

Eucalyptus camaldulensis ve *E. grandis* ile melezlerinin soğuğa ve okalip-tus gal arısına dayanıklılığının araştırılması

Assessment of the resistance of *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis*, and their hybrids to cold and eucalyptus gall wasp

Celal Taşdemir ¹

¹ Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma
Enstitüsü, Tarsus

Sorumlu yazar (*Corresponding author*)

Celal Taşdemir
celaltasdemir@ogm.gov.tr

Geliş tarihi (*Received*)

22.07.2024

Kabul Tarihi (*Accepted*)

31.10.2024

Sorumlu editör (*Corresponding editor*)

Fatma Feyzioğlu
fatmafeyzioğlu@ogm.gov.tr

Atıf (*To cite this article*): Taşdemir, C. (ty).
Eucalyptus camaldulensis ve *E. grandis* ile me-
lezlerinin soğuğa ve okalip-tus gal arısına daya-
nıklılığının araştırılması. Ormanlık Araştırma
Dergisi, 12(1), 13-31. <https://doi.org/10.17568/ogmoad.1520358>



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Bu çalışmada, *Eucalyptus camaldulensis* ve *E. grandis* ile bunlara ait melezlerin klonlarının farklı yetiştirme ortamlarında soğuk ve okalip-tus gal zararından etkilenme açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Klonlar, dört farklı alanda denenmiştir. Rastlantı blokları deneme desenine göre tesis edilen deneme alanlarında klonlar, 5 blokta toplam 25 fidan ile temsil edilmiştir. Fidanlar, beş ağaçlı sıra parseli şeklinde 3,25x3,25m aralık mesafede dikilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre soğuk ve gal zararından etkilenme açısından bütün deneme alanlarında klonlar arasında istatistiksel olarak önemli farklar oluşmuştur. 5.yaş sonunda, *E. grandis* ve melezlerin, *E. camaldulensis*'ten daha fazla soğuktan etkilendiği görülmüştür. Karabucak ve Ceyhan koşullarında gelişim bakımından öne çıkan *E. grandis* klonları (G96, G42 ve G60) soğuktan etkilenmiş olmalarına rağmen 5.yaş sonunda en fazla hacim gelişimine sahip olurken Kırıkhan koşullarında *E. grandis* ve melezlerin tamamı soğuktan zarar görekerek sahadan uzaklaşmıştır. Diğer taraftan, etkilenme oranları bakımından farklılık olmasına rağmen bütün klonlarda gal zararına rastlanmıştır. Bulgular, uzun sürmeyen soğuklardan ve aynı zamanda gal arısından etkilenmiş olmalarına rağmen daha fazla yaşama oranı ve hacim artımına sahip olan *E. grandis* klonları (G96, G42 ve G60) ile *E. camaldulensis* klonunun (C188) Karabucak ve Ceyhan yöreleri ve C298 klonunun ise Kırıkhan yöresindeki plantasyonlarda kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Okalip-tus, klon, don zararı, gal zararı, hibrit

Abstract

In this study, it is aimed to evaluate *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis*, and their hybrid clones in terms of being affected by cold and eucalyptus gall wasp damage in different growing environments. The clones were tested in four different areas. Clones were represented by a total of 25 seedlings in 5 blocks in the trial areas established according to the randomized block design. The seedlings were planted in a five-tree row plot at a distance of 3.25x3.25m. According to the results of variance analysis, there were statistically significant differences between clones in all trial areas in terms of being affected by cold and gall wasp damage. It was observed that *E. grandis* and hybrids were more affected by cold than *E. camaldulensis*. The *E. grandis* clones (G96, G42, and G60) that stand out in terms of development in Karabucak and Ceyhan conditions had higher volume development at the end of the 5th year despite being affected by cold, while in Kırıkhan conditions all *E. grandis* and hybrids were damaged by the cold and died. Gall wasp damage was found in all clones although there were differences in terms of the rates of involvement. Results show that having higher survival rates and volume increases despite being affected by short-term cold weather and also by gall wasps, *E. grandis* clones (G96, G42, and G60) and *E. camaldulensis* clone (C188) can be used in plantations in Karabucak and Ceyhan regions and C298 clone in Kırıkhan region.

Key Words: *Eucalyptus* spp., clone, frost damage, gall wasp, hybrid

1. Giriş

Dünyada pek çok ülke, genetik nitelikleri yükseltilmiş ağaçlarla endüstriyel plantasyonlar (ağaçlandırmalar) kurmakta ve birim alandan doğal ormanlarla kıyaslandığında çok yüksek miktarda odun ürünü elde etmektedir. Yeni Zelanda, Şili, Güney Afrika ve Avustralya gibi ülkeler, hızlı gelişen türlerle geniş ölçekli endüstriyel plantasyonlar kurmuşlar ve uluslararası orman ürünleri ticaretinde söz sahibi olmuşlardır (Asan, 1998).

Kuzey Afrika'da olduğu gibi birçok ülkede, odun üretimi için yerli ağaç türleri üzerindeki yoğun baskı sonucu doğal ormanlarda giderek bir azalmanın söz konusu olduğu; dolayısıyla odun hammadde ihtiyacının karşılanmasına yönelik endüstriyel plantasyonların tesisinin teşvik edilmesi çabaları doğmuştur. Bu bağlamda, kısa idare sürelerinde hızlı gelişen türlerle özellikle klonal okaliptus (*Eucalyptus* ssp.) plantasyonlarının artırılması düşünülmüştür. Konuya ilişkin olarak özellikle Kuzey Afrika'da okaliptus klonlarının belirlendiği ve uygulamaya konulduğu vurgulanmıştır (Turinawe ve ark., 2014).

Okaliptus, dünyada en yaygın dikilen orman ağaçları arasındadır (22 milyon hektarın (ha) üzerinde). Okaliptus yetiştiren başlıca ülkeler arasında Brezilya (3,7 milyon ha), Hindistan (2,5 milyon ha) ve Çin (1,7 milyon ha) bulunmaktadır (Pima ve ark., 2016). Günümüzde okaliptus, dünya genelinde kereste, kâğıt hamuru ve kâğıt üretimi için artan bir öneme sahip en verimli orman ürünlerinden biridir. Güney Amerika, Afrika ve Asya kıtaları ile İspanya, Portekiz, Orta Doğu ülkeleri ve Kuzey Amerika kıtasındaki plantasyonlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Durand-Cresswell ve ark., 1982).

Okaliptus cinsi, Türkiye'de genellikle Akdeniz ve Ege bölgelerinde yetiştirilmekte ve devlet işletmeciliğinin yanı sıra özel sektör işletmeciliğine de konu olması itibarıyla önem taşımaktadır. Özkurt ve ark. (2002), Adalı (1944)'ya atfen, "Türkiye'ye okaliptusun 1885 yılında demiryolu etrafının ağaçlandırılması amacıyla getirildiğini belirtmişlerdir. 1939 yılında ülkemizin maden direği ihtiyacının karşılanabilmesi amacıyla yapılan 885 hektarlık Mersin ili Tarsus ilçesi- Karabucak ağaçlandırmasıyla da ilk defa plantasyona konu olmuştur. Doğu Akdeniz Bölümünde, okaliptuslarla kaplı alanın 10.000 hektarın üzerinde olduğu, Türkiye genelinde ise 20.000 hektarı geçtiği tahmin edilmektedir. Bahsedilen alanın hemen tamamında *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. kullanılırken *E.grandis* W.Hill ex Maiden ise son yıllarda ağaçlandırmalarda kullanılmaya başlanmıştır. Her

iki türün de gelişme kabiliyetleri bölgede oldukça yüksek bulunmaktadır (Özkurt ve ark., 2002). Avcıoğlu (1982)'na göre Türkiye'de okaliptus yetiştiriciliğine konu olabilecek 150.000 ha alan bulunmaktadır.

Okaliptusta tür eliminasyonu ve diğer amaçlı denemelerde 191 tür ve bunlara ait 609 orijin yurduzumda test edilmiştir (Gürses, 1990). Orijin denemeleri ise *E. camaldulensis* (Avcıoğlu ve Acar, 1984) ve *E. grandis* (Avcıoğlu ve Gürses, 1988) türlerinde yapılmıştır. Orijin denemelerini ise klon denemeleri izlemiş, 1991 yılında klonal fidan üretim çalışmalarına başlanılmış ve 1992 yılında ilk klon denemeleri kurulmuştur (Gül Baba, 2002).

Okaliptus, hem yarı kurak alanlarda hem de bataklıklarda yetişen türlere sahip olması nedeniyle farklı ekolojik koşullara sahip yerlerde yetişebilen önemli bir orman ağacıdır (Oballa ve ark., 2010). Doğu Afrika'dakiler dahil birçok ülkede yapılan çalışmalara göre, hızlı büyümesi ve marjinal ortamlarda bile yetişebilmesi nedeniyle okaliptusun en çok tercih edilen ağaçlardan biri olduğu belirtilmektedir (Demel, 2000).

Bitkilerin büyümesi, çoğalması ve yayılışı; donma, kuraklık ve tuzluluk gibi çevresel stresler nedeniyle ciddi şekilde sınırlanmaktadır. Bitkiler bu abiyotik streslere karşı farklı adaptasyon (uyum) stratejileri geliştirmişlerdir. Bitkinin soğuğa alışma sürecinde orta dereceli strese (düşük dondurucu olmayan sıcaklıklar gibi) veya diğer çevresel etkenlere (kuraklık veya foto periyottaki değişiklikler gibi) maruz kalması, donma toleransında artışa yol açan strese alışma yollarını tetikler (Palva ve ark., 2002; Nguyena ve ark., 2017).

40 milyon hektardan fazla doğal ormana sahip olan okaliptus türleri, Avustralya'ya endemik olup çok çeşitli iklim ortamlarında ve toprak türlerinde yetişmektedirler. Kuraklığın yanı sıra aşırı sıcaklıklar, tuz veya aşırı ışık gibi diğer çevresel stresler, genellikle çok yüksek potansiyelinin altında olan üretkenliğini sınırlar. Ayrıca don, kuraklık ve rekabet genç plantasyonlardaki ölümlerin başlıca nedenleridir. Dona dayanıklı okaliptus ormanlarının tesis yollarından biri hızlı büyüyen türleri ile soğuğa dayanıklı türlerine ait hibritlerin kullanımıdır. Dona dayanıklılık konusunda yapılan çalışmalarda türler arasında dayanıklılık bakımından farklılıkların olduğu görülmüştür. Okaliptus'ta soğuğa tolerans genetiğine ilişkin olarak türlerin, orijinlerin, tür içi ailelerin ve doğal / yapay melezlerin belirlenmesi olarak dört araştırma hattının incelenmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Teulière ve ark., 2007).

Okalıptusların düşük sıcaklığa duyarlılığının, bunların daha geniş kullanımları açısından önemli bir kısıtlama olduğunun kanıtlanması nedeniyle dona dayanıklı okalıptus türlerinin seçimi ve ıslahı dünya çapında giderek artan bir ilgi görmektedir (Raymond ve ark., 1986). Okalıptus cinsi içinde türlerin soğuk zararına duyarlılıkta büyük farklılıklar vardır. Soğuğa alışma, yaprak hasarına neden olan alt sıcaklık sınırını azaltır; böylece büyüme periyodunun uzunluğunu artırır ve iklime alışmış bitkilerde iklime alışmamış bitkilere göre daha yüksek verimliliği sağlar. Okalıptus türlerinin soğukta sertleşmesi için sıcaklık rejiminin önemli bir faktördür ve gece sıcaklıklarının 0 °C ile 4 °C arasında tutulması koşuluyla soğukta sertleşmenin gerçekleşmesi için kısa foto periyotlara gerek yoktur. Donmaya karşı dayanıklılık için okalıptusların yetiştirilmesinde doğal ve yapay olarak üretilmiş hibritlerin kullanılması gerektiğini öne sürülmektedir. Donmaya karşı direnç, genel olarak türler arası hibritlerde ve ağırlıklı olarak eklemeli genetiğe bağlı olup kalıtsaldır (Almeida ve ark., 1994).

Melezleme, farklı türlerin arzu edilen özelliklerini birleştirmek için yoğun olarak kullanılmaktadır. Özellikle, vejetatif çoğaltma ile üstün kombinasyonları kullanma imkânı, melezlemeyi daha da cazip hale getirmiştir. Türler arası melezler sıklıkla heterosis gösterirler. Üstün ortalama performansının yanı sıra melezler saf türlere göre daha üstün ağaçları üretir (Assis, 2000).

