

T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

***Cistus salviifolius* L.'un (CISTACEAE) YANGIN**
SONRASI ÇİMLENME ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞÜKRÜ SERTER ÇATAV

OCAK 2013

MUĞLA

T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Cistus salviifolius L.'un (CISTACEAE) YANGIN
SONRASI ÇİMLENME ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞÜKRÜ SERTER ÇATAV

OCAK 2013

MUĞLA

MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEZ ONAYI

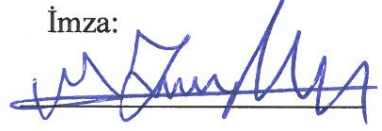
ŞÜKRÜ SERTER ÇATAV tarafından hazırlanan *Cistus salviifolius L.* un (CISTACEAE) YANGIN SONRASI ÇİMLENME ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ başlıklı tezinin, 18.01.2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Biyoloji Anabilim Dalı'nda yüksek lisans derecesi için gerekli şartları sağladığı oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

TEZ SINAV JURİSİ

Prof. Dr. Ahmet ZEYBEK (**Başkan**)

Biyoloji Anabilim Dalı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

İmza:



Yrd. Doç. Dr. Köksal KÜÇÜKAKYÜZ (**Danışman**)

Biyoloji Anabilim Dalı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

İmza:



Öğr. Gör. Dr. Çağatay TAVŞANOĞLU (**Eş Danışman**)

Ekoloji Ana Bilim Dalı,
Hacettepe Üniversitesi, Ankara

İmza:



Yrd. Doç. Dr. Belgin GÖÇMEN TAŞKIN (**Üye**)

Biyoloji Anabilim Dalı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

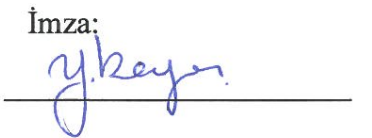
İmza:



Yrd. Doç. Dr. Burçin Yenisey KAYNAŞ (**Üye**)

Biyoloji Ana Bilim Dalı,
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur

İmza:

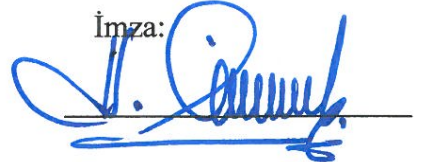


ANA BİLİM DALI BAŞKANLIĞI ONAYI

Prof. Dr. Hasan Sungur CİVELEK

Biyoloji Ana Bilim Dalı Başkanı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

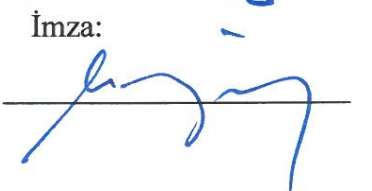
İmza:



Yrd. Doç. Dr. Köksal KÜÇÜKAKYÜZ

Danışman, Biyoloji Anabilim Dalı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

İmza:



Savunma Tarihi: 18.01.2013

Prof. Dr. Ahmet ZEYBEK

Yrd. Doç. Dr. Köksal KÜÇÜKAKYÜZ

Tez çalışmalarım sırasında elde ettiğim ve sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgelerin tarafımdan bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde edildiğini; akademik ve bilimsel etik kurallarına uygun olduğunu beyan ederim. Ayrıca, akademik ve bilimsel etik kuralları gereği bu tez çalışması sırasında elde edilmemiş başkalarına ait tüm orijinal bilgi ve sonuçlara atıf yaptığımı da beyan ederim.

Şükrü Serter ÇATAV

24.12.2012



ÖZET

Cistus salviifolius L.'un (CISTACEAE) YANGIN SONRASI ÇİMLENME ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Şükrü Serter ÇATAV

Yüksek Lisans Tezi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Köksal KÜÇÜKAKYÜZ

İkinci (Ortak) Danışman: Öğr. Gör. Dr. Çağatay TAVŞANOĞLU

Ocak 2013, 64 Sayfa

Bu tezde, *Cistus salviifolius* L.'un (Cistaceae) yangın sonrası çimlenme özellikleri araştırılmıştır. Çalışma, Marmaris yöresinde yanmış bir alan içinde bulunan, büyük bir popülasyon ile gerçekleştirilmiştir. Seksen bireye ait meyveler 8 alt popülasyondan toplanmıştır. Ayrıca, bitki boyu, yaprak boyutu, bir meyvedeki ortalama tohum sayısı, ortalama tohum ağırlığı ve tohum su geçirgenliği gibi önemli bitki özellikleri her bir birey için belirlenmiştir. Deneylerde, *C. salviifolius*' un tohum çimlenmesi üzerine yangınla ilgili imlerin (sıcaklık şoku ve duman) etkileri bireysel ve alt popülasyon düzeyinde incelenmiştir. Bitki özellikleri ve çimlenme sonuçları arasındaki ilişkiler de bir korelasyon matrisi ile saptanmıştır.

Deneylerin sonuçları, *C. salviifolius*'da çimlenmenin başlıca sıcaklık şoku uygulamalarıyla uyarıldığını göstermiştir. Ayrıca, sıcaklık şoku ve dumanın kombine etkisi ilgili kontrol ile karşılaştırıldığında, bazı bireylerin çimlenme yüzdesini arttırmıştır. Ancak, dumanın bağımsız etkisi herhangi bir bireyin çimlenmesini uyarmamıştır. Korelasyon matrisi, tohum su geçirgenliği, meyve sayısı, tohum büyüklüğü ve bir meyvedeki ortalama tohum sayısının çimlenme başarısını etkilediğini göstermiştir.

Bu çalışma, öngörülemeyen çevre koşullarında (örneğin; kuraklık ve yangın durumu) çimlenmeyi etkileyen faktörlerin daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunabilir.

Anahtar Kelimeler: *Cistus salviifolius*, Yangın, Tohum çimlenmesi, Sıcaklık şoku, Duman, Adaçayı yapraklı laden

ABSTRACT

DETERMINATION OF POST-FIRE GERMINATION PROPERTIES OF *Cistus salviifolius* L. (CISTACEAE)

Şükrü Serter ÇATAV

Master of Science (M.Sc.)

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Köksal KÜÇÜKAKYÜZ

Co-supervisor: Lec. Dr. Çağatay TAVŞANOĞLU

January 2013, 64 pages

In this thesis, post-fire germination properties of *Cistus salviifolius* L. (Cistaceae) were investigated. The study was conducted with a large population located within a burned area in Marmaris region. Fruits of 80 individuals were collected from 8 metapopulations. Also, important plant traits such as plant height, leaf size, mean number of seeds per fruit, mean seed weight and water-permeability of seeds were determined for each individual. In experiments, effects of fire-related cues (thermal shock and smoke) on seed germination of *C. salviifolius* were examined at individual and metapopulation levels. Relationships between plant traits and germination results were also determined by a correlation matrix.

The results of the experiments were demonstrated that germination of *C. salviifolius* was mainly stimulated by thermal shock treatments. Also, combined effects of thermal shock and smoke enhanced the germination percentage of some individuals compared to corresponding control. However, independent effect of smoke did not induce the germination of any individuals. Correlation matrix was indicated that water-permeability of seed, fruit number, seed size and mean number of seeds per fruit were affected the germination success.

This present study can contribute to better understanding of the factors that affect germination in unpredictable environmental conditions (e.g., drought and fire event).

Keywords: *Cistus salviifolius*, Fire, Seed germination, Thermal shock, Smoke, Sageleaf rockrose

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasını bana öneren, arazi çalışmalarında yardımcı olan ve her türlü problemimde maddi ve manevi desteğini esirgemeyen eş danışmanım Öğr. Gör. Dr. Çağatay Tavşanoğlu'na,

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi'ne yatay geçiş yaptıktan sonra, destekleyici tutumu ile bana moral veren ve tezin tamamlanması için gerekli ortamı sağlayan tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Köksal Küçükakyüz'e,

Öğrenim hayatım boyunca, maddi ve manevi desteklerini gördüğüm, Münire Çatav, Uzm. Dr. Gülay Reis, Uzm. Dr. Fatma Önalın ve Doç. Dr. Zeki Çatav'a,

Varlıklarıyla bana daima güven veren, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili aileme teşekkür ederim.

Bu tez çalışması, BAP-12-103 numaralı bilimsel araştırma projesi ile desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiv
1. GİRİŞ	1
2. MALZEME VE YÖNTEM	14
2.1. Çalışma Alanı.....	14
2.2. Arazi Çalışmaları.....	16
2.3. Laboratuvar Çalışmaları.....	16
2.3.1. Çimlenme deneyleri öncesi yapılan sayım ve ölçümler.....	16
2.3.2. Çimlenme deneyleri.....	17
2.3.2.1. Uygulamalara ait protokoller.....	17
2.3.2.2. Uygulamalar.....	18
2.3.2.3. Çimlenme koşulları ve çimlenmenin izlenmesi.....	20
2.3.2.4. Verilerin değerlendirilmesi ve istatistiksel analizler.....	22
3. BULGULAR VE İRDELEME	24
3.1. Alt Popülasyon Düzeyi Çimlenme Deneyinin Sonuçları.....	24
3.2. Bireysel Çimlenme Deneyinin Sonuçları.....	32
3.2.1. 120 °C sıcaklık şoku uygulamasının çimlenme üzerine etkisi.....	32
3.2.2. 100 °C sıcaklık şoku uygulamasının çimlenme üzerine etkisi.....	34
3.2.3. Duman çözeltisinin çimlenme üzerine etkisi.....	36
3.2.4. Sıcaklık şoku artı duman uygulamasının çimlenme üzerine etkisi.....	37
3.3. Çimlenme Deneyi Dışındaki Ölçümlerin Sonuçları.....	39
3.4. Elde Edilen Verilere Ait Korelasyon Matrisinin Sonuçları.....	44
3.4.1. Çimlenme başarısına etki eden faktörler.....	44
3.4.2. Dormansi üzerine etki eden faktörler.....	48
3.4.3. Mortalite üzerine etki eden faktörler.....	49

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	54
KAYNAKLAR	56
ÖZGEÇMİŞ	64

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Jeolojik devirler.....	2
Çizelge 1.2. Tohum dormansisi çeşitleri.....	8
Çizelge 1.3. Fiziksel dormansiyi kırmak için kullanılan yöntemler.....	8
Çizelge 2.1. Çalışma alanlarının koordinat, yükseklik ve bakı bilgileri.....	14
Çizelge 3.1. Alt popülasyonların uygulamalara göre çimlenme yüzdeleri.....	25
Çizelge 3.2. Alt popülasyonların uygulamalara göre çimlenme yüzdelerinin ortalaması.....	25
Çizelge 3.3. Alt popülasyonların uygulamalara göre ortalama çimlenme süresi (gün).....	31
Çizelge 3.4. 120 °C sıcaklık şoku uygulamasının bireysel çimlenme (%) üzerine etkisi.....	34
Çizelge 3.5. 100 °C sıcaklık şoku uygulamasının bireysel çimlenme (%) üzerine etkisi.....	35
Çizelge 3.6. Duman uygulamasının bireysel çimlenme (%) üzerine etkisi.....	36
Çizelge 3.7. Sıcaklık şoku artı duman uygulamasının bireysel çimlenme (%) üzerine etkisi.....	38
Çizelge 3.8. Sıcaklık şoku artı duman uygulamasının ortalama çimlenme süresi üzerindeki etkisi.....	38
Çizelge 3.9. Çimlenme deneyi dışındaki ölçümlerin sonuçları.....	39
Çizelge 3.10. Tohum büyüklüğünün çimlenme üzerindeki etkisi.....	48

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil.1.1.	Bir yangını oluşturan elementler.....	1
Şekil 1.2.	Akdeniz tipi ekosistemler.....	3
Şekil 1.3.	<i>Arbutus unedo</i> 'da yangın sonrası sürgün verme.....	4
Şekil 1.4.	<i>Cistus creticus</i> (Cistaceae) meyve ve tohumları.....	5
Şekil 1.5.	<i>Spartium junceum</i> (Fabaceae) meyve ve tohumları.....	5
Şekil 1.6.	Butenolide bileşiğinin kimyasal yapısı.....	6
Şekil 1.7.	Duman ve Butenolide'in domateste kök gelişimi üzerine etkisi.....	7
Şekil 1.8.	<i>Cistus salviifolius</i> bitkisi.....	10
Şekil 1.9.	<i>Cistus salviifolius</i> 'un yayılış haritası.....	11
Şekil 1.10.	<i>Cistus salviifolius</i> 'un meyve ve tohumları.....	11
Şekil 2.1.	Çalışma bölgesinin Türkiye'deki konumu.....	15
Şekil 2.2.	Marmaris iklim diyagramı.....	15
Şekil 2.3.	Alt popülasyonların çalışma bölgesindeki konumu.....	16
Şekil 2.4.	Duman çözeltilisinin hazırlanması.....	19
Şekil 2.5.	Alt popülasyon düzeyi çimlenme deneyinde kullanılan uygulamalar.....	20
Şekil 2.6.	Agarlı altlığa yeni ekilmiş tohumlar.....	21
Şekil 2.7.	Sıcaklık şoku sonrası çimlenmiş tohumlar.....	21
Şekil 3.1.	A alt popülasyonu çimlenme deneyi sonuçları.....	26
Şekil 3.2.	B alt popülasyonu çimlenme deneyi sonuçları.....	26
Şekil 3.3.	C alt popülasyonu çimlenme deneyi sonuçları.....	27
Şekil 3.4.	D alt popülasyonu çimlenme deneyi sonuçları.....	27
Şekil 3.5.	E alt popülasyonu çimlenme deneyi sonuçları.....	28
Şekil 3.6.	F alt popülasyonu çimlenme deneyi sonuçları.....	28
Şekil 3.7.	G alt popülasyonu çimlenme deneyi sonuçları.....	29
Şekil 3.8.	H alt popülasyonu çimlenme deneyi sonuçları.....	29
Şekil 3.9.	Alt popülasyonların uygulamalara göre çimlenme yüzdelerinin ortalaması.....	30
Şekil 3.10.	Alt popülasyonların uygulamalara göre ortalama dormansi ve mortalite yüzdeleri.....	30
Şekil 3.11.	Alt popülasyonların uygulamalara göre ortalama çimlenme süresi (gün).....	32

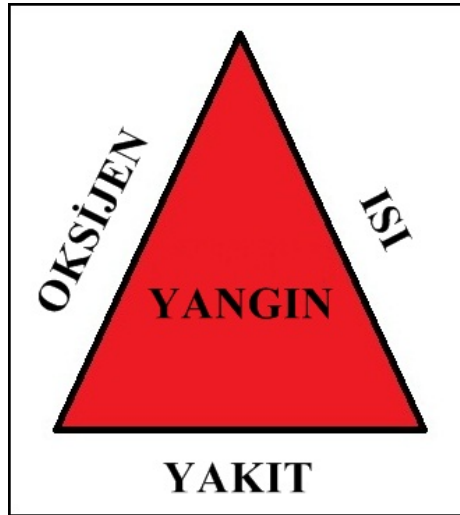
Şekil 3.12. 120 °C sıcaklık şoku uygulamasının bireysel çimlenme üzerine etkisi	33
Şekil 3.13. 120 °C sıcaklık şoku uygulamasının ortalama çimlenme süresi üzerine etkisi	33
Şekil 3.14. 100 °C sıcaklık şoku uygulamasının ortalama çimlenme süresi üzerine etkisi	35
Şekil 3.15. Duman uygulamasının ortalama çimlenme süresi üzerine etkisi	37
Şekil 3.16. Alt popülasyonlarda bulunan bireylere ait bitki boyu dağılımı	40
Şekil 3.17. Alt popülasyonlarda bulunan bireylere ait meyve sayısı dağılımı	40
Şekil 3.18. Alt popülasyonlarda bulunan bireylere ait ortalama tohum sayısı dağılımı	41
Şekil 3.19. Alt popülasyonlarda bulunan bireylere ait ortalama tohum ağırlığı dağılımı	41
Şekil 3.20. Alt popülasyonlarda bulunan bireylere ait su geçirgenlik testi sonrası ortalama ağırlık artışı (%) dağılımı	42
Şekil 3.21. Alt popülasyonlarda bulunan bireylere ait ortalama yaprak boyu dağılımı	42
Şekil 3.22. Alt popülasyonlarda bulunan bireylere ait ortalama yaprak eni dağılımı	43
Şekil 3.23. Alt popülasyonlarda bulunan bireylere ait ortalama petiyol uzunluğu dağılımı	43
Şekil 3.24. Dormansinin kontrolde çimlenme üzerine etkisi	44
Şekil 3.25. Dormansinin sıcaklık şoku sonrası çimlenme üzerine etkisi	45
Şekil 3.26. Tohum su geçirgenliğinin sıcaklık şoku sonrası çimlenme üzerine etkisi	45
Şekil 3.27. Ortalama tohum ağırlığının çimlenme süresi üzerine etkisi	46
Şekil 3.28. Toplam meyve sayısının çimlenme süresi üzerine etkisi	47
Şekil 3.29. Tohum su geçirgenliği ve dormansi arasındaki ilişki	48
Şekil 3.30. Ortalama tohum sayısının dormansi üzerine etkisi	49
Şekil 3.31. Dormansinin kontrol mortalitesi üzerine etkisi	50
Şekil 3.32. Dormansinin sıcaklık şoku sonrası mortalite üzerine etkisi	50
Şekil 3.33. Tohum su geçirgenliğinin mortalite üzerine etkisi	51
Şekil 3.34. Ortalama tohum sayısının mortalite üzerine etkisi	52
Şekil 3.35. Meyve sayısının mortalite üzerine etkisi	52

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°	Derece
°C	Santigrat derece
%	Yüzde
AP	Alt popülasyon
cm	Santimetre
CV	Coefficient of variation
D	Duman
dk	Dakika
kg	Kilogram
KK	Kuru kontrol
m	Metre
Max	Maksimum
Min	Minimum
ml	Mililitre
mm	Milimetre
m ²	Metrekare
n	Örneklem sayısı

1. GİRİŞ

Fizikokimyasal bir süreç olan yangınların meydana gelebilmesi için, ortamda oksijen, yakıt ve bir ısı kaynağının (Şekil 1.1) bulunması gerekmektedir. Özellikle yıldırımların, volkanların ve yeryüzüne düşen göktaşlarının aracılığıyla, muhtemelen bir ısı kaynağı gezegenin tarihi boyunca mevcut olmuştur. Fotosentetik organizmaların ortaya çıkması ile yangınların gerçekleşmesi için gerekli olan atmosferik oksijen seviyesine de (%13'ün üzeri), Paleozik zamanın başlangıcında ulaşılmıştır. Yangınlara ilişkin ilk kanıtlar ise, karasal bitkilerin yaygınlaşmaya başladığı Silüryen dönemine (Çizelge 1.1) kadar gitmektedir (Glasspool vd., 2004; Scott ve Glasspool, 2006; Pausas ve Keeley, 2009). Bu dönemlerde insan, ekosistem içinde henüz yer almadığından, orman yangınları doğal ekolojik bir faktör olarak kabul edilmektedir. (Kavgacı ve Tavşanoğlu, 2010). Yangınlar, ortaya çıktıkları o dönemden beri ekolojik sistemler üzerine etki etmeyi sürdürmektedir (Trabaud, 1994; Bond ve Keeley, 2005; Verdú ve Pausas, 2007). Günümüzde de boreal ormanlardan savanalara, çayır ve çalılıklardan tropik ormanlara kadar yerkürenin çoğu bölgesinde yangınlara rastlanmaktadır (Bond ve Keeley, 2005).

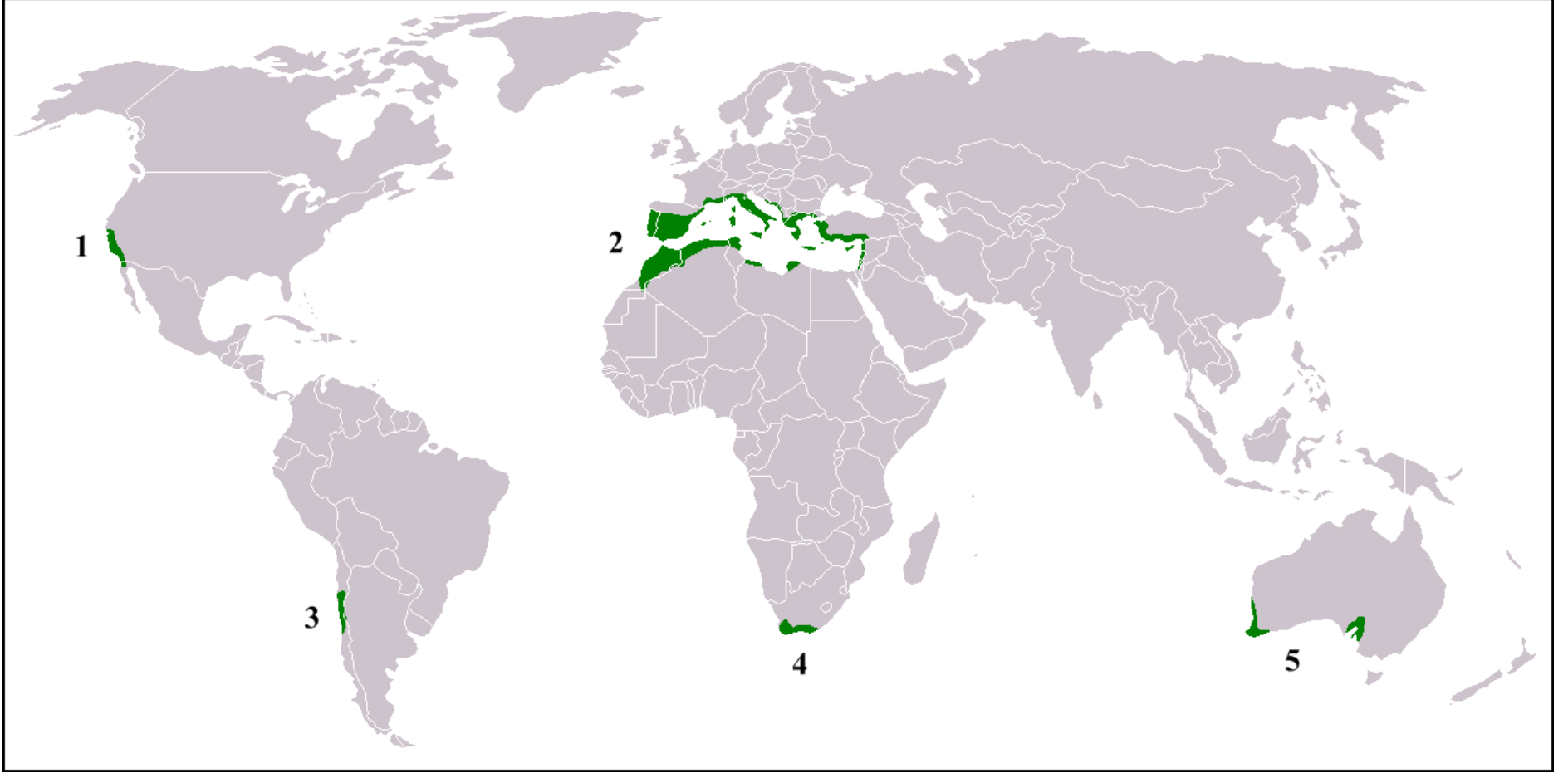


Şekil.1.1. Bir yangını oluşturan elementler (Pausas ve Keeley, 2009)

Çizelge 1.1. Jeolojik devirler (Pausas ve Keeley, 2009)

ZAMAN	DÖNEM	BÖLÜM	MYÖ
Senozoik	Kuaterner	Holosen	0.01
		Pleistosen	1.8
	Tersiyer	Pliyosen	5.3
		Miyosen	23
		Oligosen	34
		Eosen	54
	Paleosen	65	
Mezozoik	Kretase		145
	Jura		200
	Trias		251
Paleozoik	Permien		299
	Karbonifer		359
	Devoniyen		416
	Silüryen		443
	Ordovisyen		488
	Kambriyen		542

Dünya üzerinde, Akdeniz ikliminin görüldüğü bölgeler “Akdeniz tipi ekosistemler” olarak adlandırılmaktadır (Di Castri ve Mooney, 1973). Yaklaşık olarak 30° – 43° kuzey ve güney enlemleri arasında yer alan bu bölgeler (Şekil 1.2), ülkemizin de sınırları içinde bulunduğu Akdeniz havzası, Güney Afrika'nın Kap bölgesi, Şili'nin merkezi kesimleri, Avustralya'nın güney ve güneybatı kesimleri ile Amerika Birleşik Devletleri'nin Kaliforniya eyaletidir (Rambal, 2001; Kavgacı ve Tavşanoğlu, 2010). Belirgin bir yaz kuraklığı devresine sahip olan Akdeniz tipi ekosistemlerde, yangının ekosistem dinamikleri üzerindeki etkisi iyi bir şekilde bilinmektedir (Christensen, 1994; Pausas ve Vallejo, 1999). Yangının milyonlarca yıllık seçilim etkisinin bir sonucu olarak, Akdeniz tipi ekosistemlerde bulunan bitki türleri yangından sonra popülasyonlarını devam ettirmeye yönelik bazı adaptasyonlara sahiptirler (Keeley, 1995; Tavşanoğlu ve Gürkan, 2004; Paula vd., 2009).



Şekil 1.2. Akdeniz tipi ekosistemler (1. Kaliforniya, 2. Akdeniz Havzası, 3. Şili, 4. Güney Afrika' nın Kap bölgesi, 5. Güney ve güney batı Avustralya)

En yaygın görülen adaptasyonlar, sürgün verme, yangınla uyarılan tohum çimlenmesi ve yangınla uyarılan tohum dispersalidir (serotiny). Toprak altı ya da üstü tomurcuklardan yeniden sürgün verme (Şekil 1.3), doğada yangının da dahil olduğu birçok müdahale etmenine karşı geliştirilen genel bir bitki adaptasyonudur (Keeley, 1995; Lloret vd., 1999).

Alana tohumla yerleşen bitkiler, tohumlarını yangının olmadığı yıllar boyunca biriktirerek, gelecekte ortaya çıkacak olası bir yangına karşı toprakta bir tohum bankası oluştururlar (Ferrandis vd., 1999b; Clemente vd., 2007). Tohum bankasında bulunan tohumların dormansisi, toprağın üst kısımlarına ulaşan yangın sıcaklıkları (44 - 150 °C) ya da yangın sırasında ortaya çıkan dumanın içeriğinde yer alan bazı kimyasallar ile kırılır (Trabaud, 1979; Thanos ve Georghiou, 1988; Keeley ve Fotheringham, 1998; Moreira vd., 2010). Sıcaklıkla uyarılan çimlenme, özellikle sert tohum kabuğuna sahip Cistaceae ve Fabaceae türlerine ait tohumlarda (Şekil 1.4 ve 1.5) görülmektedir (Thanos vd., 1992; Herranz vd., 1998). Bu türlerde normal koşullarda su geçirmeyen tohum kabuğu, oluşan sıcaklığın etkisiyle çatlar ve tohumlar dışarıdan su alabilir hale geçerler (Doussi ve Thanos, 1994).



