



**T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KAYACIK (*Ostrya carpinifolia* Scop.) TOHUMLARININ
ÇİMLENMELERİ ÜZERİNE OZMOTİK STRESİN ETKİSİ**

PINAR DÖNMEZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ ŞEMSETTİN KULAÇ**

DÜZCE, 2019

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAYACIK (*Ostrya carpinifolia* Scop.) TOHUMLARININ
ÇİMLENMELERİ ÜZERİNE OZMOTİK STRESİN ETKİSİ

Pınar DÖNMEZ tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Silvikültür Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Şemsettin KULAÇ
Düzce Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Dr. Öğr. Üyesi Şemsettin KULAÇ
Düzce Üniversitesi

Doç. Dr. Hakan ŞEVİK
Kastamonu Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Hülya TORUN
Düzce Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 05/03/2019

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

5 Mart 2019

Pınar DÖNMEZ

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve bu tezin hazırlanmasında süresince gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Şemsettin KULAÇ' a ve Dr. Öğr. Üyesi Ali Kemal ÖZBAYRAM' a içten dileklerle teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

5 Mart 2019

Pınar DÖNMEZ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ.....	VII
ÇİZELGE LİSTESİ.....	VIII
HARİTALAR	IX
KISALTMALAR.....	X
SİMGELER	XI
ÖZET.....	XII
ABSTRACT	XIV
1. GİRİŞ	1
1.1. TÜRKİYE ORMANLARI.....	1
1.2. KAYACIĞIN (<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.) TANITIMI.....	3
1.2.1. Kayacığın (<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.) Yayılışı.....	3
1.2.2. Kayacığın (<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.) Botanik Özellikleri.....	5
1.2.3. Çimlenme Engeli ve Giderilme Yöntemleri	7
1.3. ÇALIŞMANIN AMACI.....	10
1.4. HİPOTEZLER	10
2. LİTERATÜR ÖZETİ	11
2.1. KAYACIK (<i>Ostrya</i> Scop.) TOHUMLARININ ÇİMLENDİRELMEŞİ İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR	11
2.2. KONUYLA İLGİLİ DİĞER TÜRLERDE YAPILAN ÇALIŞMALAR	13
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	17
3.1. TOHUMLARIN TEMİNİ	17
3.2. TOHUMLARA ÖN İŞLEM UYGULANMASI	18
3.3. İSTATİSTİKSEL ANALİZLER	22
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	23
4.1. BULGULAR.....	23
4.2. TARTIŞMA	28
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	31

5.1. SONUÇLAR	31
5.2. ÖNERİLER	31
6. KAYNAKLAR	32
ÖZGEÇMİŞ	36



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Kayacık (<i>Ostrya carpinifolia</i>) yaprak, çiçek ve sürgün ve gövdesi	6
Şekil 1.2. Kayacık (<i>Ostrya carpinifolia</i>) çiçeği ve tohumu	6
Şekil 3.1. Tohumların temini.	17
Şekil 3.2. Kayacık tohumların tül file içerisine konulması.....	18
Şekil 3.3. File içinde hazırlanmış olan tohumlar	19
Şekil 3.4. Tül file içerisine konulan kayacık tohumlarının üzerinin perlitle kaplanması.	19
Şekil 3.5. Kayacık tohumlarının üzerinin perlit ile tamamen kapatılması.....	20
Şekil 3.6. Katlamaya alınan kayacık tohumları.	20
Şekil 3.7. Petri kapların kullanımı	21
Şekil 3.8. Filtre kağıtları ve kayacık tohumları	22
Şekil 4.1. Çimlenme yüzdeleri.....	23
Şekil 4.2. Ozmotik stres düzeyleri.	24
Şekil 4.3. Ortam sıcaklığının ozmotik strese bağlı çimlenme yüzdeleri üzerine etkisi ..	24
Şekil 4.4. Farklı değişken sıcaklıkların çimlenme yüzdelerine etkisi.....	25

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Kayacığın sistematikteki yeri	3
Çizelge 3.1. Tohumların temini	17
Çizelge 4.1. Farklı çimlendirme sıcaklıklarına ve ozmotik strese bağlı popülasyonlar arası çimlendirme yüzdeleri.....	26
Çizelge 4.2. Farklı çimlendirme sıcaklıklarına ve ozmotik strese bağlı popülasyonlar arası oransal çimlendirme yüzdeleri.....	27



HARİTALAR

Sayfa No

Haritalar 1.1. İllere göre orman yoğunluğu haritası	2
Haritalar 1.2. Kayacığın yayılışı	4



KISALTMALAR

BAP	Benzil aminopürin
GA ₃	Giberallik asit
IAA	İndol-3-asetik asit
IPA	İndol propiyonik asit
IBA	İndol-3-bütirik Asit
MCPA	2-methyl-4-chlorophenoxyacetic asit
MDA	Malondialdehyde
MPa	Megapascal
PEG (6000-8000)	Polietilen glikol
pH	Hidrojen kuvveti
TSE	Türk Standartlar Enstitüsü

SİMGELER

bar	Basınç
°C	Santigrat derece
cm	Santimetre
g	Gram
ha	Hektar
L	Litre
lux	Parlaklık emisyonu
m	Metre
mg	Miligram
ppm	Milyon 'da bir

ÖZET

KAYACIK (*Ostrya carpinifolia* Scop.) TOHUMLARININ ÇİMLENMELERİ ÜZERİNE OZMOTİK STRESİN ETKİSİ

Pınar DÖNMEZ

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Şemsettin KULAÇ

Mart 2019, 35 sayfa

Kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.) yaprağını döken, çalı, ağaççık ve ağaç formlarında görülebilen bir ağaç türüdür. Kayacığın çimlendirilmesine yönelik yapılan çalışmalarda, embriyodan kaynaklı bir çimlenme engelinin olduğu, mutlaka katlamaya ihtiyaç duyduğu ve düşük sıcaklıklarda daha iyi çimlendiği tespit edilmiştir. Kayacık tohumlarının çimlenme sürecinde, toprakta bulunan alınabilir su çimlenmeyi etkileyen önemli bir çevresel faktördür. Su potansiyelinin azalması durumunda çimlenme gecikmekte ve belli bir seviyeden sonra çimlenme durmaktadır. Su stresinin çimlenme üzerindeki etkisinin belirlenmesinde uygulanan yöntemlerden birisi de farklı PEG 6000 solüsyonları yardımı ile oluşturulan ozmotik stres ortamlarının çimlenme üzerindeki etkilerini belirlemektir. Kayacığın çimlenme engelinin giderilmesi üzerine çeşitli çalışmalar olmasına karşın ozmotik stresin çimlenmeye etkisi üzerine yapılan yeterince çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada; ozmotik stresin farklı kayacık popülasyonlarına ait tohumların çimlenmesi üzerine etkisini belirlemek amacıyla Türkiye'nin farklı bölgelerindeki 8 farklı popülasyondan (Kastamonu-Şendağ, Düzce-Yığılca, Antalya-Finike, Antalya-Akseki, Erzurum-İspir, Artvin-Hatilla, Sinop-Ayancık, Adana-Saimbeyli) toplanan tohumlar kullanılmıştır. Ozmotik stres seviyelerinin oluşturulmasında polietilen glikol (PEG 6000) kullanılmıştır. Biri kontrol olmak üzere 6 farklı ozmotik stres (0, -0,5, -1, -2, -3, -4 bar) düzeyi (ortamı) oluşturulmuştur. Hesaplamalarda Michel ve Kaufmann formülü kullanılmıştır. Denemelerde 11 cm'lik petri kapları ve iki katlı filtre kâğıtları kullanılmıştır. Daha önce yapılan çimlendirme çalışmaları dikkate alınarak iki farklı çimlendirme sıcaklığı (15/5 °C ve 15/10 °C 16/8 saat) belirlenmiştir. Çimlenme yüzdeleri açısından popülasyonlar arasında farklılık olup olmadığı varyans analizi ile test edilmiş ve Duncan testine göre gruplandırmalar yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre çimlenme yüzdesi bakımından popülasyonlar arasında %99 güven aralığı ile anlamlı farklılıklar olduğunu belirlenmiştir. Sonuç olarak popülasyonlara ilişkin çimlenme yüzdelerine bakıldığında Adana-Saimbeyli ve Antalya-Akseki popülasyonlarında en yüksek çimlenme yüzdesi elde edilmiştir (%57,1 ve %57,4). En düşük çimlenme yüzdesi ise Artvin-Hatilla popülasyonunda elde edilmiştir (%10,7). Ozmotik stres düzeylerinde ise en yüksek çimlenme yüzdesi kontrol gruplarında, ardından -0,5 (%37,8) ve -1 (%40,2) bar'lık stresli ortamlarda olmuştur ve -1 bar'lık stres seviyesi sonrasında çimlenme yüzdelerinde düşüş başlamıştır. En düşük çimlenme yüzdesi -3 ve -4 bar'lık stres düzeylerinde meydana gelmiştir (%26 ve %26,3). Çimlenme sıcaklığı dikkate alındığında

ise, 15/5 °C (8/16 saat) değişken sıcaklıktaki tohumlar 15/10 °C (8/16 saat) değişken sıcaklıktaki tohumlara göre daha yüksek oranda çimlenmişlerdir.

Anahtar kelimeler: Çimlendirme yüzdesi, Kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.), Ozmotik stres.



ABSTRACT

THE EFFECT OF OSMOTIC STRESS ON THE GERMINATION OF EUROPEAN HOP-HORNBEAM (*Ostrya carpinifolia* Scop.) SEEDS

Pınar DÖNMEZ
Düzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Forest Engineering
Master Thesis

Supervisor Assist: Dr. Şemsettin KULAÇ

Marc 2019, 35 pages

European Hophornbeam (*Ostrya carpinifolia* Scop.) is a type of deciduous tree that can be seen in bush, shrub and tree forms. In the studies conducted for the germination of the European Hophornbeam, it has been determined that there is a germination barrier caused by embryos, need stratification and better germinated at low temperatures. During the germination process of European Hophornbeam seeds the water level in the soil is an important environmental factor that affects germination. If water potential decreases, germination is delayed and stops after a certain level. One of the methods for the determination of the effect of water stress on the germination is osmotic potential created with the help of solutions to determine the effects of water stress on the germination. Although there are several studies on the elimination of the germination barrier of the European Hophornbeam, there are not enough studies on the effect of osmotic stress on germination. In this study; it is aimed to determine the effect of the different osmotic stress levels on the germination of seeds belonging to European Hophornbeam. Seeds were collected from 8 different populations in different regions of Turkey (Kastamonu-Sendag, Düzce-Yığılca, Antalya-Finike, Antalya-Akseki Erzurum Ispir, Artvin-Hatilla, Sinop-Ayancık, Adana-Saimbeyli). Polyethylene glycol (PEG 6000) was used to produce osmotic stress levels. Six levels of osmotic stress (0, -0.5, -1, -2, -3, -4 bar) were established, 0 bar pressure level was determined as a control group. Michel and Kaufmann formula were used in the calculations. In the experiments, 11 cm petri dishes and two layers of filter papers were used. Two different germination temperatures (15/5 °C and 15/10 °C 8/16 hours) were determined by taking into consideration the previous germination studies. The differences between the populations in terms of germination percentages were tested by variance analysis and grouped according to Duncan test. According to the results of the analysis, it was determined that there was a significant difference between the populations in terms of germination percentage with 99 % confidence interval.

Keywords: European Hophornbeam (*Ostrya carpinifolia* Scop), Germination percentage, Osmotic stress.

1. GİRİŞ

1.1. TÜRKİYE ORMANLARI

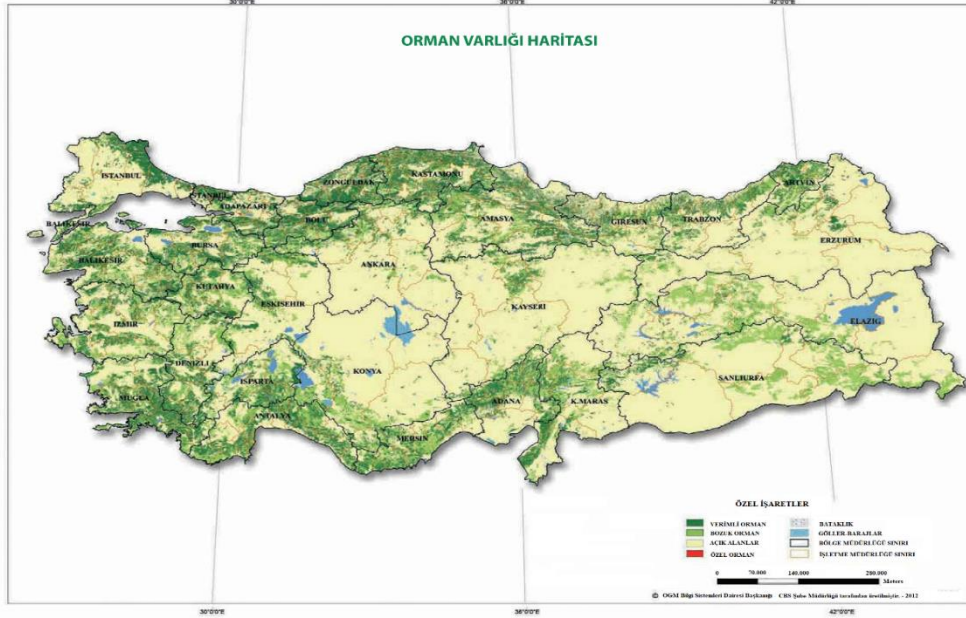
Ormanlar, geniş bir alanda kendine özgü bir iklim oluşturan, belirli yapı, sıklık ve yükseklikteki ağaçlar, ağaççık, çalı ve otsu bitkiler ve mantarlar, toprakta yaşayan çeşitli hayvanlar ve mikroorganizmaların, orman toprağı ile birlikte oluşturduğu hayat birliğidir [1].