Şiddetli iklim koşullarına adaptasyonu bakımından, okalıptus türleri veya varyeteleri sınırlı olmasına rağmen bu iklim koşullarına dayanıklı ve ticari amaçlı kaliteli oduna sahip türleri de bulunmaktadır. Sert donların okalıptusunun yetişmesini ve büyümesini tehlikeye attığı bölgelerde soğuk hava koşullarına dayanıklılık, ıslah yöntemleri ile belirlenebilecek çok önemli bir özelliktir. Okalıptus türlerinde doğal melezleme yaygındır ve okalıptus ormanlarında doğal melezleme oluşumunun meydana gelmesi, dona dayanıklı bireyleri sunabileceğinin göstergesidir. Özellikle, don ve düşük sıcaklıklara dayanıklılık bakımından alternatif melezlerinin kullanımının gelecekte yapılacak plantasyonlar için önemli olduğu vurgulanmıştır (Brondani ve ark., 2011).

Birçok ülkedeki okalıptus plantasyonlarının yüksek ekonomik değeri, çeşitli zararlılar ve hastalıklar nedeniyle tehlike altındadır (Naidoo ve ark. 2018). Genel olarak okalıptusta gal oluşumuna neden olan böcekler *Eucalyptodiplosis germinis* Kolesik, *E. mcintyreii* Hill ve Schlitter, *Epichrysocharis burwelli* Schauff, *Fergusonina* ssp., *Glycaspis* ssp., *Leptocybe invasa* Fisher ve La Salle, *Ophelimus eucalypti* (Gahan), *O. maskellii* (Ashmead) ve

Quadrastichodella ssp.'dir (Safitri ve ark., 2019).

Hindistan'da, *L. invasa*, *O. eucalypti* ve *O. maskellii* türleri okalıptus plantasyonlarında daha yoğundur (Senthilkumar ve ark., 2013). *L. invasa*, ilk kez 2000 yılında Orta Doğu'da kaydedilmiştir. Akdeniz havzasındaki birçok ülke, Afrika, Asya, Avrupa, Güney Amerika (Brezilya) ve Kuzey Amerika'da (ABD'nin Florida eyaleti) okalıptusa zarar verdiği görüşülmüştür (Petro ve Iddi, 2017).

Avustralya gal arısı *L. invasa*, Akdeniz bölgesinde, Orta Doğu'da ve Afrika'da bulunur. 2000 yılında İtalya'da, 2003 yılında Portekiz ve İspanya'da, iki yıl sonra ise Türkiye ve İran'da tespit edilmiştir. 2005 yılında Fransa'nın güneyinde, 2006 yılında ise Cezayir'de tespit edilmiş olup daha çok okalıptusun *E. camaldulensis*, *E. tereticornis* Sm., *E. rudis* Endl., *E. grandis*, *E. globulus* Labill. ve *E. viminalis* Labill. türlerine zarar vermektedir.

O. maskellii ise birçok Akdeniz bölgesinde rapor edilmiş ve ilk olarak İtalya ve Kuzeydoğu İspanya'da *O. eucalypti* olarak tanımlanmıştır. 2003 yılında bu zararlı Orta Doğu ve İspanya'da rapor edilmiştir. 2005 yılında Fransa'nın güneyinde, 2006 yılında ise Portekiz ve Türkiye'de rapor edilmiştir. Bu tür; *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. rudis*, *E. grandis*, *E. cinerea* F.Muell. ex Benth., *E. botyoides* (L.) Mill., *E. viminalis* ve *E. saligna* Sm., gibi okalıptus türlerinde daha çok görülür (Karsavuran ve ark., 2008; Dhahri ve ark., 2024).

Gal, bitkilerde görülen zarar belirtilerinden biri olup bitki dokusunun anormal büyümesi sonucu oluşur. Bu anormal büyümeler, genel olarak mekanik yaralanma, akarlar, *fitofag* (bitki ile beslenen) böcekler ve bitki patojenleri vasıtasıyla oluşmaktadır. Gal oluşumu, okalıptus odununun kalitesini düşürebildiği gibi odun ve yağ miktarını da azaltır. Gal; yapraklar, meyveler, çiçekler, saplar ve dallar üzerinde oluşur ve fotosentez yapımını engeller (Safitri ve ark., 2019).

L. invasa, Avustralya dışında okalıptus'un en ciddi zararlısı olarak ortaya çıkmıştır. 2002 yılından bu yana Akdeniz Bölgesi, Afrika ülkeleri ve Asya'da faaliyet göstermektedir. Bu gal arısı, okalıptus fidanlıklarına ve okalıptus plantasyonlarına ciddi zararlar vermektedir (Jacob ve ark. 2015).

Türkiye'de okalıptus üzerinde yedi Avustralya böceğinin fidan ve ağaçlarda bulunduğu belirtilmiştir. Tespit edilen ve ekonomik açıdan en zararlı böcekler arasında *L. invasa* ve *O. maskellii* de yer almaktadır. *O. maskellii* daha çok Akdeniz ve Ege bölgelerimizin sahil kısımlarında yayılış gösterirken *L. invasa*, Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve

Ege'nin kıyı bölgelerinde yayılış göstermektedir (Aytar ve ark., 2011). *L. invasa*, Türkiye'deki yayılışını Akdeniz ve Ege kıyı bölgelerinin kıyı şeritlerinde yapmaktadır. Dikey yayılışında en yüksek 682 m (Mersin-Anamur) rakımında rastlanmıştır. Yapılan gözlemlerde, okaliptus gal arısının genellikle tepe çatısında form bozukluğuna ve yaprak dökümüne neden olduğu; bunun sonucunda da ağaçta çap ve boy artışına engel olduğu görülmüştür. *L. invasa*'nın, gözlenen konukçu bitki türlerinin hiç birisinin ölümüne neden olmadığı belirlenmiştir (Aytar, 2003). Bu tür zararlılardan biri, okaliptuslarda önemli kayıplara neden olan mavi sakız kalitesi (*L. invasa*)'dır. Dirençli genotiplerin kullanımıyla *L. invasa*'nın görülme sıklığını sınırlandırmanın en önemli yollardan biridir. Bunun için bu zararlıya karşı dayanıklı okaliptus türleri, hibritleri ve klonlarının belirlenmesi ve uygulamaya konulması önem taşır (Naidoo ve ark. 2018).

L. invasa, görüldüğü alanlar boyunca inanılmaz bir doğal yayılma yeteneği göstermiştir. Zararlı, orta damarlarda ve yaprak saplarında safra oluşumuna ve yeni okaliptus sürgünlerinin saplarında gal oluşumuna neden olur. Ağır istila, yaprakların ve sürgünlerin deforme olmasına, yaprakların dökülmesine, sürgünlerin kurumasına ve ağaçlarda büyümenin azalmasına neden olur (Aytar, 2003; Karunaratne ve ark., 2010; Senthilkumar ve ark., 2013; Petro ve Iddi, 2017; Çıkaran ve Avcı, 2019). *O. maskelli* ise daha çok yaprakların uzuvlarında gal oluşumuna neden olur (Dhahri ve ark., 2024).

Bu çalışma ile *E. camaldulensis* ve *E. grandis* türleri arasında tam diallel döllenme ile üretilen melezlerin klonları ile ıslah çalışmaları ve gözlemler sonucu başarılı görülen *E. camaldulensis* ve *E. grandis* türlerinin klonlarının Doğu Akdeniz Bölümü ekolojik koşullarında soğuğa ve okaliptus gal arısı zararlarına (*L. invasa* ve *O. maskelli*) karşı dayanıklılığı görsel olarak belirlenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışmanın materyalini oluşturan klonların ait olduğu okaliptus türleri, Türkiye'de genellikle Akdeniz ve Ege bölgelerinde yetiştirilmektedir (Şekil 1). Bu çalışma için "Okaliptus Melez Klon (*Eucalyptus camaldulensis* X *E. grandis*) Denemesi" adlı proje kapsamında 2014 yılında Mersin ili Tarsus ilçesi Karabucak mevkiinde iki, 2015 yılında Adana ili Ceyhan ilçesi ve Hatay ili Kırıkhan ilçesinde birer deneme alanında kullanılan klonlar materyal olarak kullanılmıştır. Deneme alanlarına göre kullanılan klonların adları ve sayıları Tablo 1'de verilmiş olup klonların çoğu ortaktır.

2.2. Deneme alanlarının yeri, iklimi ve toprak özellikleri

Karabucak deneme alanları; Tarsus Orman İşletme Müdürlüğü'ne ait Karabucak İşletme Şefliği ormanlarının 111 (Karabucak-111) ve 116 (Karabucak-116) nolu bölmelerinde yer almaktadır. Ceyhan deneme alanı, Ceyhan Orman Fidanlık Şefliği sahasında ve Kırıkhan deneme alanı ise Antakya Orman İşletme Müdürlüğü'ne ait Kırıkhan Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer almaktadır. Deneme alanlarının yeri ve bazı iklim özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Karabucak ve Kırıkhan deneme sahaları, genel olarak kil oranının yüksek olduğu ağır tekstürlü, hafif alkali, oldukça kireçli ve tuzsuz bir toprağa sahiptir. Karabucak deneme sahalarının toprağı orta derecede ve Kırıkhan deneme sahasının toprağı zayıf bir organik maddeye sahiptir. Toz oranının yüksek olduğu hafif tekstürlü bir toprağa sahip olan Ceyhan deneme sahasının toprağı ise genel olarak hafif alkali, oldukça kireçli ve tuzsuz olup organik madde bakımından fakirdir.



Şekil 1. Türkiye'de okaliptusun yetiştirildiği alanlar (Özkurt, 2002)
Figure 1. Regions where eucalyptus grows in Turkey (Özkurt, 2002)

Tablo 1. Deneme alanlarına göre kullanılan klonların adları ve numaraları
Table 1. Names and numbers of clones used by the trial sites

| Klon No. | Klon Adı | Deneme Alanları | | | |
|----------|----------|--------------------|--------------------|--------|-------------------------|
| | | Karabu- cak-111 | Karabu- cak-116 | Ceyhan | Kırıkhan (Haceraslı) |
| 1 | M85 | X | X | X | X |
| 2 | M44 | X | X | X | X |
| 3 | M15 | X | X | | |
| 4 | M21 | X | X | X | X |
| 5 | M84 | X | X | X | |
| 6 | C38 | X | X | X | X |
| 7 | C55 | X | X | X | X |
| 8 | G42 | X | X | X | |
| 9 | M25 | X | X | X | X |
| 10 | C185 | X | X | X | X |
| 11 | M23 | X | X | X | X |
| 12 | G78 | X | X | X | |
| 13 | M24 | X | X | X | X |
| 14 | C298 | X | X | X | X |
| 15 | C188 | X | X | X | X |
| 16 | C112 | X | X | X | X |
| 17 | M19 | X | X | X | X |
| 18 | M8 | X | X | X | X |
| 19 | M46 | X | X | X | X |
| 20 | M13 | X | X | X | X |
| 21 | M43 | X | X | X | X |
| 22 | M2 | X | X | X | X |
| 23 | C82 | X | X | X | |
| 24 | C69 | X | X | X | X |
| 25 | M68 | X | X | X | X |
| 26 | G96 | X | X | X | |
| 27 | M80 | X | X | X | |
| 28 | M77 | X | X | X | X |
| 29 | M9 | X | X | X | |
| 30 | M86 | X | X | X | X |
| 31 | M40 | X | X | X | X |
| 32 | G2 | X | X | X | X |
| 33 | G3 | X | X | X | X |
| 34 | C128 | X | X | X | X |
| 35 | G60 | X | X | X | X |
| 36 | M61 | X | X | X | X |
| 37 | G73 | X | X | X | |
| 38 | M79 | X | X | X | X |
| 39 | C126 | X | X | X | X |
| 40 | G92 | X | | X | |
| 41 | G62 | | X | | |
| 42 | G50 | | | | X |
| 43 | C1024/2 | | | | X |
| 44 | M54 | | | | X |
| 45 | M45 | | | | X |
| 46 | C127 | | | | X |
| 47 | C88 | | | | X |
| 48 | C11 | | | | X |
| 49 | G71 | | | | X |
| 50 | M6 | | | X | |

