

Yüksek sıcaklık şoklarının Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) popülasyonlarında tohum çimlenmesine etkileri

Sezgin Ayan^a , Cihan Erkan^b , Orhan Gülseven^c , Şeyma Selin Akın^{c,*} , Ergin Yılmaz^c , Esra Nurten Yer Çelik^a 

Özet: Bu çalışmada; değişik yükseltilerden seçilen 14 farklı kızılçam popülasyonlarından toplanan tohumların farklı sıcaklık şoku şiddetlerine ve sürelerine maruz bırakılmasının tohum çimlenme kabiliyeti ve canlılığı üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, 14 farklı popülasyondan temin edilen kızılçam tohumları, kontrol işlemi hariç olmak üzere dört farklı sıcaklık şokuna (70, 90, 110 ve 130 °C) 1 ve 5 dk. süresince maruz bırakılmıştır. Çalışma sonucunda; genel olarak kızılçam tohumlarının yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklı bir tür olduğu bir kez daha bu çalışmayla teyit edilmiştir. Çalışma kapsamında; dört farklı ıslah zonu ve 60 ile 925 metre rakımlar arasındaki 14 farklı popülasyonun tohumlarının tamamının 130 °C'ye kadarki yüksek sıcaklık şoklarında yaşam kabiliyetlerini koruyabildikleri tespit edilmiştir. Ayrıca, 1 dk. boyunca 130 °C yüksek sıcaklık şoku uygulanan tohumlarda çimlenme kabiliyetinin de maksimum olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Çimlenme, Dormansi, *Pinus brutia*, Yüksek sıcaklık

Effects of high heat shocks on seed germination in Turkish Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) populations

Abstract: The aim of this study was determine the germination ability and viability of Turkish red pine seeds representing different populations at different altitudes and that are exposure to different heat shock applications with different duration. For this purpose, Turkish red pine seeds which obtained from 14 different populations was exposed to 4 different heat shocks (70, 90, 110 and 130 °C) during 1 and 5 minutes. It was once again proven with this study that seeds of Turkish red pine are resistant to heat shock. As a result of the study, it was determined that the seeds of four different breeding zones and 14 populations between 60 and 925 meters altitude were able to maintain their viability in high heat shocks up to 130 °C. Also, Turkish red pine seeds that were applied high heat shock at 130 °C during 1 minute had showed maximum germination ability.

Keywords: Germination, Dormancy, *Pinus brutia*, High temperature

1. Giriş

Akdeniz kuşağında bulunan Türkiye'nin orman varlığını önemli ölçüde olumsuz etkileyen faktörlerin başında orman yangınları (Eron vd., 1986) gelirken, aynı zamanda yangına bağımlı orman ekosistemlerden biri olan kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ormanlarının rejenerasyonunda yangın, ekosistemin ayrılmaz bir parçasını oluşturmaktadır.

Günümüzde özellikle Akdeniz ikliminin görüldüğü alanlarda yaz kuraklığının uzun sürdüğü dönemlerde meydana gelen yangınlar, bu alanlardaki ekosistem dinamikleri büyük oranda yangınla şekillenmektedir (Christensen, 1994; Pausas ve Vallejo, 1999; Keeley vd., 2012). Yangına adaptasyon için geliştirilmiş mekanizmalar, bitkilerin tohum çimlenmesi ve dağılması yeteneklerine dayanır. Bazı bitkilerde tohum çimlenmesi yangın sıcaklığıyla uyandırılır. Normal şartlar altında sert ve kalın kabuklu tohumlarda çimlenme için gerekli su ve hava geçirgenliği yeteri kadar sağlanamadığından tohumda

