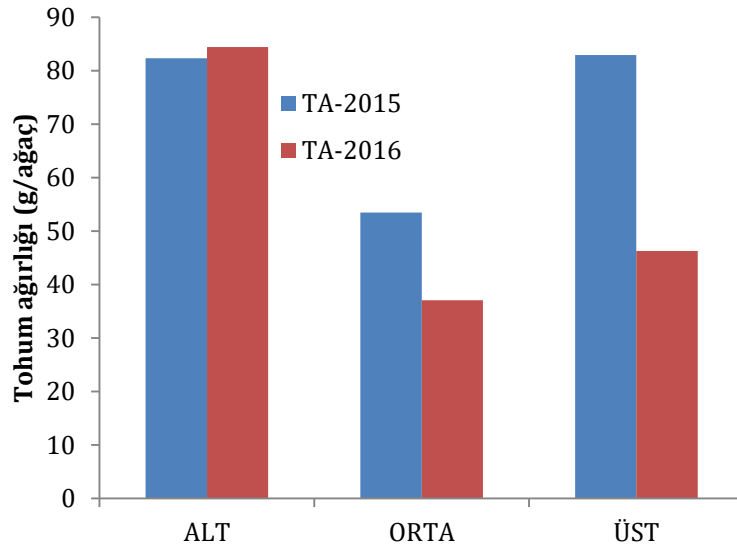


Şekil 4.6. Popülasyonlarda ortalama tohum sayıları

Yukarıda da değinildiği üzere, tohum boyutu ve ağırlığı bakımından orta yükselti basamağı alt ve orta yükselti basamağına oranla daha düşük değerlere sahiptir (Çizelge 4.9, Şekil 4.7, Şekil 4.8).

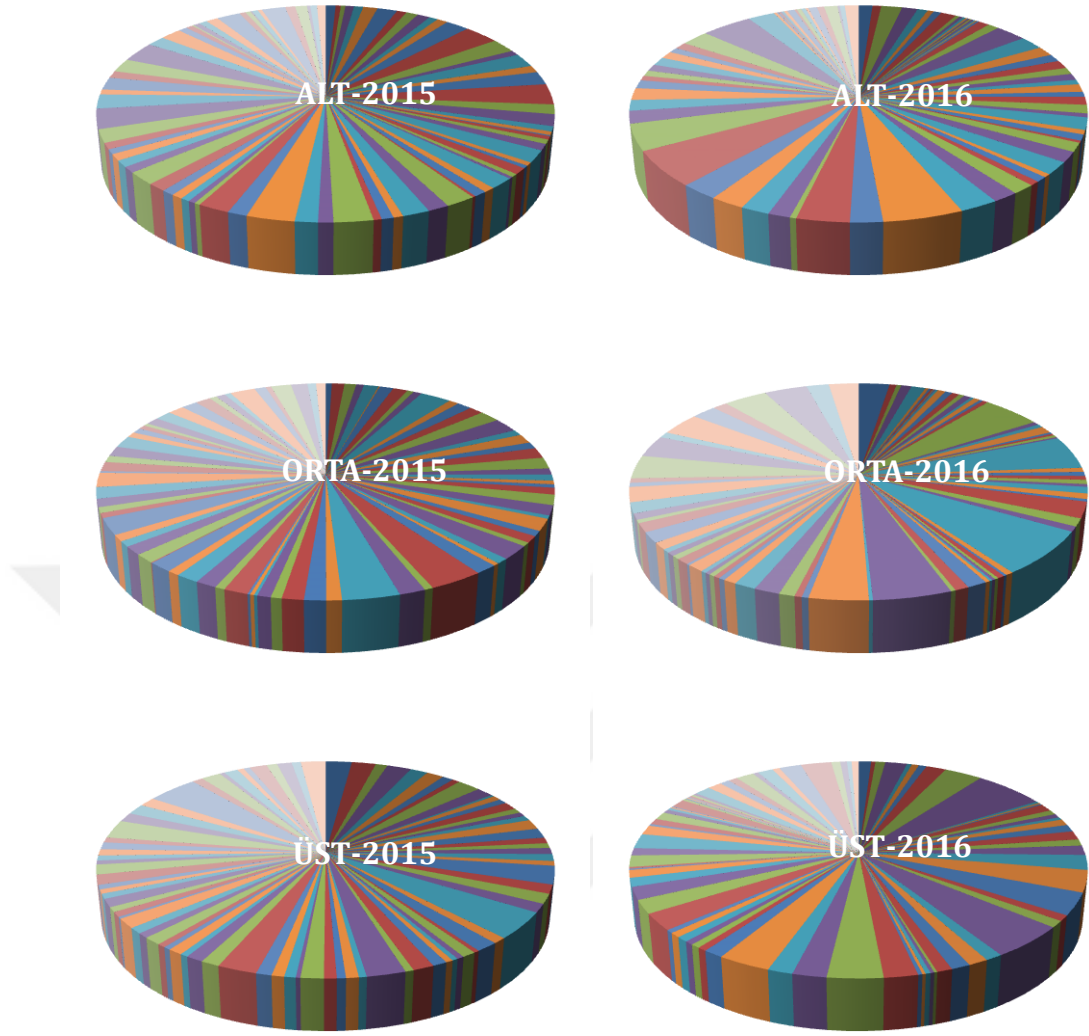


Şekil 4.7. Popülasyonlarda yıllara göre ortalama tohum boyutları



Şekil 4.8. Popülasyonlarda yıllara göre ortalama tohum ağırlıkları

Yükselti basamakları içi ve arası tohum özellikleri bakımından geniş farklılıklar görülmektedir (Çizelge 4.9). Bu farklılıklardan, özellikle popülasyonun genetik yapısında önemli rol oynayan kozalak verimine ilişkin varyasyon Şekil 4.9'da görselleştirilmiştir.



Şekil 4.9. Ailelerin yıllara göre tohum verimi dağılımı

Tohum özellikleri bakımından belirlenen geniş farklılıklar (Çizelge 4.9, Şekil 4.9) uygulanan varyans analizi ile de desteklenmeye çalışılmıştır ve uygulanan varyans analizi sonucunda; çalışmaya konu tohum özellikleri bakımından popülasyonlar/yükselti basamakları ile yıllar arası istatistiksel anlamlı farklılık ($p<0.05$) ortaya çıkarken bu özellikler bakımından yıl x popülasyon etkileşiminin istatistiksel bakımdan önemli olmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.10). Uygulanan varyans analizi sonucunda çalışmaya konu kozalak özellikleri bakımından yükselti basamakları ve yıllar arası istatistiksel anlamlı farklılık ($p<0.05$) çıkmasıyla (Çizelge 4.10) Duncan testi ile homojen gruplar oluşturulmuş ve sonuçlar Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Tohum özelliklerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Özellik	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
TS	Model	772537181	4	193134295	312.372	.000
	Yıl	132997501	2	664987507	107.554	.000
	Popülasyon	651781	1	651781	.105	.004
	Yılıpopülasyon	20815756	1	20815756	3.367	.067
	Hata	331399305	536	6182823		
	Toplam	1103936486	540			
TB	Model	29146.672	4	7286.668	32016.8	.000
	Yıl	2937.096	2	1468.548	6452.64	.000
	Popülasyon	121.336	1	121.336	533.138	.000
	Yılıpopülasyon	.000	1	.000	.000	1.00
	Hata	121.988	536	.228		
	Toplam	29268.660	540			
TE	Model	7849.493	4	1962.373	74455.5	.000
	Yıl	808.431	2	404.215	15336.6	.000
	Popülasyon	29.070	1	29.070	1102.97	.000
	Yılıpopülasyon	.001	1	.001	.052	.820
	Hata	14.127	536	.026		
	Toplam	7863.620	540			
TA	Model	145746683	4	36436671	294.367	.000
	Yıl	20154667	2	10077334	81.414	.000
	Popülasyon	105219	1	105219	.850	.003
	Yılıpopülasyon	69100.427	1	69100.427	.558	.455
	Hata	66345881	536	123779		
	Toplam	212092565	540			

Uygulanan Duncan testi sonucunda yükselti basamakları ve yılların tohum ağırlığı bakımından diğer tohum özelliklerine göre daha heterojen bir yapı gösterdiği söylenebilir (Çizelge 4.11). Zira, uygulanan Duncan testi sonucunda popülasyonlar yıllara göre tohum ağırlığı bakımından dört homojen grup oluştururken, tohum sayısı, tohum boyu ve tohum eni bakımından üç homojen grup oluşturmuştur. Bununla birlikte her yükselti basamağının kozalak özellikleri bakımından yıllar itibariyle genel olarak aynı homojen grupta (örneğin Alt-2016, Orta-2016; Üst2016) yer aldığı söylenebilir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Tohum özelliklerine ilişkin Duncan testi sonuçları

Popülasyonlar/Yıllar	Homojen gruplar*			
	TS	TB	TE	TA
ALT - 2015	c	b	b	d
ORTA - 2015	b	a	a	c
ÜST - 2015	c	c	c	d
ALT - 2016	a	b	b	ab
ORTA - 2016	a	a	a	a
ÜST - 2016	a	c	c	b

*; Aynı harfler benzer grupları göstermektedir.

4.3. Özellikler Arasındaki İlişkiler

Çalışmaya konu üreme ve büyüme özellikleri ile yükselti arasındaki ilişkiler aşağıda alt başlıklar halinde incelenmiştir.

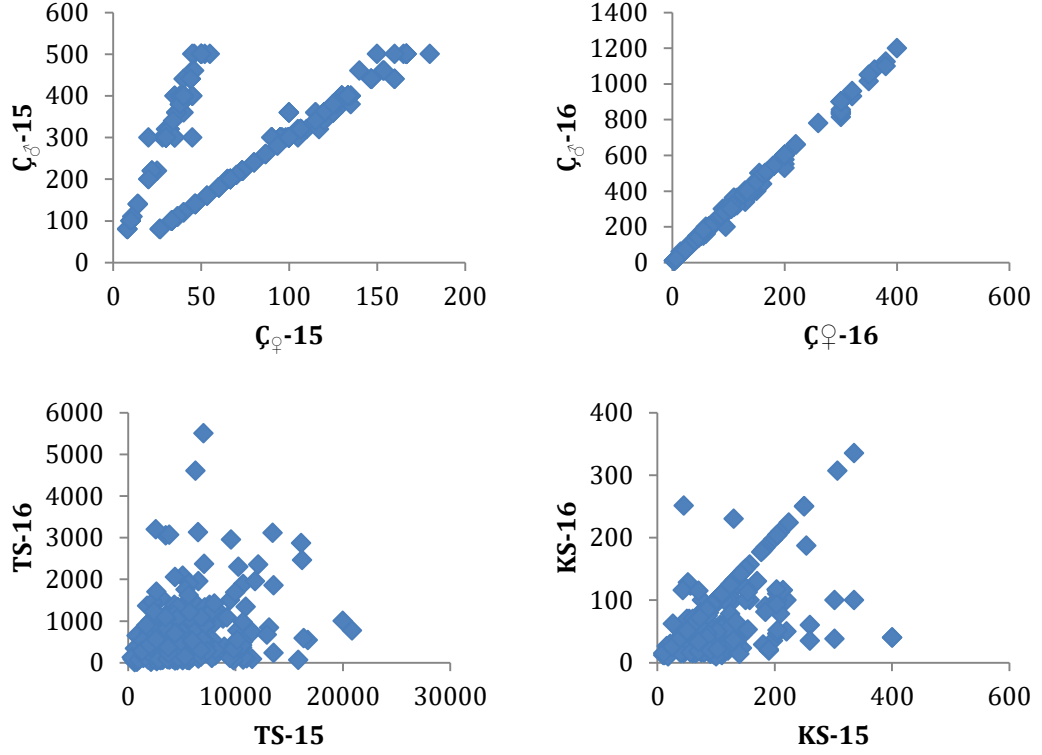
4.3.1. Üreme özellikleri arasındaki ilişkiler