C: *Eucalyptus camaldulensis*, G: *Eucalyptus grandis*, M: Melez (*E.camaldulensis* x *E. grandis*) X: Ortak klonlar

Tablo 2. Deneme alanlarının yerleri ve bazı iklim özellikleri
Table 2. Locations of the trial sites and some climate characteristics

| | Karabucak-111 ve 116 | | Ceyhan | Kırıkhan |
|----------------------------------|-------------------------|-------------|-------------------------|------------------------|
| Enlem (Kuzey) | 36° 52' 28" | 36° 52' 31" | 37° 06' 52" | 36° 46' 34" |
| Boylam (Doğu) | 34° 51' 19" | 34° 51' 43" | 35° 48' 59" | 36° 34' 04" |
| Yükselti (m) | 8 | | 24 | 87 |
| Bakı | Düz | | Düz | Düz |
| | 2009-2018 yılları arası | | 1997-2018 yılları arası | |
| Ortalama sıcaklık (°C) | 18,99 | | 18,53 | 20,06 |
| Ortalama en yüksek sıcaklık (°C) | 30,74 | | 31,04 | 31,41 |
| Ortalama en düşük sıcaklık (°C) | 8,54 | | 7,86 | 8,84 |
| En düşük sıcaklık (°C) | -5,20 (Şubat) | | -7,20 (Şubat) | -6,10 (Ocak) |
| En yüksek sıcaklık (°C) | 43 (Ağustos) | | 45 (Ağustos) | 46 (Temmuz ve Ağustos) |
| Toplam yağış miktarı (mm) | 503,02 | | 638,24 | 499,64 |
| Ortalama nispi nem oranı (%) | 66,64 | | 63,71 | 53,55 |

2.3. Yöntem

Rastlantı blokları deneme desenine göre tesis edilen deneme alanlarındaki klonlar, 5 blokta ve her blokta 5 fidan olacak şekilde toplam 25 fidan ile temsil edilmiştir. Fidanlar, 3,25x3,25m aralık mesafesi ile ve 5 ağaçlı sıra parseline dikilmiştir.

Gal arısı zararının tespitinde 1 (aşırı etkilenme) ile 6 (hiç etkilenmeme) arasında olacak şekilde puan-

lar kullanılmıştır (Tablo 3). Gal zararından etkilenme değerlendirilmesi, gözlemler sonucunda ilk yıl bireylerin çoğunda gal oluşumuna rastlanmadığı için bir sonraki yıl yani dikimi izleyen 2. yılın ortasında yapılmıştır. Gal oluşumunun oranlaması ve puanlaması arı türüne (*L. invasa* ve *O. maskelli*) bakılmaksızın yapılmıştır. Diğer taraftan, iki arı türünün zarar yapma şekli ve yerine göre zarar oranlarını (Tablo 3) belirlemede Şekil 2 ve Şekil 3'te gösterilen belirtiler dikkate alınmıştır

Tablo 3. Gal zararının etkileme oranları ve puanları
Table 3. Influence rates and scores of the gal wasp damage

| | | |
|--|-----------------------------|---|
| | % 76 ve üzerinde gal var | 1 |
| | % 51-75'inde gal var | 2 |
| | % 26-50'sinde gal var | 3 |
| | % 11-25'inde gal var | 4 |
| | % 10 ve daha azında gal var | 5 |
| | Hiç gal yok | 6 |



Şekil 2. *L. invasa* tarafından oluşturulan galler (Çıkaran ve Avcı, 2019; Aytar ve ark., 2011; Dhahri ve ark., 2024)
Figure 2. Galls formed by *L. invasa* (Çıkaran and Avcı, 2019; Aytar et al., 2011; Dhahri et al., 2024)



Şekil 3. *O. maskelli* tarafından oluşturulan galler (Çıkaran ve Avcı, 2019; Aytar, 2011; Dhahri ve ark., 2024)
Figure 3. Galls formed by *O. maskelli* (Çıkaran and Avcı, 2019; Aytar et al., 2011; Dhahri et al., 2024)

Bireylerdeki soğuk zararının tespitinde 0 (donmuş, ölü) ile 5 (az veya hiç zarar yok) arasında (Gülbaba ve ark., 1995) olacak şekilde puanlar kullanılmıştır (Tablo 4). Soğuk zararından etkilenme değerlendirilmesi (Şekil 4), dikimin yapıldığı yılın sonu ile sonraki yılın başında meydana gelen ekstrem

(aşırı) soğuklardan sonra yapılmıştır. Benzer ekolojik koşullara sahip ve birbirine çok yakın olması nedeniyle Karabucak deneme alanlarından sadece Karabucak-111 deneme alanında soğuk zararının tespiti yapılmıştır.

Tablo 4. Soğuk zararının etkileme oranları ve puanları (Gülbaba ve ark., 1995)
Table 4. Influence rate and scores of the cold damage (Gülbaba et al., 1995)

| Skor | Açıklama |
|------|---|
| 0 | Donmuş, ölü |
| 1 | Sürgünler, ince küçük dallar ve yaprakların %75'inden daha fazlası zarar görmüş |
| 2 | Sürgünler, ince küçük dallar ve yaprakların %50-75 zarar görmüş |
| 3 | Sürgünler, ince küçük dallar ve yaprakların %25-50 zarar görmüş |
| 4 | Sürgünler, ince küçük dallar ve yaprakların %10-25 zarar görmüş |
| 5 | Sadece büyümekte olan uçlar ve yaprakların %10'undan daha azı zarar görmüş |



Şekil 4. Fidanların soğuktan etkilenme durumları (üst sol: donmuş ve ölü, üst sağ: canlı ancak şiddetli etkilenme; alt sol: orta derecede etkilenme, alt sağ: az veya hiç etkilenmemiş)
Figure 4. Conditions of seedlings affected by cold (top left: frozen and dead, top right: alive but severely affected; lower left: moderately affected, lower right: little or not affected)

2.4. Verilerin değerlendirilmesi

Soğuk ve gal zararları bakımından klonlar arasında farkın belirlenmesinde Varyans analizi; farklılığın tespit edilmesi durumunda değişkenlerin her biri açısından klonlar arasında oluşan grupların belirlenmesinde ise çoklu Duncan testi kullanılmıştır. Normal dağılım göstermeyen soğuk ve gal zararlarını değerlendirmede karekök dönüşümlü verileri analize tabi tutulmuştur. Denemelerin ayrı ayrı (1) ve birlikte değerlendirilmesi (2) için aşağıdaki

doğrusal varyans modelleri kullanılmıştır. Verilerin istatistiksel analizinde SPSS istatistik programının 17 versiyonu kullanılmıştır (SPSS, 2008).

$$y_{ijk} = \mu + B_i + C_j + BC_{ij} + e_{(ijk)} \quad (1)$$

$$y_{ijk} = \mu + S_i + B(S)_{ii} + C_j + SC_{ij} + CB(S)_{ji} + e_{(ijk)} \quad (2)$$

Burada,

y_{ijk} = i. bloktaki j. klonun k. ağaca ait gözlem değeri,

Y_{ijk} = l. deneme alanında i. bloktaki j. klonun k. ağaca ait gözlem değeri,

B_i = i. Blokun etkisi, $i=1,2,\dots,b$,

C_j = j. Klonun rastlantısal etkisi, $j=1, 2,\dots,c$,

BC_{ij} = Klon x blok etkileşimi (parseller arası hata),

S_l = l deneme alanının rastlantısal etkisi, $l=1, 2,\dots,s$,

SC_{ij} = j. klonun l. deneme alanı ile olan etkileşimin rastlantısal etkisi,

$CB(S)_{ji}$ = l. deneme alanında j. klonun i. blok etkileşimi

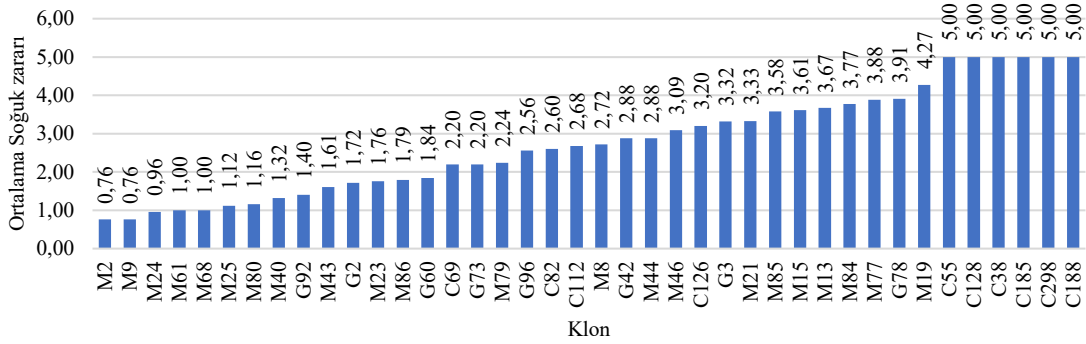
$e_{(ijk)}$ = i. bloktaki j. klonuna ait k. ağacın rastlantısal ve bağımsız sapması etkisi (parsel içi hata), $k=1, 2,\dots,n$,

$e_{(ijk)}$ = l. deneme alanındaki i. bloktaki j. klonuna ait k. ağacın rastlantısal ve bağımsız sapması etkisi (parsel içi hata), $k=1, 2,\dots,n$

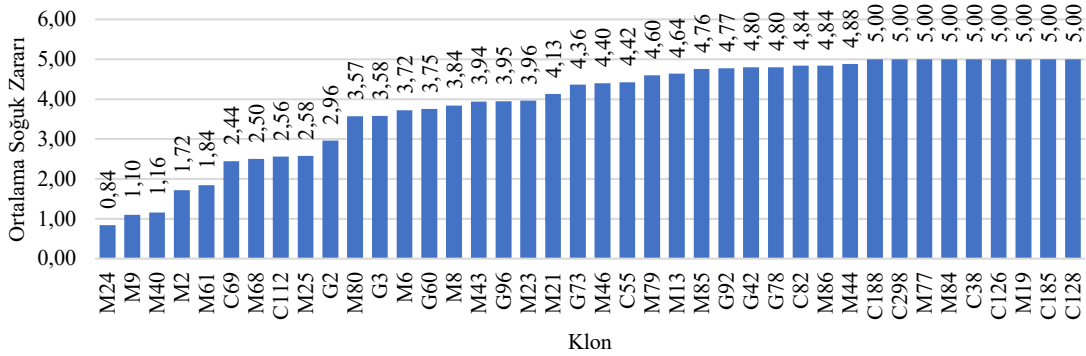
3. Bulgular

3.1. Soğuk zararı

Aynı iklim koşullarına sahip olmaları nedeniyle Karabucak deneme alanlarından Karabucak- 111'de soğuk zararının tespiti yapılmıştır. Deneme alanlarının ayrı ayrı değerlendirilmesine göre yapılan soğuk zararı değerlendirmesinde, her üç deneme alanında da istatistiksel olarak klonlar arasında fark ($P<0,001$) çıkmıştır. Duncan testi sonuçlarına göre, her üç deneme alanında da çoğu ortak olmak üzere *E. camaldulensis* klonları (Karabucak: C128, C188, C298, C185, C55, C38; Ceyhan: C126, C128, C188, C298, C185, C38; Kırıkhan: C185, C38, C55 ve C298) klonları soğuktan daha az etkilenmişler ve ilk sıralarda yer almışlardır. Melezler başta olmak üzere *E. grandis* klonları (Karabucak: M2, M9, M68 ve M61; Ceyhan: M24, M9, M40, M2 ve M61; Kırıkhan: G50, M2 ve M77) ise soğuktan daha fazla etkilenmiştir (Tablo 5, Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7). Karabucak ve Ceyhan deneme alanlarında diğer melezlere göre M77, M19, M84, M86 ve M44 melez klonları soğuktan daha az etkilenmiştir.



