

## Ebe sarıçamı klonal tohum bahçesi kozalak ve tohum özelliklerinde genetik parametrelerin tahmini

Murat Alan<sup>a,\*</sup> 

**Özet:** Karabük-Eflani’de 2004 yılında kurulmuş, Bolu-Çakmaklar orijinli Ebe sarıçamı (*Pinus sylvestris* L.var. *compacta* (Tosun) Ü.Akkemik) klonal tohum bahçesinde 2016 ve 2017 yıllarında 26 klondan rastgele seçilen üçer rametten 3-24 adet kozalak toplanmıştır. Toplanan kozalaklar ve kozalaklardan elde edilen tohumlar ile ilgili on özellik ölçülmüş ve değerlendirilmiştir. İki yılın ortalaması olarak, kozalaktan tohum veriminin % 2, 1000 tane ağırlığının 6 g, kozalaktaki tohum sayısının 12.11 adet ve çimlenme yüzdesinin % 45.75 olduğu ortaya konulmuştur. Yapılan varyans analizinde klonlar ve yıllar arası yüksek varyasyonlar olduğu, klon yılı etkileşiminde ise varyasyon olmadığı belirlenmiştir. On özellik için ilk kez tahmin edilen geniş anlamli kalıtım derecelerinin 0.25-0.61, genetik korelasyonların 0.23-1.05 ve fenotipik korelasyonların 0.00-0.99 arasında değiştiği görülmüştür. Çalışma ile ortaya konulan bulguların, Karabük-Eflani ve Bolu-Mengen’de bulunan ebe sarıçam tohum bahçelerinin *ex situ* koruma ve peyzaj amacıyla yönetilmesi için kullanılması hedeflenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Kalıtım derecesi, Genetik korelasyon, 1000 tane ağırlığı, Tohum verimi

## Estimation of genetic parameters of cone and seed characteristics in clonal seed orchard of spheroid Scots pine

**Abstract:** Spheroid scots pine (*Pinus sylvestris* L.var. *compacta* (Tosun) Ü.Akkemik) clonal seed orchard was established with 26 clones in Karabük-Eflani originating Bolu-Çakmaklar in 2004. Three grafts were randomly selected for each clone. 3-24 cones were collected from each graft per clone. Ten characteristics of cones and seeds of the cones have been measured and evaluated. As averages for two years, it was revealed that the yield of seed from the cone was 2 %, the weight of 1000 seeds was 6 g, the number of seeds in a cone was 12.11 and the seed germination percentage was 45.75 %. In the analysis of variance, it was determined that there were high variations in both clones and years, and there was no variation in the clone year interaction. For ten characteristics, the first-time estimations of broad sense heritability, genetic and phenotypic correlation was varied between 0.25-0.61, 0.23-1.05 and 0.00-0.99, respectively. Findings of the study were intended for management conserving *ex situ* and adapting to the landscape of spheroid clonal Scots pine seed orchards in Karabük-Eflani and Bolu-Mengen.

**Keywords:** Heritability, Genetic correlation, Weight of 1000 seeds, Seed yield

### 1. Giriş

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Türkiye’nin ekonomik olarak önemli türlerinden birisi olup, toplam orman alanının yaklaşık %7’ni oluşturmaktadır (Koski ve Antola, 1993; OGM, 2015). Ekonomik öneminden dolayı ağaçlandırmaların ıslah edilmiş kaynaklardan yapılmasını sağlamak amacıyla, tohum kaynakları seçilmesi ve kurulmasının ilk olarak başlatıldığı türlerden birisi sarıçam olmuştur (Ürgenç, 1967; OATIAM, 2018). Türkiye’de ilk sarıçam tohum bahçesinin kuruluşu olan 1964 yılından, 2018 yılına kadar 35 adet 4650.3 ha tohum meşçeresi seçilmiş, 19 adet 102.3 ha sarıçam tohum bahçesi kurulmuştur (OATIAM, 2018). Diğer yandan, ıslah çalışmalarını ve sarıçam ormanlarının gen havuzunu güvenceye almak amacıyla da 21 adet 2232.5 ha gen koruma ormanı belirlenmiştir.

Sarıçam tohum bahçeleri on yaşından itibaren tohum üretimine başlamakta ve on beş yaşında yeterli tohumu üretir hale gelmektedir (Koski ve Antola, 1994). Bu

kapsamda, 2018 yılına kadar kurulan sarıçam tohum bahçelerinin yaşları 14 ile 54 arasında değişim göstermektedir (OATIAM, 2018). Dolayısıyla, sarıçam tohum bahçeleri Türkiye’deki en olgun ve tohum verimi açısından en uygun tohum bahçeleri arasında bulunmaktadır. Bu bakımdan, sarıçam tohum bahçeleri, yapılacak ağaçlandırmaların tohum ihtiyacını, çok rahatlıkla karşılayabilir durumdadır.