Şekil 1.3. *Arbutus unedo*'da yangın sonrası sürgün verme (Fotoğraf: Juli G. Pausas)



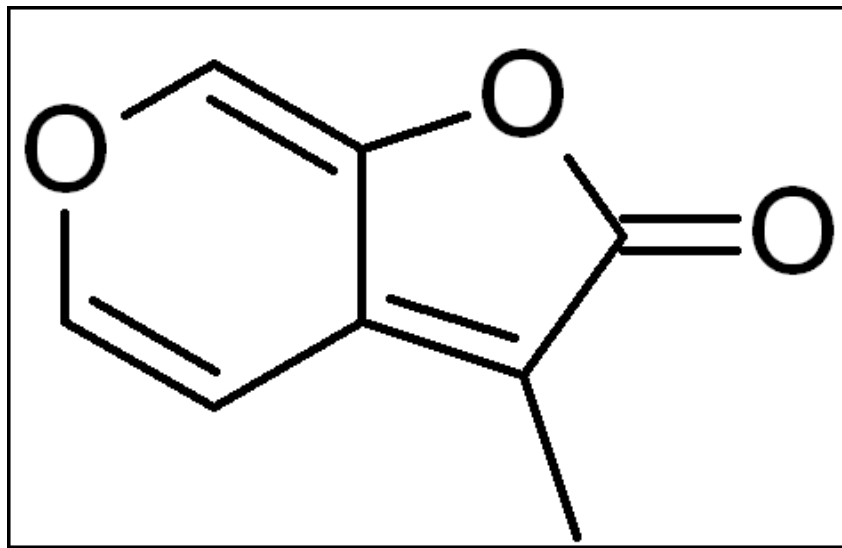
Şekil 1.4. *Cistus creticus* (Cistaceae) meyve ve tohumları (Fotoğraf: Ş. Serter Çatav)



Şekil 1.5. *Spartium junceum* (Fabaceae) meyve ve tohumları (Fotoğraf: Ş. Serter Çatav)

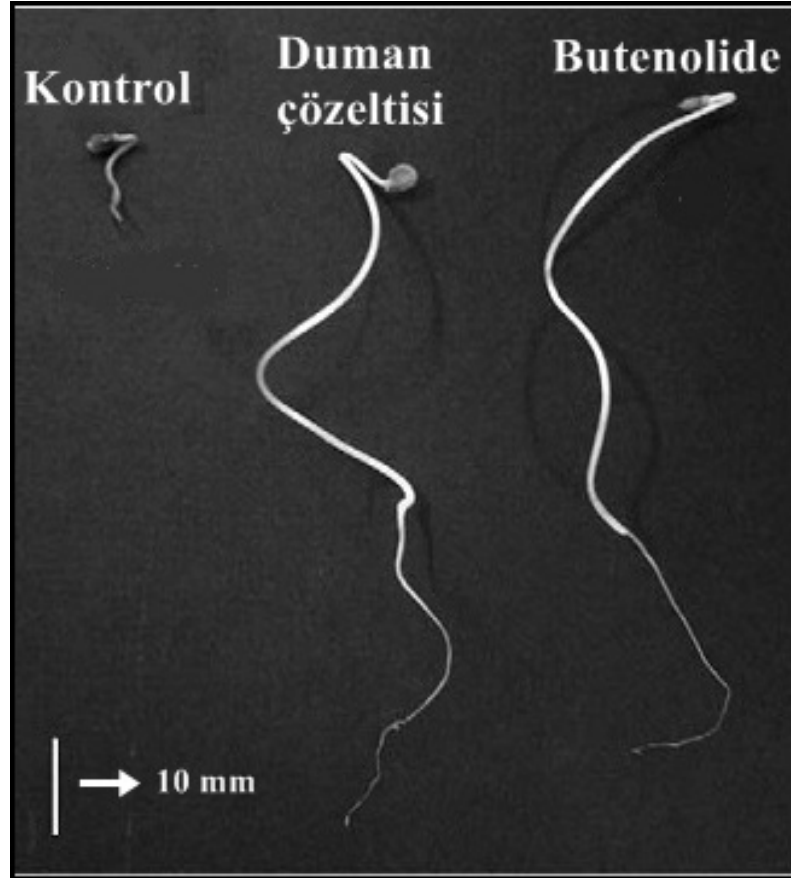
Sıcaklıkla uyarılan tohum çimlenmesi birçok Akdeniz tipi ekosistemde tespit edilmiştir (Keeley, 1987; Keeley ve Bond, 1997; Thomas vd., 2003; Reyes ve Trabaud, 2009; Moreira vd., 2010). Ülkemizde, sıcaklık şokunun çimlenme üzerindeki etkisini gösteren çalışmalar ise genellikle çam (*Pinus*) türleri üzerine yoğunlaşmıştır (Neyişçi ve Cengiz, 1985; Neyişçi, 1988; Turna ve Bilgili, 2006; Usta, 2007). Çam türleri dışında, diğer bitki türleri üzerine yapılan çalışmalar ise oldukça sınırlıdır (Tilki, 2008; Tavşanoğlu, 2011; Moreira vd., 2012).

Yangın işaretlerinden bir diğeri olan dumanın çimlenme üzerindeki etkisi, sıcaklık şokuna göre daha geç tespit edilmiştir. Dumanla uyarılan tohum çimlenmesi ilk kez nesli tükenme tehlikesi altında olan *Audouinia capitata* (Bruniaceae)'da gösterilmiştir (De Lange ve Boucher, 1990). Bu önemli keşiften sonra, dumanla uyarılan tohum çimlenmesi hem yangına eğilimli (Brown, 1993; Dixon vd., 1995; Keeley ve Fotheringham, 1998; Moreira vd., 2010), hem de yangına eğilimli olmayan (Drewes vd., 1995; Pierce vd., 1995; Daws vd., 2007) birçok ekosistemde ispat edilmiştir. Chiwocha vd. (2009) göre, dumanla uyarılan tohum çimlenmesi 80 cinse ait 1200'den fazla türde tespit edilmiştir. 2004 yılında bağımsız iki araştırma grubu tarafından, dumanın içindeki aktif madde bulunmuştur (Flematti vd., 2004; Van Staden vd., 2004). Butenolide (3-methyl-2H-furo[2,3-c]pyran-2-one) adı verilen aktif maddenin (Şekil 1.6) çimlenmeyi uyardığı birçok çalışmada gösterilmiştir (Kulkarni vd., 2006; Van Staden vd., 2006; Daws vd., 2007; Kulkarni vd., 2007).



Şekil 1.6. Butenolide bileşiğinin kimyasal yapısı

Duman ve butenolide'in çimlenmeyi teşvik etmesinin dışında, somatik embriyogenez, kök oluşumunu (Şekil 1.7), fidecik gelişimini ve çiçeklenmeyi uyardığı da tespit edilmiştir (Keeley, 1993; Taylor ve Van Staden, 1996; Senaratna vd., 1999; Moreira vd., 2010).



Şekil 1.7. Duman ve Butenolide'in domateste kök gelişimi üzerine etkisi (Van Staden vd., 2006)

Yangınla uyarılan tohum dispersali (serotiny), yangına eğilimli alanlarda yaşayan çam (*Pinus*) türlerinde görülen bir adaptasyondur. Kapalı kozalaklar içerisinde bulunan tohumlar, yangınla oluşan yüksek sıcaklıktan korunarak, yangın sonrası açılan kozalıklardan çevreye yayılırlar (Spanos vd., 2000; Boydak vd., 2006).

Tohum dormansisi, normal olarak çimlenme için uygun koşullarda (sıcaklık, nem ve bazı durumlarda ışık) canlı bir tohumun çimlenmemesi durumudur (Baskin ve Baskin 2004; Finch-Savage ve Leubner-Metzger, 2006). Baskin ve Baskin (2004)'nin yapmış oldukları sınıflandırmaya göre tohum dormansisi 5 sınıfa ayrılmaktadır (Çizelge 1.2).

Çizelge 1.2. Tohum dormansisi çeşitleri

Dormansi tipi	Dormansi özelliği
Fizyolojik dormansi	Genel anlamda, iklimsel koşullara bir adaptasyon olarak, embriyonun uyku halinde bulunmasıdır.
Morfolojik dormansi	Embriyonun yeterince olgunlaşmamasından kaynaklanmaktadır.
Morfofizyolojik dormansi	Fizyolojik dormansi bileşeni olan, yeterince olgunlaşmamış embriyodan kaynaklanmaktadır.
Fiziksel dormansi	Meyve veya tohum kabuğunun su geçirmez yapıda olmasından kaynaklanmaktadır.
Birleşimsel dormansi	Fiziksel ve fizyolojik dormansinin aynı tohumda görülmesinden kaynaklanmaktadır.

Fiziksel dormansi, su geçirmeyen bir meyve kabuğu (perikarp) ya da tohum kabuğundan (testa) kaynaklanmaktadır. Şu ana kadar, Cistaceae'nin de dâhil olduğu 15 bitki familyasında tespit edilmiştir. Bu familyaların on üçünde tohum kabuğuna, ikisinde ise meyve kabuğuna bağlı olarak dormansi görülmektedir (Baskin vd., 2000). Fiziksel dormansi, öngörülemeyen müdahale etmenlerine (yangın, kuraklık, vb.) karşı embriyonun korunmasını sağlar. Ayrıca, toprakta bulunan tohumların kalıcılığını arttırdığı belirlenmiştir (Thompson ve Booth, 1993; Ferrandis vd., 1999a).

Çimlenme çalışmalarında, fiziksel dormansiyi kırmak için kullanılan yöntemler Çizelge 1.3'de gösterilmiştir. Bu yöntemlerdeki temel amaç, su geçirmeyen tohum kabuğunu aşındırmak veya çatlatmaktır.

Çizelge 1.3. Fiziksel dormansiyi kırmak için kullanılan yöntemler

Yöntem	Referans
Tohumları kaynamış suda bekletmek	Doussi ve Thanos, 1994
Tohum kabuğunu mekanik olarak aşındırmak	Thanos vd., 1992
Tohumları sülfürik asitte bekletmek	Pérez-García ve González-Benito, 2006
Tohumlara sıcaklık şoku uygulamak	Tavşanoğlu, 2011

Ancak, fiziksel dormansiyi kırmak için kullanılan yöntemlerden sadece biri doğada gözlemlenmektedir. Bu da, yangınlar sonucu oluşan sıcaklığın etkisi ile tohum kabuğunun çatlamasıdır (Thanos ve Georghiou, 1988).

Cistaceae (Ladengiller), özellikle Akdeniz Havzası olmak üzere, kuzey yarım kürenin ılıman bölgelerinde dağılım gösteren, 8 cins (*Cistus*, *Fumana*, *Halimium*, *Helianthemum*, *Tuberaria*, *Crocianthemum*, *Hudsonia*, *Lechea*) ve 180 türden oluşan orta büyüklükteki bir bitki familyasıdır. Karakteristik olarak güneşli ve kurak alanlarda yetişen Cistaceae türleri yapısal olarak çalılar, yarı çalılar ve otlardan oluşur (Thanos vd., 1992; Ferrandis vd., 1999a; Guzman & Vargas, 2009). Thanos vd. (1992) göre, Cistaceae familyası küçük tohum büyüklüğü, sert tohum kabuğu (fiziksel dormansi), kısa dispersal mesafesi, uzun dönem toprak altı tohum bankası devamlılığı, yangın sıcaklığıyla indüklenmiş tohum yumuşaması, fırsatçı çimlenme stratejisi (geniş sıcaklık ve ışık koşullarında çimlenme gerçekleşmektedir) ve yavaş çimlenme hızıyla karakterize edilmektedir.

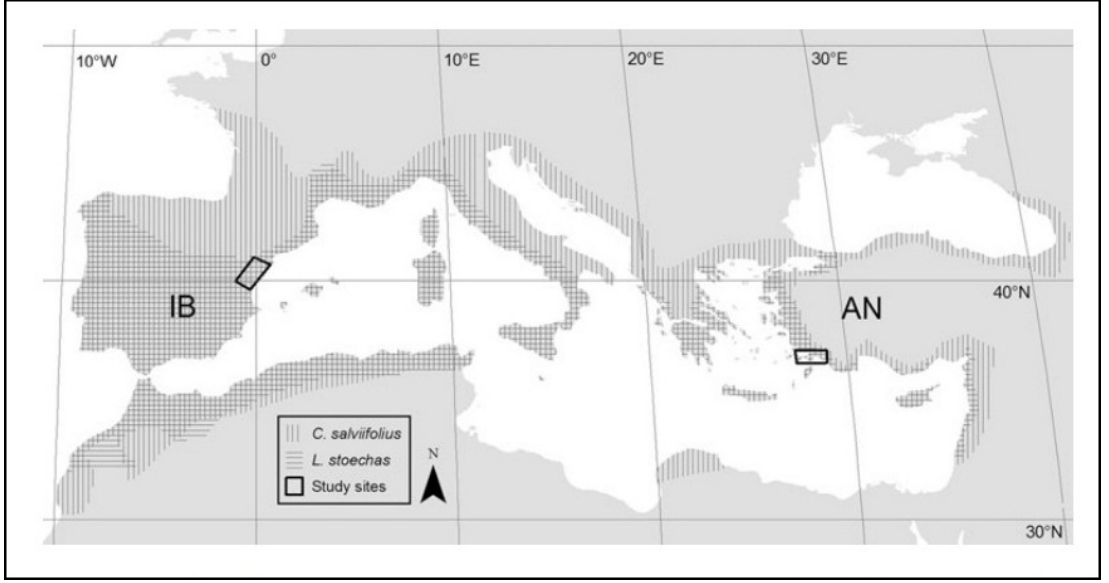
Flora Europaea'a (Warburg, 1968) göre, Akdeniz havzasının çeşitli bölgelerinde yaşayan 16 *Cistus* (Laden) türü vardır. *Cistus* bitkilerinin genel ekolojik özellikleri yangınla uyarılan tohum çimlenmesi (Thanos ve Georghiou, 1988; Corral vd., 1990; Keeley ve Baer-Keeley, 1999; Buhk ve Hensen, 2006), böcek-bağımlı tozlaşma (Talavera vd., 1993), yaz ve kış dönemleri arasında yapraklarda görülen anatomik farklılıklar (Aronne ve De Micco, 2001) ve uzun ömürlü, toprakta kalıcılığı yüksek olan küçük boyutlu tohumlardır (Troumbis ve Trabaud, 1986; Thanos vd., 1992; Cerabolini vd., 2003). *Cistus* bitkileri her yıl oldukça fazla sayıda tohum üretirler (Troumbis ve Trabaud, 1986) ve rejenerasyonları hem normal koşullarda hem de yangın sonrası yalnızca tohumlar aracılığıyla gerçekleşir (Arianoutsou-Faraggitaki ve Margaris, 1982; Tavşanoğlu ve Gürkan, 2009). *Cistus* türleri oldukça heterojen bir çimlenme karakteristiğine sahiptirler. Tohumların küçük bir kısmı (%10 - %25) herhangi bir uygulama yapılmaksızın çimlenmeye hazırdır (yumuşak tohum kabuğuna sahip olanlar). Geriye kalan sert kabuğa sahip tohumlar ise değişik sıcaklık şiddetlerine cevap verecek şekilde, toprak altı tohum bankasında birikirler. Yangının olmadığı yıllar boyunca, senelik üretilen tohumların yumuşak kısmı, var olan *Cistus* popülasyonlarının devamlılığının sağlanmasında katkıda bulunurlar (Thanos Georghiou, 1988; Thanos vd., 1992).

Optimal çimlenmeye 15 – 20 °C’de ulaşılan *Cistus* bitkilerinde, çimlenme üzerinde ışığın bir rolü bulunmamıştır (Thanos vd., 1992; Keeley & Baer-Keeley 1999). Ayrıca, yavaş çimlenme hızı, kurak ve yağışlı koşulların ani değişimine karşı (sıklıkla erken sonbahar döneminde olur), zamanından önce fideciklerin ortaya çıkmasını engelleyerek, *Cistus* bireyelerine ekolojik bir avantaj sağlamaktadır (Thanos Georghiou, 1988).

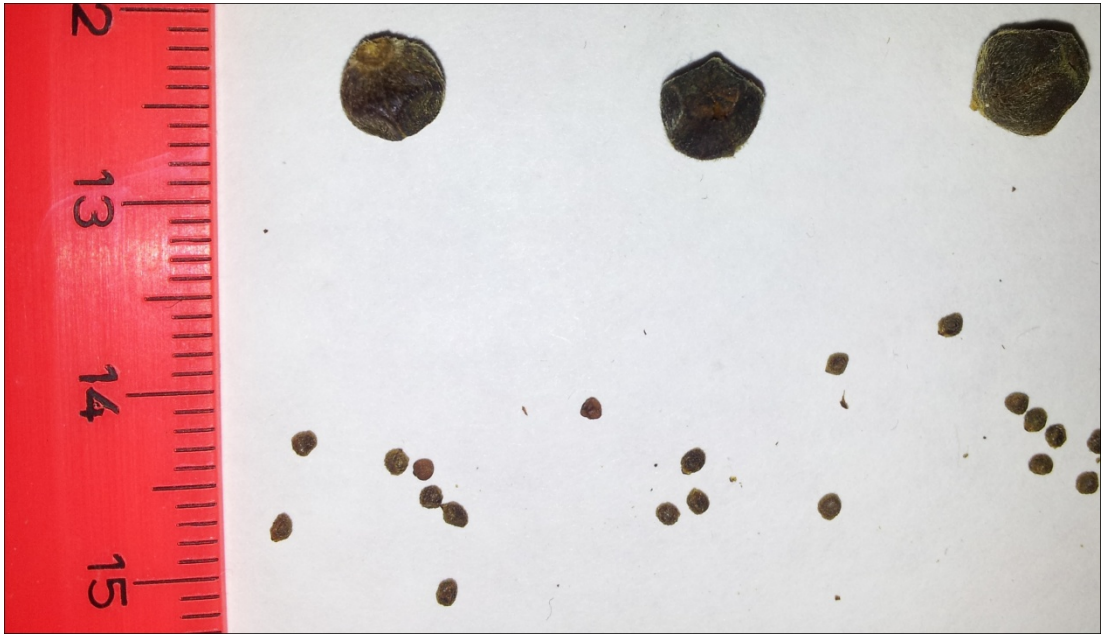
Cistus salviifolius L. (Adaçayı yapraklı laden), tüm Akdeniz havzası boyunca yayılış gösteren, 50 - 100 cm (bazen daha fazla) boylarında, sık dallı ve bodur bir çalıdır (Şekil 1.8 ve Şekil 1.9). Sürgünlere karşılıklı dizilmiş herdem yeşil yaprakları yapışkansız ve aromatikdir. Beyaz renkli çiçekleri, mayıs - haziran aylarında tek tek veya küçük gruplar halinde açar. Kapsül biçimindeki meyveleri çok sayıda tohum içermektedir (Şekil 1.10). Tohumlar için özelleşmiş bir dispersal (dağılma) modu olmadığından, açılmış meyvelerden düşen tohumlar zamanla toprak içerisinde birikirler (Davis, 1965; Mataracı, 2004; Paula vd., 2009).



Şekil 1.8. *Cistus salviifolius* bitkisi (Fotoğraf: Karl Hauser)



Şekil 1.9. *Cistus salviifolius*'un yayılış haritası (Moreira vd., 2012)



Şekil 1.10. *Cistus salviifolius*'un meyve ve tohumları (Fotoğraf: Ş. Serter Çatav)

C. salviifolius bireyleri, her yıl oldukça fazla sayıda tohum üretirler ve rejenerasyonları sadece tohumlar aracılığıyla gerçekleşir (Arianoutsou-Faraggitaki ve Margaris, 1982; Troumbis ve Trabaud, 1986). Gelişen fidecikler, 2 veya 3 yaşlarında olgunlaşırlar ve ömür uzunlukları yaklaşık 15 senedir (Tavşanoğlu ve Gürkan, 2005; Pausas, 2006).

Yangına eğilimli alanlarda yayılış gösteren *C. salviifolius* bitkisinde, yangının (sıcaklık şoku ve duman) çimlenme üzerindeki rolünü belirlemek için, popülasyon düzeyinde birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda genel olarak, kısa süreli (1 - 5 dk) sıcaklık şoklarının (100 - 120 °C) fiziksel dormansiyi kırıp, çimlenmeyi uyardığı belirlenmiştir (Troumbis ve Trabaud, 1986; Thanos Georghiou, 1988; Corral vd., 1990; Thanos vd., 1992; Keeley & Baer-Keeley 1999; Nadal vd., 2002; Buhk ve Hensen, 2006; Scuderi vd., 2010). Dumanın etkisinin sınındığı çalışmaların birinde (Pérez-Fernández ve Rodríguez-Echeverría, 2003) dumanın çimlenmeyi uyardığı, üçünde (Buhk ve Hensen, 2006; Çatav vd., 2012; Moreira vd., 2012) ise çimlenme üzerinde pozitif veya negatif bir etkisinin olmadığı gösterilmiştir. Bu duruma, popülasyonlar arası tohum su geçirgenlik farkının neden olabileceği düşünülmektedir (Moreira vd., 2010).

Yukarıda değinilen tüm çalışmalar (Moreira vd., 2012 hariç) sadece bir popülasyondan toplanan tohumlarla gerçekleştirilmiştir. Moreira vd. (2012)'nin yaptıkları çalışmada ise Türkiye ve İspanya'dan toplanan üçer farklı popülasyon üzerine çeşitli yangın imleri (sıcaklık şoku, duman ve sıcaklık şoku + duman) uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, çimlenme cevabında lokal düzeyde görülen değişkenlik, bölgesel düzeydeki değişkenlikten daha yüksektir. Araştırma ekibi, popülasyonlar arası görülen bu değişkenliğin, farklı yangın rejimlerinden kaynaklanabileceğini belirtmiştir.

Şu anki verilere göre, *C. salviifolius* için bireysel düzeyde gerçekleştirilen tek bir çimlenme çalışması vardır (Tavşanoğlu ve Çatav, 2012). Bu çalışmada, tohum büyüklüğünün, yangın sonrası çimlenmede popülasyon içi değişkenliği açıkladığı gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, daha büyük tohuma sahip bireylerde, sıcaklık şoku sonrası çimlenme daha başarılıdır. Ayrıca, hem kontrol hem de sıcaklık şoku uygulamasında, büyük tohuma sahip bireylerde tohum mortalitesi daha az bulunmuştur.

Oldukça değişken çevre koşullarına sahip Akdeniz tipi ekosistemlerde, bitki özelliklerindeki değişkenlik çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (Cruz vd., 2003; Moreira vd., 2012). Akdeniz havzası boyunca yayılış gösteren *Cistus salviifolius* bitkisinde de benzer değişkenliklerin görülebileceği, tohum büyüklüğü açısından

sınanmıştır (Tavşanoğlu ve Çatav, 2012). Ancak, diğer bitki özelliklerinde görülebilecek olası değişkenlikler ve bunların çimlenme başarısındaki rolü bilinmemektedir. Bu nedenle, bu tür üzerine yapılacak daha kapsamlı bir çalışma, konunun daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunacaktır.

Bu tez çalışmasının temel amacı, ülkemiz Kızılçam yangın alanlarının tipik bir bitki türü olan *C. salviifolius*'ta, yangın sonrası çimlenmeye etki eden faktörlerin belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda, 8 alt popülasyondan belirlenen 80 bireye ait ölçümler (bitki boyu, meyve sayısı, tohum büyüklüğü, tohum su geçirgenliği, vb.) yapılmış ve popülasyon içi 2 çimlenme deneyi gerçekleştirilmiştir. İlk deney, alt popülasyonların değişik sıcaklık şoklarına verdiği çimlenme cevabını test etmiştir. İkinci deneyde ise, yangın imlerine karşı (sıcaklık şoku ve duman) bireysel düzeyde verilen çimlenme cevabı araştırılmıştır. Ayrıca, bireysel çimlenme deneyinde elde edilen sonuçlarla (çimlenme yüzdesi, tohum mortalitesi ve dormansi), çimlenme dışı ölçümler arasında korelasyon matrisi gerçekleştirilmiştir.

Yukarıda belirtilen amaç doğrultusunda aşağıdaki hipotezler sınanmıştır.

- Çeşitli bitki özellikleri (bitki boyu, toplam meyve sayısı, tohum büyüklüğü, tohum su geçirgenliği, vb.) için yapılan ölçümlerde, alt popülasyon ve birey düzeyinde önemli farklılıklar bulunmaktadır.
- Fiziksel dormansinin bir indikatörü olan tohum su geçirgenliğinde, bireyler arası varyasyon beklenmektedir.
- Tohum dormansisi yüksek olan bireylerde, hem kontrolde hem de sıcaklık şoku uygulamasında daha az tohum mortalitesi beklenmektedir.
- Meyve başına düşen ortalama tohum sayısının dormansi üzerinde etkisi bulunmaktadır.
- Bitki boyu ve yaprak boyutu (yaprak boyu, yaprak eni ve petiyol uzunluğu) gibi vejetatif özelliklerin çimlenme üzerinde bir etkisi yoktur.

2. MALZEME VE YÖNTEM

2.1. Çalışma Alanı

Türkiye’de orman yangınlarının en yoğun olarak görüldüğü bölgeler arasında yer alan Muğla ili Marmaris ilçesi çalışma bölgesi olarak seçilmiştir (Şekil 2.1). İlçe sınırları içerisinde, tez kapsamında belirlenen hedefler ve amaçlar doğrultusunda, *Cistus salviifolius* L. bitkisinin doğal olarak yetiştiği sekiz alt popülasyon belirlenmiştir. Belirlenen alt popülasyonlar, 1978 ve 1997 yıllarında meydana gelen orman yangınlarından birine ya da ikisine maruz kalmıştır. Alt popülasyonların seçiminde birbirlerinden en az 500 m uzaklıkta olmalarına dikkat edilmiş ve her bir alanın koordinatı, yüksekliği ve bakışı belirlenmiştir (Çizelge 2.1). Çalışma alanlarının genel vejetasyon yapısı, bodur çalılardan oluşan frigana türleri, makiler ve gelişmekte olan genç *Pinus brutia* (kızılcım) ağaçlarından oluşmaktadır.

Çizelge 2.1. Çalışma alanlarının koordinat, yükseklik ve bakı bilgileri

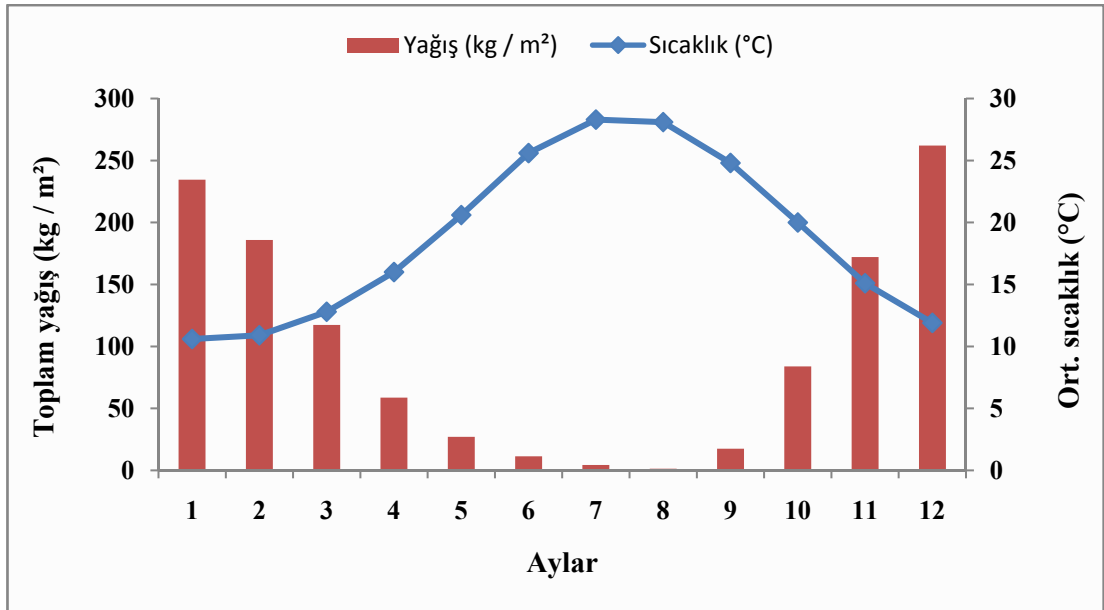
Alt popülasyon	Koordinat	Yükseklik (m)	Bakı
A	36° 55' 29" N, 28° 07' 51" E	48	Güney
B	36° 55' 38" N, 28° 06' 29" E	57	Kuzey
C	36° 55' 43" N, 28° 06' 15" E	33	Güney
D	36° 54' 47" N, 28° 07' 07" E	202	Güney
E	36° 54' 18" N, 28° 07' 38" E	140	Kuzey
F	36° 55' 46" N, 28° 06' 47" E	76	Güney
G	36° 54' 53" N, 28° 07' 30" E	193	Kuzey
H	36° 54' 25" N, 28° 07' 17" E	195	Güney

Meteoroloji Genel Müdürlüğü' nün uzun dönem Marmaris verilerine göre (1975 - 2011), ilçede yıllık ortalama sıcaklık 18.73 °C ve yıllık toplam yağış 1176.7 kg/m² ' dir. Aralık (ortalama 262.1 kg/m²) ve Ocak (ortalama 234.6 kg/m²) ayları en yağışlı aylar olup, aylık ortalama sıcaklık en yüksek değerini Temmuz (ortalama 28.3 °C) ayında almaktadır. Ayrıca, Mayıs ayının başından, Eylül ayının sonuna kadar süren 5

aylık dönem kurakçıl periyodu oluşturmaktadır (Şekil 2.2). Tipik Akdeniz ikliminin görüldüğü bu bölgede, donlu gün yoktur.



