

Marmara Bölgesi Islah Zonu'nda (200-600 m) kızılçam (*Pinus brutia*) döl denemeleri: 12. yaş sonuçları

Yrd. Doç. Dr. Murat ALAN^{1*}, Kubilay ÖZYALÇIN², Turgay EZEN², Canan ÜNAL², Hikmet ÖZTÜRK³, Sadi ŞIKLAR³

¹Karabük Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, KARABÜK

²Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ANKARA

³Emekli (Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü), ANKARA

*Sorumlu yazar/Corresponding author: muratalan@karabuk.edu.tr, Geliş tarihi/Received: 25.05.2016, Kabul tarihi/Accepted: 07.06.2016

Öz

Marmara Bölgesi Islah Zonu'nda seçilen 158 plus ağaç birinci seri ve altı adet tohum bahçesinde bulunan 160 adet klon ikinci seri olacak şekilde gruplandırılmış, toplanan açık tozlaşma ürünü tohumlardan üretilen fidanlarla iki seri kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) döl denemesi kurulmuştur. Deneme alanlarında 12. arazi yaşına ait boy ve göğüs çapı ölçülmüş, bu değerler kullanılarak genetik parametreler ve Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) yöntemi ile ailelerin ıslah değerleri tahmin edilmiştir. Birinci seri deneme alanlarının ortak değerlendirilmesinde boy ve çap için bireysel kalıtım derecesi sırasıyla 0,24 ve 0,16; aile ortalamaları kalıtım derecesi ise 0,52 ve 0,55; ikinci seri deneme alanlarında bireysel kalıtım derecesi aynı sırayla 0,29 ve 0,12; aile ortalamaları kalıtım derecesi ise 0,54 ve 0,45 olarak hesaplanmıştır. Boy ve göğüs çapı arasındaki genetik korelasyon birinci seri denemelerde 0,48 ve ikinci seri denemelerde ise 0,50 olarak tahmin edilmiştir. Dördüncü yaştaki boy ile 12. yaştaki boy arasında genetik korelasyon birinci seri denemelerde 0,81 ve ikinci seri denemelerde ise 0,70 bulunmuştur. B tipi genetik korelasyonlar ise birinci ve ikinci seride 0,54 - 1,00 arasında tahmin edilmiş, genotip çevre etkileşimi açısından uygulamayı etkileyecek düzeyde bulunmamıştır. Birinci seri denemelerde plus ağaç seçimleriyle genetik kazanç düşük olurken, İkinci seri denemelerde fenotipik tohum bahçelerinden boy için %4, göğüs çapı için %5 en iyi 30 klonla genetik tohum bahçesi kurulduğunda ise yine aynı sırayla %13 ve %11 genetik kazanç tahmin edilmiştir. Boy ve göğüs çapı için en yüksek ıslah değerine ulaşan 32, 35, 40 ve 188 nolu tohum bahçeleri, ağaçlandırmalarda kullanıldığında daha fazla boy ve çapa ulaşabilen bireyler elde edilebileceği anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kalıtım derecesi, ıslah değeri, genetik kazanç, genotip çevre etkileşimi, tohum bahçesi.

Progeny test of Turkish red pine (*Pinus brutia*) in Marmara Region Breeding Zone (200-600 m): Results of 12th age

Abstract

Two series of Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) progeny tests have been established for the Marmara Region Tree Breeding Zone. First series tests have been established with 158 plus trees; and second series tests have been established with the clones of 160 plus trees grown in seed orchards. In test sites, seedlings' height and diameter (at breast height- dbh) values were measured, and using the Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) method, breeding values of families and genetic parameters were estimated. For first series tests, the 12th years' individual heritability values were estimated 0.24 for height and 0.16 for diameter. Family mean heritabilities were 0.52 for height and 0.55 for diameter. For second series tests, individual heritability values were computed as 0.29 for height and 0.12 for diameter. Family mean heritabilities were calculated as 0.54 and 0.45, respectively. Genetic correlation between height and diameter were estimated as 0.48 and 0.50 for the first and second series, respectively. Genetic correlation estimations between 4th and 12th years' height were computed as 0.81 and 0.70 in first and second series, respectively. Type-B genetic correlations between first and second series tests were estimated as 0.54 and 1.00, and it is concluded that genotype environment interaction is not significant. In first series tests, estimated genetic gain was very low with plus tree selections. In second series tests, genetic gain was estimated as 4 %for height and 5 %for diameter in phenotypical seed orchards. When the best 30 clones were selected, genetic gain would rise up to 13 %and 11 %for height and diameter, respectively. When four seed orchards (No 32, 35, 40, 188) which have the highest genetic gain for height and diameter characters are used for forestation, it is clear that the new generation will grow taller and larger in diameter.

Key Words: Heritability, breeding value, genetic gain, genotype environment interaction, seed orchard.

To cite this article (Atıf): ALAN M., ÖZYALÇIN K., EZEN T., ÜNAL C., ÖZTÜRK H., ŞIKLAR S., 2016. Marmara Bölgesi Islah Zonu'nda (200-600 m) kızılçam (*Pinus brutia*) döl denemeleri: 12. yaş sonuçları. Orman Genel Müdürlüğü Ormanlık Araştırma Dergisi 1(3):01-13 DOI: 10.17568/oad.95017

Progeny test of Turkish red pine (*Pinus brutia*) in Marmara Region Breeding Zone (200-600 m): Results of 12th age

1. Giriş

Dünyadaki ormanların azalması, dünyadaki nüfus artışı ile bağlantılı olmuş, 1800 yılından 2010 yılına kadar 1,8 milyar hektar orman yok edilmiş, yıllık ortalama orman alanı kaybı ise 360.000 ha olmuştur (FAO 2012). Ormanların tahrip edilmesinin ve artan nüfus sonucu odun üretimi ihtiyaçlarının artacağı, bir öngörüye göre dünya nüfusunun 2050 yılında 10 milyar'a ulaşması halinde, odun hammaddesi açığının 2.5 milyar m³/yıl'a ulaşacağı varsayılmaktadır (Sutton 2000). Buna karşılık odun hammaddesi açığının kapatılabilmesi için yerine kullanılacak alternatif kaynakların yetersiz kalacağı, anlaşılmaktadır. Ayrıca alternatif kaynakların yüksek enerji maliyeti, çevre kirliliği ve karbon emisyonu nedenleriyle kullanılmalarının uygun ve ekonomik olmayacağı da bildirilmektedir (Nilson 1996). Türkiye'de ise ormanlık alan azalmamakla birlikte hızlı nüfus artışına bağlı olarak, VIII. ve IX. Kalkınma Planları'nda odun hammaddesi arz açığının yıllık ortalama 2 milyon m³ olacağı tahmin edilmiştir (DPT 2001; 2007).

Orman alanlarının tahrip ediliyor olması ve doğal ormanların odun üretimi dışındaki işlevlerinin de (biyolojik çeşitlilik, eko-turizm, su üretimi vb.) giderek önem kazanması, doğal orman alanlarından yapılan üretimin artırılmasını oldukça sınırlı kılmaktadır. Buna karşılık iyi yönetilen ağaçlandırmalar ile doğal ormanlara kıyasla 2-25 kat fazla odun hammaddesi üretebilme şansı bulunmaktadır (Libby 2002). Örneğin *Pinus taeda* L.'da doğal ormanlarda yıllık ortalama artım 5 m³/ha iken, 3. generasyon ıslah materyal ile yapılan ağaçlandırmalarda yıllık ortalama artım 25 m³/ha'a ulaşmıştır (Stantuth ve ark., 2003). Birim alandan üretimin artmasının bir sonucu olarak, kısa idare süreleri ile işletme gündeme gelmiş, örneğin Yeni Zelanda'da *Pinus radiata*'da 37-40 yıl olan idare süresi ıslah çalışmaları ile 20 yıla indirilmiştir (Wu ve ark., 2008). Ekonomik açıdan bakıldığında da ıslah edilmiş materyal kullanılarak, birim alandan sağlanan artışlara bağlı olarak, net bugünkü değeri %73'ün üzerinde artırmak olanaklı hale gelebilmektedir (Petrinovic ve ark., 2009). Bu gelişmelerin de etkisiyle ağaçlandırmalar yaygınlaşmış, silvikültürün toprak işleme, sürgün kontrolü, gübreleme ve aralama etkinliği öne çıkmış, genetik materyali yeterli miktarda sağlamak ve potansiyelinden tam olarak yararlanabilmek, odun üretimini artırmanın temeli haline gelmiştir (Schmidting ve ark., 2004). Türkiye'de de benzer yaklaşımlar ortaya çıkmış, bu kapsamda genetik ıslah çalışmaları 1960'larda başlatılan kızılçam, geniş yayılışa sahip olması ve hızlı büyümesi nedenleri ile endüstriyel ağaçlandırmaya programlarında da en ağırlıklı tür olmuştur (Öztürk ve ark., 2004; OGM 2013).