Tohum bahçeleri, ağaçlandırmaların ihtiyacını karşılamak yanında doğal yayılış alanı dışında (*ex situ*) koruma yapmak amacıyla da kurulabilir. Hatta tohum bahçeleri tohum üretimi yanında *ex situ* korumayı sağlamaktadır. Nitekim, Eskişehir-Gümelidere tohum meşçeresi fırtına zararı nedeniyle tahrip olmasına karşın, bu meşçereden, fırtınadan önce aşu kalemleri ile örneklenerek, Eskişehir İnönü’de kurulan sarıçam klonal tohum bahçesi, Eskişehir-Gümelidere tohum meşçeresinin *ex situ* korumasını sağlamıştır. Sarıçamın bir varyetesi olan, Ebe sarıçamı (*Pinus sylvestris* L.var. *compacta* (Tosun) Ü.Akkemik), ilk kez Bolu ilindeki yayılışı ile tanımlanmıştır

✉ <sup>a</sup> Karabük Üniversitesi, Orman Fakültesi, Karabük, Türkiye

@ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): muratalan@karabuk.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 30.05.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 09.08.2018



**Citation** (Atıf): Alan, M., 2018. Ebe sarıçamı klonal tohum bahçesi kozalak ve tohum özelliklerinde genetik parametrelerin tahmini. Turkish Journal of Forestry, 19(3): 240-245. DOI: [10.18182/tjf.428806](https://doi.org/10.18182/tjf.428806)

(Tosun, 1988). Özel formlu ebe sarıçamını, yayılışı dışında güvenceye almak (*ex situ* koruma) ve gerekirse bu tohum bahçesinden üretilecek tohumlarla yayılış alanında ebe sarıçamı varlığını artırmak amacıyla 2 adet ebe sarıçamı tohum bahçesi kurulmuştur. Bolu ilinde dağımik halde bulunan ebe sarıçamı ebeveyn ağaçlarından aşu kalemleri alınarak kurulan tohum bahçelerinden biri Bolu-Mengen, diğeri ise Karabük-Eflani'de bulunmaktadır. Bolu-Mengen'de 1994 yılında kurulan tohum bahçesinde birey kayıpları artmış, birey sayısının azalması üzerine de yeni bir ebe sarıçamı tohum bahçesi kurulması gündeme gelmiştir. Bu çerçevede 2004 yılında, Bolu-Mengen'de tohum bahçesindeki 8 klona ek olarak Bolu İli ormanlarından 18 adet daha üstün ağaç seçilmiştir. Böylece toplam 26 klondan oluşan yeni bir ebe sarıçamı tohum bahçesi daha Karabük-Eflani'de *ex situ* koruma amacıyla kurulmuştur (OATIAM, 2018).

Tohum bahçelerinden etkin bir tohum üretimi sağlamak için tohum bahçesi yönetim tekniklerinin kullanılması önerilmektedir. Bu kapsamda tohum bahçesi yönetimi, tohum bahçelerinin kuruluşunu, silvikültürünü ve korumasını içeren bir dizi etkinliği içermekte, böylece genetik ve fizyolojik kalitesi yüksek tohumların ağaçlandırmalarda kullanılması amaçlanmaktadır (Bramlett, 1991; Funda ve El-Kassaby, 2012; Codesido ve Fernandez-Lopez, 2014). İyi bir tohum bahçesi yönetimi için eşleşme sistemi, polen yönetimi, tohum özellikleri, budama, bakım konularında bilgi birikimine gereksinim duyulmaktadır. Bilgilerin sağlıklı olması ve değişik konuları kapsamı tohum bahçesi yönetiminin etkinliğinin artmasına hizmet etmektedir. Tohum bahçesinin en önemli ürünü tohum olmakta ve tohum üretimi tohum bahçesinin ekonomik temelini oluşturmaktadır (Kroon vd., 2009). Bu kapsamda tohum bahçesinden bol miktarda, yüksek genetik değerli tohum üretilmesi beklenmekte, belirli klonlar seçilerek, başlangıç aşamasında tohumun potansiyel genetik değeri büyük ölçüde belirlenmektedir (Burczyk ve Chalupka, 1997). Diğeryandan tohum üretimi ile ilgili yıllara göre değişim, tohum özelliklerinin kalıtım dereceleri, özellikler arasındaki genetik ilişkilerin bilinmesi daha etkin bir tohum bahçesi yönetiminin yapılmasına hizmet etmekte, iyi bir yönetim sonucu üretilen tohumlar ise daha sağlıklı ve verimli ormanların kurulmasını sağlamaktadır (Udval ve Batkhuu, 2013; Codesido ve Fernandez-Lopez, 2014).

Ebe sarıçamının, Tosun (1988) tarafından tanımlaması üzerine, çok dar alanda yayılması ve özel formundan dolayı *ex situ* koruma gündeme gelmiştir. Diğeryandan Tosun (2012) özel formları, kendi içinde küremsi, yarı küremsi ve şemsiyemsi olarak da tanımlamıştır. *Ex situ* amaçlı kurulan Ebe sarıçamı tohum bahçeleri, sarıçam tohum bahçelerinin toplam alanının yaklaşık %5'ni oluşturmakta, Ebe sarıçamı tohum bahçelerinin kuruluş amaçlarının *ex situ* koruma olması ve çok dar alanda yayılış göstermesi nedenleriyle, yaygın olarak üretimi gerçekleştirilmemektedir. *Ex situ* koruma amacıyla kurulan tohum bahçelerinden, 8 klonlu Bolu-Mengen ebe sarıçamı tohum bahçesinde, Ertekin, (2012) tarafından, bazı tohum özellikleri incelenmiş, ancak genetik parametreler (kalıtım dereceleri, genetik korelasyonlar) üzerinde durulmamıştır. Diğeryandan Bilir vd. (2008), Sivacioğlu ve Ayan (2008), Sivacioğlu (2010), Keleş ve Ayan (2014) ve Şevik ve Topaçoğlu (2015) tarafından ise sarıçam klonal tohum bahçelerinde benzer çalışmalar yapılmıştır. Bu kapsamda