fiziksel uyku durumu (dormansi) görülmektedir. Ancak yangın sıcaklığının etkisiyle tohum kabuklarının çatlaması ve akabinde su ile hava girişinin sağlanması ile tohum dormansi durumunda beklemeyip çimlenebilmektedir. Bu durum yangında oluşan sıcaklığın çimlenmeyi olumlu yönde etkilemesi ile açıklanmaktadır (Keeley, 1995). Bazı bitkilerse tohum dağılmasını geciktirerek, olası bir yangın sonrasında ortamda çimlenebilecek tohumlarının bulunmasını garanti altına almaya çalışır. Halep çamı (*Pinus halepensis* Mill.) ve kızılçam gibi bazı çam türlerinde kozalakların bir kısmı yıllarca, kapalı olarak ağacın taç kısmında tutulur. Yangında, kozalak pullarının arasında yer alan reçine sıcaklıkla erir ve kozalak pulları yangından sonraki birkaç haftada açılarak tohumları dağıtır. Bu adaptasyon, yangın sıcaklığına karşı dayanıklı olmayan tohumları kozalakların içinde koruyarak, yangını canlı bir şekilde atlatmalarını sağlar. Bunun yanı sıra, kül ile zenginleşmiş toprakta ve başka bitkilerce işgal edilmemiş olan yangın sonrası ortamda başarılı bir şekilde çimlenme

✉ ^a Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı, Kastamonu.

^b Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Gölyaka Orman İşletme Müdürlüğü, Bolu.

^c Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): selinalptekin02@gmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 26.08.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 15.11.2019



Citation (Atf): Ayan, S., Erkan, C., Gülseven, O., Akın, Ş.S., Yılmaz, E., Yer Çelik, E.N., 2019. Yüksek sıcaklık şoklarının Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) popülasyonlarında tohum çimlenmesine etkileri. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 312-316. DOI: [10.18182/tjf.610715](https://doi.org/10.18182/tjf.610715)

fırsatı sunar (Tavşanoğlu ve Gürkan, 2010). Bu kapsamda yanmamış bir ormanda çok düşük yoğunlukta görülen birçok türün, yangın gerçekleşikten sonra toplu bir şekilde çimlenme gösterip, alanda baskın hale gelebileceği söylenilebilir. Yangının etkinliği, süre ve ulaşılan yüksek sıcaklıkla paraleldir. Bu iki özellik yangın sonrası mevcut tohumların çimlenmesi üzerinde oldukça önemlidir (Reyes ve Casal, 1995). Kısaca; yangın, orman ekosistemlerinin ve süksesyonun şekillenmesinde, ormanların sürekliliği ve ekolojik dengenin sağlanmasında etkili olan faktörlerin en başında gelmektedir (Oliver, 1981; Bilgili ve Goldammer, 2000). Ayrıca, yangın sonrasında bitki topluluklarının yeniden oluşumu üzerinde yangının hangi aralıklarla olduğu yani sıklığı, süresi, şiddeti ve hangi mevsimde gerçekleştiği de etkili olmaktadır (Hanley ve Fenner, 1998). Farklı türlerdeki bitkiler hayati fonksiyonlarını ve vejetasyon mozağını korumak için değişik seviyelerdeki sıcaklık derecelerine ve sürelerine kendilerine özgü adaptasyon mekanizmaları geliştirmektedirler (Küçük, 2006). Bununla birlikte kontrollü bir şekilde yakmanın gerçekleştirildiği bir çalışmada hem kızılçam hem de Halep çamı tohumlarında yüksek sıcaklık uygulanmış ve bu durumda kızılçam da doğal yolla gençleşme meydana geldiği görülmüştür (Liacos, 1977).

Vélez (1981)'de verimlilik ve yaş bakımından yeterli olan çam kozalaklarının, yangın sonrası tohumlar vasıtası ile gençleşebileceklerini öne sürmüştür. Ayrıca 1979 yılında meydana gelen İspanya'nın en büyük orman yangınından 1 yıl sonra yanmış ormanlık alanda Halep çamı ve sahil çamı fidanlarının olması, doğal gençleşmeye örnek olarak gösterilmiştir.

Kızılçamda olduğu gibi tohum kabuğuna bağlı çimlenme engeline sahip bazı bitki tohumlarında da kısa süren yüksek sıcaklıklar, tohuma zarar vermemekte hatta dormansi engelini kırıcı etki göstermektedir (Usta, 2007; Ayan ve Usta, 2010). Ayrıca, sert tohumlu olarak da adlandırılan bu bitki tohumlarında, sıcaklıkla uyarılan çimlenme özelliği bu türler için karakteristiktir (Keeley ve Baer-Keeley, 1999). Dolayısıyla kalın kabuğa sahip olma genellikle yangın sonrası ana bireyin hayatta kalmasını sağlayan bir özelliktir. Hem tepe hem örtü yangınlarına maruz kalan *Pinus* (çam) türleri (Paula ve Pausas, 2008) kabuk kalınlığı ve sıcaklığa karşı dirençleri açısından en

dirençliden hassasa doğru; *P. pinaster*, *P. pinea*, *P. nigra*, *P. halepensis*, *P. brutia*, *P. sylvestris*, *P. uncinata* şeklinde sıralanmaktadır (Fernandes vd., 2008).