Şekil 5. Karabucak-111 deneme alanına ilişkin soğuk zararın ortalamaları
Figure 5. Cold damage averages for Karabucak-111 trial site

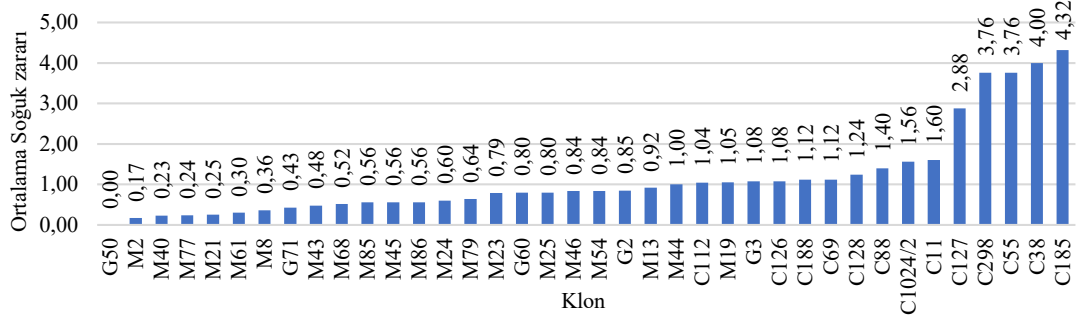


Şekil 6. Ceyhan deneme alanına ilişkin soğuk zararı ortalamaları
Figure 6. Cold damage averages for Ceyhan trial site

Tablo 5. Deneme alanlarına göre soğuk zararı ortalamaları
Table 5. Cold damage averages by the trial sites

| Klon No | Klon Adı | Karabucak-111 | Ceyhan | Kırıkhan | Genel Ortalama |
|---------|----------|---------------|-----------|------------|----------------|
| 1 | M85 | 3,58 klmn | 4,76 jklm | 0,56 fg | 2,97 |
| 2 | M44 | 2,88 hij | 4,88 m | 1,00 lmno | 2,92 |
| 3 | M15 | 3,61 klmn | | | 3,61 |
| 4 | M21 | 3,33 jklm | 4,13 hi | 0,25 bcd | 2,57 |
| 5 | M84 | 3,77 mno | 5,00 m | | 4,39 |
| 6 | C38 | 5,00 p | 5,00 m | 4,00 tu | 4,67 |
| 7 | C55 | 5,00 p | 4,42 ijkl | 3,76 t | 4,39 |
| 8 | G42 | 2,88 hij | 4,80 klm | | 3,84 |
| 9 | M25 | 1,12 b | 2,58 de | 0,80 hijkl | 1,50 |
| 10 | C185 | 5,00 p | 5,00 m | 4,32 u | 4,77 |
| 11 | M23 | 1,76 de | 3,96 gh | 0,79 ijkl | 2,17 |
| 12 | G78 | 3,91 no | 4,80 klm | | 4,36 |
| 13 | M24 | 0,96 ab | 0,84 a | 0,60 ghij | 0,80 |
| 14 | C298 | 5,00 p | 5,00 m | 3,76 t | 4,59 |
| 15 | C188 | 5,00 p | 5,00 m | 1,12 nop | 3,71 |
| 16 | C112 | 2,68 hi | 2,56 e | 1,04 lmno | 2,09 |
| 17 | M19 | 4,27 o | 5,00 m | 1,05 lmno | 3,44 |
| 18 | M8 | 2,72 ghi | 3,84 gh | 0,36 bcdef | 2,31 |
| 19 | M46 | 3,09 ijk | 4,40 ijk | 0,84 klm | 2,78 |
| 20 | M13 | 3,67 lmn | 4,64 jklm | 0,92 klmn | 3,08 |
| 21 | M43 | 1,61 cd | 3,94 gh | 0,48 defg | 2,01 |
| 22 | M2 | 0,76 a | 1,72 c | 0,17 ab | 0,88 |
| 23 | C82 | 2,60 ghi | 4,84 lm | | 3,72 |
| 24 | C69 | 2,20 fg | 2,44 d | 1,12 nop | 1,92 |
| 25 | M68 | 1,00 ab | 2,50 de | 0,52 efg | 1,34 |
| 26 | G96 | 2,56 gh | 3,95 gh | | 3,26 |
| 27 | M80 | 1,16 b | 3,57 g | | 2,37 |
| 28 | M77 | 3,88 no | 5,00 m | 0,24 bc | 3,04 |
| 29 | M9 | 0,76 a | 1,10 b | | 0,93 |
| 30 | M86 | 1,79 de | 4,84 lm | 0,56 fgh | 2,40 |
| 31 | M40 | 1,32 bc | 1,16 b | 0,23 bc | 0,90 |
| 32 | G2 | 1,72 de | 2,96 f | 0,85 jklm | 1,84 |
| 33 | G3 | 3,32 jklm | 3,58 g | 1,08 lmno | 2,66 |
| 34 | C128 | 5,00 p | 5,00 m | 1,24 op | 3,75 |
| 35 | G60 | 1,84 def | 3,75 gh | 0,80 jklm | 2,13 |
| 36 | M61 | 1,00 ab | 1,84 c | 0,30 bcde | 1,05 |
| 37 | G73 | 2,20 ef | 4,36 ij | | 3,28 |
| 38 | M79 | 2,24 fg | 4,60 jklm | 0,64 ghijk | 2,49 |
| 39 | C126 | 3,20 jkl | 5,00 m | 1,08 mnop | 3,09 |
| 40 | G92 | 1,40 b | 4,77 jklm | | 3,09 |
| 42 | G50 | | | 0,00 a | 0,00 |
| 43 | C1024/2 | | | 1,56 r | 1,56 |
| 44 | M54 | | | 0,84 klm | 0,84 |
| 45 | M45 | | | 0,56 fg | 0,56 |
| 46 | C127 | | | 2,88 s | 2,88 |
| 47 | C88 | | | 1,40 pr | 1,40 |
| 48 | C11 | | | 1,60 r | 1,60 |
| 49 | G71 | | | 0,43 cdefg | 0,43 |
| 50 | M6 | | 3,72 g | | 3,72 |
| | Ortalama | 2,77 | 3,88 | 1,15 | 2,62 |

Sütunlarda aynı harflere sahip olan klonlar arasında fark yoktur (p<0,001)



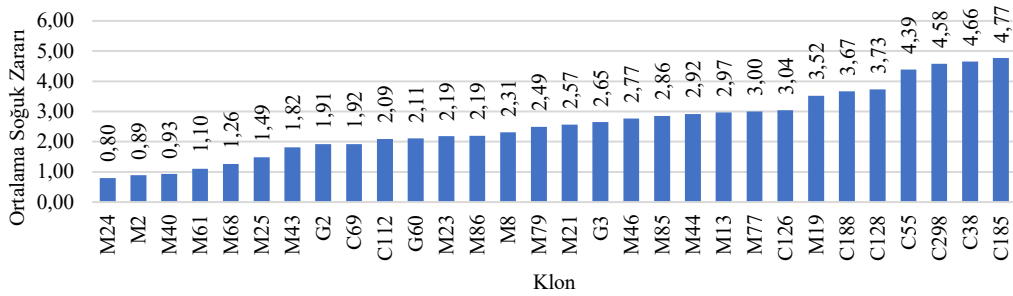
Şekil 7. Kırıkhan deneme alanına ilişkin soğuk zararı ortalamaları
Figure 7. Cold damage averages for Kırıkhan trial site

Ortak klonlara göre deneme alanlarının ortak değerlendirilmesinde de soğuk zararı bakımından yer ve klon ile bunların etkileşimi istatistiksel olarak ($P<0,001$) önemli çıkmıştır. Yer bakımından üç farklı grup oluşmuş olup Ceyhan, Karabucak-111 ve Kırıkhan sırasıyla en yüksek değerlere sahip olmuştur. Klon bakımından ise yine *E. camaldulensis* klonları (C185, C38, C298, C55, C128, C188, M19 ve C126) daha yüksek değerlere sahip olurken melez klonları (M24, M2, M40, M61, M68 ve M25) ise daha düşük değerlere sahip olmuştur (Tablo 5 ve Şekil 8). Genel olarak, *E. grandis* ve melezlere göre *E. camaldulensis* klonları soğuktan daha az etkilenmiştir (Tablo 6 ve Şekil 8).

lensis klonları (C185, C38, C298, C55, C128, C188, M19 ve C126) daha yüksek değerlere sahip olurken melez klonları (M24, M2, M40, M61, M68 ve M25) ise daha düşük değerlere sahip olmuştur (Tablo 5 ve Şekil 8). Genel olarak, *E. grandis* ve melezlere göre *E. camaldulensis* klonları soğuktan daha az etkilenmiştir (Tablo 6 ve Şekil 8).

Tablo 6. Deneme alanlarının ortak değerlendirilmesine göre soğuk zararı ortalamaları
Table 6. Cold damage averages for the joint evaluation of the trial sites

| Klonlar | | | | | | | | | |
|---|--------|-------|---------------|--------|---------|--------|--------|-------|-------|
| 1 | 2 | 4 | 6 | 7 | 9 | 10 | 11 | 13 | 14 |
| M85 | M44 | M21 | C38 | C55 | M25 | C185 | M23 | M24 | C298 |
| 2,86hi | 2,92ij | 2,57g | 4,66n | 4,39m | 1,49c | 4,77n | 2,19f | 0,80a | 4,58n |
| 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 24 | 25 |
| C188 | C112 | M19 | M8 | M46 | M13 | M43 | M2 | C69 | M68 |
| 3,67kl | 2,09f | 3,52k | 2,31f | 2,77hi | 2,97hij | 1,82d | 0,89a | 1,92e | 1,26b |
| 28 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 38 | 39 |
| M77 | M86 | M40 | G2 | G3 | C128 | G60 | M61 | M79 | C126 |
| 3,00hi | 2,19ef | 0,93a | 1,91e | 2,65h | 3,73l | 2,11ef | 1,10b | 2,49g | 3,04j |
| <i>Aynı harflere sahip olan klonlar arasında fark yoktur (P<0,001)</i> | | | | | | | | | |
| Deneme alanları | | | | | | | | | |
| Kırıkhan | | | Karabucak-111 | | | | Ceyhan | | |
| 1,16a | | | 2,84b | | | | 3,79c | | |
| <i>Aynı harflere sahip olan deneme alanları arasında fark yoktur (P<0,001)</i> | | | | | | | | | |

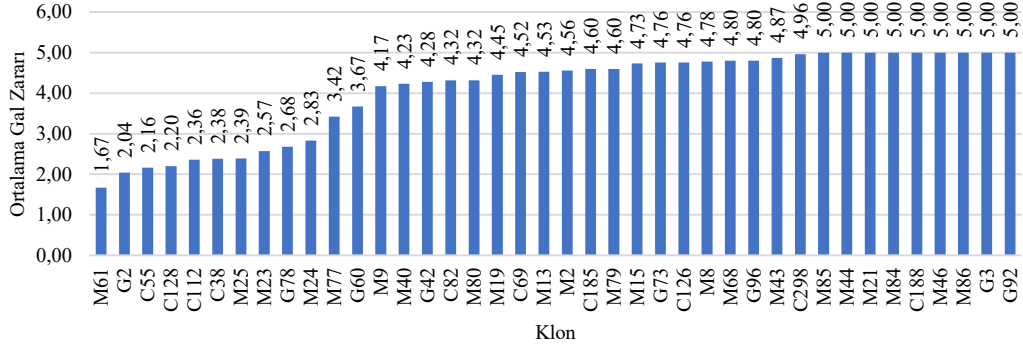


Şekil 8. Deneme alanlarının ortak değerlendirilmesine ilişkin soğuk zararı ortalamaları
Figure 8. Cold damage averages for the joint evaluation of the trial sites

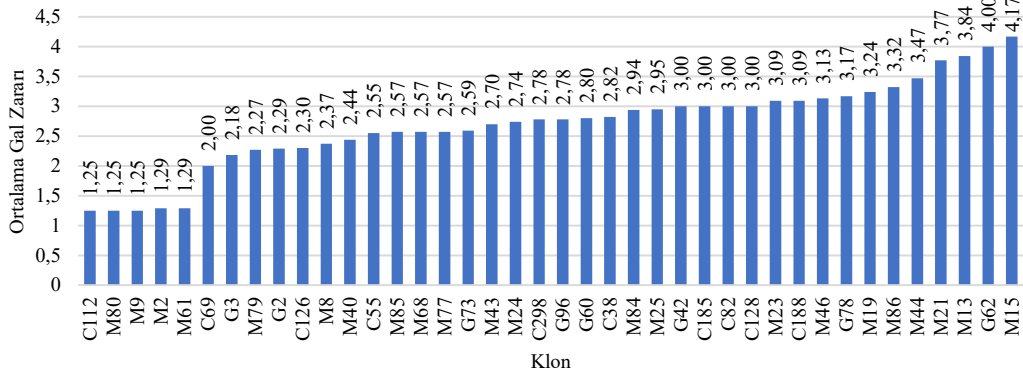
3.2. Gal zararı

Deneme alanlarının ayrı ayrı değerlendirmesine göre yapılan gal zararı değerlendirmesinde, her üç deneme alanında da istatistiksel olarak klonlar arasında fark ($P<0,001$) çıkmıştır. Duncan testi sonuçlarına göre, deneme alanlarına göre klonların gal zararından etkilenme dereceleri de farklı olmuştur. Karabucak 111'de G92, G3, M86, M46, C188, M84, M21, M44 ve M85 klonları en yüksek değere sahip olup ilk grubu oluştururken M61 klonu ise son grubu oluşturmuştur. Karabucak 116'da M15, G62, M13 ve M21 klonları sırasıyla ilk grubu oluştur-

muş; M9, M80, C112, M2 ve M61 klonları ise en düşük değere sahip olup son grubu oluşturmuşlardır. Ceyhan deneme alanında C128 ve C185 klonu en yüksek değere ile ilk grubu oluştururken M61 klonu ise son grubu oluşturmuştur. Kırıkhan'da ise C185, C55, C38 ve C112 klonları sırasıyla ilk grubu ve M61 klonu ise son grubu oluşturmuştur (Tablo 7, Şekil 9, Şekil 10, Şekil 11 ve Şekil 12). Ayrıca, Kırıkhan deneme alanında, klonların çoğunun (1,00) gal arısından çok şiddetli etkilendiği, yani dal, sürgün ve yaprakların yaklaşık %75'i ve üzeri etkilenmiş oldukları görülmüştür.