daha fazla klondan (26 klon) oluşan Karabük-Eflani'de kurulu ebe sarıçamı klonal tohum bahçesinde, tohum ve kozalak özelliklerindeki varyasyon, daha önce ortaya konulmamış olan genetik parametreler ve fenotipik korelasyonların tahmin edilmesi, hem Bolu-Mengen hem de Karabük-Eflani tohum bahçelerinin daha etkili yönetilmesi/işletilmesini sağlayabilecektir.

Bu çalışma ile Karabük-Eflani'de kurulmuş olan ebe sarıçamı klonal tohum bahçesinde birbirini izleyen iki yılda, bazı kozalak ve tohum özelliklerine ait veriler toplanmış ve değerlendirilmiştir. Söz konusu kozalak ve tohum özelliklerinde genetik varyasyonu, genetik parametrelerin tahmini ve bu bilgilerin tohum bahçesi yönetimine hizmet etmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

Bolu-Çakmaklar orijinli ebe sarıçamı tohum bahçesi, Karabük-Eflani'de Nisan 2004'te kurulmuştur. Ulusal kayıt numarası (UKN) 177'dir. Tohum bahçesinin konumu 41° 23' 45" kuzey enlemi, 32° 49' 07" doğu boylamında ve 890 m yükseltidedir. Toplam 26 klon ve 826 rametten oluşan tohum bahçesinde kullanılan aralık mesafe 5x5 m'dir. Klon başına ramet dağılımı 3-37 arasında değişmektedir (Şekil 1).

Tohum bahçesinde, 2016 ve 2017 yıllarında, her bir klondan rastgele 3'er ramet seçilmiş (354 ve 361 nolu klonlarda kozalak üretilmemiş), her bir rametten 3-24 arasında değişen kozalak toplanmıştır. Bu şekilde 2016 yılında 609 adet, 2017'de ise 771 adet kozalak toplanmıştır. Diğeryandan tohum bahçesinde genellikle 2-15 kozalığın bir arada olduğu oluşumlar (Şekil 2) saptanmıştır (Alan 2017). Salkım (cluster) denilen bu oluşumlarda bulunan ve normal kozalaktan daha küçük olan kozalaklar da örneklenmeye çalışılmıştır. Böylece bu kozalaklar hakkında da bilgi üretilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda her bir rametten toplanan kozaklar torbalara konulmuş, torbalara klon numaralarını içeren etiketler bağlanmıştır. Daha sonra kozalaklar, Orman Ağaçları ve Tohumları İslah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tesislerine götürülmüştür. Yaş kozalakta en (çap), boy ve dip çap ölçülmüş, tartılmış, kuru kozalak ağırlığı için 45 °C'de yaklaşık 3 gün fırında kurutulan kozalaklar tartılmış, açılmış kozalaklardan tohumlar elde edilmiştir. Her bir kozalağa ait tohumlar tartılmış, sayılmıştır. Çimlenme enerjileri ve çimlenme yüzdeleri ISTA kurallarına göre belirlenmiştir. Bunun için, 4X50=200 örnekler ile çalışılmıştır. Her bir 50'lik örneklerde tohumlar filtre kâğıdına yerleştirilerek, Jacobsen aletine alınmış ve 25 °C'de çimlenmeleri gözlenmiştir. Çimlenen tohumlar 7, 14, 21 ve 28. günlerde sayılmış, bulunan toplam değerler 2'ye bölünerek çimlenme yüzdeleri bulunmuştur. Bu yöntemle bulunan 7. gün sonuçları ise çimlenme enerjisi olarak kullanılmıştır (ISTA, 2017). Kozalak boyu (KB), kozalak çapı (KÇ), kozalak dip çapı (KDC), yaş kozalak ağırlığı (YKA) kuru kozalak ağırlığı (KKA), kozalak tohum ağırlığı (KTA), kozalak tohum sayısı (KTS), çimlenme enerjisi (ÇE), çimlenme yüzdesi (ÇY) ölçülmüş (belirlenmiş), KTA, KTS'ye oranlanarak, tek tohum ağırlığı (TTA) hesaplanmış ve veriler kayıt altına alınmıştır. Bu şekilde örneklerin tamamı kullanılarak, TTA'dan hareketle 1000 tane ağırlığı tahmin edilmiştir.



Şekil 1. Karabük-Eflani'de kurulu ebe sarıçamı tohum bahçesi (UKN 177, yaş 13)



Şekil 2. Ebe sarıçamında çok sayıda kozalağın bir arada olduğu yapı (salkım)

Verilerin değerlendirilmesinde kullanılan model aşağıda verilmiştir.

$$y_{ijk} = \mu + c_i + t_j + ct_{ij} + e_{ijk} \quad (1)$$

Modelde;

$y_{ijk}$  i. klonda t. yılda k. ramet'in gözlem değerini,  $\mu$  genel ortalamayı,  $c_i$  i. klonu ( $i=1, 2, \dots, 26$ ),  $t_j$  j. yılı ( $j=1,2$ ),  $ct_{ij}$  klon yıl etkileşimini,  $e_{ijk}$  deneysel hatayı göstermektedir.