Döl denemeleri, döllerin gelişimini dikkate alarak ebeveynlerin genetik değerini tahmin etmeyi amaçlayan genetik testlerdir. ıslah zonları kapsamında planlanmakta, yürütülmekte ve sonuçları da ıslah zonu içinde kullanılmaktadır (White ve ark., 2007). Kızılçamda da belirlenmiş 7 adet ıslah zonu'dur. Bu ıslah zonunda döl denemeleri ile seçilen plus ağaçların ıslah değerlerinin bulunması, ıslah değerlerine göre yapılacak seleksiyonla birinci kuşak genotipik tohum bahçelerinin (1.5 generasyon tohum bahçelerinin) kurulması ve mevcut klonal tohum bahçelerinde genetik ayıklamaların yapılması planlanmıştır (Koski ve Antola 1993). Bu çerçevede 2002 yılında kurulan döl denemelerinin 4. ve 8. yaş ölçümleri değerlendirilerek yayınlanmıştır (Öztürk ve ark., 2007; Alan ve ark., 2011).

Onikinci yaş boy ve göğüs çapının 2013 yılında ölçüldüğü ve değerlendirildiği bu çalışmada; a) 12. yaş için ıslah çalışmalarının ihtiyaç duyduğu bazı genetik parametrelerin (eklemeli genetik varyans, kalıtım derecesi, genotip çevre etkileşimi) elde edilmesi, b) bu çalışmada elde edilen parametreler ile dördüncü ve sekizinci yaş parametreleri arasındaki ilişkilerin ortaya konması, c) tohum bahçelerindeki klonların ve seçilmiş plus ağaçların ıslah değerlerinin tahmin edilmesi, d) 12. yaş için fenotipik tohum bahçeleri, tohum bahçelerinde genetik ayıklamalar yapılması ve genotipik tohum bahçeleri kurulması durumunda elde edilecek genetik kazançların tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Genetik materyal ve deneme alanları

Birinci seri denemeler için tohum meşçeresi veya gen koruma ormanlarından toplam 158 plus ağaç seçilmiştir (Tablo 1). İkinci seri denemeler için ise tohum bahçelerinde bulunan 160 klon kullanılmıştır (Tablo 2). Birinci seride plus ağaçlar dışındaki ağaçlardan da dölleme olasılığı bulunurken, ikinci seride seçilmiş ve tohum bahçesi kurulmuş klonlar arasında açık tozlaşma (dölleme) olasılığı bulunmaktadır. Bu nedenle iki seri olarak döl denemeleri kurulmuş, her iki seri için 10 adet kontrol materyali (plus ağaçlar ve klonlar yanında) eklenmiştir.

Seçilen plus ağaçlar ve tohum bahçelerindeki klonların her birinden 2000 yılı Şubat sonu ile Mart başında 20-40 kozalak toplanmış, ayrı ayrı torbalara konulmuş ve etiketlenmiştir. Toplanan kozalaklar, tohum çıkarma ve kanatlarından temizleme işleminden sonra Orman Ağaçları ve Tohumları ıslah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde bulunan stok merkezinde tohum ekimine kadar soğuk hava koşullarında (+ 4 °C) saklanmıştır.

Marmara Bölgesi Islah Zonu'nda (200-600 m) kızılçam (*Pinus brutia*) döl denemeleri: 12. yaş sonuçları

Tablo 1. Birinci seri denemeler için plus ağaçların seçildiği meşcerelere ilişkin bilgiler
Table 1. Information on the stands from which plus trees for first series were selected

Ulusal Kayıt No	İşletme Müdürlüğü	İşletme Şefliği	Kuzey Enlem	Doğu Boylam	Rakım (m)	Yaş*	PA** Sayısı
TM-12	Sındırgı	Seydan	39° 12' 00"	28° 08' 00"	557	76	34
TM-16	Ayvacık	Baharlar	39° 36' 40"	26° 34' 00"	450	80	30
TM-331	M.K.Paşa	Burhandağı	39° 55' 43"	28° 37' 45"	400	68	24
TM-336	Ayvacık	Baharlar	39° 38' 55"	26° 37' 10"	600	64	13
TM-347	Bigadiç	Bigadiç	39° 24' 46"	28° 21' 50"	450	70	24
GKO-1	Bayramiç	Gökçeçi	39° 54' 21"	26° 30' 55"	270	68	13
GKO-4	Yenice	Asar	39° 50' 49"	27° 18' 06"	220	97	12
GKO-52	Alaçam	Kireç	39° 33' 28"	28° 17' 55"	340	74	8
TOPLAM							158

*Kozalak toplandığı yıla ait yaş, **PA, plus ağaç

Tablo2. İkinci seri denemelerde, klonların bulunduğu tohum bahçelerine ilişkin bilgiler
Table 2. Information on seed orchards including clones in second series

Ulusal Kayıt No	Orijini (Orijin Kodu)	Tesis Yeri	Tesis Yılı	Klon Sayısı	Ramet Sayısı	Alanı (ha)
TB-24	Ayvacık-Ezine (TM-17)	Bigadiç-Bigadiç	1985	20	310	2,0
TB-32	Bayramiç-Karaköy (TM-18)	Bandırma-Aladağ	1987	30	1046	6,9
TB-35	M.K.Paşa-Çaltılıbük (TM-13)	M.K.Paşa-Karacabey	1991	26	447	2,9
TB-36	Yenice-Yenice (TM- 335)	Bayramiç-Gökçeçi	1991	30	1084	6,9
TB-40	Orhaneli-Göktepe (TM-15)	M.K.Paşa-Karacabey	1992	29	581	3,7
TB-125	Bafra-Çamgözü (TM-349)	Amasya-Aydınca	1993	25	1196	7,6
TOPLAM				160		

Marmara Bölgesi Kızılçam Islah Zonu sınırları içinde kalacak şekilde üç değişik yerde deneme alanı seçilmiş ve 1 yaşlı fidanlar dikilmiştir. Birinci seri denemeler 9 (A; B; C) ile ikinci seri denemeler ise 10 (A; B; C) ile gösterilmektedir (Tablo 3). Deneme alanlarında dikim öncesi diri örtü temizliği yapılmış, riparli dozerle toprak işlenmiş ve diskaro çekilmiştir. Çınarlidere deneme alanlarında Mart 2002, diğer deneme alanlarında ise Şubat 2002 tarihlerinde 3 x 2 m aralık mesafeyle fidan

dikimleri gerçekleştirilmiştir.

Deneme alanları dikimden sonra dikenli tel ile çevrilmiştir. İlk yıllar fidan etraflarında çapalama daha sonra sürgün kontrolü çalışmaları yapılmıştır. Birinci vejetasyon dönemi sonunda kuruyan fidanlar Balıkesir (9A) %17, Bayramiç (9B) %0,4, Çınarlidere (9C) %4,3, Kalkım (10A) %2,3, Bayramiç (10B) %2,5 ve Çınarlidere (10C)'de %3,6 olarak saptanmış, aynı ailenin yedek fidanları kullanılarak tamamlama yapılmıştır.

Tablo 3. Deneme alanlarının özellikleri (9A, B, C birinci; 10A, B, C ikinci seri deneme alanları)
Table 3. Characteristics of test sites (9A, B, C first; 10A, B, C second series test sites)

Özellikler	Denemeler			
	9A	10A	9B ve 10B	9C ve 10C
İşletme Müdürlüğü	Balıkesir	Kalkım	Bayramiç	Keşan
İşletme Şefliği	Balıkesir	Kalkım	Bayramiç	Çınarlidere
Tesis tarihi	Şubat 2002	Şubat 2002	Şubat 2002	Mart 2002
Kuzey enlem	39° 29' 00"	39° 49' 05"	39° 44' 42"	40° 41' 45"
Doğu boylam	27° 51' 20"	27° 10' 55"	26° 26' 23"	26° 39' 20"
Rakım (m)	285	250	100	300
Eğim (%)	15	0	10	15
Bakı	Güney-Doğu	Düz	Güney	Güney
Yıllık ort. yağış (mm)	609,2	655,2	635,7	648,8
Yıllık ort. sıcaklık (°C)	14,6	14,5	19,5	14,4

Progeny test of Turkish red pine (*Pinus brutia*) in Marmara Region Breeding Zone (200-600 m): Results of 12th age

2.2. Deneme deseni

Denemelerde rastlantı blokları deneme deseni kullanılmıştır. Her iki seri denemede de aile sayısının fazla olması, dolayısıyla da blokların büyük olmasından kaynaklanan etkiyi azaltmak üzere Schutz ve Cockherham (1966) tarafından önerilen B tipi (sets in rep) alt bloklama yapılmıştır. Parsel düzenlemesinde 4 ağaçlı sıra parseli kullanılmıştır.