Ormanlarda devamlılık ekosistemin ormanı oluşturan bitkilerin ve özellikle ağaçların çoğalmasına bağlıdır. Ağaçların genetik yapıları, doğal koşullar altında yasayabilmeleri için gerekli olan her türlü bilgiyi içermektedir ve çoğalma tohum yoluyla olduğunda yeni bilgiler gelecek kuşaklara gen yoluyla aktarılabilir. Bu nedenle, ağaçların çoğalmasının tohum yoluyla olması ağaç türlerinin ve ormanın sürekliliğı ve küresel iklim değışikliklerine uyumu bakımından son derece önemlidir [2], [3].

Türkiye hem bitki çeşitliliğı hem de endemik bitki açısından oldukça zengindir. Türkiye sahip olduğ u yaklaşık 12 bin bitki taksonu ile dünyada önemli bir yere sahiptir. Türkiye florasını oluşturan taksonlardan yaklaşık %31'i endemiktir [4], [5].

Türkiye'nin çok çeşitli bitki türlerine sahip olması bitkilerin yetişme ortamı çeşitliliğinden kaynaklanmaktadır. İklim özelliklerinde kısa mesafelerde ortaya çıkan değışiklikler, toprak tipi farklılıklar, bitki türlerinin çeşitlenmesini sağlamıştır. Türkiye'nin coğrafi konumunun bitki topluluklarının çeşitliliğine önemli katkısı olmaktadır [6].

Türkiye'nin ormanlarının %33'ünü yapraklı ormanlar, %48'ini iğne yapraklı (ibreli) ormanlar, %19'unu ise ibreli ve yapraklı karışık ormanlardan oluşmaktadır. Ormanlarda yayılış alanı olarak en fazla meşe (5,9 milyon ha) ormanları yayılış göstermekte. Meşeyi yayılış yaptığı alan büyüklüğüne göre kızılçam, karaçam, kayın, sarıçam, ardıç, göknar, sedir, ladin, fıstıkçamı, kızılğ aç, kestane, gürgen, kavak, ıhlamur, dişbudak ve okaliptüs ormanları gelmektedir [7].



Haritalar 1.1. İllere göre orman yoğunluğu haritası [7].

Ülkemiz özel konumu gereği çeşitli iklim tiplerinin etkisi altındadır. Türkiye subtropikal kuşak ile ılıman kuşak arasında yer alır. Türkiye üç tarafının denizlerle çevrili olması, dağların uzanışı ve yeryüzü şekillerinin çeşitlilik göstermesi, farklı iklim tiplerinin doğmasına yol açmıştır [8].

Türkiye farklı fitocoğrafya bölgelerinin (Avrupa-Sibirya, Akdeniz ve İran-Turan) etkisi altında olması nedeniyle biyo çeşitlilik açısından çok zengin bir yapıya sahiptir. Türkiye kendi içinde de alt flora bölgelerine ayrılması yine iklimle yakından ilişkilidir. Nemli-ılıman bir iklimin hâkim olduğu Kuzey bölgelerde dağlarının denize bakan yüzündeki ormanlarda nem istekleri yüksek ağaç türleri vardır [9].

Bu sahalarda rakımın az olduğu yerlerde doğu kayını, gürgen, Anadolu kestanesi, akçaağaç, ıhlamur vb. gibi yaprak dökken türlerden oluşan nemli ormanlar bulunur. Yüksek rakımlı yerlerde Uludağ Göknarı, Doğu Karadeniz Göknarı, karaçam ve Doğu Ladinini görülür. Kuzey Anadolu Dağları'nın güneye bakan yamaçlarında ve deniz etkisinden uzak iç kısımlarında ise nemli ormanların yerini kuru ormanlar almaktadır. Bu ormanların yüksek rakımlı yerleri genellikle sarıçam ve karaçam bulunurken, alçak rakımlarda çeşitli meşe türleri bulunmaktadır [9].

Kayacık Türkiye'de Doğu ve Batı Karadeniz Bölgesi ile Doğu Akdeniz Bölgesi'nde bulunmaktadır. Karadeniz'in Zonguldak ilinde denize sıfır alanlarda bulunur. Kayacıklar, en iyi gelişimini ormanlık alanlarda ve bol güneş alan yerlerde yapar. Işıklı veya yarı

gölgeli alanları yetiştirme ortamı olarak tercih eder ve çok yoğun siper koşullara dayanıklı değildir [10]–[12].

1.2. KAYACIĞIN (*Ostrya carpinifolia* Scop.) TANITIMI

Dünya üzerinde 6 cinsle yayılış gösteren *Betulacea* familyasının 5 cinsi ülkemizde Doğal olarak bulunmaktadır. Bir cinsli bir evcikli, yani erkek ve dişi çiçekleri ayrı ama, aynı ağaç üzerinde oluşan ağaç ya da çalı formundaki bu cinsler *Betulaceae* ve *Corylaceae* olmak üzere iki alt familyada incelenmektedir. Familyanın Türkiye’deki doğal cinslerinden biri olan Kayacık cinsi dünyada 7 türle temsil edilmektedir. İsmi kese şeklindeki meyvelerinden (Ostrea) alan bu cinsin Türkiye’de *Ostrya carpinifolia* Scop. (Gürgen Yapraklı Kayacık) adlı tek türü doğal olarak bulunmaktadır [10].

Çizelge 1.1. Kayacığın sistematikteki yeri [13].

Alem	<i>Plantea</i>	Bitkiler
Alt Alem	<i>Trachebionta</i>	Damarlı bitkiler
Üst Şube	<i>Spermatophyta</i>	Tohumlu bitkiler
Şube	<i>Magnoliophyta</i>	Kapalı tohumlular
Sınıf	<i>Magnoliopsida</i>	İki çenekliler
Alt Sınıf	<i>Hamamelidae</i>	Hamamelidae
Takım	<i>Fagales</i>	Kayingiller
Familya	<i>Betulacea</i>	Huşgiller
Cins	<i>Ostrya</i>	Kayacık
Tür	<i>Ostrya carpinifolia</i>	Gürgen yapraklı kayacık

1.2.1. Kayacığın (*Ostrya carpinifolia* Scop.) Yayılışı

Kayacık *Ostrya carpinifolia* Scop. dünya üzerinde Güney Avrupa, Suriye’nin batısı, Anadolu ve Transkafkaslar’da yayılır. Ilıman Batı Avrasya’ya özgüdür: daha detaylı olarak, doğal yayılma aralığı Orta Avrupa (Güney Doğu İsviçre ve Güney Avusturya), Güney Avrupa (Güney Doğu Fransa ve Korsika, İtalya, Sardunya, Sicilya), Balkan bölgesi (Arnavutluk, Bosna Hersek, Bulgaristan, Hırvatistan, Makedonya, Karadağ, Sırbistan, Slovenya, Yunanistan,) Türkiye’nin Avrupa kısmında, Batı Asya (Anadolu, Suriye, Lübnan) ve Kafkas ülkeleri (Gürcistan, Ermenistan, ve Rusya Federasyonu’nun Transkafkasya bölgeleri) olarak tanımlanmaktadır [14]–[16].



Haritalar 1.2. Kayacığın yayılışı [13].

Türkiye’de Kuzey ve Güney Anadolu’da yayılış gösteren *Ostrya carpinifolia*. özellikle Çoruh vadisinde, Karadeniz boyunca Sinop, Zonguldak, Samsun, Antalya, Adana ve Antakya ormanlarında doğal olarak yayılır [17], [18].

Kayacığın Türkiye’de Doğu ve Batı Karadeniz Bölgesi ile Doğu Akdeniz Bölgesi’nde dere seviyesinden 1900 m yüksekliklere kadar çıkabilen tek türü bulunmaktadır. *Ostrya carpinifolia* Scop.’nın Türkiye’deki yükselti aralığı 380-1900 m aralığında tespit edilmiştir. Yükseltinin düşük bulunduğu kademelerinde ve sadece Cide-Şehdağ’ında 450-660 m rakım arasında 21 m boya ve 30 cm çapa erişebilen boylu ağaç olarak karşımıza çıkan Kayacık, yüksek rakımlarda, özellikle Doğu Akdeniz’de ağaççık şeklindedir. Kayacık genelde diğer türlerle karışıma girmekte ve münferit bireyler ve gruplar halinde görülmekte iken sadece Erzurum’un İspir bölgesinde saf ormanlar oluşturur [10], [19].

Ostrya carpinifolia Scop., esas yayılışını Doğu Karadeniz Bölümü’nde Artvin yöresinde Çoruh Nehri boyunca göstermektedir Kayacık orta dereceli kuraklık koşullarında da sabit terleme ve ozmotik basınç değerleri gösteren stenohidrik bir bitkidir. Böylece, rüzgârlı ve güneşli yamaçlarda kolonileşebilir, ancak çoğunlukla yağışlı alanlarda veya havanın sürekli olarak nemli olduğu ıslak mikro iklim koşullarında (örneğin derin ve nemli vadi ve kanyonlarda) bulunur. Bu durum, kendi türünün kuzey kesimlerindeki dağılışında güneşli ve sıcak yerleri tercih eden bir öncü olmasını ve en güneydeki ülkelerde ise yarı gölgeli ve daha nemli yerlerde daha iyi büyümesini açıklamaktadır [10], [20]–[22]

Ayrıca, *Ostrya carpinifolia* Scop. Kuzey Anadolu'da Cide yöresinde *Erica arborea*, *Arbutus andrachne*, *Castanea sativa*, *Sophora joubertii* ve *Fagus orientalis*, İnebolu-Abana arasında *Pinus brutia*, *Laurus nobilis* diğer bir ayırt edici türle (*Campanula latiloba* A.DC.) ayrılmakta ve *Ostryetosum carpinifoliae* alt birliği şeklinde bulunmaktadır [23].

1.2.2. Kayacığın (*Ostrya carpinifolia* Scop.) Botanik Özellikleri

Kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.), 25 metreye kadar ulaşabilen, küçük ve orta seviyede geniş yaprakları olan yaprak dökken bir ağaçtır. Budamadan sonra 3-6m boyunda uzun bir çalı şeklinde görünen ağaçsı formunu kaybeder. Konik ya da düzensiz sürgünü, mızraksı, sivri ve tarak şeklinde (dişil) yapraklara dönüşür. Yapraklar 3-10 cm arasında yuvarlak ve her iki tarafında 10-15 ikincil damara sahip tabana göre simetrik şekildedirler [21]. Çiçekler ilkbaharda yaprak tomurcuğu açıklığı ile birlikte, 5-10 cm uzunluğunda eril salkımlar ve 2-5 cm uzunluğunda dişil salkımlar şeklinde görülür. Meyveler, sonbaharda altın rengine dönüşen, her biri 6-20 tohum içeren, 3-8 cm uzunluğunda sarkık kümeler şeklindedir. Her bir tohum 2-4 mm uzunluğunda küçük bir yemiş şeklindedir ve mesaneye benzer bir burum ile kaplanmıştır [21]. Genç sürgünlerin kabuğu koyu gri ve pürüzsüzdür, olgun ağaçlarda ise pullu, uzunlamasına çatlaklı ve koyu kahverengidir [20]. Sürgünlere iki sıralı sarmal (almaçlı) dizilmiş olan sivri uçlu tomurcuk çok sayıda kiremit benzeri pullarla örtülüdür. Sürgünlere yatık değil, sürgünle açı yapacak şekilde dizilmişlerdir. Çoğunluğu yumurta biçiminde olan yaprakları sivri uçlu, kenarları keskin çift dişlidir [24].

Kayacık odunun diri ve öz odunu belirgin şekilde ayrılmaktadır. Diri odun beyazımsı krem renğinde, öz odunu ise çok açık gülkurusu veya pembe renktedir. Diri odun ile öz odun sınırı belirgin değildir. Odun oldukça serttir. Ortalama yıllık halka genişliği 1,50 mm'dir [10].

Sürgünleri boz-kahve renğinde, tüylü, üzerinde çıplak gözle görülecek kadar büyük, bol sayıda lentiseller bulunur; uç tomurcuk pseudoterminaldir, yan durumlu tomurcuklar sürgünlere almaçlı dizilmişlerdir; tomurcukla sivri uçlu yumurta biçiminde olup, dıştan 3-4 çift pulla örtülmüşlerdir; Pullar yeşilimtırak-kahve renğinde olup üzeri tüylüdür; tomurcuklar *Carpinus* cinsinden farklı olarak sürgüne tamamen yatmış değil, sürgünle dar bir açı yapacak şekilde dışa yöneliktir [25].



Şekil 1.1. Kayacık (*Ostrya carpinifolia*) yaprak, çiçek ve sürgün ve gövdesi [22].

Yaprak saplarının sürgün üzerinde bıraktığı yaprak sapı izi daire dilimi şeklinde olup üzerinde 5 adet iletim demeti izi bulunur. Sivri uçlu yumurta biçimindeki yaprakların en geniş yeri ortadan aşağıya düşer, kenarları keskin çift sıralı dişlidir, 15-18 çift yan damarlar çıkıntılıdır (damar sayısı *Carpinus* türlerinden daha fazla sayıdadır). Üst yüzü koyu yeşil ve hafif tüylü, alt yüzü ise damarlar boyunca tüylüdür [25].



