

## Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) orijin denemelerinin 30. yaşında göğüs yüksekliği çapı bakımından değerlendirilmesi: Akdeniz ve Ege Bölgeleri

Mehmet Çalikoğlu<sup>a</sup>, Alper Ahmet Özbey<sup>a,\*</sup>, Zeynep Gülçin Altun<sup>b</sup>, Abdülkadir Yıldızbakan<sup>c</sup>, Asım Yırık<sup>d</sup>

**Özet:** Bu çalışmada, Türkiye ve Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nin farklı bölgelerinden 50 kızılçam orijini ile Türkiye ve K.K.T.C' de toplam 26 deneme alanına tesis edilen kızılçam orijin denemelerinin, 30. yaşında sadece Akdeniz ve Ege Bölgelerinde yer alan 13 deneme alanı göğüs yüksekliği çapı bakımından değerlendirilmiştir. Akdeniz Bölgesi Alçak Yükselti (200-600 m), Akdeniz Bölgesi Üst Yükselti (900-950 m) ve Ege Bölgesi (401-700 m) Ağaçlandırma Zonlarında en iyi çap büyümesi yapmış ve istatistik açıdan anlamlı farklılık gösteren orijinler belirlenmiştir. Ayrıca Akdeniz ve Ege deneme alanları çerçevesinde çap büyümesi bakımından orijinlerin performans stabilitesi belirlenmiştir. Deneme alanları tesadüf blokları deneme desenine göre, 3 yinelemeli olarak kurulmuştur. Orijinler her yinelemede, 3x1.5 m aralık-mesafede 16'şar fidanla temsil edilmişlerdir. Denemelerin 15. yaşında sistematik aralamaya gidilmiş ve parseldeki fidan sayısı yarıya yani 8'e düşürülmüştür. Sonuç olarak, kızılçam orijinleri arasında göğüs yüksekliği çapı gelişimi bakımından 12 deneme alanında anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Deneme alanlarının deneysel hata varyansı oranları ile parseller arası hata varyasyon katsayılarının önceki yıllarda yapılan değerlendirmelere oranla azalmış olduğu belirlenmiştir. Akdeniz Alçak Yükselti Kuşağı orijinlerinin, Akdeniz ve Ege Bölgelerinde, performans stabilitesi bakımından, Orta Yükselti Kuşağı orijinlerinden geri kalmadıkları tespit edilmiştir. Akdeniz Üst Yükselti Kuşağı orijinleri ile Ege Bölgesi orijinlerinin performans stabilitesinin çok değişken olduğu gözlenmiştir. Marmara Bölgesi orijinleri ile izole orijinlerin Akdeniz ve Ege Bölgelerine uyum yeteneklerinin olmadığı belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Ağaçlandırma zonu, Performans stabilitesi, İslah programı, adaptasyon

## Assessment of Turkish Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) provenance trials in terms of breast height diameter at 30<sup>th</sup> years age: The Mediterranean and the Aegean Regions

**Abstract:** In this study, 13 trials located in the Mediterranean and Aegean Regions at the age of 30 of the Turkish pine origin trials established in a total of 26 trial areas in Turkey and the Turkish Republic of Northern Cyprus were evaluated in terms of diameter at breast height. 50 Turkish red pine provenances from different regions of Turkey and TRNC were sampled in the trials. Provenances with the best diameter growth and statistically significant differences were determined in the Mediterranean Region Low Altitude (200-600 m), Mediterranean Region Upper Elevation (900-950 m), and Aegean Region (401-700 m) Afforestation Zones. In addition, the performance stability of the provenances in terms of diameter growth was determined within the framework of the Mediterranean and Aegean trials. Experimental design in each trial is randomized complete block design with three replications. In each replication, provenances had presented with 16 seedlings initially. In 15th year, the trials were systematically thinned and sapling number in each replication was halved. As a result, significant differences were found in 12 trials in terms of diameter at breast height growth between provenances. It has been determined that the experimental error variance rates and the inter-plot error variation coefficients of the trials have decreased compared to the evaluations made in previous years. It has been determined that the origins of the Mediterranean Low Elevation Zone do not lag behind the origins of the Middle Elevation Zone in terms of performance stability in the Mediterranean and Aegean Regions. It has been observed that the performance stability of the Mediterranean Upper Elevation Zone provenances and the Aegean Region provenances are very variable. It has been determined that the provenances of the Marmara Region and isolated provenances do not have the ability to adapt to the Mediterranean and Aegean Regions.

**Keywords:** Afforestation zone, Performance stability, Breeding program, Adaptation

### 1. Giriş

Orman Genel Müdürlüğü'nün 2021 yılı istatistiklerine göre kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), 5.21 milyon hektar ile Türkiye'nin en geniş doğal yayılışına sahip iğne yapraklı ağaç türüdür. Bu ormanların 3.4 milyon hektarı normal, 1.8 milyon hektarı ise boşluklu kapalıdır. Türkiye'deki bozuk orman alanının %19'u kızılçama aittir. Bu yüzden ağaçlandırmalarda kızılçamın payı büyüktür. Aynı istatistikler, kızılçamın yıllık üretilen fidan sayısı bakımından, 69.7 milyon adetle, karaçamın ardından ikinci sırada yer aldığını göstermektedir (OGM, 2021). Büyük ağaçlandırma potansiyeli ve yüksek miktarda fidan gereksinimi, bir ağaç türündeki genetik ıslah

çalışmalarını teşvik eden faktörlerden önemli iki tanesidir. Kızılçam özelinde ıslah çalışmalarının önemini artıran olgular biraz daha ayrıntılanarak şu şekilde sıralanabilir:

- Geniş yatay ve dikey doğal yayılışı ile bu yayılış alanı içerisindeki değişik fizyografik, iklimatik ve edafik koşullar, farklı seleksiyon etmenleri ve basınçları yaratarak, kızılçamda popülasyonlar arası ve içi varyasyonun artmasına neden olmaktadır (Işık, 1986; Işık, 1998; Ne'eman ve Trabaud, 2000; Boydak vd. 2006).

<sup>a</sup> Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü  
<sup>b</sup> Ege Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (emekli)  
<sup>c</sup> Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü  
<sup>d</sup> KKTC Orman Dairesi Müdürlüğü  
\* Corresponding: alperahmetozbey@ogm.gov.tr  
Received: 03.04.2022, Accepted: 15.04.2022

- Diğer asli ağaç türlerimiz için de az çok geçerli olabilecek bu durum bağlamında kızılçamı ayrıcalıklı kılan husus, onun hızlı gelişen bir tür oluşudur (Usta, 1991; Erkan, 1996). Fizyolojik, seksüel, teknik ve ekonomik olgunluğa görece çok daha kısa sürede ulaşması, bu ağaç türündeki ıslah yatırımlarını oldukça avantajlı kılmaktadır.
- Kızılçam, odunu orman endüstrisinin farklı alanlarında (kâğıt, sanayi odunu, kaplama, kereste vd.) çok yaygın olarak kullanılan ve talep edilen bir türdür.
- Uygun koşullarda yapılan kızılçam ağaçlandırmalarının ormancılık yatırımları çerçevesinde oldukça ekonomik olduğu ortaya konmuştur (Erkan vd. 2002).

Türkiye’de ağaçlandırma yatırımlarının önemli ölçüde artmaya başladığı 1980’li yıllarda, başta çam türleri olmak üzere, birçok asli ağaç türünde orijin denemeleri kurulmuştur. Deneme alanlarının korunup yaşatılması ve amaçlanan hedefin önemli ölçüde gerçekleştirilmesi bakımından, Kızılçam orijin denemelerinin başta geldiğini söylemek mümkündür.

Kızılçam orijin denemelerinde, başlangıçtaki (1989 yılında) 26 deneme alanından 18’i, 2021 yılı itibariyle, 30. arazi yaşını geçmiş bulunmaktadır. 8 deneme alanı; böcek tasallutu, izinsiz ve kontrolsüz bakım kesimleri, deneme alanı içerisinde geniş yangın şeridi geçirilmesi gibi çeşitli sebeplerle değerlendirme kapsamı dışına çıkmıştır (Çalikoğlu vd. 2020).