Modeldeki tüm etkiler rastlantısal kabul edilmiştir.

Kalıtım dereceleri ve genetik korelasyonların tahmin edilmesinde aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır.

$$H_c^2 = \sigma_c^2 / (\sigma_c^2 + \sigma_{ct}^2 + \sigma_e^2) \quad (2)$$

$$r_{Axy} = \frac{COV(x,y)}{\sqrt{\sigma_x^2 \sigma_y^2}} \quad (3)$$

Eşitliklerde;  $H_c^2$  geniş anlamli kalıtım derecesini,  $\sigma_c^2$  klonlara ait varyans bileşenini,  $\sigma_{ct}^2$  klon yıl etkileşim varyans bileşenini,  $\sigma_e^2$  deneysel hataya ait varyans bileşenini,  $r_{Axy}$  genetik korelasyonu,  $COV(x,y)$  x ve y özelliği arasındaki kovaryansı,  $\sigma_x^2$  ve  $\sigma_y^2$  sırasıyla x ve y özelliğinin varyans bileşenlerini göstermektedir. Kalıtım derecesinin standart hatası Dieters vd. (1995) tarafından önerilen Dickerson yöntemi, genetik korelasyonların standart hatası için ise Falconer ve Mackay (1996) kullanılarak bulunmuştur. Çimlenme enerjisi ve çimlenme yüzdesi için arcsin açısız dönüşümü, yaş ve kuru kozalak ağırlığı, kozalakta tane ağırlığı ve tane sayısı için ise karekök dönüşümü uygulanmış, değerlendirmelerde SAS 9.0 programı, Proc Glm ve Proc Varcomp işlemleri kullanılmıştır (SAS Institute Inc. 2002).

### 3. Bulgular

Kozalak ve tohum özelliklerine ait temel parametreler Çizelge 1'de verilmiştir. Buna göre kozalaklarda ortalama 34.73 mm boy, 22.77 mm en ve 3.16 mm dip çap bulunmuştur. Her bir yaş kozalak ortalama 4.10 g olurken, kuru kozalak 3.67 g olmuştur. Her bir kozalakta ortalama tohum ağırlığı 0.080 g, ortalama tohum sayısı ise 12.11 ve tek bir tohumun ağırlığı ortalama 0.006 g olmuştur. Ortalama çimlenme enerjisi ve çimlenme yüzdesi ise sırasıyla % 39.50 ve % 45.75 bulunmuştur. Çizelge 1'den tek tohum ağırlığının 0.006 g olduğu, dolayısıyla 1000 tane ağırlığının da 6 g olduğu görülebilmektedir. Burada verilmemekle birlikte, 1000 tane ağırlığının klonlara göre 3 g ile 12 g arasında değiştiği de belirlenmiştir. Ayrıca salkım halinde olan ve normal boyutlara yakın olan kozalaklarda sorun bulunmazken, salkım halinde ancak çok küçük olan kozalaklarda ise ya tohum olmadığı ya da olsa bile çimlenmediği görülmüştür.

Yapılan varyans analizinde, özelliklerin tamamında klonlar arası farklılık istatistik olarak önemli, yıllar arası farklılık, kozalak boyu, yaş ve kuru kozalak ağırlıkları hariç, diğer özellikler için istatistik olarak önemli, ancak klon yıl etkileşimi özelliklerin tamamında istatistik olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Geniş anlamli kalıtım derecelerinin orta ve yüksek seviyede olduğu görülmüş, en yüksek kalıtım derecesi kozalakta tane sayısında, en düşük kalıtım derecesi ise çimlenme enerjisinde tahmin edilmiştir.

Çizelge 1. Özelliklerin klonal ortalamaları, en az, en çok değerler ve standart sapmaları

Özellikler <sup>1</sup>	Birim	Ortalama	En az	En çok	Standart sapma
KB	mm	34.73	22.28	51.01	5.93
KE	mm	22.77	14.00	27.80	3.46
KDÇ	mm	3.16	2.48	3.84	0.37
YKA	g	4.10	1.08	7.81	1.76
KKA	g	3.67	0.84	7.05	1.57
KTA	g	0.080	0.014	0.191	0.045
KTS	adet	12.11	3.88	31.92	5.65
TTA	g	0.006	0.003	0.012	0.002
ÇE	%	39.50	16.92	84.00	16.84
ÇY	%	45.75	18.02	91.20	18.72

<sup>1</sup>KB, kozalak boyu; KÇ, kozalak çapı; KDÇ, kozalak dip çapı; YKA, yaş kozalak ağırlığı; KKA, kuru kozalak ağırlığı; KTA, kozalak tohum ağırlığı; KTS, kozalak tohum sayısı; TTA, tek tohum ağırlığı, ÇE, çimlenme enerjisi; ÇY, çimlenme yüzdesi