Şekil 1.2. Kayacık (*Ostrya carpinifolia*) çiçeği ve tohumu [22].

Sonbaharda oluşan erkek çiçekler aşağıya sarkan bir eksen üzerinde toplanmıştır. Kışı açıkta geçirirler. Erkek çiçeğin periantı yoktur. Her bir brahtenin koltuğunda uçta çatallanan 3-14 etamini vardır. Dişi çiçek kurulları dik duran kedicik halindedir. Her bir dihyazyum da iki yan çiçek vardır, ortadaki körelmiştir. Çanak yapraklar ovaryumu sarmış, onunla kaynaşmıştır. Dişi çiçeğin, üç brahteciğinin birleşmesinden meyveyi tamamen içerisine alan torba gibi bir örtü, mahfaza gelişmiştir. Ovaryum iki karpelden oluşmuştur.

Ucunda iplik gibi iki stigması vardır. Meyve üzeri yollu, sert kabuklu küçük bir mustur. Çiçeklenme ilkbaharda yapraklanma ile beraber olur, meyve ise aynı yılın sonbaharında olgunlaşır [24]. Genç sürgünler tüylüdür. Tomurcuklar sivri, konik ve üzerleri tüsüzdür. Kısa bir sapı vardır. Kenarları keskin çift dişlidir. Damarlar çıkık ve taze iken tüylüdür. Fakat sonradan bunlar dökülür. Kulakçıklar dikkati çekecek kadar büyüktür. Uzunluğu 4-10 cm, genişliği 2.5-6 cm arasında değişir. 11-17 çift yan damarları vardır. Genellikle simetrik değil çarpıktır. Üst yüzü parlak koyu yeşil, alt yüzü ise açık yeşildir [24].

Meyveleri asılı halde bulunur ve içerisinde 3 ile 8 cm uzunluğunda 6-20 adet tohum bulundurur. Her bir tohum 2-4 mm uzunluğunda ve kabukludur [17].

Tohumlar meyve örtüsü yeşilimsi kahverengi rengi aldığı anda ağaçlardan el ile toplanabilir. Tohumlar meyvelerden elle ovuşturulmak suretiyle kabuğundan çıkartılır, elekten geçirilerek hazır hale getirilir [16]. Tohumlar saklama kaplarına konulup rutubet almamaları sağlanır. Birçok ağaç türü tohumu için kritik saklama sıcaklığının +4°C'nin üstünde olmasını belirtmiştir [17].

1.2.3. Çimlenme Engeli ve Giderilme Yöntemleri

Ormanların geçmişten günümüze süregelen yaşam döngüsünde tohumların çimlenmesi, yeni yaşam döngüsünün başlangıcını oluşturması bakımından oldukça önemlidir [17].

Tohumlarda uygun koşullar oluşsa bile bazen tohumlarda çimlenme meydana gelmez. Kendi iç nedenlerin bir sonucu olarak büyümesi engellenen tohumlar dormant (uyku hali) denilen, uyuşukluk veya dinlenme evresinde olabilirler. Orman ağacı tohumlarındaki bu uyku haline çeşitli faktörlerin birleşimi neden olabilmektedir [26].

Çimlenme engelleri genellikle tohumun genetik yapısı ile ilgilidir. Çimlenme engeli tohumun meyve kısmı, tohum kabuğu ve embriyonun gelişmemesi gibi nedenlerden meydana gelebilir. [12], [27], [28]. Genel olarak tohumların çimlenmesi bazı iç (endosperm, embriyo vs.) ve dış (ışık, sıcaklık, nem vs.) faktörlerin etkisi altındadır [27], [29]–[31].

Embriyonun uyku halinde kalmasını sağlayan, bazı bitki hormonlarıdır. Tohumların kabuğu gaz alışverişini engelleyecek kadar sık ve sert dokulu olduğundan embriyonun faaliyetini engeller ve uyku halinde kalmasına neden olur. Tohum ıslatıldığında şişer ve embriyo hücrelerindeki enzimler faaliyete geçerek "giberellin" salgılanır bu hormon tohumun uyku haline geçmesini engeller [32].

Tohumun çimlenme engelini gidermede; uzun süreli (4-8 hafta sıcak, 16-23 hafta soğuk) sıcak ve soğuk katlama ön işlemleri önerileri yanında, [33] çimlenmeyi aktive edici hormonlarla ancak, %64'lük bir çimlenme yüzdesine ulaşabilmiştir. Bunun yanında kayacık tohumlarının çimlenmesinin 18 ay sürebileceğini belirtilerek, bu problemin önemi vurgulanmıştır [17].

Çimlenme engelleri neslin devamı açısından çok önemlidir. Tohum doğrudan çimlenme gerçekleştirmeyerek daha uygun çimlenme ortamına taşınmayı ve çimlenme için uygun koşulların oluşmasını bekler. Bu durum onların soyunun devam ettirebilmesi için hayati bir öneme sahiptir [34].

Bazı tohumlar, elverişsiz koşullarda saklanırlarsa, elverişli koşullar sağlansa bile çimlenemezler. Bu duruma çoğu kez, ikincil uyku hali (sekonder dormansi) denir. Işığa duyarlı tohumlar karanlıkta saklanırlarsa, ikincil uyku hali meydana gelebilir. Diğer taraftan, karanlıkta normal şekilde çimlenen tohumlar, ışığa maruz bırakılırlarsa ikincil uyku haline girebilirler [26].

Bazı konifer türlerin rutubetli tohumları, 5-10 °C arasındaki bir sıcaklıkta, türlere bağlı olarak birkaç hafta veya 2-3 aya kadar katlama yapıldığı zaman, sonradan olgunlaşma daha hızlı bir şekilde sağlanır. Uyku halinin giderilmesinde en önemli etki, tohumun artan solunumdur [26].

Bitkinin dinlenme fazına girişinden sorumlu bir düzenleyici asit olan absisik asit, miktarı uyku halindeki tohum ve tomurcuklarda özellikle yüksektir. Sonbaharda ağaç tomurcuklarında gibberallinlerin miktarı azalırken absisik asit miktarı yüksektir. Kış soğuklarının azalması ve günlerin uzaması ile engelleyici madde miktarı azalırken gibberallinlerin düzeyi yükselir ve zamanla tomurcuklar sürmeye başlar [35].

Düşük sıcaklıklarda, geç kış veya erken ilkbahar ekimleri tohum çimlenmesi için uygundur [17]. Bu nedenle çimlenme için en yaygın olarak kullanılan yöntem, nemli bir ortamda, düşük sıcaklıklarda belirli sürelerde bekletmek şeklinde uygulanan katlama işlemidir [30], [31], [36]–[38].

Tohumlarda ki iç uyku halinin giderilmesi için kullanılan diğer bir yöntem ise tohumların ekimler öncesinde belirli sürelerde ve farklı ozmotik stres düzeylerinde koşullandırılmasıdır [39], [40]. Bu yöntemde, öngörülen ozmotik stres düzeyleri, saf suya belirli oranlarda katılan PEG (Polietilen glikol) ile elde edilebilmektedir [41].

Ozmotik stres ile koşullandırma yöntemi, Depolama ömrü uzun veya kısa özellik gösteren birçok farklı türde tohumda denenmiş, çimlenme engelini giderici etkisinin yanında tohumların çimlenme yüzdesini de arttıran bulgular elde edilmiştir [27], [40], [42]. Bu yöntemin, özellikle elverişsiz koşullarda çimlenmeyi arttırmak, hızlandırmak ve bunların sonucunda dış koşullara daha dayanıklı bireylerin yetişmesini sağlamak gibi bir avantajı olduğu da belirtilmektedir [39].

Ozmotik koşullandırmada işlem süresinin klasik katlama yöntemine göre daha kısa olması tohumların yerleştirildikleri ortamın neminin sabit tutulabilmesi, ozmotik stres ile koşullandırma yönteminin katlama yöntemine göre üstünlüğünü göstermektedir [43]. Ozmotik stres ile koşullandırma yönteminde, kökçük büyümesi hariç diğer tüm metabolik süreçler koşullandırma esnasında tamamlanarak çimlenmeye hazır hale getirmekte bu da tohumun çimlenme yüzdesini, hızı ve ürün bütünselliği artırması yönünden ozmotik stres ile koşullandırmayı ümit verici bir teknik yapmaktadır [27], [39], [42].

Epigeik çimlenme tipi gösteren Kayacık tohumlarının embriyo kaynaklı çimlenme engeli ve yüksek boş tohum oranı nedeniyle de oldukça düşük (%50'den az) çimlenme yüzdesi vardır [17], [33].

Kayacık tohumları çok fazla sıcak sevmemesi nedeniyle sıcakta küflenme ve çürümeler görülmektedir. Embriyoda uyku halini ortadan kaldırmak için tohumları nemli kumda 60 gün boyunca 20°C, 30°C bekletilmeli veya 140 gün boyunca 5°C'de katma gerekmektedir. Bu metot kullanılarak çimlenme kapasitesi % 25-65 ve % 85-90 arasında artırılabilir [19], [34], [43].

Kayacık türlerinde günümüze kadar yapılan çalışmalarda üç farklı işlem uygulanmıştır. 1 ay sıcak (20°C) + 1 ay soğuk (3°C) katlama, 2 ay soğuk katlama ve kontrol işlemlerinden oluşmaktadır [44].

Kayacık tohumlarının sert kabukları ve aşılması zor bir çimlenme engeli vardır. Bu uyku halini ortadan kaldırmak için laboratuvarında yapılan denemelerde kayacık tohumlarının soğuk ortamda 2-3,5 ay katlamada beklemesi durumunda çimlenme yüzdesinin arttığı saptanmıştır [12]. Tohumların sıcak ortamda bekletilmesi durumunda çimlenme engeli artmaktadır. Soğuk ortamda ise çimlenme oranının %81-92 arasında olduğu gözlemlenmiştir [45].

1.3. ÇALIŞMANIN AMACI

Farklı Kayacık popülasyonlarının PEG 6000 yardımı ile oluşturulan yapay stres ortamlarındaki çimlenme yüzdeleri belirlenerek kuraklığa dayanıklı popülasyonların belirlenmesi amaçlanmaktadır.

1.4. HİPOTEZLER

1. Farklı ozmotik stres seviyeleri kayacığın tohumlarının çimlenmesi üzerine etkisi yoktur.
2. Kuraklığa dayanıklı kayacık popülasyonu bulunmamaktadır.



2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. KAYACIK (*Ostrya Scop.*) TOHUMLARININ ÇİMLENDİRELME Sİ İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Hop-hornbeam (kayacık) tohumlarının çimlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada, katlama, kırpma, sülfürik aside batırma ve kabuk soyma işlemlerinin etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışma en çok bilinen yöntemlerden olan kabuk soyma işleminden farklı süreçlerin denendiği bir çalışmadır. Araştırma sürecinde herhangi bir işlem uygulanmayan tohumların çimlenmede başarısız olduğu görülmüştür. Kabuk soyma işlemi uygulanan tohumlarda %34-37 oranında çimlenme görülmüştür. Giberellik asid (GA₃), kabuğu soyulmamış tohumlara uygulandığında çimlenmeyi artırmıştır fakat kabuğu soyulmuş tohumlarda %76-80 oranında çimlenme gözlenmiştir. Ayrıca kabuğu soyulmamış tohumların 3 ay süre ile katlama uygulamasına alınmasıyla %15 oranında çimlenme oranına ulaşılmıştır. Fakat kabuk soyma, giberellik asid (GA₃) ve katlama uygulamaları beraber en iyi çimlenme oranını vermiştir (%81). Sonuç olarak, tohumlar çimlenmeye hazırlanırken kabuklarının soyulması ve 24 saatlik 20 °C'de giberellik asid (GA₃) uygulaması önerilmektedir ve 20 °C'de sürekli ışıktaki çimlenme için iyi bir deneme ortamı olarak görülmüştür [46].

Ostrya carpinifolia (Kayacık) tohumlarının çimlenme engelini aşmak ve kısa zamanda çimlendirme sağlamak amacıyla beş değişik çimlendirme tekniği denemiştir. Araştırmada; Kontrol (suda) %16; Kaynatma (%75 °C suda 5dk tutma) %18; Oksijenli su (%3'lük oksijenli su) %32; PS-A6 30 mg/l (1-3 saat) %64; PS-K 30 mg/l (1-3 saat) ile %56 çimlenme elde etmiştir [33].

Kayacık tohumlarına uygulanan farklı işlemlerin (Katlama, hormon çeşidi, hormon dozu, sıcak su) çimlenme yüzdesi üzerine etkilerini araştırmıştır. Araştırmada, 2006 ve 2007 yıllarında hasat edilmiş Kayacık tohumlarına, kontrol işlemi ile farklı hormon çeşidi, dozları ve sıcak suda bekletme işlemleri uygulanmış, her iki hasat yılında yapılan hormon uygulamalarında, sıcak su uygulaması ve kontrole göre daha yüksek çimlenme yüzdesi gözlenmiştir. Ayrıca, 2006 hasat yılı tohumlarıyla yapılan sıcak ve soğuk katlama

işleminin, Kayacık tohumlarının çimlenmesi üzerinde katlanmamış, tohumlara göre 3,5 kat daha olumlu etki yaptığı belirlenmiştir. 2006 hasat yılı katlanmamış tohumlarda, hormon çeşidi ve farklı doz uygulaması faktörlerinin en uygun kombinasyonunu 800 ppm GA₃ (%78,2) uygulaması verirken, bu oran 2007 hasat yılı katlanmamış tohumlarda ise 800 ppm GA₃ (%58,2) bulunmuştur. 2006 yılı hasadı tohumlarda katlama + GA₃ uygulaması sonrası elde edilen çimlenme yüzdesi (%72,1) değerlerinin katlama işlemi uygulamadan sadece GA₃ (%78,2) muameleri ile de elde edilebildiği kanaatine varılmıştır. Araştırma sonucuna göre IAA, IBA, MCPA, IPA ve BAP hormonlarının tek tozları tohumlara uygulandığında çimlenme yüzdesi oldukça düşük kalırken, katlama + hormon uygulama kombinasyonunun çimlenme oranını önemli ölçüde artırdığı gözlenmiştir [45].

Kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.) türünün Türkiye'deki değişik popülasyonlarına ait tohumların bazı özellikleri ile ön işlem uygulanan tohumların çimlenme yüzdelerini araştırmıştır. Araştırmada farklı popülasyonları temsil eden tohumlara kontrol, perlitte 1 ay sıcak + 1 ay soğuk katlama ve perlitte 2 ay soğuk katlama olmak üzere üç farklı ön işlem uygulanmıştır. Ön işlemlere takiben 5 °C sıcaklıkta yapılan çimlendirme çalışmaları sonucunda, farklı popülasyonlar ile ön işlem uygulaması ve bunların etkileşiminin çimlenme yüzdesine etkisinin önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda canlılık, doluluk oranı ve bin tane ağırlığı gibi tohum özellikleri açısından popülasyonlar arasında önemli farklılıklar olduğu gözlenmiştir. Örneğin, en yüksek çimlenme yüzdesi (%98) ile Kastamonu popülasyonunda perlitte 1 ay sıcak + 1 ay soğuk katlama işlemleri uygulanarak elde edilmiştir [44].

Farklı Kayacık popülasyonlarından tohumlar kullanarak, çimlenme yüzdeleri bakımından popülasyonlar arasında farklılık olup olmadığını araştırmışlardır. Tohumlar 10 hafta boyunca 2-4 derece sıcaklıkta çıplak katlamaya tabii tutulmuş ve ardından 5 derecede çimlendirilmiştir. Çimlenmeler devamlı olarak takip edilmiş ve çimlenmeler durana kadar ölçümler yapılmıştır. Çimlenme yüzdesi bakımından popülasyonlar arasında %99 güven düzeyi ile anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Ayrıca popülasyon içi örnekler arasında da çimlenme yüzdeleri bakımından önemli farklar olduğu tespit edilmiştir. Örneğin, İspir popülasyonu, %49,7'lik çimlenme yüzdesi ile en düşük ortalamaya sahipken ağaç bazında %87,72'ye varan değerler elde etmesi popülasyon içi bireyler arasında çimlenme yüzdesi bakımından bariz farklılıklar olduğunu göstermektedir [19].

2.2. KONUYLA İLGİLİ DİĞER TÜRLERDE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Çimlenmede olabilecek çeşitli olumsuzlukları gidermek, fide sayısında yeterli miktarda verim elde edebilmek için tohumlar ekim öncesi genel olarak ön çimlendirme denilen çeşitli uygulamalara tabi tutulmaktadır. Çimlenmenin engelini giderilmesi olarak adlandırılan bu aşama; ön çimlendirme, ozmotik koşullandırma veya ozmotik tohum uygulamaları gibi terimlerle ifade edilir. Geleneksel ve kimyasal yöntemlere karşı alternatif olan organik ozmotik koşullandırma doğa dostu, temiz, ucuz ve en önemlisi bitkisel kaynaklı olarak öne çıkmaktadır [47].

Tohumların ozmotik çözeltilerde tutulması, 1970 ve sonrasında kullanılan ekim öncesi uygulamalarından birisidir. Bu uygulamalarda amaç, tohum içindeki su ile dışındaki çözeltinin ozmotik basınçları arasında fark yaratmak ve böylece çimlenmeyi başlatacak kadar suyun girişini sağlamaktır. Teorik olarak çimlenmesi uyarılmış tohumlar hızlı ve yüksek oranda çıkış gösterirler. Ozmotik çözelti olarak KNO_3 , $KHPO_4$, KH_2PO_4 , K_3PO_4 gibi maddelerin yanında PEG, Potasyum Nitrat, Potasyum Dehidrojen Fosfat gibi bazı maddelerin belirli yoğunluktaki çözeltileri kullanılmaktadır [48].

Türkiye'nin farklı iklim bölgelerine ait altı *Pinus brutia* türlerinin çimlenmesi üzerine ozmotik stresin etkisinin araştırıldığı çalışmada, PEG 6000 eriyiği kullanılarak 0 ile -8 bar arasında stres düzeyleri oluşturulmuştur. Tohumların çimlendirilmesi $20 \pm 0,5$ °C sıcaklıkta 12 saat ışık (1000 lüks) altında 28 gün esas alınarak yapılmıştır. Ozmotik stresin azalması ile çimlenme yüzdesi, çimlenme hızı ve çimlenme değeri bütün orijinlerde önemli oranda azalmakla birlikte orijinler arasında önemli farklılıklar görülmektedir. Nemli bölgelerde bulunan kızılçam türleri yüksek strese karşı en fazla duyarlılığı göstermekte, kurak bölgeleri temsil eden türlere ait kızılçam tohumları özellikle yüksek stres derecesinde (-6 bar) daha fazla oranda çimlenebilmektedirler. popülasyonların ozmotik strese karşı gösterdikleri bu farklılığın bir doğal eleme etmeni olarak kuraklığın etkisiyle oluşmuş tür içi çeşitlilikten kaynaklandığı ifade edilebilir [49].

Kızılçam (*Pinus brutia*, Ten.) tohumlarının dormansi hallerinin giderilmesi amacıyla ekim öncesinde ozmotik stres ile koşullandırmanın çimlenme yüzdesi ve çimlenme değeri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışma, ozmotik stres ile koşullandırma ve katlama+ozmotik stres ile koşullandırma işlemi olarak gruplanan tohumların 5 ve 10 günlük sürelerle 0 bar, -7,5 bar, - 15,0 bar, -22,5 bar'lık ozmotik stres düzeylerinde koşullandırılması ve +15 °C ve +25 °C sıcaklıklarda çimlenme yeteneklerinin test

edilmesini kapsayan denemelere tabi tutulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre ozmotik stres ile koşullandırmanın tohumların çimlenme yüzdesi ve çimlenme değerini artırdığı ortaya konmaktadır. Ayrıca, tohumların dormansi hallerinin giderilmesinde, araştırmada denenen koşullandırma işlemlerinin klasik katlama yöntemi kadar etkili olmadığı görülmüştür [50].

Polietilen glikol (PEG 6000) kullanılarak yapılan ozmotik koşullandırma işlemlerinin *Pinus tabulaeformis* tohumlarının çimlenmesi üzerindeki etkilerini ortogonal bir tasarımıyla (L934, L1645) incelemiştir. 2002 ve 2004'de hasat edilen iki çeşit tohum kullanılmıştır. 2002'de hasat edilen tohumlar farklı su içeriğine sahiptir ve 2004'te hasat edilen tohumlar yapay olarak yaşlandırılmıştır. Bu tohumlar daha sonra PEG çözelti seviyesi, işlem süresi ve sıcaklığın farklı ön işleme kombinasyonlarına tabi tutulmuştur. Daha sonra, tohumlar pamuklu bir yatak üzerinde çimlendirilmiştir. Daha sonra ise çimlenme oranı, çimlenme endeksi ($GI = \sum Gt$ (belirli günlerde çimlenme oranı) / Dt (çimlenme gün sayısı) ve canlılık indeksi ($VI = GI / \text{fide taze ağırlığı}$) istatistiksel olarak analiz edilmiştir. 2002 yılında hasat edilen tohumlar %9,84 veya %6,03 su içeriğine sahiptir ve $200 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ PEG çözeltisi ile 1 gün işleme tabi tutulmuşlardır. 2004'te hasat edilen tohumlar yapay olarak 0 yaşına getirilmiştir ve $200 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ PEG çözeltisiyle 25°C ve 2 gün işleme tabi tutulmuşlardır. İşleme tabi tutulmuş tohumların çimlenme oranlarının anlamlı olarak ($p < 0.05$) daha yüksek olduğu ve tohumların senkronize olarak filizlendiği gözlemlenmiştir. Tohum çimlenmesi için gerekli su miktarı aralığının, yapay olarak uyarılan edilen düşük tohum suyuna sahip denemelerde genişlediği gözlemlenmiştir. Yapay yaşlandırma uygulanan tohumlarda tohum canlılığının azaldığı görülmüştür. Fakat bu sürecin PEG işlemi ile restore edildiği gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, farklı PEG çözeltisi içeriği, işlem süresi ve sıcaklığının, Çin çam tohumlarının çimlenmesinde yardımcı olduğu gözlemlenmiştir [51].

Gibberellin (GA) ile ön işlemden geçirilmiş Ejderha ladini (*Picea asperata* Mast.) Tohumlarının değişik seviyelerdeki ozmotik strese verdikleri tepkileri ve antioksidan enzim aktivitelerindeki değişiklikleri incelenmiştir. Artan PEG 6000 konsantrasyonları nedeniyle azalan su potansiyelinin çimlenme yüzdesini ve çimlenme endeksini kademeli olarak azalttığı gözlemlenmiştir. Bu azalma PEG -0,6 MPa ozmotik stres seviyesinde belirgin olarak görülmüştür. Buna karşılık, ozmotik düzenleme maddeleri (serbest prolin ve çözünür şeker içeriği), lipid peroksidasyonu (MDA) ve antioksidan enzimin (askorbat peroksidaz, katalaz ve peroksidaz) aktiviteleri, su potansiyelinin

azalması ile belirgin şekilde artmıştır. Benzer şekilde, -0,6 MPa PEG uygulamasındaki tüm parametrelerdeki değerler kontrol ve -0,2 MPa PEG uygulamasından belirgin şekilde daha yüksek olarak ölçülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre Ejderha ladini (*Picea asperata* Mast.) Tohumlarının çimlenme sürecinde ozmotik strese duyarlı olmadığını göstermiştir. Ayrıca tohumların GA ile ön işleme tabi tutulması, çimlenme yüzdesi, çimlenme endeksi, ozmotik düzenleme maddesi ve antioksidan enzim aktiviteleri ölçümleri sonuçlarına göre ozmotik strese olan toleransı artırdığı görülmüştür [52].

Tunus'un kurak ve yarı kurak bölgelerinde yetişen iki yerli tür *Rhus tripartitum* ve *Ziziphus lotus* türlerinde yapılan bir çalışmada su stresinin (0'dan -1 MPa'ya) tohumların çimlenmeleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Sonuçlar, bu konudaki farklılıkları, deniz suyunun potansiyelini belirlemiştir. PEG 6000 konsantrasyonunun arttırılmasına bağlı oluşan stres nedeni ile her iki türde de çimlenme kademeli olarak düşmüştür. Ancak *Z.lotus* su stresi toleransı olarak kabul edilmiştir çünkü 1 MPa'ya kadar tohumlar % 17 oranında çimlenmiştir. Bu durum *Z.lotus* türünün, *R.tripartitum* türüne göre çok daha iyi kuraklığa uyum kapasitesi sunduğu gözlemlenmiştir [53].

Çin'de *Sophora davidii* türünde yapılan bir çalışmada, ozmotik potansiyel ve tohum büyüklüğünün çimlenme, dormansi ve ölümler üzerine etkisi araştırılmıştır. Büyük, orta ve küçük boyutlu tohumların maksimum çimlenmesi %50 (-0,836 –0,786 ve –0,812 MPa ortamlarında) elde edilmiştir. En yüksek tohum dormansisi (%70), 1.0 MPa'daki küçük tohumlarda elde edilmiştir. En yüksek tohum ölümlerinde (%6) 0 MPa'da büyük tohumlarda gözlenmiştir. Artan ozmotik potansiyel, büyük ve küçük tohumların çimlenmesinde orta tohumlara göre daha fazla azalmaya neden olmuştur. Ayrıca büyük tohumların ölümlerini arttırmıştır. Hafif su stresi altında, orta ve büyük tohumların çimlenmesi daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca küçük tohumların ölümleri daha yüksek olurken, orta ve küçük tohum dormansisi daha düşük bulunmuştur. Ayrıca, ozmotik potansiyeller ve tohum büyüklüğü, tohum çimlenmesini, dormansi ve mortaliteyi önemli ölçüde etkilemiştir. Sonuçlar, tohum büyüklüğünün *S. davidii* tohumlarının ekolojik olarak önemli bir rol oynadığını, orta veya küçük tohumlar strese bağlı çimlenmelerini geliştirerek ve karstik kayalık çölleşme bölgesinin şiddetli habitatlarında orta veya küçük tohumlular ölümlerini azalttığını için uyumu yüksek olmaktadır [54].

Su stresinin on beş *Pinus nigra* Arnold orijinlerinin tohum çimlenmesi üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışmada 0 ile-8.0 bar arasındaki su potansiyelleri polietilen

glikol (PEG 6000) çözeltileri kullanılarak elde edilmiştir. Tohumlar 35 gün süreyle $20 \pm 0,5$ °C sıcaklıkta bırakıldı. Bu çalışmada, orijinler arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. En yüksek kümülatif çimlenme yüzdesine sahip-8.0 bar'da Ankara Uluhan (%95, 08) ve Isparta Tota (%85,41), su stresi karşısında en dayanıklı orijinler olmuştur. Bu çalışma su stresinin çimlenme hızını, çimlenme yüzdesini ve çimlenme değerini azalttığını göstermiştir [55].