Şekil 9. Karabucak-111 deneme alanına ilişkin gal zararının ortalamaları
Figure 9. Gall damage averages for Karabucak-111 trial site



Şekil 10. Karabucak-116 deneme alanına ilişkin gal zararının ortalamaları
Figure 10. Gall damage averages for Karabucak-116 trial site

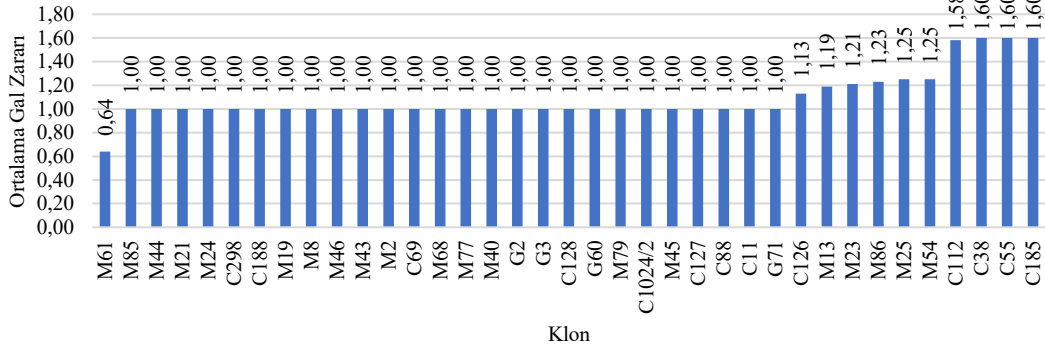


Şekil 11. Ceyhan deneme alanına ilişkin gal zararının ortalamaları
Figure 11. Gall damage averages for Ceyhan trial site

Tablo 7. Deneme alanlarına göre gal zararının ortalamaları
Table 7. Gall damage averages by the trial sites

| Klon No | Klon Adı | Karabucak-111 | | Karabucak-116 | | Ceyhan | | Kırıkhan | | Genel Ortalama |
|---------|----------|---------------|------|---------------|------|--------|-------|----------|----|----------------|
| 1 | M85 | 5,00 | p | 2,57 | d | 3,95 | jklm | 1,00 | b | 3,13 |
| 2 | M44 | 5,00 | p | 3,47 | m | 4,32 | opr | 1,00 | b | 3,45 |
| 3 | M15 | 4,73 | mnop | 4,17 | o | | | | | 4,45 |
| 4 | M21 | 5,00 | p | 3,77 | n | 4,62 | st | 1,00 | b | 3,60 |
| 5 | M84 | 5,00 | p | 2,94 | gh | 3,90 | ijkl | | | 3,95 |
| 6 | C38 | 2,38 | de | 2,82 | fg | 4,17 | no | 1,60 | e | 2,74 |
| 7 | C55 | 2,16 | bc | 2,55 | d | 4,25 | nop | 1,60 | e | 2,64 |
| 8 | G42 | 4,28 | jkl | 3,00 | hij | 3,76 | i | | | 3,68 |
| 9 | M25 | 2,39 | de | 2,95 | ghi | 3,95 | ijklm | 1,25 | d | 2,64 |
| 10 | C185 | 4,60 | mno | 3,00 | hij | 4,91 | v | 1,60 | e | 3,53 |
| 11 | M23 | 2,57 | ef | 3,09 | hijk | 3,80 | ij | 1,21 | cd | 2,67 |
| 12 | G78 | 2,68 | fg | 3,17 | jkl | 4,56 | st | | | 3,47 |
| 13 | M24 | 2,83 | g | 2,74 | f | 4,05 | klm | 1,00 | b | 2,66 |
| 14 | C298 | 4,96 | p | 2,78 | f | 3,40 | efg | 1,00 | b | 3,04 |
| 15 | C188 | 5,00 | p | 3,09 | hijk | 3,28 | ef | 1,00 | b | 3,09 |
| 16 | C112 | 2,36 | cd | 1,25 | a | 4,6 | st | 1,58 | e | 2,45 |
| 17 | M19 | 4,45 | klm | 3,24 | kl | 4,82 | uv | 1,00 | b | 3,38 |
| 18 | M8 | 4,78 | nop | 2,37 | c | 2,44 | b | 1,00 | b | 2,65 |
| 19 | M46 | 5,00 | p | 3,13 | ijk | 4,32 | opr | 1,00 | b | 3,36 |
| 20 | M13 | 4,53 | lmn | 3,84 | n | 4,32 | opr | 1,19 | cd | 3,47 |
| 21 | M43 | 4,87 | op | 2,70 | ef | 3,06 | d | 1,00 | b | 2,91 |
| 22 | M2 | 4,56 | lmn | 1,29 | a | 3,61 | h | 1,00 | b | 2,62 |
| 23 | C82 | 4,32 | jkl | 3,00 | hij | 4,44 | rs | | | 3,92 |
| 24 | C69 | 4,52 | lmn | 2,00 | b | 3,48 | gh | 1,00 | b | 2,75 |
| 25 | M68 | 4,80 | nop | 2,57 | de | 2,85 | c | 1,00 | b | 2,81 |
| 26 | G96 | 4,80 | nop | 2,78 | f | 4,70 | tu | | | 4,09 |
| 27 | M80 | 4,32 | jkl | 1,25 | a | 4,09 | mn | | | 3,22 |
| 28 | M77 | 3,42 | h | 2,57 | d | 3,46 | fg | 1,00 | b | 2,61 |
| 29 | M9 | 4,17 | j | 1,25 | a | 3,29 | ef | | | 2,90 |
| 30 | M86 | 5,00 | p | 3,32 | lm | 4,84 | uv | 1,23 | d | 3,60 |
| 31 | M40 | 4,23 | jk | 2,44 | d | 4,00 | lm | 1,00 | b | 2,92 |
| 32 | G2 | 2,04 | b | 2,29 | c | 3,80 | ijk | 1,00 | b | 2,28 |
| 33 | G3 | 5,00 | p | 2,18 | b | 3,88 | ijkl | 1,00 | b | 3,02 |
| 34 | C128 | 2,20 | bcd | 3,00 | hij | 5,00 | v | 1,00 | b | 2,80 |
| 35 | G60 | 3,67 | i | 2,80 | fg | 3,42 | efg | 1,00 | b | 2,72 |
| 36 | M61 | 1,67 | a | 1,29 | a | 2,17 | a | 0,64 | a | 1,44 |
| 37 | G73 | 4,76 | nop | 2,59 | de | 3,23 | e | | | 3,53 |
| 38 | M79 | 4,60 | mno | 2,27 | c | 3,6 | h | 1,00 | b | 2,87 |
| 39 | C126 | 4,76 | nop | 2,30 | c | 4,39 | pr | 1,13 | c | 3,15 |
| 40 | G92 | 5,00 | p | | | 3,82 | ij | | | 4,41 |
| 41 | G62 | | | 4,00 | n | | | | | 4,00 |
| 42 | G50 | | | | | | | | | |
| 43 | C1024/2 | | | | | | | 1,00 | b | 1,00 |
| 44 | M54 | | | | | | | 1,25 | d | 1,25 |
| 45 | M45 | | | | | | | 1,00 | b | 1,00 |
| 46 | C127 | | | | | | | 1,00 | b | 1,00 |
| 47 | C88 | | | | | | | 1,00 | b | 1,00 |
| 48 | C11 | | | | | | | 1,00 | b | 1,00 |
| 49 | G71 | | | | | | | 1,00 | b | 1,00 |
| 50 | M6 | | | | | 3,08 | d | | | 3,08 |
| | Ortalama | 4,06 | | 2,70 | | 3,89 | | 1,09 | | 2,97 |

Sütunlarda aynı harflere sahip olan klonlar arasında fark yoktur ($p < 0.001$)



Şekil 12. Kırıkhan deneme alanına ilişkin gal zararının ortalamaları
Figure 12. Gall damage averages for Kırıkhan trial site

Ortak klonlara göre deneme alanlarının ortak değerlendirilmesinde de gal zararı bakımından yer ve klon ile bunların etkileşimi istatistiksel olarak ($P<0,001$) önemli çıkmıştır. Yer bakımından üç farklı grup oluşmuş; Karabucak-111 ve Ceyhan deneme alanları ilk grubu oluştururken Karabucak-116 ve Kırıkhan deneme alanları sırasıyla

ikinci ve üçüncü grubu oluşturmuşlardır. Klon bakımından ise yine M21 ilk grubu ve M61 ise son grubu oluşturmuştur (Tablo 8 ve Şekil 13). Değerlendirmelere göre, bütün deneme alanlarında gal arısının, ayırım yapmaksızın bütün klonları etkilediği ve hiç etkilenmeyen klonun ise bulunmadığı görülmüştür.

Tablo 8. Deneme alanlarının ortak değerlendirmesine ilişkin gal zararı ortalamaları
Table 8. Gall damage averages for the joint evaluation of the trial sites

| Klonlar | | | | | | | | | |
|--|--------|---------------|---------|--------|--------|---------------|--------|--------|--------|
| 1 | 2 | 4 | 6 | 7 | 9 | 10 | 11 | 13 | 14 |
| M85 | M44 | M21 | C38 | C55 | M25 | C185 | M23 | M24 | C298 |
| 3,39j | 3,45jk | 4,17o | 2,73de | 2,63c | 2,72de | 3,51lm | 2,76de | 2,81e | 3,02f |
| 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 24 | 25 |
| C188 | C112 | M19 | M8 | M46 | M13 | M43 | M2 | C69 | M68 |
| 3,05fg | 2,52b | 3,48kl | 3,04fgh | 3,43jk | 3,59m | 3,19i | 3,17hi | 2,77cd | 3,12gh |
| 28 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 38 | 39 |
| M77 | M86 | M40 | G2 | G3 | C128 | G60 | M61 | M79 | C126 |
| 3,00fgh | 3,71n | 3,43l | 2,45b | 3,12fg | 2,79de | 2,8de | 1,58a | 3,15hi | 3,18hi |
| <i>Aynı harflere sahip olan klonlar arasında fark yoktur ($P<0,001$)</i> | | | | | | | | | |
| Deneme alanları | | | | | | | | | |
| Kırıkhan | | Karabucak-116 | | Ceyhan | | Karabucak-111 | | | |
| 1,14a | | 2,69b | | 3,89c | | 3,94c | | | |
| <i>Aynı harflere sahip olan deneme alanları arasında fark yoktur ($P<0,001$)</i> | | | | | | | | | |



Şekil 13. Deneme alanlarının ortak değerlendirilmesine ilişkin gal zararı ortalamaları
Figure 13. Gall damage averages for the joint evaluation of the trial sites

4. Tartışma ve Sonuç

E. camaldulensis ve *E. grandis* türleri ile bunlara ait melezlerin klonlarının, soğuk ve gal zararına karşı dayanıklılığının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada deneme alanlarının ayrı ayrı ve birlikte değerlendirilmesine göre klonlar ve deneme alanları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark çıkmıştır. Karabucak-111'de dikimin yapıldığı 2014 yılının sonunda (Aralık: 2,2°C) ve 2015 yılının başında (Ocak: -3,5°C) yapılan soğuk zararı değerlendirmesine ilişkin olarak ve 2014-2018 yılları arası iklim verilerine göre, 2018 yılı hariç diğer yıllarda mutlak minimum sıcaklık değerleri sıfırın altında (-1,6 °C ile -5,20 °C) görülmüştür. Deneme alanlarının ayrı ve birlikte değerlendirmesi sonucu genel olarak, *E. grandis* ve melezlere göre *E. camaldulensis* klonları soğuktan daha az etkilenmiştir.