Çiçek verimi, tohum ve kozalak özellikleri arasındaki ilişkilerin yıllara göre belirlenmesiyle amacıyla uygulanan korelasyon analizi sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Uygulanan korelasyon analizi sonucunda üreme özellikleri arasında genel olarak istatistiksel bakımdan anlamlı ($p < 0.05$) pozitif ilişkiler belirlenmiştir (Çizelge 4.12). Bu bağlamda oluşturulan korelasyon matrisinde yer alan 190 ilişki katsayısından sadece 34’ünde özellikler arasında istatistiksel bakımdan anlamlı ($p > 0.05$, $r \geq 0.11$) ilişki olmadığı ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.12). Yine aynı Çizelgeden görüleceği üzere ilişkilerin genel olarak kendi içerisinde yoğunluk kazanması dikkat çekicidir. Örneğin her iki yıla ait tohum özelliklerine ilişkin 64 ilişki katsayısından sadece 11’inin anlamlı ($p > 0.05$) olmadığı ortaya çıkmıştır. Çiçek, kozalak ve tohum verimi arasındaki ilişkiler yıllar itibariyle Şekil 4.10’da görsel olarak verilmiştir.

Çizelge 4.12. Üreme özellikleri arasındaki ilişkiler

<i>r</i>	Ç _♀ -15	Ç _♂ -15	Ç _♀ -16	Ç _♂ -16	TS-15	TB-15	TE-15	TA-15	TS-16	TB-16	TE-16	TA-16	KS-15	KB-15	KE-15	KA-15	KS-16	KB-16	KE-16	
Ç _♀ -15	-																			
Ç _♂ -15	.57	-																		
Ç _♀ -16	-.36	.28	-																	
Ç _♂ -16	-.36	.28	.99	-																
TS-15	-.12 ^{NS}	.16	.18	.18	-															
TB-15	.43	.20	-.19	-.19	.07 ^{NS}	-														
TE-15	.50	.19	-.26	-.25	.06 ^{NS}	.92	-													
TA-15	.02 ^{NS}	.17	.17	.17	.99	.16	.16	-												
TS-16	.13	.11 ^{NS}	-.02 ^{NS}	.02 ^{NS}	.28	.35	.36	.32	-											
TB-16	.43	.20	-.19	-.19	.07 ^{NS}	1.0	.91	.16	.35	-										
TE-16	.50	.19	-.26	-.26	.06 ^{NS}	.92	.99	.16	.35	.91	-									
TA-16	.15	.12	.01 ^{NS}	.01 ^{NS}	.27	.38	.39	.31	.99	.36	.39	-								
KS-15	-.01 ^{NS}	.14	.17	.18	.99	.04 ^{NS}	.03 ^{NS}	.98	.26	.04 ^{NS}	.03 ^{NS}	.25	-							
KB-15	.02 ^{NS}	.19	.15	.15	.20	.70	.72	.29	.36	.70	.72	.39	.15	-						
KE-15	-.10 ^{NS}	.18	.21	.21	.09 ^{NS}	.49	.50	.16	.26	.49	.49	.28	.06 ^{NS}	.76	-					
KA-15	-.07 ^{NS}	.23	.24	.24	.20	.58	.59	.27	.34	.58	.58	.36	.16	.86	.74	-				
KS-16	-.12 ^{NS}	.06 ^{NS}	.28	.29	.49	-.02 ^{NS}	-.05 ^{NS}	.49	.55	-.02 ^{NS}	-.05 ^{NS}	.53	.48	.09 ^{NS}	.01 ^{NS}	.12	-			
KB-16	.02 ^{NS}	.20	.15	.15	.20	.70	.72	.29	.36	.70	.72	.39	.15	1.0	.76	.86	.09 ^{NS}	-		
KE-16	-.10 ^{NS}	.18	.22	.22	.09 ^{NS}	.49	.50	.16	.26	.49	.49	.28	.06 ^{NS}	.76	.99	.74	.01 ^{NS}	.76	-	
KA-16	-.07 ^{NS}	.23	.25	.25	.20	.58	.59	.27	.34	.58	.58	.36	.16	.87	.74	.99	.12	.87	.73	

^{NS}; ilişkiler istatistiksel bakımdan anlamlı ($p>0.05$) değildir.



Şekil 4.10. Üreme özellikleri arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.12'den de görüldüğü üzere 2015 yılı dişi ve erkek çiçek sayısı arasında ($r=0.57$), 2016 yılı dişi ve erkek çiçek sayısı arasında ($r=0.99$), tohum sayısı ($r=0.28$), ile kozalak sayısı ($r=0.48$), bakımından yıllar arasında istatistiksel bakımdan çiçek sayıları arasında istatistiksel bakımdan anlamlı ($p<0.05$) ilişkiler ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.12, Şekil 4.10). Uygulan regresyon analizi sonucunda da bu ilişkiler (Şekil 4.10) için R^2 değerleri sırasıyla 0.33, 0.99, 0.11 ve 0.23 bulunmuştur.

4.3.2. Büyüme özellikleri ve yükselti ile üreme özellikleri ilişkileri

Kozalak ve tohum özellikleri üzerinde doğrudan etkili olduğu düşünülen bazı büyüme özellikleri ve yükselti ile üreme özellikleri arasındaki ilişkiler uygulanan korelasyon analizi ile belirlenerek sonuçları Çizelge 4.13'te verilmiştir. Yaşın üreme özellikleri üzerinde istatistiksel bakımdan anlamlı ($p>0.05$) etkisi bulunmazken, diğer büyüme özelliklerinin üreme özelliği üzerine olan etkisi özelliklere göre değişim göstermiştir (Çizelge 4.13). Örneğin ağaç boyunun 2015 yılı dişi çiçek verimine etkisi olmazken, erkek çiçek ve 2016 yılı

çiçek verimi üzerine pozitif ve anlamlı etkide bulunmuştur. Taç çapı 2015 yılı çiçek verimini pozitif, 2016 yılı çiçek verimini ise negatif ve anlamlı etkilemiştir. Bununla birlikte tohum ve kozalak sayısı üzerine boy ve göğüs yüksekliği çapının daha etkili olduğu görülmektedir. Ancak üreme özellikleri üzerinde etkili olan büyüme özelliklerinin boy, taç çapı ve göğüs yüksekliği çapı şeklinde sıralandığı söylenebilir (Çizelge 4.13).

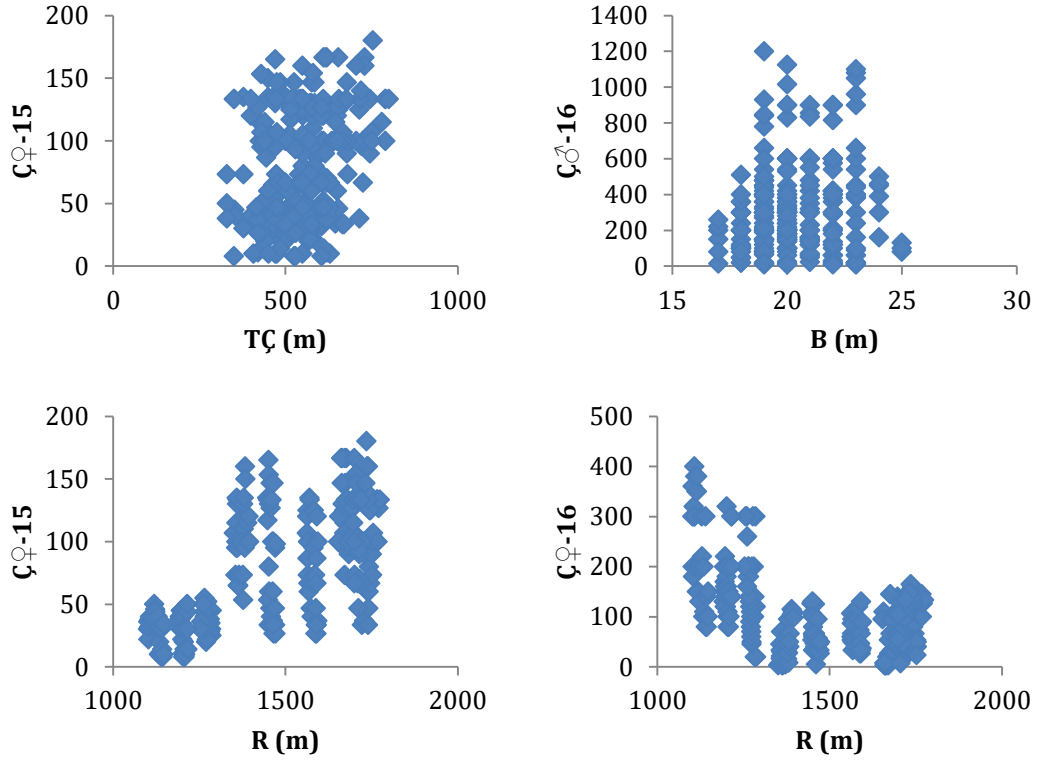
Çizelge 4.13. Büyüme özellikleri ve yükselti ile üreme özellikleri ilişkileri

r	B	d1.30	TÇ	Y	R
Ç♀-15	-.03NS	-.03NS	.31	-.04NS	.66
Ç♂-15	.17	.11NS	.13	.04NS	-.01NS
Ç♀-16	.14	-.04NS	-.14	-.03NS	-.55
Ç♂-16	.14	-.04NS	-.14	-.03NS	-.55
TS-15	.17	.17	.09NS	.05NS	-.08NS
TB-15	.38	.02NS	.59	.02NS	.67
TE-15	.37	-.02NS	.60	-.04NS	.76
TA-15	.22	.17	.16	.07NS	-.01NS
TS-16	.14	.04NS	.24	.02NS	.19
TB-16	.38	.0NS	.59	-.01NS	.67
TE-16	.37	-.02NS	.60	-.04NS	.76
TA-16	.16	.47	.26	-.07NS	.21
KS-15	.13	.15	.08NS	.02NS	-.08NS
KB-15	.48	.02NS	.45	-.01NS	.25
KE-15	.44	-.03NS	.28	-.01NS	.07NS
KA-15	.51	.01NS	.40	-.04NS	.07NS
KS-16	.06NS	.01NS	.05NS	-.03NS	-.17
KB-16	.48	.01NS	.45	-.01NS	.25
KE-16	.44	-.03NS	.28	-.01NS	.07NS
KA-16	.53	.01NS	.41	-.01NS	.07NS

NS; ilişkiler istatistiksel bakımdan anlamlı değildir.