Kızılçamda popülasyon seviyesinde seleksiyon çalışması olan orijin denemelerinin sonuçlarının kullanım potansiyeli ve değeri aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Ağaç ıslahının en önemli görevlerinden bir tanesi, ister orijin/popülasyon, ister aile, isterse klon olsun, uğraştığı genetik birimin, adaptasyon yeteneğini ortaya koymaktır. Bu bir yönüyle, ilgili genetik birimin çok farklı yetişme ortamı koşullarında tekerrürü ile mümkün olabilir. Kızılçam orijin denemeleri, gerek orijinler, gerekse deneme alanları anlamında geniş örneklemiyse bu amaca hizmet edecek potansiyeli taşımaktadır.
- Akdeniz Üst Islah Zonu (801-1200 m) gibi bazı kızılçam ıslah zonlarında henüz döl denemeleri kurulmamıştır. O halde bu kuşakta yapılacak kızılçam ağaçlandırmalarında orijin denemelerinin sonuçları, döl denemeleri kurulup sonuçlandırılincaya kadar yol gösterici olacaktır. İleride bu zonda oluşturulacak ıslah popülasyonuna, farklı yükselti kuşağından da olsalar, üstünlükleri bu denemelerle belirlenmiş popülasyonlardan yapılacak seçimleri de dâhil etmek faydalı olacaktır.
- Ekstrem alanlarda ve doğal yayılış alanı dışındaki yarı-kurak bölgelerde kızılçam ağaçlandırmalarının önemi her geçen gün artmaktadır. Bu ağaçlandırmalarda temel problemlerden birisi uygun orijin seçimidir. Kızılçam orijin denemelerinin bazı deneme alanlarından (Korkuteli, Mut, Ankara, Karabük, Mardin) elde edilen veriler bu temel problemin çözümünde en temel dayanaklar olacaktır.

- Döl denemelerinin güvenilir aşamadaki sonuçları alındıktan sonra, üstün ailelerle genotipik tohum bahçeleri kurulmaya başlanmıştır. Bunlardan tatminkâr miktarda tohum elde edilinceye kadar, kızılçam ağaçlandırmalarına tohum kaynağı seçimlerinde, orijin denemelerinin sonuçlarından da yararlanılması doğru ve yerinde olacaktır.
- Kızılçam ıslah zonlarının yeniden düzenlenmesinde, ıslah popülasyonlarının zenginleştirilmesinde veya içyapılarının yeniden organize edilmesinde orijin denemelerinin sonuçları da aydınlatıcı olacaktır.
- Nihayet kızılçam orijin denemeleri uzun dönemde ex-situ gen koruma alanları olarak, muhtemel iklim değişimlerine bağlı olarak adaptasyon yeteneklerinin durumu ve diğer her türden karşılaştırmalı bilimsel çalışmalar için hizmet edeceklerdir.

Kızılçam orijin denemelerinin 5 ve 10. yaş sonuçları, bazı deneme alanlarında orijin farklılıklarının anlamlı, bazılarında ise anlamsız olduğu belirlenmiştir (Cengiz vd. 1999; Işık vd. 2002).

Denemelerin 10 ve 20. yıllara ait sonuçlarında;

- Doğal yayılış alanının dışındaki Göynük, Niksar, Siirt ve Karabük gibi izole yayılışlara ait orijinlerin, tüm deneme alanlarında düşük performans sergiledikleri,
- Buna karşın 15 (Burdur-Bucak), 9 (Mersin-Davultepe), 7 (Gülner-Pembecik), 10 (Silifke-Yeşilovacık) ve 23 (Antalya-Kumluca) gibi orijinlerin birçok deneme alanında üstün performansla kararlı bir tutum izledikleri,
- Genel olarak Akdeniz Bölgesi üst ve buna yakın yükseltileri temsil eden orijinlerin düzgün gövdeler yapmış oldukları ortaya konmuştur.

Marmara ve Ege Bölgeleri’nin kızılçam orijin denemeleri bakımından özel önemini ilk kez İktüeren (1977) ortaya koymuştur. Yazar, farklı orijinlerle kuzeydeki fidanlıklarda yapmış olduğu henüz fidanlık aşaması değerlendirmelerinde, fidan boyu, fidan formu ve yaşama oranı karakterleri bakımından, güneyden (Akdeniz’den) gelen orijinlerin çok belirgin üstünlük sergilediğini belirlemiştir.

Örtel vd. (2010) de, Ege ve Marmara Bölgelerindeki orijin denemesi alanlarında, kızılçamın Akdeniz Bölgesi orijinlerinin, hacim ve gövde formu bakımından üstünlüklerini ortaya koymuşlar, özellikle Marmara Bölgesi’nde, kızılçamın Akdeniz orta ve üst kuşağını temsil eden bazı orijinlerinin üstünlüğünün söz konusu olduğunu tespit etmişlerdir. Ortalama hacim bakımından, Marmara ve Ege Bölgeleri’ndeki deneme alanlarının, Akdeniz Bölgesi’ndekilere oranla daha üstün olduğunu da ekleyerek, kızılçamda endüstriyel plantasyonların, üstün Akdeniz orijinleri ile bu iki bölgede yoğunlaştırılmasını önermişlerdir.

Ne yazık ki Marmara Bölgesi’ndeki tüm deneme alanları, önceden belirtilmiş olan sebeplerle, değerlendirme dışı kalmış durumdadır. Ege Bölgesi deneme alanlarından da orta yükselti kuşağındaki 5 tanesi 30. arazi yaşı sonunda değerlendirilebilmiştir.

Kızılçam orijin denemelerinin ilerleyen yaşlarında, ağaç boyunu doğru ve verimli bir şekilde ölçmek önemli bir sorun teşkil etmeye başlamıştır. Bu yüzden 30. arazi yaşının sonunda, hacimsel büyümenin en önde gelen parametresi olan göğüs yüksekliği çapı bakımından değerlendirmeler öne çıkmıştır.

Bu çalışmada; Milli Ağaç Islahı Programında (Koski ve Antola, 1993) kızılçam için öngörülmuş ıslah zonlarına denk düşen Akdeniz ve Ege ağaçlandırma zonlarındaki orijin denemeleri 30. yaşında çap gelişimi bakımından değerlendirilmiştir. Ayrıca bu deneme alanları çerçevesinde, kızılçam orijinlerinin stabilite ve değişkenlikleri incelenmiştir.

## 2. Materyal ve yöntem

Denemelerde Türkiye'nin ve K.K.T.C.'nin farklı bölgelerinden 50 kızılçam orijini kullanılmıştır (Tablo 1). Orijin olarak belirlenen meşcerelerde (büyük çoğunluğu tohum meşceresi), birbirine en az 50 m uzaklıkta 30 adet tohum ağacı seçilmiş, bu ağaçlardan toplanan tohumların karıştırılıp tüplere ekilmesi sonucu her orijine ait 1+0 tüplü kızılçam fidanları elde edilmiştir. Bu fidanlarla Türkiye ve K.K.T.C.'de 26 deneme alanına, 1988-1989 dikim mevsiminde, orijin denemeleri tesis edilmiştir (Cengiz vd. 1995). 30. yılın sonunda Akdeniz ve Ege Bölgeleri'nde kurulmuş 13 deneme alanı, bu çalışmada materyal olarak kullanılmıştır (Tablo 2).

Her bir deneme alanı Rastlantı Blokları Deneme Desenine göre, 3 tekrarlı olarak kurulmuştur. Orijinler her tekrarda, 3x1.5 m aralık-mesafeli 16'şar fidanlık parsellerle temsil edilmişlerdir. Denemelerin 15. yaşında deneme alanlarında sistematik aralamaya gidilmiş ve parseldeki fidan sayısı 8'e (yarıya) düşürülmüştür (Örtel vd. 2010).