Özellikler arası genetik ve fenotipik korelasyonlar Çizelge 3'te verilmiştir. Genetik korelasyonlar 1.00 ile 0.23 arasında değişmiştir. En yüksek korelasyonlar, yaş kozalak ağırlığı ile kuru kozalak ağırlığı, çimlenme enerjisi ile çimlenme yüzdesi, kozalak boyu ile kozalak eni arasında görülürken, en düşük korelasyonlar ise kozalak boyu ile yaş kozalak ağırlığı, tohum ağırlığı ile yaş kozalak ve kuru kozalak ağırlığı arasında görülmüştür. En yüksek fenotipik korelasyonlar yaş kozalak ağırlığı ile kuru kozalak ağırlığı, kozalak eni ile kozalak boyu, çimlenme enerjisi ile çimlenme yüzdesi, kozalak tane ağırlığı ile kozalak tane sayısı arasında görülürken, en düşük fenotipik korelasyonlar ise yaş ve kuru kozalak ile tane ağırlığı, kozalak eni ile çimlenme enerjisi ve çimlenme yüzdesi arasında görülmüştür. Hem genetik hem de fenotipik korelasyonların tamamı pozitifdir.

#### 4. Tartışma ve sonuçlar

Karabük İli, Eflani İlçesinde kurulu 177 UKN tohum bahçesinde 2016 ve 2017 yıllarında yapılan ölçüm ve gözlemler sonucunda bazı kozalak ve tohum özelliklerine ilişkin temel parametreler elde edilmiştir. Ortalama kuru kozalak ağırlığının 3.67 g, bir kozalakta ortalama tohum ağırlığının ise 0.08 g olduğu, dolayısıyla ebe sarıçamında kozalakta tohum veriminin % 2 olduğu anlaşılmaktadır. 1000 tane ağırlığının da 6 g olduğu ortaya konulduğuna göre, ilgili tohum bahçesinden toplanan kozalaklardan ne kadar tohum elde edilebileceği, dolayısıyla ne kadar fidan üretilebileceği ortaya konulmuştur. Bu çalışma ile bulunan değerlerin, Ertekin (2012)'in 8 klonlu Bolu-Mengen'de kurulu 136 UKN ebe sarıçamı tohum bahçesinde ortaya koyduğu değerler ile benzerlikler içerdiği görülmüştür. Ertekin (2012) kozalak ağırlığını 3.93 g, kozalak enini 17.31 mm, kozalak boyunu 34.67, kozalakta tohum sayısını 28.6 çimlenme yüzdesini % 66, 1000 tane ağırlığını ise 5.3 g bulmuştur. Bu çalışmada bu değerler sırasıyla 3.67, 22.77, 34.73, 12.11, % 45.75 ve 6 olarak bulunmuştur. Bu

çalışmada bulunan kozalakta tohum sayısı ve çimlenme yüzdesi Bolu-Mengen tohum bahçesinde bulunana göre oldukça düşüktür. Bunun birinci nedeni Ertekin (2012)'in çalışmasının tek bir yılı içermesi olabilir. Nitekim Karabük-Eflani tohum bahçesinde yapılan iki yıllık bu çalışmada 2016 yılında çimlenme yüzdesi % 63.04 iken, 2017 yılında bu değer % 30.30 olmuştur. İkinci nedeni ise Bolu-Mengen tohum bahçesinin, Karabük-Eflani tohum bahçesinden daha olgun (yaşlı) bir tohum bahçesi olması olabilir. Ertekin (2012) çalışmasını yaptığı yılı belirtmemiştir. Ancak makalesinin gönderim tarihine göre çalışmayı 2011 yılında yaptığı varsayılmıştır. Buna göre Bolu-Mengen ebe sarıçamı tohum bahçesinde on yedi, Karabük-Eflani tohum bahçesinde ise on iki ve on üç yaşlarda çalışma yapılmıştır. Yani Karabük-Eflani tohum bahçesi, üretime yeni başlamış, 2 klonda ise hiç üretim olmadığı saptanmıştır. Diğer yandan Karabük-Eflani tohum bahçesinde tohum sayısı ve çimlenme yüzdesi bakımından, 2016 yılı verilerinin 2017 yılı verilerinden daha yüksek olması, 2016 yılının bol tohum yılı olduğunu düşündürmektedir (Wesołowski vd., 2015).

Klonlar kozalak ve tohum özellikleri açısından yüksek düzeyde farklılık göstermişlerdir. Ertekin (2012) de Bolu-Mengen tohum bahçesinde benzer sonuçlara ulaşmıştır. Yıllara göre bakıldığında yaş ve kuru kozalak ağırlıkları ile kozalak boyu farklılık göstermemişler, diğer özellikler yıllara göre farklılık göstermişlerdir. Bu kapsamda tohum bahçesinde uzun yıllardaki değişimi modellemeye çalışan Kroon vd. (2009) tohum bahçelerinde daha etkin bir tohum bahçesi yönetimi için uzun yılları içeren gözlemler yapılmasını önermişlerdir. Diğer yandan klon yıl etkileşimi açısından özelliklerin hiçbirinde istatistik olarak farklılık bulunmamıştır. Bu durum, özellikler açısından, klonların yıllara göre değişim göstermediği, durağan (stabil) davrandığı anlamına gelmektedir. Daha açık bir ifade ile örneğin 2016 yılında çok tohum üreten bir klon, 2017 yılında da değişmeyerek diğer klonlara göre çok tohum üretmiştir.