Nunez ve Calvo (2000) "Yangına maruz kalan yerlerdeki ekosistemlerin temel oluşumlarını yangın (yüksek sıcaklık belirler" ifadesi, yüksek sıcaklık derecesi ve süresinin yangında ekosistemi etkileyen en önemli iki karakteristik olduğu vurgulanmaktadır. Bu çalışmada da belirtilen iki faktöre dayalı olarak oldukça geniş bir yayılım sahasındaki kızılçamı temsil eden, farklı ana ıslah zonları ile yükseltlerdeki popülasyonlar araştırmanın objesini oluşturmuştur. Ayrıca çalışmada; özellikle önceki çalışmalardan farklı olarak değişik yükseltlerden örneklenen tohumların, yüksek sıcaklık şoklarına dayanıklılıkları ortaya konmaya çalışılmıştır. Kısaca; farklı yükseltlerdeki kızılçam popülasyonlarına ait tohumlar üzerinde yangına bağlı yüksek sıcaklık şoklarında ve farklı sürelerde tohumların canlılığını ve/veya çimlenme kabiliyetini ne ölçüde koruduğu belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Çalışmanın materyalini, farklı ana ve alt ıslah zonlarını; dolayısıyla değişik rakımları temsil edecek şekilde farklı popülasyonlardan temin edilen kızılçam tohumları oluşturmaktadır (Çizelge 1, Şekil 1).



Şekil 1. Kızılçam tohumlarının temin edildiği popülasyonların Türkiye haritası üzerinde gösterimi

Çizelge 1. Kızılçam tohumlarının temin edildiği popülasyonlara ait bazı bilgiler

Popülasyon no	Ana ıslah zonu	Alt ıslah zonu	Bölge müdürlüğü	İşletme müdürlüğü	Şeflik / seri	Rakım (m)
1	2	1	Muğla	Marmaris	Çetibeli	60
2	1	1	Mersin	Silifke	Yeşilovacık	100
3	1	1	Mersin	Bozyazı	Tekmen	250
4	1	1	Isparta	Bucak	Melli	350
5	4	1	Kahramanmaraş	Antakya	Uluçmar	385
6	1	2	Mersin	Anamur	Gökçesu	500
7	1	2	Mersin	Bozyazı	Toldağ	500
8	1	2	Mersin	Gülnar	Pembecik	650
9	1	2	Antalya	Gündoğmuş	Guzelbağ	650
10	1	2	Isparta	Sütçüler	Karadağ	650
11	1	2	Adana	Pos	Soğukoluk	735
12	2	3	Denizli	Acıpayam	Kelekçi	850
13	1	3	Mersin	Erdemli	Tömük	900
14	1	3	Mersin	Anamur	Çaltıbükü	925

2.2. Yöntem

2.2.1. Sıcaklık şoku uygulamaları

Tohum çimlenmesinde sıcaklık şoku uygulamaları ile ilgili çalışmalar doğrultusunda (Wright, 1931; Neyişçi ve Cengiz, 1985; Hanley ve Fenner, 1998; Nunez ve Calvo, 2000; Gashaw ve Michelsen, 2002; Ayan ve Usta, 2010) farklı uygulama süreleri ve sıcaklık dereceleri bu çalışma için kullanılmıştır. Bu çalışma kapsamında; kızılçam tohumlarına, kontrol hariç olmak üzere 70, 90, 110 ve 130 °C’lerde 4 farklı yüksek sıcaklık şoku 1 ve 5 dk. sürelerle uygulanmıştır.

2.2.2. Çimlendirme testi

Tohumlar ilk olarak etüvde sırası ile 70, 90, 100 ve 130 °C’de yüksek sıcaklığa 1 ve 5 dk. süreyle maruz bırakılmıştır. Her bir sıcaklık uygulaması ve maruz bırakılma süresi 3 tekrürlü olarak uygulanmıştır.