2.3. İstatistik analizler

İstatistik analizlere başlamadan önce verilerden sıra dışı olanlar çıkarılmıştır. Sıra dışı veriler ya bireylerin biyotik ve abiyotik etkilerden zarar görmesinden, ya da ölçme ve kayıt sırasında yapılan yanlışlardan kaynaklanabilmektedir. Sıra dışı verilerin ayıklanmasında %99 güven aralığı kullanılmıştır (Sokal ve Rohlf 1995). Tamamlama yapılan fidanlar analizlere dahil edilmemiştir. Ayrıca set etkisi ön analizde istatistik olarak anlamlı bulunmamış, 4.y aş ve 8. yaşta olduğu gibi doğrusal modele de konulmamıştır (Öztük ve ark., 2007; Alan ve ark., 2011).

Varyans analizleri SAS PROC MIXED prosedürü ve Type 3 seçeneği kullanılarak yapılmıştır (Littell ve ark., 2000). Deneme alanlarının tek tek analizlerinde aşağıdaki doğrusal model kullanılmıştır.

$$y_{ijk} = \mu + B_i + F_j + BF_{ij} + e_{ijk}$$

Eşitlikte;

y_{ijk} : i . blokta, j . ailenin, k . bireyinin gözlem değerini, μ : genel ortalamayı, B_i : i . bloğun etkisini, F_j : j . ailenin etkisini, BF_{ij} : blok aile etkileşimini, e_{ijk} : deneysel hatayı göstermektedir.

Bir serideki tüm deneme alanlarının ortak analizlerinde ise aşağıdaki doğrusal model kullanılmıştır.

$$y_{ijk} = \mu + S_i + B_{j(i)} + F_k + FS_{ik} + BF_{jk(i)} + e_{ijkl}$$

Eşitlikte;

y_{ijkl} : i . deneme alanında, j . blokta, k . ailenin, l . bireyinin gözlem değerini, μ : genel ortalamayı, S_i : i . deneme alanının etkisini, $B_{j(i)}$: i . deneme alanındaki j . bloğun etkisini, F_k : k . ailenin etkisini, FS_{ik} : deneme alanı aile etkileşimini, $BF_{jk(i)}$: (i) deneme blok aile etkileşimini, e_{ijkl} : deneysel hatayı göstermektedir.

Varyans bileşenlerinin tahmininde yukarıda verilen modellerdeki tüm etkiler rastlantısal etki, varyans analizlerinde, F istatistiklerinde ve ıslah değerlerinin tahmininde ise deneme alanı ile blok etkileri sabit etki olarak kabul edilmiştir. Tüm modellerde faktörler arasındaki kovaryansların sıfır olduğu kabul edilmiştir.

Bireysel kalıtım derecesi (h_i^2) tahmini için aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$h_i^2 = (\sigma_f^2) / (k(\sigma_{pi}^2))$$

Eşitlikte;

($\sigma_{pi}^2 = \sigma_f^2 + \sigma_{fs}^2 + \sigma_{fb}^2 + \sigma_e^2$): fenotipik varyansı (tek bir deneme alanında σ_{fs}^2 terimi bulunmamaktadır), σ_f^2 : aile varyansını, σ_{fs}^2 : deneme alanı aile etkileşimi varyansını, σ_{fb}^2 : blok aile etkileşimi varyansını, σ_e^2 : hataya ait varyansı, k : döl ile ebeveyn arasındaki genetik kovaryansı göstermektedir. Üvey kardeşler (yarım kardeş ailelerde) arasında bu değer $1/4$ değerine eşittir (Becker 1992).

Aile ortalamaları kalıtım derecesi (family heritability), (h_f^2) için aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$h_f^2 = \sigma_f^2 / \sigma_{pfam}^2$$

$$\sigma_{pfam}^2 = \sigma_f^2 + \sigma_{fb}^2 / (c_1 / c_2) + \sigma_e^2 / c_1$$

olup, aile ortalamaları fenotipik varyansıdır. Burada c_1 ve c_2 katsayıları sırasıyla SAS PROC GLM ile yapılan analizde Type 3 beklenen kareler ortalamasında aile varyansı ve blok aile etkileşimi varyansının katsayılarıdır.

Denemelerin ortak analizinde ise σ_{pfam}^2 aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$\sigma_{pfam}^2 = \sigma_f^2 + \sigma_{fi}^2 / (c_1 / c_2) + \sigma_{fb}^2 / (c_2 / c_3) + / c_1$$

Burada c_1 SAS Proc GLM ile yapılan analizde Type 3 beklenen kareler ortalamasında aile varyansının, c_2 deneme alanı aile etkileşimi varyansının, c_3 ise blok aile etkileşimi varyansının katsayısıdır.

B tipi genetik korelasyonlar (ailelerin farklı deneme alanlarında gösterdikleri performansları arasındaki genetik korelasyon) r_{Bg} ve standart hataları ($\sigma_{r_{Bg}}$), aşağıdaki eşitliklerle bulunmuştur (Burdon 1977).

$$r_{Bg} = \frac{r_{Bp}}{\sqrt{h_{1fam}^2} \sqrt{h_{2fam}^2}},$$

$$\sigma_{r_{Bg}} = \frac{(1 - r_{Bg}^2)}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{\sigma_{h_{1fam}^2} \sigma_{h_{2fam}^2}}{h_{1fam}^2 h_{2fam}^2}}$$

Eşitliklerde,

r_{Bp} : İki deneme alanı arasında aynı karakterler için aile ortalamaları arasındaki fenotipik korelasyonu, h_{1fam}^2 : Birinci deneme alanındaki aile ortalamaları kalıtım derecesini, h_{2fam}^2 : İkinci deneme alanındaki aile ortalamaları kalıtım derecesini, $\sigma_{h_{1fam}^2}$ ve $\sigma_{h_{2fam}^2}$: Sırasıyla 1. ve 2. deneme alanlarında boy karakteri için bulunan aile ortalamaları kalıtım derecelerinin standart hatalarını ifade etmektedir.

Marmara Bölgesi Islah Zonu'nda (200-600 m) kızılçam (*Pinus brutia*) döl denemeleri: 12. yaş sonuçları

Karakterler arasındaki genetik korelasyonlar (r_g) aşağıdaki eşitlikle bulunmuştur (Burdon 1977).

$$r_g = \frac{\sigma_{xy}}{\sqrt{\sigma_{fx}^2 \sigma_{fy}^2}}$$

σ_{xy} : x ve y karakterleri arasındaki genetik kovaryans, σ_{fx}^2 ve σ_{fy}^2 : sırasıyla x ve y karakterlerine ait genetik varyanslardır.

Aile ortalamaları kalıtım derecesi, bireysel kalıtım derecesi ve karakterlerarası genetik korelasyonların standart hatalarının hesaplanmasında Delta Yöntemi kullanılmıştır (Lynch ve Walsh 1997).

Islah değerlerinin tahmininde BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) yöntemi kullanılmıştır. Yönteme ilişkin ayrıntılı bilgi ve SAS kodları Öztürk ve ark., (2004) tarafından verilmiştir.

Genetik kazançlar aşağıda açıklandığı şekilde hesaplanmıştır.

$$\Delta G_p = \frac{(MBV_f - MBV_k) \cdot 100}{MBV_k}$$

Eşitlikte ;

ΔG_p : elde edilen genetik kazancı,

MBV_f : Denemede yer alan ailelerin ıslah değeri,
 MBV_k : Standart materyalin mutlak ıslah değeridir.

3. Bulgular

3.1. Birinci seri denemelerde genetik parametreler

Birinci seri deneme alanlarındaki genel ortalamalar, fenotipik varyasyon katsayıları, genotipik varyasyon katsayıları ve kalıtım dereceleri Tablo 4'te verilmiştir. En düşük fenotipik varyasyon katsayıları ve en yüksek kalıtım dereceleri Bayramiç (9B) deneme alanında bulunmuştur

Boy ve çap için deneme alanlarının birlikte değerlendirilmesine ait varyans bileşenleri Tablo 5'te verilmiştir. Deneme alanı varyans bileşenleri (σ^2) hem boy hem de çap için en yüksek orana ulaşmışlardır. Deneme alanları ile genotiplerin (aile) etkileşimine (σ_{fs}^2) ait varyans bileşeni yüzdesi boy için 0,22; göğüs çapı için 0,31 değer almıştır. Bireysel kalıtım dereceleri, boy için 0,24; çap için 0,16, aile ortalamaları kalıtım dereceleri ise aynı sırayla 0,52 ve 0,55 olmuştur.