2018 yeşerim döneminin ardından her deneme alanındaki yaşayan ağaçlarda göğüs yüksekliği çapları mm hassasiyetinde ölçülmüştür. 27, 48 ve 49 numaralı orijinler, başlangıçtaki yetersiz fidan sayıları sebebiyle, ancak birkaç deneme alanında yer almışlardır. Bu yüzden zonal değerlendirmelerde bu orijinler değerlendirme dışı bırakılmış ve değerlendirmeler 47 orijini kapsayacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 1.** Denemelerde kullanılan kızılçam orijinleri

No	İşletme	Şeflik	Enlem	Boylam	Yükselti (m)
1	Pos	Karsanti	37°34'	35°24'	600
2	KKTC	Buffavento	35°17'	33°24'	500
3	KKTC	Karaağaç	35°18'	33°32'	320
4	Tarsus	Buladan	37°05'	34°33'	1000
5	Anamur	Gökçesu	36°11'	32°45'	600
6	Anamur	Anamur	36°05'	32°41'	650
7	Gülner	Pembecik	36°14'	33°15'	650
8	Tarsus	Cehennemdere	37°07'	34°31'	800
9	Mersin	Davultepe	36°55'	34°26'	750
10	Silifke	Yeşilovacık	36°13'	33°43'	100
11	Erdemli	Erdemli	36°45'	34°10'	1150
12	Mersin	Fındıkpınarı	36°57'	34°24'	1150
13	Anamur	Çaltıbüktü	36°17'	32°48'	1000
14	Bucak	Pamucak	37°24'	30°37'	800
15	Bucak	Bucak	37°30'	30°41'	800
16	Antalya	Düzlerçamı	36°59'	30°33'	275
17	Alanya	Güzelbağ	36°45'	31°58'	650
18	Gündoğmuş	Eskibağ	36°42'	32°10'	1000
19	Kaş	Lengüme	36°24'	29°30'	720
20	Kaş	Lengüme	36°24'	29°32'	830
21	Serik	Pınargözü	37°17'	30°58'	750
22	Alanya	Kargı	36°36'	31°57'	350
23	Kumluca	Kumluca	36°26'	30°15'	250
24	Antalya	Olimpos MP.	36°35'	30°28'	350
25	Sındırgı	Seydan	39°12'	28°08'	400
26	Ayvacık	Baharlar	39°36'	26°34'	550
27	Ayvacık	Ezine	39°53'	26°25'	300
28	Bayramiç	Karaköy	39°50'	25°55'	400
29	Bigadiç	Bigadiç	39°24'	28°22'	350
30	M.K.Paşa	Çaltılıbüktü	39°58'	28°40'	450
31	Orhaneli	Orhaneli	40°00'	28°55'	600
32	Göhlisar	Göhlisar	37°04'	30°32'	1100
33	Sütçüler	Karadağ	37°30'	30°51'	650
34	Sütçüler	Söğütadağı	37°21'	30°54'	400
35	Antakya	Uluçınar	36°21'	35°57'	385
36	K.Maraş	Suçatı	37°46'	36°42'	800
37	Antakya	Yayladağı	35°54'	36°01'	480
38	Marmaris	Çetibeli	37°00'	28°19'	60
39	Muğla	Ula	37°06'	28°32'	750
40	Yılanlı	Boyalı	37°17'	28°34'	750
41	Gördes	Şahinkaya	38°50'	28°04'	350
42	Dursunbey	Durabeyler	39°42'	28°37'	600
43	Göynük	Gürpınar	40°11'	30°49'	600
44	Bafra	Yakakent	41°39'	35°27'	100
45	Niksar	Niksar	40°38'	36°43'	250
46	Karabük	Karatepe	41°05'	32°41'	450
47	Siirt	Cizre	37°29'	42°00'	700
48	İzmir	Gümlüdüz	38°06'	27°05'	400
49	Keşan	Korudağı	40°44'	26°43'	175
50	KKTC	Güzelyurt	35°18'	33°03'	200

**Tablo 2.** Orijin deneme alanlarının bazı özellikleri

Bölge	Orman işletmesi	Enlem	Boylam	Yükselti (m)	Eğim(°)/Bakı	Anakaya	Emberger biyoiklim katmanı
AKDENİZ	Finike	36°23'	30°15'	550	15/GD	Kireçtaşı	Yağışlı alt yumuşak
	Finike	36°30'	30°07'	950	20/B	Kireçtaşı	Yağışlı alt yumuşak
	Korkuteli	37°04'	30°12'	900	4/GD	Kalker breş	Yarı-kurak üst soğuk
	Kaş	36°25'	29°20'	200	4/B	Kireçtaşı	Az yağışlı sıcak
	Gazipaşa	36°12'	32°13'	300	40/K	Şist	Yağışlı alt sıcak
	Gazipaşa	36°14'	32°11'	450	40/D	Şist	Yağışlı alt sıcak
	Mut	36°21'	32°40'	400	5/B	Kireçtaşı	Yarı kurak alt serin
KKTC	35°17'	33°03'	230	D	Kireçtaşı	Az yağışlı sıcak	
EGE	Manisa	38°28'	28°30'	475	10/GD	Şist	Yarı kurak üst ılık
	Menemen	38°50'	26°59'	70	7/GD	Marn	Az yağışlı yumuşak
	Nazilli	37°41'	28°48'	650	25/GD	Şist	Yarı kurak üst ılık
	Muğla	37°06'	28°28'	570	25/K	Kireçtaşı	Yağışlı alt serin
	Manisa	38°54'	27°34'	475	5/K	Marn	Az yağışlı serin

Her bir deneme alanı için yapılan varyans analizinde aşağıdaki doğrusal model kullanılmıştır:

$$Y_{ijk} = \mu + b_i + o_j + bo_{ij} + e_{ijk}$$

Eşitlikte;

$Y_{ijk}$  = i. bloktaki j. orijinin k. ağacına ait gözlem değeri,  
 $\mu$  = deneme alanının ortalaması,  
 $b_i$  = i. bloğun etkisi,  
 $o_j$  = j. orijinin etkisi,  
 $bo_{ij}$  = blokxorijin etkileşimi,  
 $e_{ijk}$  = i. blokta j. orijinin k. bireyinden kaynaklanan etkiyi göstermektedir.

Deneme alanlarının toplu değerlendirilmesinde ise aşağıdaki doğrusal modelden yararlanılmıştır:

$$Y_{ijkm} = \mu + s_i + b_{j(i)} + o_k + so_{ik} + bo_{j(i)k} + e_{ijkm}$$

Eşitlikte;

$Y_{ijkm}$  = i. deneme alanındaki j. blokta k. orijine ait m. ağacın gözlem değeri,  
 $\mu$  = genel ortalaması,  
 $s_i$  = i. deneme alanının etkisi,  
 $b_{j(i)}$  = i. deneme alanında j. bloğun etkisi,  
 $o_k$  = k. orijinin etkisi,  
 $so_{ik}$  = deneme alanıxorijin etkileşimi,  
 $bo_{j(i)k}$  = i. deneme alanında j. bloğun k. orijinin etkileşimi,  
 $e_{ijkm}$  = i. deneme alanında j. blokta k. orijinin m. bireyinden kaynaklanan etkiyi göstermektedir.

Her iki modelde de, orijin etkisi sabit, diğer etkiler rastlantısal kabul edilmiştir. Orijinlerin çoklu karşılaştırma testlerinde hata terimi olarak, blok içinin örneklendiği (*sub-sampling*) Rastlantı Blokları Deneme Deseninde deneysel hata olan blokxişlem etkileşimi (toplu değerlendirmelerde  $sp_{ik}$ ) esas alınmıştır. Blokxorijin ( $bo_{ij}$ ) varyansının toplam varyansa oranı (BOV%) ile parseller arası varyasyon katsayıları (PAVK%), mevcut deneme deseniyle deneme alanlarındaki çevresel varyansın ne kadar kontrol edilebilmiş olduğunu denetlemek için kullanılmıştır.

Çap bakımından, Akdeniz ve Ege bölgesi deneme alanları çerçevesinde kararlı orijinleri belirlemek için,

aşağıda verilen Birleştirilmiş Kararlılık-Performans Endeksi (CSPI) kullanılmıştır (Işık ve Kara, 1997).

$$CSPI = \sum (R_{ij} - O_p) / N$$

Endekste;

$R_{ij}$  = j. deneme alanında i. orijinin sıralama değerini,  
 $O_p$  = en iyi gelişme gösteren orijinin sıralama değerini,  
 $N$  = deneme alanı sayısını ifade etmektedir.

Performans kararlılığı yanında, varyasyonunu da göstermek amacıyla, orijinlerin denemelerdeki minimum ve maksimum sıra değerleri ile sıra değeri genişlikleri (*Range*) de hesaplanmıştır.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Her bir deneme alanından elde edilen bulgular

Deneme alanı bazında elde edilen; her bir deneme alanına ait ortalama değerler, standart sapma ve parseller arası varyasyon katsayıları, varyans bileşenlerinin anlamlılık düzeyleri ile toplam varyans içerisindeki yüzde payları hesaplanmıştır (Tablo 3).

İzmir-Aliğa deneme alanı haricindeki tüm deneme alanlarında, göğüs yüksekliği çapı bakımında orijin etkisinin istatistik açıdan anlamlı ( $p \leq 0.05$ ) olduğu görülmektedir (Tablo 3).