Şekil 2.1. Çalışma bölgesinin Türkiye’deki konumu



Şekil 2.2. Marmaris iklim diyagramı

2.2. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları 13-20 Ağustos 2010 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Belirlenen sekiz alt popülasyonun (Şekil 2.3) her birinden 10 *Cistus salviifolius* L. bireyi seçilmiştir (toplam 80 birey). Seçilen bireyler arasında en az 3 metre mesafe olmasına dikkat edilerek, sırasıyla aşağıdaki işlemler yapılmıştır:

- Her bir bitkinin maksimum boyu 1 cm hassasiyet ile ölçülmüştür.
- Her bir bitkiye ait tüm meyveler toplanarak, ayrı kağıt zarflar içerisine konulmuştur.
- Her bir bitkiden rastgele beş yaprak seçilmiş ve seçilen her bir yaprağın sırasıyla boyu, eni ve petiyol uzunlukları 0,1 cm hassasiyet ile ölçülmüştür.



Şekil 2.3. Alt popülasyonların çalışma bölgesindeki konumu

2.3. Laboratuvar Çalışmaları

Arazi çalışmalarında toplanmış *C. salviifolius* meyveleri, kağıt zarflar içerisinde, düşük nem içeriği ve oda sıcaklığında deneyler başlayıncaya kadar muhafaza edilmiştir.

2.3.1. Çimlenme deneyleri öncesi yapılan sayım ve ölçümler

- Her bir bireye ait toplam meyve sayısı hesaplanmıştır.

- Her bir birey için, 8 sağlam (böcek predasyonuna uğramamış ve meyvesi açılmamış) meyve belirlenerek, her bir meyvenin kaç tane tohum içerdiği hesaplanmıştır. Tohum sayıları hesaplandıktan sonra, her bir bireyin sahip olduğu ortalama tohum sayısı belirlenmiştir.
- Bireyler için elde edilen toplam meyve sayısı ve ortalama tohum sayısı değerlerinin çarpılmasıyla, her bir bireyin tahmini toplam tohum sayısı hesaplanmıştır.
- Ortalama tohum ağırlığı, her bir birey için rastgele seçilen dört tekerrürün ortalamasının alınması ile elde edilmiştir. Her bir tekerrürde 25 adet tohum kullanılmıştır.
- Her bir bireyden 2 kez rastgele 15 farklı tohum seçilip ağırlıkları ölçülmüştür (kuru ağırlık). Daha sonra bu 2 farklı tekerrür 24 saat boyunca distile su içerisinde bekletilmiştir. 24 saat sonunda, 2 farklı tekerrürdeki tohumlar kurutma kâğıdına konularak, dış yüzeyleri kurutulmuştur. Bu işlemin sonunda bu 2 tekerrürdeki tohumların ağırlıkları bir daha ölçülmüştür. En son olarak, her bir tekerrür için son ölçülen ağırlığın ilk ölçülen ağırlığa göre ne kadar artmış olduğu (% olarak) hesaplanmıştır. Böylece, her bir birey için ortalama tohum su geçirgenlik durumu belirlenmiştir (Moreira vd., 2010).

2.3.2. Çimlenme deneyleri

2.3.2.1. Uygulamalara ait protokoller

Sıcaklık şoku uygulamaları sıcaklık kontrollü bir fırın kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her bir sıcaklık şoku uygulaması için, tohumlar alüminyum paketlere konulmuş ve paketler fırının metal tablasına tesadüfi olarak yerleştirilmiştir. Bu işlem, bağımsız tekerrürler elde etmek için, her bir uygulamada dört kez tekrarlanmıştır (Morrison and Morris, 2000).

Duman çözeltilisini hazırlamak için *Phillyrea latifolia* bitkisine ait kurumuş yapraklar ufak parçalara ayrılmıştır. Yaprak parçaları 5 gram olacak şekilde tartıldıktan sonra, cam erlene yerleştirilmiştir. Erlenin ağzı alüminyum folyo ile kapatıldıktan sonra, pasteur fırınında 195 °C' de 30 dakika boyunca bekletilmiştir. Bu işlemin bitiminde, erlenin ağzındaki alüminyum folyo hızlı bir şekilde açılarak, yanmış yaprak parçalarının üzerine 50 ml distile su eklenmiştir. Daha sonra, alüminyum folyo hızlı

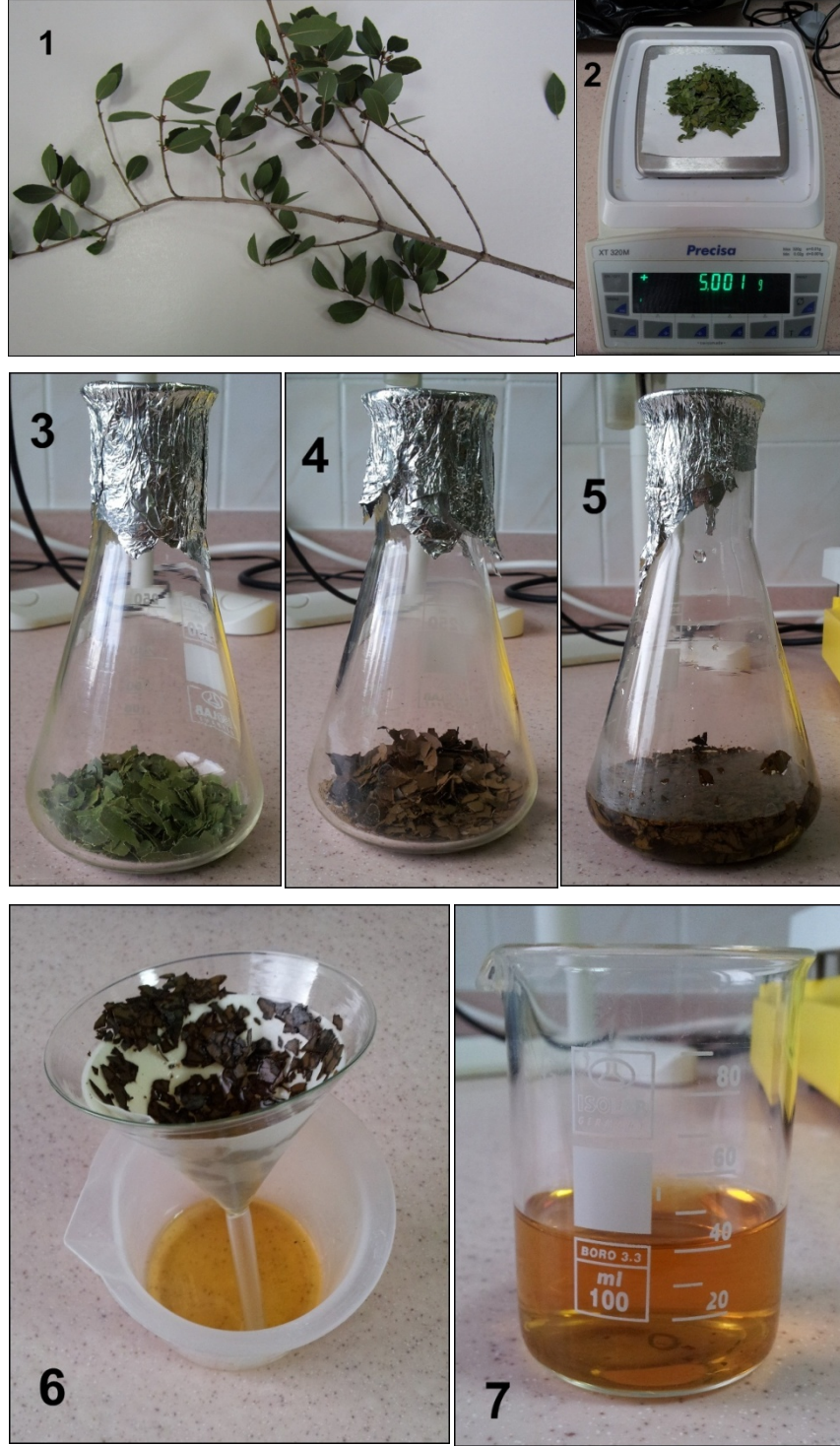
bir şekilde kapatılmış ve hazırlanan çözelti çalkalandıktan sonra, 10 dakika boyunca bekletilmiştir. Bekleme süresi sonunda, erlende bulunan sıvı kaba filtre kağıdı kullanılarak ayrı bir şişeye süzülmüştür. Bu protokol 4 tekerrür olacak şekilde gerçekleştirilmiş ve elde edilen duman çözeltilerinin pH' ları ölçülmüştür (Jäger vd., 1996; Moreira vd., 2010; Çatav vd., 2012). Çözeltinin hazırlanmasında yapılan tüm işlemler Şekil 2.4'de gösterilmiştir. Duman uygulamasında, tohumlar petri kaplarına yerleştirilmeden önce, sıvı duman çözeltisi (pH: 6.13) içerisinde 24 saat boyunca bekletilmiştir.

Sıcaklık ve dumanın birlikte etkisini görmek için, ekstra bir sıcaklık uygulaması (100°C 5 dk) yukarıda anlatıldığı gibi uygulanmış ve tohumlar petri kaplarına yerleştirilmeden önce 24 saat boyunca duman çözeltisinde bekletilmiştir.

“Kuru” ve “sulu” kontrol olmak üzere iki kontrol grubu deneye dâhil edilmiştir. Sıcaklık uygulamaları ile karşılaştırmak için hazırlanan “kuru kontrol” grubunda, tohumlar herhangi bir uygulamaya maruz bırakılmadan doğrudan petri kaplarına yerleştirilmiştir. Duman uygulamaları ile karşılaştırmak için hazırlanan “sulu kontrol” grubunda ise, tohumlar petri kaplarına yerleştirmeden önce 24 saat boyunca damıtık su (pH: 6.90) içerisinde bekletilmiştir.

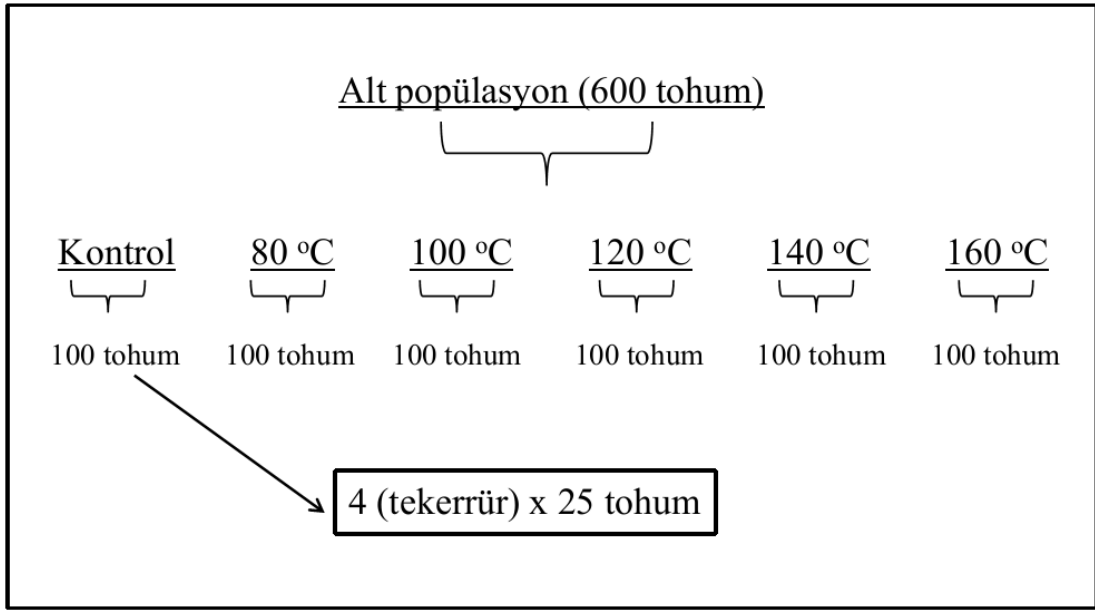
2.3.2.2. Uygulamalar

Bu tez çalışması kapsamında 3 farklı çimlenme deneyi gerçekleştirilmiştir. Birinci deneyde, her bir alt popülasyon için farklı kaplar seçilmiştir. Seçilen kaplara, alt popülasyonlarda bulunan her bir bireyden 60 adet tohum aktarılmıştır. Böylece, her bir alt popülasyon için 600 tohum içeren temsili tohum bankaları oluşturulmuştur. Bu işlemin sonunda, alt popülasyonlar için oluşturulan tohum bankalarına, değişik şiddetlerde sıcaklık şokları (80, 100, 120, 140 ve 160 °C) 5 dakika boyunca uygulanmıştır. Sıcaklık şoku uygulamaları ile karşılaştırmak üzere, uygulamaya maruz bırakılmamış tohumların yer aldığı bir kontrol grubu da (kuru kontrol) deneye dahil edilmiştir (Şekil 2.5). Bu deney kapsamında toplam 4800 tohum kullanılmıştır.



Şekil 2.4. Duman çözeltilisinin hazırlanması

İkinci deneyde, ilk deney sonrası yeterli tohuma sahip 32 bireye, 120 °C 5 dakika boyunca sıcaklık şoku uygulanmıştır. Ayrıca, karşılaştırma yapabilmek için, her bir bireye farklı kuru kontrol uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Yapılan her uygulamada 25 tohum içeren 4 tekrerrür kullanılmıştır. Bu deney kapsamında toplam 6400 tohum kullanılmıştır.



Şekil 2.5. Alt popülasyon düzeyi çimlenme deneyinde kullanılan uygulamalar

Üçüncü deneyde, ikinci deney sonrası tohumu artan 12 bireye, sulu kontrol, duman, 100 °C (5 dk) sıcaklık şoku ve “100 °C (5 dk) sıcaklık şoku + duman” uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Her bir birey için, uygulamalar arasındaki karşılaştırma şu şekilde olmuştur:

- Duman (çözeltisi) uygulaması ile sulu kontrol ile karşılaştırılmıştır.
- 100 °C (5 dk) sıcaklık şoku + duman” uygulaması ile 100 °C (5 dk) sıcaklık şoku karşılaştırılmıştır.

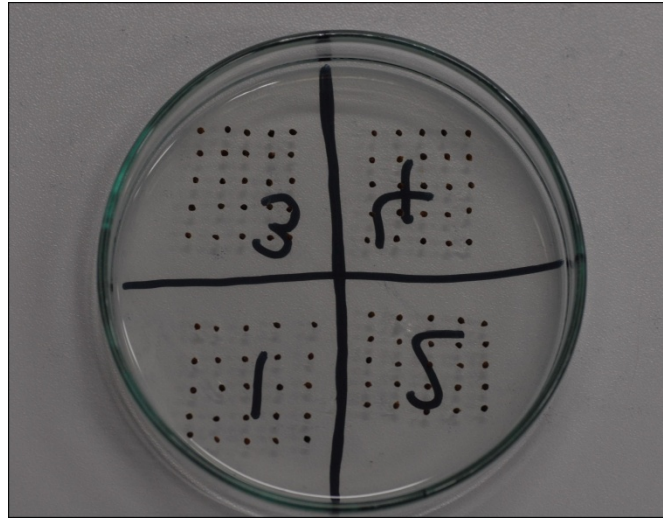
Yapılan her uygulamada 20 tohum içeren 4 tekerrür kullanılmıştır. Bu deney kapsamında toplam 3840 tohum kullanılmıştır.

Çimlenme deneyleri Şubat ve Mart ayları (2011) arasında yapılmıştır. Deneylerde gerçekleştirilen sıcaklık uygulamaları, toprak altı tohum bankasının, bir yangın sırasında maruz kalabileceği sıcaklıklara göre belirlenmiştir (Trabaud, 1979).

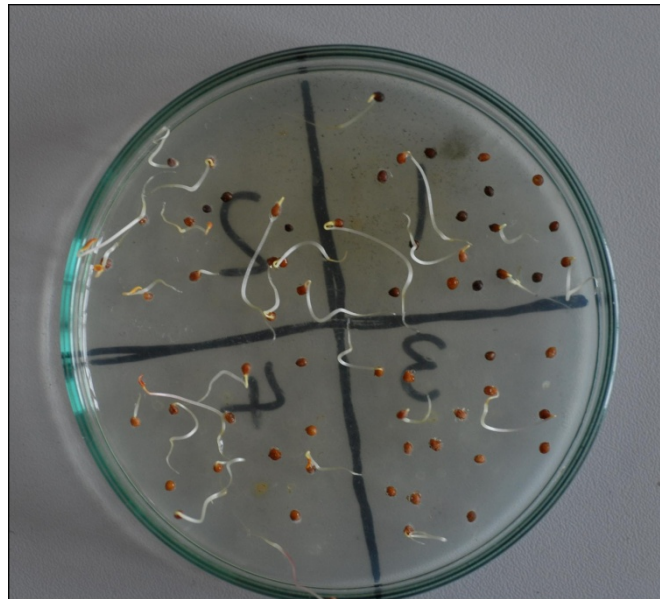
2.3.2.3. Çimlenme koşulları ve çimlenmenin izlenmesi

Uygulamalar sonunda, tohumlar %0.7 oranında agar içeren petri kaplarına yerleştirilmiştir (Şekil 2.6). Petri kapları ise 20.0 ± 0.5 °C'a ayarlanmış bir çimlendirme dolabında, karanlık koşullarda 36 gün boyunca inkübe edilmiştir. Uygulanan inkübasyon sıcaklığı, daha önce *Cistus* türleri için yapılan çimlenme

çalışmaları baz alınarak belirlenmiştir (Thanos ve Georghiou, 1988; Thanos vd., 1992; Çatav vd., 2012, Tavşanoğlu ve Çatav, 2012). Kontroller, 36 gün devam eden inkübasyon periyodu boyunca, her iki günde bir yapılmıştır. Her bir kontrolde, çimlenmiş tohumlar kaydedilmiş ve petri kaplarından çıkarılmıştır. Bir tohumun çimlendiğine ilişkin ölçüt, radikulanın ortaya çıktığının (0,5 - 1 mm) mikroskop altında belirlenmesi olmuştur (Şekil 2.7). Kontroller sırasında boş olduğu ya da bozulduğu tespit edilen tohumlar da petri kaplarından çıkarılmış ve veri tablolarına kaydedilmiştir.



Şekil 2.6. Agarlı altlığa yeni ekilmiş tohumlar



Şekil 2.7. Sıcaklık şoku sonrası çimlenmiş tohumlar

2.3.2.4. Verilerin değerlendirilmesi ve istatistiksel analizler

Çimlenme deneyi için uygulanan istatistiksel analizler, deney sonundaki çimlenmiş ve çimlenmemiş tohum sayıları dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle, deney kontrolleri sırasında ve deney sonunda boş olduğu anlaşılan tohumlar veri değerlendirmesinden çıkarılmıştır. Her bir uygulama tarafından çimlenmenin uyarılma olasılığı, binom dağılımına dayanan bir genel doğrusal model (*generalized linear model- GLM*) ile analiz edilmiştir (Moreira vd., 2010; Moreira vd., 2012; Tavşanoğlu ve Çataş, 2012). Deney sonunda elde edilen nihai çimlenme değerleri, her bir uygulamaya karşılık gelen kontrol değerleri ile karşılaştırılmıştır (sıcaklık uygulamaları ‘kuru kontrol’ ile, duman uygulamaları ‘sulu kontrol’ ile).

Çimlenme deneyleri sonunda, her bir uygulamaya ait çimlenmeyen tohumlar bir bistüri yardımıyla ortadan ikiye kesilmiştir. Kesilen tohumların embriyosu sert ve bozulmamış ise bu tip tohumlar “canlı” olarak kaydedilmiştir. Yumuşak ve bozulmuş tipteki tohumlar ise “ölü” olarak kaydedilmiştir. Uygulamalara ait dormansi ve mortalite yüzdeleri canlı ve ölü tohumlar baz alınarak, aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır.

Uygulamalara ait dormansi yüzdesi: $[(\text{canlı ama çimlenmemiş tohum sayısı} / \text{kullanılan tohum sayısı}) \times 100]$

Uygulamalara ait mortalite yüzdesi: $[(\text{ölmüş tohum sayısı} / \text{kullanılan tohum sayısı}) \times 100]$

Ortalama çimlenme süresi, Tompsett ve Pritchard (1998)’ in belirttiği denklem ($\sum(n.D) / \sum n$) üzerinden belirlenmiştir. Bu formüle göre, “D” her bir çimlenme kontrolünde, inkübasyon başlangıcına göre geçen süreyi belirtirken, n her bir kontrolde çimlenen tohum sayısını göstermektedir. Uygulamalar arasında karşılaştırma yapılmadan önce, normalite ve varyans homojenitesini belirlemek için sırasıyla, Shapiro-Wilk ve Bartlett testleri uygulanmıştır (her bir analiz için). Parametrik test koşullarını sağlayan durumlarda, uygulamalar arasındaki farklılık tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) ile sınanmıştır. İki den fazla uygulama için bulunan farklılıklarda, Tukey HSD (Tukey’s honestly significant difference test) testi

analize dahil edilmiştir. Parametrik test koşullarının sağlanmadığı durumlarda ise, uygulamalar arasındaki farklılık, Kruskal-Wallis testi ile sınınanmıştır.

Otuz iki birey üzerinde gerçekleştirilen çimlenme testinde, çimlenme başarısına etki edebilecek faktörler (ortalama tohum sayısı, ortalama tohum ağırlığı, meyve sayısı, tohum su geçirgenliği vb.) bir korelasyon matrisi uygulanarak sınınanmıştır. Testin sonunda anlamlı olan ilişkiler gösterilerek, nedenleri açıklanmıştır. Korelasyon matrisi yapılmasından önce, verilerin normalitesi Shapiro-Wilk testi ile belirlenmiştir. Normal dağılım göstermeyen bazı veriler için, çeşitli dönüşümler (karekök ve logaritmik) uygulanmıştır.

Yapılan tüm istatistiksel analizlerde %95 güven aralığı kullanılmış ve önem değerleri $P = 0.05$ anlamlılık derecesinde belirlenmiştir. Analizler, “R” ve “Statistica 7” istatistik programlarında gerçekleştirilmiştir.

3. BULGULAR VE İRDELEME

3.1. Alt Popülasyon Düzeyi Çimlenme Deneyinin Sonuçları

Deney sonucunda, her bir alt popülasyonun kontrol uygulamasında oldukça düşük çimlenme yüzdeleri (%) elde edilmiştir (Tüm alt popülasyonlarda %14'ün altında). 80 °C' de 5 dk boyunca uygulanan sıcaklık şoku uygulaması, 2 alt popülasyon (C ve G) haricinde, diğer 6 alt popülasyonda çimlenme üzerinde stimule edici bir etki göstermiştir. C ve G alt popülasyonlarında ise kontrol gruplarına göre istatistiksel ($P < 0.05$) bir fark bulunmamıştır. 100 °C' de 5 dk boyunca uygulanan sıcaklık şoku uygulaması, tüm alt popülasyonlarda çimlenme yüzdesini kontrole göre anlamlı olarak arttırmıştır (Çizelge 3.1). 120 °C' de 5 dk boyunca uygulanan sıcaklık şoku uygulaması, C ve F alt popülasyonları haricinde diğer 6 alt popülasyonda çimlenmeyi stimule etmiştir. C alt popülasyonunda kontrol uygulamasına göre istatistiksel bir fark bulunamamıştır. F alt popülasyonunda ise çimlenme yüzdesini anlamlı olarak ($P < 0.05$) düşürmüştür. 140 °C ve 160 °C' da 5 dk boyunca uygulanan sıcaklık şoku uygulamalarında ise hiçbir alt popülasyonda çimlenme gerçekleşmemiştir (Çizelge 3.1, Şekil 3.1 - 3.8).

Kontrol grubunda elde edilen çimlenme yüzdeleri *Cistus* türlerinin temel çimlenme karakteristikleri ile uyumlu olup, sonuçlar tüm popülasyonlarda % 14'ün altında çıkmıştır (Thanos & Georghiou, 1988; Thanos et al., 1992; Moreira et al. 2010; Scuderi et al., 2010). Genel olarak, alt popülasyonlarda optimal çimlenme yüzdesine, 100 °C' de 5 dk boyunca gerçekleştirilen sıcaklık şoku uygulamasında ulaşılmıştır (Çizelge 3.2, Şekil 3.9). Elde edilen bu sonuç, *Cistus* türleri üzerinde yapılan diğer çimlenme çalışmalarıyla uyumludur. Bu çalışmalar optimal çimlenme yüzdesine ya 100 °C' de (Thanos ve Georgiou, 1988; Thanos vd., 1992; Hanley ve Fenner, 1998; Scuderi vd., 2010) ya da 120 °C' de (Moreira vd., 2010; Tavşanoğlu ve Çatav, 2012) ulaşıldığını göstermektedir.