Sıcaklık şoku uygulandıktan sonra, çimlenmede homojenlik olması ve gecikme olmaması için kızılçam tohumları 24 saat süreyle suda bekletilmiştir. Suda bekletme işlemi çimlenmeyi hızlandırıcı bir uygulama olduğundan tercih edilmiştir. Suda bekletme işlemi, tohumların maruz kaldığı işlem kodlarının yazılı olduğu cam kaplar içerisinde gerçekleştirilmiştir. Denemeler, kontrollü iklim koşullarının oluşturulabildiği Climacell iklim dolabında üzerlerine işlem kodları yazılmış 12 cm çapındaki petri kaplarında, damıtılmış su ile doyurulmuş Whatman No:2 filtre kâğıdı üzerinde kızılçam tohumları çimlendirilmeye bırakılmıştır. Climacell iklim dolabında tohumlar 16 saat beyaz ışıkta ve 8 saat karanlıkta 23 (±2) °C sıcaklıkta, %70 nem koşullarında çimlendirmeye alınmıştır. Tohumlar gözleme dayalı olarak denemenin sonuna kadar püskürtme yöntemi ile nemlendirilmiştir. Çimlendirme denemeleri boyunca gözleme dayalı olarak filtre kâğıtları değiştirilmiştir. Çimlenme süresince her popülasyona ait deney grubuna uygulanan işlemler aynı zamanda ve eşit olarak yapılmıştır. Tohumun çimlenmiş olarak kabul edilmesi için, kökçüklerin 1 mm olması yeterli olarak kabul edilmiştir (Nunez ve Calvo, 2000).

İklimlendirme dolabında çimlenmeye bırakılan tohumlarla yapılan denemede, 3x100 tohum örneğinde, çimlenen tohumların sayımları sırasıyla 7., 10., 14., 21. ve 28. günlerde yapılmıştır. Kızılçam tohumları güç çimlenen tohum kategorisinde olduğu için çimlenme yüzdesi tespitine 28. güne kadar devam edilmiştir. Çimlenen tohumlar belirlenen günlerde sayılarak kayıt altına alınmıştır. Çimlenme hızı ise ilk 10. günde çimlenen tohumların

yüzdesinin tespiti ile belirlenmiştir (Ürgenç, 1998). Kızılçamda çimlenme engeli bulunduğu ve genelde diğer çam türlerine göre daha geç çimlenme gerçekleştiği için Yılmaz (1994)’ın gerçekleştirdiği denemelerde olduğu gibi 28. günden sonra her yedi günde bir gözlem yapmak suretiyle 63. güne kadar takip edilmiştir.

2.2.3. İstatistiki değerlendirme

Çalışmada kullanılan materyalin uniform oluşu ve çimlendirmenin, çimlendirme dolabında homojen bir şekilde yapılmasından dolayı ‘Tesadüfi Parseller Deneme Deseni’ tercih edilmiştir. Denemede 14 farklı popülasyondan (POP) temin edilen kızılçam tohumları kontrol hariç 1 ve 5 dk. süreyle dört farklı sıcaklık şoku (70 °C, 90 °C, 110 °C, 130 °C) uygulamasına maruz bırakılmışlardır. Sıcaklık şoku (SIC) uygulamalarının ve uygulama sürelerinin (SUR) tohum canlılığına etkisinin olup olmadığı irdelenmiştir. Buna paralel olarak kızılçam tohumlarının dormansi durumu göz önüne alındığında, uygulanan sıcaklık şoklarının çimlenme engelini kaldıracak bir etkisi olup olmadığı da incelenmiştir. Ayrıca, farklı rakımlardaki popülasyonlardan temin edilen tohumların yüksek sıcaklık şoklarına karşı tepkileri değerlendirilmiştir. Araştırma sorularına cevap aramak amacıyla popülasyon bazında çimlenme hızı ve yüzdesi gözlemleri yapılmış, elde edilen verileri normal dağılıma yaklaştırmak için arcsin dönüştürmesi yapılmıştır. Dönüştürülmüş veriler, IBM SPSS Statistics 23 paket programı ile değerlendirilmiştir. Çoğul varyans analizleri için, araştırma deseni verilerine uygun olan *general linear model* seçilmiştir. Varyans analizi sonrası genel anlamda ortaya çıkan işlem ve işlem kombinasyonlarına ait farklılıklarının belirlenmesi için Duncan Çoklu Testi (DÇT) uygulanmıştır.