Taşdemir (2023) tarafından, aynı deneme alanları ve aynı klonlarda yapılan bir araştırmada 5.yaş gelişimleri ve deneme alanlarına göre başarılı görülen klonların soğuktan etkilenme (5: az ya da hiç etkilenmemiş, 1: ölmüş) durumları ele alındığında; Karabucak'ta gelişim yönünden iyi olan *E. grandis* (G78: 3,91, G42: 2,88, G96: 2,56, G73: 2,20 ve G60: 1,84) klonlarında soğuktan etkilenme %25-%75 arasında değişirken melez (M77: 3,88, M85: 3,58 ve M46: 3,09) klonlarında bu oran yaklaşık %25-%50 arasında değişmektedir. Ceyhan deneme alanında dikimin yapıldığı 2015 yılının sonunda (Aralık: -0,8°C) ve 2016 yılının başındaki (Ocak: -4,40°C) soğuk zararı değerlendirmesine ilişkin olarak 2015-2018 yılları arası iklim verilerine göre mutlak minimum sıcaklık değerleri sıfırın altında (-1,10°C ile -4,40°C) olmuştur. Gelişim yönünden başarılı görülen *E. grandis* (G42: 4,80, G78: 4,80, G73: 4,36, G96: 3,95, G60: 3,75 ve G2: 2,96) klonlarında soğuktan etkilenme yaklaşık %10-%50 arasında değişmektedir. Bu durum, soğuk gün sayısının fazla sürmediği ve terminal sürgünler ile dalların ölmediği sürece soğuk etkisinin bireylerin gelişimi üzerinde fazla bir etkisi olmadığını göstermektedir. Karabucak ve Ceyhan deneme alanlarındaki *E. camaldulensis* klonlarının neredeyse hiç etkilenmediği görülmüştür. Kırıkhan deneme alanında ise dikimin yapıldığı 2015 yılının sonunda (Aralık: -1,6°C) ve 2016 yılının başındaki (Ocak: -4,40°C) soğuk zararı değerlendirmesine ilişkin olarak 2015-2018 yılları arası iklim verilerine göre, mutlak minimum sıcaklık değerleri sıfırın altında (-3,40°C ile -6,10°C) olmuştur. Kırıkhan deneme alanında yaşayan klonlar daha çok *E. camaldulensis* türüne ait olup soğuktan az etkilendikleri görülmüştür. Başarılı görülen C298 klonu 3,76 puanına sahip olup %25 oranında zarar görmüştür. Diğer taraftan, Kırıkhan'da yaz ortası başlayan sıcak

rüzgârların, fidanların yaprak ve ince sürgünlerini fizyolojik olarak etkileyerek tepe çökmelerine neden olduğu, sonbahara doğru ise rüzgârın kesilmesiyle bireylerin tekrar canlandığı ve büyümeye geçtiği gözlenmiştir.

Çin'in Hunan yöresi ekolojik koşullarına uygun okaliptus tür ve orijinlerinin belirlenmesi amacıyla yaklaşık 33 aylık bireylerde yapılan arazi denemelerinde, soğuk olayından üç ay sonra canlı kalan tüm ağaçların hem büyüme (*dbh* ve boy) hem de soğuk hasarı (1 puan: çok ağır hasar görmüş veya ölü; 2 puan: ağır ve orta hasarlı; 3 puan: hafif hasarlı; 4 puan: çok hafif ve hasarsız) açısından değerlendirmeler yapılmıştır. *E. dunnii* Maiden, *E. saligna*, *E. camaldulensis* ve *E. tereticornis* türlerinin bazı orijinleri, iyi bir gelişme gösterdikleri ortaya konulmuştur. Özellikle, *E. dunnii* ve *E. saligna* türleri genel olarak Hunan'ın ekstrem koşullarında en iyi büyümeyi ve adaptasyonu göstermiştir (Mujiu ve ark., 2003). Avusturalya'ya ait Tazmanya'nın subalpin doğal okaliptuslarından *E. gunnii* ve *E. pauciflora* Sieber ex Spreng. dona dayanıklı, *E. grandis* ve *E. globulus* ise dona oldukça duyarlıdır (-6°C ila -8°C) (Teulières ve ark., 2007).

Laboratuvar koşullarında yapılan bir çalışmada, *E. globulus*, *E. gunnii* x *E. globulus*, *E. viminalis* x *E. globulus* ve *E. cypellocarpa* L.A.S.Johnson x *E. globulus*'ta tüm yarım kardeş ailelerde soğuğa alışma meydana gelmiş olup sıcaklıktaki 1,5°C ila 3°C arası düşüşlerin fidanların %50'sinin ölümüne neden olduğu, hibrit bireylerinin ise *E. globulus*'tan daha fazla soğuğa toleranslı olduğu görülmüştür.

Sertleşmiş bitkilerin ozmotik basıncındaki artışın, ağırlıklı olarak çözünebilir şeker konsantrasyonundaki artışın bir sonucu olduğu belirtilmiştir (Almeida ve ark., 1994).

Okaliptusta ebeveyn ve melezleri üzerinde soğuğa dayanıklılığının etkileri konusunda yapılan yapay testler sonucu, dona dayanıklılık bakımından türler arasında istatistiksel olarak bir fark ve ortalamalar arasında geniş bir varyasyon olduğu tespit edilmiştir. Kalıtım derecesi değerlendirmesine göre de türler arası melezlerde dona dayanıklılığının genel olarak kalıtsal olduğu görülmüştür (Tibbits ve ark., 1991).

E. nitens (Deane ve Maiden) Maiden'de bazı orijinler arasında önemli ve tutarlı farklılıklar bulunmuş olup gelişimi daha iyi ve dondan fazla etkilenmeyen orijinlerin daha fazla yaşama ve gelişime sahip oldukları, yüksek düzeyde don hasarının ise zayıf büyüme ve yaşama oranı ile ilişkili olduğu ve beklenen bir durum olduğu belirtilmiştir. Diğer taraftan, kalıtım derecelerinin tahmini bakımından tüm özellikler için iki bölge arasında önemli ölçüde de-

ğişiklik görülmüştür (Tibbits ve Hodge, 2003).

Çin'deki subtropikal bir ortamda plantasyon gelişimi için *E. camaldulensis* klonu dahil 22 okalıptus türü ve bu türlere ait 64 orijin ile denemeler yapılmıştır. 6 yaşında en iyi büyümeyi ve hayatta kalmayı gösteren türler; *E. amplifolia* var. *amplifolia* Naudin, *E. benthamii* Maiden ve Cambage *E. dunnii* ve *E. dorrigoensis* (Blakely) L.A.S. Johnson ve K.D.Hill olmuştur. *E. macarthurii* H.Deane ve Maiden soğuğa en iyi dayanıklı tür olmasına rağmen büyüme ve hayatta kalma performansı nispeten zayıf kalmıştır (Arnold ve ark., 2015). *E. globulus*'ta ise dona dayanıklılık testinde, orijinler arasında farklılık olduğu ve dona dayanıklılığının, toplam çözünür karbonhidratların içeriği ile ilişki olduğu belirtilmiştir (Moraga, ve ark., 2006).

Güney Afrika'nın özellikle genç okalıptus plantasyonlarında ekstrem soğukların ve mevsimsel donların büyük zararının olduğu ifade edilmiştir. Bu bağlamda, *E. grandis*, *E. nitens* ve bunların melezlerine ait klonlarda soğuğa karşı dayanıklılık konusunda yapılan laboratuvar çalışmasında klonlar arasında önemli bir farklılık olduğu ve genel olarak klonların çoğunun yüksek onarma potansiyeline (onarım periyodu 6 gün) sahip ve soğuğa dayanıklı oldukları; ancak *E. grandis* dahil birkaç klonun ise dona duyarlı olduğu belirlenmiştir. Buna rağmen, bazı melezler dahil *E. grandis*'in ılıman iklim koşullarındaki plantasyonlarda kullanılabilmesi vurgulanmıştır (Bahadur, 2016). ABD-Kaliforniya'da altı okalıptus türünün ve klonunun dikildiği bir plantasyon sahasında düşük sıcaklık günlerinde yapılan görsel gözlemlerde, en çok don zararı *E. grandis*'te görülmüştür (Hasey ve Connor, 1990).

Yeni Zelanda'da dişi olarak *E. grandis* ve erkek olarak *E. nitens* türleri kullanılarak yapılan bir melezleme çalışmasında ise soğuk ve don etkisinin olduğu deneme alanlarında genel olarak ailelerin zarar gördüğü ve melezlerin de zayıf bir gelişme gösterdikleri belirtilmiştir. Başarılı görülen deneme alanlarında ise melezlerin, gelişim bakımından daha çok *E. nitens* ebeveynine benzediği; buna rağmen ailelerde zayıf yetişen ve genetik olarak kusurlu bireylerin oranının yüksek olduğu, en iyi büyümeye sahip *E. nitens*'i geçen bireylerin oranının ise çok düşük olduğu belirlenmiştir (Shelbourne ve ark., 1999). Bu çalışmamızda da benzer sonuçlar ortaya çıkmış olup soğuktan etkilenme açısından melezlerin genellikle *E. grandis* türünün özelliklerini taşıdığı düşünülmektedir. Soğuk zararı bulgularımıza göre diğer üç deneme alanına göre daha sert ve soğuk etkisinin uzun sürdüğü Kırıkhan deneme alanında ilk yıldan itibaren melez ve *E. grandis* klonlarının soğuktan etkiledikleri ve zamanla çoğunun sahadan uzaklaştıkları gö-

rülmüştür. Diğer üç deneme alanında da genel olarak, *E. camaldulensis*'e göre *E. grandis* ve melez klonları soğuktan daha fazla etkilenmiştir; ancak soğuk etkisinin fazla sürmemesi nedeniyle şiddetli bir etkilenme görülmemiştir. Diğer taraftan, soğuktan etkilenme bakımından hem saf türler ve hem de bunların melez klonları arasında da farklılıklar olduğu görülmüştür. Bütün bu sahalarda, dikimi izleyen ilk bir, iki yıl soğuk zararı etkisinin olduğu ve gelişimi zayıf olan bireylerde soğuk etkisinin daha etkili olduğu; ancak ileriki yıllarda fidanların giderek gelişmesine bağlı olarak soğuk etkisinin oluşmadığı görülmüştür. Öte yandan, tür ve klona bakılmaksızın iyi gelişme gösteren klonlarda soğuk zararının genel olarak daha az olduğu gözlenmiştir. Yukarıdaki literatür çalışmalarında da belirtildiği gibi çalışmamızda en iyi gelişmeyi gösteren *E. grandis* klonları kısa bir soğuk periyoduna maruz kalmıştır.