Kivi tohumlarının farklı PEG 6000 dozları ve pH seviyeleri uygulayarak çimlenme yüzdelерinin artırılması hedeflenmiştir. Çimlenmede 3 farklı pH seviyesinin ve farklı PEG 6000 dozlarının (0 g/L, 200 g/L, 300 g/L, 400 g/L) etkisi araştırılmıştır. Elde edilen verilere göre, 400 g/L dozunda çimlenme görülmezken en yüksek çimlenme oranı 0 g/L (%1.33) dozundan tespit edilmiştir. pH seviyesinin etkisi incelendiğinde ise en düşük değer %0.75 ile pH 7' en yüksek değer ise %0,9 ile pH 6'da tespit edilmiştir. Sonuç olarak, PEG 6000 dozlarının anlamlı etkisi gözlenirken, pH uygulamaları ile pH x PEG 6000 etkileşiminin anlamlı etkisi gözlenmemiştir [56].

Robinia pseudoacacia L. Tohumlarında yapılan bir çalışmada PEG 6000'in varlığı, *R. pseudoacacia* L. tohumlarının çimlenme oranını önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir. Ozmotik basıncı -4,65 bar olduğunda, optimal çimlenme oranında %70'lik bir azalma göstermiştir. *Eucalyptus globulus* Labill'in çimlenme oranı ve çimlenme kapasitesi, tüm tohum büyüklükleri için 28°C'de optimum, artan sıcaklıkla (13°C ila 33°C) artmış, daha sonra azalmıştır. En büyük tohumlar genellikle tüm sıcaklıklarda en iyi çimlenmiştir. Çimlenme, su potansiyeline de (0 ile 0,75 MPa) çok duyarlıdır ve -0,25 MPa'nın altındaki potansiyelerde çimlenme meydana gelmemiştir [57].

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. TOHUMLARIN TEMİNİ

Çalışmada Antalya-Akseki, Adana-Saimbeyli, Erzurum-İspir, Sinop-Ayancık, Düzce-Yığılca, Kastamonu-Şehdağ, Artvin-Hatilla, Antalya-Finike olmak üzere 8 farklı popülasyondan 2012 yılı Ekim-Kasım aylarında temin edilmiştir (Çizelge 3.1, Şekil 3.1).

Çizelge 3.1. Tohumların temini.

Sıra	Kaynak (İl-İlçe)	Enlem	Boylam	Rakım (m)
1	Antalya-Akseki	37° 05'	31° 46'	1300
2	Adana-Saimbeyli	38° 01'	36° 06'	1225
3	Erzurum-İspir	34° 27'	41° 00'	1947
4	Sinop-Ayancık	41° 47'	34° 37'	450
5	Düzce-Yığılca	40° 55'	31° 20'	550
6	Kastamonu-Şehdağ	41° 47'	33° 07'	700
7	Artvin- Hatilla	41° 11'	41° 44'	480
8	Antalya-Finike	36° 19'	30° 05'	820

Her popülasyondan 10'ar ağaçtan yaklaşık 1'er kg keseli tohum toplanmıştır. Toplanan tohumlar polietilen torbalar içinde Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi laboratuvarına getirilmiştir. Toplanan tohumlar hava kurusu hale gelene kadar laboratuvar ortamında 48 saat bekletildikten sonra tohumlar keselerinden zımpara yardımı ile ovularak çıkarılmıştır (Şekil 3.1)



Şekil 3.1. Tohumların temini.

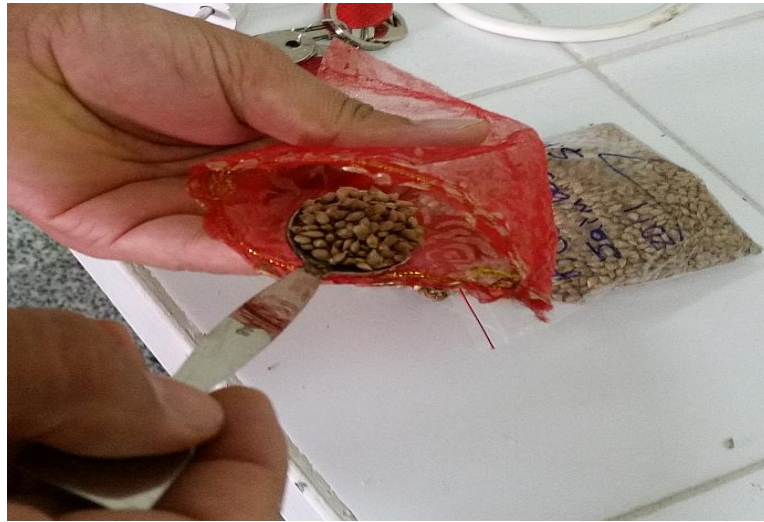
Dolu tohumları boş tohumlardan ayırmak için %50'lik etil alkolde yzdrlmtr. Tohumlar saf suyla temizlenerek tekrar hava kurusu hale getirilmiştir. Daha sonra tohumlar işlemler yapılana kadar ağzı kapalı olarak +4 derecede buzdolabında stoklanmtir.

3.2. TOHURLARA N İŞLEM UYGULANMASI

Bu alımada Türkiye'nin farklı bölgelerindeki 8 farklı popülasyondan temin edilen tohumlar kullanılmtir. Kayacık tohumlarının çimlenme engelleri Kulaç ve ark. (2015) nerdiđi yönteme göre giderilmiştir.

Tohumlara n işlem yapılmadan önce her bir popülasyondan 30'ar gram tohum tartılıp yaklaşık 300 gram tohum kartirilerek, 100'er gramlık miktarlar halinde, file torbalara konulmuştur daha sonra saklama kaplarında perlit arasına yerleştirilerek katlamaya alınmtir (ekil 3.2).

Katlama işlemi Kulaç 2015'e göre değişken sıcaklıklarda (16 saat 15 °C ve 8 saat 5 °C) bekletilerek yapılmtir. Katlama işlemi sırasında tohumlar hazırlanan perlit içerisine file torbalar arasına tabakalı bir şekilde yerleştirilmiştir (ekil 3.3, ekil 3.4 ve ekil 3.5).



Şekil 3.2. Kayacık tohumların tl file içerisine konulması.



Şekil 3.3. File içinde hazırlanmış olan tohumlar.



Şekil 3.4. Tül file içerisine konulan kayacık tohumlarının üzerinin perlitle kaplanması.



Şekil 3.5. Kayacık tohumlarının üzerinin perlit ile tamamen kapatılması.



Şekil 3.6. Katlamaya alınan kayacık tohumları.

Haftada bir kontrol edilip saf sudan geçirilen tohumlar 10 hafta sonra katlamadan çıkartılıp çimlendirme işlemlerine başlanmıştır.

Çimlenme engeli giderilen tohumlara ozmotik stres seviyeleri oluşturulmuştur. Biri kontrol olmak üzere 6 farklı ozmotik stres (0, -0,5, -1, -2, -3, -4 bar) düzeyi oluşturulmuştur. Hesaplamalar Michel ve Kaufmann'ın formülüne göre yapılmıştır. Biri

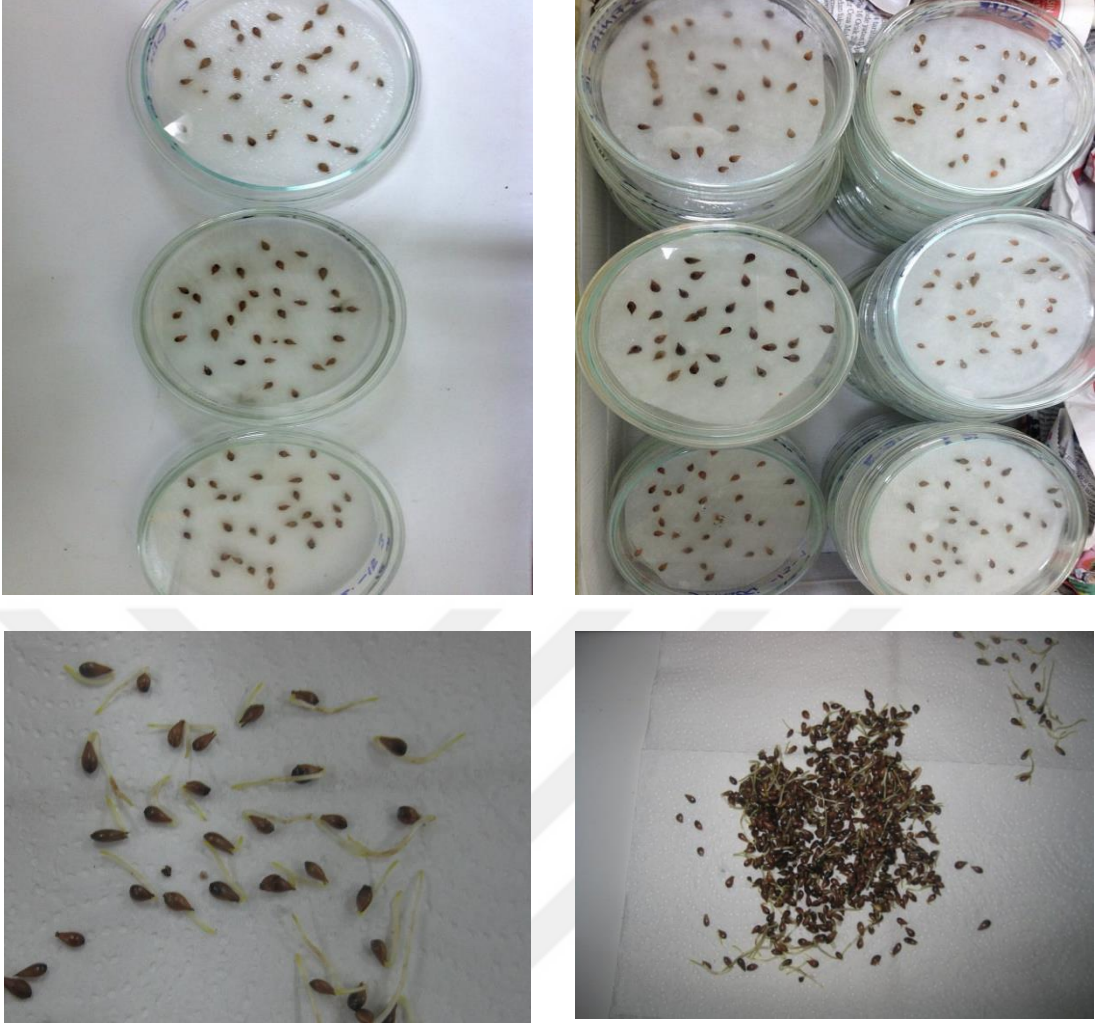
15/5 °C diğeri 15/10 °C olan iki farklı çimlendirme sıcaklığı kullanılmıştır.

Denemelerde 11 cm'lik cam petri kapları kullanılmış ve petri kapları otoklavda steril hale getirilmiştir. Her petri kabı içine iki kat olarak yerleştirilen filtre kâğıtları daha önceden hazırlanan solüsyonlar ile doyurulmuştur. Denemeler her popülasyon için 4 tekrarlı 50'şer adet tohum ile yapılmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Petri kapların kullanımı.

Denemenin başlamasıyla birlikte günlük kontrol ve sayımlarla çimlenen tohumlar belirlenmiştir. Kökçük 3 mm (yaklaşık tohum boyu kadar) çıkan tohumlar çimlenmiş sayılmıştır. Üç günde bir filtre kâğıtları değiştirilmiştir. Çalışmalar 49 gün sonra sona ermiştir (Şekil 3.8). Çimlendirme denemesi sonucunda elde edilen verilerle, popülasyonlara ve işlemlere göre çimlenme yüzdeleri belirlenmiştir.



Şekil 3.8. Filtre kağıtları ve kayacık tohumları.

3.3. İSTATİSTİKSEL ANALİZLER

Popülasyonlara ve öngörülen ozmotik stres düzeylerine göre belirlenen çimlenme yüzdeleri, varyans analizleri ile karşılaştırılmıştır. Yüzde değerler Arc sin p formülü ile normal dağılıma dönüştürülerek karşılaştırılmıştır. Analiz sonucunda popülasyonlar ve işlemler arasında istatistiksel farklılıkları ortaya koymak için Duncan testi uygulanmıştır.