3. Bulgular

Her bir popülasyona uygulanan farklı sıcaklık dereceleri ve uygulama sürelerinin kızılçam tohumlarının çimlenme hızı ve yüzdesi üzerine etkilerini gösteren varyans analiz sonucu Çizelge 2’de görülmektedir.

Çizelge 2’de çimlenme hızı ve yüzdesi üzerine popülasyon, sıcaklık şiddeti ve süre faktörleri ile ikili ve üçlü faktör etkileşimlerinin istatistiki anlamda önemli düzeyde etkili olduğu görülmüştür. Çimlenme hızı ve yüzdesi için popülasyon faktörü bazında uygulanan DÇT sonuçları Çizelge 3’de verilmiştir ($p=0.000$).

Çizelge 2. Popülasyon, sıcaklık şiddeti ve sıcaklık sürelerine ilişkin varyans analizi

Varyasyon kaynağı	Çimlenme hızı F değeri	Anlamlılık (P-değeri)	Çimlenme yüzdesi F değeri	Anlamlılık (P-değeri)
POP	39,616***	0,000	94,511***	0,000
SIC	21,110***	0,000	21,497***	0,000
SUR	73,774***	0,000	84,347***	0,000
POP * SIC	3,589***	0,000	5,250***	0,000
POP * SUR	5,039***	0,000	1,987***	0,000
SIC * SUR	26,456***	0,000	5,591***	0,000
POP * SIC * SUR	3,427***	0,000	5,625***	0,000

*: % 5, **: % 99 ve ***: %99.9 güven düzeyini temsil etmektedir.

DÇT sonuçlarına göre; popülasyonlar arasında çimlenme hızı en yüksek popülasyon, 650 m rakımlı Gülnar-Pembecik'dir. Popülasyonların çimlenme yüzdelere bakıldığında, Silifke-Yeşilovacık (100 m), Bucak-Melli (350 m), Sütçüler-Karadağ (650 m) ve Anamur-Çaltıbükü (925 m)'nin diğerlerine göre daha yüksek çimlenme oranına sahip oldukları görülmektedir. Popülasyonlar arasında çimlenme parametreleri önemli olmakla birlikte popülasyonlar üzerinde uygulanan sıcaklık dereceleri ve uygulama süreleri de önem arz etmektedir. Çizelge 4'de Duncan testi sonuçlarına göre uygulama süresi, sıcaklık şoku ve sıcaklık şoku-süre interaksiyonunun çimlenme hızı ve yüzdesine ilişkin sonuçları verilmiştir.

Çizelge 3. Duncan testi sonuçlarına göre popülasyonların, çimlenme hızı ve yüzdesine ilişkin işlem grupları

Popülasyon	Homojen gruplar	
	Çimlenme hızı	Çimlenme yüzdesi
Erdemli-Tömük 900R	14,60 e	75,62 d
Antakya-Uluçınar 385R	15,02 e	76,23 d
Pos-Soğukoluk 735R	15,88 e	62,42 e
Bucak-Melli 350R	16,22 de	88,54 a
Bozyazı-Toldağ 500R	16,67 de	77,79 bcd
Acıpayam-Kelekçi 850R	18,01 de	55,29 f
Gündoğmuş-Güzelbağ 650R	18,19 de	76,76 cd
Marmaris-Çetibeli 60R	18,38 de	76,14 d
Sütçüler-Karadağ 650R	18,63 de	87,80 a
Bozyazı-Tekmen 250R	20,65 cd	81,31 b
Anamur-Çaltıbükü 925R	24,63 c	85,88 a
Silifke-Yeşilovacık 100R	29,47 b	89,90 a
Anamur-Gökçesu 500R	31,38 b	80,53 bc
Gülnar-Pembecik 650R	35,51 a	80,83 bc

Her harf çoklu test sonucu oluşan homojen grubu ifade etmektedir.