Ailelerin örneklendiği yükseltinin üreme özellikleri üzerine olan etkisi ise özelliklere göre değişim göstermiştir (Çizelge 4.13). Örneğin yükseltinin 2015 yılı erkek çiçek verimine etkisi olmazken, dişi çiçek verimi üzerine pozitif; 2016 yılı çiçek verimi üzerine ise negatif ve anlamlı etkide bulunmuştur (Çizelge 4.13). Büyüme özellikleri ve yükselti ile üreme özellikleri arasındaki bazı

ilişkiler örnek olarak yıllar itibariyle Şekil 4.11'de görsel olarak verilmeye çalışılmıştır.



Şekil 4.11. Büyüme özellikleri ve yükselti ile üreme özellikleri ilişkileri

Çizelge 4.13'den de görüldüğü üzere 2015 yılı dişi verimi üzerine taç çapı ($r=0.31$) ve yükselti ($r=0.66$) istatistiksel bakımdan anlamlı ($p<0.05$) pozitif; ağaç boyu ($r=0.14$) 2016 yılı erkek çiçek verimine istatistiksel bakımdan anlamlı ($p<0.05$) pozitif; yine yükselti 2016 yılı dişi çiçek verimine ($r=-0.55$) istatistiksel bakımdan anlamlı ($p<0.05$) negatif etkiye bulunmuştur (Çizelge 4.13, Şekil 4.11). Uygulan regreasyon analizi sonucunda da bu ilişkiler (Şekil 4.10) için R^2 değerleri sırasıyla 0.09, 0.43, 0.09 ve 0.31 bulunmuş olup genel olarak yüksek olduğu söylenebilir.

4.4. Döllenme Varyasyon Katsayısı ve Etkili Ebeveyn Sayısı

Çiçek, kozalak ve tohum verimi bağlamında tahmin edilen döllenme varyasyon katsayıları ile buna bağlı tahmin edilen etkili ebeveyn sayısı değerleri aşağıda incelenmiştir.

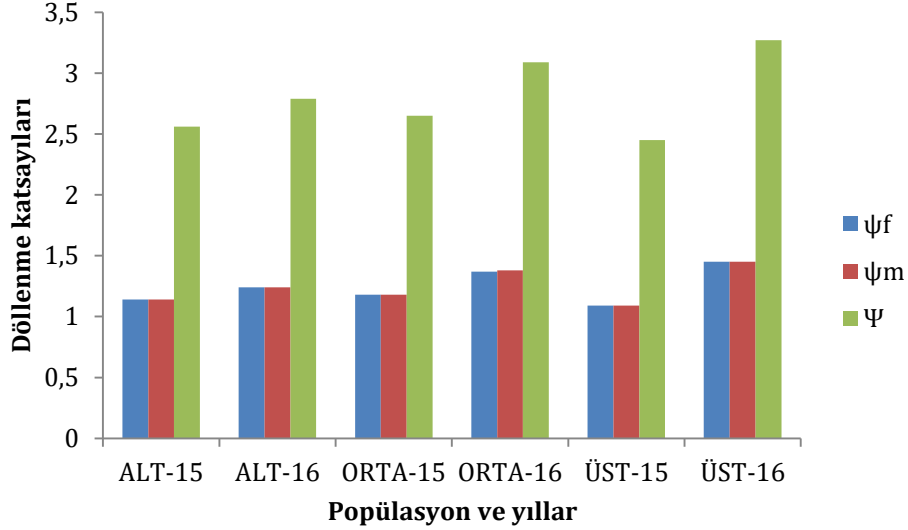
Popülasyonlarda dişi (ψ_f) ve erkek (ψ_m) çiçek verimi ile toplam çiçek verimi (Ψ) için döllenme varyasyon katsayıları, etkili ebeveyn sayısı ($N_{p(f)}$, $N_{p(m)}$, N_p) ile etkili ebeveyn sayısı oranı ($N_{r(f)}$, $N_{r(m)}$, N_r), ayrı ayrı ve yıllar itibariyle tahmin edilerek elde edilen değerler Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.14. Çiçek için popülasyon ve yıllara göre döllenme varyasyon katsayısı, etkili ebeveyn sayısı ve oranı

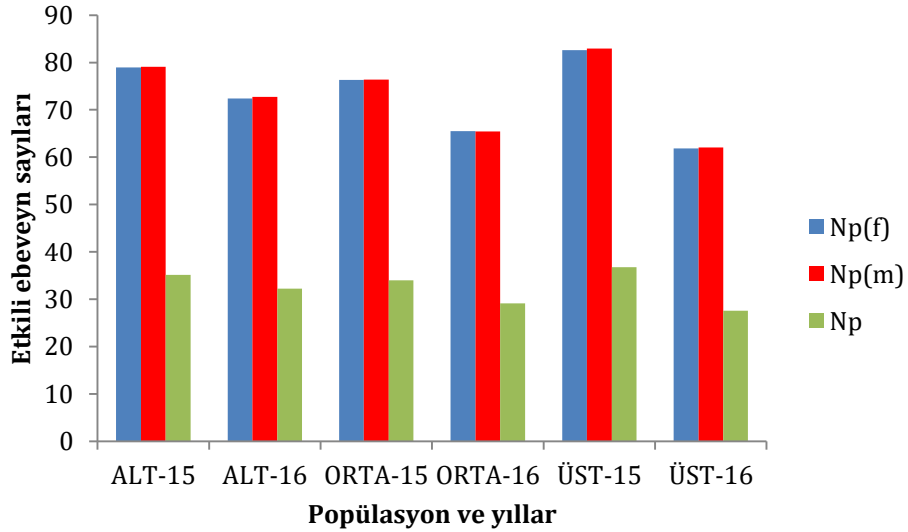
	Popülasyonlar/Yıllar					
	<u>ALT</u>		<u>ORTA</u>		<u>ÜST</u>	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016
ψ_f	1.14	1.24	1.18	1.37	1.09	1.45
ψ_m	1.14	1.24	1.18	1.38	1.09	1.45
Ψ	2.56	2.79	2.65	3.09	2.45	3.27
$N_{p(f)}$	78.97	72.37	76.35	65.47	82.64	61.86
$N_{p(m)}$	79.11	72.73	76.42	65.42	82.93	62.07
N_p	35.16	32.22	33.96	29.11	36.78	27.54
$N_{r(f)}$	87.74	80.41	84.84	72.74	91.82	68.74
$N_{r(m)}$	87.90	80.81	84.91	72.69	92.15	68.97
N_r	39.07	35.80	37.73	32.35	40.87	30.60

Dişi ve erkek çiçek verimi bağlamında ayrı ayrı tahmin edilen döllenme varyasyon katsayıları (ψ_f ve ψ_m) birbirine benzer olup en yüksek değer 1.45 ile 2016 yılında üst rakımda bulunmuştur (Çizelge 4.14). Toplam çiçek verimi için tahmin edilen döllenme varyasyon katsayısı (Ψ) ise yine 3.27 ile 2016 yılında üst rakımda bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bunlarla birlikte bütün yükselti kademelerinde/popülasyonlarda çiçek verimi bağlamında tahmin edilen

döllenme varyasyon katsayıları 2016 yılında 2015 yılına oranla daha yüksektir (Çizelge 4.14, Şekil 4.12). Bu katsayılara bağlı olarak tahmin edilen etkili ebeveyn sayısı ise 60'ın üzerinde olup bu değer %68'den yüksektir (Şekil 4.13).



Şekil 4.12. Çiçek verimi için popülasyon ve yıllara göre döllenme katsayıları



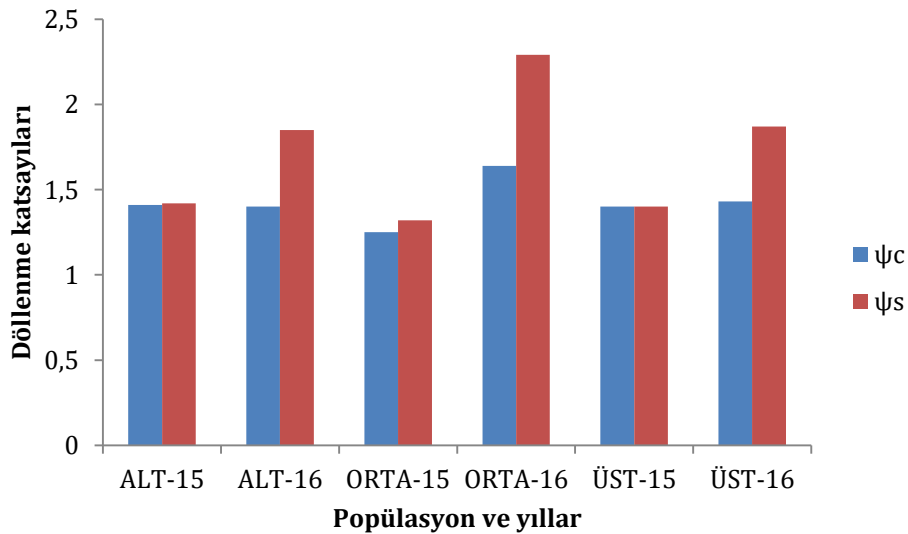
Şekil 4.13. Çiçek verimi için popülasyon ve yıllara göre etkili ebeveyn sayısı

Popülasyonlarda kozalak (ψ_c) ve tohum (ψ_s) verimi bağlamında döllenme varyasyon katsayıları ile etkili ebeveyn sayısı, kozalak ($N_{p(c)}$) ve dolu tohum ($N_{p(s)}$) verimi için etkili ebeveyn sayısı oranı ($N_{r(c)}$, $N_{r(s)}$) ile birlikte tahmin edilerek elde edilen değerler Çizelge 4.15'te verilmiştir.