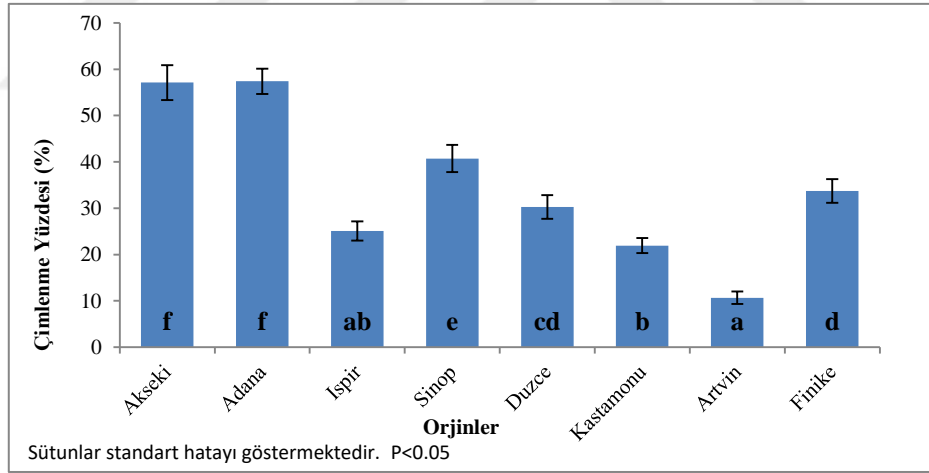
Çimlenme yüzdeleri bakımından popülasyonlar arasında farklılık olup olmadığı varyans analizi ile test edilmiş ve Duncan testine göre gruplandırmalar ortaya konulmuştur. İstatistiki analiz sonuçlarına göre çimlenme yüzdesi bakımından popülasyonlar arasında %99 güven düzeyi ile anlamlı farklılıklar olduğunu belirlenmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. BULGULAR

Çimlenme yüzdeleri sonuçlarının popülasyonlara ve işlemlere göre faktöriyel varyans analizi ile karşılaştırılmasında hem orijinlerin hem de farklı ozmotik stres düzeylerini temsil eden işlemlerin, istatistiksel ($P<0,01$) olarak anlamlı farklılıklar gösterdiği ortaya çıkmıştır. Hangi popülasyonların ve hangi ozmotik stres işlemlerinin birbirinden farklı olduğunu belirlemek, farklılıkları ortaya koymak ve bu sonuçları gruplandırmak amacıyla Duncan testi uygulanmıştır.

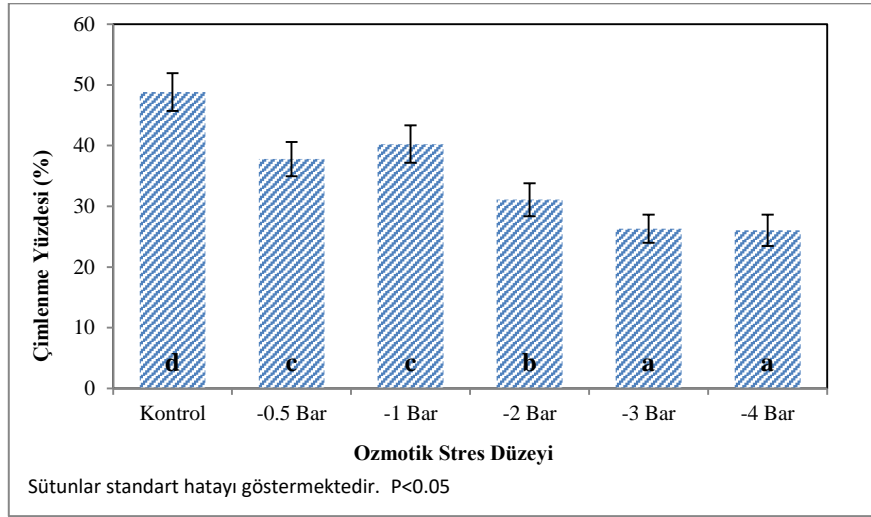
Tüm işlemlerin ortalaması değerlendirildiğinde en yüksek çimlenme Akseki (%57,1) ve Adana (%57,3) popülasyonlarından elde edilmiştir. En düşük çimlenme ise Artvin (%10,67) popülasyonundan elde edilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Çimlenme yüzdeleri.

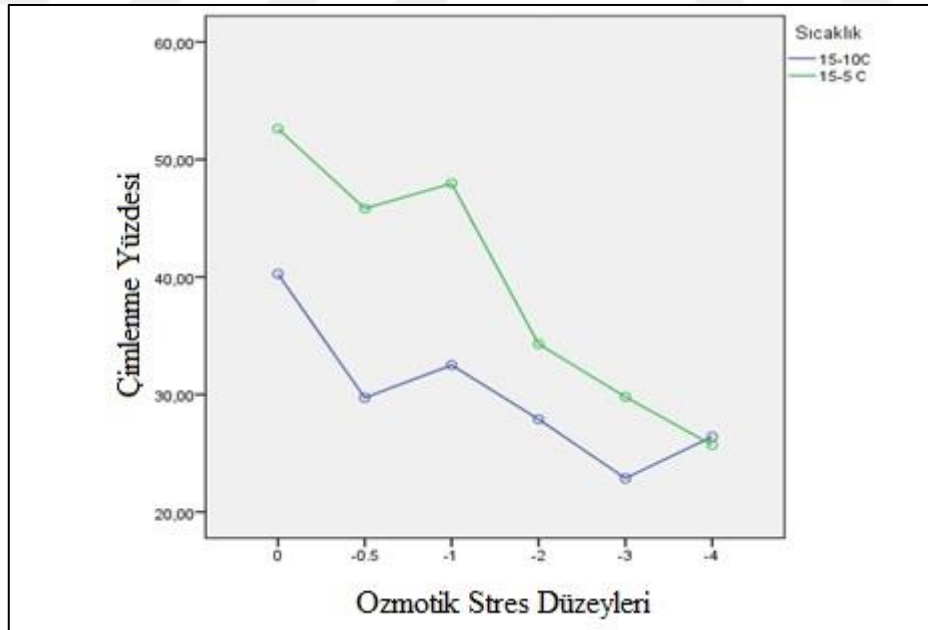
Tüm popülasyonların ortalamaları dikkate alındığında, ozmotik stres düzeylerinde en yüksek çimlenme yüzdesi kontrollerde, ardından -1 (%40,2) bar'lık ve -0,5 (%37,8) ortamlarda oluşmuştur. Ozmotik stres düzeyi arttıkça çimlenme yüzdeleri düşmektedir. Bu düşüş, 8 farklı popülasyondaki çimlenme yüzdelerinin ortalaması alındığında, -0,5 bar'lık ozmotik strese kontrole göre düşüş meydana gelirken -1 barlık ozmotik streste tekrar bir artış meydana gelmiştir. -2 bar'lık stres düzeyinden itibaren sürekli olarak stres

seviyesi arttıkça çimlenme yüzdesinde düşüş meydana gelmiştir. En düşük çimlenme yüzdesi -3 ve -4 bar basınçta meydana gelmiştir (%26 ve %26,3) (Şekil 4.2).

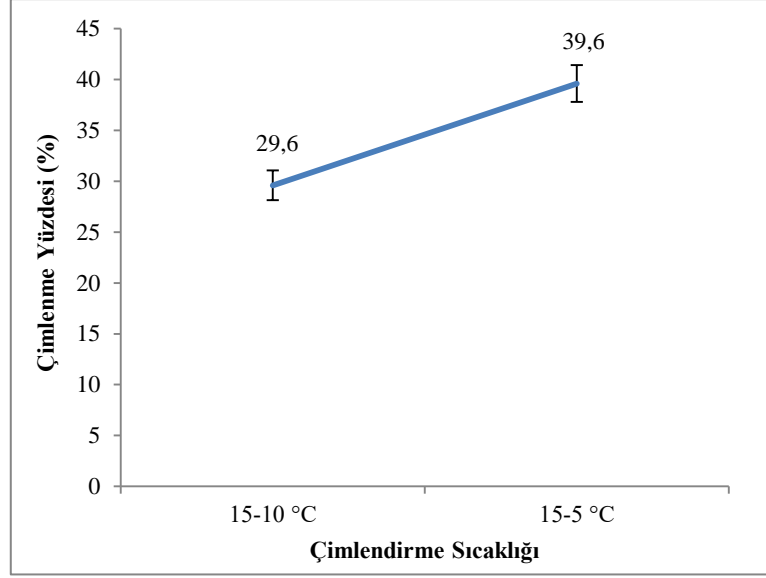


Şekil 4.2. Osmotik stres düzeyleri.

Ortam sıcaklığının osmotik strese bağlı çimlenme yüzdeleri üzerinde önemli etkileri olduğu görülmüştür. Özellikle 15/5 °C derece değişken sıcaklıkta -0,5 ve -1 bar basınçtaki çimlenmeler 15/10 °C ortamdaki kontrolden daha yüksek ölçülmüştür (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Ortam sıcaklığının osmotik strese bağlı çimlenme yüzdeleri üzerine etkisi.



Şekil 4.4. Farklı değişken sıcaklıkların çimlenme yüzdelerine etkisi.

Farklı değişken sıcaklıklarda, çimlenme yüzdelerinde ozmotik strese bağlı düşüş orijinlere göre farklılık göstermektedir. Örneğin Sinop ve Adana popülasyonunda 15/5 °C derece değişken sıcaklıkta -0,5 ve -1 bar basınçtaki çimlenmeler kontrolden daha yüksek gözlemlenmiştir (Şekil 4.4). 15/10 °C Artvin ve İspir popülasyonlarında kontrole göre tüm stres seviyelerinde çimlenme yüzdelerinde artış meydana geldiği gözlenmiştir. -1 Bar'a kadar çimlenme yüzdeleri artmış daha sonra düşüş meydana gelmiş fakat kontrole göre yine de yüksek çıkmıştır.

Çizelge 4.1. Farklı çimlendirme sıcaklıklarına ve ozmotik strese bağlı popülasyonlar arası çimlendirme yüzdeleri.

Sıcaklık	Orjin	Stres Düzeyi (bar)	Çimlenme Yüzdesi (%)	Standart Sapma	Sıcaklık	Orjin	Stres Düzeyi (bar)	Çimlenme Yüzdesi (%)	Standart Sapma
15-10 °C	Antalya Akseki	Kontrol	78,4 de	2,3	15-5 °C	Antalya Akseki	Kontrol	83,5 e	7,4
		-0.5	44,4 bc	24,4			-0.5	60,8 cde	29,2
		-1	62,1 cde	14,4			-1	81,0 de	17,6
		-2	22,5 ab	18,3			-2	69,9 cde	13,4
		-3	29,7 ab	30,0			-3	43,6 bc	25,9
		-4	61,8 cde	5,4			-4	58,4 bcde	16,0
	Adana Sayimbeyli	Kontrol	65,0 cde	7,1		Adana Saimbeyli	Kontrol	73,4 cde	14,3
		-0.5	50,4 bc	9,8			-0.5	75,5 cde	7,8
		-1	57,2 bcde	17,9			-1	78,4 de	9,6
		-2	28,2 ab	22,5			-2	61,8 cde	6,0
		-3	45,4 bc	8,3			-3	57,5 bcde	16,6
		-4	52,9 bcd	14,1			-4	46,9 bc	18,2
	Erzurum İspir	Kontrol	5,1 a	2,5		Erzurum İspir	Kontrol	44,2 bc	8,7
		-0.5	21,8 ab	9,9			-0.5	38,9 abc	6,9
		-1	31,6 ab	14,0			-1	26,1 ab	3,1
		-2	24,2 ab	18,1			-2	16,5 a	9,2
		-3	28,8 ab	10,8			-3	13,4 a	6,1
		-4	25,8 ab	16,4			-4	15,1 a	13,4
	Sinop Ayancık	Kontrol	50,9 bc	14,3		Sinop Ayancık	Kontrol	61,0 cde	12,8
		-0.5	40,4 abc	6,2			-0.5	61,4 cde	12,8
		-1	28,9 ab	5,2			-1	69,5 cde	22,0
		-2	34,2 ab	17,3			-2	38,8 abc	13,1
		-3	24,2 ab	10,0			-3	43,6 bc	17,6
		-4	11,7 a	5,7			-4	24,2 ab	5,0
	Düzce Yığılca	Kontrol	44,8 bc	6,0		Düzce Yığılca	Kontrol	45,4 bc	1,6
		-0.5	22,4 ab	12,0			-0.5	53,0 cd	19,6
		-1	19,6 a	11,2			-1	40,0 bc	14,1
		-2	46,5 c	18,9			-2	28,7 abc	15,5
		-3	8,4 a	5,8			-3	23,6 ab	6,5
		-4	11,7 a	7,9			-4	19,6 a	3,7
	Kastamonu Şehdağ	Kontrol	35,5 abc	9,7		Kastamonu Şehdağ	Kontrol	31,1 abc	15,3
		-0.5	19,9 a	9,8			-0.5	25,8 ab	7,4
		-1	13,9 a	11,8			-1	30,8 abc	9,6
		-2	17,5 a	1,7			-2	17,5 a	6,9
		-3	13,4 a	6,1			-3	26,7 abc	6,7
		-4	9,2 a	4,2			-4	21,8 ab	13,3
	Artvin Hatilla	Kontrol	3,3 a	0,0		Artvin Hatilla	Kontrol	16,7 a	18,9
		-0.5	10,0 a	6,7			-0.5	15,5 a	10,1
		-1	17,1 a	6,0			-1	16,6 a	8,9
		-2	12,7 a	13,0			-2	3,3 a	2,7
		-3	12,5 a	8,3			-3	3,3 a	2,7
		-4	12,5 a	9,6			-4	3,9 a	5,7
	Antalya Finike	Kontrol	39,1 bc	5,6		Antalya Finike	Kontrol	65,8 d	9,6
		-0.5	28,5 abc	16,8			-0.5	35,9 abc	23,4
		-1	29,7 abc	17,6			-1	41,3 bc	6,4
		-2	37,5 abc	23,9			-2	37,9 abc	18,8
		-3	20,7 ab	1,8			-3	26,7 abc	4,7
		-4	25,8 ab	12,9			-4	15,8 a	11,7

Çizelge 4.2. Farklı çimlendirme sıcaklıklarına ve ozmotik strese bağlı popülasyonlar arası oransal çimlendirme yüzdeleri.