Tablo 4. Birinci seri deneme alanlarında boy ve çap için ortalamalar, varyasyon katsayıları ve kalıtım dereceleri
Table 4. Means, variation coefficients and heritabilities of height and diameter in test sites of first series

Özellik	Testler	Parametreler*					
		Ortalama	Cv_f	Cv_p	Cv_g	h_i^2	h_f^2
Boy (cm)	Balıkesir (9A)	428,62	24,7	5,6	9,32	0,19±0,05	0,41±0,11
	Bayramiç (9B)	753,23	10,4	2,2	6,75	0,48±0,06	0,69±0,12
	Çınarlıdere (9C)	576,8	18,7	4,7	5,08	0,10±0,02	0,22±0,10
Çap (cm)	Balıkesir (9A)	7,09	32,1	6,9	12,82	0,21±0,05	0,46±0,11
	Bayramiç (9B)	12,02	14,8	3,0	7,98	0,31±0,06	0,64±0,12
	Çınarlıdere (9C)	11,09	25,7	5,8	7,67	0,10±0,03	0,30±0,12

* Cv_f : fenotipik varyasyon katsayısı, Cv_p : parsel varyasyon katsayısı, Cv_g : genetik çeşitlilik katsayısı, h_i^2 : bireysel kalıtım derecesi, h_f^2 : aile ortalamaları kalıtım derecesi

Tablo 5. Birinci seri ortak değerlendirmesinde boy ve çap için varyans bileşenleri, toplam varyansa oranları ve kalıtım dereceleri

Table 5. Variance components, expressed as percentage of the total variation, and heritabilities of height and diameter in pooled analyses of first series

Parametreler*	Varyans bileşenleri (boy) (%)	Varyans bileşenleri (çap) (%)
σ_s^2	23991,0**	73,67
$\sigma_{b(s)}^2$	2187,9**	6,72
σ_f^2	380,1**	1,17
σ_{fs}^2	72,5**	0,22
$\sigma_{fb(s)}^2$	1727,6**	5,3
σ_e^2	4207,2	12,92
σ_T^2	32566,3	100
σ_a^2	1520,6	4,68
h_i^2	0,24 ±0,02	0,16±0,02
h_f^2	0,52 ±0,07	0,55±0,07

*Parametre açıklamaları tablo 9'da verilmiştir.

Progeny test of Turkish red pine (*Pinus brutia*) in Marmara Region Breeding Zone (200-600 m): Results of 12th age

Birinci seri deneme alanı çiftleri arasında bulunan B tipi genetik korelasyonlar (r_{Bg}) Tablo 6'da verilmiştir. Boy için en yüksek r_{Bg} Bayramiç (9B) deneme alanı ile Çınarlıdere (9C), en düşük Balıkesir (9A) ile Bayramiç (9B) arasında bulunmuş, tüm

deneme çiftleri için 0,70'in üzerinde olmuştur. Çap için en yüksek Çınarlıdere (9C) ile Bayramiç (9B), en düşük ise Balıkesir (9A) ile Çınarlıdere (9C) deneme alanları arasında bulunmuştur. En düşük değer 0,70'in altında kalmıştır.

Tablo 6. Birinci seri boy ve çap için B tipi genetik korelasyonlar
Table 6. Type B genetic correlations for height and diameter in first series

Özellik	Testler	Balıkesir (9A)	Bayramiç (9B)
Boy	Balıkesir (9A)	-	-
	Bayramiç (9B)	0,75±0,04	-
	Çınarlıdere (9C)	0,78±0,06	0,91 ±0,02
Çap	Balıkesir (9A)	-	-
	Bayramiç (9B)	0,76±0,04	-
	Çınarlıdere (9C)	0,67±0,06	0,94±0,02

Özellikler arasındaki genotipik korelasyonlar tahmin edilmiştir (Tablo 7). En yüksek genetik korelasyon Boy 8 ile Boy 12 arasında (0,94), en düşük

genetik korelasyon ise Boy 12 ile Çap 12 arasında (0,48) ortaya çıkmıştır.

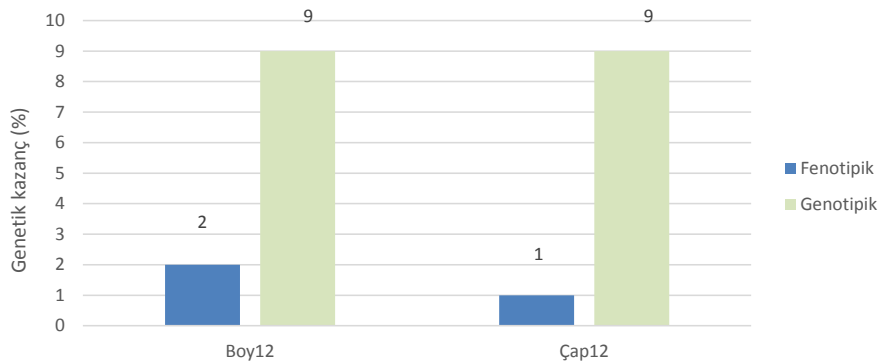
Tablo 7. Birinci seri fenotipik (üst diagonal) ve genetik (alt diagonal) korelasyonlar
Table 7. Phenotypic (upper diagonal) and genetic (bottom diagonal) correlations in first series

Özellikler	Boy 4	Boy 8	Çap 8	Boy 12	Çap 12
Boy 4	-	0,69	0,73	0,54	0,65
Boy 8	0,92	-	0,85	0,76	0,76
Çap 8	0,85	0,81	-	0,65	0,82
Boy 12	0,81	0,94	0,59	-	0,69
Çap 12	0,67	0,66	0,91	0,48	-

3.2. Birinci seri denemelerde genetik kazançlar

İslah değerlerinden elde edilecek genetik kazançlar aynı ıslah zonunda yer alan kontrol materyallerinin ortalaması ile karşılaştırma sonunda tahmin edilmiştir. Hem boy, hem de çap için birlikte değerlendirilmiştir.

dirmede boy için plus ağaç ortalaması (fenotipik) kontrollerden %2, çap için ise %1 daha fazla olmuştur. İslah değeri en iyi 30 plus ağaç seçildiğinde (genotipik) ise bu oranlar boy ve çap için %9'a ulaşmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Birinci seri plus ağaçlar ve en iyi 30 plus ağaç seçildiğinde sağlanan genetik kazançlar
Figure 1. Genetic gains for all plus trees and the best 30 plus trees in first series progeny trials

Marmara Bölgesi Islah Zonu'nda (200-600 m) kızılçam (*Pinus brutia*) döl denemeleri: 12. yaş sonuçları

3.3. İkinci seri denemelerde genetik parametreler

Birinci seri deneme alanlarındaki genel ortalamalar, fenotipik varyasyon katsayıları, genotipik varyasyon katsayıları ve kalıtım dereceleri Tablo 8'de verilmiştir. En düşük fenotipik varyasyon katsayıları ve en yüksek kalıtım dereceleri Bayramiç

(10B) deneme alanında bulunmuştur.

Denemelerin birlikte değerlendirilmesine ait varyans bileşenleri boy ve çap için tahmin edilmiştir (Tablo 9). Deneme alanları ile genotiplerin (aile) etkileşimine (σ_{fs}^2) ait varyans bileşeni yüzdesi boy için 0,43 ve göğüs çapı için 1,12 değerlerini alarak, varyanslar içinde en düşük değerlere ulaşmışlardır.

Tablo 8. İkinci seri deneme alanlarında boy ve çap için ortalamalar, varyasyon katsayıları ve kalıtım dereceleri
Table 8. Means, variation coefficients and heritabilities of height and diameter in test sites in second series

Özellik	Testler	Parametreler*					
		Ortalama	Cv_f	Cv_p	CV_g	h_i^2	h_f^2
Boy (cm)	Kalkım (10A)	659,77	10,6	2,7	6,17	0,32±0,05	0,57±0,10
	Bayramiç (10B)	721,47	12,2	2,8	7,76	0,47±0,05	0,65±0,10
	Çınarlıdere (10C)	551,50	18,4	5,6	8,18	0,18 ±0,04	0,34 ±0,10
Çap (cm)	Kalkım (10A)	11,98	15,1	3,2	5,87	0,15±0,05	0,45±0,10
	Bayramiç (10B)	11,34	16,9	3,4	6,69	0,19±0,05	0,49±0,10
	Çınarlıdere (10C)	10,57	24,0	6,7	11,52	0,19 ±0,04	0,42 ±0,10

* Cv_f : fenotipik varyasyon katsayısı, Cv_p : parsel varyasyon katsayısı, CV_g : genetik çeşitlilik katsayısı, h_i^2 : bireysel kalıtım derecesi, h_f^2 : aile ortalamaları kalıtım derecesi

Tablo 9. İkinci seri ortak değerlendirmesinde boy ve çap için varyans bileşenleri, toplam varyansa oranları ve kalıtım dereceleri

Table 9. Variance components, expressed as percentage of the total variation, and heritabilities of height and diameter in pooled analyses of second series