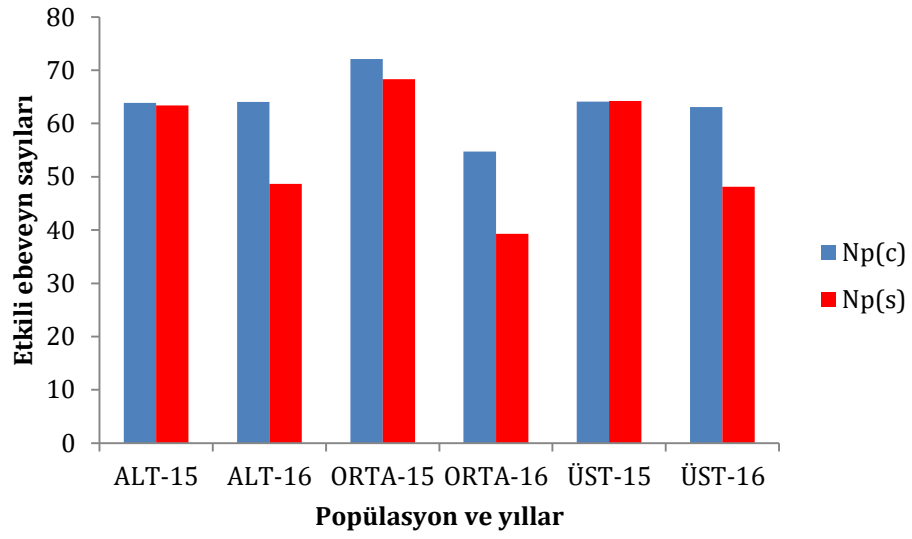
Çizelge 4.15. Kozalak ve tohum verimi için popülasyon ve yıllara göre döllenme varyasyon katsayısı, etkili ebeveyn sayısı ve oranı

	Popülasyonlar/Yıllar					
	<u>ALT</u>		<u>ORTA</u>		<u>ÜST</u>	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016
ψ_c	1.41	1.40	1.25	1.64	1.40	1.43
ψ_s	1.42	1.85	1.32	2.29	1.40	1.87
$N_{p(c)}$	63.88	64.06	72.12	54.73	64.09	63.07
$N_{p(s)}$	63.38	48.65	68.35	39.28	64.25	48.13
$N_{r(c)}$	70.97	71.18	80.13	60.82	71.21	70.08
$N_{r(s)}$	70.42	54.05	75.94	43.65	71.38	53.47

Kozalak verimi için tahmin edilen döllenme varyasyon katsayıları (ψ_c) birbirine benzerlik gösterirken, tohum sayısı için tahmin edilen döllenme varyasyon katsayıları (ψ_s) 1.32 (Orta-2015) ile 2.29 (Orta-2016) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.15). Bunlarla birlikte ψ_s değerleri bütün yükselti kademelerinde/popülasyonlarda 2016 yılında 2015 yılına oranla daha yüksektir (Çizelge 4.15, Şekil 4.14). Kozalak ve tohum verimine bağlı olarak tahmin edilen etkili ebeveyn sayısı ise en düşük (54.73 ve 39.28) 2016 yılı orta yükselti basamağında bulunmuştur (Çizelge 4.15, Şekil 4.15).



Şekil 4.14. Kozalak ve tohum verimi için döllenme varyasyon katsayıları



Şekil 4.15. Kozalak ve tohum verimi için etkili ebeveyn sayısı

Kozalak ve tohum sayısı için tahmin edilen etkili ebeveyn sayısına bağlı olarak tahmin edilen etkili ebeveyn oranları en yüksek 2015 yılı orta yükselti basamağında, en düşük ise yine aynı yükselti basamağında ve 2016 yılı için bulunmuştur (Çizelge 4.15, Şekil 4.15).

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

5.1. Büyüme Özelliklerine İlişkin Sonuçlar ve Tartışılması

Üreme özellikleri üzerinde doğrudan veya dolaylı etkili olduğu düşünülen büyüme özellikleri ölçülmüş ve popülasyonların büyüme özellikleri bakımından benzer ortalama değerlere sahip olduğu anlaşılmıştır (Çizelge 4.1). Ancak, uygulanan varyans analizi sonucunda boy ve taç çapı bakımından popülasyonlar arasında anlamlı farklılıklar ($p<0.05$) ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.2). Popülasyonlardaki ailelerin gerek ortalama ve gerekse minimum yaşlarına bakıldığında, tamamının tohum verme yaşında olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1). Zira, orman ağacı türlerinde tohum verme yaşı, yetiştirme ortamı özelliklerine ve ağaçların tepe gelişimine göre değişmekle birlikte örneğin, Kızılcım'da 20, Sarıçam ve Karaçam'da 30, Sedir türlerinde 40, Ladin türlerinde 50 ve Gökmar türlerinde 60 olarak bilinmektedir (Anonim, 1986).

5.2. Çiçek Verimine İlişkin Sonuçlar ve Tartışılması

Popülasyonlarda ve dolayısıyla yükselti basamakları içi ve arası dişi ve erkek çiçek verimi bakımından geniş farklılıklar görülmekle birlikte (Çizelge 4.3, Şekil 4.2, Şekil 4.2), 2015 yılında en düşük dişi çiçek verimine sahip (32) alt yükselti basamağı, 2016 yılında en yüksek dişi çiçek üreten (181) yükselti basamağı olmuştur. Bilir ve Özel (2017b) aynı türün tohum bahçesi üzerinde gerçekleştirmiş oldukları çalışmada dişi ve erkek çiçek sayılarını sırasıyla 145 ve 706 bulmuşlardır. Aynı türe ait bir başka tohum bahçesinde gerçekleştirilen çalışmada dişi ve erkek çiçek sayılarını sırasıyla 78 ve 187 bulunmuştur (Bilir vd., 2002). Uysal (2015) tarafından Isparta-Gönen Karaçam tohum bahçesinde gerçekleştirilen çalışmada klonlarda, 2012 yılı ortalamalarına göre erkek çiçek kurulu sayısı 93, erkek çiçek sayısı 1222, dişi çiçek sayısı 273 adet; 2013 yılı ortalamalarına göre ise erkek çiçek kurulu sayısı 177; erkek çiçek sayısı ise 2889; dişi çiçek sayısı 258 adet bulunmuştur.

Bu sonuçlar türde popülasyonlar arasında ve popülasyon içi bireyler arasında üreme verimi bakımından geniş farklılıklar olabileceğini göstermektedir ve bu

sonuçlar türün seleksiyon çalışmaları ile tohum kaynaklarının idaresinde önem arz etmektedir.

Uygulanan varyans analizi sonucunda iek verimi bakımından popülasyonlar yani yükselti basamakları ile yıllar arası istatistiksel anlamlı farklılık ($p<0.05$) ortaya çıkmıştır (izelge 4.4). Bununla birlikte yıl x popülasyon etkileşiminin istatistiksel bakımdan önemli olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Bu farklılığın belirlenmesiyle uygulanan Duncan testi sonucunda yükselti basamakları dişi iek verimi bakımından beş homojen grup oluştururken, erkek iek verimi bakımından dört homojen grup oluşturmuştur. Ancak, ilgili Duncan testi sonucunda alt yükselti basamağının iek verimi bakımından genel olarak diğerlerinden farklılık gösterdiği söylenebilir (izelge 4.5). Değişik orman ağacı türlerinin doğal veya yapay popülasyonlarında bireyler arası ile (Griffin, 1982; Shea, 1987; Xie ve Knowles, 1992; El-Kassaby, 1995; Bila, 2000; Kang vd., 2003; Bilir vd., 2005; Bilir ve özel, 2017a) tohum bahçelerinde klonlar arası (Kjaer, 1996; Bila ve Lindgren, 1998; Kang ve Lindgren, 1998; Bila vd., 1999; Keskin, 1999; Nikkanen ve Ruotsalainen, 2000; Almqvist vd., 2001; Hannerz vd., 2001; Bilir vd., 2002; Bilir vd., 2003; Bilir ve özel, 2017b) geniş iek verimi varyasyonu belirlenmiş olup bu sonuçlar çalışma sonuçları ile uyum göstermektedir. Bu sonuçlar genetik-ışlah çalışmalarında seleksiyonun önemini bir kez daha vurgulamaktadır.

5.3. Kozalak Verimi ve zelliklerine İlişkin Sonuçlar ve Tartışılması

Kozalak sayısı bakımından her iki yılda da alt yükselti basamağı en yüksek değeri (119 ve 87) gösterirken, kozalak boyutu ve ağırlığı bakımından st yükselti basamağı daha yüksek değerlere sahiptir (izelge 4.6). şekil 4.3'ten de görüldüğü üzere kozalak verimi 2015 yılında her üç yükselti basamağında da 2016 yılına göre daha yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte, kozalak boyutu ve ağırlığı bakımından st yükselti basamağı alt ve orta yükselti basamağına oranla daha büyük ve ağır kozalıklara sahiptir (izelge 4.6, şekil 4.1). Ancak yükselti basamakları içi ve arası kozalak özellikleri bakımından geniş farklılıklar grlmektedir (izelge 4.6, şekil 4.5). Bu farklılıklar uygulanan varyans analizi ile de desteklenmiştir ve çalışmaya konu özellikler bakımından

popülasyonlar/yükselti basamakları ile yıllar arası istatistiksel anlamlı farklılık ($p<0.05$) ortaya çıkarken bu özellikler bakımından yıl x popülasyon etkileşiminin istatistiksel bakımdan önemli olmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.7). Yıllar itibariyle kozalak verimi farklılığı aynı türün tohum bahçesinde gerçekleştirilen çalışmada üç yıllık veriler ışığında da belirlenmiştir (Bilir ve Özel, 2017b). Orman ağaçları biyolojileri gereği enerjilerini bazı dönemlerde büyümeye bazı dönemlerde de üremeye harcamaktadır (Kang, 2001). Bu nedenle yıllar arası üreme verimi farklılıkları beklenen olgulardandır. Bununla birlikte ülkemiz koşullarında Karaçamın bol tohum yılları, düşük rakımlarda ve güneyli bakılarda iki yılda bir, yüksek rakımlarda ve kuzeyli bakılarda ise üç yılda bir görülmektedir (Saatçioğlu, 1971; Ata, 1995). Bu düşüncelerde, çalışma sonuçlarını desteklemektedir ve türdeki tohum hasat yılının önemini vurgulamaktadır.

Uygulanan varyans analizi sonucunda çalışmaya konu kozalak özellikleri bakımından yükselti basamakları ve yıllar arası istatistiksel anlamlı farklılık ($p<0.05$) çıkmasıyla (Çizelge 4.7) uygulanan Duncan testi sonucunda yükselti basamakları ve yılların kozalak sayısı bakımından diğer kozalak özelliklerine göre daha heterojen bir yapı gösterdiği söylenebilir (Çizelge 4.8). Bununla birlikte her yükselti basamağı kozalak özellikleri bakımından yıllar itibariyle genel olarak aynı homojen grupta (örneğin Alt-2016, Orta-2016; Üst-2015) yer almaktadır (Çizelge 4.8). Kozalak verimi bakımından popülasyon içi ve popülasyon arası geniş kozalak verimi farklılıkları değişik orman ağacı türlerinde de belirlenmiştir (Ülküdü, 2013; Çerçioğlu, 2013; Keleş, 2015; Bilir, 2017; Bilir ve Özel, 2017a; Yazıcı ve Bilir, 2017). Örneğin, Toros Göknarı'nın (*Abies cilicica* Carr.) rakımsal olarak örneklenen üç popülasyonunda (1500 m >; 1500 m ≤ - 1750m ≥; 1750m<) kozalak verimi bakımından popülasyonlar arası ve popülasyon içi geniş farklılıklar bulunmakla birlikte, ortalama kozalak verimi 6.7 adet belirlenmiş ve kozalak verimi bakımından, düşük rakım ile yüksek rakım arasında yaklaşık 3 kat fark görülmüş ve kozalak verimi en yüksekte düşüğe doğru, alt-orta ve yüksek şeklinde sıralanmıştır (Ülküdü, 2013). On Sarıçam ve yedi Karaçam orijininde yapılan bir çalışmada, Sarıçamda kozalak sayısının hektarda 14200-66250; Karaçamda kozalak sayısının 26387-68175