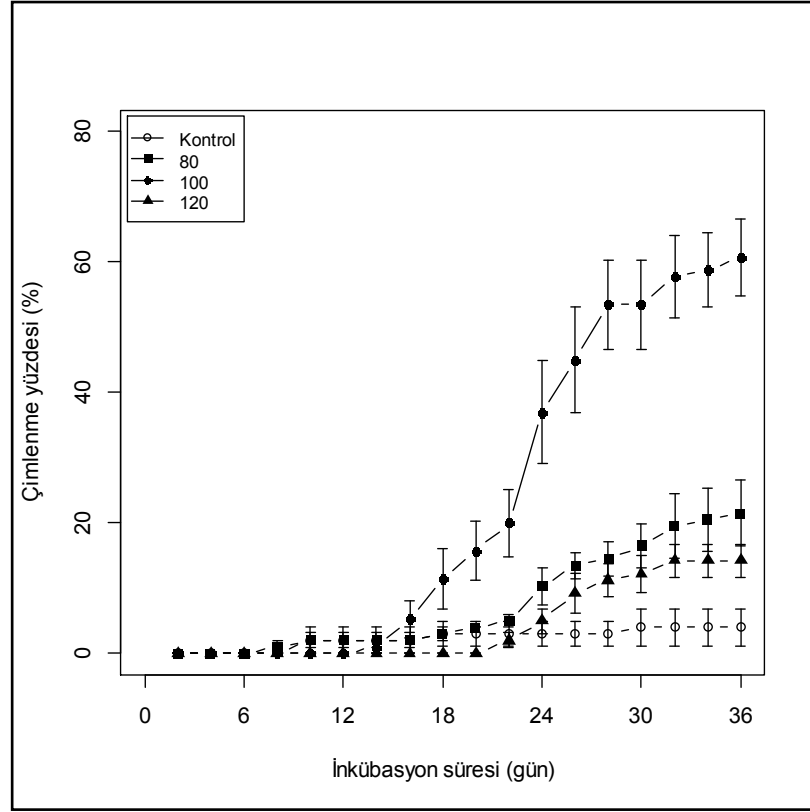
Uygulamalara göre alt popülasyonların ortalamaları alındığında, en yüksek tohum mortalitesine (%) 140 ve 160 °C sıcaklık şoku uygulamalarında ulaşılmıştır. Dormansinin kırılmasında en etkili uygulamalar ise 100 ve 120 °C sıcaklık şoku uygulamaları olmuştur. 80 °C sıcaklık şoku uygulaması sonrası dormant kalan tohumların yüzdesi, 120 °C sıcaklık şokuna göre daha yüksek tespit edilmiştir. Ancak tohum mortalitesi (%) açısından bakıldığında, 120 °C sıcaklık şoku uygulamasında daha yüksek mortalite elde edilmiştir (Şekil 3.10). Kontrol uygulamasında elde edilen yüksek dormansi (%) ve düşük çimlenme (%) ise sert tohum kabuğunun çimlenme üzerindeki etkisini göstermektedir.

Çizelge 3.1. Alt popülasyonların uygulamalara göre çimlenme yüzdeleri

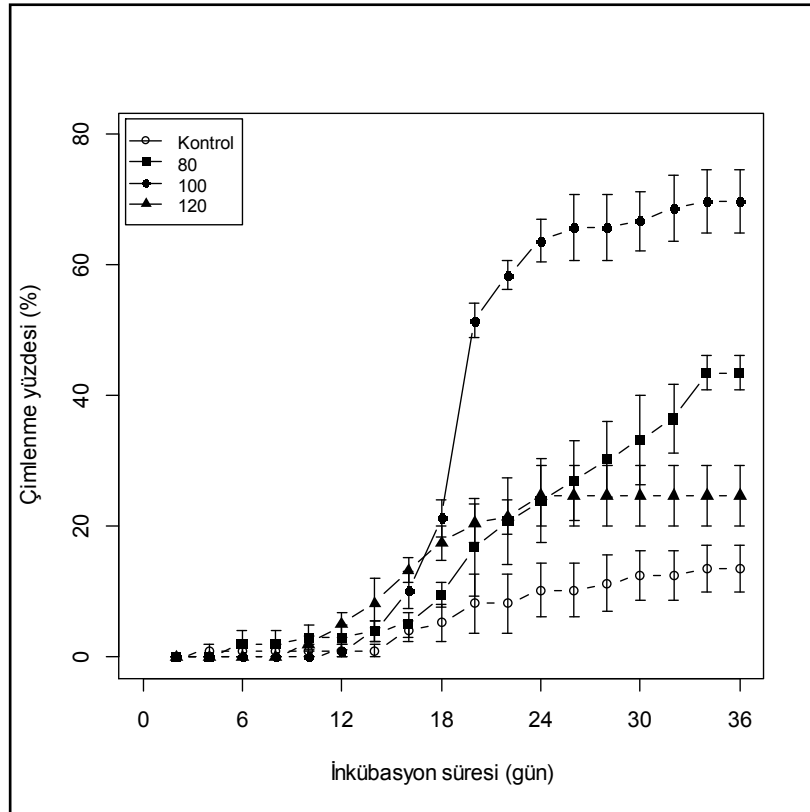
AP		Uygulama					
		KK	80 °C	100 °C	120 °C	140 °C	160 °C
A	%	4.00 ± 2.83	21.54 ± 4.97	60.69 ± 5.87	14.21 ± 2.49	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
	P		< 0.0001	< 0.0001	0.009	0.024	0.024
B	%	13.51 ± 3.50	43.55 ± 2.53	69.67 ± 4.82	24.54 ± 4.57	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
	P		< 0.0001	< 0.0001	0.047	< 0.0001	< 0.0001
C	%	9.34 ± 4.56	18.85 ± 2.86	73.71 ± 3.99	7.52 ± 1.06	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
	P		ns	< 0.0001	ns	0.0003	0.0003
D	%	1.00 ± 1.00	62.19 ± 2.51	74.58 ± 6.11	52.00 ± 7.30	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
	P		< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	ns	ns
E	%	6.45 ± 2.90	30.05 ± 4.36	73.19 ± 7.82	25.83 ± 6.73	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
	P		< 0.0001	< 0.0001	0.0002	0.0036	0.0036
F	%	6.28 ± 3.42	59.21 ± 2.11	60.29 ± 2.76	1.04 ± 1.04	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
	P		< 0.0001	< 0.0001	0.038	0.0034	0.0034
G	%	10.52 ± 2.06	7.35 ± 2.10	59.15 ± 2.29	69.33 ± 5.45	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
	P		ns	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
H	%	3.36 ± 2.17	26.93 ± 5.39	60.50 ± 5.65	37.11 ± 8.58	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
	P		< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	ns	ns

Çizelge 3.2. Alt popülasyonların uygulamalara göre çimlenme yüzdelerinin ortalaması

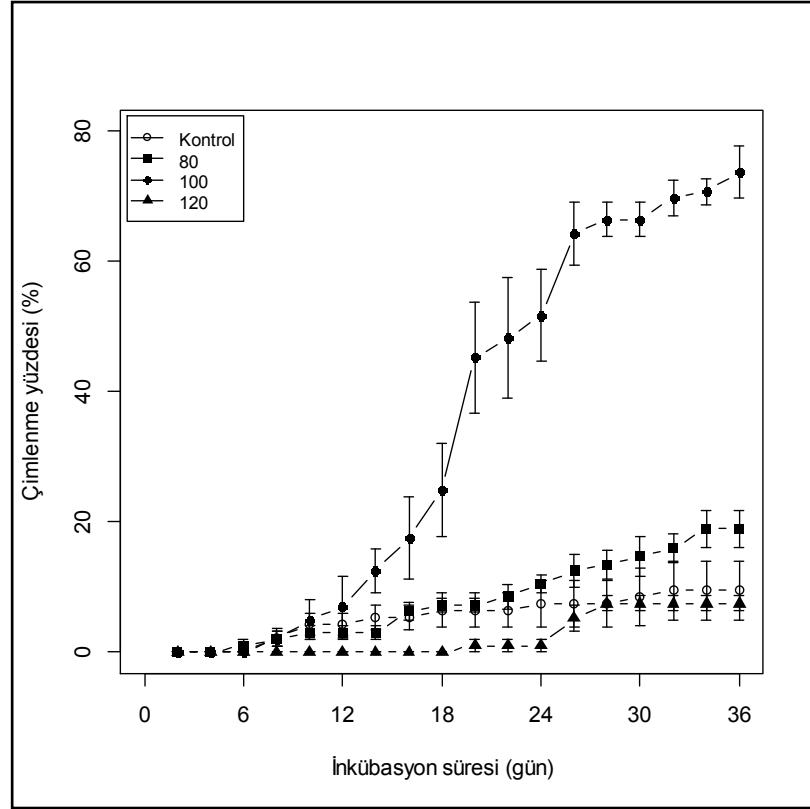
	UYGULAMA			
	KK	80 °C	100 °C	120 °C
%	6.81 ± 1.16	33.71 ± 3.47	66.47 ± 1.99	28.95 ± 4.22
P		< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001



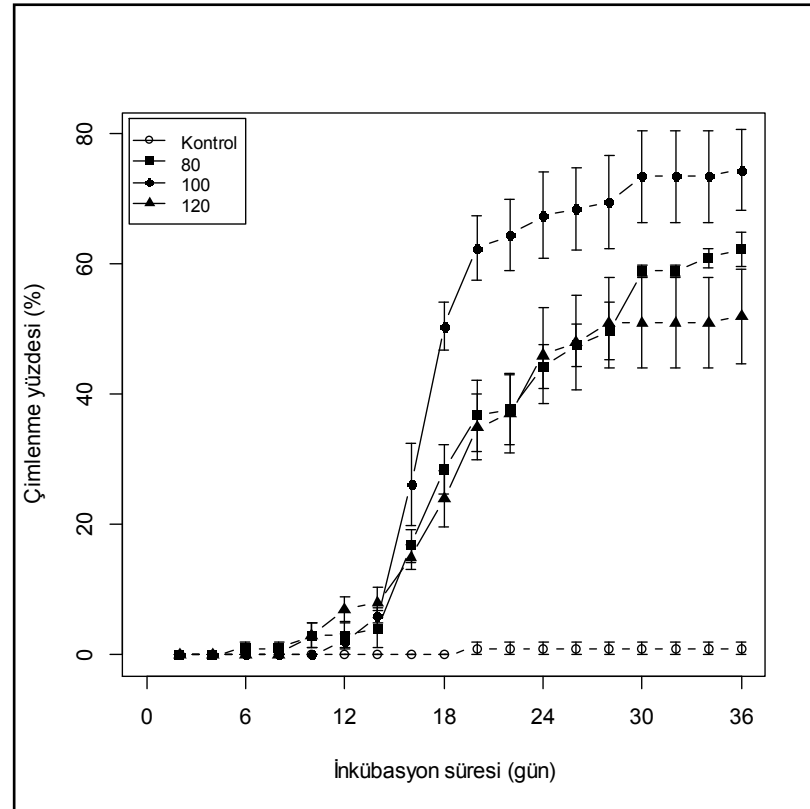
Şekil 3.1. A alt popülasyonu çimlenme deneyi sonuçları



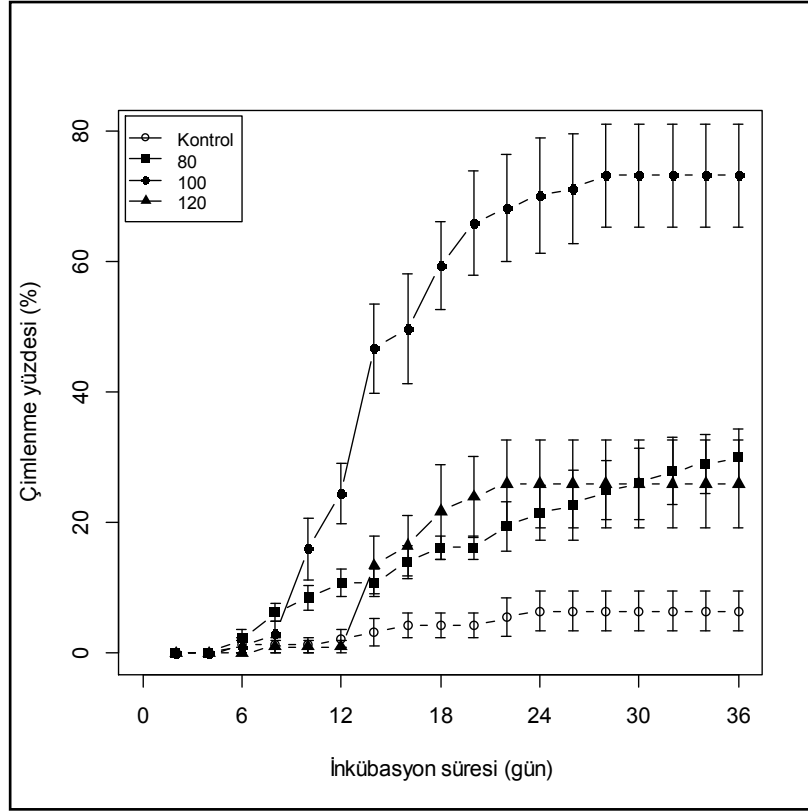
Şekil 3.2. B alt popülasyonu çimlenme deneyi sonuçları



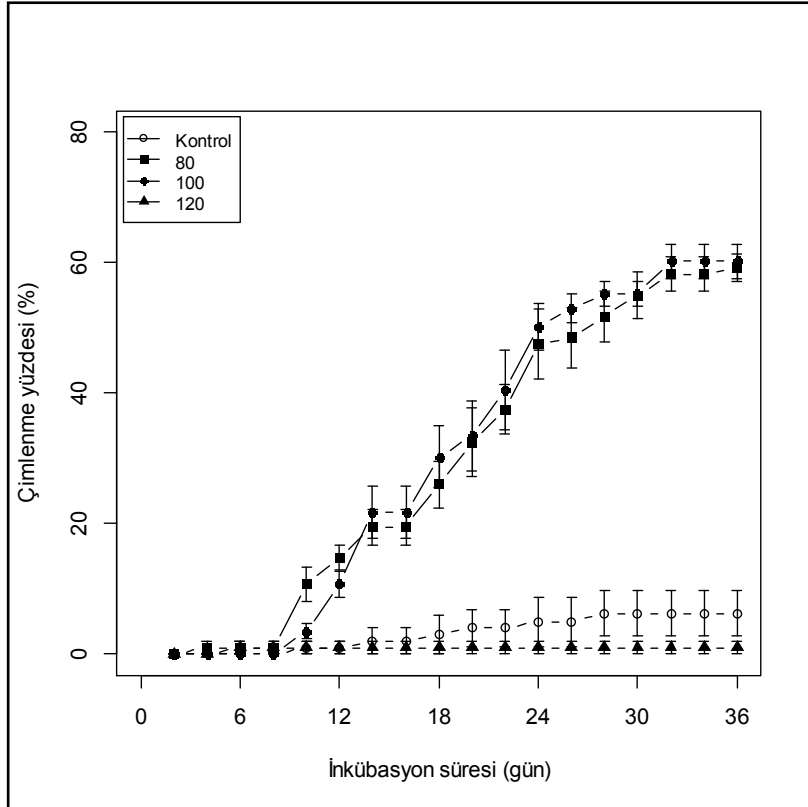
Şekil 3.3. C alt popülasyonu çimlenme deneyi sonuçları



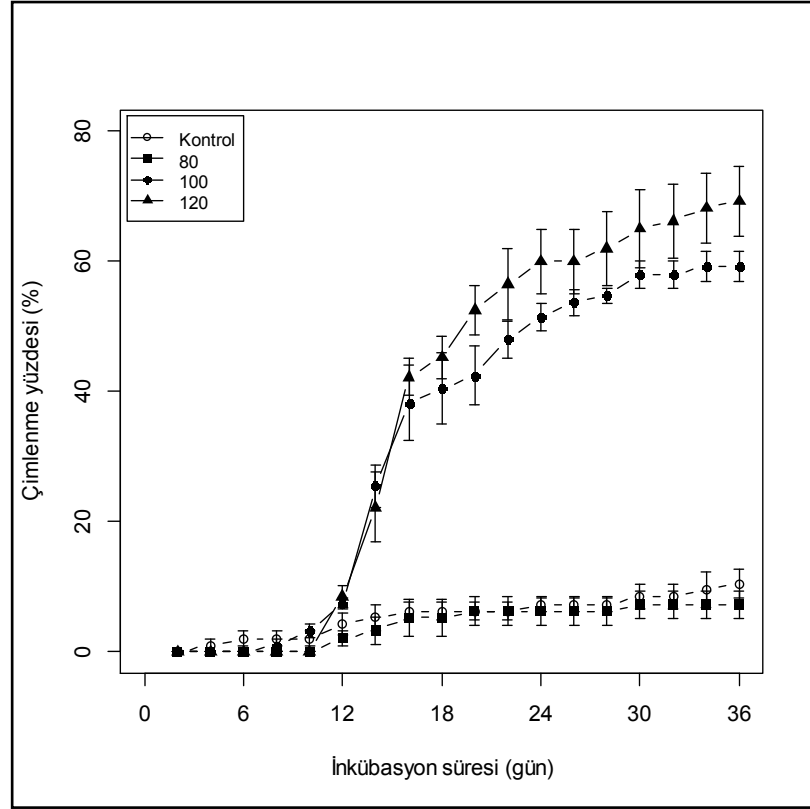
Şekil 3.4. D alt popülasyonu çimlenme deneyi sonuçları



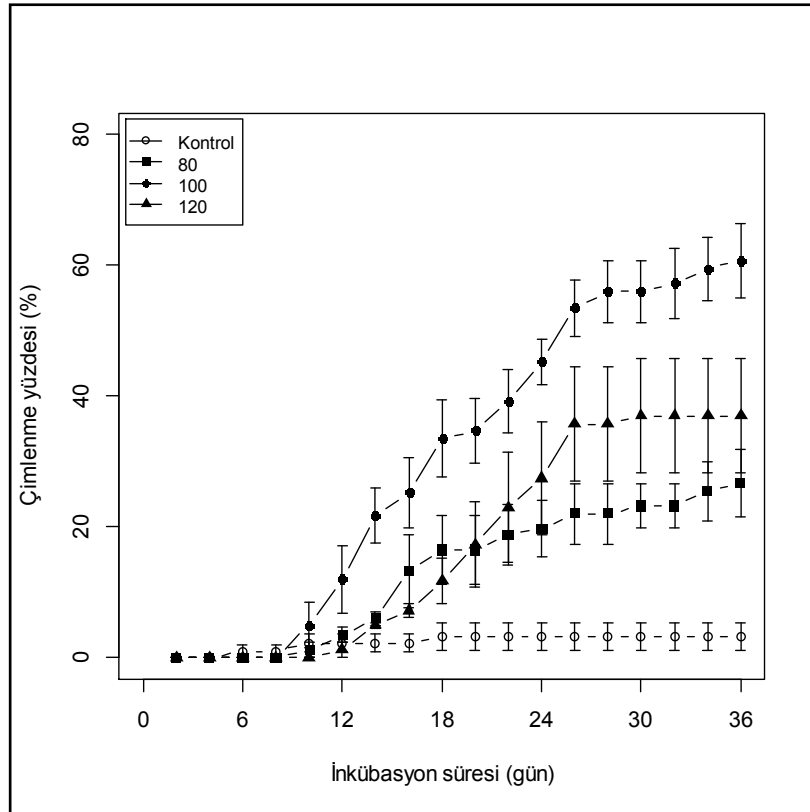
Şekil 3.5. E alt popülasyonu çimlenme deneyi sonuçları



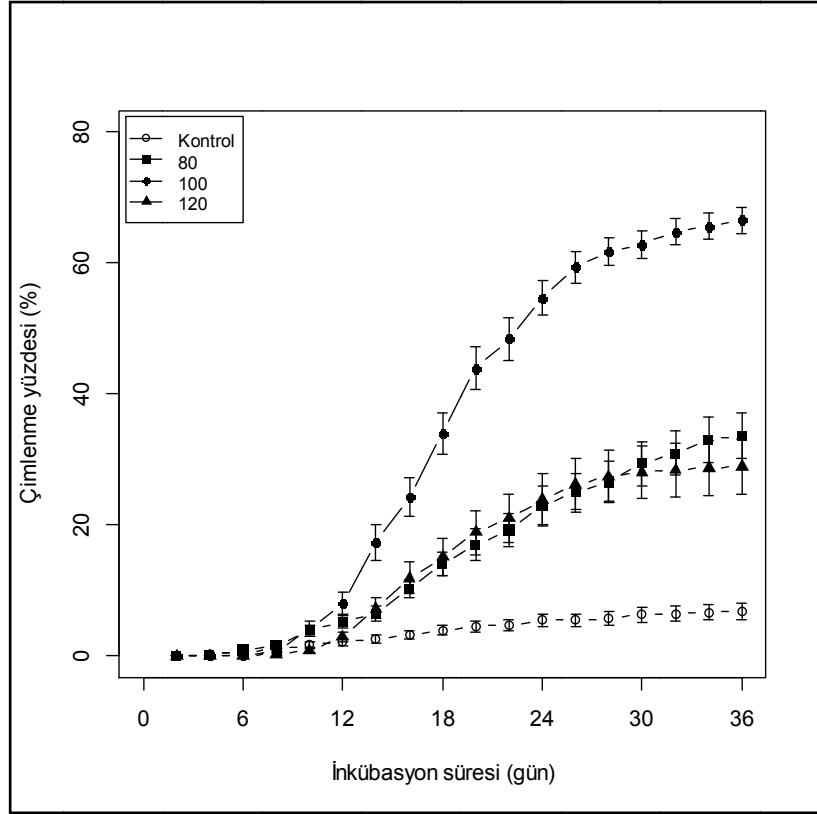
Şekil 3.6. F alt popülasyonu çimlenme deneyi sonuçları



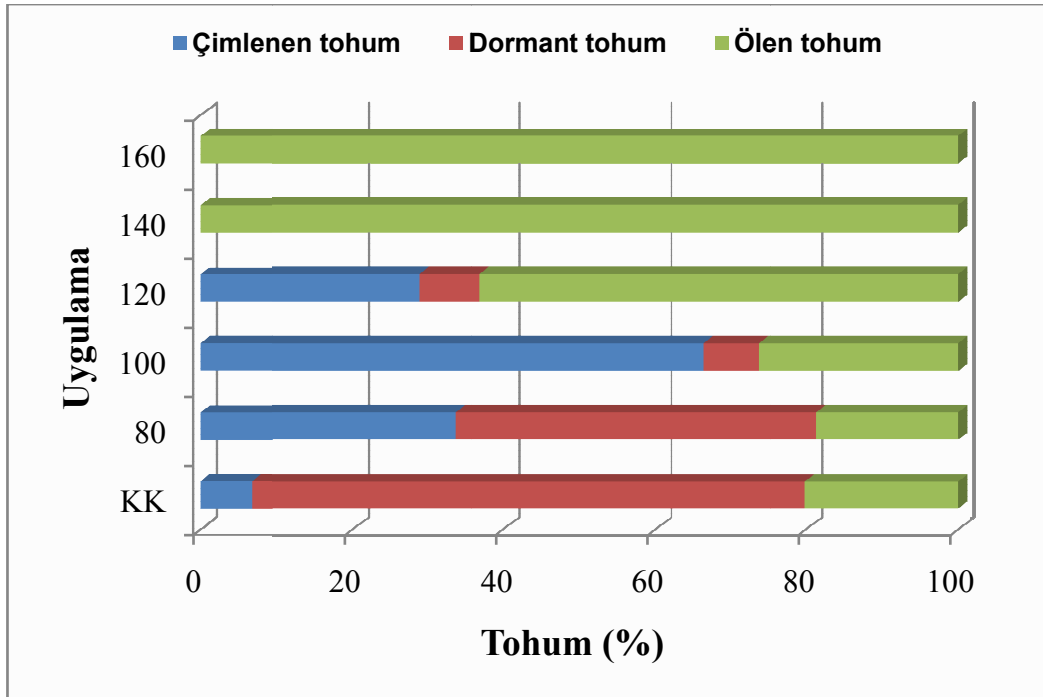
Şekil 3.7. G alt popülasyonu çimlenme deneyi sonuçları



Şekil 3.8. H alt popülasyonu çimlenme deneyi sonuçları



Şekil 3.9. Alt popülasyonların uygulamalara göre çimlenme yüzdelерinin ortalaması

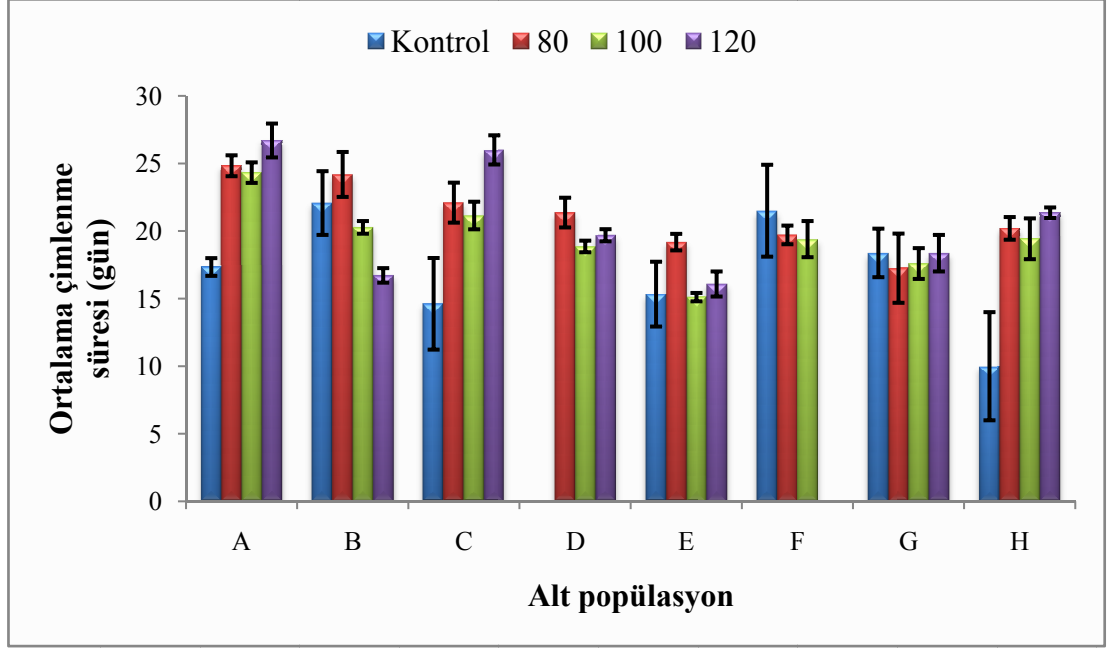


Şekil 3.10. Alt popülasyonların uygulamalara göre ortalama dormansi ve mortalite yüzdeleri

140 ve 160 °C sıcaklık şoku uygulamalarında çimlenme olmadığı için, ortalama çimlenme süreleri, dört uygulama (kontrol, 80 °C, 100 °C ve 120 °C) arasında karşılaştırılmıştır. Ayrıca, D alt popülasyonunda kontrol uygulaması ve F alt popülasyonunda 120 °C sıcaklık şoku uygulaması, düşük çimlenme yüzdeleri nedeniyle analize dahil edilmemiştir. Uygulamalara göre ortalama çimlenme süreleri (gün) karşılaştırıldığında, dört alt popülasyonda (A, B, C ve H) uygulamalar arası istatistiksel ($P < 0.05$) fark bulunmuştur. D, E, F ve G alt popülasyonlarında ise uygulamalar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (Çizelge 3.3, Şekil 3.11). Her bir uygulama için alt popülasyonların ortalamaları alındığında, en kısa çimlenme süresine kontrol ile optimal çimlenmenin gerçekleştiği 100 °C sıcaklık şoku uygulamasında ulaşıldığı tespit edilmiştir. *Cistus* türleri üzerine yapılan çalışmalarda, ortalama çimlenme süresinin genel olarak kontrol uygulamasında daha kısa olduğu, bazı durumlarda ise uygulamalar (kontrol ve sıcaklık şoku) arasında fark bulunmadığı belirlenmiştir (Thanos ve Georghiou, 1988; Thanos vd., 1992; Tavşanoğlu, 2011). Alt popülasyon düzeyi çimlenme deneyi sonucunda elde edilen sonuçlar, mevcut literatür ile uyumluluk göstermektedir.