Çizelge 4. Duncan testi sonuçlarına göre uygulama süresi, sıcaklık şoku ve sıcaklık şoku-süre interaksiyonunun çimlenme hızı ve yüzdesine ilişkin sonuçlar

Süre (dk.)	Homojen Gruplar	
	Çimlenme yüzdesi	Çimlenme hızı
1	80,25 a	22,75 b
5	75,45 b	17,72 c
Kontrol	80,93 a	25,50 a
Sıcaklık (°C)	Homojen gruplar	
	Çimlenme yüzdesi	Çimlenme hızı
70	74,56 b	16,80 c
90	77,94ab	20,88 b
110	79,33 a	21,11 b
130	79,71 a	22,32 b
Kontrol	80,93 a	25,50 a
Sıcaklık (°C) x Süre (dk.)	Homojen gruplar	
	Çimlenme yüzdesi	Çimlenme hızı
70 °C - 5 dk	71,58 c	13,04 e
130 °C - 5 dk	77,48 ab	16,12 d
90 °C - 5 dk	74,32 bc	19,71 cd
110 °C - 1 dk	80,13 a	20,17 c
70 °C - 1dk	77,53 ab	20,56 c
110 °C - 5 dk	78,53 ab	22,05 bc
90 °C - 1 dk	81,55 a	22,05 bc
Kontrol	80,30 a	25,50 ab
130 °C - 1 dk	81,94 a	28,52 a

Her harf çoklu test sonucu oluşan homojen grubu ifade etmektedir.

Çizelge 4'de, sıcaklık şoku uygulama süresinin kontrol grubunda ve 1 dk. boyunca sıcaklık uygulamasına maruz bırakılması çimlenme yüzdesi üzerinde benzer etkiye sahipken, 5 dk. boyunca sıcaklık uygulaması yapılan kızılçam tohumlarında çimlenme sekteye uğramaktadır. Başka bir ifadeyle, yüksek sıcaklık şokuna maruz kalınan süre uzadıkça kızılçam tohumlarında çimlenme azalmaktadır. Dolayısı ile farklı popülasyonlardan temin edilen kızılçam tohumlarının kısa süreli yüksek sıcaklık şoklarında canlılıklarını koruyabildiği anlaşılmaktadır. Çimlenme hızı uygulama süreleri açısından değerlendirildiğinde kontrol grubunun diğer süre uygulanan gruplara (1 ve 5 dk.) göre daha hızlı çimlenme gösterdiği belirlenmiştir. 5 dk. süre uygulamasının çimlenme hızını oldukça düşürdüğü tespit edilmiştir. Ayrıca, kontrol işlemi ile 90, 110, 130 °C'lik sıcaklık şokları çimlenme yüzdesi açısından aynı grupta, çimlenme hızı bakımından ise kontrol 1. grupta, 90, 110 ve 130 °C'lik sıcaklık şokları 2. grupta ve 70 °C işlemi ise 3. grupta yer almıştır. Çimlenme yüzdesi değişkeni için kontrol ve 90 °C, 110°C, 130 °C'lik yüksek sıcaklık şoklarının aynı grupta yer alması tohumların canlılıklarını muhafaza edebilme kabiliyetlerini göstermektedir. Çizelge 4'deki ikili faktör etkileşimleri incelendiğinde, en yüksek çimlenme yüzdesi kısa süreli (1 dk.) ve en yüksek sıcaklık şoku uygulaması olan 130 °C (130 °C - 1 dk.)'de tespit edilmiştir. Bu durum kısa süreli yüksek sıcaklık şoklarına kızılçam tohumlarının canlılığını koruyarak tahammül gösterebildiğini teyit etmektedir.

4. Tartışma ve sonuç

Çalışma sonucunda; genel olarak kızılçamın bir tür olarak yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklı bir tür olduğu bir kez daha bu çalışmayla teyit edilmiştir. Çalışma kapsamında, dört farklı ıslah zonu ve 60 ile 925 metre rakımlar arasındaki 14 farklı popülasyonun tohumlarının tamamının 130 °C'ye kadarki yüksek sıcaklık şoklarında yaşam kabiliyetlerini koruyabildikleri tespit edilmiştir. Neyişçi ve Cengiz (1985), kozalak içerisindeki kızılçam tohumlarının çok kısa bir süre 367°C ile 632 °C maruz kalması durumunda bile canlılığını muhafaza edebileceğini belirtmişlerdir. Thanos (2000) kızılçamda tohum kabuğu kalınlığının tohum ağırlığının önemli bir kısmını (%55) oluşturduğunu, bu özelliğin de tohum canlılığının korunmasını sağladığını belirtmektedir.