Gülbaba ve ark. (1995) tarafından Tarsus-Karabucak'ta 1992 yılında tesis edilen ve melez klon çalışmasında da kullanılan bazı klonların dahil olduğu *E. camaldulensis* klon denemesinde, dikimin yapıldığı yılın kış aylarından sonra (Aralık-1992: -3,5°C; Şubat ve Mart-1993: -3,1°C ve 4,4°C) soğuk zararı değerlendirilmesi (0-5 puan arası) yapılmıştır. Bu çalışmada da klonların çoğunun çok az etkilendiği (%10 ve altında) görülmüştür. 5-4 puana sahip klonların kabul edilebileceği, 3,90-3,00 ve altında puana sahip klonların ise kabul edilmemesi ve kullanılmaması gerektiği belirtilmiştir. Oysa, bu çalışmadan farklı olarak bizim çalışmamızda *E. grandis* (G96, G42, G60 ve C188) klonları, ilk yılın kış ayından sonra (Ocak 2015: -3,5°C) 2015 Mart ayında yapılan soğuk zararı değerlendirilmesinde ortalama olarak sırasıyla 2,56; 2,88; 1,84 ve 5,00 puana sahip olmuşlardır. Bu üç *E. grandis* klonları, yüksek oranda soğuktan etkilenme puanına sahip olmalarına rağmen en iyi gelişme ve yaşama oranına sahip olmuşlardır. Görsel değerlendirmeye dayalı olması nedeniyle konuya ilişkin daha sağlıklı kararın verilebilmesi için ayrıntılı laboratuvar çalışmalarının yapılması uygun olacaktır.

Türkiye'de okalıptusların Avustralya kökenli *L. invasa* ve *O. maskelli* zararlılarına maruz kaldığı; *E. camaldulensis*'e göre *E. grandis*'in, *L. invasa*'dan daha az etkilendiği görülmüştür. *O. maskelli* ise sadece *E. camaldulensis* üzerinde tespit edilmiştir. *L. invasa*'nın ağaçlarda ana etkisi deformasyon ve büyüme geriliğidir. *O. maskelli* ise gal oluşumuna neden olmakta ve bunun sonucu meydana gelen doku kaybına bağlı olarak kurumalar gerçekleşmektedir. Bu durumun, bitkinin çap ve boy artışı olumsuz şekilde etkilediği tahmin edilmektedir. Her iki türün de hem genç hem de yaşlı fertlerin-

de zarar yaptığı görülmüştür (Aytar, 2008). Ancak, bu çalışmamızda, her iki gal zararı iki okaliptus türünde de görülmüştür. Klonlar arasında istatistiksel olarak fark olmasına rağmen hem saf türlerin hem de melezlerin karışık olarak farklı gruplarda yer aldığı; dolayısıyla gal zararından etkilenme derecesi bakımından kesin bir ayırım yapmanın zor olduğu görülmüştür. Gal arızının daha çok bireylerin gelişimi ve özellikle bonitle ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Ancak, bu çalışmamızda gal arızının etkisinin belirlenmesi görsel değerlendirmeye dayanmaktadır.

Gal zararının değerlendirilmesinde, gal arısı türü ayırımı yapılmamış ve bireyler bir bütün olarak (yaprak, dal, sürgün ve tomurcuk) puanlanmıştır. Bütün deneme alanlarımızda gal zararı bulgularından elde edilen sonuçlara göre, gal arızının ayırım yapmaksızın bütün klonları etkilediği ve hiç etkilenmeyen klonun ise bulunmadığı görülmüştür. Gelişim yönünden daha yüksek değerlere sahip Karabucak-111 deneme alanındaki klonların çoğunda yaprak, dal ve sürgünlerin %10-%25'i (5-4) gal arızından etkilenirken gelişim açısından düşük değerlere sahip Karabucak-116 deneme alanındaki klonların çoğunda yaprak, dal ve sürgünlerin yaklaşık %25-%75'i (4-2) etkilenmiştir. Ceyhan deneme alanındaki klonların çoğunda yaprak, dal ve sürgünlerin %25-%50'si (4-3); Kırıkhan deneme alanında ise klonların çoğunda yaprak, dal ve sürgünlerin %75'inin (1) üzerinde galdan etkilendikleri görülmüştür.

İyi gelişen klonların deneme alanlarına göre gal zararından etkilenme oranları da (Karabucak -111'de G96: 4,80, G42: 4,28, G60: 3,67 ve C188: 5,0; Karabucak-116'da G96: 2,78, G42: 3,0, G60: 2,80 ve C188: 3,09; Ceyhan'da ise G96: 4,70, G42: 3,70, G60: 3,42 ve C188: 3,28; Kırıkhan'da C298:1,00) farklı olmuştur. Bu durumun daha çok bonitle ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Tanzanya'daki bazı okaliptus türlerinde *L. invasa*'nın büyüme, biyokütle üretimi ve odunun temel yoğunluğu üzerindeki etkilerinin değerlendirildiği bir araştırmada; kıyı bölgesindeki ağaçların daha fazla istilaya uğradığı, ardından yaylaların geldiğini ve güneydeki dağlık tarım-ekoloji bölgesindeki ağaçların ise en az istilaya uğradığı belirlenmiştir. *E. tereticornis* daha fazla istilaya uğramış, onu *E. camaldulensis* takip etmiş, *E. saligna* en az istilaya uğramış, *E. citriodora* Hook ve *E. grandis* ise hiç istilaya uğramamıştır (Petro ve ark., 2014). Tanzanya'nın farklı ekolojik bölgelerindeki farklı okaliptus türlerinde *L. invasa* zararlısının etkisi de araştırılmıştır. *E. camaldulensis* ve *E. saligna*'ya göre *E. tereticornis* daha fazla gala sahip olmuştur. *E. grandis* ve *E. citriodora* türleri ise herhangi bir

gal zararına sahip olmamıştır. Ayrıca, 1-3 yaşındaki bireylerin 4-5 yaşındaki bireylere göre daha fazla gal zararına sahip olmuşlardır (Petro ve ark., 2014). Çalışmamızda ise gal zararlısı bakımından hem ekolojik bölgeler hem de türler / klonlar arasında farklılık oluşmuş; ancak *E. grandis* klonu bu zararlıdan etkilenmiştir.

Muğla yöresindeki okaliptus plantasyonlarında *L. invasa* ile *O. maskelli* türleri tespit edilmiştir. Gözlemlenen ağaçların %75,57'sinin her iki zararlı türle de bulaşık olduğu belirlenmiştir. Bulaşık ağaçların hepsinde *O. maskelli* zararı görülürken *L. invasa*'nın zararı ağaçların %74,75'inde görülmüştür. Yöre göre bulaşma oranlarının (Dalaman'da %100; Fethiye'de ise %59-63) farklılık gösterdiği ve *L. invasa* türüne oranla *O. maskelli* türünün daha yüksek oranda görüldüğü saptanmıştır (Karsavuran, ve ark., 2008).

Çin'deki ticari plantasyonlar üzerinde *L. invasa*'nın büyük etkiler yaptığı; *E. camaldulensis* ve *E. tereticornis*'te doğal meşcerler ve tohum bahçelerindeki dokuz aylık fidanlarda boy gelişimi ile *L. invasa*'ya duyarlılığı arasında güçlü ilişki ortaya konulmuştur. Daha boylu ağaçların gal zararına daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir (Luo ve ark., 2014).

Tanzanya'daki üç farklı genç okaliptus plantasyonunda (*E. tereticornis*, *E. camaldulensis* ve *E. saligna*) *L. invasa* istilasının etkisinin araştırıldığı çalışma sonucunda, istila olmamış ağaçlara göre istila olmuş ağaçların sırasıyla ortalama göğüs yüksekliği çapları %2,1; %7,8 ve %13,6; boyları %9,5; %6,6 ve %3,8; göğüs yüzeyleri %17,1; %16,4 ve %24,5 ve ortalama hacimleri ise %16,1; %17,8 ve %23,1 oranında azalmıştır (Petro ve Iddi, 2017).

Sri Lanka'daki bir *E. camaldulensis* baltalık ormanında yaprakların ve sürgün uçlarının zarar görme oranlarına göre (sağlıklı ağaçlar: hiçbir zarar yok, Nil; düşük zarar: <%25; orta zararlı: %25-%75; yüksek zarar: >%75) görsel olarak değerlendirilmiştir. Plantasyonlarında ise yoğun bir gal (*L. invasa*) istilasına ortaya çıkarılmış ve ağaçların %62,5'inde düşük hasar, %10'unda ise ağır hasar tespit edilmiştir (Karunaratne ve ark., 2010).

Uganda'nın Mbarara ilçesindeki okaliptus fidan ve ağaçlarında *L. invasa* zararının etkisine yönelik 3 aylık ve bir yıllık *E. grandis* ve 7-9 aylık ile 2 yaşındaki *E. saligna* bireylerinde yapılan bir araştırmada; ağaçların bu zarara sahip olma oranına göre, zarar yok (hiçbir ağaçta zarar yok), düşük (%25'inden az), orta (%25-%50) ve şiddetli (%50'sinden fazla) şeklinde sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır. Özellikle *Eucalyptus grandis*'te şiddetli zarar görülmüştür (Nyeko, 2005). Sera ortamında *E. ni-*

tens × *E. grandis* ve *E. grandis* × *E. camaldulensis* melezleri yüksek oranda *L. invasa* istilasına sahip olurken saf türler *E. dunnii*, *E. nitens*, *E. grandis*, *E. urophylla* ve *E. saligna* × *E. urophylla* melezi ise gal zararına dayanıklı çıkmıştır (Naidoo ve ark., 2018). *L. invasa*, *E. camaldulensis* ve *E. tereticornis*'te gal oluşumu görsel ve oransal olarak (%30'a kadar-düşük, %30 ile %70 arası-orta ve >%70 -yüksek) değerlendirilmiştir. Dikilen bir yaşındaki fidanlarda gal oluşumunun daha fazla olduğu görülmüş ve ikinci yıldan itibaren görülme sıklığının azaldığı belirtilmiştir. Gal zararlısına karşı dayanıklılık bakımından klonların farklılık oluşturduğu ortaya konulmuştur (Jacob ve ark., 2015).

Hindistan'daki okaliptus ormanları ise 2007'den bu yana *L. invasa* zararlısından etkilenmektedir. Ortalama gal zararı indeksinden yararlanarak görsel sınıflandırma ile klonların dayanıklılığı ortaya konulabilir. Araştırmada gal zararına dayanıklılık bakımından klonların farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (Jayaraj ve Warriar, 2014).

Hindistan'daki 4 yaş altı plantasyonlarında ve daha yaşlı baltalıklarında seçilen farklı klon ve orijinlerinde yapılan görsel (çok düşük oranda arız olma: VL <10%, düşük oranda arız: 10>L<25%, orta arız olma: 25>M<50% ve yüksek arız olma: 50%>H) değerlendirmede; 19 adet klonal plantasyonlardan bazılarının (C10, C7, C271, T61 ve C283 gibi) %80-100 arasında *L. invasa* tarafından istila edildiği, C413 gibi bazılarının ise hiç etkilenmediği görülmüştür (Senthilkumar ve ark., 2013). Bu çalışmamızda yine benzer sınıflandırma kullanılmış; ancak bütün klonlar gal zararından etkilenmiştir.

Sonuç olarak, araştırmamızda soğuk ve gal zararı bakımından klonlar arasında fark çıkmıştır. Genel olarak, *E. camaldulensis*'e göre *E. grandis* ve melez klonlarının soğuktan daha fazla etkilediği görülmüştür. Gal arısının, ayırım yapmaksızın bütün klonları etkilediği ve hiç etkilenmeyen klonun ise bulunmadığı görülmüştür. Bulgular, uzun sürmeyen soğuklardan etkilenmiş ve gal zararına maruz kalmış olmalarına rağmen daha fazla yaşama ve gelişime sahip olan *E. grandis* klonları (G96, G42 ve G60) ile soğuktan fazla etkilenmeyen *E. camaldulensis* (C188) klonunun Karabucak ve Ceyhan yöreleri ve C298 klonunun ise Kırıkhan yöresindeki plantasyonlarda kullanılabileceğini göstermektedir. Bu çalışmada, soğuk ve gal zararının etkileri görsel olarak değerlendirilmiş olup bu konulara ilişkin daha fazla çalışmanın yapılmasında yarar vardır.

Teşekkür

Bu makale, Orman Genel Müdürlüğü Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

tarafından yürütülen "Okaliptus Melez Klon (*Eucalyptus camaldulensis* X *E. grandis*) Denemesi" projesi kapsamında elde edilen verilerden yararlanarak hazırlanmıştır. Arazi ve büro çalışmalarında desteklerini esirgemeyen Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü çalışanlarına teşekkür ederim.