arasında değiştiği belirlenmiştir (Ürgenç, 1967). Aynı çalışmada Sarıçam'ın Araç orijininin genç meşceresinde 14950 ve yaşlı meşceresinde 55150 adet kozalak saptanmıştır. Çalışmaya konu Karaçamın tohum bahçesinde gerçekteştirilen çalışmada üç yıllık rametlerde ortalama kozalak sayısı 73 bulunmuş ve bu değerin yıllar itibariyle 47-82 arasında değiştiği belirlenmiştir (Bilir ve Özel, 2017b). Türün tohum bahçesinde gerçekteştirilen bir çalışmada, kozalak eninin 30.73 mm ile 33.74 mm, kozalak boyunun 61.48 mm ile 70.84 mm, kozalak ağırlığının da 23.02 gr ile 30,07 gr arasında değiştiğini belirlemiştir (Uysal, 2015). Keçiboynuzunda yapılan çalışmada, meyve özellikleri bakımından popülasyonlar ve yıllar arası farklılık popülasyon içinde de görülmekte olup, yıllar arasında meyve ağırlığı bakımından yaklaşık altı kat, meyve sayısı bakımından ise yaklaşık yedi kat farklılık söz konusudur (Keleş, 2015). Üç Halep Çamı (*Pinus halepensis* Mill.) ağaçlandırma sahasında gerçekteştirilen çalışmada, en düşük kozalak verimine sahip birey ile en yüksek kozalak verimine sahip aile arasında, P1 popülasyonunda (10-400) 40 kat, P2 popülasyonunda (12-335) 30 kat ve P3 popülasyonunda (10-250) 25 kat farklılık belirlenirken; popülasyonlar arasında bu farklılık yaklaşık %50 olarak belirlenmiştir (Çerçioğlu, 2013). Kozalak verimi bakımından yıllar arası değişimler, büyük ölçüde ağaç türünün genetik özelliklerine ve çevresel faktörlere bağlı olabilir. Bununla birlikte çevre faktörlerinin üreme özellikleri üzerine olan etkisi birçok çalışma ile belirlenmiştir (Boydak, 1977; Koski, 1991; Mátyás, 1991; Eriksson, 2008). Gerek bu tez çalışması ve gerekse önceki çalışmalarda elde edilen sonuçlar popülasyonlar arası üreme verimi farklılığının olağan olduğunu göstermekle birlikte bu sonuçlar tohum kaynaklarının seçimi gibi genetik-ışlah çalışmaları ile diğer ormancılık faaliyetleri için önem arz etmektedir.

5.4. Tohum Verimi ve Özelliklerine İlişkin Sonuçlar ve Tartışılması

Tohum verimi bakımından yükseklik kademeleri yüksekten düşüğe doğru 2015 yılında Alt-Üst-Orta; 2016 yılında ise Üst-Alt-Orta şeklinde sıralanmıştır. Dolayısıyla her iki yılda da alt yükselti basamağı tohum sayısı bakımından en düşük performansı göstermiştir (Çizelge 4.9). 10 Sarıçam ve 7 Karaçam orijininde yapılan bir çalışmada, Sarıçam'da tohum sayısının hektarda 314800-

888400 arasında; Karaçam ise 422200-2908000 arasında değiştiği belirlenmiştir (Ürgenç, 1967). Uysal (2015) tarafından Karaçam tohum bahçesinde gerçekteştirilen çalışmada, tohum boyunun 6.68 mm ile 7.75 mm, tohum eninin 4.36 mm ile 4.88 mm, bir kozalaktaki ortalama tohum sayısının 24 ile 39, bir kozalaktaki ortalama dolu tohum sayısının ise 14 ile 25 arasında değiştiğini belirlemiştir. Toros sediri'nde gerçekteştirilen bir çalışmada gerek aynı bireydeki kozalaklar arasında ve gerekse popülasyon içi bireyler arasında tohum verimi bakımından geniş farklılıklar belirlenmiştir (Bilir ve Özel, 2017a).

Tohum boyut ve ağırlığı bakımından ise yine orta yükselti basamağı en düşük değerlere sahiptir (Çizelge 4.9). Genetik çeşitliliği ve dolayısıyla ailelerin gelecek generasyonlardaki temsilini önemli düzeyde etkileyen ortalama tohum sayısı değerleri 2015 yılında, 2016 yılına göre her üç yükselti basamağında da daha yüksek bulunmuştur (Şekil 4.6). Bununla birlikte, tohum boyutu ve ağırlığı bakımından orta yükselti basamağı alt ve orta yükselti basamağına oranla daha düşük değerlere sahiptir (Çizelge 4.9, Şekil 4.7, Şekil 4.8).

Yükselti basamakları içi ve arası tohum özellikleri bakımından geniş farklılıklar görölmektedir (Çizelge 4.9). Bu farklılıklardan, özellikle popülasyonun genetik yapısında önemli rol oynayan kozalak verimine ilişkin varyasyon Şekil 4.9'da görselleştirilmiştir. Tohum özellikleri bakımından belirlenen geniş farklılıklar (Çizelge 4.9, Şekil 4.9) uygulanan varyans analizi ile de desteklenmiş ve çalışmaya konu tohum özellikleri bakımından popülasyonlar/yükselti basamakları ile yıllar arası istatistiksel anlamlı farklılık ($p < 0.05$) ortaya çıkarken bu özellikler bakımından yıl x popülasyon etkileşiminin istatistiksel bakımdan önemli olmadığı ($p > 0.05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.10). Bu özellikler için uygulanan Duncan testi sonucunda yükselti basamakları ve yılların tohum ağırlığı bakımından diğer tohum özelliklerine göre daha heterojen bir yapı gösterdiği söylenebilir (Çizelge 4.8). Zira, uygulanan Duncan testi sonucunda popülasyonlar yıllara göre tohum ağırlığı bakımından dört homojen grup oluştururken, tohum sayısı, tohum boyu ve tohum eni bakımından üç homojen grup oluşturmuştur. Bununla birlikte her yükselti basamağının kozalak özellikleri bakımından yıllar itibariyle genel olarak aynı homojen grupta (örneğin Alt-2016, Orta-2016; Üst-2016) yer aldığı söylenebilir (Çizelge 4.8).

5.5. Özellikler Arasındaki İlişkilere Ait Sonuçlar ve Tartışılması

Çiçek verimi, tohum ve kozalak özellikleri arasındaki ilişkilerin yıllara göre belirlenmesiyle amacıyla uygulanan korelasyon analizi sonucunda; üreme özellikleri arasında genel olarak istatistiksel bakımdan anlamlı ($p < 0.05$) pozitif ilişkiler belirlenmiştir (Çizelge 4.12). Bu bağlamda, oluşturulan korelasyon matrisinde yer alan 190 ilişki katsayısından 34'ünde özellikler arasında istatistiksel bakımdan anlamlı ($p > 0.05$, $r \geq 0.11$) ilişki olmadığı ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.12). Yine aynı Çizelgeden görüleceği üzere ilişkilerin genel olarak kendi içerisinde yoğunluk kazanması dikkat çekicidir. Örneğin her iki yıla ait tohum özelliklerine ilişkin 64 ilişki katsayısından 11'inin anlamlı ($p < 0.05$) olmadığı ortaya çıkmıştır. Çiçek, kozalak ve tohum verimi arasındaki ilişkiler yıllar itibariyle Şekil 4.10'da görsel olarak verilmiştir. Çizelge 4.12'den de görüleceği üzere 2015 yılı dişi ve erkek çiçek sayısı arasında ($r=0.57$), 2016 yılı dişi ve erkek çiçek sayısı arasında ($r=0.99$), tohum sayısı ($r=0.28$), ile kozalak sayısı ($r=0.48$), bakımından yıllar arasında istatistiksel bakımdan çiçek sayıları arasında istatistiksel bakımdan anlamlı ($p < 0.05$) ilişkiler ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.12, Şekil 4.10). Uygulan regresyon analizi sonucunda da bu ilişkiler (Şekil 4.10) için R^2 değerleri sırasıyla 0.33, 0.99, 0.11 ve 0.23 bulunmuştur.

Çalışmaya konu Karaçamla ilgili Isparta-Gönen tohum bahçesinde gerçekleştirilen çalışmada, tepe tacı hacmi, dal uzunluğu, boy ve çap gibi büyüme karakterleri ile 2012 ve 2013 yılı erkek çiçek sayıları, erkek çiçek kurulu sayıları, dişi çiçek sayıları, kozalak sayısı ve diğer büyüme karakterleri arasında pozitif ve yüksek genetik korelasyonlar tahmin edilmiştir (Uysal, 2015).

Ülkemizdeki Karaçam, Kızılçam ve Sarıçam üzerinde yapılan çalışmalarda da dişi ve erkek çiçek verimi arasında istatistiksel bakımdan anlamlı ($p < 0.05$) pozitif ilişkiler belirlenmiştir (Bilir vd., 2002). Keleş (2015) Keçiboynuzu popülasyonları üzerinde gerçekleştirmiş olduğu Doktora tez çalışmasında iki yıllık veriler ışığında meyve ve tohum özellikleri arasındaki ilişkilerin popülasyon, yıl ve özelliklere göre değişim gösterdiğini belirlemiştir; tohum ve meyvenin ağırlık ile sayıları arasında her iki yıl ve popülasyonların tamamında istatistiksel bakımdan anlamlı pozitif ilişkiler belirlenirken, tohum ağırlığı ile

meyve eni arasında 2013 yılında anlamlı ilişki olmadığı, 2014 yılında ise anlamlı ilişkiler olduğu ortaya çıkmıştır. Halep Çamı (*Pinus halepensis* Mill.) ağaçlandırma sahasında gerçekleştirilen çalışmada; boy, göğüs çapı ve tepe çapı ile kozalak verimi arasında istatistiksel bakımdan anlamlı ($p \leq 0.05$) pozitif ilişkiler belirlenmiştir (Çerçioğlu, 2013). Değişik orman ağacı türlerinde yapılan çalışmalarda da çiçek verimi arasındaki ilişkiler ağaç türü ve popülasyonlara göre farklı sonuçlar alınmıştır. Örneğin, dişi ve erkek çiçek verimi arasında *Pinus brutia* (Keskin, 1999; Bilir vd., 2002 ve 2005) ve *Pinus taeda*'da (Schmidtling, 1981) pozitif; *Pinus eliotti* (Schultz, 1971), *Pinus sylvestris* (Savolainen vd., 1993) ve *Pinus contorta*'da (Hannerz vd., 2001) negatif ilişkiler belirlenmiştir. Ancak *Pinus sylvestris*'te yapılan bazı çalışmalarda erkek çiçek verimi ile dişi çiçek verimi arasında pozitif ilişkiler belirlenmiştir (Bilir vd., 2002; 2006). Bununla birlikte, kozalak sayısı ile dolu tohum sayısı arasında *Picea sitchensis* (Chaisurisri ve El-Kassaby, 1993), *Picea abies* (Kjaer ve Wellendorf, 1997) ve *Pseudotsuga menziesii*'de (El-Kassaby ve Cook, 1994; Reynolds ve El-Kassaby, 1990) arasında pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Benzer sonuçlar Bilir vd. (2008) tarafından üç Sarıçam tohum bahçesinde yapılan çalışmada da bulunmuştur.