Akdeniz ve Ege Bölgesi'nde değerlendirilen 13 deneme alanında BOV% (deneysel hata oranı) %3 ile %15 arasında bulunmuştur. Deneme alanlarının 8'inde bu oran %8 ve altındadır. Bu oranın %10' un üzerinde olduğu 4 deneme alanından yalnız bir tanesinde orijin etkisi anlamsız çıkmıştır. Kaş, Akhisar ve Ula deneme alanlarında orijinxblok varyans bileşeninin etkisi anlamsız çıkmıştır. Parseller arası varyasyon katsayıları (PAVK%) %21.15 ile %44.61 arasında değişmiştir (Tablo 3).

Aynı deneme alanlarının 10. yaş ve 20. yaş sonunda çap için BOV% ve PAVK% değerleri ile bunların 30. yaş değerleri arasındaki farkları Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 3.** Deneme alanlarında ortalama göğüs yüksekliği çapları, standart sapmaları, parseller arası hata varyasyon katsayıları ile varyans bileşenlerinin anlamlılığı ve oranları

		Göğüs yüksekliği Çapı (mm)			Varyasyon kaynakları			Hata
		Ortalama	Std. sapma	PAVK (%)	Orijin	Blok	Blokorijin	
Akdeniz alçak yükselti kuşağı ağaçlandırma zonu	Kaş-Palamut	203.13	44.5	22.59	<.0001 %10	0.0025 %1	0.0781 %3	86%
	Gazipaşa-Delihöyük	176.69	48.11	29.41	<.0001 %12	0.01 %1	0.0097 %4	81%
	Mersin-Mut	98.86	32.91	44.61	0.0219 %6	0.653 %0	<.0001 %15	79%
	KKTC-Güzelyurt	115.36	29.16	32.85	0.0005 %11	0.8403 %0	<.0001 %12	77%
	Finike-Gülmez	179.69	43.71	33.20	0.0006 %10	0.839 %0	<.0001 %14	76%
	Gazipaşa-Narma	177.53	48.87	32.16	<.0001 %9	0.0003 %2	0.0002 %7	80%
Akdeniz üst yükselti kuşağı ağaçlandırma zonu	Finike-Yazır	207.67	37.44	20.11	<.0001 %12	<.0001 %4	<.0001 %5	79%
	Korkuteli-Susuz	168	38.35	26.18	0.0009 %7	0.0174 %1	0.0020 %6	86%
Ege bölgesi ağaçlandırma zonu	İzmir-Aliğa	208.34	40.11	21.15	0.5823 %1	0.0081 %3	0.0254 %12	84%
	Manisa-Akhisar	209.8	44.38	22.35	0.0480 %5	<.0001 %8	0.0672 %6	81%
	Manisa-Alaşehir	136.75	36.9	29.17	0.0368 %7	0.3295 %0	0.0216 %8	85%
	Aydın-Karacasu	161.33	33.26	24.99	0.0010 %7	0.8316 %0	<.0001 %8	85%
	Muğla-Ula	185.53	50.91	28.89	<.0001 %9	0.2853 %0	0.0508 %3	88%

**Tablo 4.** Deneme alanlarında 10 ve 20. yaşlardaki göğüs yüksekliği çapı BOV% ve PAVK% değerlerinin 30. yaşa göre farkları

Deneme alanı	10-30 Yaş				20-30 Yaş			
	10. yaş BOV%*	Fark	10. yaş PAVK%*	Fark	20. yaş BOV%**	Fark	20. yaş PAVK%**	Fark
Kaş-Palamut	11	-8	79	-56	7	-4	27	-5
Gazipaşa-Delihöyük	32	-28	105	-76	10	-6	34	-5
Mersin-Mut	18	-3	101	-56	11	+4	50	-5
KKTC-Güzelyurt	21	-9	67	-34	15	-3	38	-5
Finike-Gülmez	51	-37	168	-135	33	-19	45	-12
Gazipaşa-Narma	30	-23	108	-76	10	-3	34	-2
Finike-Yazır	22	-17	109	-89	14	-9	31	-11
Korkuteli-Susuz	10	-4	80	-54	6	0	32	-6
İzmir-Aliğa	21	-9	52	-31	8	+4	22	-1
Manisa-Akhisar	38	-32	79	-57	3	+3	21	+1
Manisa-Alaşehir	12	-4	51	-29	13	-5	33	-4
Aydın-Karacasu	21	-13	59	-34	8	0	22	+3
Muğla-Ula	21	-18	92	-63	10	-7	33	-4
<i>Ortalama fark</i>		<i>-15.76</i>		<i>-60.76</i>		<i>-3.46</i>		<i>-4.30</i>

\*Işık vd. 2002'den, \*\*Örtel vd. 2010'dan

Tablo 4'ten, 10. yaştaki deneysel hata varyans parametrelerinin her ikisinin de 20. yaşta önemli oranda azalmış olduğu ve bu azalışın 30. yaşa kadar az çok devam ettiği görülmektedir.

### 3.2. Ağaçlandırma zonları çerçevesinde elde edilen bulgular

Ağaçlandırma zonları çerçevesinde yapılan varyans analizinin sonuçları Tablo 5'te sunulmuştur. Orijin etkisinin anlamsız çıktığı İzmir-Aliğa deneme alanı değerlendirme dışı tutulmuştur. Her üç zonda da 30. yaş çap gelişimi üzerinde orijin etkisi anlamlı çıkmıştır ( $p \leq 0.05$ ). Orijin x deneme alanı etkileşimi üç zonda da anlamsız düzeydedir ( $p > 0.05$ ).

**Tablo 5.** Akdeniz alçak ve üst yükselti kuşağı ile Ege ağaçlandırma zonlarında göğüs yüksekliği çapı için varyans analizi sonuçları

Akdeniz alçak yükselti kuşağı (<600 m) ağaçlandırma zonu							
Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F değeri	Pr > F	Varyans	Toplam varyansa oranı
Deneme alanı	5	7817461	1563492	123.64	<.0001	1714	46 %
Blok (Deneme alanı)	12	146569	12214	4.61	<.0001	26	1 %
Orijin	46	1172002	25478	8.09	<.0001	184	5 %
Deneme alanıxOrijin	230	734864	3195	1.19	0.0502	24	1 %
Blok (Den. al.) x Orijin	549	1479946	2696	1.71	<.0001	151	4 %
Hata	5438	20788709	14516			1575	43%
Akdeniz üst yükselti kuşağı (900-950 m) ağaçlandırma zonu							
Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F değeri	Pr > F	Varyans	Toplam varyansa oranı
Deneme alanı	1	811866	811866	34.85	0.0043	761	31 %
Blok (Deneme alanı)	4	93700	23425	10.29	<.0001	57	2 %
Orijin	45	463457	10299	4.75	<.0001	179	7 %
Deneme alanıxOrijin	45	97580	2168	0.95	0.5635	0	0 %
Blok (Den. al.)xOrijin	180	410756	2282	1.64	<.0001	106	4 %
Hata	1854	2587351	1395			1399	56 %
Ege ağaçlandırma zonu							
Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F değeri	Pr > F	Varyans	Toplam varyansa oranı
Deneme alanı	3	1458757	486252	51.44	<.0001	928	33 %
Blok (Deneme alanı)	8	77375	9672	4.26	<.0001	49	2 %
Orijin	46	411862	8954	3.70	<.0001	140	5 %
Deneme alanıxOrijin	136	340729	2505	1.11	0.2224	19	1 %
Blok (Den. al.)xOrijin	357	824807	2310	1.45	<.0001	125	4 %
Hata	2677	4258443	1591			1590	55 %