Parametreler*	Varyans bileşenleri	(boy) (%)	Varyans bileşenleri	(çap) (%)
σ^2_s	7494,7**	49,22	0,48**	9,65
$\sigma^2_{b(s)}$	918,1**	6,03	0,34**	6,9
σ^2_f	489,7**	3,22	0,12**	2,47
σ^2_{fs}	65,9**	0,43	0,06**	1,12
$\sigma^2_{f(b(s))}$	2426,4**	15,93	0,58**	11,79
σ^2_e	3833,4	25,17	3,35	68,06
σ^2_T	15228,3	100	4,93	100
σ^2_a	1958,9	12,88	0,48	9,88
h_i^2		0,29±0,03		0,12±0,03
h_f^2		0,54±0,04		0,45±0,04

* σ^2_s : deneme alanı varyansı, $\sigma^2_{b(s)}$: blok varyansı, σ^2_f : aile varyansı, σ^2_{fs} : deneme alanı aile etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{f(b(s))}$: blok aile etkileşimi varyansı, σ^2_e : hata varyansı, σ^2_a : eklemeli genetik varyans, σ^2_T : toplam varyans, h_i^2 : bireysel kalıtım derecesi, h_f^2 : aile ortalamaları kalıtım derecesi,

** p<0.001 düzeyinde anlamlı (çap'ta σ^2_{fs} için p=0.007)

Tablo 10. İkinci seri denemelerde boy ve çap için B tipi genetik korelasyonlar
Table 10. Type B genetic correlations for height and diameter in second series

Özellik	Testler	Kalkım (10A)	Bayramiç (10B)
Boy	Kalkım (10A)	-	-
	Bayramiç (10B)	0,82±0,03	-
	Çınarlıdere (10C)	1±0,00	0,84±0,04
Çap	Kalkım (10A)	-	-
	Bayramiç (10B)	0,79±0,04	-
	Çınarlıdere (10C)	0,79±0,05	0,54±0,07

Progeny test of Turkish red pine (*Pinus brutia*) in Marmara Region Breeding Zone (200-600 m): Results of 12th age

İkinci seri deneme alanı çiftleri arasında bulunan B tipi genetik korelasyonlar (r_{Bg}) Tablo 10'da verilmiştir. Boy için bulunan r_{Bg} değerleri 0,70'in oldukça üzerinde bulunmasına karşın, çap için Bayramiç (10B) ile Çınarlıdere (10C) hariç 0,70'in üzerinde bulunmuştur.

Özellikler arasındaki fenotipik ve genetik korelasyonlar tahmin edilmiştir (Tablo 11). En yüksek genetik korelasyon Boy 8 ile Boy 12 arasında (0,94), en düşük genetik korelasyon ise Boy 12 ile Çap 12 arasında (0,48) ortaya çıkmıştır.

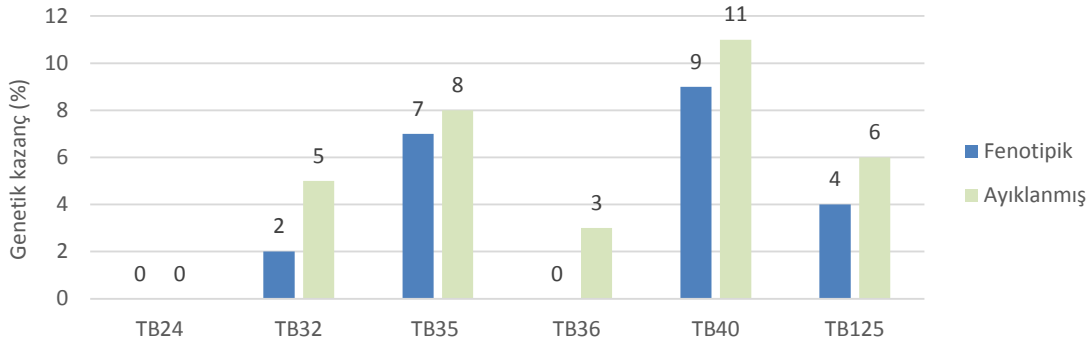
Tablo 11. İkinci seri fenotipik (üst diagonal) ve genetik (alt diagonal) korelasyonlar
Table 11. Phenotypic (upper diagonal) and genetic (bottom diagonal) correlations in second series

Özellikler	Boy 4	Boy 8	Çap 8	Boy 12	Çap 12
Boy 4	-	0,68	0,72	0,51	0,51
Boy 8	0,84	-	0,84	0,71	0,62
Çap 8	0,82	0,85	-	0,61	0,66
Boy 12	0,70	0,93	0,60	-	0,53
Çap 12	0,60	0,72	0,90	0,50	-

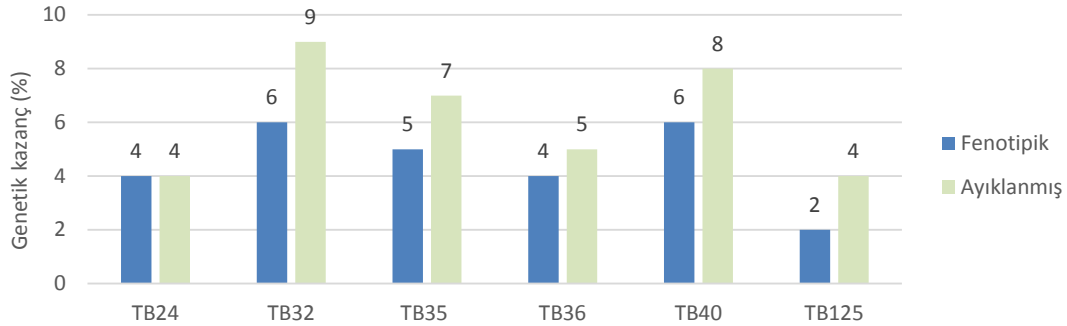
3.4. İkinci seri denemelerde genetik kazançlar

Tohum bahçesinden üretilen tohumların ağaçlandırmalarda kullanılması ile elde edilen genetik kazancı bulmak üzere önce her bir tohum bahçesine göre ortalama ıslah değerleri hesaplanmış ve bunlar aynı ıslah zonunda yer alan kontrol materyalleri ile karşılaştırılmıştır. Boy için tohum bahçeleri ortalamasının kontrollarla yapılan karşılaştırması

Şekil 2'de gösterilmiştir. Doğrudan tohum bahçelerinden elde edilen kazançlar (fenotipik) ve en iyi 20 klon seçilmesi sonucu elde edilen kazançlar (ayıklanmış) belirlenmiştir. Buna göre TB35 ve TB40 kontrola göre daha fazla boylanma gösteren tohum bahçeleri olmuşlar, TB32 ise ilk 20 klonun seçilmesi ile en yüksek genetik kazanç artışına (%2'den %5'e) ulaşan tohum bahçesi olmuştur.



Şekil 2. İkinci seride boy için tohum bahçelerinde fenotipik ve ayıklanmış genetik kazançlar
Figure 2. Genetic gains for height before and after rouging in the seed orchards of the second series



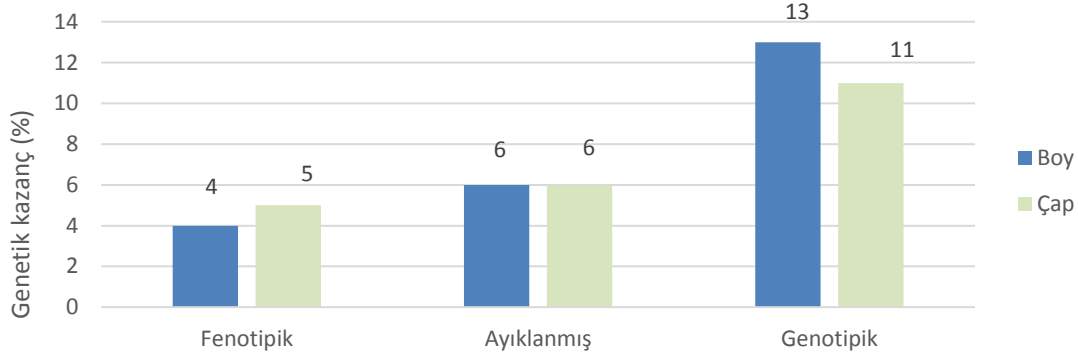
Şekil 3. İkinci seri denemelerde çap için tohum bahçelerinde fenotipik ve ayıklanmış genetik kazançlar
Figure 3. Genetic gains for diameter before and after rouging in the seed orchards of second series

Marmara Bölgesi Islah Zonu'nda (200-600 m) kızılçam (*Pinus brutia*) döl denemeleri: 12. yaş sonuçları

İkinci seri denemelerde tohum bahçelerinin göğüs çapı açısından fenotipik ve ayıklanmış genetik kazanç oranları Şekil 3'te verilmiştir. Göğüs çapı açısından ilk sırada TB32'nin yanısıra TB40 gelmiştir. TB32 boyda olduğu gibi ilk 20 klonun seçilmesi sonucu en fazla genetik kazanç artışına (%6'dan %9'a) ulaşmıştır.