Çizelge 2. Özelliklere ait varyans bileşenleri, geniş anlamlı kalıtım dereceleri ve standart hataları

Özellikler <sup>1</sup>	Yıl	Klon	Yıl*klon	Hata	H <sub>c</sub> <sup>2</sup>
KB	0.000 <sup>ns</sup>	28.187***	0.000 <sup>ns</sup>	26.549	0.51±0.16
KE	5.872***	9.030***	0.000 <sup>ns</sup>	12.608	0.42±0.16
KDÇ	0.025**	0.098***	0.000 <sup>ns</sup>	0.155	0.39±0.16
YKA	0.000 <sup>b</sup>	0.181***	0.000 <sup>ns</sup>	0.165	0.52±0.19
KKA	0.000 <sup>b</sup>	0.168***	0.000 <sup>ns</sup>	0.150	0.53±0.11
KTA	0.007***	0.006***	0.000 <sup>ns</sup>	0.005	0.50±0.20
KTS	0.508***	0.618***	0.012 <sup>ns</sup>	0.391	0.61±0.22
TTA	2.12E-06***	2.52E-06***	0.000 <sup>ns</sup>	5.21E-06	0.33±0.14
ÇE	0.046***	0.017*	0.001 <sup>ns</sup>	0.052	0.25±0.13
ÇY	0.090***	0.023**	0.000 <sup>ns</sup>	0.061	0.27±0.11

<sup>1</sup>KB, kozalak boyu; KE, kozalak çapı; KDÇ, kozalak dip çapı; YKA, yaş kozalak ağırlığı; KKA, kuru kozalak ağırlığı; KTA, kozalak tohum ağırlığı; KTS, kozalak tohum sayısı; TTA, tek tohum ağırlığı; ÇE, çimlenme enerjisi; ÇY, çimlenme yüzdesi; <sup>ns</sup> önemsiz, \* 0.05 düzeyinde, \*\* 0.01 düzeyinde, \*\*\* 0.001 düzeyinde önemli

Çizelge 3. Özellikler arasında genetik (alt köşegen) ve fenotipik (üst köşegen) korelasyonlar

Özellikler <sup>1</sup>	KB	KE	KDÇ	YKA	KKA	KTA	KTS	TTA	ÇE	ÇY
KB	-	0.76***	0.73***	0.15 <sup>ns</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	0.45***	0.23*	0.60***	0.35***	0.34***
KE	0.95±0.05	-	0.64***	0.19 <sup>ns</sup>	0.23*	0.33***	0.21*	0.35***	0.11 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>
KDÇ	0.75±0.11	0.89±0.06	-	0.27**	0.28**	0.67***	0.48***	0.64***	0.51***	0.52***
YKA	0.23±0.23	0.32±0.24	0.48±0.21	-	0.99***	0.16 <sup>ns</sup>	0.23*	0.00 <sup>ns</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>
KKA	0.27±0.23	0.35±0.18	0.50±0.16	1.00±0.00	-	0.13 <sup>ns</sup>	0.19 <sup>ns</sup>	0.00 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>
KTA	0.58±0.17	0.87±0.07	0.86±0.08	0.35±0.24	0.33±0.18	-	0.85***	0.68***	0.62***	0.65***
KTS	0.27±0.22	0.63±0.14	0.61±0.17	0.32±0.23	0.29±0.19	0.92±0.04	-	0.24 <sup>b</sup>	0.45***	0.44***
TTA	0.77±0.20	0.73±0.11	0.75±0.14	0.24±0.27	0.25±0.20	0.64±0.18	0.27±0.26	-	0.61***	0.69***
ÇE	0.55±0.20	0.59±0.21	0.71±0.17	0.85±0.09	0.82±0.08	0.59±0.22	0.51±0.23	0.49±0.26	-	0.92***
ÇY	0.60±0.16	0.60±0.18	0.71±0.15	0.68±0.15	0.65±0.12	0.59±0.19	0.47±0.21	0.55±0.21	1.05±0.00	-

<sup>1</sup>KB, kozalak boyu; KE, kozalak çapı; KDÇ, kozalak dip çapı; YKA, yaş kozalak ağırlığı; KKA, kuru kozalak ağırlığı; KTA, kozalak tohum ağırlığı; KTS, kozalak tohum sayısı; TTA, tek tohum ağırlığı; ÇE, çimlenme enerjisi; ÇY, çimlenme yüzdesi; <sup>ns</sup> önemsiz, \* 0.05 düzeyinde, \*\* 0.01 düzeyinde, \*\*\* 0.001 düzeyinde önemli