SD: serbestlik derecesi, TK: kareler toplamı, KO: kareler ortalaması

Her üç zonda orijinlerin çoklu karşılaştırma testi çerçevesinde en iyi çap büyümesi yapan orijinle istatistik açıdan farksız olan orijinler sıralanmıştır (Tablo 6). Akdeniz Alçak Yükselti Kuşağında, bu zonu temsil eden 23 (Antalya-Kumluca) ve Ege Bölgesi alçak yükseltiyi temsil eden 38 (Marmaris-Çetibeli) numaralı orijinleri en iyi çap gelişimini yapmış orijin grubuna girmişlerdir. Bu grubun diğer orijini ise 750 metre yükseltiden gelen 9 (Mersin-Davultepe) numaralı orijin olmuştur. Akdeniz Üst Yükselti Kuşağında; 6 (Mersin-Anamur), 15 (Burdur-Bucak), 7 (Gülnar-Pembecik), 5 (Anamur-Gökçesu), 8 (Mersin-Cehennemdere), 33 (Sütçüler-Karadağ), 9 (Mersin-Davultepe) ve 37 (Antakya-Yayladağı) numaralı gibi Akdeniz Bölgesi 401-800 metre kuşağını temsil eden orijinler en iyi göğüs çapı büyümesi yapmış olan grupta yer almışlardır. 35 (Antakya-Uluçınar), 23 (Antalya-Kumluca) ve 22 (Alanya-Kargı) numaralı orijinler, bu gruba giren

Akdeniz Bölgesi'nin 0-400 metre alçak yükselti kuşağını temsil eden orijinler olmuşlardır. Akdeniz Bölgesi 1000 metre ve üzerini temsil eden orijinlerden 2 tanesi, 13 (Anamur-Çaltıbüğü) ve 11 (Mersin-Erdemli) numaralı orijinleri bu grupta yer almıştır. Ege Bölgesi'nden 39 (Muğla-Ula) ve 40 (Yılanlı-Boyalı) numaralı orijinler de en iyi çap büyümesi yapmış olan bu gruba girmişlerdir. Ege Bölgesi Ağaçlandırma Zonunda, bu bölgenin orijinleri olan 38 (Marmaris-Çetibeli), 39 (Muğla-Ula) ve 40 (Yılanlı-Boyalı) numaralı orijinler en iyi çap gelişimi yapan grupta yer almışlardır. 23, 16, 22, 24, 10 ve 3 numaralı, Akdeniz Bölgesinin 0-400 metre alçak yükselti kuşağını temsil eden orijinler ise bu grubu ağırlıklı olarak oluşturan orijinler olmuşlardır. 37, 9, 6, 21 ve 14 numaralı Akdeniz Bölgesi 401-800 metre kuşağını temsil eden orijinler de bu grupta yer almışlardır. 13 numaralı (Anamur-Çaltıbüğü) orijin bu grupta yer alan tek Akdeniz Bölgesi üst kuşak orijini olmuştur.

**Tablo 6.** Ağaçlandırma zonlarında orijinlerin çoklu karşılaştırılması (Duncan Testi)

Akdeniz alçak yükselti			Akdeniz üst yükselti			Ege		
Orijin	d <sub>1.30</sub> (mm)	N	Orijin	d <sub>1.30</sub> (mm)	N	Orijin	d <sub>1.30</sub> (mm)	N
23*	194.158	133	6*	218.043	46	38*	199.559	68
38*	188.354	130	15*	210.391	46	23*	194.722	72
9*	183.051	138	7*	207.957	47	16*	193.309	68
24	177.508	130	5*	207.644	45	37*	191.875	64
10	176.102	137	39*	206.156	45	22*	191.286	70
7	174.474	137	8*	205.045	44	9*	189.286	63
22	173.833	132	35*	204.813	48	24*	188.000	70
37	173.566	136	10*	204.711	45	39*	186.970	66
16	172.728	136	33*	203.417	48	6*	185.203	74
3	170.142	141	9*	201.800	45	2*	183.406	69
6	169.007	137	37*	199.978	46	10*	182.857	77
50	168.000	136	40*	199.362	47	13*	182.612	67
34	167.745	141	13*	197.042	48	21*	182.500	78
15	167.414	133	23*	196.605	43	14*	180.072	69
2	166.860	136	11*	196.565	46	40*	178.952	62
11	166.066	137	22*	194.681	47	3*	178.881	67
41	165.800	135	18	194.109	46	34	177.105	76
13	165.096	135	24	193.208	48	17	176.761	71
21	164.913	138	21	193.064	47	5	175.385	65
39	163.938	130	29	192.625	48	20	175.149	67
40	163.935	123	25	191.479	48	33	171.250	72
8	162.522	136	36	190.750	48	44	170.746	67
35	162.134	134	42	190.532	47	29	170.250	60
14	160.556	135	16	189.717	46	8	170.074	68
20	160.328	134	12	189.227	44	26	169.870	77
18	160.111	135	14	188.609	46	7	169.444	72
12	159.735	136	17	188.021	47	35	168.561	66
19	159.559	127	34	186.625	48	15	168.487	76
28	159.230	126	3	186.255	47	28	167.808	73
32	158.746	134	19	184.289	45	50	167.746	71
17	158.578	135	38	183.512	43	42	167.353	68
33	158.190	142	28	183.333	42	18	165.753	73
4	155.716	134	41	182.455	44	30	165.231	65
25	154.089	135	44	182.292	48	4	165.068	73
42	153.774	137	20	179.889	45	19	163.754	69
26	153.685	127	4	179.551	49	31	163.214	70
30	152.852	122	32	179.208	48	11	162.985	67
44	152.198	131	26	178.894	47	12	160.938	80
36	151.667	132	50	175.208	48	1	160.189	74
31	150.677	124	30	174.489	47	25	158.972	72
29	147.545	132	43	167.532	47	43	157.667	60
1	145.463	134	2	165.688	48	36	157.179	39
5	144.015	136	31	165.170	47	32	156.364	77
43	135.098	132	45	163.583	48	41	156.235	81
45	133.485	136	46	152.581	43	47	144.411	56
46	127.463	134	47	146.267	45	45	136.019	54
47	117.277	130	1 nolu orijin yoktur			46	134.385	65

\*: en iyi göğüs çapına sahip orijinlerle istatistik açıdan farksız orijinler, N: birey sayısı

### 3.3. Kızılçam orijinlerinin gelişimde kararlılık tutumları ve değişkenlikleri

Kızılçam orijinlerinin Akdeniz ve Ege Bölgelerinde yer alan 13 deneme alanında çap gelişimi bakımından gösterdikleri kararlılık tutumları görülmektedir (Tablo 7). Tablo, orijinlere ait endeks değerlerinin en küçükten en büyüğe doğru sıralanmasıyla oluşturulmuştur. Kararlılık-Performans Endeksi küçüldükçe yüksek performansta kararlı tutum artmaktadır.

Akdeniz Alçak Yükselti Kuşağına (0-400 m) ait orijinlerin tamamının tablonun üst kısmında yoğunlaştığı görülmektedir. Başka bir ifade ile bu orijinler, çok farklı yetiştirme ortamı koşullarına sahip deneme alanlarında üst sıralardaki gelişimlerini kararlılıkla sürdürmüşlerdir. Akdeniz Orta Yükselti Kuşağına ait orijinler ise, üst

sıralarda da bulunmakla birlikte, tablonun ortasında yoğunlaşmışlardır.

Akdeniz Yüksek Kuşak orijinlerinin tablonun orta ve alt kısımlarında dağılım gösterdikleri ve stabilite bakımından önemli bir varyasyon sergiledikleri görülmektedir. Az sayıdaki Ege orijininin düşükten yükseğe çok değişen, Marmara orijinlerinin yüksek, izole orijinlerin ise tamamen en yüksek stabilite endeks değerlerine sahip oldukları görülmektedir.

Stabiliteyi yüksek orijinlerin en düşük ve en yüksek sıra değerleri ile sıra varyasyon genişliklerine de bakmak gerekirse, 9 (Mersin-Davultepe) numaralı orijinin, 47 orijinin karşılaştırıldığı tüm deneme alanlarının hiçbirisinde, ilk yarım sıra diliminin altına düşmediği (en düşük sıra değeri 23) görülmektedir. Bu açıdan 10 (Silifke-Yeşilovacık) numaralı orijin de benzer konumda sayılabilir. Özellikle 38 (Marmaris-Çetibeli) numaralı

orijin yüksek stabilitesine rağmen bir deneme alanında 33.cü olabilmıştır. Bir diğer örnek olarak; 26 (Ayvacak-Baharlar) numaralı orijin, 1 deneme alanında en iyi çap gelişimini yapmış, en düşük performans olarak ise 44. olmuştur. 28 (Bayramiç-Karaköy) numaralı orijin ise 10. sıranın üzerine çıkamamış ve o da en düşük performansını 44. sırada sergilemiştir. Ancak bu orijinin stabilite endeksi öncekine göre 5 puan düşüktür, bir

başka ifade ile farklı koşullardaki çap gelişiminde, üst sıralarda kalma yönünde daha kararlı bir tutum izlemiştir. Çok genel hatları ile Birleştirilmiş Kararlılık-Performans Endeksi (CSPI) değerleri arttıkça en düşük sıra değerleri de artmaktadır. En yüksek sıra değerlerindeki artış ise çok daha alt sıralarda gerçekleşmektedir. Sıralama varyasyon genişliği ise önce artma, sonra da azalma eğilimi göstermiştir.