Çalışmada; çimlenme hızı ve yüzdesine etkisi açısından popülasyonlar arasında önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte; rakım farklılığı ile yüksek sıcaklıklara tahammül arasında anlamlı bir ilişki görülmemiştir. Bu çalışmada maksimum çimlenme 1 dk. süreli 130 °C'lik yüksek sıcaklık şokunda tespit edilmiştir. Boydak ve Çalışkan (2016) tarafından kızılçamda yürütülen bir çalışmada da en yüksek çimlenme 130 °C - 1 dk. işlem kombinasyonunda tespit edilmiştir. Buna karşın, aynı çalışmada en düşük çimlenmenin 130 °C - 10 dk. işlem kombinasyonunda olduğu saptanmıştır.

Yüksek sıcaklıklara maruz kalma süresi (5 dk.) tohum canlılığı dolayısıyla çimlenme kabiliyeti üzerinde negatif bir etki yaptığı belirlenmiştir. Bu hususu teyit eder şekilde Wright (1931) 65 °C ile 120 °C derecelik fırın sıcaklığının 4 dakikada tohum embriyosuna ulaştığını ifade etmektedir. Ayan ve Usta (2010) kızılçam dâhil, üç çam türünde yürüttükleri denemede; 120 °C'nin üzeri ve 5 dk.'dan daha

uzun süreli sıcaklık şoku uygulamalarının çimlenmeyi düşürdüğünü ve tohum canlılığına öldürücü etki yaptığını belirtmişlerdir.

Ulaşılan bu tespitlerin ormancılık pratiği için birtakım faydaları vardır. Diri örtü probleminin gençleştirmeye engel olduğu alanlarda gerçekleştirilecek denetimli yakma işleminde bu çalışmada kullanılan maksimum sıcaklıklar ve sürelerin dikkate alınması gereklidir. Yüksek sıcaklık bir taraftan gençleşmeye engel olan diri-ölü örtüyü bertaraf edecek bir araç olarak kullanılabilirken, bir taraftan da Thanos (2000)'da belirttiği gibi kızılçam tohumlarında dormansiyi kırabilir. Bu konuda; Ayan ve Usta (2010), 80 °C'lik yüksek sıcaklığın kızılçam tohumlarında çimlenmeyi teşvik ettiğini ifade etmişlerdir. Yüksek sıcaklık şoku ve süresi ile ilgili çalışmaların özellikle genotip bazında da yürütülmesi ve daha ileri çalışmalara gereksinim olduğu düşünülmektedir.