Sıcaklık	Orjin	Stres Düzeyi (bar)	Çimlenme Yüzdesi (%)	Standart Sapma	Sıcaklık	Orjin	Stres Düzeyi (bar)	Çimlenme Yüzdesi (%)	Standart Sapma
15-10 °C	Antalya Akseki	Kontrol	78,4 de	2,3	15-5 °C	Antalya Akseki	Kontrol	83,5 e	7,4
		-0.5	56,6 bc	24,4			-0.5	72,8 cde	29,2
		-1	79,2 cde	14,4			-1	97,0 de	17,6
		-2	28,7 ab	18,3			-2	83,7 cde	13,4
		-3	37,9 ab	30,0			-3	52,2 bc	25,9
		-4	78,8 cde	5,4			-4	69,9 bcde	16,0
	Adana Sayimbeyli	Kontrol	65 cde	7,1		Adana Sayimbeyli	Kontrol	73,4 cde	14,3
		-0.5	77,5 bc	9,8			-0.5	102,9 cde	7,8
		-1	88,0 bcde	17,9			-1	106,8 de	9,6
		-2	43,4 ab	22,5			-2	84,2 cde	6,0
		-3	69,8 bc	8,3			-3	78,3 bcde	16,6
		-4	81,4 bcd	14,1			-4	63,9 bc	18,2
	Erzurum İspir	Kontrol	5,1 a	2,5		Erzurum İspir	Kontrol	44,2 bc	8,7
		-0.5	427,5 ab	9,9			-0.5	88,0 abc	6,9
		-1	619,6 ab	14,0			-1	59,0 ab	3,1
		-2	474,5 ab	18,1			-2	37,3 a	9,2
		-3	564,7 ab	10,8			-3	30,3 a	6,1
		-4	505,9 ab	16,4			-4	34,2 a	13,4
	Sinop Ayancık	Kontrol	50,9 bc	14,3		Sinop Ayancık	Kontrol	61 cde	12,8
		-0.5	79,4 abc	6,2			-0.5	100,7 cde	12,8
		-1	56,8 ab	5,2			-1	113,9 cde	22,0
		-2	67,2 ab	17,3			-2	63,6 abc	13,1
		-3	47,5 ab	10,0			-3	71,5 bc	17,6
		-4	23,0 a	5,7			-4	39,7 ab	5,0
	Düzce Yığılca	Kontrol	44,8 bc	6,0		Düzce Yığılca	Kontrol	45,4 bc	1,6
		-0.5	50,0 ab	12,0			-0.5	116,7 cd	19,6
		-1	43,8 a	11,2			-1	88,1 bc	14,1
		-2	103,8 c	18,9			-2	63,2 abc	15,5
		-3	18,8 a	5,8			-3	52,0 ab	6,5
		-4	26,1 a	7,9			-4	43,2 a	3,7
	Kastamonu Sehdağ	Kontrol	35,5 abc	9,7		Kastamonu Sehdağ	Kontrol	31,1 abc	15,3
		-0.5	56,1 a	9,8			-0.5	83,0 ab	7,4
		-1	39,2 a	11,8			-1	99,0 abc	9,6
		-2	49,3 a	1,7			-2	56,3 a	6,9
		-3	37,7 a	6,1			-3	85,9 abc	6,7
		-4	25,9 a	4,2			-4	70,1 ab	13,3
	Artvin Hatilla	Kontrol	3,3 a	0,0		Artvin Hatilla	Kontrol	16,7 a	18,9
		-0.5	303,0 a	6,7			-0.5	92,8 a	10,1
		-1	518,2 a	6,0			-1	99,4 a	8,9
		-2	384,8 a	13,0			-2	19,8 a	2,7
		-3	378,8 a	8,3			-3	19,8 a	2,7
		-4	378,8 a	9,6			-4	23,4 a	5,7
	Antalya Finike	Kontrol	39,1 bc	5,6		Antalya Finike	Kontrol	65,8 d	9,6
		-0.5	72,9 abc	16,8			-0.5	54,6 abc	23,4
		-1	76,0 abc	17,6			-1	62,8 bc	6,4
		-2	95,9 abc	23,9			-2	57,6 abc	18,8
		-3	52,9 ab	1,8			-3	40,6 abc	4,7
		-4	66,0 ab	12,9			-4	24,0 a	11,7

4.2. TARTIŞMA

Topraktaki mevcut su miktarı tohumun çimlenmesini etkileyen önemli bir faktördür. Bu su miktarındaki azalma çimlenmeyi geciktirmekte hatta belirli bir seviyeden sonra çimlenme tamamen durmaktadır [47]. Su stresinin çimlenme üzerindeki etkisinin belirlenmesinde uygulanan yaygın yöntemlerden birisi PEG 6000 kullanarak oluşturulan farklı ozmotik potansiyellere sahip ortamlarda tohumların çimlendirilmesidir [45], [46], [49], [51].

Ozmotik stresin farklı kayalık popülasyonlarına ait tohumların çimlenmesi üzerine etkisini belirleyen bu araştırmada elde edilen bulgular, genel olarak çimlenme ortamının ozmotik stresi arttıkça tüm popülasyonlarda belirli bir stres düzeyinden sonra (-2 bar) çimlenme yüzdesinde azalma olmuştur. Bu durum, çimlenme ortamındaki ozmotik stresin artması ile su alımlarının kısıtlanmasından kaynaklanmaktadır.

Birçok türde çok sayıda benzer çalışma yapılmış ve benzer sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin *Pinus pinaster* türünde yapılan benzer çalışmada çimlenme yüzdesi -4 bar'dan sonra düşmeye başlamıştır [58]. Aynı şekilde ozmotik potansiyelin azalması ile *Pinus brutia* türünde çimlenme yüzdesi, çimlenme hızı ve çimlenme değeri bütün orijinlerde önemli oranda azaldığı ifade edilmiştir [49]. Sarıçamda yapılan bir çalışmada bu çalışmaya benzer şekilde -2 bar'dan sonra çimlenme yüzdelerinde belirgin şekilde azalmalar meydana gelmiştir [32]. Kızılçamda yapılan bir başka çalışmada -4 bar'dan sonra çimlenmelerin azaldığı -8 bar'da %5'e düştüğü belirtilmiştir [59]. Farklı biyoklimatik bölgelerden gelen dört farklı *Myrtus* türlerinde yapılan çalışmada da çimlenme yüzdelerinde -8 bar basınçta önemli azalmalar gözlemlenmiştir [60]. Ejderha ladini (*Picea asperata* Mast.) tohumlarında azalan su potansiyelinin çimlenme yüzdesini ve çimlenme endeksini kademeli olarak azalttığı gözlenmiştir [52]. Çimlenme yüzdelerinde görülen azalmaların ozmotik stres düzeyindeki artışın su alımını sınırlayarak çimlenmeyi engellediği veya geciktirdiği şeklinde yorumlanabilir.

Popülasyon ozmotik strese karşı gösterdikleri bu farklılığın bir doğal seleksiyon etmeni olarak kuraklığın etkisiyle oluşmuş bir intraspesifik varyasyondan kaynaklandığı ifade edilebilir [49].

Bu çalışmada, popülasyonların faktöriyel varyans analizi ile karşılaştırılmasından elde edilen bulgulara göre yüksek ozmotik stres koşullarında en yüksek çimlenme performansı Adana-Saimbeyli ve Antalya-Akseki popülasyonlarında elde edilmiştir (%57,1 ve %57,4). En düşük çimlenme yüzdesi ise Artvin-Hatilla popülasyonunda elde edilmiştir

(%10,7). Bu iki popülasyonun çimlenmelerinin yüksek olması, Emberger biyoiklim sınıflandırmasına göre Türkiye'nin güneyinde ve nispeten yarı kurak bir alanda yer almalarına bağlı olabilir. Benzer şekilde, Boydak orijinlerin ozmotik strese karşı gösterdikleri bu farklılığın bir doğal seleksiyon etmeni olarak kuraklığın etkisiyle oluşmuş bir intraspesifik varyasyondan kaynaklandığı ifade etmektedir [49]. Çimlenme yüzdesinin değişik ozmotik stres koşullarında popülasyonlara göre gösterdiği intraspesifik varyasyonun etkisi bir çok türde ortaya konmuştur [58], [59], [61], [62]. Ayrıca Artvin popülasyonunun en düşük olması bu popülasyonun tohumların bazı sorunlarının olduğunu göstermektedir. Bu sorunlar çimlenme engelinin yüksek seviyede olması ya da farklı ön işlemlere ihtiyaç duyması olabilir. Bu çalışmada özellikle ortam sıcaklıklarının farklı olduğu durumlarda farklı popülasyonlar ozmotik strese karşı farklı tepkiler verdiği görülmüştür. Örneğin Sinop ve Adana popülasyonunda 15/5 °C derece değişken sıcaklıkta -0,5 ve -1 bar basınçtaki çimlenmeler kontrolden daha yüksek gözlemlenmiştir (Şekil 4.4.). Fakat 15/10 °C ortamlarda ise Artvin ve İspir popülasyonlarında kontrole göre tüm stres seviyelerinde çimlenme yüzdelerinde artış meydana gelmiştir. En yüksek seviye -1 bar olmasına rağmen tüm osmotik stres seviyeleri kontrolden yüksek bulunmuştur. Bu durumda Artvin ve İspir popülasyonlarına bakarak Kuzey Doğu Anadolu bölgesindeki kayacık popülasyonları yüksek sıcaklıklarda osmotik stres seviyelerinin artışına (-1 bar'a kadar) bağlı olarak kontrollere göre daha yüksek çimlenme yüzdeleri oluşturabileceği söylenebilir.

Genel olarak farklı çimlenme performansı sergileyen popülasyonların doğal ortamlarının ekolojik özellikleri karşılaştırıldığında, oransal olarak yarı kurak ortamlardan gelen tohumların nemli ortamlardan gelen tohumlara göre kurak çimlenme ortamlarına daha dirençli olduklarını söyleyebiliriz. Bu durum kalıtsal bir özellikte olabilir. Benzer sonuçlar birçok çalışmada elde edilmiştir [49], [58]–[62].

Çalışmada çimlenme sıcaklığı dikkate alındığında ise 15/5 °C (16/8 saat) değişken sıcaklıktaki tohumlar 15/10 °C (16/8 saat) değişken sıcaklıktaki tohumlara göre daha yüksek oranda çimlenmişlerdir. Toumi vd. (2017), *Robinia pseudoacacia* L. tohumlarında artan sıcaklık seviyesinde çimlenmelerin düştüğünü gözlemlemiştir [57]. Kulaç vd. 2013 yılında kayacık popülasyonlarında yapmış olduğu çimlendirme çalışmalarında 15/5 °C değişken sıcaklıkta kayacık tohumlarının daha yüksek çimlendiğini belirtmiştir [44]. Bu durum kayacığın değişken sıcaklık farklarının olduğu

ortamlarda daha yüksek oranda imlendiđini gösteren önemli bir bulgu olarak deđerlendirilebilir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. SONUÇLAR

Sonuç olarak popülasyonlara ilişkin çimlenme yüzdelerine bakıldığında Adana-Saimbeyli ve Antalya-Akseki popülasyonlarında en yüksek çimlenme yüzdesi elde edilmiştir (%57,1 ve 57,4). En düşük çimlenme yüzdesi ise Artvin popülasyonunda elde edilmiştir (%10,7). Ozmotik stres düzeylerinde genel olarak en yüksek çimlenme yüzdesi kontrollerde (%48,79), ardından -1 (%40,2) ve -0,5 (%37,8) bar'lık ortamlarda olmuştur. -2 bar'da çimlenme yüzdelerinde düşüş başlamıştır. En düşük çimlenme yüzdesi -3 ve -4 bar'da meydana gelmiştir (%26 ve 26,3). Çimlenme sıcaklığı dikkate alındığında ise 15/5 °C (8/16 saat) değişken sıcaklıktaki tohumlar 15/10 °C (8/16 saat) değişken sıcaklıktaki tohumlara göre daha yüksek oranda çimlenmişlerdir.