**Tablo 7.** Akdeniz ve Ege Bölgeleri deneme alanlarında kızılçam orijinlerinin performans stabilitelelerini gösteren endeks (CSPI) değerleri

Orijin	CSPI	En düşük sıra	En yüksek sıra	Sıra varyasyon genişliği	Orijinin temsil ettiği bölge
23	9.08	29	1	28	Akdeniz Alçak Kuşak
9	9.16	23	2	21	Akdeniz Orta Kuşak
38	9.50	34	1	33	Ege
10	10.33	24	1	23	Akdeniz Alçak Kuşak
22	10.83	27	1	26	Akdeniz Alçak Kuşak
37	10.91	28	2	26	Akdeniz Orta Kuşak
6	12.25	38	1	37	Akdeniz Orta Kuşak
24	13.66	46	2	44	Akdeniz Alçak Kuşak
16	15.50	38	2	36	Akdeniz Alçak Kuşak
7	16.16	41	1	40	Akdeniz Orta Kuşak
21	16.66	34	4	30	Akdeniz Orta Kuşak
39	16.91	35	1	34	Ege
3	17.33	43	3	40	Akdeniz Alçak Kuşak
34	17.75	29	6	23	Akdeniz Alçak Kuşak
13	18.00	34	11	23	Akdeniz Yüksek Kuşak
2	19.00	45	2	43	Akdeniz Orta Kuşak
15	19.58	43	1	42	Akdeniz Orta Kuşak
35	20.58	40	4	36	Akdeniz Alçak Kuşak
8	21.16	34	3	31	Akdeniz Orta Kuşak
33	21.58	38	2	36	Akdeniz Orta Kuşak
17	22.33	35	8	27	Akdeniz Orta Kuşak
11	22.50	41	3	38	Akdeniz Yüksek Kuşak
36	23.16	41	7	34	Akdeniz Orta Kuşak
14	23.25	43	5	38	Akdeniz Orta Kuşak
40	24.00	39	9	30	Ege
50	24.33	42	4	38	Akdeniz Orta Kuşak
28	25.41	44	10	34	Marmara Bölgesi
18	25.58	42	5	37	Akdeniz Yüksek Kuşak
20	25.83	44	13	31	Akdeniz Orta Kuşak
5	26.33	45	7	38	Akdeniz Orta Kuşak
41	26.75	42	8	34	Ege
12	27.08	43	5	38	Akdeniz Yüksek Kuşak
19	27.25	40	7	33	Akdeniz Orta Kuşak
42	27.50	44	11	33	Marmara Bölgesi
25	29.25	47	2	45	Marmara Bölgesi
29	29.91	42	4	38	Marmara Bölgesi
26	30.16	44	1	43	Marmara Bölgesi
4	30.75	41	5	36	Akdeniz Yüksek Kuşak
30	31.75	46	6	40	Marmara Bölgesi
44	32.16	42	16	26	İzole
32	32.33	44	19	25	Akdeniz Yüksek Kuşak
1	35.45	45	16	29	Akdeniz Orta Kuşak
31	35.75	43	23	20	Marmara Bölgesi
43	39.83	46	28	18	İzole
45	44.00	47	40	7	İzole
47	44.16	47	31	16	İzole
46	44.33	47	31	16	İzole



#### 4. Tartışma ve Sonuç

Kızılçam orijin denemelerinin, hem geniş bir ekolojik yelpaze üzerine oturan deneme alanları, hem de orijin sayısı ve çeşitliliği bakımından oylumlu bir örnekleme sahip olduğu belirtilmelidir. Bugün sonuçlarını önemli ve değerli kılan en güçlü yönü de bu olgudur. Bunca deneme alanında bu kadar sayıda orijine ait fidanlar, geride kalan 30 yılı çok farklı koşullarda yaşamışlardır. Hâlihazırda bu yaşanmışlığın bir sonucunu sergilemektedirler. Kızılçamlı ilgili olarak, genetik ve ekofizyoloji alanlarında birçok araştırma, zaman ve mekân açısından daha dar çerçeveli, daha kontrollü, belki ele alınan parametrelerin göstergeliği anlamında daha dolaysız verilerle çalışarak tamamlanmıştır. Ama en nihayetinde, ağaçlar, çok farklı dış etmenlerin karmaşık etkisi altında olmak üzere doğada büyüyüp gelişmektedir. Bu çalışma; fidanlık, sera ya da laboratuvarlarda yapılan kısa süreli ve çok kontrollü denemeler ile uzun süreli ortak bahçe denemelerini birbirlerine karşıtlarmış gibi gösterme amacını taşımamaktadır. Aksine her iki bilimsel araştırma şeklinin paralel yürütülmesinin önemini vurgulamayı amaçlamaktadır.

Kızılçam orijin denemelerinin elde edilen en önemli sonuçlardan bir tanesi, bu denemelerin bulgularının, tek tek deneme alanlarının eksik ve yetersiz kurgulanıp kurulmuş olmalarından dolayı, güvenilir olmadıklarına ilişkin geçmişte oluşmuş kanının pek de sağlam bir kanı olmadığını ortaya çıkmış oluşudur. Namkoong (1979) incelenen genetik ünitenin özelliklerini en net şekilde sergilemesinin en nihayetinde bir oran sorunu olduğunu bildirmektedir: genetik ünitenin salt öznel performansının, onunla ilişkili tüm çevresel etmenlerin etkilediği performans oranı. Bu oranın bölünmesini, yani paydasını mümkün olduğunca sadeleştirmek ve etkisini azaltmak, ağaç ıslahçısının görevi ve başarısı olarak kabul edilmektedir.

Kızılçam orijin denemesi alanlarında, ilerleyen deneme süresince birlikte, orijin etkisi daha fazla kendini göstermeye başlamış ve deneysel hata varyansının büyüklüğü ve oranı önemli ölçüde azalmıştır. Birçok deneme alanında hüküm sürmüş, ilk yıllardaki saha içi düzensiz diri örtü baskısının zamanla ortadan kalkması ve fidanların serpilip büyümeye başlaması ile 15 yaşında yapılmış aralamaların parsel içi büyümeyi nispeten homojenleştiren sonucunun, bu azalışta önemli payı olan faktörler olduğu belirtilebilir.

Denemelerde Akdeniz alçak yükseltilerini temsil eden orijinler, deneme alanlarında genel olarak derin topraklı kısımlara mı denk geldiler? Ya da tersine, Marmara orijinleri ile izole orijinler tüm deneme alanlarında hep sığ topraklı kısımlarda mı büyüdüler? Bu gibi soruları olumsuz yanıtlamak durumundayız. Bunların hepsi, orijin ölçeğinde birer genetik ünite olarak, kabul edilebilir sınırlar içerisinde, genetik özelliklerini ortaya koydular. Akdeniz Alçak Yükselti Kuşağı (<600 m), Akdeniz Üst Yükselti Kuşağı (900-950 m) ve Ege Orta Yükselti Kuşağı (401-600 m) içinde deneme alanı orijin etkileşimleri anlamsız çıkmıştır. Kızılçam doğal yayılış

alanı içerisindeki Ekokoğrafik Bölgelerin, bu tür için, içerisinde aynı orijinlerin kullanılabileceği birer ağaçlandırma zonu olarak değerlendirilebileceğinin bir nevi doğrulanmış oluşu kızılçam orijin denemelerinin önemli bir çıktısıdır. Yanlış kurulduklarına inanılmış deneme alanlarından elde edildiği düşünülen şüpheli verilerden bu kadar bütüncül sonuçların çıkmış olması düşünülemez.