Kozalak ve tohum özellikleri üzerinde doğrudan etkili olduğu düşünülen bazı büyüme özellikleri ve yükselti ile üreme özellikleri arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla uygulanan korelasyon analizi sonucunda; yaşın üreme özellikleri üzerinde istatistiksel bakımdan anlamlı ($p > 0.05$) etkisi bulunmazken, diğer büyüme özelliklerinin üreme özelliği üzerine olan etkisi özelliklere göre değişim göstermiştir (Çizelge 4.13). Örneğin ağaç boyunun 2015 yılı dişi çiçek verimine etkisi olmazken erkek çiçek ve 2016 yılı çiçek verimi üzerine pozitif ve anlamlı etkide bulunmuştur. Taç çapı 2015 yılı çiçek verimini pozitif, 2016 yılı çiçek verimini ise negatif ve anlamlı etkilemiştir. Bununla birlikte tohum ve kozalak sayısı üzerine boy ve göğüs yüksekliği çapının daha etkili olduğu görülmektedir. Ancak üreme özellikleri üzerinde etkili olan büyüme özelliklerinin boy, taç çapı ve göğüs yüksekliği çapı şeklinde sıralandığı söylenebilir (Çizelge 4.13). 2015 yılı dişi verimi üzerine taç çapı ($r=0.31$) ve yükselti ($r=0.66$) istatistiksel bakımdan anlamlı ($p < 0.05$) pozitif; ağaç boyu ($r=0.14$) 2016 yılı erkek çiçek verimine istatistiksel bakımdan anlamlı ($p < 0.05$)

pozitif; yine yükseltti 2016 yılı dişi çiçek verimine ($r=-0.55$) istatistiksel bakımdan anlamlı ($p<0.05$) negatif etkide bulunmuştur (Çizelge 4.13, Şekil 4.11). Uygulan regresyon analizi sonucunda da bu ilişkiler (Şekil 4.10) için R^2 değerleri sırasıyla 0.09, 0.43, 0.09 ve 0.31 bulunmuştur. Keleş (2015), Keçiboynuzu popülasyonlarda, diğer üreme özelliklerine oranla; meyve çapı, meyve sayısı, meyve ağırlığı, tohum ağırlığı ve tohum sayısının büyüme özelliklerinden daha fazla etkilendiğini belirlemiştir. Saatçioğlu (1971), bir tohum yılında besin maddelerinin büyük ölçüde harcanması ertesi yıl yetersiz tohum oluşmasına neden olabileceğini; ağaçtaki C/N oranının artması büyük olasılıkla çiçek oluşumunu artırdığını; sıcak yazlarda toprağın kuraklığı yüzünden besin tuzlarının alımı azalır ve güneşli havalar karbonhidrat üretimini artırdığını; her yönden ışık alan ve tamamıyla serbest kalan ağaçların tepe kısımları en fazla çiçek ve meyve yaptığını belirtmektedir. Odabaşı (1990) Toros sedirinde yaşın ilerlemesi ve tepenin büyümesiyle birlikte kozalak miktarının artmasının da doğal olduğunu ifade etmektedir. Bilir vd. (2006) üç klonal Sarıçam tohum bahçesinde yapmış oldukları çalışmada çiçek veriminin genel olarak çok yüksek olmasa da büyüme özelliklerinden olumlu yönde etkilendiğini ve bunun özellikle dip çap ile ilişkili olduğunu belirlemişlerdir. Bhumibhamon (1978) Sarıçam'da çiçek verimi ile çap ve taç hacmi arasında pozitif ilişkiler belirlemiştir. Benzer sonuçlar Avrupa ladini'nde de belirlenmiştir (Nikkanen ve Ruotsalainen, 2000). Ancak Schmidting (1981) tarafından doğal *Pinus taeda* ormanlarında çiçeklenme ile büyüme arasında negatif ilişkiler bulunmuş olup benzer sonuçlar Sarıçamda da Nikkanen ve Velling (1987) tarafından belirlenmiştir. Bunun aksine boy ile çiçeklenme arasında *Pinus contorta* (Hannerz vd., 2001) ve *Picea abies* (Almqvist vd., 2001) düşük korelasyonlar belirlenmiştir. Doğal Toros Göknarı (*Abies cilicica* Carr.) popülasyonlarında gerçekleştirilen çalışmada, boy ile kozalak verimi arasında istatistiksel bakımdan anlamlı ilişki bulunamazken ($p\geq 0.05$); göğüs çapı, yaş ve tepe çapı arasında istatistiksel bakımdan anlamlı ($p\leq 0.05$) pozitif ilişki belirlenmiştir (Ülküdür, 2013). Boydak (1977) Sarıçamın doğal meşcerelerinde yapmış olduğu çalışmada, tohum veriminin 41-60 yaşlarında düşük, 81-100 yaşlarında en yüksek ve 181-200 yaşlarında düşük olduğunu belirlemiştir. Prescher vd. (2007) Sarıçamın tohum bahçesinde yapmış oldukları çalışmada, yaş ile kozalak

verimi arasında önemli ilişkiler belirlerken ($r=0.675$, $p<0.05$); yaşın tohum verimini ($r=0.59$, $p>0.05$) etkilemediğini belirlemişlerdir. 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. Bilir vd. (2008) sarıçam tohum bahçelerinde genel olarak çiçek verimi ile ağaç boyutu arasında pozitif ilişki olduğunu belirtmişlerdir.

Bilir vd. (2017a), Akdeniz servisinin (*Cupressus sempervirens* L.) plantasyon sahasında gerçekleştirmiş oldukları çalışmada boy ve çapın kozalak verimi üzerinde pozitif ve anlamlı ($p\leq 0.05$, $r>0.29$) etkisinin olduğunu belirlemişlerdir. Eler (1990) doğal Kızılcım popülasyonlarında yapmış olduğu çalışmada, yaş ve yükseltinin tohum yılını etkilediğini belirlemiştir. Bu sonuçlara ek olarak, birçok genetik ve çevre faktörlerinin çiçek, kozalak ve tohum verimi üzerine etkisi olduğu değişik orman ağacı türlerinde belirlenmiştir (Boydak, 1977; Koski, 1991; Mátyás, 1991; Eriksson, 2008). Toros Göknaının (*Abies cilicica* Carr.) rakımsal olarak örneklenen popülasyonlarında gerçekleştirilen çalışma sonucunda, yükselti ile kozalak verimi arasında istatistiksel bakımdan ($p\leq 0.05$) anlamlı ve negatif ($r=-0.350$) ilişkiler bulunmuştur (Ülküdü, 2013). Ehrami Karaçam (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* var. *pyramidata*) ağaçlandırma sahaslarında yapılan çalışmada ağaç boyu ve göğüs yüksekliği çapının kozalak verimini pozitif olarak ve anlamlı etkilediği belirlenmiştir (Bilir vd., 2017c).

Ailelerin örneklendiği yükseltinin üreme özellikleri üzerine olan etkisi ise özelliklere göre değişim göstermiştir (Çizelge 4.13). Örneğin yükseltinin 2015 yılı erkek çiçek verimine etkisi olmazken dişi çiçek verimi üzerine pozitif, 2016 yılı çiçek verimi üzerine ise negatif ve anlamlı etkide bulunmuştur (Çizelge 4.13). Gerek çalışmamızda ve gerekse önceki çalışmalarda elde edilen sonuçlar türün tohum kaynaklarının seleksiyon, bakım ve ıslahı ile kaliteli tohum üretim çalışmaları için önem arz etmektedir.

5.6. Döllenme Varyasyon Katsayısı ve Etkili Ebeveyn Sayısına İlişkin Sonuçlar ve Tartışılması

Dişi ve erkek çiçek verimi bağlamında ayrı ayrı tahmin edilen döllenme varyasyon katsayıları (ψ_f ve ψ_m) birbirine benzer olup en yüksek değer 1.45 ile 2016 yılında üst rakımda bulunmuştur (Çizelge 4.14). Toplam çiçek verimi için tahmin edilen döllenme varyasyon katsayısı (Ψ) ise yine 3.27 ile 2016 yılında üst rakımda bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bunlarla birlikte bütün yükselti kademelerinde/popülasyonlarda çiçek verimi bağlamında tahmin edilen döllenme varyasyon katsayıları 2016 yılında 2015 yılına oranla daha yüksektir (Çizelge 4.14, Şekil 4.12). Bu katsayılara bağlı olarak tahmin edilen etkili ebeveyn sayısı ise 60'ın üzerinde olup bu değer %68'den yüksektir (Şekil 4.13).

Kozalak verimi için tahmin edilen döllenme varyasyon katsayıları (ψ_c) birbirine benzerlik gösterirken, tohum sayısı için tahmin edilen döllenme varyasyon katsayıları (ψ_s) 1.32 (Orta-2015) ile 2.29 (Orta-2016) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.15). Toros Gökarnarının (*Abies cilicica* Carr.) rakımsal olarak örneklenen popülasyonlarında (1500 m >; 1500 m ≤ - 1750m ≥; 1750m<) gerçekleştirilen çalışmada kozalak verimi bağlamında popülasyonların genelinde döllenme varyasyonu 2.12 bulunurken döllenme varyasyonu değeri yüksek rakımda en düşük (1.471) bulunmuştur; yüksek rakımlı popülasyon, diğerlerine göre daha yüksek etkili ebeveyn sayısı (17.0) ve oranına (0.68) sahip olup popülasyonların genelinde etkili ebeveyn oranı 0.472 olarak belirlenmiştir (Ülküdür, 2013). Kang (2001) ve Prescher (2007) genç popülasyonlarda yıllara göre büyük sapmalar olabileceğini belirtmektedirler. Ülkemizdeki doğal Kızılçam ormanlarından örneklenen altı popülasyonda ve iki yıllık çiçek verimi ışığında, verim bakımından popülasyon ve yıllar arasında geniş farklılık bulunmasına karşın döllenme varyasyonu katsayısı benzerlik göstermiştir (Bilir vd., 2005). Dişi veya erkek çiçek verimi için döllenme varyasyonu= CV^2+1 (Kang ve Lindgren, 1999) eşitliğine göre de tahmin edilebildiğinden; her bireyin gen havuzuna eşit miktarda üreme katkısı yapması durumunda varyasyon katsayısı sıfır olacağından, döllenme varyasyonu katsayısı da 1 olacaktır ve bu durum ideal bir popülasyon için beklenen

değerdir. Çalışmamızda elde edilen değerler ıslah popülasyonları için kabul edilen değerlerle uyum içinde olup, Kang (2001), bu değerlerin tohum bahçeleri için 2'ye, doğal popülasyonlar ise 3'e kadar olması durumunda kabul edilebilir değerde olduğunu belirtmektedir.