Çizelge 3.3. Alt popülasyonların uygulamalara göre ortalama çimlenme süresi (gün)

AP	UYGULAMA				İSTATİSTİK	
	KK	80 °C	100 °C	120 °C	F	P
A	17.34 ± 0.66 (a)	24.83 ± 0.77 (b)	24.32 ± 0.76 (b)	26.70 ± 1.25 (b)	11.97	0.001
B	22.07 ± 2.36 (ab)	24.19 ± 1.66 (b)	20.27 ± 0.47 (ab)	16.72 ± 0.54 (a)	4.61	0.023
C	14.62 ± 3.39 (a)	22.10 ± 1.48 (ab)	21.15 ± 1.02 (ab)	26.00 ± 1.08 (b)	6.77	0.008
D	-	21.37 ± 1.10	18.86 ± 0.43	19.69 ± 0.45	3.06	0.097
E	15.33 ± 2.40	19.18 ± 0.61	15.11 ± 0.31	16.08 ± 0.93	2.99	0.077
F	21.50 ± 3.40	19.71 ± 0.69	19.40 ± 1.34	-	0.35	0.715
G	18.38 ± 1.80	17.25 ± 2.56	17.60 ± 1.14	18.36 ± 1.35	0.11	0.955
H	10.00 ± 4.00 (a)	20.20 ± 0.84 (b)	19.43 ± 1.51 (b)	21.36 ± 0.39 (b)	9.12	0.003
ORT.	17.66 ± 1.19 (a)	21.10 ± 0.60 (b)	19.52 ± 0.54 (ab)	20.70 ± 0.81 (b)	3.65	0.015



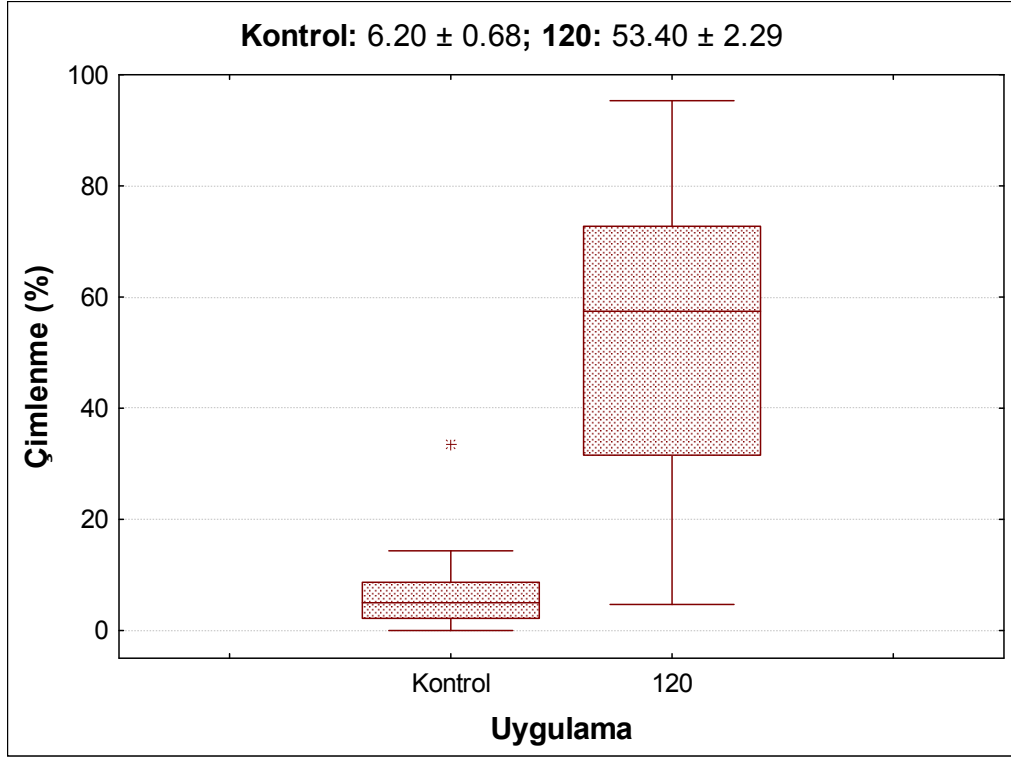
Şekil 3.11. Alt popülasyonların uygulamalara göre ortalama çimlenme süresi (gün)

3.2. Bireysel Çimlenme Deneyi Sonuçları

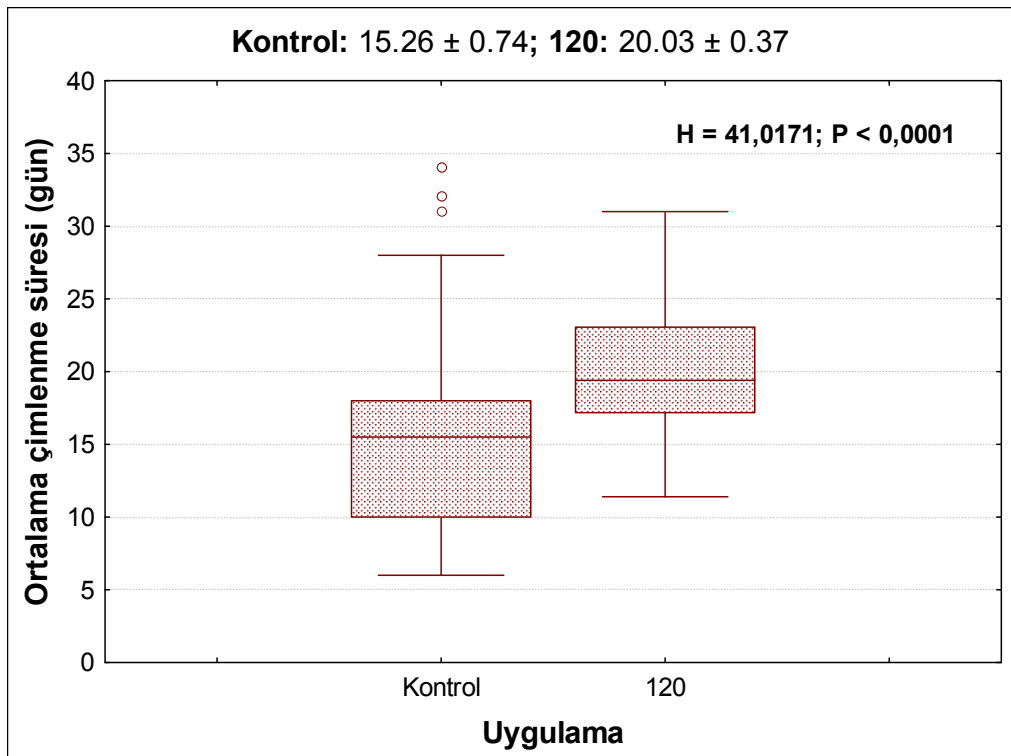
3.2.1. 120 °C sıcaklık şoku uygulamasının çimlenme üzerine etkisi

Kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında, 120 °C sıcaklık (5 dk) şoku uygulaması 32 bireyden 27 tanesinin çimlenmesini stimule etmiştir. 5 bireyde ise sıcaklık şoku uygulaması ile kontrol arasında istatistiksel ($P < 0.05$) bir fark bulunamamıştır. Kontrol uygulamasında bir birey dışında (E alt popülasyonu - 2. birey) bireylerin çimlenmesi %15'in altında tespit edilmiştir. Sıcaklık şoku uygulamasında ise 3 birey dışında (C alt popülasyonu - 9. ve 10. birey, F alt popülasyonu - 10. birey), kalan bireylerin çimlenmeleri %20 ile %95 arasında belirlenmiştir (Çizelge 3.4, Şekil 3.12).

Uygulamalara göre, ortalama çimlenme süreleri karşılaştırıldığında, kontrol uygulamasında çimlenmenin genel olarak daha kısa sürede tamamlandığı tespit edilmiştir (Şekil 3.13). Elde edilen bu sonuç, Thanos ve Georgiou (1988)' nin *Cistus salviifolius* için yaptıkları çalışma ile uyumludur.



Şekil 3.12. 120 °C sıcaklık şoku uygulamasının bireysel çimlenme üzerine etkisi



Şekil 3.13. 120 °C sıcaklık şoku uygulamasının ortalama çimlenme süresi üzerine etkisi

Çizelge 3.4. 120 °C sıcaklık şoku uygulamasının bireysel çimlenme (%) üzerine etkisi

Alt popülasyon	Birey no	Kuru kontrol	120 °C	P
A	3	12.11 ± 6.20	24.93 ± 4.74	0.0288
A	4	0.00 ± 0.00	73.13 ± 2.96	< 0.0001
A	9	2.27 ± 1.31	48.42 ± 3.36	< 0.0001
B	2	3.13 ± 1.05	93.18 ± 4.35	< 0.0001
B	3	2.39 ± 1.38	79.49 ± 5.24	< 0.0001
B	5	2.04 ± 1.18	95.34 ± 1.95	< 0.0001
B	7	1.00 ± 1.00	53.28 ± 9.92	< 0.0001
B	8	4.17 ± 2.95	72.34 ± 3.31	< 0.0001
C	1	2.04 ± 1.18	62.52 ± 5.88	< 0.0001
C	2	5.55 ± 0.93	73.63 ± 2.65	< 0.0001
C	3	4.58 ± 3.08	70.25 ± 3.24	< 0.0001
C	4	2.08 ± 2.08	74.47 ± 5.40	< 0.0001
C	5	10.36 ± 2.86	21.38 ± 8.52	0.0575
C	6	6.09 ± 2.37	29.55 ± 7.79	< 0.0001
C	7	1.09 ± 1.09	22.85 ± 1.15	< 0.0001
C	9	8.34 ± 3.57	4.69 ± 4.69	0.3354
C	10	4.26 ± 1.78	11.60 ± 1.74	0.0716
E	1	6.28 ± 2.96	33.54 ± 3.58	< 0.0001
E	2	33.49 ± 4.18	40.17 ± 0.77	0.3313
E	3	12.40 ± 3.81	62.92 ± 3.25	< 0.0001
E	4	6.94 ± 4.17	39.11 ± 9.96	< 0.0001
E	5	5.40 ± 3.19	28.55 ± 6.60	0.0026
E	6	2.45 ± 1.42	56.54 ± 5.74	< 0.0001
E	7	9.90 ± 2.75	55.93 ± 8.30	< 0.0001
E	8	9.01 ± 0.25	69.43 ± 4.98	< 0.0001
E	9	1.19 ± 1.19	83.50 ± 2.12	< 0.0001
E	10	5.55 ± 2.18	58.33 ± 8.33	< 0.0001
F	6	4.26 ± 2.79	52.66 ± 10.00	< 0.0001
F	10	14.33 ± 3.82	15.77 ± 3.27	0.911
H	1	1.14 ± 1.14	68.79 ± 7.20	< 0.0001
H	4	9.27 ± 4.09	73.51 ± 2.67	< 0.0001
H	5	5.44 ± 2.09	58.93 ± 5.03	< 0.0001

3.2.2. 100 °C sıcaklık şoku uygulamasının çimlenme üzerine etkisi

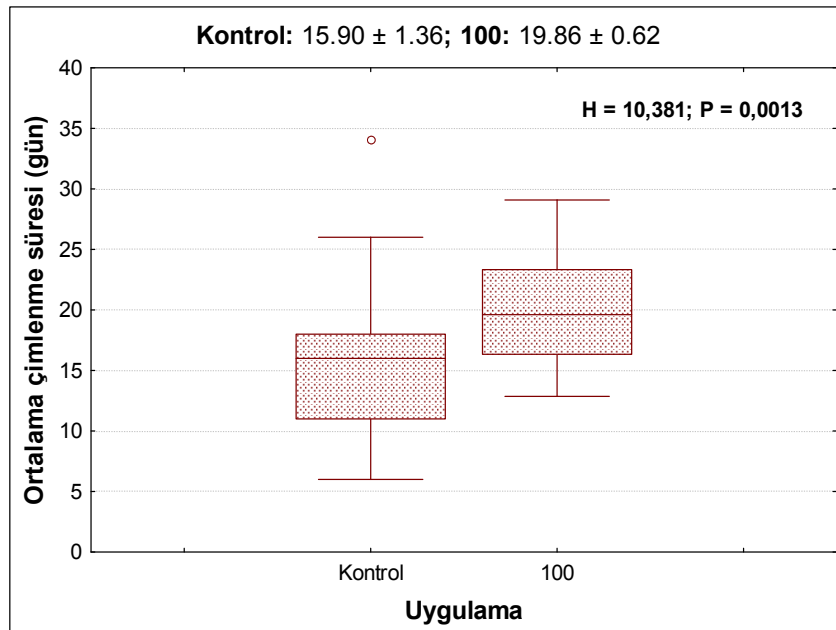
100 °C'de 5 dk boyunca yapılan sıcaklık şoku uygulaması, test edilen tüm bireylerin çimlenme yüzdesini anlamlı olarak arttırmıştır (Çizelge 3.5). Bireylerin kontrol

uygulamasındaki ortalama çimlenme % 4.24 iken, sıcaklık şoku uygulamasındaki ortalama çimlenme %70.85'dir.

Çizelge 3.5. 100 °C sıcaklık şoku uygulamasının bireysel çimlenme (%) üzerine etkisi

Alt popülasyon	Birey no	Kuru kontrol	100 °C	P
A	4	0.00 ± 0.00	83.31 ± 2.30	< 0.0001
A	9	2.27 ± 1.31	85.42 ± 3.62	< 0.0001
C	1	2.04 ± 1.18	80.89 ± 4.44	< 0.0001
C	3	4.58 ± 3.08	73.07 ± 5.20	< 0.0001
C	4	2.08 ± 2.08	69.45 ± 2.34	< 0.0001
C	10	4.26 ± 1.78	55.64 ± 2.60	< 0.0001
E	1	6.28 ± 2.96	68.51 ± 5.92	< 0.0001
E	4	6.94 ± 4.17	47.82 ± 2.42	< 0.0001
E	6	2.45 ± 1.42	67.46 ± 7.34	< 0.0001
E	8	9.01 ± 0.25	84.23 ± 4.35	< 0.0001
E	10	5.55 ± 2.18	62.44 ± 6.30	< 0.0001
H	5	5.44 ± 2.09	71.99 ± 8.25	< 0.0001
Bireylerin ortalaması		4.24 ± 0.66	70.85 ± 2.06	< 0.0001

Uygulamalara göre, ortalama çimlenme süreleri karşılaştırıldığında, kontrol uygulamasında çimlenmenin, sıcaklık şoku uygulamasına göre daha kısa sürede tamamlandığı tespit edilmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. 100 °C sıcaklık şoku uygulamasının ortalama çimlenme süresi üzerine etkisi

3.2.3. Duman çözültisinin çimlenme üzerindeki etkisi

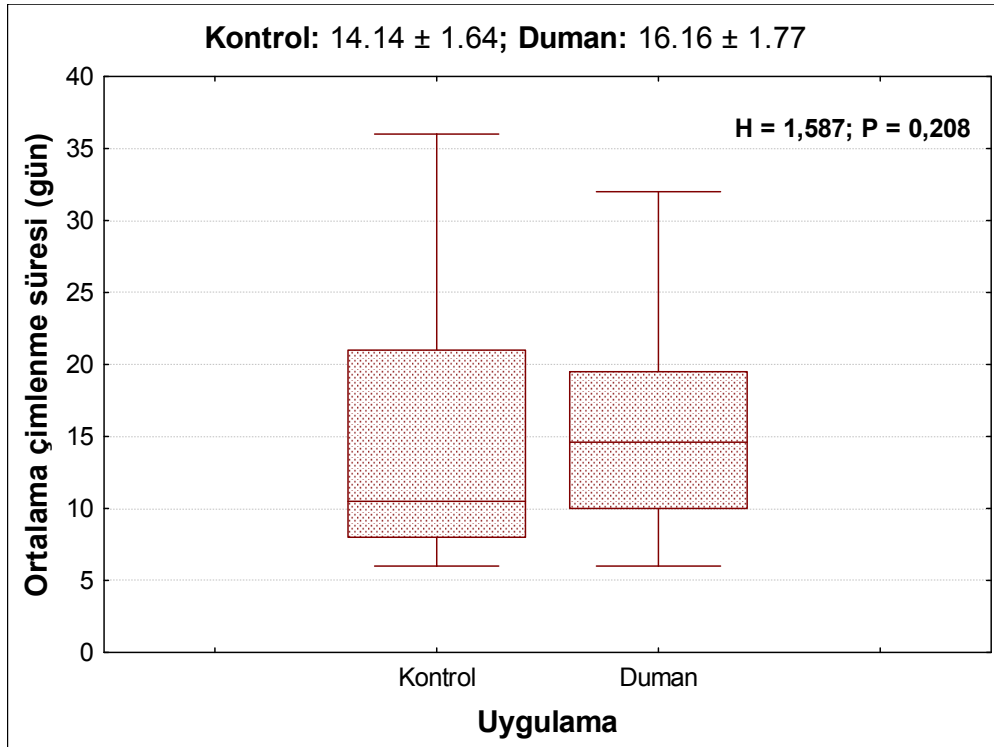
Duman uygulaması sonucu, 1 bireyin (E alt popülasyonu - 6. birey) çimlenme yüzdesi anlamlı olarak ($P < 0.05$) düşmüştür. 11 bireyde ise uygulamalar arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır (Çizelge 3.6). Hem sulu kontrolde hem de duman uygulamasında bireylerin çimlenmeleri %16'nın altında tespit edilmiştir. Uygulamalara göre bireylerin ortalaması alındığında, kontrolün çimlenmesi % 5.70 iken, duman uygulamasının çimlenmesi % 4.93 olarak hesaplanmıştır. Genel olarak, kontrol ile duman uygulaması arasında bir fark bulunmamıştır.

Çizelge 3.6. Duman uygulamasının bireysel çimlenme (%) üzerine etkisi

Alt popülasyon	Birey no	Sulu kontrol	Duman	P
A	4	1.32 ± 1.32	1.32 ± 1.32	0.993
A	9	1.47 ± 1.47	1.32 ± 1.32	0.984
C	1	1.39 ± 1.39	1.56 ± 1.56	0.976
C	3	7.46 ± 1.45	8.52 ± 5.16	0.849
C	4	4.42 ± 1.48	1.47 ± 1.47	0.344
C	10	3.95 ± 3.95	2.50 ± 2.50	0.591
E	1	12.39 ± 4.82	14.62 ± 6.78	0.735
E	4	3.45 ± 2.00	9.18 ± 3.26	0.244
E	6	6.51 ± 2.94	0.00 ± 0.00	0.022
E	8	6.26 ± 2.56	4.38 ± 2.95	0.595
E	10	15.31 ± 2.22	9.74 ± 7.40	0.446
H	5	4.51 ± 2.97	4.60 ± 2.98	0.954
Bireylerin ortalaması		5.70 ± 0.90	4.93 ± 1.14	0.509

Akdeniz havzasında, sert tohum kabuğuna sahip Cistaceae bireyleriyle gerçekleştirilen çimlenme çalışmalarında, genel olarak dumanla uyarılan çimlenme tespit edilmemiştir (Buhk ve Hensen, 2006; Reyes ve Trabaud, 2009; Moreira vd., 2010; Tavşanoğlu, 2011; Çatav vd., 2012; Moreira vd., 2012). Buna karşılık, yapılan birkaç çalışmada ise dumanla uyarılan çimlenme saptanmıştır (Pérez-Fernández ve Rodríguez-Echeverría, 2003; Crosti vd., 2006). Dumana verilen çimlenme cevabındaki varyasyonun, popülasyonlar arası tohum su geçirgenliği farkından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Thanos vd., 1992; Moreira vd., 2010). Yani, daha geçirgen tohum kabuğuna sahip popülasyonlarda dumana cevabının daha yüksek olabileceği varsayılmaktadır.

Uygulamalara göre bireylerin ortalamaları alındığında, kontrol ile duman uygulaması arasında ortalama çimlenme süresi bakımından fark bulunmamıştır (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Duman uygulamasının ortalama çimlenme süresi üzerine etkisi

3.2.4. Sıcaklık şoku artı duman uygulamasının çimlenme üzerindeki etkisi

Sıcaklık şoku (100 °C) artı duman uygulaması, 3 bireyin çimlenmesini yalnız sıcaklık şoku uygulamasına göre anlamlı ($P < 0.05$) olarak arttırmıştır. 5 bireyin çimlenmesinde ise anlamlı olmayan ($P > 0.05$) artışlar belirlenmiştir. Uygulamalara göre bireylerin ortalaması alındığında, sıcaklık şoku artı duman uygulamasında çimlenmenin daha yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 3.7).

Sıcaklık şoku artı duman uygulaması 1 bireyin ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır. Geriye kalan 11 bireyde ise uygulamalar arasında fark bulunmamıştır (Çizelge 3.8).

Sıcaklık şoku artı duman uygulamasının çimlenme üzerinde, yalnız sıcaklık şoku uygulamasına göre daha başarılı olduğu, Avustralya florası üzerine yapılmış birkaç

çalışmada tespit edilmiştir (Tieu vd., 2001; Thomas vd., 2003). Bu tez çalışmasında, 3 bireyde ve genel ortalama da benzer bir sonucun çıkması, Akdeniz havzası florasına (özellikle sert tohum kabuğuna sahip türler için) yönelik daha kapsamlı çalışmaların gerekliliğini göstermektedir.

Çizelge 3.7. Sıcaklık şoku artı duman uygulamasının bireysel çimlenme (%) üzerine etkisi

Alt popülasyon	Birey no	100 °C	100 °C + D	P
A	4	83.31 ± 2.30	76.78 ± 3.62	0.325
A	9	85.42 ± 3.62	80.19 ± 5.39	0.373
C	1	80.89 ± 4.44	71.31 ± 9.68	0.198
C	3	73.07 ± 5.20	77.23 ± 2.43	0.573
C	4	69.45 ± 2.34	79.96 ± 3.38	0.149
C	10	55.64 ± 2.60	64.76 ± 6.86	0.260
E	1	68.51 ± 5.92	77.04 ± 8.70	0.300
E	4	47.82 ± 2.42	68.75 ± 2.68	0.028
E	6	67.46 ± 7.34	85.87 ± 2.10	0.030
E	8	84.23 ± 4.35	81.27 ± 2.55	0.682
E	10	62.44 ± 6.30	65.54 ± 8.89	0.721
H	5	71.99 ± 8.25	87.02 ± 2.62	0.037
Bireylerin ortalaması		70.85 ± 2.06	76.31 ± 1.75	0.027

Çizelge 3.8. Sıcaklık şoku artı duman uygulamasının ortalama çimlenme süresi üzerindeki etkisi

Alt popülasyon	Birey no	100 °C	100 °C + D	F	P
A	4	19.88 ± 1.23	21.13 ± 1.52	0.41	0.546
A	9	22.48 ± 0.67	21.81 ± 1.25	0.224	0.653
C	1	23.41 ± 1.54	24.30 ± 1.10	0.218	0.657
C	3	21.64 ± 0.98	19.34 ± 2.52	0.727	0.427
C	4	25.73 ± 1.30	22.58 ± 1.92	1.845	0.223
C	10	25.46 ± 0.40	27.15 ± 0.69	4.477	0.079
E	1	14.06 ± 0.41	12.72 ± 1.02	1.485	0.269
E	4	17.68 ± 0.40	15.49 ± 0.38	15.95	0.007
E	6	16.92 ± 1.07	17.83 ± 0.99	0.397	0.552
E	8	13.90 ± 0.40	13.74 ± 0.76	0.037	0.854
E	10	16.29 ± 0.76	13.98 ± 0.67	5.268	0.062
H	5	20.85 ± 1.07	19.66 ± 0.57	0.972	0.362
Bireylerin ortalaması		19.86 ± 0.62	19.14 ± 0.71	0.578	0.449

3.3. Çimlenme Deneyi Dışındaki Ölçümlerin Sonuçları

Bu tez çalışmasında, 8 alt popülasyondan 80 bireye ait bitki boyu, toplam meyve sayısı, meyve başına düşen ortalama tohum sayısı, ortalama tohum ağırlığı, tohum su geçirgenlik testi sonrası ağırlık artışı, ortalama yaprak boyu, ortalama yaprak eni ve ortalama petiyol uzunluğu belirlenmiştir. Elde edilen değerlere ait minimum ve maksimum değerleri ile her bir özellik için 80 bireyin ortalama değeri Çizelge 3.9'da gösterilmiştir. Ayrıca, her bir özelliğe ait bireysel sonucun alt popülasyon düzeyinde dağılımı box plot (kutu grafiği) grafikleri ile gösterilmiştir (Şekil 3.16 – 3.23).

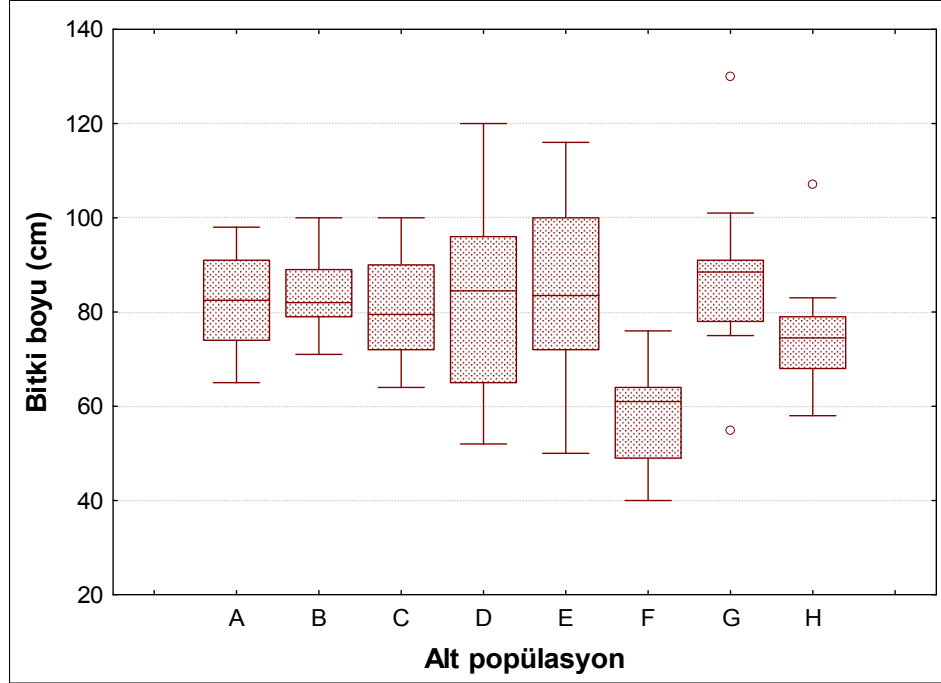
Çizelge 3.9. Çimlenme deneyi dışındaki ölçümlerin sonuçları

Her bir bireye ait çimlenme dışı ölçümler	n	Min	Max	Ortalama	CV
Bitki boyu (cm)	80	40	130	79.54	0.212
Toplam meyve sayısı	80	5	415	45.08	1.449
Ortalama tohum sayısı	80	9	43	23.24	0.417
Ortalama tohum ağırlığı (mg)	80	0.60	1.42	1.00	0.169
Tohum su geçirgenlik testi sonrası ortalama ağırlık artışı (%)	80	2.50	58.30	18.03	0.763
Ortalama yaprak boyu (cm)	80	1.38	2.52	1.90	0.205
Ortalama yaprak eni (cm)	80	0.50	1.28	0.82	0.278
Ortalama petiyol uzunluğu (cm)	80	0.42	0.74	0.58	0.177

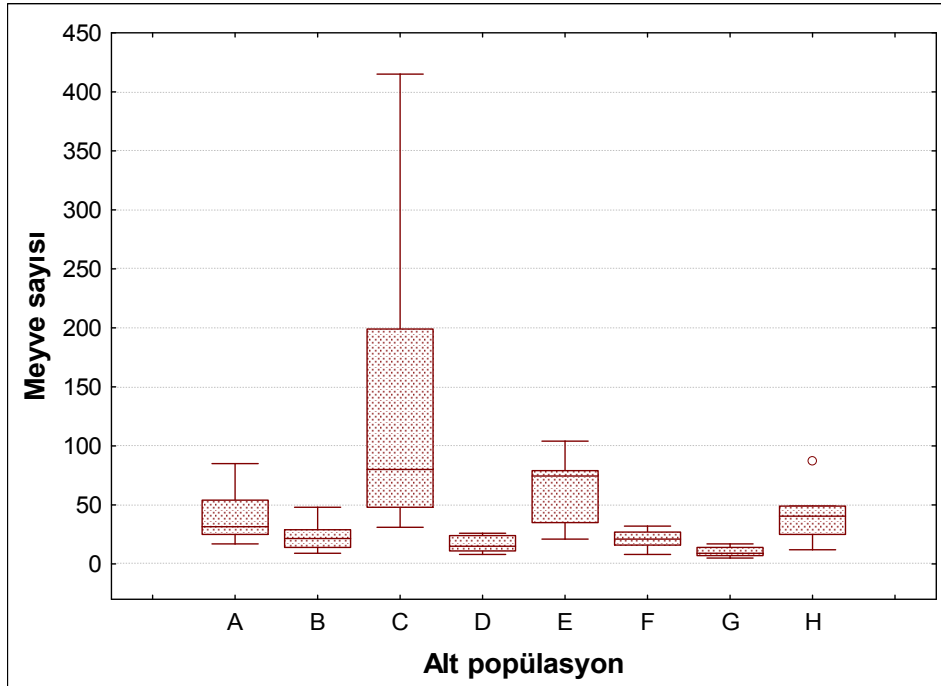
Ölçüm yapılan özelliklerde popülasyon içi (bireysel düzeyde) önemli değişkenlikler belirlenmiştir. Özellikle, toplam meyve sayısı, ortalama tohum sayısı ve tohum su geçirgenlik seviyesinde yüksek CV değerleri elde edilmiştir. Ayrıca, *C. salviifolius* bitkisinde tohum su geçirgenliğindeki bireysel varyasyon, deneysel olarak ilk kez tespit edilmiştir.