ABD'deki *Pinus taeda* döl denemelerinde deneme deseninin güvenilirliğinin ölçütü olarak, PAVK% üst sınırının %10 olarak kabul edildiği aktarılmıştır (Işık vd. 2002). Hâlihazırda kurulu orijin denemelerinde PAVK% değerleri bunun 2-3 katıdır. Gerek BOV%, gerekse PAVK% değerleri konusunda ülkemizdeki orijin denemeleri için bir ölçüt vermekten uzak bulunmaktadır. Elde edilen sonuçlarda orijin etkisinin anlamlı çıkması sevindirmekte ve buradan yorumlara devam edilmektedir. Gerçekten de deneysel hatanın göstergesi bu iki ölçüt (BOV% ve PAVK%) konusunda kızılçam orijin denemelerinin sonuçları çerçevesinde yorum yapmak güçtür. PAVK%'ın 44, BOV%'nin 15 olduğu Mut deneme alanında orijin etkisi anlamlı, her iki parametrenin sırasıyla 21 ve 12 olduğu Aliğa deneme alanında ise anlamsız çıkmıştır. PAVK% değerleri eşit olan Alaşehir ve Ula deneme alanlarının ilkinde blok orijin etkileşimi anlamlı, ikincisinde ise anlamsızdır. Alaşehir deneme alanında BOV%'nin 3, Ula'da 8 olması bunu açıklayabilmektedir. Ancak en dolaysız açıklayıcı parametre orijin etkisinden kaynaklanan varyansın toplam varyans içindeki oranıdır. Orijin etkisinin anlamlı çıktığı deneme alanlarında bu oran %5-12 arasında değişmektedir. Aliğa'da ise %1'dir.

Bu çalışmada, kızılçam orijinleri büyüme açısından göğüs yüksekliği çapı karakterine göre karşılaştırılmıştır. Çünkü bu yaşta deneme alanlarındaki binlerce ağacın boylarını kolay ve güvenilir olarak ölçmek mümkün görülmemiştir. Göğüs yüksekliği çapının boyla çok yüksek bir ilgileşime sahip ve hacmi etkileyen en önemli parametre olduğu bilinmektedir. Nitekim ağaç boylarının ölçülebildiği son yaş olan 20. yaşta, 3 ağaçlandırma zonunda çap-ağaç boyu ilgileşim katsayıları 0.88 (Akdeniz Alçak), 0.89 (Akdeniz Yüksek) ve 0.78 (Ege) bulunmuştur (Örtel vd. 2010).

Akdeniz Bölgesi'nin 200-600 metreler arasındaki yükselti kuşağında kurulu 6 deneme alanının ortak analizinde 23 (Antalya-Kumluca), 38 (Marmaris-Çetibeli) ve 9 (Mersin-Davultepe) numaralı orijinler, 30. yaş sonunda en iyi çap gelişimini yapan orijinler olmuş ve istatistik bakımından farklı bir grup oluşturmuşlardır. Aynı bölgenin 900-950 metre yükselti bandındaki 2 deneme alanının ortak analizi sonucunda ise çap büyümesi bakımından, Akdeniz Bölgesi 401-800 metre yükselti kuşağını temsil eden, Milli Ağaç Islahı Programı terminolojisiyle "orta zon popülasyonlar" ön plana çıkmış bulunmaktadır. Ancak en iyi çap büyümesini yapan grup içinde, Akdeniz 0-400 metre kuşak orijininden üç, Ege orijininden iki ve Akdeniz 1000-1150 metre kuşak orijininden üç orijin yer almıştır.

Bu noktada ıslah zonu ayırımı biraz irdelemenin yararlı olacağı düşünülmektedir. Milli Ağaç Islahı Programında Toroslardaki kızılçam doğal yayılış alanı, birer ıslah zonu olacak şekilde deniz seviyesinden itibaren 400'er metrelik statik kuşaklara ayrılmıştır (Koski ve Antola, 1993). Işık (1986) ise, Antalya Havzası ile sınırlı olsa da, 0-200, 200-700 ve 700-1000 ve 1000-1300 metreler arasında olmak üzere 4 ıslah ve tohum transfer zonu ayrılmasını önermiştir. Kızılçam orijin denemelerinin Akdeniz Bölgesindeki dağılımı, daha çok Işık (1986) tarafından önerilen bu ayırımı 2. ve 3. zonlarını temsil eder görünmektedir.

Ancak her iki yaklaşımda da ıslah birimi (aile) veya tohum kaynağının, zon içinden temini kabul edilmiştir. Kızılçam orijin denemelerinin sonuçları, bu kabulün çok doğru olmadığını ortaya koymuş bulunmaktadır. Tohumun orijinin lokalitesinden (burada lokalite terimi dar anlamından çok, zonal aidiyet anlamında kullanılmıştır) ziyade, orijini ne olursa olsun (zon içi veya dışı) bir ekorejyondaki performansını dikkate alan Ağaçlandırma Zonu kavramı (White vd. 2007) kızılçama daha uygun düşmektedir. Kızılçamda tohum transfer reyonu veya ıslah zonu yaklaşımlarının bu kavramı temel alarak yeniden ele alınması öneriye değerdir.

Ege Bölgesindeki denemelerin başlangıcında yer alan Marmaris-İnbükü deneme alanının (100 m) sonradan değerlendirmeden çıkması ve Aliğa deneme alanında (70 m) da orijin etkisinin istatistiki açıdan anlamsız çıkması sonucu, 30. yaş sonunda bu bölgede, 400-700 metrelik yükselti bandındaki 4 deneme alanı toplu olarak değerlendirilebilmiştir. Bu bölgede deniz seviyesinden gelen 38 (Marmaris-Çetibeli) numaralı orijin, en iyi çap büyümesi yapan orijin olmuştur. Bölgenin 700 metre yükseltisini temsil eden iki orijin olan 39 (Muğla-Ula) ve 40 (Yılanlı-Boyalı) orijinleri de en iyi çap gelişimini yapan grupta yer almışlardır. Ancak Akdeniz Bölgesi 0-400 metre yükselti kuşağından altı, Akdeniz Bölgesi 401-800 metre yükselti kuşağından beş ve Akdeniz Bölgesi 1000-1150 metre kuşağından bir orijin de bu gruba dâhil olmuştur. Akdeniz 900-950 metre yükselti kuşağı ile Ege Bölgesi 401-700 metre kuşağına öne çıkan orijinler içerisinde benzer olanlar az değildir. Akdeniz Bölgesinin yüksek alanları ile Ege Bölgesinin biraz daha kuzeyde (1-2 enlem derecesi) yoğunlaşan orta yükselti kuşağı alanları, kızılçamda deneme alanı orijin etkileşiminin daha az olduğu alanlar olarak görünmektedir.

Birleştirilmiş Stabilite-Performans Endeksi değerleri ışığında, kızılçamda Akdeniz Alçak Yükselti Kuşağı orijinlerinin, Akdeniz ve Ege Bölgelerinde, adaptasyon yeteneği ve üstün performans kararlılığı bakımından, orta yükselti kuşağı orijinlerinden geri kalmadıkları ortaya çıkmış bulunmaktadır. Bu noktada, daha önce Torosların bir havzasında yapılan çalışmalar (Işık ve Kara, 1997; Işık, 1998) sonucu ulaşılmış ve dağlık alanlardaki dikey ağaç türü yayılışları için Mangold ve Libby (1978) tarafından ortaya konmuş teoriyi destekleyen, "kızılçamın orta yükselti kuşağı orijinleri daha geniş uyum yeteneğine sahiptir" görüşünün gözden geçirilmesi gerektiğini belirtmek yerinde olacaktır.

Akdeniz Üst Yükselti Kuşağı orijinlerinin stabiliteyi düşük olup, kendi aralarında bu açıdan varyasyon da yüksektir. Ege Bölgesi orijinlerinin de kendi aralarında stabiliteyi çok değişken değerler göstermektedir. Ege Bölgesi kızılçam doğal yayılışının, orijin denemelerinin başlangıcında yeterli temsiliyet ve sayıda örneklenmemiş oluşu da açıktır. Bir başka bakış açısıyla, denemelerde yer alan 3 Ege Bölgesi orijininin, daha çok Batı Torosların uzantısını temsil ettikleri ve Akdeniz temel yayılışına dâhil oldukları da belirtilebilir. Bu son önerme göz ardı edildiğinde, genel olarak Kızılçamın Akdeniz Bölgesi üst yükseltilerdeki ve Ege Bölgesindeki doğal yayılış içerisinde, popülasyon içi çeşitliliği azaltan ancak popülasyonlar arası farklılığı artıran doğal seleksiyon koşullarının hüküm sürdüğü belirtilebilir. Akdeniz Alçak ve Orta yükselti kuşağındaki kızılçam doğal yayılış içinde ise tam tersi yönde etki eden bir doğal seleksiyon süreci söz konusu olduğu düşünülebilir. Bu orijinler arasında performans-stabilite değeri varyasyonun daha az ancak orijinlerin uyum yeteneklerinin daha geniş olduğu söylenebilir.