Bu çalışma ile ilk kez ebe sarıçamında kozalak ve tohum özellikleri için geniş anlamli kalıtım derecesi bulunmuştur. Çalışılan özellikler orta veya yüksek düzeyde kalıtım derecesi göstermişlerdir. Benzer şekilde Kastamonu-Tekçam sarıçam klonal tohum bahçesinde Sivacıoğlu (2010) tarafından 2006 yılında, Şevik ve Topaçoğlu (2015) tarafından yılı belirtilmemiş iki çalışmada, geniş anlamli kalıtım dereceleri tahmin edilmiştir. Bilir vd. (2008) ise Adapazarı-Söğütü, Bolu-Mengen ve yine Kastamonu-Tekçam'da bulunan üç klonal sarıçam tohum bahçesinde kalıtım dereceleri tahmin etmişlerdir. Sivacıoğlu (2010) yaş ve kuru kozalak ağırlığı, kozalak eni ve kozalak boyunda geniş anlamli kalıtım derecelerini bu çalışmaya göre bir miktar yüksek bulmuş, Şevik ve Topaçoğlu (2015) ise kalıtım derecelerini kozalak eninde bu çalışmadan çok düşük (0.01), kozalak boyunda düşük (0.42), kozalak ağırlığında yüksek (0.54) bulmuşlardır. Bilir vd. (2008) ise üç bahçe ortalaması olarak kozalak eni için benzer (0.43), kuru kozalak ağırlığı için düşük (0.40), kozalakta tohum sayısı için düşük (0.48) kalıtım derecesi bulmuşlardır. Ebe sarıçamında bulunan kalıtım dereceleri, yukarıda anılan çalışmalardan farklı olarak, bir yıllık gözlemleri değil, iki yıllık gözlemleri içermekte, dolayısıyla fenotipik varyansın içinde klon yıl etkileşim varyansı da bulunmaktadır. Bu durum kalıtım derecelerinde farklılık oluşturabilir. Diğer yandan farklı kalıtım dereceleri olmasının diğer bir nedeninin tür farklılığından kaynaklanması da olasılık dahilindedir. Nitekim, Matziris (1998), çamlarda, kozalak ve tohum özelliklerinin türler, orijinler ve bireyler arasında varyasyon gösterdiğini belirtmektedir. Bu bilgiler ışığında bu çalışmada kalıtım derecelerinin orta ve yüksek seviyelerde tahmin edilmiş olması ve varyasyonun yüksek olması bu özelliklerde istenilen yönde seleksiyon yapılabileceğini göstermektedir (Matziris, 1998).

Genetik korelasyonlar 1.00-0.23, fenotipik korelasyonlar 0.99-0.00 arasında değişmiştir. Genetik korelasyon ebe sarıçamı tohum bahçesinde ilk kez bu çalışma ile tahmin edilmiştir. Bilir vd. (2008) tarafından sarıçam klonal tohum bahçeleri (3 adet) için tahmin edilen aynı özellikteki genetik ve fenotipik korelasyonlar ile ebe sarıçamı tohum bahçesinde tahmin edilenler benzerlik göstermemiştir.

Genetik korelasyonların yüksek ve pozitif olması, iki özelliğin aynı genler tarafından kontrol edildiğine işaret etmektedir. Bu anlamda, genetik korelasyonun yaş ve kuru kozalak arasında yüksek olması beklenen bir durumdur. Ancak kozalak dip çapı ile kozalak tane ağırlığı (0.86), tohum ağırlığı (0.75), çimlenme enerjisi ve çimlenme yüzdesi (0.71) arasında yüksek genetik korelasyonların olması, kozalak dip çapından bu değerlerin tahmin edilebilmesi anlamında önem kazanmaktadır. Yaş kozalak ve kuru kozalak ile çimlenme enerjisi arasında sırasıyla 0.85 ve 0.82 genetik korelasyon olması da ağır kozalaklardan elde edilen tohumların çimlenme enerjilerinin yüksek olması anlamına gelmektedir. Fenotipik korelasyonda yaş kozalak ve kuru kozalak arasında en yüksek, yaş ve kuru kozalak ağırlığı ile tohum ağırlığı arasında en düşük korelasyonlar görülmüştür. Kozalak ağırlığı ile tohum ağırlığı arasında düşük fenotipik ve genetik korelasyon olması ağır kozalakların benzer şekilde tohum ağırlığının yüksek olmayabileceği anlamına gelmektedir. Diğer yandan beklediği gibi çimlenme yüzdesi ve enerjisi arasında da yüksek fenotipik korelasyon görülmüştür. Korelasyonların

yüksek olması, iki özelliğin bir özellik gibi düşünülmesini veya bir özellikten diğer özelliklerin tahmin edilmesini sağlayabilmektedir. Ebe sarıçamından ilk kez tahmin edilen genetik ve fenotipik korelasyonlar, bu anlamda tohum bahçesi yönetiminde kullanılabilir.

Ebe sarıçamı tohum bahçesi, diğer sarıçam tohum bahçelerinden farklı olarak, *ex situ* koruma amacıyla kurulmuştur. Ancak bu tohum bahçesinde üretilen tohumların, gerektiğinde ebe sarıçamının Bolu İlinde bulunan doğal yayılış alanlarında, popülasyonun genişletilmesi çalışmaları için de kullanılma potansiyeli de bulunmaktadır. Diğer yandan özel bir forma sahip olan ebe sarıçamı, kendi içinde küremsi, yarı küremsi ve şemsiyemsi olarak da tanımlanabilmektedir (Tosun, 2012). Dolayısıyla her bir form ve ara formu bireyler, aşı kalemi (vejetatif) ile üretilerek peyzaj amaçlı kullanılabilir (Alan, 2017). Bu kapsamda Ebe sarıçamı tohum bahçesinde ilk kez tahmin edilen genetik parametreler, Karabük-Eflani ve Bolu Mengen tohum bahçelerinin *ex situ* korunması ve peyzaj amaçlı kullanılmasında kullanılabilir. Bu bilgiler kullanıldığında ise tohum bahçeleri daha etkin işletilmiş/yönetilmiş olacaktır.