İkinci seri denemelerde tüm bahçelerde (fenotipik)

her tohum bahçesinde en iyi 20 klon seçildiğinde (ayıklanmış) ve tohum bahçelerindeki tüm klonlar içinde en iyi 30 klon seçildiğinde (genotipik) tahmin edilen genetik kazançlar Şekil 4'te verilmiştir. Boy için fenotipik tohum bahçelerinde %4, ayıklanmış tohum bahçelerinde %6, genetik tohum bahçelerinde ise %13, çap için aynı sırayla %5, %6 ve %11 genetik kazanç elde edilebileceği ortaya çıkmıştır.



Şekil 4. İkinci seride tohum bahçelerinin tamamında fenotipik, ayıklanmış ve genotipik genetik kazançlar
Figure 4. Phenotypic, rogued and genotypic genetic gains in pooled seed orchards in second series

4. Tartışma ve Sonuç

Deneme alanlarında tahmin edilen parsel varyasyon katsayısı ve fenotipik varyasyon katsayılarına bakıldığında deneme alanlarının, amaca uygun olarak tesis edildiği ve güvenilir veri üretebileceği ortaya çıkmıştır (Düzgüneş ve ark., 1983; Mckeand ve Bridgwater 1995; Alan 2012).

Her iki seride tek tek deneme alanlarından elde edilen kalıtım dereceleri boy için 0,10-0,48 arasında, göğüs çapı için 0,10-0,31 arasında değişmektedir. Tek deneme alanında bulunan kalıtım dereceleri genotip çevre etkileşimini içermesinden dolayı etkilenmiş (biased) olarak nitelendirilmektedir (White ve ark., 2007). Bu bakımdan birlikte değerlendirilmede elde edilen ve genotip çevre etkisinin giderilmiş olduğu kalıtım derecelerini değerlendirmek ve diğer çalışmalarla karşılaştırmak daha isabetli olmaktadır. Ancak deneme alanlarının ayrı ayrı değerlendirmesi de deneme alanlarını karşılaştırmak ve parametreleri ayrıntılı incelemek açısından önem taşımaktadır. Bu açıdan bakıldığında bireysel kalıtım derecelerinin her iki seride ve her iki özellik açısından Bayramiç deneme alanlarında (9B, 10B) yüksek olması dikkat çekmiştir. Parsel varyasyon katsayılarının düşük olması deneme alanlarının homojen olduğunu gösteren bir parametredir. Bu anlamda tüm deneme alanları uygun koşullar taşımaktadır. Ancak tüm deneme alanlarında aynı aileler kullanılmasına karşın ka-

lıtım derecesinin daha yüksek olması Bayramiç deneme alanlarının daha homojen koşullara sahip olduğunu ve bireylerin genetik potansiyellerinin daha iyi ortaya çıktığını düşündürmektedir. Nitekim Mckeand ve Bridgwater (1995) parsel varyasyon katsayıları ile kalıtım dereceleri arasında ters ilişki olduğunu bildirmiştir.

Deneme alanları arasında aynı özellikte genetik çeşitliliği görmek açısından eklemeli genetik çeşitlilik katsayısı bir gösterge olabilmektedir (Houle 1992). Bu açıdan bakıldığında en yüksek değer birinci seride Balıkesir (9A), en düşük değer Çınarlıdere (9C) deneme alanında, ikinci seride ise en düşük değer Kalkım (10A), en yüksek ise Çınarlıdere (10C) deneme alanında bulunmuştur. Kalıtım derecelerine bakıldığında ise en yüksek değer her iki seri için Bayramiç deneme alanlarında bulunmuştur. Bu çelişkinin Bayramiç deneme alanlarında yüksek ortalamalar elde edilmesi ve bunun da eklemeli genetik çeşitliliği düşürmesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür. Diğer yandan Cornelius (1994), yüksek genetik çeşitlilik katsayısının, yüksek genetik kazanç anlamına geldiğini düşünmenin yanlış olduğunu, yüksek genetik çeşitlilik katsayısının da her zaman yüksek kalıtım derecesi anlamına gelmeyeceğini belirtmiştir. Ayrıca genetik çeşitliliği gözden geçirdiği aynı yayında orman ağaçlarında genetik çeşitlilik katsayısının %15'ten düşük olduğunu bulmuştur. Bu çalışmadaki genetik çeşitlilik katsayılarının da

Progeny test of Turkish red pine (*Pinus brutia*) in Marmara Region Breeding Zone (200-600 m): Results of 12th age

Cornelius (1994) ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Deneme alanlarının birlikte değerlendirilmesinde birinci seride çap ve boy için, ikinci seride ise boy için deneme alanları farklılığından kaynaklanan varyans en yüksek orana ulaşmıştır. Oysa ikinci seride çap için deneme alanı varyansı düşük bulunmuş, yanısıra parsel varyansı deneme alanı varyansından daha yüksek olmuş, hata varyans oranı da her iki serideki en yüksek orana ulaşmıştır. Bunların bir sonucu olarak, ikinci seride çap için kalıtım derecesi, birinci seriye göre %25 daha düşük tahmin edilmiştir. Cambren-Sandoval ve ark., (2013) çapın çevre koşullarından daha çok etkilenen bir özellik olduğunu öne sürmüşlerdir. Bu çalışmada da hem parsel varyansının, hem de hata varyansının yüksek çıkmasının, çap için kalıtım derecesinin düşük olmasına yol açtığı düşünülmüştür. Ayrıca bu çalışmada sözedilen parametreler (parsel varyansı, hata varyansı) boyda, çaptan daha düşük bulunmuştur. Dolayısıyla 12. yaşta boy için çapa göre daha isabetli tahminler yapılabileceği düşünülmüştür.

Deneme alanlarının birlikte değerlendirilmesi ile elde edilen kalıtım dereceleri genotip çevre etkileşiminden arındırılmış, yani etkilenmemiş (unbiased) kalıtım dereceleridir (White ve ark., 2007). Bu çalışmada genotip çevre etkisi giderilerek bulunmuş kalıtım dereceleri, Cornelius (1994) tarafından 67 orman ağacı için bulunan kalıtım dereceleri (0,1-0,3) ile uyumlu bulunmuştur. Kızılçamda kurulmuş başka döl denemelerinin 12. yaş kalıtım dereceleri ise boy için 0,27-0,36; çap içinse 0,16-0,36 arasında tahmin edilmiştir (Alan ve ark., 2012; Alan ve ark., 2013). Bu çalışmada tahmin edilen kalıtım dereceleri, diğer 12. yaş sonuçlarına göre bir miktar düşük olmakla birlikte onlarla uyumlu olmuştur. Bu çalışmanın 4. ve 8. yaşına göre, 12. yaşında tahmin edilen kalıtım dereceleri boy için bir miktar düşük olmasına karşın, çap için belirgin bir eğilim göstermemiştir (Öztürk ve ark., 2007; Alan ve ark., 2011). Diğer yandan 12. yaş kalıtım dereceleri karşılaştırıldığında boy için bulunan kalıtım derecelerinin çap için bulunandan daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum boy için yapılacak seleksiyonun daha isabetli olacağını göstermektedir (Düzgüneş ve ark., 1996). Diğer yandan aile ortalamaları kalıtım derecelerinin bireysel kalıtım derecelerinden daha yüksek olması aile seçimi ile daha yüksek genetik kazanç elde edilebileceğini göstermiştir.

Deneme alanı aile etkileşimi (genotip çevre etkileşimi) varyansının toplam varyansa oranı her iki seride ve her iki özelliğe en düşük bulunmuştur. Bu durumda kızılçam Marmara Islah zonunda genotip

çevre etkileşiminin uygulamayı etkileyecek düzeyde olmadığı kanısı oluşmaktadır. Genotip çevre etkileşimi olmaması durumunda çoklu ıslah ve üretim birimlerine gereksinim duyulmaksızın geniş alanlarda ıslah programları uygulamak daha uygun ve ekonomik olmaktadır (Atwood ve ark., 2002). Deneme alanlarının ikişer ikişer karşılaştırıldığı B tipi korelasyonlar, genotip çevre etkileşiminin miktarı hakkında bilgi vermektedir (Burdon 1977). Bu şekilde deneme çiftleri değerlendirildiğinde, İkinci seri denemelerde çap hariç, B tipi korelasyonlar, 0,70'in üzerinde bulunmuştur. Bu durumda Kızılçam Marmara Islah Zonunda değişiklik veya alt zonlama yapmaya gerek olmadığı anlaşılmıştır (Johnson 1997; Bian ve ark., 2014).