5.2. ÖNERİLER

Çalışma sonucunda yağışlı bölgelerden toplanan tohumların ve bu tohumlardan elde edilen fidanların kurak ya da yarı kurak alanlardaki ağaçlandırma çalışmalarında kullanılmalarının yanlış sonuç doğurabileceği, Tam tersine özellikle kurak ve yarı kurak mıntikalardan toplanan tohumlardan elde edilen fidanların kullanılması başarı oranını daha çok artıracığı söylenebilir. Bu çalışmaya göre bu tarz yarı kurak ve kurak mıntıkları ağaçlandırmak için Antalya-Akseki ve Adana-Saimbeyli orijinlerini önerebiliriz. Ilıman ve daha nemli alanlar için kuzey popülasyonlarından Sinop-Ayancık ve Düzce-Yığılca popülasyonlarından elde edilen fidanların kullanılması önerilebilir. Ayrıca Kayacık çimlendirme çalışmalarında mutlaka değişken sıcaklıkların kullanılması mümkünse 15/5 °C derece değişken sıcaklığının kullanılması önerilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] B. Aytuğ, “Orman tanımlaması ve bu tanımlamada yer alan ağaç, ağaççık ve çalı kavramları I,” *Orman Kadastro Semineri Orman Genel Müdürlüğü*, Türkiye, 1976, ss. 13.
- [2] S. Gülsoy ve K. Özkan, “Tür çeşitliliğinin ekolojik açıdan önemi ve kullanılan bazı indisler,” *Turkish Journal of Forestry*, c. 1, ss. 168–178, 2008.
- [3] M. Hunter Jr, “Benchmarks for managing ecosystems: Are human activities natural,” *Conservation Biology*, c. 10, sayı 3, ss. 695–697, 1996.
- [4] A. Guner, S. Aslan, T. Ekim, M. Vural, ve M. T. Babac, *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*, 1. baskı, İstanbul, Türkiye: Nezahat Gökyigit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, 2012, ss. 482-486.
- [5] H. Torlak, M. Vural, ve Z. Aytaç, *Türkiye'nin Endemik Bitkileri*, 1. baskı, Ankara, Türkiye: Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2010, ss. 221.
- [6] C. Acar, M. Var, ve L. Altun, “Trabzon ve yöresinin kayalık ortamlarında yetişen örtü bitkileri üzerine ekolojik bir araştırma,” *Ekoloji*, c. 11, sayı 41, ss. 20–28, 2001.
- [7] Orman Genel Müdürlüğü, “Türkiye Orman Varlığı,” Türkiye, Rap. OGM, 2015.
- [8] S. Sensoy, M. Demircan, U. Ulupınar, ve I. Balta, “Türkiye İklimi,” Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Türkiye, Rap. DMİ: 401, 2008.
- [9] I. Atalay, *Türkiye Vejetasyon Coğrafyası*, 1. baskı, İzmir, Türkiye: Ege Üniversitesi Basımevi, 1994, ss. 352.
- [10] Z. Gerçek , N. Merev, R. Anşın, Z.C. Özkan, S. Terzioğlu, B. Serdar, ve T. Birtürk, “Türkiye’deki gürgen yapraklı kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.)’ın ekolojik odun anatomisi,” *Kasnak Meşesi ve Türkiye Florası Sempozyumu*, Türkiye, 1998, ss. 21–23.
- [11] H. C. Gültekin, “Kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.),” *Orman ve Av Dergisi*, c. 88, ss. 37–41, 2011.
- [12] Ş. Kulaç, D. Güney, ve İ. Turna, “Tohum toplama ve ekim zamanı ile yetiştirme ortamının yabancı kiraz (*Prunus avium* L.) tohumlarının çimlenmesi üzerine etkisi,” *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, ss. 37–44, 2009.
- [13] Anonim, (2019, 17 Mart), *Ostrya carpinifolia* [Online]. Erişim: https://en.wikipedia.org/wiki/Ostrya_carpinifolia.
- [14] K. Browicz, *Chorology of Trees and Shrubs in South-West Asia and Adjacent Regions*, 1. baskı, Poznan, Polonya: Bogucki Wydawnictwo Naukowe, 1996, ss. 87.
- [15] H. Meusel ve E. J. Jäger, “Ecogeographical differentiation of the Submediterranean deciduous forest flora,” *Woody Plants Evolution and Distribution Since the Tertiary*, Almanya: Springer, 1989, böl. 162, ss. 315–329.

- [16] P. Uotila, "Lectotypifications in elatine (*Elatinaceae*) and some taxonomic remarks," *Annales Botanici Fennici*, c. 40, sayı 2, ss. 1-5, 2009.
- [17] K. Rusforth, "Ostrya," *The Plantsman*, c. 7, ss. 208–212, 1985.
- [18] R. Anşın ve Z. C. Özkan, "Tohumlu bitkiler (*Spermatophyta*) odunsu taksonlar," *Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi*, c. 19, ss. 512, 1993.
- [19] Ş. Kulaç, D. Güney, A. Gürpınar, ve Z. Karaca, "Farklı popülasyonlardan toplanan kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.) tohumlarında popülasyonlar arası ve içi çimlenme varyasyonları," *II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*, Türkiye, 2014, ss. 111–116.
- [20] S. Korkut ve B. Guller, "Physical and mechanical properties of European Hophornbeam (*Ostrya carpinifolia* Scop.) wood", *Bioresource technology*, c. 99, sayı 11, ss. 4780–4785, 2008.
- [21] S. Pignatti, *I Boschi D'Italia: Sinecologia e Biodiversità*, 1. baskı, Torino İtalya: Utet, 1998, ss. 356-370.
- [22] S. Pasta, D. de Rigo, ve G. Caudullo, "*Ostrya carpinifolia* in Europe: Distribution, habitat, usage and threats," *European Atlas of Forest Tree Species*, 1. baskı, Lüksemburg: Publication Office of the European Union, 2016. böl. 103, ss. 1-3.
- [23] Y. Akman, *Türkiye Orman Vegetasyonu*, 1. baskı, Türkiye: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi, 1995, ss. 100-456.
- [24] H. Kayacık, *Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematigi II*, 3. baskı, İstanbul, Türkiye: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, 1993, ss. 110-130.
- [25] F. Yaltrıık, *Bazı Yapraklı Ağaç ve Çaluların Kışın Tanınması (Uygulama Klavuzu)*, İstanbul, Türkiye: Ormancılık Eğitim ve Kültür Vakfı, 1991, ss. 165.
- [26] D. Yacubson, "Seeds are the biological potential in Argentine's forestry: Germination and dormancy in forest seeds," *Dormancy and barriers to germination: Proceedings of an International Symposium of IUFRO Project Group*, Kanada, 1991, ss. 0–4.
- [27] J. D. Bewiey ve M. Black, "Seeds: Physiology of development and germination," *Phytochemistry*, c.38, sayı 6, ss. 1551, 1994.
- [28] E. Çiçek, M. Aslan, ve F. Tilki, "Effect of stratification on germination of *Leucojum aestivum* L. seeds, a valuable ornamental and medicinal plant," *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, c. 3, sayı 4, ss. 242–244, 2007.
- [29] S. L. Krugman ve J. L. Jenkinson, "*Pinus* L. pine", *Seeds of Woody Plants in the United States*, ss. 598–638, 1974.
- [30] R. L. Willan, "A guide to forest seed handling with special reference to the tropics," Food and Agricultural Organization, İtalya, Rep. FAO:20/2, 1985.
- [31] J. W. Bradbeer, *Seed Dormancy and Germination*, 1. baskı, Londra, Birleşik Krallık: Springer US, 1988, ss. 146.
- [32] F. Tilki, "Preliminary results on the effects of various pre-treatments on seed germination of *Juniperus oxycedrus* L.," *Seed Science and Technology*, c. 35, sayı 3, ss. 765–770, 2007.

- [33] M. Sarıbaş, "Activation of the germination on the seeds of some plants," *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, c. 24, sayı 5, ss. 579–584, 2000.
- [34] H. C. Gültekin, *Üvez (Sorbus L.) Türlerimiz ve Fidan Üretim Teknikleri*, 1. baskı, Ankara, Türkiye: Tekbaş Matbaası, 2006, ss. 4-22.
- [35] M. Seçer, "Doğal büyüme düzenleyicilerin (bitkisel hormonların) bitkilerdeki fizyolojik etkileri ve bu alanda yapılan araştırmalar," *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, c. 6, sayı 3, ss. 109–124, 1989.
- [36] C. Muller, "Le point sur la conservation des semences forestieres et la levée de dormance," *Revue Forestière Française*, c. 38-3, ss. 200-204, 1986.
- [37] C. Hart, *Practical Forestry For The Agent and Surveyor*, Stroud, Birleşik Krallık: Alan Sutton Publishing Ltd., 1991, ss. 658.
- [38] M. Boudru, "*Forêt et sylviculture: traitement des forêts*," 1. baskı, Gembloux, Belçika: Presses Agronomiques de Gembloux, 1989, ss. 348.
- [39] S. W. Hallgren, "Effects of osmotic priming using aerated solutions of polyethylene glycol on germination of pine seeds," *Annales des Sciences Forestières*, c. 46, sayı 1, ss. 31–37, 1989.
- [40] S. K. Khalil, J. G. Mexal, ve M. Ortiz, "Osmotic priming hastens germination and improves seedling size of *Pinus brutia* var. *eldarica*," *Tree Planters' Notes*, c. 48, sayı 1-2, ss. 24-27, 1997.
- [41] B. E. Michel ve M. R. Kaufmann, "The osmotic potential of polyethylene glycol 6000," *Plant Physiology*, c. 51, sayı 5, ss. 914–916, 1973.
- [42] W. Heydecker ve P. Coolbear, "Seed treatments for improved performance survey and attempted prognosis," *Seed Science and Technology*, ss. 353-452, 1977.
- [43] B. Suszka, C. Muller, ve M. Bonnet-Masimbert, *Seeds of Forest Broadleaves: From Harvest to Sowing*, Paris, Fransa: INRA Editions, 1996, ss. 334.
- [44] Ş. Kulaç, D. Güney, E. Çiçek, Ş. Somay, ve A. K. Özbayram, "Farklı orijinli kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.) tohumlarının bazı tohum özelliklerinin belirlenmesi," *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, ss. 62–70, 2013.
- [45] H. Çelik, "Gürgen yapraklı kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.) tohumlarda çimlenme kabiliyetinin artırılması," Yüksek lisans, Orman Mühendisliği, Gazi Üniversitesi Ankara, Türkiye, 2008.
- [46] J. A. Pitel, B. S. P. Wang, ve W. M. Cheliak, "Improving germination of hop-hornbeam seeds," *Canadian Journal of Forest Research*, c. 14, sayı 3, ss. 464–466, 1984.
- [47] T. T. Kozłowski, P. J. Kramer, ve S. G. Pallardy, *The Physiological Ecology of Woody Plants*, Massachusetts, Amerika Birleşik Devletleri: Academic Press, 2012, ss. 678.
- [48] H. Karakurt, R. Aslantaş, ve A. Eşitken, "Tohum çimlenmesi ve bitki büyümesi üzerinde etkili olan çevresel faktörler ve bazı ön uygulamalar," *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, c. 24, sayı 2, ss. 115–128, 2010.
- [49] M. Boydak, "Sarıçam (*Pinus silvestris* L.) ve Karaçam (*Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana* (Lamp.) Holmboe) tohumlarında olgunlaşma zamanı ile saklama süreleri arasındaki ilişkiler," *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, c. 34,

sayı 2, 1984.

- [50] H. Dirik, M. Çalikoğlu, ve F. Tilki, “Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tohumlarında ozmotik stres ile koşullandırmanın çimlenme üzerine etkileri,” *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, c. 49, sayı 2, ss. 75–90.
- [51] F. Shi, C. Zhu, Y. Shen, ve J. Shi, “Germination of *Pinus tabulaeformis* seeds with PEG 6000 osmotic treatments,” *Journal of Zhejiang Forestry College*, c. 3, ss. 1-3, 2008.
- [52] Y. Yang, Q. Liu, G. X. Wang, X. D. Wang, ve J. Y. Guo, “Germination, osmotic adjustment, and antioxidant enzyme activities of gibberellin-pretreated *Picea asperata* seeds under water stress,” *New Forests*, c. 39, sayı 2, ss. 231–243, 2010.
- [53] F. Ali, “Seed germination characteristics of *Rhus tripartitum* (Ucria) Grande and *Ziziphus lotus* (L.): Effects of water stress,” *International Journal of Ecology*, c. 2013, ss.1-7, 2013.
- [54] L.-L. Zhao, B.-T. Mo, P.-C. Wang, Y. Zhang, ve Z.-F. Long, “Relationship of *Sophora davidii* seed size to germination, dormancy, and mortality under water stress,” *South African Journal of Botany*, c. 99, ss. 12–16, 2015.
- [55] O. Topacoglu, H. Sevik, ve E. Akkuzu, “Effects of water stress on germination of *Pinus nigra* Arnold. Seeds,” *Pakistan Journal of Botany*, c. 48, sayı 2, ss. 447–453, 2016.
- [56] E. Yazıcıoğlu ve M. Özcan, “Kivi (*Actinidia deliciosa* A. Chev) tohumlarının çimlenmesi üzerine PEG-6000 uygulamaları ve değişik pH seviyelerinin etkileri,” *Akademik Ziraat Dergisi*, c. 6, sayı 1, ss. 1–6.
- [57] M. Toumi, S. Barris, M. Seghiri, H. Cheriguene, ve F. Aid, “Effect of several methods of scarification and osmotic stress on seed germination of *Robinia pseudoacacia* L.,” *Comptes Rendus Biologies*, c. 340, sayı 5, ss. 264–270, 2017.
- [58] E. Falleri, “Effect of water stress on germination in six provenances of *Pinus pinaster*,” *Seed Science and Technology*, c. 22, ss. 591-599, 1994.
- [59] M. Falusi ve R. Calamassi, “Effetti degli stress idrici su germinazione e crescita della radice in cinque provenienze di *Pinus brutia* Ten. (Effects of moisture stress on germination and root growth in provenances of *Pinus brutia* Ten.),” *Annual Account in Science Forestry*, c. 31, ss. 99–118, 1982.
- [60] H. Lamia, S. Naoufel, K. Larbi, ve R. Néjib, “Effect of osmotic stress on *Myrtus communis* germination,” *Biologia*, c. 67, sayı 1, ss. 132–136, 2012.
- [61] J. P. Barnett, Moisture stress affects germination of longleaf and slash pine seeds, *Forest Science*, c. 15, ss. 275-276, 1969.
- [62] M. R. Kaufmann ve A. N. Eckard, “Water potential and temperature effects on germination of Engelmann spruce and Lodgepole pine seeds,” *Forest Science*, c. 23, sayı 1, ss. 27–33, 1977.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Pınar DÖNMEZ
Doğum Tarihi ve Yeri : 02.09.1980 - Karabük
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : pinardonmez@ogm.gov.tr

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Orman Müh.	Düzce Üniversitesi	2019
Lisans	Orman Müh.	İstanbul Üniversitesi	2005
Lise	Sayısal	Ali Dilmen Lisesi	1997