Bitki özelliklerindeki değişkenliğin, öngörülemeyen çevre koşullarına karşı geliştirilmiş bir adaptasyon olduğu bilinmektedir (Simons ve Johnston, 2003). Oldukça değişken çevre koşullara (kuraklık, yangın, vb.) sahip Akdeniz tipi ekosistemlerde, bitki özelliklerindeki değişkenlik çeşitli çalışmalarda tespit edilmiştir (Cruz vd., 2003; Moreira vd., 2012). Ayrıca, son yıllarda yapılan moleküler çalışmalar yangının bitki popülasyonları arasındaki genetik varyasyonu arttırdığını göstermiştir (Dolan

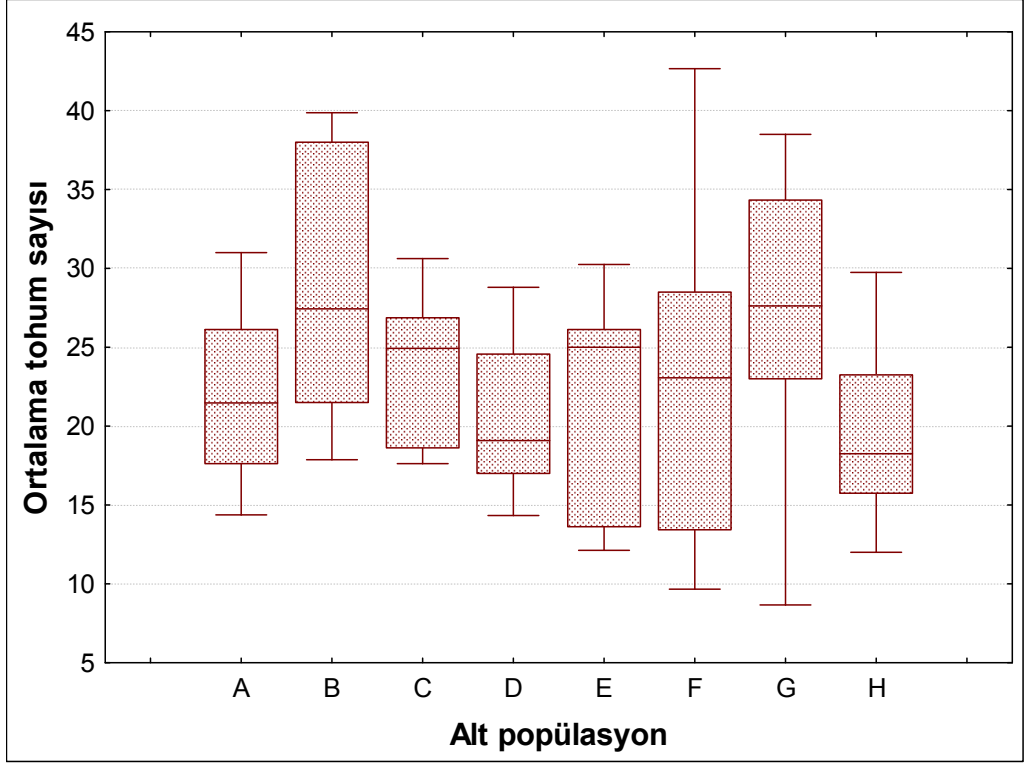
vd., 2008; Schrey vd., 2011; Segarra-Moragues ve Ojeda, 2010). Tavşanoğlu ve Çatav (2012)'a göre, *C. salviifolius*'da bitki özelliklerinde görülen tür içi varyasyon, bitkinin değişken koşullara karşı adapte olmasını sağlamaktadır.



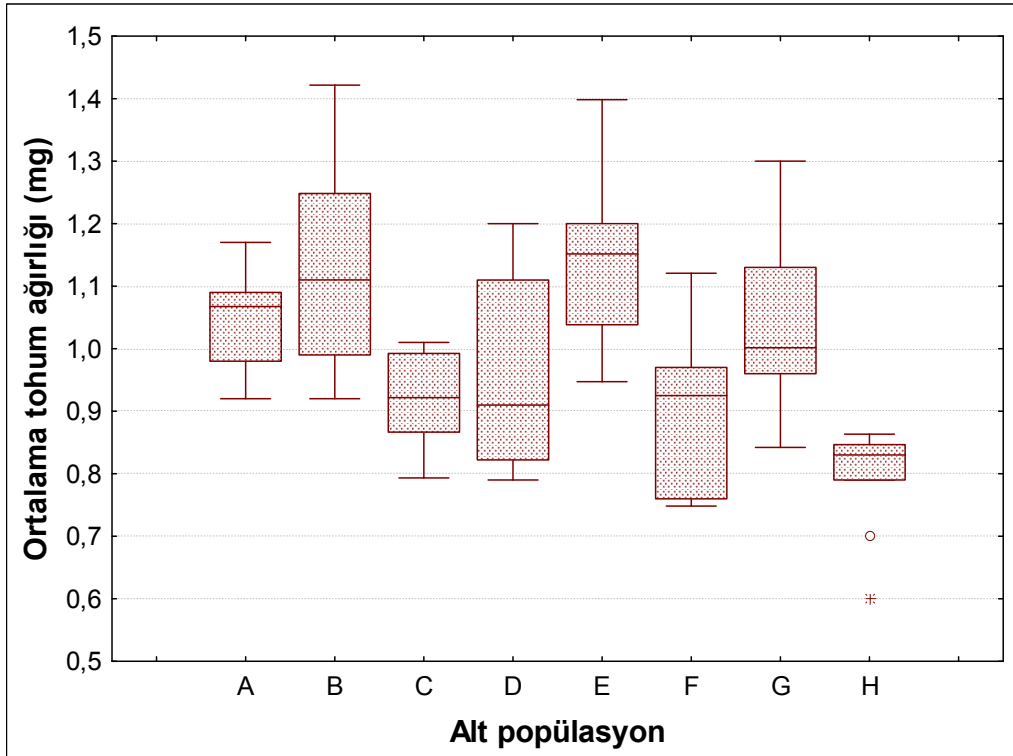
Şekil 3.16. Alt popülasyonlarda bulunan bireylere ait bitki boyu dağılımı



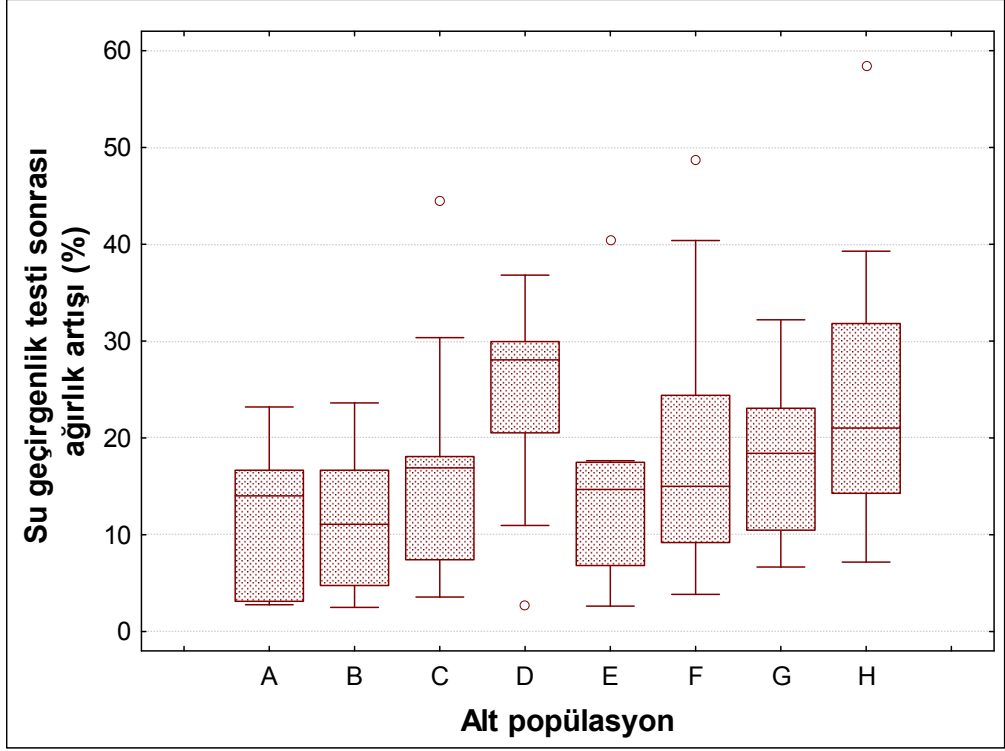
Şekil 3.17. Alt popülasyonlarda bulunan bireylere ait meyve sayısı dağılımı



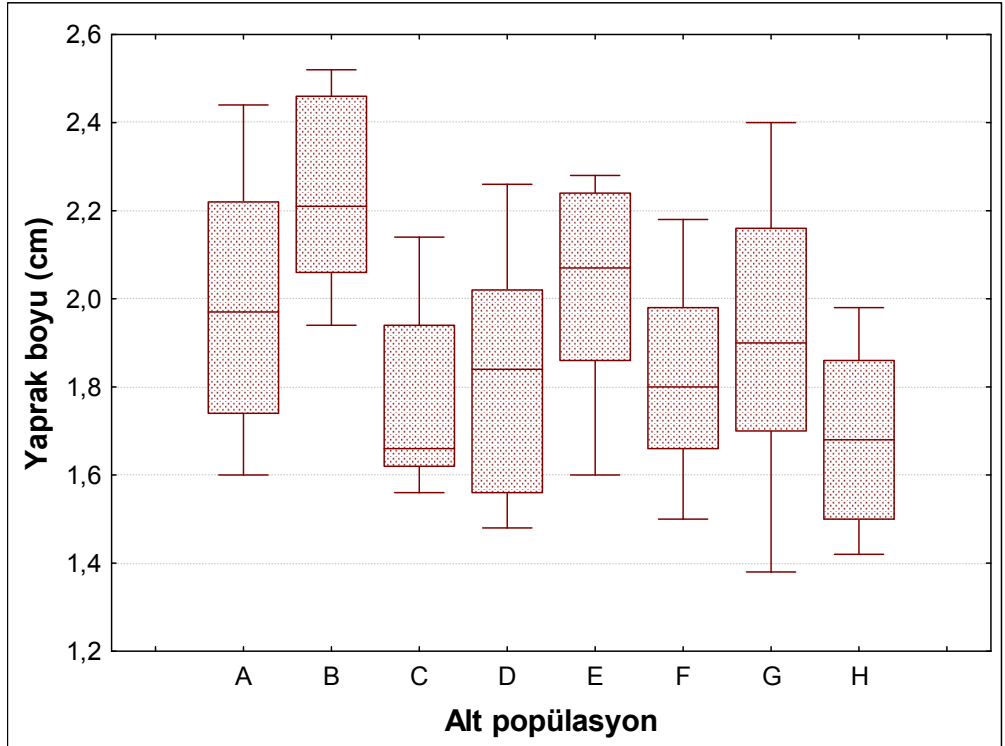
Şekil 3.18. Alt popülasyonlarda bulunan bireylere ait ortalama tohum sayısı dağılımı



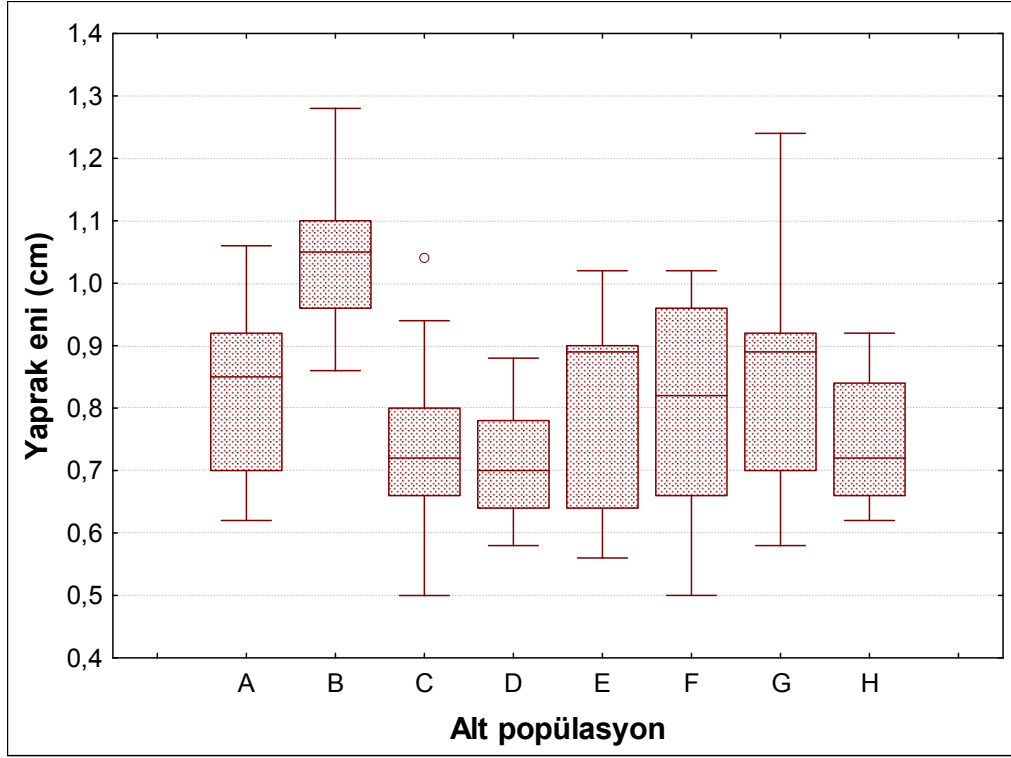
Şekil 3.19. Alt popülasyonlarda bulunan bireylere ait ortalama tohum ağırlığı dağılımı



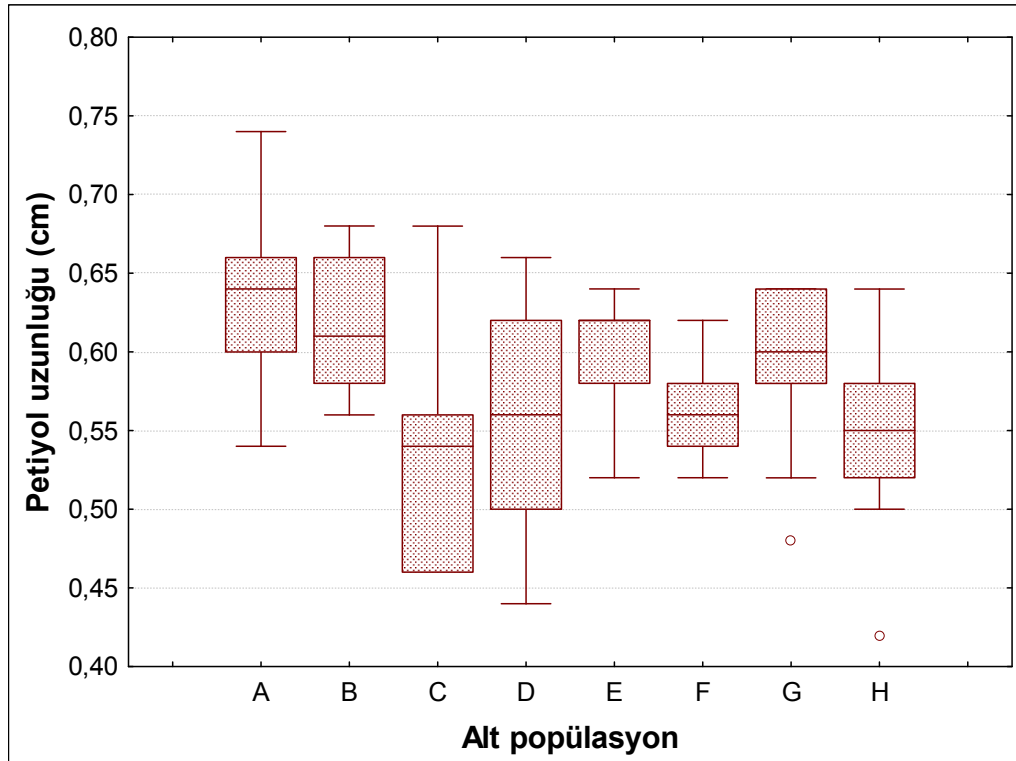
Şekil 3.20. Alt popülasyonlarda bulunan bireylere ait su geçirgenlik testi sonrası ortalama ağırlık artışı (%) dağılımı



Şekil 3.21. Alt popülasyonlarda bulunan bireylere ait ortalama yaprak boyu dağılımı



Şekil 3.22. Alt popülasyonlarda bulunan bireylere ait ortalama yaprak eni dağılımı



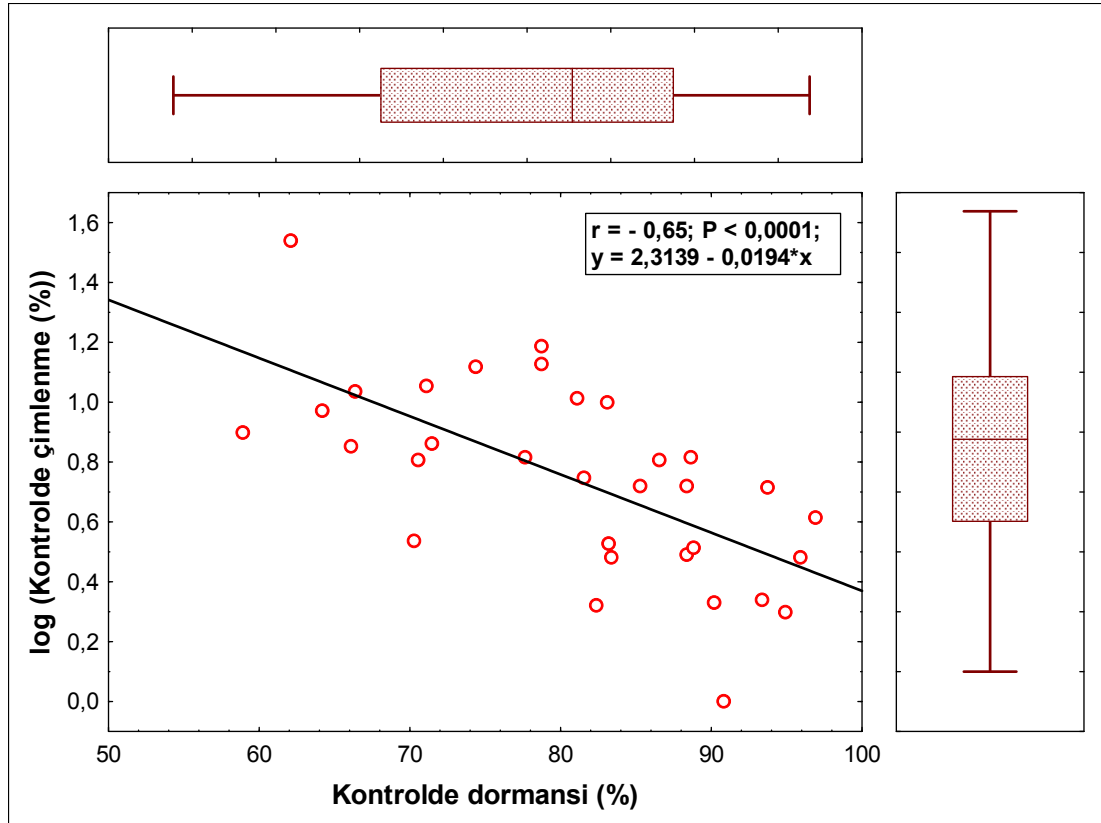
Şekil 3.23. Alt popülasyonlarda bulunan bireylere ait ortalama petiyol uzunluğu dağılımı

3.4. Elde Edilen Verilere Ait Korelasyon Matrisinin Sonuçları

Korelasyon matrisi sonucu elde edilen anlamlı ilişkiler 3 alt başlıkta incelenmiştir.

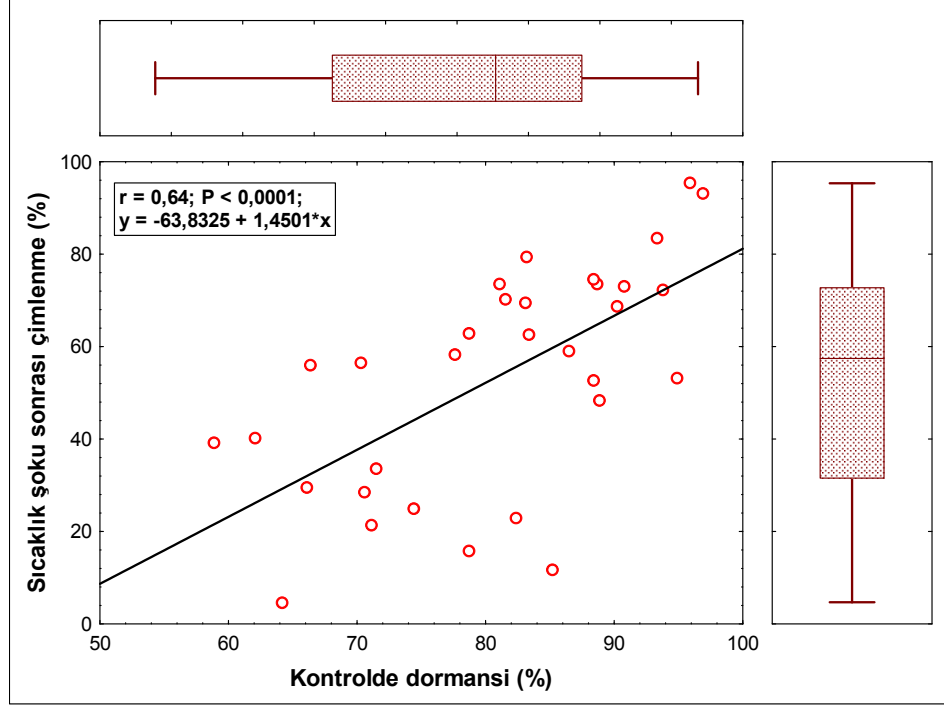
3.4.1. Çimlenme başarısına etki eden faktörler

Bireylere ait dormansi seviyesi, hem kontrolde hem de sıcaklık şoku uygulamasında çimlenmeyi doğrudan etkilemiştir. Bireylere ait dormansi seviyesi arttıkça, kontrol uygulamasında çimlenme yüzdesi düşmüştür (Şekil 3.24). Bununla birlikte, dormansi seviyesi arttıkça, sıcaklık şokunda elde edilen çimlenme yüzdesi artmıştır (Şekil 3.25).



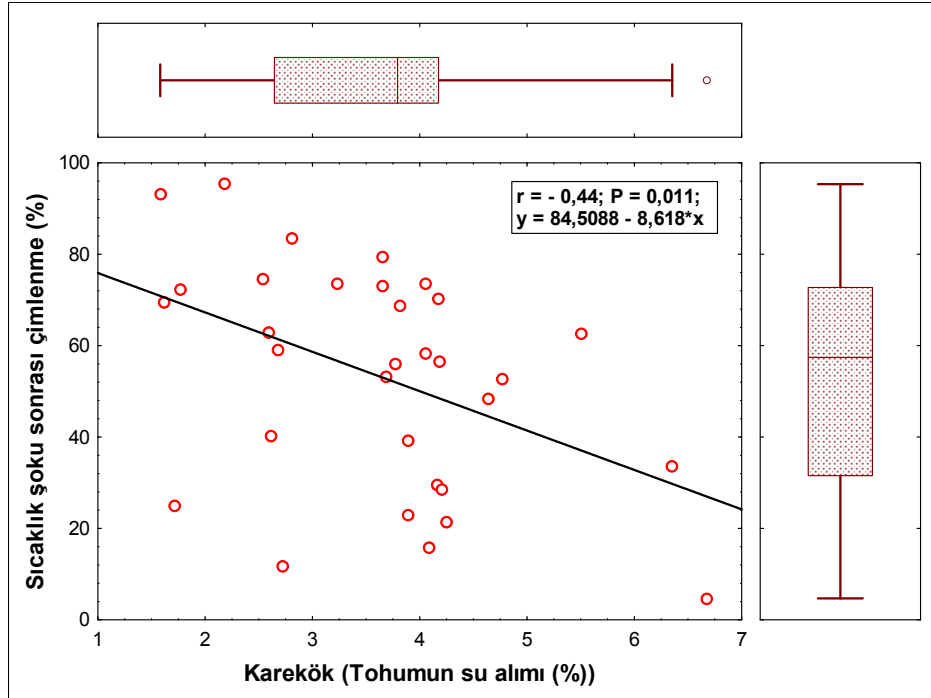
Şekil 3.24. Dormansinin kontrolde çimlenme üzerine etkisi

Elde edilen sonuçlar, tohumlara ait yüksek dormansinin kırılmasında, sıcaklık şokunun etkisini göstermektedir.