Her iki seride 12. yaş boy ve çap arasında genetik korelasyon oldukça düşük bulunmuştur. Diğer kızılçam döl denemelerinde 12. yaşta çap ve boy arasında genetik korelasyonlar 0,74-0,97 arasında, değişmiştir (Alan ve ark., 2012; Alan ve ark., 2013). Işık ve ark., (1999) ise kızılçamda 13. yaşta çap ve boy arasında genetik korelasyonu 0,89 bulmuşlardır. Her iki seride de boy ve çap arasındaki korelasyonun düşük bulunmuş olması deneme alanlarının verimli olması, bireylerin 12. yaşta sıkışması, sıkışmanın sonucu olarak da çap gelişiminin normal seyir izleyememesinden kaynaklanmış olabilir. Nitekim ölçme ile birlikte deneme alanlarının tamamında sıkışmadan dolayı aralama yapılmıştır. Genetik korelasyon açısından incelenmesi gereken diğer bir nokta ise yaş-yaş korelasyonudur. Yaş-yaş korelasyonu ıslah programlarında en uygun seçim (selection) yaşının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Böylece erken yaşta en iyilerin seçimi ile birim zamanda daha çok kazanç sağlanabileceği düşünülmektedir (Atwood ve ark., 2002). Birinci seri ve ikinci seride boy için 4. yaş ile 12. yaş arasındaki genetik korelasyon 0,70 ile 0,81 arasında değişmiştir. Bu durumda 4. yaşta boy için yapılan seçimin %70-81 oranında 12. yaş boy için de geçerli olabileceği anlaşılmaktadır. Diğer yandan döl denemelerinin 4. yaş boy sonuçlarına göre en iyi ailelerle 2007 yılında kurulmuş olan 188 ulusal kayıt nolu tohum bahçesinde (genotipik) tohum üretimi başlamıştır. Bu sonuçlara göre söz konusu tohum bahçesinin Marmara Bölgesi kızılçam ağaçlandırmalarında tercih edilmesi, birim alandan odun hammaddesi üretiminin artmasına hizmet edecektir.

Birinci seride fenotipik bir seçim olan plus (üstün) ağaç seçiminde genetik kazanç oranı %1-2 düzeyinde ve düşük bulunmuştur. Ancak ikinci seride tohum bahçelerinde boyda %4 çapta %5 kazanç sağlanabileceği anlaşılmıştır. Plus ağaç seçiminde isabet derecesi, seçim yapılan özellikteki kalıtım derecesinin karekökü kadardır (Düzgüneş ve ark.,

Marmara Bölgesi Islah Zonu'nda (200-600 m) kızılçam (*Pinus brutia*) döl denemeleri: 12. yaş sonuçları

1996). Bu çalışmaya göre plus ağaç seçimlerinde boy için isabet derecesi %48-54, çap için ise %35-40 hesaplanmıştır. Bu isabet dereceleri ile üstün ağaç seçimlerinde kazanç sağlanamaması normal karşılanabilir. Diğer yandan İkinci seri de tohum bahçelerinden sağlanan %4-5 oranında genetik kazancın da tohum bahçelerinde seçilmiş üstün bireyler arasında dölllenme olmasından dolayı gerçekleştiği düşünülmüştür. Genetik kazanç açısından dikkat edilmesi gereken başka bir nokta ise orman ağaçlarında olduğu gibi kalıtım derecesinin düşük olduğu durumlarda döl denemelerine dayanan genetik seçimlerin daha etkin olabilmesidir (Shelbourne 1992). Nitekim bu çalışmada da plus ağaç seçimleri ile çok az kazanç sağlanabilirken, döl denemeleri ile %9-13 oranında genetik kazanç sağlanabileceği ortaya çıkmıştır. Diğer yandan genetik kazanç ıslah çalışmalarının ekonomik anlamda çıktısıdır. Bu kapsamda kızılçamda yapılan bir çalışmada, hacimde sağlanan %30 genetik kazancın iç karlılık oranında da %30 oranında artış sağlayabileceği öne sürülmüştür (Erkan 2006). Diğer yandan hacimde sağlanan genetik kazanç, boyda sağlanan kazancın iki katına ulaşabilmektedir (Xie ve Yanchuk 2003; Öztürk ve ark., 2008; Alan ve ark., 2012). Ayrıca hacim açısından %2,5-4 genetik kazancın ıslah programı yürütülmesi açısından yeterli olduğu bildirilmektedir (Talbert ve ark., 1985). Bu açıklamalar ışığında bu çalışmada hacimde %18-26 arasında genetik kazanç elde edilebileceği ve döl denemeleri sonuçlarına göre birim alandan daha fazla üretim sağlayabilecek yeni tohum bahçeleri kurulabileceği ortaya çıkmıştır. Diğer yandan TB32, TB35 ve TB40 tohum bahçeleri boy ve çap açısından daha fazla genetik kazançta sahip olmuşlardır. Bu tohum bahçelerinin tohumlarının Marmara Bölgesi kızılçam ağaçlandırmalarında, özellikle OGM'nin bu bölgedeki endüstriyel ağaçlandırmalarında kullanılması ile de birim alandan odun hammaddesi artışının bir an önce sağlanabileceği görülmüştür.

Bu çalışma ile mevcut tohum bahçelerine ait klonların ıslah değerleri tahmin edilmiştir. Bu tohum bahçelerinde boy ve çap gelişimi düşük olan bireyler aralandığında, daha hızlı boy ve çap gelişimi sağlayabilecek tohum elde etmek olasıdır. Bu şekilde aralama yapıldığında TB32'de %3, TB35 ve TB40'da %2 daha fazla kazanç sağlanabileceği anlaşılmıştır. Ancak döl denemelerinde değerlendirmeler sürdüğü için aralama yapmak yerine seçici toplama (selective harvest) tercih edilebilir (Kang ve ark., 2001; Lindgren ve Prescher 2005). Seçici toplama için tohum bahçesindeki en iyi 20 klonu ait tohumların toplanılması, böylece en uygun genetik çeşitlilik ve genetik kazanç birleşiminin sağlanması öngörülmüştür (Johnson ve Lipow 2002; Lindgren ve Prescher 2005).

ren ve Prescher 2005).

Araştırma ile kızılçam Marmara Islah Zonunda bulunan döl denemelerinin 12. yaş boy ve çap özellikleri değerlendirilmiş ve ıslah programının gelecekte şekillenmesinde kullanılabilecek genetik parametreler tahmin edilmiştir. Islah zonunda genotip çevre etkileşimi olmadığı ortaya konulmuş, üretim materyallerinin ıslah zonunun her yerinde kullanılabileceği anlaşılmıştır. Birim alandan daha çok odun hammaddesi üretimi için TB32 (Bayramıç-Karaköy), TB35 (M. K. Paşa-Çaltılıbük) ve TB40 (Orhaneli-Göktepe) tohum bahçelerinin yanı sıra, bu çalışmanın 4. yaş sonuçlarına göre kurulmuş olan TB188'in (genotipik) tohumlarının ağaçlandırmalarda kullanılması gerektiği de ortaya çıkmıştır. Ayrıca TB32, 35 ve 40'tan seçici toplanmanın birim alandan üretimi daha da artırmak için kullanılabileceği görülmüştür. Bunu sağlamak için de söz konusu tohum bahçelerinde, ıslah değeri açısından ilk sıradaki 20 klonun tohumunu toplamak ve kullanmak yeterli olacaktır.

Not: Bu makale, 2000-2017 yıllarında T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından yürütülmekte olan araştırma projesi çerçevesinde "*Marmara Bölgesi Islah Zonu'nda (200-600 m) kızılçam (Pinus brutia Ten.) döl denemeleri (12. yaş sonuçları)*" başlığıyla hazırlanan ve OGM Araştırma İhtisas Grupları Toplantısında yayınlanması yönünde karar verilen Proje Ara Sonuç Raporundan (Alan ve ark., 2014) geliştirilmiştir.

Kaynaklar

Alan, M., Öztürk, H., Şıklar, S., Ezen, T., Çalışkan, B., Özler, H., 2011. Marmara Bölgesi Islah Zonunda (200-600 m) kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) döl denemeleri (8. yaş sonuçları). Orm. Ağçl.ve Toh. Islah Arşt. Enst. Md., Tek. Bül. No: 25, Ankara.

Alan, M., 2012. Türkiye'de Kızılçam Islahının Dünü, Bugünü ve Geleceği. Kuruluşunun 60. Yılında Ormancılık Araştırma Enstitüleri: Dünü, Bugünü ve Geleceği Sempozyumu, 7-9 Kasım, Bolu: 212-220.

Alan, M., Ezen, T., Öztürk, H., Şıklar, S., Sabuncu, R., Derilgen, S. I., Çalikoğlu, M., Polat, O., 2012. Akdeniz Bölgesi Alçak Islah Zonu'nda (0-400 m) kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) döl denemeleri (12. yaş sonuçları). Orm. Ağçl.ve Toh. Islah Arşt. Enst. Md., Tek. Bül. No: 29, Ankara.

Alan, M., Öztürk, H., Şıklar, S., Ezen, T., Derilgen, S. I., Çalışkan, B., Özler, H., Altun, Z. G., 2013.