Marmara Bölgesi orijinleri ile izole yayılışları temsil eden orijinler, performans stabiliteyi en düşük orijinlerdir. Bunların Akdeniz-Ege yetişme ortamı koşullarında büyüme açısından uyum yeteneklerinin olmadığı görülmektedir. İzole orijinlerin düşük genetik çeşitliliklerinden kaynaklanan uyum yetersizliği beklenen bir olgudur. Marmara Bölgesi orijinleri ise Akdeniz ikliminin daha soğuk varyantlarına uyumlu olabileceği düşünülmektedir. Her iki gruba giren orijinlerden söz konusu uç varyantlarda, daha değişik büyüme performansı beklenebilir. Bu tip yetişme ortamlarındaki kızılçam orijin denemeleri ayrı bir makalede ele alınacaktır.

Kızılçam orijin denemeleri, verimliliği çok farklı alanlarda kurulmuştur. Yüksek performans stabilitesine sahip kızılçam orijinlerinin bir önemli avantajı, geniş bir ekolojik yelpazedeki çok sayıda alanın farklı verim potansiyellerini daha etkin kullanabilmeleridir. Türkiye gibi yetişme ortamı çeşitliliği çok fazla olan bir ülkenin ağaçlandırma yönetiminde bu tip orijinler son derece yarar sağlayacaklardır.

En nihayetinde, kızılçam ağaçlandırmaları sadece endüstriyel plantasyonlardan ibaret değildir. Bu önemli ve değerli türümüzde, *üretim amaçlı klasik ağaçlandırmalar* da ağırlık taşımaktadır. Kızılçam plantasyonlarının gerçekleşen veriminin, üstün orijin seçimleriyle, yaklaşık bir verimlilik sınıfı artırabileceği ortaya konulmuştur (Çalikoğlu vd. 2022). Akdeniz ve Ege Bölgesinde belirtilen kapsamdaki kızılçam ağaçlandırmalarında, bu çalışmayla zonlara göre belirlenmiş üstün büyüme gösteren kızılçam orijinlerinden, ekolojik temelli tohum transfer sınırlarına bakmadan, yararlanılmaya çalışılmalıdır. Restorasyon amaçlı kızılçam ağaçlandırmaları ile suni gençleştirme çalışmaları, takviye ekim ve tamamlamalarda yerel tohum kullanımının dışına çıkılmamalıdır.

Kızılçam Islah Programında, ıslah zonlarının yenilenmesi, birleştirilmesi ya da ıslah popülasyonlarının zenginleştirilmesi düşünülecekse, bu çalışmanın

sonuçları da (Bilhassa Ege Bölgesi sonuçları) dikkate alınmalıdır. Performans stabiliteyi yüksek (düşük CSPI) orijinlerin farklı zonlarda kullanımı ilerleyen dönemde genetik kazancın artmasına katkıda bulunacaktır. 23 (Antalya-Kumluca), 9 (Mersin-Davultepe), 10 (Silifke-Yeşilovacık), 22 (Alanya-Kargı), 38 (Marmaris-Çetibeli) ve 37 (Antakya-Yayladağı) orijinlerinin bu yönde değerlendirilmesi önerilmektedir.

#### Açıklama

Bu makale, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne "Kızılçam Orijin Denemeleri" ismiyle ve 19.1705/1986-94-2015-2020 proje numarasıyla gerçekleştirilen araştırma sonucunda hazırlanan ve OGM Araştırma İhtisas Grupları Toplantısında yayınlanması yönünde karar verilen Proje Sonuç Raporunun (Çalikoğlu vd. 2020) bir bölümünün özetidir. Kızılçam Orijin Denemelerinin kuruluşu ve bugüne getirilmesinde araştırma camiasından çok kişinin emeği vardır. Hepsine teşekkür ediyor, ebediyete intikal etmiş olanları rahmetle anıyoruz. Bu makale, kızılçam orijin denemeleri projesinin kurucu lideri Prof. Dr. Şemi İKTÜEREN ile Batı Akdeniz Bölgesindeki deneme alanlarının 25 yıl boyunca bakım, koruma ve ölçümlerinde çok emeği geçen, araştırma emektarı Orman Muhafaza Memuru Abdullah KINAY'ın anılarına ithaf edilmiştir.

#### Kaynaklar

Boydak M, Dirik H, Çalikoğlu M (2006) Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) biyolojisi ve silvikültürü. OGEM Vakfı Yayınları, Ankara.

Cengiz Y, Işık F, Keskin S, Genç A, Doğan B, Tosun S, Özpay Z, Aksoy C, Örtel E, Gürgeç D, Dağdaş S, Uğurlu S (1999) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) orijin denemeleri: Beş yıllık sonuçlar. Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Müdürlüğü Teknik Bülten, 11, Antalya.

Çalikoğlu M, Özbey AA, Örtel E, Altun ZG, Atmaca C, Taştan Y, Arslan M, Yurdabak Ü, Akbin G, Karatay H, Yırık A, Yıldızbakan A, Taşdemir C, Boza A (2020). Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) orijin denemeleri. Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Proje Sonuç Raporu, Antalya.

Çalikoğlu M, Aydın, AC, Özbey AA (2022) Üstün kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) orijinlerinde büyüme. Turkish Journal of Forestry 23(1): 11-20.

Erkan N (1996) Kızılçamda (*Pinus brutia* Ten.) meşcere gelişmesinin simülasyonu. Güneydoğu Anadolu Ormanlık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten, 1, Elazığ.

Erkan N, Uzun E, Baş N (2002) Odun üretim amaçlı Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağaçlandırmalarında ekonomik analizler. Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten, 17, Antalya.

Işık K (1986) Altitudinal variation in *Pinus brutia* Ten.: Seed and seedling characteristics. *Silvae Genetica* 35 (2-3): 58-67.

Işık K, Kara N (1997) Altitudinal variation in *Pinus brutia* Ten. and its implication in genetic conservation and seed transfers in southern Turkey. *Silvae Genetica* 46(2-3):113-120.

Işık F (1998) Kızılçamda genetik çeşitlilik, kalıtım derecesi ve genetik kazancın belirlenmesi. Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten, 7, Antalya.

Işık F, Keskin S, Cengiz Y, Genç A, Doğan B, Tosun S, Özpay Z, Uğurlu S, Örtel E, Dağdaş S, Karatay H, Yoldağ İ (2002) Kızılçam orijin denemelerinin 10 yıllık sonuçları (Orijin-çevre etkileşimi ve tohum transferi üzerine etkisi). Batı Akdeniz Orman Araştırma Müdürlüğü Teknik Bülten, 14, Antalya.

İktüeren Ş (1977) Türkiye dağılışı içinde kızılçam ve fıstıkcı orijin denemeleri I: Tohum ve fidanlık. TUBİTAK 6. Bilim Kongresi, TOAG Tebliğleri (Ormanlık), 11-18, Ankara.

Koski V, Antola J (1993) National tree breeding and seed production programme for Turkey 1994-2003. The Research Directorate Of Forest Tree Seeds and Tree Breeding Press, Ankara.

Mangold RD, Libby WJ (1978) A model for reforestation with optimal and suboptimal tree populations. *Silvae Genetica* 27:66-68.

Namkoong G (1979) Introduction to quantitative forest genetics. USDA Forest Service, Washington.

Ne'eman G, Trabaud L (2000) Ecology, biogeography and management of *Pinus halepensis* and *Pinus brutia* Ecosystems in the Mediterranean Basin. Backhuys Publishers, Leiden.

OGM (2021). Ormanlık İstatistikleri 2020. Orman Genel Müdürlüğü, <https://www.ogm.gov.tr> Ankara.

Örtel E, Çalikoğlu M, Çetinay Ş, Altun ZG, Cengiz Y, Boza A, Türker HA., Kahraman T, Gökdemir Ş, Tosun S, Arslan M, Özpay Z, Karatay H, Karzaoğlu C (2010) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) orijin denemelerinin 20. yıl sonuçları. Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten, 35, Antalya.

Usta HZ (1991) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağaçlandırmalarında hasılat araştırmaları, Ormanlık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten, 219, Ankara.

White TL, Adams WT, Neale DB (2007) Forest genetics. Cabi.