Açıklama

Orman Genel Müdürlüğü, Orman Ağaçları ve Tohumları İslah araştırma Müdürlüğüne tohum tedariki konusunda verdikleri destekten ötürü içtenlikle teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Ayan, S., Usta, T., 2010. Sıcaklık şoklarının doğal çam türleri tohumlarının canlılığı üzerine etkisi. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs, Artvin, s. 766-774.
- Bilgili, E., Goldammer, J.G., 2000. Fire in the Mediterranean basin: Towards an interdisciplinary science program. Proceedings of the IUFRO World Congress, Forest and Society: The Role of Research, 7-12 Ağustos, Kuala Lumpur, Malaysia, pp. 45-54.
- Boydak, M., Çalışkan, S., 2016. Effects of heat shock on seed germination of Turkish red pine (*Pinus brutia*). *Bosque*, 37(2): 327-333.
- Christensen, N.L., 1994. The effects of fire on physical and chemical properties of soils in Mediterranean-climate shrublands. In: The role of fire in Mediterranean-type ecosystems, Springer, New York, pp. 79-95.
- Eron, Z., Küçükosmanoglu, A., Akaydin, S., Torlakcık, S., Olcay, M., 1986. Orman Yangını. Tar. Orm. ve Köy İşl. Bak., OGM, Orm. Kor. ve Yan. Müc. Dai. Baş., Ankara.
- Fernandes, P.M., Vega, J.A., Jimenez, E., Rigolot, E., 2008. Fire resistance of European pines. *Forest Ecology and Management*, 256: 249-255.
- Gashaw, M., Michelsen, A., 2002. Influence of heat shock and seed germination of plants from regularly burnt savana woodlands and grassland in Ethiopia. *Plant Ecology*, 159: 83-93.
- Hanley, M.E., Fenner, M., 1998. Pre-germination temperature and the survivor ship and on ward growth of Mediterranean fire-following plant species. *Acta Oecologica*, 19: 181-187.
- Keeley, J.E., 1995. Seed-germination patterns in fire-prone Mediterranean-climate regions. In: *Ecology and Biogeography of Mediterranean Ecosystems in Chile, California and Australia* (Ed: Arroyo, M.T.K., Zedler, P.H., Fox, M.D.) Springer-Verlag, New York, pp. 239-273.
- Keeley, J.E., Baer-Keeley, M., 1999. Role of charred wood, heat-shock, and light in germination of post fire phrygana species from the eastern Mediterranean Basin. *Israel Journal of Plant Sciences*, 47: 11-16.
- Keeley, J.E., Bond, W.J., Bradstock, R.A., Rundal, P.W., 2012. Fire in Mediterranean climate ecosystems-A comparative overview. *Israel Journal of Ecology & Evolution*, 58: 123-135.
- Küçük, Ö., 2006. Orman yangınlarının süksesyona üzerine etkileri. *Orman Mühendisliği Dergisi*, (10-11-12): 12-14.
- Liacos, L.G., 1977. Fire and fuel management in pine forest and evergreen brushland ecosystems of Greece. Proceedings of the Symposium on Environmental Consequences of Fire and Fuel Management in Mediterranean Ecosystems, 1-5 August, Palo Alto, California, pp. 289-298.
- Neyişçi, T., Cengiz, Y., 1985. Effects of heat and ash on the germination and seedling growth of *Pinus brutia*. *Doğa Bilim Dergisi*, 9(1): 121-131.
- Nunez, M.R., Calvo, L., 2000. Effect of high temperatures on seed germination of *Pinus sylvestris* and *Pinus halepensis*. *Forest Ecology and Management*, 131: 183-190.
- Oliver, C.D., 1981. Forest development in North America following major disturbance. *Forest Ecology and Management*, 3: 153-168.
- Paula, S., Pausas, J.G., 2008. Burning seeds: germinative response to heat treatments in relation to resprouting ability. *Journal of Ecology*, 96(3): 543-552.
- Pausas, J.G., Vallejo, R., 1999. The role of fire in European Mediterranean ecosystems. In: *Remote sensing of Large Wild fires in the European Mediterranean Basin* (Ed: Chuvieco, E.) Springer, Berlin, pp.3-16.
- Reyes, O., Casal, M., 1995. Germination behaviour of 3 species of the genus *Pinus* in relation to high temperatures suffered during forest fires. *Annals of Science*, 52: 385-392.
- Tavşanoğlu, C., Gürkan, B., 2010. Physical and chemical properties of the soils at burned and unburned *Pinus brutia* Ten. forest sites in the Marmaris region, Turkey. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 38:71-76.
- Thanos, C.A., 2000. Ecophysiology of seed germination in *Pinus halepensis* and *Pinus brutia*. In: *Ecology, Biogeography and Management of Pinus halepensis and Pinus brutia Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin*. (Ed: Ne'Eman, G., Trabaud, L.), Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands, pp.37-50.
- Usta, T., 2007. Yüksek sıcaklık şoku uygulamalarının doğal çam türlerinin (*Pinus* sp.) tohum özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ürgenç, S., 1998. Ağaç ve Süs Bitkileri Fidanlık ve Yetiştirme Tekniği. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Vélez, R., 1981. Fire Effects and Fuel Management in Mediterranean Ecosystems in Spain. Proceeding of Symposium on Dynamics and Management of Mediterranean - Type Ecosystems. June 22-26, San Diego, California, pp. 458-463.
- Wright, B., 1931. The effects of high temperatures on seed germination. *Journal of Forestry*, 29(5): 679-687.
- Yılmaz, F., 1994. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tohumlarında kabuktan kaynaklanan çimlenme engelini kimyasal önşlemlerle giderilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.