Progeny test of Turkish red pine (*Pinus brutia*) in Marmara Region Breeding Zone (200-600 m): Results of 12th age

- Ege Bölgesi Alt Yükselti Kuşağı Islah Zonunda (0-400 m) kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) döl denemeleri (12. yaş sonuçları). Orm. Ağçl.ve Toh. Islah Arşt. Enst. Md., Tek. Bül. No: 32, Ankara.
- Atwood, R. A., White, T. L., Huber, D. A., 2002. Genetic parameters and gains for growth and wood properties in Florida source loblolly pine in the southeastern United States. *Can. J. For. Res* 32(6): 1025-1038
- Becker, W. A. 1992., *Manual of Quantitative Genetics* (Fifth edition). Academic Enterprises, Pullman, Washington, 192 pp.
- Bian, L., Shi, J., Zheng, R., Chen, J. Wu, H. X., 2014. Genetic parameters and genotype-environment interactions of Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*) in Fujian Province *Can. J. For. Res.* 44(6): 582-592.
- Burdon, R. D., 1977. Genetic correlation as a concept for studying genotype-environment interaction in forest tree breeding, *Silvae Genetica* 26(5-6): 168-175.
- Cambren-Sandoval, V. H., Sanchez-Vargas, N. M., Saenz-Romero, C., Vargas-Hernandez, J. J., Espana-Boquera, M. L. Herrerias-Diego, Y., 2013. Genetic parameters for seedling growth in *Pinus pseudo-strobus* families under different competitive environments. *New Forests* 44: 219-232.
- Cornelius, J., 1994. Heritabilities and additive genetic coefficients of variation in forest trees. *Can. J. For. Res.* 24: 372-379
- DPT., 2001. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu. DPT Yayın No: 2531, ÖİK: 547, Ankara.
- DPT., 2007. Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu. DPT Yayın No: 2712, ÖİK: 665, Ankara.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Gürbüz, F., 1983. İstatistik Metodları I. Ankara Ü., Ziraat Fakültesi Yay. No: 1437, Ankara.
- Düzgüneş, O., Eliçin, A., Akman, N., 1996. Hayvan Islahı. Ankara Ü., Ziraat Fakültesi Yay. No: 861, Ders Kitabı: 229, Ankara.
- Erkan, N., 2006. Economic gains from tree improvement: an example from Turkish Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) plantations in Turkey. In: Proceeding IUFRO Division 2 Joint Conference: Low input breeding and genetic conservation of forest tree species, Antalya, 9-13 October 2006 pp.29.
- FAO., 2012. State of the World Forest, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Houle, D., 1992. Comparing evolvability and variability of quantitative traits. *Genetics* 130: 195-204.
- Işık, F., Işık, K., Lee, S. J., 1999. Genetic variation in *Pinus brutia* Ten. in Turkey: I. Growth, biomass and stem quality traits. *Forest Genetics* 6(2): 89-99
- Johnson, G. R., 1997. Site-to-site genetic correlations and their implications on breeding zone size and optimum number of progeny test sites for Coastal Douglas-Fir. *Silvae Genetica* 46(5): 280-285.
- Johnson, R., Lipow, S., 2002. Compatibility of breeding for increased wood production and long-term sustainability: genetic variation of seed orchard seed and associated risks. *Proceedings From The Wood Compatibility Workshop No 18: 169-179.*
- Kang, K. S., Lindgren, D. Mullin, T. J., 2001. Prediction of genetic gain and gene diversity in seed orchard crops under alternative management strategies. *Theor. Appl. Genet.* 103 (6): 1099-1107.
- Koski, V., Antola, J., 1993. Turkish National Tree Breeding and Seed Production Program for Turkey (1994-2003), Cooperated with ENSO Forest Development Inc. and Forest Tree Seeds and Tree Breeding Institute.
- Libby, W. J., 2002. Forest Plantation Productivity. *FAO Working paper FP/3 Roma.*
- Lindgren, D., Prescher, F., 2005. Optimal clone number for seed orchards with tested clones. *Silvae Genetica* 54: 80-92
- Littell, R. C., Milliken, G. A., Stroup, W. W., Wolfinger, R. D., 2000. *SAS System for Mixed Models.* SAS Institute Inc. NC. USA.
- Lynch, M., Walsh, B., 1997. *Genetics and Analyses of Quantitative Traits.* Sinauer Ass. Inc. Publ., Sunderland, USA.
- Mckeand, S. E., Bridgwater, F., 1995. Variance component and genetic gain estimates from 6-year-old diallel tests of loblolly pine. In: Weir, R. J., Hatcher, A. V. (Eds.), 23. Southern Forest Tree Improvement Conference, pp.197-203.
- Nilson, S., 1996. Do we have enough forest. *IUFRO Occasional Paper No. 5, Hungary.*

Marmara Bölgesi Islah Zonu'nda (200-600 m) kızılçam (*Pinus brutia*) döl denemeleri: 12. yaş sonuçları

- OGM., 2013. Endüstriyel Ağaçlandırma Çalışmaları Eylem Planı (2013-2023).
- Öztürk, H., Şıklar, S., Alan, M., Ezen, T., Korkmaz, B., Gülbaba, A. G., Sabuncu, R., Tulukçu, M., Derilgen S. I., 2004. Akdeniz Bölgesi Alçak Islah Zonunda (0-400 m) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Döl Denemeleri (4. Yaş Sonuçları). Orm. Ağçl.ve Toh. Islah Arşt. Enst. Md., Tek. Bül. No: 12, Ankara.
- Öztürk, H., Şıklar, S., Alan, M., Korkmaz, B., Ezen, T., Tulukçu, M., Keskin, S., Çalışkan, B., 2007. Marmara Bölgesi Islah Zonunda (200-600 m) kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) döl denemeleri (4. yaş sonuçları). Orm. Ağçl.ve Toh. Islah Arşt. Enst. Md., Tek. Bül. No: 17, Ankara.
- Öztürk, H., Şıklar, S., Alan, M., Ezen, T., Korkmaz, B., Gülbaba, A. G., Sabuncu, R., Derilgen, S. I., Çalışkan, B., 2008. Akdeniz Bölgesi Alçak Islah Zonunda (0-400 m) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) döl denemeleri (8. Yaş Sonuçları). Orm. Ağçl. ve Toh. Islah Arşt. Enst. Md., Tek. Bül. No: 18, Ankara.
- Öztürk, H., Şıklar, S., Alan, M., Ezen, T., Gülbaba, A. G., Sabuncu, R., Korkmaz, B., Tulukçu, M., Derilgen, S. I., Keskin, S., Çalışkan, B., 2010. Akdeniz Bölgesi Orta Yükselti Kuşağı Islah Zonunda (401-800 M) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) döl denemeleri (8. yaş sonuçları). Orm. Ağçl.ve Toh. Islah Arşt. Enst. Md., Tek. Bül. No: 24, Ankara.
- Petrinovic, J. F., Gélinas, N., Beaulieu, J., 2009. Benefits of using genetically improved white spruce in Quebec: The forest landowner's viewpoint, Forestry Chronicle 85(4): 571-582
- Schmidting, R. C., Robison, T. L., Mckeand, S. E., Rousseau, R. J., Allen, H. L., Goldfarb, B., 2004. Southern Forest Science: Past, Present, and Future. In: Rauscher, C H. M., Johnsen, K. (Eds.), The Role of genetics and tree improvement in southern forest productivity. pp. 97-108. USDA Forest Service.
- Schutz, W. M., Cockerham, C. C., 1966. The effect of field blocking on gain from selection. Biometrics 22(4): 843-863.
- Shelbourne, C. J. A., 1992. Genetic gain from different kinds of breeding population and seed or plant production population. South African Journal (160): 49-65.
- Sokal, R. R., Rohlf, F. J., 1995. Biometry. Third Edition. W.H. Freeman and Company, New York.
- Stantuth, J. A., Kellison, R. C., Broerman, F. S., Jones, S. B., 2003. Productivity of southern pines: Where are we and how did we get here?. Journal of Forestry 101(3): 26-31.
- Sutton, W. R. J., 2000. Wood in the third millennium. Forest Products Journal 50(1): 12-21.
- Talbert, J. T., Weir, R. J., Arnold, R., 1985. Cost and benefits of a mature first-generation Loblolly pine tree improvement program. Journal of Forestry 83: 162-166.
- White T. L., Adams W. T., Neale D. B., 2007. Forest Genetics. 1st. ed. Cambridge, MA, USA:CABI Publishing.
- Wu, H. X., Ivković, M., Gapare, W. J., Matheson, A. C. Baltunis, B. S., 2008. Breeding for wood quality and profit in *Pinus radiata*: a review of genetic parameter estimates and implications for breeding and deployment. New Zealand Journal of Forestry Science 38(1): 56-87.
- Xie, C. Y., Yanchuk, A. D., 2003. Breeding values of parental trees, genetic worth of seed and yield of improved stocks in British Columbia. Western Journal of Applied Forestry 18(2): 88-100.