Kaynakça

Adalı, F., 1944. Sağlık Ağacı Okaliptus, Ziraat Vekaleti Neşriyat Müdürlüğü Genel Sayı: 609, Pratik Kitaplar Sayı: 3, İstanbul

Almeida, M.H., Chaves, M.M., Silva, J.C., 1994. Cold acclimation in eucalypt hybrids. *Tree Physiology* 14: 921-932

Arnold, R., Li, B., Luo, J., Bai, F., Baker, T., 2015. Selection of cold-tolerant *Eucalyptus* species and provenances for inland frost-susceptible, humid subtropical regions of southern China, *Australian Forestry*, 78 (3): 180-193

Asan, Ü. 1998. Endüstriyel Plantasyonlar ve Türkiye'deki Uygulamalar. Hızlı Gelişen Türlerle Yapılan Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi ve Yapılacak Çalışmalar, Orman Bakanlığı Yayın No: 83, Ankara

Assis, T.F., 2000. Production and Use of *Eucalyptus* Hybrids for Industrial Purposes. Şu eserde: Dungey, H.S., Dieters M.J. Nikles, D.G (Eds.): Hybrid Breeding and Genetics of Forest Trees: QFRI/CRC-SPF Symposium. Department of Primary Industries, Noosa, Australia. 63-74

Avcıoğlu, E., 1982. Türkiye'de okaliptusla ağaçlandırılabilir orman alanları, özel ağaçlama sahalarının miktar ve koşulları üzerine etüt çalışmaları. *Kavakçılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 61-73, İzmit

Avcıoğlu, E., Acar, O., 1984. *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. orijin mukayese araştırması. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Yıllık Bülten No: 20, 71-111, İzmit

Avcıoğlu, E., Gürses, M.K., 1988. *Eucalyptus grandis* orijin denemesi. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No: 142, İzmit

Aytar, F., 2003. Okaliptus gal arısı [*Leptocybe invasa* Fisher & LaSalle (Hym., Eulophidae)]'nın Türkiye'deki biyolojisi, yayılışı ve mücadelesi. Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü. *Doa Dergisi*, Sayı: 9, 47-66

Aytar, F., 2008. Avustralya kökenli iki Eulophid, *Leptocybe invasa* Fisher ve La Salle ve *Ophelimus maskelli* (Hym.; Eulophidae)'nin Türkiye'deki yayılışı, konukçuları ve doğal düşmanları, I. Ulusal Okaliptus Sempozyumu, 15-17 Nisan 2008, Tarsus, 189-195

Aytar, F., Dağdas, S., Duran, C., 2011. Australian insects affecting *Eucalyptus* Species in Turkey. *Silva Lusitana* 19 (Especial): 41-47

- Bahadur, Y., 2016. Determining the Frost Tolerance Potential of Commercially Important South African *Eucalyptus*. University of the Witwatersrand, Johannesburg, South Africa
- Brondani, G.E., Dutra, L.F., Wendling, I., Grossi, F., Hansel, F.A., Araujo, M.A., 2011. Micropropagation of an *Eucalyptus* hybrid (*Eucalyptus benthamii* × *Eucalyptus dunnii*). *Acta Sci. Agron.* 33: 655–663
- Çıkaran, G., Avcı, M., 20219. Antalya ili okalıptus ağaçlarında yaprak zararlısı böcekler ve doğal düşmanları ile bazı biyolojik gözlemler. *Turkish Journal of Forestry*, 20(2): 80-92
- Demel, T., 2000. The Ecological Effects of *Eucalypts*: Ground for Making Wise and Information Decision. Paper Presented at the workshop “The *Eucalyptus* Dilemma”, 15 Nov. 2000, Addis Ababa
- Dhahri, S., Ezzine, O., Hdidi, S., Trabelsi H., 2024. *Leptocybe invasa* and *Ophelimus maskelli*, two gall wasps introduced in Tunisia, National Research Institute of Rural Engineering, Water and Forestry. [oppla.eu/casestudy/20121#:~:text=Two%20insects%20\(Hymenoptera%3B%20Eulophidae\),in%20nurseries%20and%20young%20plantations](https://oppla.eu/casestudy/20121#:~:text=Two%20insects%20(Hymenoptera%3B%20Eulophidae),in%20nurseries%20and%20young%20plantations) (Ziyaret tarihi 15.01.2024)
- Durand-Cresswell R., Boulay M., Francllet, A., 1982. Vegetative Propagation of *Eucalyptus*. Şu *eserde*: Bonga J.M., Durzan D.J. (Eds): Tissue Culture in Forestry, *Forestry Sciences (FOSC)*, 5: 150-181
- Gülbaba, A.G., 2002. Okalıptusta (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.) genetik ıslah çalışmaları: Klon deneşinin altı yıllık sonuçları. Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü *Doa Dergisi*, Sayı: 8, 12 s
- Gülbaba, A.G., Gürses, M.K., Özkurt, N., 1995. Two-year Results of *E. camaldulensis* Clonal Test in Turkey. Şu *eserde*: *Eucalypt Plantations: Improving Fiber Yield and Quality* (Eds. B.M. Potts, N.M.G. Borralho, J.B. Reid, R.N. Cromer, W.N. Tibbits C.A. Raymond) Proc. CRC-IUFRO Conference. 19-24 Feb. (CRC for Temperate Hardwood Forestry:Hobart), Hobart, Australia, 272-273
- Gürses, M.K., 1990. Dünya’da ve Türkiye’de okalıptus yetiştiriciliğinin 50. yılı, *Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Dergisi*, Sayı: 1, 1-19, İzmit
- Hasey, J.K., Connor, J.M., 1990. *Eucalyptus* shows unexpected cold tolerance. *California Agriculture*, 44 (2): 25-27
- Jacob, J.P., Senthil, K., Sivakumar, V., Seenivasan, R., Chezhian, P., Kumar, N.K., 2015. Gall wasp *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae) management in *Eucalypts*. *Journal of Biological Control*, 29(1): 20-24
- Jayaraj, R., Warriar, R., 2014. A Point Grading Method of Clonal evaluation for resistance to gall in *Eucalyptus*. *Journal of the Andaman Science Association* 19(1): 38-44
- Karsavuran, Y., Ayvaz, A., Doğanlar, M., 2008. Okalıptusta zararlı olan *Leptocybe invasa* Fisher and La Salle ve *Ophelimus maskelli* (Ashmead) (Hym.: Eulophidae)’nin Muğla ili’ndeki yayılışı. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi* 45 (2): 91-94
- Karunaratne, W.A.I.P., Edirisinghe, J.P., Ranawana, K.B., 2010. Rapid Survey of Damage Due to Gall Wasp Infestation in A Coppiced *Eucalyptus camaldulensis* Plantation in Maragamuwa, Naula in The Matale District of Sri Lanka. *Cey. J. Sci. (Bio. Sci.)* 39 (2): 157-161
- Luo, J, Arnold, R., Lu, W., Lin, Y., 2014. Genetic variation in *Eucalyptus camaldulensis* and *E. tereticornis* for early growth and susceptibility to the gall wasp *Leptocybe invasa* in China. *Euphytica* 196: 397- 411
- Moraga, P., Escobar, R., Valenzuela, S., 2006. Resistance to Freezing in Three *Eucalyptus globulus* Labill subspecies. *Electronic Journal of Biotechnology*, 9(3): 310-314
- Mujiu, L., Arnold, R., Bohai, L., Minsheng, Y., 2003. Selection of Cold-Tolerant *Eucalypts* for Hunan Province. Şu *eserde*: Turnbull, J.W., (Ed.), *Eucalypts in Asia*. Proceedings of an international conference held in Zhanjiang, Guangdong, People’s Republic of China, 7–11 April 2003, 106-116
- Naidoo, S., Christie, N., Acosta, J.J., Mphahlele, M.M., Payn, K.G., Myburg, A.A., Külheim, C., 2018. Terpenes Associated with Resistance against the Gall Wasp, *Leptocybe invasa*, in *Eucalyptus grandis*. *Plant Cell Environ.* 41: 1840–1851
- Nguyena, H.C., Caoc, P.B., Clementea, H.S., Ployeta, R., Mouneta, F., Ladoucea, N., Harvengt, L., Marquea, C., Teulieres, C., 2017. Special trends in CBF and DREB2 groups in *Eucalyptus gunnii* vs *Eucalyptus grandis* suggest that CBF are master players in the trade-off between growth and stress resistance. *Physiologia Plantarum*, 159 (4): 445-467
- Nyeko, P., 2005. The Cause, Incidence and Severity of A New Gall Damage on *Eucalyptus* species at Oruchinga Refugee Settlement in Mbarara District, Uganda. *Uganda Journal of Agricultural Sciences*, 11: 47- 50
- Oballa, P.O., Konuche, P.K.A., Muchiri, M.N., Kigomo, B.N., 2010. Facts on Growing and Use of *Eucalyptus* in Kenya, Kenya Forestry Research Institute.
- Özkurt, A., 2002. Türkiye’deki okalıptus plantasyonları: Problemler, yönetim ve fırsatlar. *Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Dergisi*, Sayı: 8, 15 s
- Özkurt, A., Özkurt, N., Tüfekçi, S., 2002. Tarsus- Karabucak Yöresinde Okalıptus Plantasyonlarında Sulama Suyu Miktarı ve Sulama Aralığının Belirlenmesi. *Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 17, Tarsus*
- Palva, E.T., Thtiharju, S., Tamminen, I., Puhakainen, T., Laitinen, R., Svensson, J., Helenius, E., Heino, P., 2002. Biological Mechanisms of Low Temperature Stress Res-

-
- ponse: Cold Acclimation and Development of Freezing Tolerance in Plants. JIRCAS Conference Report, 9-15
- Petro, R., Iddi, S., 2017. *Leptocybe invasa* and its effects on young plantations of commercial *Eucalyptus* species in Tanzania. *International Journal of Agriculture and Forestry*, 7(1): 23-27
- Petro, R., Madoffe, S.S., Iddi, S., 2014. Infestation density of *Eucalyptus* gall wasp, *Leptocybe invasa* Fisher and La Salle (Hymenoptera: Eulophidae) on five commercially grown *Eucalyptus* species in Tanzania, *Journal of Sustainable Forestry*, 33 (3): 276-297
- Pima, N.E., Chamshama, S.A.O., Iddi, S., Maguzu, J., 2016. Growth performance of eucalypt clones in Tanzania. *Environment and Ecology Research* 4(3): 146-154
- Raymond, C.A., Harwood, C.E., Owen, J.V., 1986. A conductivity method for screening populations of *Eucalyptus* for frost damage and frost tolerance. *Aust. J. Bot.*, 34: 377-393
- Safitri, B., Hidayat, P., Buchori, D., 2019. Resistance of some new clones of *Eucalyptus* to insects causing gall in Mount Mutis, East Nusa Tenggara. *J. HPT Tropika*. 19 (2): 109–117
- Senthilkumar, N., Thangapandian, K., Murugesan, S., Jacob, J.P., Krishnakumar, N., 2013. Invasive alien *Eucalyptus* gall wasp, *Leptocybe invasa* (Fisher and LaSalle): A threat to *Eucalyptus* plantations in Tamilnadu (India). *Academic Journal of Entomology* 6 (3): 146-152
- Shelbourne, C.J.A., Hong, S.O., McConnochie, R., Pierce, B., 1999. Early results from trials of interspecific hybrids of *Eucalyptus grandis* with *E. nitens* in New Zealand, *New Zealand Journal of Forestry Science* 29(2): 251-262
- SPSS., 2008. SPSS Statistics for Windows Version 17, SPSS Inc., Chicago, IL.
- Taşdemir, C., 2023. *Eucalyptus camaldulensis* ve *Eucalyptus grandis* türleri ile melezlerinin klon denemeleri: Beşinci yaş Sonuçları. *Ormanlık Araştırma Dergisi* 10 (1): 1-13
- Teulières, C., Bossinger, G., Moran, G., Marque, C., 2007. Stress Studies in *Eucalyptus*. *Plant Stress* 1(2): 197-215
- Tibbits, W.N., Hodge, G.R., 2003. Genetic parameters for cold hardiness in *Eucalyptus nitens* (Deane & Maiden) Maiden. *Silvae Genetica* 52: 3-4
- Tibbits, W.N., Potts, B.M, Savva, M.H., 1991. Inheritance of freezing resistance interspecific F1 hybrids of *Eucalyptus*. *Theoretical and Appl. Genetics* 83: 126-135
- Turinawe, H., Mugabi, P., Tweheyo, M., 2014. Density, calorific value and cleavage strength of selected hybrid *Eucalyptus* grown in Uganda, Maderas. *Ciencia y Tecnología* 16 (1): 13-24