Bunlarla birlikte ψ_s değerleri bütün yükselti kademelerinde/popülasyonlarda 2016 yılında 2015 yılına oranla daha yüksektir (Çizelge 4.15, Şekil 4.14). Keleş (2015) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Keçiboynuzunda meyve ve tohum verimi bağlamında tahmin edilen döllenme varyasyon katsayıları popülasyonlarda yıllar arası farklılık göstermiştir; popülasyonlarda meyve verimine göre tahmin edilen döllenme varyasyon katsayısı tohum verimine göre hesaplanan döllenme varyasyon katsayısına oranla daha düşük bulunmuştur. Aynı çalışmada, döllenme varyasyon katsayısı en düşük 2013 yılında Tarsus popülasyonunda meyve verimi bakımından (1.148) belirlenirken en yüksek Silifke popülasyonunda 2014 yılı tohum verimi bakımından (1.891) belirlenmiş ve gen koruma popülasyonu seçiminde Tarsus popülasyonuna öncelik verilmesi önerilmiştir (Keleş, 2015). Bir doğal Toros sediri popülasyonunda gerçekleştirilen çalışmada, kozalak, tohum ve çiçek verimleri için tahmin edilen döllenme varyasyon katsayıları birbirine benzer bulunmuştur (Bilir ve Özel, 2017a).

Ülkemizdeki doğal Kızılçam ormanlarından örneklenen altı popülasyonda ve iki yıllık çiçek verimi ışığında, verim bakımından popülasyon ve yıllar arasında geniş farklılık bulunmasına karşın döllenme varyasyonu katsayısı benzerlik göstermiş ve 1.35-1.52 arasında bulunmuştur (Bilir vd., 2005). Kozalak ve tohum verimine bağlı olarak tahmin edilen etkili ebeveyn sayısı ise en düşük (54.73 ve 39.28) 2016 yılı orta yükselti basamağında bulunmuştur (Çizelge 4.15, Şekil 4.15). Üç Halep Çamı (*Pinus halepensis* Mill.) ağaçlandırma sahasında gerçekleştirilen çalışmada; kozalak verimi bağlamında döllenme varyasyonu 1.49, etkili ebeveyn oranı %67.2, %69.7 ve %74.6 bulunmuştur (Çerçioğlu, 2013).

Kozalak ve tohum sayısı için tahmin edilen etkili ebeveyn sayısına bağlı olarak tahmin edilen etkili ebeveyn oranları en yüksek 2015 yılı orta yükselti

basamağında, en düşük ise yine aynı yükselti basamağında ve 2016 yılı için bulunmuştur (Çizelge 4.15, Şekil 4.15).

Döllenme varyasyonunun tahmininde kriter olarak bireylerin/klonların çiçek, kozalak, meyve, tohum ve polen verimi gibi birçok üreme özellikleri kullanılmaktadır (Griffin, 1982; Roeder vd., 1989; Xie ve Knowles, 1992; Savolainen vd., 1993; Bilir ve Özel, 2017a). Ancak çiçek verimi çevresel şartlar ve bu bağlamda veri toplama dönemine göre değişim gösterebileceğinden ve tohum verimi için tahmin edilen döllenme varyasyonu ise kozalak/tohum hasadı gibi veri toplama zorluğu ve süresi göz önüne alındığında; döllenme varyasyonunun kozalak verimine göre tahmin edilmesinin daha sağlıklı ve ekonomik olacağı söylenebilir. Benzer öneriler, önceki çalışmalarda da bulunulmuştur (Bilir ve Kang, 2014; Bilir ve Özel, 2017a; Bilir ve Özel, 2017b). Döllenme varyasyonu katsayısının tahmini ormancılık ve diğer biyoloji bilimlerinde, bitki ıslahı, gen kaynaklarının belirlenmesi, korunması ve yönetiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Griffin, 1982; Shea, 1987; Xie ve Knowles, 1992; Bila, 2000; Kang vd., 2003). Gerek doğal ve gerekse yapay popülasyonlarda bireylerin, üreme özellikleri veriminden hareketle döllenme varyasyonu ve bunun genetik-ıslah çalışmalarına olan etkileri üzerinde birçok çalışma yapılmıştır (örneğin; Kjaer, 1996; Kang ve Lindgren, 1999; Bilir vd., 2005). Döllenme varyasyonuna ilişkin olarak yukarıda verilen bu çalışmalar çoğunlukla türlerin dişi-erkek çiçek veriminden hareketle döllenme varyasyonunun tahminine dayanmaktadır. Ancak, gerek ağaç üzerinde kalma süresi ile çevre şartlarından az etkilenmesi ile veri toplama kolaylığı bakımından kozalak verimi bağlamında döllenme varyasyon katsayısının tahmininin daha ön planda olması gerektiği söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Akçakaya M., 2011. On Populasyonlu Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb) Holmboe) Ağaçlandırma Denemesinde Genetik Çeşitlilik (9 Yıllık Sonuçlar). Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 77s, Isparta.
- Almqvist, C., Jansson, G., Sonesson, J., 2001. Genotypic Correlations between Early Cone-Set and Height Growth in *Picea abies* Clonal Trials. Forest Genetics, 8, 197-204.
- Alptekin, C.Ü., 1986. Anadolu Karaçamı [*Pinus nigra* Arn. ssp. *Pallasiana* (Lamb.) Holmboe]'nin Coğrafik Varyasyonları. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi. 36, 132-154.
- Anonim, 1986. Fidanlık Çalışmaları. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 168s., Ankara.
- Anonim, 2017. Orman Varlığımız. TC. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, 28 s, Ankara.
- Anşin, R., Özkan, Z. C., 1993. Tohumlu Bitkiler. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Orman Fakültesi Yayınları. Yayın No: 167/19, Trabzon.
- Anşin, R. 1994. Tohumlu Bitkiler, Gymnospermae (Açık Tohumlular), I. Cilt, II. Baskı, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Genel Yayın No: 122, Fakülte Yayın No: 15, Trabzon, s. 146-149.
- Ata, C., 1995. Silvikültür Tekniği. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Bartın Orman Fakültesi. Yayın No: 465 Bartın.
- 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, Cilt 33, Sayı 2, Sayfa 509-519.
- Bhumibhamon, S., 1978. Studies on Scots pine Seed Orchards in Finland with Special Emphasis on the Genetic Composition of the Seed. Comm Inst For Fenn, 94, 1-118.
- 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.
- Bila, A. D., Lindgren, D., 1998. Fertility Variation in *Milletia stuhlmannii*, *Brachystegia spiciformis*, *Brachystegia bohemia* and *Leucaena leucocephala* and Its Effects on Relatedness in Seeds. Forest Genetics, 5, 119-129.

- Bila, A. D., Lindgren, D., Mullin, T.J., 1999. Fertility Variation and Its Effect on Diversity Over Generations in a Teak Plantation (*Tectonia grandis* L.f.). *Silvae Genetica*, 48, 109-114.
- Bila, A. D., 2000. Fertility Variation and Its Effects on Gene Diversity in Forest Tree Populations. Ph.D. Thesis. Swedish University of Agricultural Science,. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvestria* 166, Umeå, Sweden, pp. 31.
- 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., Zang, D., Lindgren, D., 2003. Fertility Variation and Effective Number in the Seed Production Areas of *Pinus radiata* and *Pinus pinaster*. *Silvae Genetica*, 52, 75-77.
- Bilir, N., Kang, K.S., Zang, D., Lindgren, D., 2004. Fertility Variation and Status Number between a Base Population and a Seed Orchard of *Pinus brutia*. *Silvae Genetica*, 53, 161-163.
- 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.
- 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.
- 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.
- Bilir, N., 2011. Fertility Variation in Wild rose (*Rosa canina*) Over Habitat Classes, *International Journal of Agriculture & Biology*, 13, 110-114.
- Bilir N., Kang, K.S. 2014. Estimation of Fertility Variation by Strobili and Cone Productions in Taurus Cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) Populations. IUFRO Forest Tree Breeding Conference August 25–29, Prague, Czech Republic, p.42.
- Bilir, N., 2017. Cone Production Variation in a Clonal Seed Orchard of Scots Pine (*Pinus sylvestris*). Seed Orchard Conference, Balsta, Sweden, 4-6 September. pp. 49.
- Bilir, N., Cercioglu, M., Cetinkaya, D., 2017a. Interaction Between Cone Production and Growth Traits in a Mediterranean Cypress (*Cupressus sempervirens* L.) Plantation. Seed Orchard Conference-2017, Balsta, Sweden, 4-6 September. pp. 64.

- Bilir, N., Cetinkaya, D., Cercioğlu, M., 2017b. Effect of Biotic Stress on Strobili and Cone Productions in a Natural Population of Brutian Pine (*Pinus brutia* Ten.). Seed Orchard Conference-2017, Balsta, Sweden, 4-6 September, p. 63.
- Bilir, N., Catal, Y., Tekocak, S., Cercioğlu, M., 2017c. Fertility Variation in Endemic Populations of Ehrami Black Pine (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* var. *pyramidata*). Journal of Forestry Reserch, 28(4), 683–686.
- 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., Özel, H.B., 2017b. Variation in Strobili and Cone Production among Clones in a *Pinus nigra* Seed Orchard. The International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies (ICAFOF). Cappadocia, May 15-17, p. 798.
- Boydak, M., 1977. Eskişehir-Çatacık Mıntıkası Ormanlarında Sarıçam (*Pinus silvestris* L.)'in Tohum Verimi Üzerine Araştırmalar, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul. 25 (1), 15-234.
- Boydak, M.,1979. Geliştirilmiş Tohum Kaynakları Olarak Tohum Bahçeleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi,29, 89-111.
- Chaisurisri, K., El-Kassaby, Y. A., 1993. Estimation of Clonal Contribution to Cone and Seed Crops in a Sitka Spruce Seed Orchard. Annales Science of Forestry, 50: 461–467.
- Critchfield, W.B., Little, E.L. 1966. Geographic Distribution of the Pines of the World. USDA Forest Service, Misc. Publication, 991 p.
- Çelik, İ., 2010. Aşı Zamanı. Bilim ve Teknik Dergisi, 4, 71.
- Çerçioğlu, M., 2013. Osmaniye Yöresi Halep Çamı (*Pinus halepensis* Mill.) Populasyonlarında Kozalak Verimi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans tezi. 42s, Isparta.
- Eler, Ü., 1990. Kızılçamda (*Pinus brutia* Ten.) Yaşa Bağlı Olarak Tohum Verimi. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten. 225, Antalya, 78 s.
- El-Kassaby, Y. A., Cook, C., 1994. Female Reproductive Energy and Reproductive Success in a Douglas-Fir Seed Orchard and Its Impact on Genetic Diversity. Silvae Genetica, 43, 243-246.
- El-Kassaby, Y. A., 1995. Evaluation of Tree-Improvement Delivery System: Factors Affecting Genetical Potential. Tree Physiology, 15, 545-550.