#### Açıklama

Bu çalışma, Karabük Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen bir projeden geliştirilmiştir. Proje numarası: KBÜ-BAP-14/2-DS-049'dur. Kozalak ve tohum ölçümleri ile tohum çimlendirmeleri Orman Ağaçları ve Tohumları İslah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde yapılmıştır. Enstitü Müdürlüğü'nün bu yardım ve desteği şükranla karşılanmaktadır.

#### Kaynaklar

- Alan, M., 2017. Female fertility in *Pinus sylvestris* L var. *compacta* (TOSUN) clonal seed orchard. Kastamonu Univ., Journal of Forestry Faculty, 17 (3): 474-478.
- Bilir, N., Prescher, F., Lindgren, D., Kroon, J. 2008. Variation in cone and seed characters in clonal seed orchards of *Pinus sylvestris*. New Forests, 36:187-199.
- Bramlett, D.L., 1991. Seed orchard management: successes, problems and challenges. In: Proc. 21th Southern For. Tree Imp. Conf. : 82-92.
- Burczyk, J., Chalupka, W., 1997. Flowering and cone production variability and its effect on parental balance in a Scots pine clonal seed orchard. Ann Sci For, 54:129-144.
- Codesido, V., Fernandez-Lopez, J., 2014. Juvenile radiata pine clonal seed orchard management in Galicia (NW Spain). Eur J Forest Res, 133:177-190.
- Dieters, M.J., White, T.L., Littell, R.C., Hodge, G.R., 1995. Application of approximate variances of components and their ratios in genetic test. Theoretical and Applied Genetics, 91: 15-24.
- Ertekin, M., 2012. Ebe sarıçamı (*Pinus sylvestris* L.ssp.hamata (Steven) Fomin var. *compacta* Tosun)'nın kozalak ve tohum özelliklerinde genetik çeşitlilik. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 14 (Özel Sayı): 84-91.
- Falconer, D.S., Mackay, T.F.C., 1996. Introduction to Quantitative Genetics. Longman, Harlow, England.

- Funda, T., El-Kassaby, Y., 2012. Seed orchard genetics. CAB Reviews Perspectives in Agriculture Veterinary Science Nutrition and Natural Resources, 7 (13):1-23.
- ISTA, 2017. International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association (ISTA).
- Keleş, H., Ayan, S., 2014. Farklı tohum kaynaklarının Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) tohum özelliklerine etkisi. Ormancılık Araştırma Dergisi, 1(1 A):1-11.
- Koski, V., Antola, J., 1993. Turkish National Tree Breeding and Seed Production Program for Turkey (1994-2003), Prepared in Cooperation with ENSO Forest Development Inc and Forest Tree Seeds and Tree Breeding Institute, Ankara.
- Koski, V., Antola, J., 1994. Turkish National Tree Breeding and Seed Production Program for Turkey (1994-2003), Volume 2: Technical Instructions. Prepared in Cooperation with ENSO Forest Development Inc and Forest Tree Seeds and Tree Breeding Institute, Ankara.
- Kroon, J., Wennström, U., Prescher, F., Lindgren, D., Mullin T. J., 2009. Estimation of clonal variation in seed cone production over time in a scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seed orchard. *Silvae Genetica*, 58 (1-2): 53-62.
- Matziris, D., 1998. Genetic variation in cone and seed characteristics in a clonal seed orchard of Aleppo Pine grown in Greece. *Silvae Genetica*, 47(1):37-41.
- OATIAM, 2018. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara, <https://ortohum.ogm.gov.tr/SitePages/OGM/OGMDefault.aspx>, Erişim: 02.04.2018.
- SAS Institute Inc., 2002. SAS/STAT Users' Guide. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Sevik, H., Topacoglu, O., 2015. Variation and inheritance pattern in cone and seed characteristics of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) for evaluation of genetic diversity. *Journal of Environmental Biology*, 36:1125-1130.
- Sıvacıoğlu, A., 2010. Genetic variation in seed and cone characteristics in a clonal seed orchard of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) grown in Kastamonu-Turkey. *Romanian Biotechnological Letters*, 15(6): 5695-5701.
- Sıvacıoğlu, A., Ayan, S., 2008. Evaluation of seed production of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) clonal seed orchard with cone analysis method. *African Journal of Biotechnology*, 7(24): 4393-4399.
- Tosun, S., 1988. Sarıçamın ülkemizdeki yeni varyetesi: *Pinus sylvestris* L. subsp. *hamata* (Steven) Fomin var. *compacta* Tosun var. *nova*. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergi Serisi yayınları No: 34/1 (67):23-31.
- Tosun, S., 2012. Bolu'nun Ebe Çamları. ISBN:978-605-86469-0-2, Türkiye Tabiatını Koruma Deneği, Bolu Şubesi Yayını (Türkçe ve İngilizce).
- Udval, B., Batkhuu, N., 2013. Seed and cone characteristics of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) from diverse seed sources in Northern Mongolia. *Eurasian J. For. Res.*, 16-1: 57-62.
- Ürgenç, S., 1967. Türkiyede çam türlerinde tohum tedarikine esas teşkil eden proplemlere ait araştırmalar. Orman Genel Müdürlüğü Yayın Sıra No:468, Seri No:44, Ankara.
- Wesołowski, T., Rowinski, P., Maziarz, M., 2015. Interannual variation in tree seed production in a primeval temperate forest: does masting prevail? *Eur J Forest Res*, 134:99-112.