Şekil 3.25. Dormansinin sıcaklık şoku sonrası çimlenme üzerine etkisi

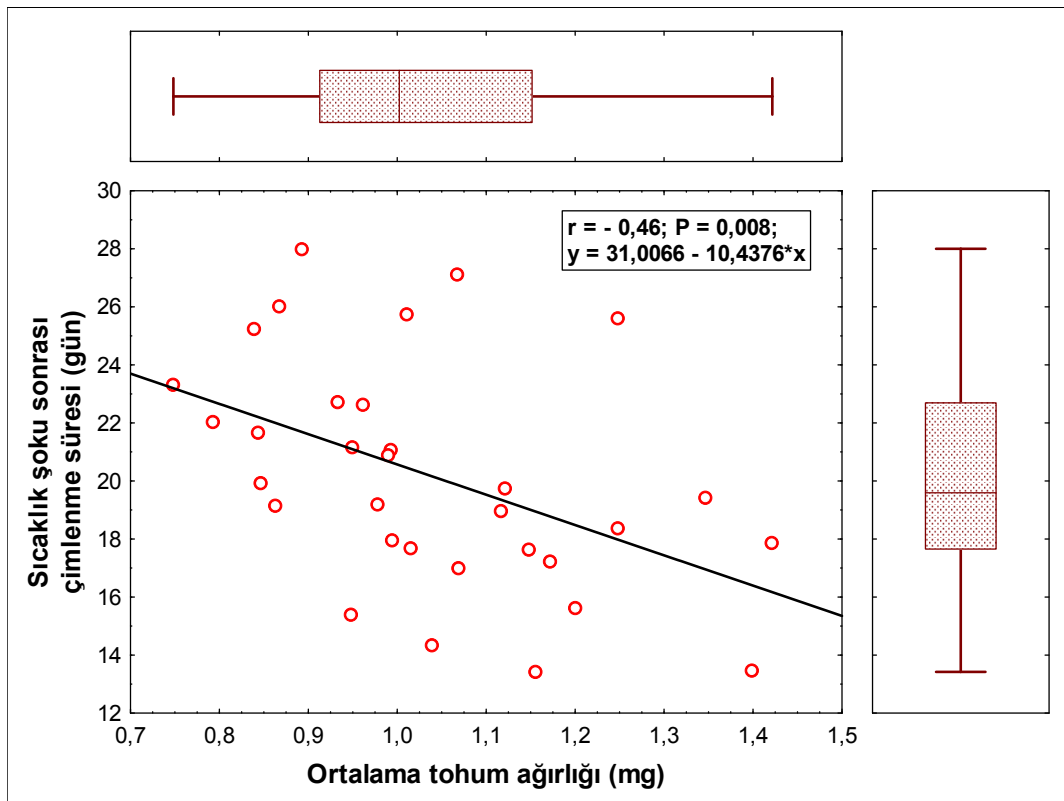
Tohum su geçirgenlik kapasitesi ile sıcaklık şoku sonrası çimlenme arasında negatif bir ilişki belirlenmiştir (Şekil 3.26). Bireylere ait tohumlarda su alımı arttıkça, sıcaklık şokunda elde edilen çimlenme yüzdesi azalmıştır.



Şekil 3.26. Tohum su geçirgenliğinin sıcaklık şoku sonrası çimlenme üzerine etkisi

Elde edilen bu sonuç, su geçirgenliği daha az olan tohumların, yangın sonrası çimlenmede daha başarılı olacağını göstermektedir.

Ortalama çimlenme süresine etki eden faktörler incelendiğinde, ortalama tohum ağırlığı ve toplam meyve sayısının anlamlı etkileri belirlenmiştir. Sıcaklık şoku uygulamasında, bireylere ait ortalama tohum ağırlığı arttıkça, çimlenme süresinin kısaldığı tespit edilmiştir (Şekil 3.27). Kontrolde ise bireylere ait toplam meyve sayısı arttıkça, çimlenme süresinin uzadığı saptanmıştır (Şekil 3.28).

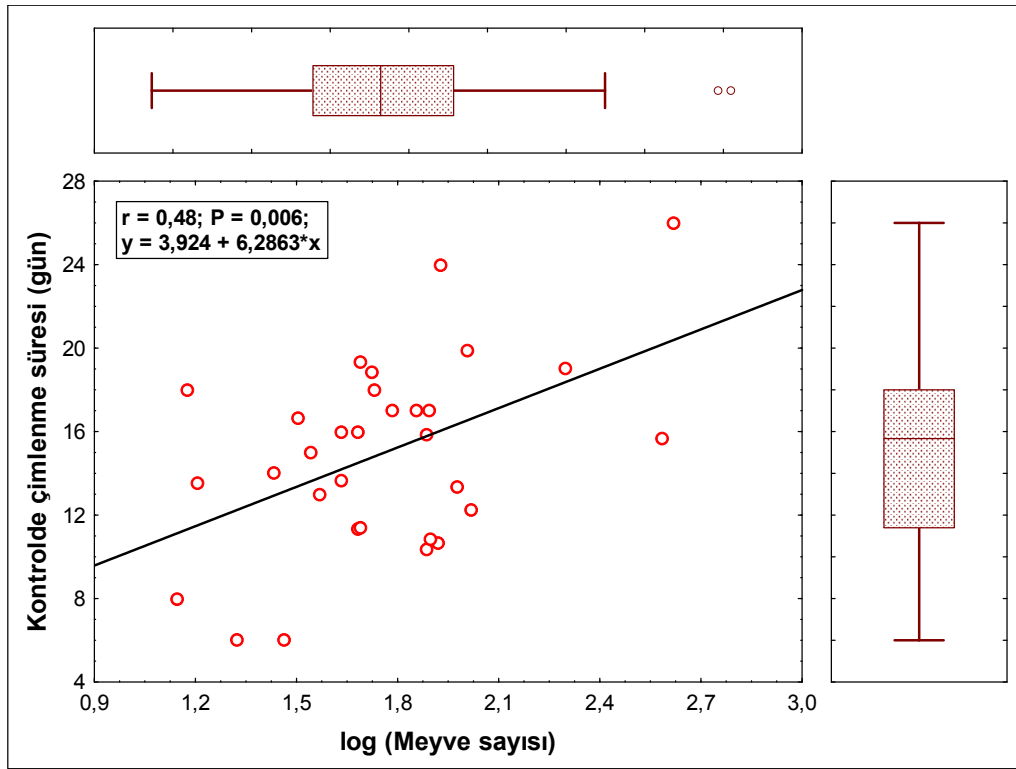


Şekil 3.27. Ortalama tohum ağırlığının çimlenme süresi üzerine etkisi

Tohum büyüklüğünün çimlenme başarısındaki etkisi birçok çalışmada gösterilmiştir (Aiken ve Springer, 1995; Chacon vd., 1998; Milberg vd., 2000; Hanley vd., 2003). *Cistus* türleri için yapılmış bireysel çimlenme çalışmalarında da, tohum ağırlığı ve çimlenme başarısı arasında kuvvetli ilişkiler belirlenmiştir. Delgado vd. (2001), *C. ladanifer* üzerine yaptıkları çalışmada sıcaklık şoku sonrası, tohum büyüklüğü ve çimlenme yüzdesi arasında pozitif bir korelasyon bulmuşlardır. *C. ladanifer* tohumlarının kullanıldığı diğer bir çalışmada ise, tohum büyüklüğü ile çimlenme süresi arasında kontrolde pozitif bir ilişki saptanmıştır (Delgado vd., 2008).

Tavşanoğlu ve Çatav (2012)'da, *C. salviifolius* üzerine yaptıkları çalışmada, Delgado vd. (2001)'e benzer olarak, tohum büyüklüğü ve çimlenme yüzdesi arasında pozitif bir korelasyon belirlemiştir (sıcaklık şoku uygulamasında).

Bu tez çalışmasında, tohum büyüklüğünün sadece sıcaklık uygulamasındaki çimlenme süresine etkisi tespit edilmiştir (Çizelge 3.10). Tohum büyüklüğü ve kontrolde çimlenme süresi arasında, sıcaklık şokuna benzer şekilde negatif bir ilişki bulunmuştur. Ancak, bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0.05$) değildir. Her iki uygulamada (kontrol ve sıcaklık şoku) elde edilen çimlenme yüzdeleri ile tohum büyüklüğü arasında pozitif ama anlamlı olmayan korelasyon belirlenmiştir. Yukarıdaki çalışmalar ve tez sonuçları göz önüne alındığında, tohum büyüklüğünün *Cistus* popülasyonlarında en az bir çimlenme özelliğini etkilediği görülmektedir.



Şekil 3.28. Toplam meyve sayısının çimlenme süresi üzerine etkisi

Cistus türleri için, meyve sayısının çimlenme süresi üzerine etkisini sınavan mevcut bir çalışma bulunmamaktadır. Elde edilen bu sonuç, tohum büyüklüğü yanında toplam meyve sayısının da çimlenme üzerinde etkili olabileceğini göstermektedir. Ayrıca, tohum büyüklüğü ile meyve sayısı arasında bulunan negatif ilişki ($r = - 0.37$;

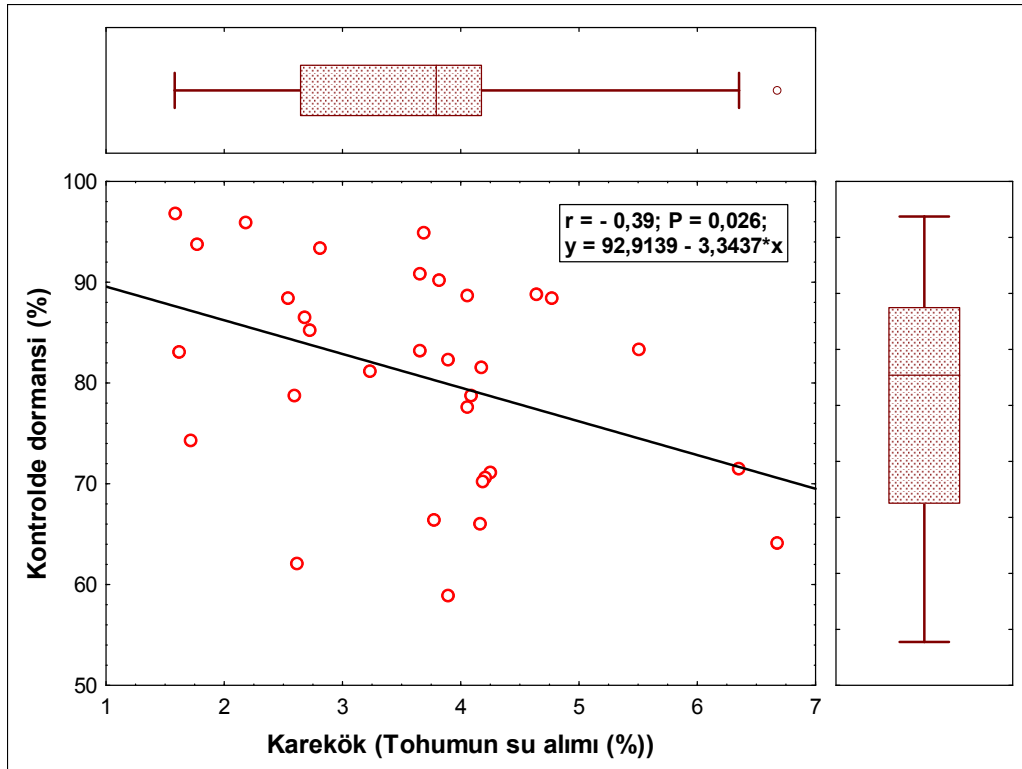
P = 0.037), bu durum hakkında daha kapsamlı çalışmaların yapılması gerektiğini göstermektedir.

Çizelge 3.10. Tohum büyüklüğünün çimlenme üzerindeki etkisi

	Kontrolde çimlenme	Sıcaklık şoku sonrası çimlenme	Kontrolde çimlenme süresi	Sıcaklık şoku sonrası çimlenme süresi
Ortalama tohum ağırlığı	r = 0.12; P = 0.524	r = 0.29; P = 0.109	r = - 0.32; P = 0.077	r = - 0.46; P = 0.008

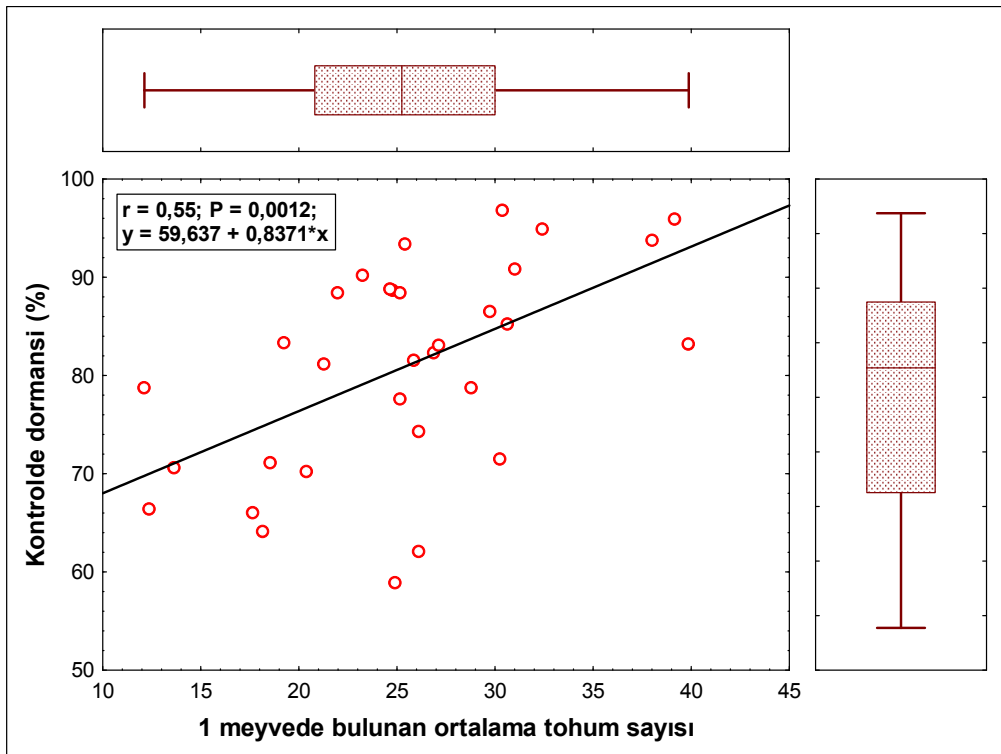
3.4.2. Dormansi üzerine etki eden faktörler

Tohum su geçirgenlik kapasitesi ile kontrolde dormansi arasında negatif bir ilişki tespit edilmiştir (Şekil 3.29). Bu sonuç, tohum kabuğu daha az geçirgen bireylerin, daha yüksek dormansiye sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca, yüksek dormansi ve düşük su geçirgenliğine sahip bireylerin, sıcaklık şoku uygulamasında daha başarılı olmaları, bu sonucu desteklemektedir.



Şekil 3.29. Tohum su geçirgenliği ve dormansi arasındaki ilişki

Bir meyvede bulunan ortalama tohum sayısı ile kontrolde dormansi arasında pozitif bir korelasyon belirlenmiştir (Şekil 3.30). Yani, ortalama tohum sayısı arttıkça, bireylerde görülen dormansi artmaktadır. *Cistus* bitkilerinde rejenerasyonun sadece tohumlar aracılığıyla gerçekleşmesi (Troumbis and Trabaud, 1986) ve öngörülemeyen yangın aralıklarına karşı, tohum bankası ömür uzunluğunun yüksek olması gerekliliği, bu sonuca neden olabilir. Çünkü, dormansinin tohum bankası devamlılığına katkısı mevcut çalışmalarda belirtilmiştir (Thompson ve Booth, 1993; Ferrandis vd., 1999a). Ayrıca, tohum bankasında bulunan tohum miktarının fazla olması, olumsuz koşullara karşı neslin devamlılığına yardımcı olmaktadır.

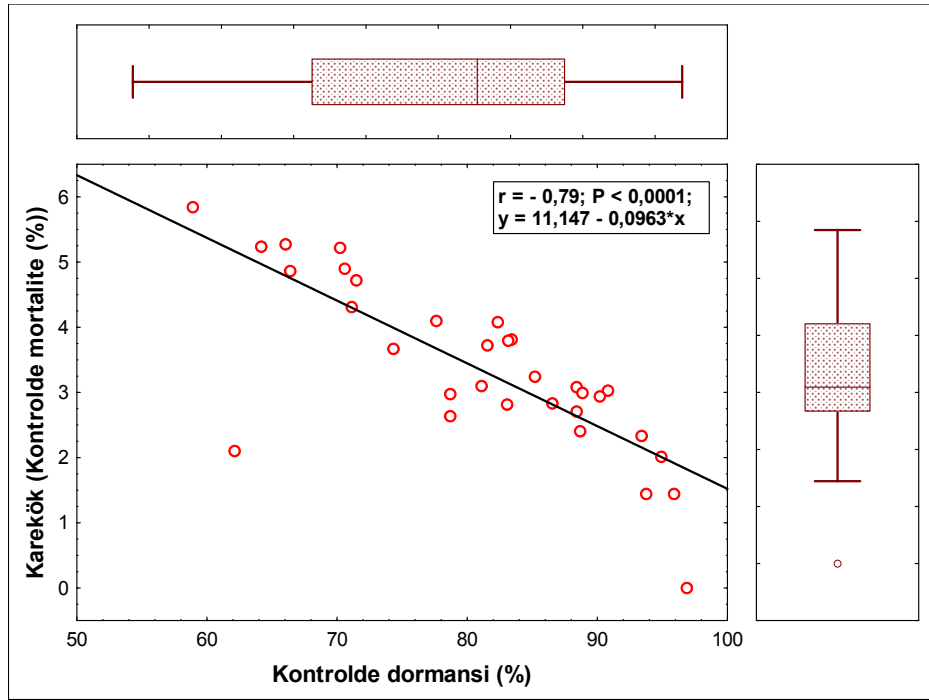


Şekil 3.30. Ortalama tohum sayısının dormansi üzerine etkisi

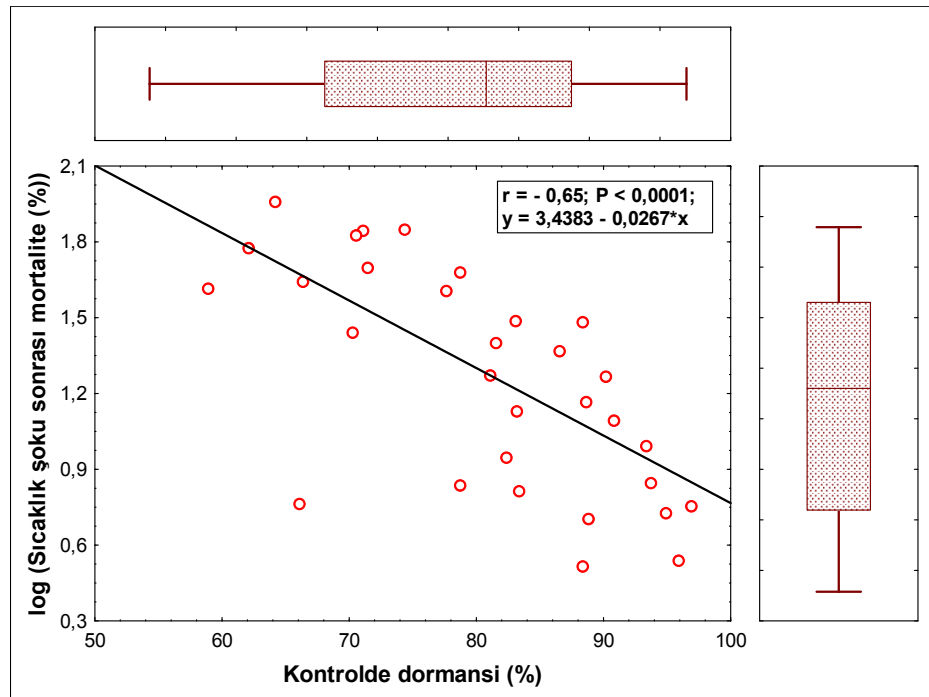
3.4.3. Mortalite üzerine etki eden faktörler

Dormansi ile uygulamalarda (kontrol ve sıcaklık şoku) elde edilen mortalite arasında negatif bir ilişki bulunmuştur (Şekil 3.31 ve Şekil 3.32). Yani, tohumlara ait dormansi seviyesi arttıkça, mortalite oranı anlamlı olarak düşmektedir. Elde edilen bu sonuç, toprak tohum bankasındaki tohumların öngörülemeyen çevre koşullarına

karşı (yangın, kuraklık, vb.) korunmasında fiziksel dormansinin önemini göstermektedir.

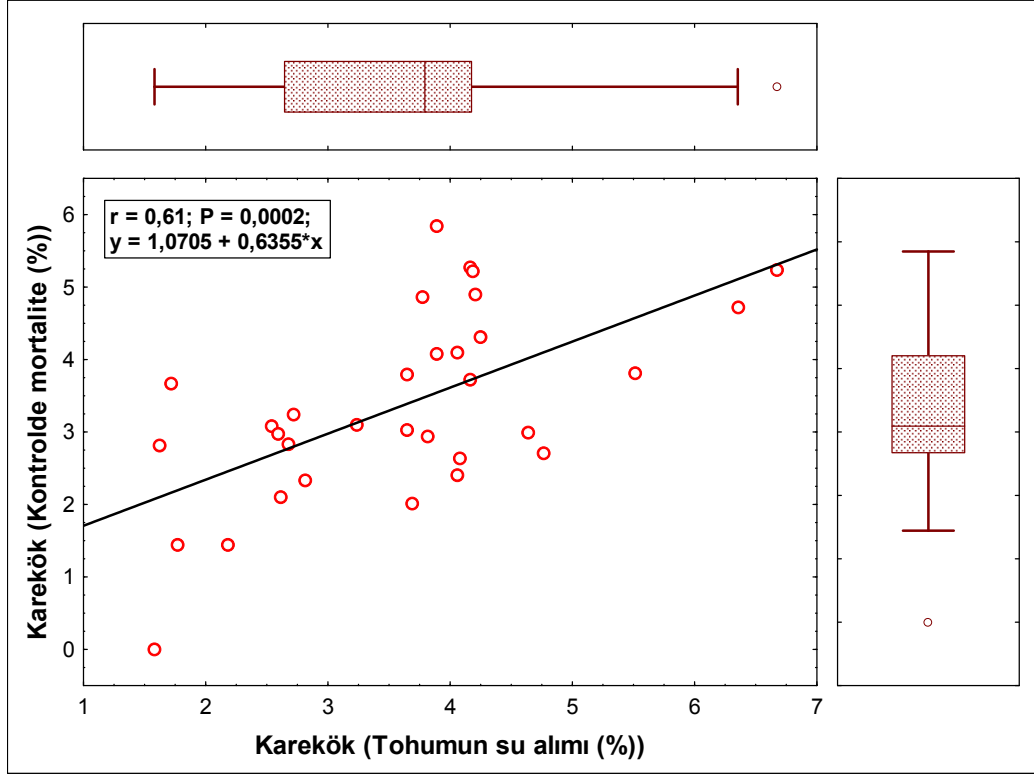


Şekil 3.31. Dormansinin kontrol mortalitesi üzerine etkisi



Şekil 3.32. Dormansinin sıcaklık şoku sonrası mortalite üzerine etkisi

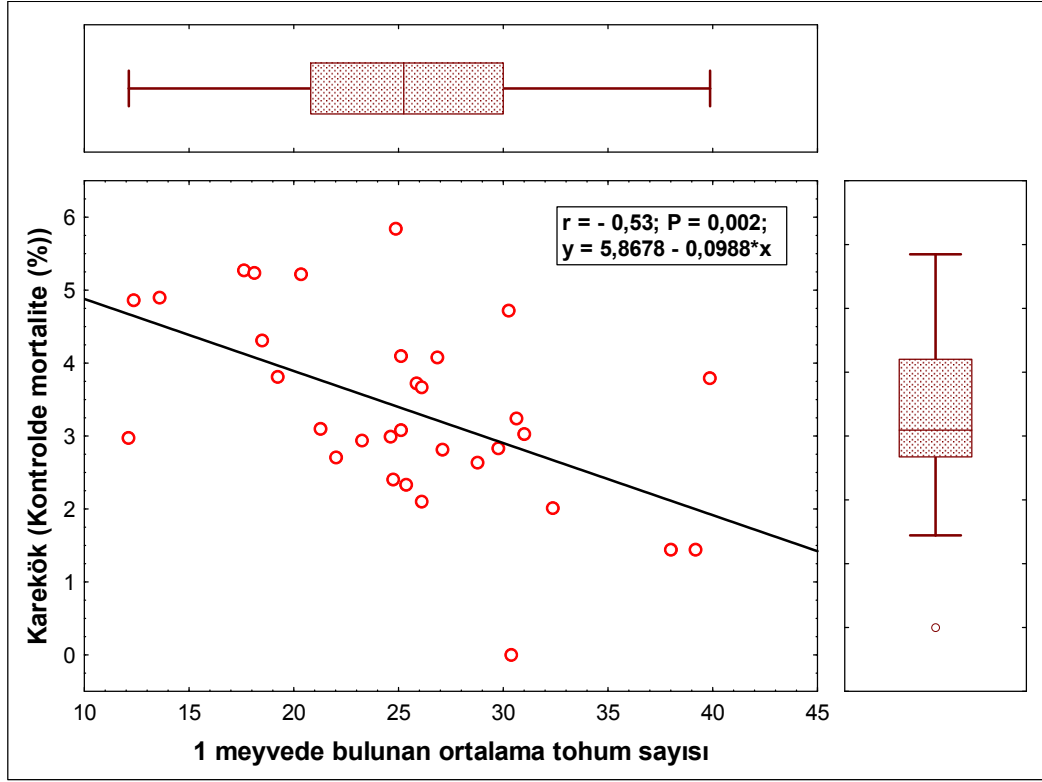
Dormansiye benzer olarak, tohum su geçirgenliğin de mortalite üzerine anlamlı etkisi tespit edilmiştir. Tohumların su geçirgenliği arttıkça, kontrol uygulamasında görülen mortalite artmaktadır (Şekil 3.33).



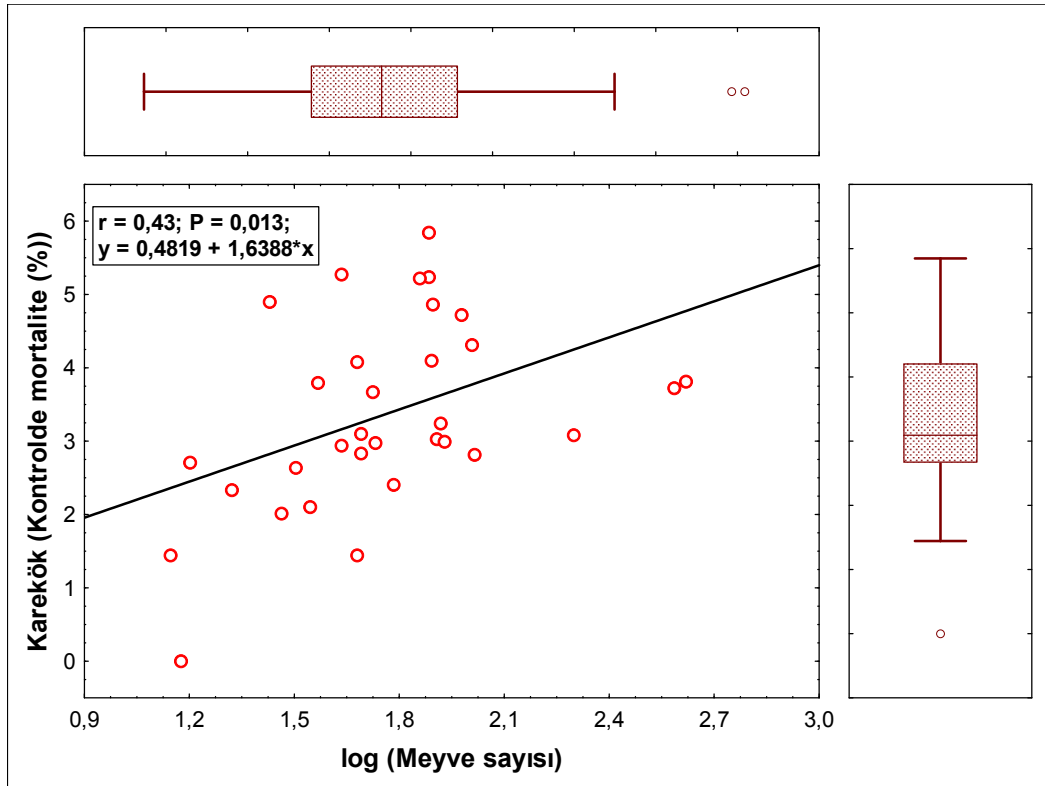
Şekil 3.33. Tohum su geçirgenliğinin mortalite üzerine etkisi

Bir meyvede bulunan ortalama tohum sayısı ile kontrolde mortalite arasında negatif ilişki tespit edilmiştir (Şekil 3.34). Yani, meyve başına düşen tohum sayısı arttıkça, mortalite oranı anlamlı olarak düşmektedir. Bu durum, ortalama tohum sayısı ile dormansi arasında görülen pozitif korelasyondan kaynaklanabilir. Çünkü, ortalama tohum sayısı arttıkça, dormansi seviyesi yükselmekte ve dormansi seviyesi yükseldikçe de, mortalite oranı azalmaktadır. Ayrıca, mortalite üzerine etkisi belirlenen tohum su geçirgenliği ile ortalama tohum sayısı arasında anlamlı bir negatif ilişki saptanmıştır ($r = - 0.36$; $P = 0.046$). Yani, meyve başına düşen tohum sayısı arttıkça, tohumlara ait su geçirgenliği azalmaktadır.