- Eriksson, G., 2008. *Pinus sylvestris* Resent Genetic Research. SLU Genetic Center, 111 p., Uppsala.
- Gaussen, H., Heywood, V.H., Cheter, A.O. 1964. The Genus *Pinus* in Flora of Europea, Vol.I, Cambridge, 670 s.
- Gregorius, H. R., 1989. Characterisation and Analysis of Mating System. Ekopan Verlag, Germany, 158 p.
- Griffin, A. R., 1982. Clonal Variation in Radiata pine Seed Orchard, Some Flowering, Cone and Seed Production Traits, Australian Forest Research, 12, 295-302.
- Gülcü, S., 2002. Göller Yöresi Anadolu Karaçamında [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe.] Populasyonlar Arası ve Populasyon İçi Genetik Çeşitlilik. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora tezi. 155s, Isparta.
- Güner, Ş. T., 2001. Afyon Orman İşletme Müdürlüğü Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Meşcerelerindeki Doğal Gençleştirme Çalışmalarının Değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı 2, 61-74.
- Hannerz, M., Aitken, S., Ericsson, T., Ying, CC., 2001. Inheritance of Strobili Production and Genetic Correlation with Growth in Lodge pole pine, Forest Genetics, 8, 323-329.
- Kamalakannan, R., Varghese, M., Bilir, N., Lindgren, D., 2006. Conversion of a Progeny Trial of *Eucalyptus tereticornis* to a Seedling Seed Orchard Considering Gain and Fertility. Conference of Low Input Breeding and Conservation of Forest Tree Species, 9-13 October, Antalya, 93-99.
- Kamalakannan, R., Varghese, M., Lindgren, D., 2007. Fertility Variation and Its Implications on Relatedness in Seed Crops in Seedling Seed Orchards of *Eucalyptus camaldulensis* and *E. tereticornis*. *Silvae Genet.*, 56, 253-259.
- Kang, K. S., Lindgren, D., 1998. Fertility Variation and Its Effect on the Relatedness of Seeds in *Pinus densiflora*, *Pinus thunbergii* and *Pinus koraiensis* Clonal Seed Orchards. *Silvae Genetica*, 47, 196-201.
- 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, 191-200.
- 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 187, Umeå, Sweden, pp.75.

- Kang, K. S., Bila, A. D., Harju A. M., Lindgren D., 2003. Fertility Variation in Forest Tree Populations, *Forestry*, 76, 329-344.
- Kang, K. S., Kim, C.S., El-Kassaby, Y.A., 2010. Clonal Variation in Acorn Production and Its Effect on the Effective Population Size in a Seed Orchard. *Silvae Genetica*, 59 (4), 170-174.
- 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 Müdürlüğü, Orman Bakanlığı Yayın No 150, Müdürlük Yayın No 024, Teknik Bülten No 018.
- Keleş, H., 2015. Mersin Yöresi Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) Popülasyonlarında Tohum-Meyve Verimi ile Büyüme Özellikleri Etkileşimi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora tezi. 82s, Isparta.
- Keskin, S., 1999. Çameli-Göldağı Orijinli Kızılçam Tohum Bahçesinde Çiçek ve Kozalak Verimi Açısından Klonal Farklılıklar ve Çiçeklenme Fenolojisi. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enst., 9, 96 s., Antalya.
- Kjaer, ED., 1996. Estimation of Effective Population Number in a *Picea abies* Seed Orchard Based on Flower Assessment. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 11, 111-121.
- Kjaer, E.D., Wellendorf, H., 1997. Variation in Flowering and Reproductive Success in a Danish *Picea abies* (Karst) Seed Orchard. *Forest Genetics*, 4, 181-188.
- Koski, V., 1991. Genereative Reproduction and Genetic Process in Nature. In: Mátyás C (ed) *Genetics of scots pine*. Elsevier publishers, pp 59-72, Amsterdam.
- Mátyás, C., 1991. Seed orchards. In: Mátyás C (ed) *Genetics of scots pine*. Elsevier publishers, Amsterdam, pp 59-72.
- Mendel, G, J., 1866. Versuche über Pflanzen-Hybriden. *Verhandlungen des naturforschenden Vereins Brünn* 4: 3-47. (in English in 1901, J. R. Hortic. Soc. 26, 1-32.
- 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, 85-94.
- 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, Ankara, 133 s.
- Odabaşı, T., Çalışkan, A., Bozkuş, H. F., 2004. Silvikültür Tekniği (Silvikültür II). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 4459/475, 314 s., İstanbul.
- 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.
- Prescher, F., 2007. Seed Orchards-Genetic Considerations on Function, Management and Seed Procurement. *Acta Universitatis Agriculturae*, Doctoral Thesis, XI Chapters and 49 p. Umeå.
- 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 J. Forest Research*, 22, 280-289.
- Reynolds, S., El-Kassaby, Y.A., 1990. Parental Balance in Douglas-Fir Seed Orchards-Cone Crop vs. Seed Crop. *Silvae Genetica*, 39, 40-42.
- 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, 1636/160, Sermet Matbaası, 303 s. 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, 1016-1020.
- Schmidting, R. C., 1981. The Inheritance of Precocity and Its Relationship with Growth in Loblolly Pine. *Silvae Genetica*, 30, 188-192.
- Schultz, R.P. 1971. Stimulation of Flower and Seed Production in a Young Slash Pine Orchard. U.S. Southeastern For. Exp. Station. USDA Forest Service, SE-91, 10p., USA.
- Shea, K. L., 1987. Effects of Population Structure and Cone Production on Out Crossing Rates in Engelmann Spruce and Subalpine Fir. *Evolution*, 41, 124-136.

- Şimşek, Y., 1993. Orman Ağaçları Islahına Giriş. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Muhtelif Yayınlar Serisi, 65, 312 s., Ankara.
- Uysal, Çelik, S., 2015. Sütçüler-Tota Orijinli Gönen Karaçam Tohum Bahçesinde Kozalak ve Tohum Özellikleri Bakımından Klonal Varyasyon. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora tezi. 109, Isparta.
- Ülküdür, F., 2013. Seydişehir Yöresi Toros Göknarı (*Abies cilicica* Carr.) Popülasyonlarında Kozalak Verimi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans tezi. 44s, Isparta.
- Ürgenç, S., 1967. Türkiye’de Çam Türlerinde Tohum Tedarikine Esas Teşkil Eden Problemlere Ait Araştırmalar. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 44s, Ankara.
- Ürgenç, S., 1982. Orman Ağaçları Islahı, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Yayın No: 2836/293, İstanbul.
- Varghese, M., Nicodemus, A., Nagarajan, B., Lindgren, D., 2006. Impact of Fertility Variation on Gene Diversity and Drift in Two Clonal Seed Orchards of Teak (*Tectona grandis* Linn.f.). *New Forests*, 31, 497-512.
- 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, 177-187.
- Weiling, F., 1991. Historical Study: Johann Gregor Mendel 1822–1884. *American Journal of Medical Genetics* 40 (1), 1–25.
- 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, 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.
- Yaltırık, F., 1993. Dendroloji-I, Gymnospermae (Açık Tohumlular). İ. Ü. Orman Fakültesi Yayınları, 320s, İstanbul.
- Zobel, B., Talbert, J., 1984. Applied forest tree improvement. John Wiley & Sons, pp 505, New York.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mahmut ÇERÇİOĞLU
Doğum Yeri ve Yılı : Osmaniye, 1989
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : mcercioglu@mehmetakif.edu.tr



Eğitim Durumu

Lise : Osmaniye Anadolu Lisesi, 2007
Lisans : SDÜ, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği, 2011
Yüksek Lisans : SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği, 2013

Mesleki Deneyim

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Öğretim Görevlisi 2014-..... (halen)

Yayımları

Cercioglu, M., Bilir, N., 2015. Interaction between Cone Production and Growth Traits and Its Effect on Fertility Variation in Turkish Aleppo Pine (*Pinus halepensis* Mill.) Populations. BScien. 10:179-182.

Çercioglu, M., Bilir, N., 2016. Seed source effect on quality and morphology of Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) seedlings. Reforesta, 2:1-5.

Gezer, H., Cercioglu, M., Tekocak, S., Yilmazer, C., Bilir, N., 2016. Interaction between cone production and growth traits in taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) populations. App. Cell Biology, 4(4):94-97.

Cetinkaya D., Cercioglu M., 2017. Variation in Seed Characteristic among Anatolian Black Pine Populations. International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET). 5:III:690-693.

Cetinkaya D., Cercioglu M., 2017. Germination Characters under Water Stress in Anatolian Black Pine Populations. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology (IJRASET). vol.5, pp.2143-2146.

Bilir, N., Çatal, Y., Tekocak, S., Cercioğlu, M., 2017. Fertility variation in endemic populations of Ehrami black pine (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* var. *pyramidata*). *Journal of Forestry Reserch* (Springer). 28(4):683–686.

Çercioğlu, M., Bilir, N., 2016. Seedling Quality and Morphology in Seedling Types of Mediterranean Cypress (*Cupressus sempervirens* L.). *Reforestation Challenges Conference*, 27-29 June, Krakow-Poland, p. 44-45.

Adıgüzel F., Kaya E., Çerçioğlu M., 2016. Orman Yangınlarının Topografik Özelliklere Bağlı Olarak CBS ve Uzaktan Algılama Verileriyle Analiz Edilmesi: İbceik Orman İşletme Şefliği Örneği. TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu (International Geography Symposium), 13-14 Ekim 2016 /13-14 October 2016 Ankara, TURKEY, p. 902-904.

Adıgüzel, F., Kaya, E., Çerçioğlu, M., Çetinkaya, D., 2017. Spatial Data Production with Unmanned Aerial Vehicles. *International Advanced Researches & Engineering Congress*, 16-18 November, Osmaniye, Turkey, p. 2097.

Evcin Ö., Çercioğlu, M., Adıgüzel F., Uğış A., 2016. Using GIS for Wildlife Management. *International Forestry Symposium (IFS 2016)*, 07-10 December Kastamonu/Turkey, p.193.

Bilir, N., Cercioğlu, M., Cetinkaya, D., 2017. Interaction between Cone Production and Growth Traits in a Mediterranean Cypress (*Cupressus sempervirens* L.) Plantation. *Seed Orchard Conference-2017*, Balsta, Sweden, 4-6 September. pp. 64.

Bilir, N., Cetinkaya, D., Cercioğlu, M., 2017. Effect of Biotic Stress on Strobili and Cone Productions in a Natural Population of Brutian Pine (*Pinus brutia* Ten.). *Seed Orchard Conference-2017*, Balsta, Sweden, 4-6 September, p. 63.

Görev Aldığı Projeler

Çerçioğlu, M., 2017. (Yrd. Per.). Kantitatif Bitki Genetiği Eğitimi. TÜBİTAK-2229-1059B291600393 No'lu Proje (Düzenleme Kurulu Başkanı: Bilir, N.) 18 - 21 Şubat, 2017, Antalya.

Çerçioğlu M., (Bursiyer) Isparta Yöresi Ehrami Karaçam (*Pinus nigra* Arnold. Ssp. *Pallasiana* Var. *Pyramidata*) Popülasyonlarında Döllenme Varyasyon Katsayısının Tahmini. TÜBİTAK-1140820.

Çerçioğlu, M., 2017. (Yrd. Per.). Kantitatif Bitki Genetiği Eğitimi II. TÜBİTAK-2229-1059B291700431 No'lu Proje (Düzenleme Kurulu Başkanı: Bilir, N.) 21 - 25 Ekim, 2017, Antalya.