Ayrıca, toplam meyve sayısı ve kontrolde mortalite arasında anlamlı bir ilişki saptanmıştır (Şekil 3.35). Bireylere ait meyve sayısı arttıkça, kontrol uygulamasındaki mortalite de artmaktadır.



Şekil 3.34. Ortalama tohum sayısının mortalite üzerine etkisi



Şekil 3.35. Meyve sayısının mortalite üzerine etkisi

Meyve sayısındaki artış, hem kontrol çimlenme süresini uzatmış hem de kontrolde mortaliteyi arttırmıştır. Korelasyon analizi sonucu, meyve sayısındaki artışın tohum büyüklüğünü anlamlı olarak düşürdüğü tespit edilmiştir ($r = - 0.37$; $P = 0.037$). Ayrıca, istatistiksel olarak anlamlı olmasa da, meyve sayısındaki artışın tohum su geçirgenliğini arttırdığı ($r = 0.32$; $P = 0.076$), meyve başına düşen ortalama tohum sayısını da azalttığı ($r = - 0.24$; $P = 0.179$) belirlenmiştir. Elde edilen tüm bu sonuçlar, meyve sayısındaki artışın tohum kalitesini düşürebileceğini göstermektedir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında sınanan hipotezlerin sonuçları aşağıda tartışılmıştır. Ayrıca, belirtilen hipotezler haricinde elde edilen önemli sonuçlar da, olası nedenleriyle birlikte irdelenmiştir.

Çeşitli bitki özellikleri için yapılan ölçümlerin birçoğunda, alt popülasyon ve birey düzeyinde önemli varyasyon tespit edilmiştir. Özellikle, bitki başına üretilen meyve sayısı, birey düzeyinde önemli değişkenlik göstermiştir (CV: 1.449). Ayrıca, meyve başına düşen ortalama tohum sayısındaki değişkenlikte (CV: 0.417) oldukça yüksek bulunmuştur. Rejeneratif özelliklerde elde edilen bu değişkenlikler, öngörülemeyen çevre koşullarına karşı (uzun yangın aralıkları, kuraklık, vb.) neslin korunması için bir adaptasyon olabilir.

Fiziksel dormansinin bir indikatörü olan tohum su geçirgenliğinde elde edilen değişkenlik (CV: 0.763) ise deneysel olarak ilk kez gösterilmiştir. Daha az tohum su geçirgenliğine sahip bireylerin, yangın sonrası daha başarılı (daha yüksek çimlenme ve daha düşük mortalite oranları) olacağı tespit edilmiştir.

Tohum dormansisi yüksek bireylerde, hem kontrolde hem de sıcaklık şoku uygulamasında daha düşük mortalite yüzdeleri elde edilmiştir. Elde edilen bu sonuç, dormansinin yangın dışı dönemlerde, tohum bankası devamlılığı için önemli bir faktör olduğunu göstermektedir. Ayrıca, tohum dormansisi yüksek bireylerin, yangınlara karşı daha dayanıklı olması da önemli bir bulgudur.

Meyve başına düşen tohum sayısı ile dormansi arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Tohum üretimindeki artışın dormansiyi etkilemesi, ekolojik açıdan şu şekilde yorumlanabilir:

Cistus türlerinde rejenerasyon sadece tohumlar aracılığıyla gerçekleşmektedir (Arianoutsou-Faraggitaki ve Margaris, 1982; Tavşanoğlu ve Gürkan, 2009). Buna

bağlı olarak, bu türlerde tohum üretimi oldukça fazladır (Troumbis ve Traubad, 1986). Üretilen tohumların ise değişken yangın aralıklarına karşı, devamlılığının yüksek olması gerekmektedir. Tohum bankası devamlılığında ise dormansinin rolü bir önceki paragrafta gösterilmiştir. Sonuç olarak, popülasyon içinde bazı bireylerin yüksek dormansili çok sayıda tohum üreterek, neslin devamlılığını garantiye aldığını söyleyebiliriz.

Vejetatif zelliklerin çimlenme başarısı üzerinde bir etkisi bulunmamıştır. Elde edilen bu sonuç, kurulan hipotezle uyumluluk göstermektedir. Ancak, daha çok örnekleme sahip kapsamlı bir çalışmanın yapılması, konunun daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunacaktır.

Sınanan hipotezlerin dışında belirlenen önemli bir sonuç da, meyve sayısının kontrolde çimlenme süresi ve mortalite üzerine etkisidir. Meyve sayısındaki artış, hem kontrol çimlenme süresini uzatmış, hem de kontrolde mortaliteyi arttırmıştır. Ancak, meyve sayısının bu iki özellik üzerinde etkisini sınavan bir çalışma bulunmamaktadır. Bu duruma neden olabilecek olası ilişkiler sayfa 53'de irdelenmiştir.

Bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlar, öngörülemeyen evre koşullarında (rneğin; kuraklık ve yangın durumu) imlenmeyi etkileyen faktörlerin daha iyi anlaşılmasında katkıda bulunabilir.

KAYNAKLAR

- Aiken, G. ve Springer, T. (1995) Seed size distribution, germination, and emergence of 6 switchgrass cultivars, *J Range Manage*, 48: 455-458.
- Arianoutsou-Faraggitaki, M. ve Margaris, N. (1982) Phryganic (east Mediterranean) ecosystems and fire, *Ecol Mediterr*, 8: 473-480.
- Aronne, G. ve De Micco, V. (2001) Seasonal Dimorphism in the Mediterranean *Cistus incanus* L. subsp. *incanus*, *Ann Bot*, 87: 789-794.
- Baskin, J.M. ve Baskin, C.C. (2004) A classification system for seed dormancy, *Seed Sci Res*, 14: 1-16
- Baskin, J.M., Baskin, C.C. ve Li, X. (2000) Taxonomy, anatomy and evolution of physical dormancy in seeds, *Plant Spec Biol*, 15: 139-152.
- Bond, W.J. ve Keeley, J.E. (2005) Fire as a global “herbivore”: the ecology and evolution of flammable ecosystems, *Trends Ecol Evol*, 20: 387-94.
- Boydak, M., Dirik, H. ve Çalıkoğlu, M. (2006) *Kızılçamın (Pinus brutia Ten.) biyolojisi ve silvikültürü*, OGEM-VAK yayını, 364s.
- Brown, N. (1993) Promotion of germination of fynbos seeds by plant-derived smoke, *New Phytol*, 123: 575-583.
- Buhk, C. ve Hensen, I. (2006) “Fire seeders” during early post-fire succession and their quantitative importance in south-eastern Spain, *J Arid Environ*, 66: 193-209.
- Cerabolini, B., Ceriani, R.M., Caccianiga, M., Andreis, R.D. ve Raimondi, B. (2003) Seed size, shape and persistence in soil: a test on Italian flora from Alps to Mediterranean coasts, *Seed Sci Res*, 13: 75-85.
- Chacon, P., Bustamante, R. ve Henriquez, C. (1998) The effect of seed size on germination and seedling growth of *Cryptocarya alba* (Lauraceae) in Chile, *Rev Chil Hist Nat*, 71: 189-197.
- Chiwocha, S.D.S., Dixon, K.W., Flematti, G.R., Ghisalberti, E.L., Merritt, D.J., Nelson, D.C., Riseborough, J.-A.M., Smith, S.M. ve Stevens, J.C. (2009) Karrikins: A new family of plant growth regulators in smoke, *Plant Sci*, 177: 252-256.

- Christensen, N. (1994) The effects of fire on physical and chemical properties of soils in mediterranean-climate shrublands, 79-95, Moreno, J. ve Oechel, W. (Editörler) *The Role of Fire in Mediterranean-Type Ecosystems*, Spriner-Verlag.
- Clemente, A.S., Rego, F.C. ve Correia, O.A. (2007) Seed bank dynamics of two obligate seeders, *Cistus monspeliensis* and *Rosmarinus officinalis*, in relation to time since fire, *Plant Ecol*, 190: 175-188.
- Corral, R., Pita, J. ve Perez-garcia, F. (1990) Some aspects of seed germination in four species of *Cistus* L., *Seed Sci Technol*, 18: 321-325.
- Crosti, R., Ladd, P.G., Dixon, K.W. ve Piotto, B. (2006) Post-fire germination: The effect of smoke on seeds of selected species from the central Mediterranean basin, *Forest Ecol Manag*, 221: 306-312.
- Cruz, A., Pérez, B., Velasco, A. ve Moreno, J. (2003) Variability in seed germination at the interpopulation, intrapopulation and intraindividual levels of the shrub *Erica australis* in response to fire-related cues, *Plant Ecol*, 169: 93-103.
- Çatav, Ş.S., Bekar, İ., Ateş, B.S., Ergan, G., Oymak, F., Ülker, E.D. ve Tavşanoğlu, Ç. (2012) Germination response of five eastern Mediterranean woody species to smoke solutions derived from various plants, *Turk J Bot*, 36: 480-487.
- Davis, P.H. (1965) *Flora of Turkey and the Aegean Islands Vol. 1*, Edinburgh University Press, 567s.
- Daws, M.I., Davies, J., Pritchard, H.W., Brown, N.A.C. ve Van Staden, J. (2007) Butenolide from plant-derived smoke enhances germination and seedling growth of arable weed species, *Plant Growth Regul*, 51: 73-82.
- De Lange, J. ve Boucher, C. (1990) Autecological studies on *Audouinia capitata* (Bruniaceae). I. Plant-derived smoke as a seed germination cue, *S Afr J Bot*, 56: 700-703.
- Delgado, J.A., Serrano, J.M., López, F. ve Acosta, F.J. (2001) Heat shock, mass-dependent germination, and seed yield as related components of fitness in *Cistus ladanifer*, *Environ Exp Bot*, 46: 11-20.
- Delgado, J.A., Serrano, J.M., López, F. ve Acosta, F.J. (2008) Seed size and seed germination in the Mediterranean fire-prone shrub *Cistus ladanifer*, *Plant Ecol*, 197: 269-276.
- Di Castri, F. ve Mooney, H. (1973) *Mediterranean Type Ecosystems, Origin and Structure*, Springer-Verlag, 403s.

- Dixon, K., Roche, S. ve Pate, J. (1995) The promotive effect of smoke derived from burnt native vegetation on seed germination of Western Australian plants, *Oecologia*, 101: 185-192.
- Dolan, R.W., Quintana-Ascencio, P.F. ve Menges, E.S. (2008) Genetic change following fire in populations of a seed-banking perennial plant, *Oecologia*, 158: 355-60.
- Doussi, M. ve Thanos, C.A. (1994) Post-fire regeneration of hard-seeded plants: ecophysiology of seed germination, *Proceedings of the 2nd International Conference on Forest Fire Research*, 21-24 November, Portugal, 1035-1044.
- Drewes, F., Smith, M. ve Van Staden, J. (1995) The effect of a plant-derived smoke extract on the germination of light-sensitive lettuce seed, *Plant Growth Regul*, 16: 205-209.
- Ferrandis, P., Herranz, J. ve Martínez-Sánchez, J. (1999a) Effect of fire on hard-coated Cistaceae seed banks and its influence on techniques for quantifying seed banks, *Plant Ecol*, 144: 103-114.
- Ferrandis, P., Herranz, J. ve Martinez-Sanchez, J. (1999b) Fire impact on a maquis soil seed bank in Cabañeros National Park (central Spain), *Israel J Plant Sci*, 47: 17-26.
- Finch-Savage, W.E. ve Leubner-Metzger, G. (2006) Seed dormancy and the control of germination, *The New Phytol*, 171: 501-523.
- Flematti, G.R., Ghisalberti, E.L., Dixon, K.W. ve Trengove, R.D. (2004) A compound from smoke that promotes seed germination, *Science*, 305: 977.
- Glasspool, I., Edwards, D. ve Axe, L. (2004) Charcoal in the Silurian as evidence for the earliest wildfire, *Geology*, 32: 381-383.
- Guzmán, B. ve Vargas, P. (2009) Historical biogeography and character evolution of Cistaceae (Malvales) based on analysis of plastid rbcL and trnL-trnF sequences, *Org Divers Evol*, 9: 83-99.
- Hanley, M.E. ve Fenner, M. (1998) Pre-germination temperature and the survivorship and onward growth of Mediterranean fire-following plant species, *Acta Oecol*, 19: 181-187.
- Hanley, M.E., Unna, J.E. ve Darvill, B. (2003) Seed size and germination response: a relationship for fire-following plant species exposed to thermal shock, *Oecologia*, 134: 18-22.

- Herranz, J., Ferrandis, P. ve Martínez-Sánchez, J. (1998) Influence of heat on seed germination of seven Mediterranean Leguminosae species, *Plant Ecol*, 136: 95-103.
- Jäger, A., Light, M. ve Van Staden, J. (1996) Effects of source of plant material and temperature on the production of smoke extracts that promote germination of light-sensitive lettuce seeds, *Environ Exp Bot*, 36: 421-429.
- Kavgacı, A. ve Tavşanoğlu, Ç. (2010) Akdeniz tipi ekosistemlerde yangın sonrası vejetasyon dinamiği, *SDÜ Orman Fak Dergisi*, 2: 149-166.
- Keeley, J. (1987) Role of fire in seed germination of woody taxa in California chaparral, *Ecology*, 68: 434-443.
- Keeley, J. (1993) Smoke-induced flowering in the fire-lily *Cyrtanthus ventricosus*, *S Afr J Bot*, 59: 638-639.
- Keeley, J. (1995) Seed-Germination Patterns in Fire-Prone Mediterranean-Climate Regions, 239-273, Arroyo, M., Zedler, P.H. ve Fox, M.D., *Ecology and Biogeography of Mediterranean Ecosystems in Chile, California and Australia*, Springer-Verlag, New York.
- Keeley, J. ve Baer-Keeley, M. (1999) Role of charred wood, heat-shock, and light in germination of postfire phrygana species from the eastern Mediterranean basin, *Israel J Plant Sci*, 47: 11-16.
- Keeley, J. ve Bond, W. (1997) Convergent seed germination in South African fynbos and Californian chaparral, *Plant Ecol*, 133: 153-167.
- Keeley, J. ve Fotheringham, C. (1998) Smoke-induced seed germination in California chaparral, *Ecology*, 79: 2320-2336.
- Kulkarni, M., Sparg, S., Light, M.E. ve Van Staden, J. (2006) Stimulation of Rice (*Oryza sativa* L.) Seedling Vigour by Smoke-water and Butenolide, *J Agron Crop Sci*, 398: 395-398.
- Kulkarni, M.G., Sparg, S.G. ve Van Staden, J. (2007) Germination and post-germination response of *Acacia* seeds to smoke-water and butenolide, a smoke-derived compound, *J Arid Environ*, 69: 177-187.
- Lloret, F., Verdú, M., Flores-Hernandez, N. ve Valiente-Banuet, A. (1999) Fire and resprouting in Mediterranean ecosystems: insights from an external biogeographical region, the mexical shrubland, *Am J Bot*, 86: 1655-1661.

- Mataracı, T. (2004) *Marmara Bölgesi Doğal-egzotik Ağaç Ve Çalıkları*, Tema Vakfı Yayınları, İstanbul, 382s.
- Milberg, P., Andersson, L. ve Thompson, K. (2000) Large-seeded spices are less dependent on light for germination than small-seeded ones, *Seed Sci Res*, 10: 99-104.
- Moreira, B., Tavşanoğlu, Ç. ve Pausas, J.G. (2012) Local versus regional intraspecific variability in regeneration traits, *Oecologia*, 168: 671-677.
- Moreira, B., Tormo, J., Estrelles, E. ve Pausas, J.G. (2010) Disentangling the role of heat and smoke as germination cues in Mediterranean Basin flora, *Ann Bot*, 105: 627-635.
- Morrison, D. ve Morris, E. (2000) Pseudoreplication in experimental designs for the manipulation of seed germination treatments, *Austral Ecol*, 25: 292-296.
- Nadal, P., Sanchis, E., Perez-Garcia, F. ve Fos, M. (2002) Effect of dry-heat, soaking in distilled water and gibberellic acid on the germination of *Cistus clusii*, *C. monspeliensis* and *C. salvifolius* seeds, *Seed Sci Technol*, 30: 663-669.
- Neyişçi, T. (1988) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tohumlarının çimlenme ekolojisi üzerine bir çalışma, *Ormançılık Araş Ens Dergisi*, 34: 79-89.
- Neyişçi, T. ve Cengiz, Y. (1985) Sıcaklık ve külün kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tohumlarının çimlenme yeteneği ve fidan büyümesi üzerine etkileri, *Doğa Bilim Dergisi*, 9: 121-131.
- Paula, S., Arianoutsou, M. & Kazanis, D., Tavşanoğlu, Ç., Lloret, F., Buhk, C., Ojeda, F., Luna, B., Moreno, J.M., Rodrigo, A., Espelta, J.M., Palacio, S., Fernández-Santos, B., Fernandes, P.M. ve Pausas, J.G. (2009) Fire-related traits for plant species of the Mediterranean Basin, *Ecology*, 90: 1420.
- Pausas, J.G. (2006) Simulating Mediterranean landscape pattern and vegetation dynamics under different fire regimes, *Plant Ecol*, 187: 249-259.
- Pausas, J.G. ve Keeley, J.E. (2009) A Burning Story: The Role of Fire in the History of Life, *BioScience*, 59: 593-601.
- Pausas, J.G. ve Vallejo, R. (1999) The role of fire in European Mediterranean Ecosystems, 3-16, Chuvieco, E. (editör), *Remote sensing of large wildfires in the European Mediterranean basin*, Springer, Berlin.

- Pérez-Fernández, M.A. ve Rodríguez-Echeverría, S. (2003) Effect of smoke, charred wood, and nitrogenous compounds on seed germination of ten species from woodland in central-western Spain, *J Chem Ecol*, 29: 237-251.
- Pérez-García, F. ve González-Benito, M.E. (2006) Seed germination of five *Helianthemum* species: Effect of temperature and presowing treatments, *J Arid Environ*, 65: 688-693.
- Pierce, S., Esler, K. ve Cowling, R. (1995) Smoke-induced germination of succulents (Mesembryanthemaceae) from fire-prone and fire-free habitats in South Africa, *Oecologia*, 102: 520-522.
- Rambal, S. (2001) Hierarchy and productivity of Mediterranean-type ecosystems, 315-344, Mooney, H., Saugier, B. Ve Roy, J. (editörler), *Terrestrial Global Productivity*, Academic Press, 573s.
- Reyes, O. ve Trabaud, L. (2009) Germination behaviour of 14 Mediterranean species in relation to fire factors: smoke and heat, *Plant Ecol*, 202: 113-121.
- Schrey, A.W., Fox, A.M., Mushinsky, H.R. ve McCoy, E.D. (2011) Fire increases variance in genetic characteristics of Florida Sand Skink (*Plestiodon reynoldsi*) local populations, *Mol Ecol*, 20: 56-66.
- Scott, A.C. ve Glasspool, I.J. (2006) The diversification of Paleozoic fire systems and fluctuations in atmospheric oxygen concentration, *PNAS*, 103: 10861-10865.
- Scuderi, D., Gregorio, R. ve Toscano, S. (2010) Germination behaviour of four mediterranean *Cistus* L. species in relation to high temperature, *Ecol Quest*, 12: 171-180.
- Segarra-Moragues, J.G. ve Ojeda, F. (2010) Postfire response and genetic diversity in *Erica coccinea*: connecting population dynamics and diversification in a biodiversity hotspot, *Evolution*, 64: 3511-3524.
- Senaratna, T., Dixon, K., Bunn, E. ve Touchell, D. (1999) Smoke-saturated water promotes somatic embryogenesis in geranium, *Plant Growth Regul*, 28: 95-99.
- Simons, A.M. ve Johnston, M.O. (2003) Suboptimal timing of reproduction in *Lobelia inflata* may be a conservative bet-hedging strategy, *J Evolution Biol*, 16: 233-243.
- Spanos, I.A., Daskalakou, E.N. ve Thanos, C.A. (2000) Postfire, natural regeneration of *Pinus brutia* forests in Thasos island, Greece, *Acta Oecol*, 21: 13-20.

- Talavera, S., Gibbs, P. ve Herrera, J. (1993) Reproductive biology of *Cistus ladanifer* (Cistaceae), *Plant Syst Evol*, 186: 123-134.
- Tavşanoğlu, Ç. (2004) Akdeniz Havzasında bitkilerin kuraklık ve yangına uyumları, *Ot Sis Bot Dergisi*, 11: 119-132.
- Tavşanoğlu, Ç. (2011) Fire-related cues (heat shock and smoke) and seed germination in a *Cistus creticus* population in Southwestern Turkey, *Ekoloji*, 104: 99-104.
- Tavşanoğlu, Ç. ve Çatav, Ş.S. (2012) Seed size explains within-population variability in post-fire germination of *Cistus salviifolius*, *Ann Bot Fenn*, 49: 331-340.
- Tavşanoğlu, Ç. ve Gürkan, B. (2005) Post-fire dynamics of *Cistus* spp. in a *Pinus brutia* forest, *Turk J Bot*, 29: 337-343.
- Tavşanoğlu, Ç. ve Gürkan, B. (2009) Postfire regeneration of a *Pinus brutia* (Pinaceae) forest in Marmaris National Park, Turkey, *Int J Bot*, 5: 107-111.
- Taylor, J. ve Van Staden, J. (1996) Root initiation in *Vigna radiata* (L.) Wilczek hypocotyl cuttings is stimulated by smoke-derived extracts, *Plant Growth Regul*, 18: 165-168.
- Thanos, C. ve Georghiou, K. (1988) Ecophysiology of fire-stimulated seed germination in *Cistus incanus* ssp. *creticus* (L.) Heywood and *C. salviifolius* L., *Plant Cell Environ*, 11: 841-849.
- Thanos, C., Georghios, K., Kadis, C. ve Pantazi, C. (1992) Cistaceae: A plant family with hard seeds, *Israel J Bot*, 41: 251-263.
- Thomas, P.B., Morris, E.C. ve Auld, T.D. (2003) Interactive effects of heat shock and smoke on germination of nine species forming soil seed banks within the Sydney region, *Austral Ecol*, 28: 674-683.
- Thompson, K. ve Booth, R. (1993) Dormancy breaking, 187-190, Hendry, G. Ve Grime, J. (editörler) *Methods in Comparative Plant Ecology*, Chapman & Hall, London.
- Tieu, A., Dixon, K., Meney, K. ve Sivasithamparam, K. (2001) The Interaction of Heat and Smoke in the Release of Seed Dormancy in Seven Species from Southwestern Western Australia, *Ann Bot*, 88: 259-265.
- Tilki, F. (2008) Seed germination of *Cistus creticus* L. and *Cistus laurifolius* L. as influenced by dry-heat, soaking in distilled water and gibberellic acid, *J Environ Biol*, 29: 193-195.

- Tompsett, P. ve Pritchard, H. (1998) The effect of chilling and moisture status on the germination, desiccation tolerance and longevity of *Aesculus hippocastanum* L. seed, *Ann Bot*, 82: 249-261.
- Trabaud, L. (1979) Etude du comportement du feu dans la Garrigue de Chêne kermes à partir des températures et des vitesses de propagation, *Ann For Sci*, 36: 13-38.
- Trabaud, L. (1994) Postfire plant community dynamics in the Mediterranean Basin, 1-15, Moreno, J. ve Oechel, W. (Editörler) *The Role of Fire in Mediterranean-Type Ecosystems*, Spriner-Verlag.
- Troumbis, A. ve Trabaud, L. (1986) Comparison of reproductive biological attributes of two *Cistus* species, *Acta Oecol*, 7: 235-250.
- Turna, I. ve Bilgili, E. (2006) Effect of heat on seed germination of *Pinus sylvestris* and *Pinus nigra* ssp. *pallasiana*, *Int J Wildland Fire*, 15: 283-286.
- Usta, T. (2007) *Yüksek sıcaklık şoku uygulamalarının doğal çam yürlerinin (Pinus sp.) tohum özelliklerine etkisi*, Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 80s.
- Van Staden, J., Jäger, A., Light, M. ve Burger, B. (2004) Isolation of the major germination cue from plant-derived smoke, *S Afr J Bot*, 70: 654-659.
- Van Staden, J., Sparg, S.G., Kulkarni, M.G. ve Light, M.E. (2006) Post-germination effects of the smoke-derived compound 3-methyl-2H-furo[2,3-c]pyran-2-one, and its potential as a preconditioning agent, *Field Crops Res*, 98: 98-105.
- Verdú, M. ve Pausas, J.G. (2007) Fire drives phylogenetic clustering in Mediterranean Basin woody plant communities, *J Ecol*, 95: 1316-1323.
- Warburg, E. (1968) *Cistus*, 282-284, Tutin, T., Heywood, V., Burges, N., Moore, D., Valentine, D., Walters, S., ve Webb, D. (editörler), *Flora Europaea Vol. 2*, Cambridge University Press, Cambridge.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Ad - Soyad : Şükrü Serter Çatav
Doğum Yeri : Ereğli / Konya
Doğum Tarihi : 13.08.1986
Medeni Hali : Bekar
E-posta : sertercatav@mu.edu.tr

Eğitim

Alınan Derece	Alındığı Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lise	Konya Ereğli Anadolu Lisesi	2004
Lisans	Hacettepe Üniversitesi	2010

Yabancı Dil

İngilizce (Üds: 88.75 - 26 Aralık 2010)

İş Tecrübesi

Yıl	Kurum	Pozisyon
2011 - devam ediyor	Muğla Üniversitesi Biyoloji Bölümü	Arş. Görevlisi

Bilimsel Faaliyetler

A) Makaleler

Çatav, Ş.S., Bekar, İ., Ateş, B.S., Ergan, G., Oymak, F., Ülker, E.D. ve Tavşanoğlu, Ç. (2012) Germination response of five eastern Mediterranean woody species to smoke solutions derived from various plants, *Turk J Bot*, 36: 480-487.

Tavşanoğlu, Ç. ve Çatav, Ş.S. (2012) Seed size explains within-population variability in post-fire germination of *Cistus salviifolius*, *Ann Bot Fenn*, 49: 331-340.

B) Bildiriler

Çatav, Ş.S. ve Tavşanoğlu, Ç. (2011) Farklı bitkilerden üretilmiş duman çözeltilerinin dört Akdeniz bitkisinin çimlenmesi üzerine etkisi, *X. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi*, 4-7 Ekim, Çanakkale, Pozitif Matbaa, 40.