ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İÇ ANADOLU'DA PEYZAJ AMAÇLI AĞAÇLANDIRMALARDA KULLANILAN BAZI İBRELİ EGZOTİK TÜRLERİN DONA DAYANIKLILIĞI

Ergün AVŞAR

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇANKIRI
2022

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Ergün AVŞAR tarafından hazırlanan **"İç Anadolu'da Peyzaj Amaçlı Ağaçlandırmalarda Kullanılan Bazı İbreli Egzotik Türlerin Dona Dayanıklılığı"** adlı tez çalışması 28/05/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Bora İmal

Eş Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Akkın SEMERCİ

Jüri Üyeleri :

Başkan : Dr. Öğr. Üyesi Bora İMAL
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Figen ÇAKIR
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Esra BAYAR
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. İbrahim ÇİFTÇİ

Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum "**İç Anadolu'da Peyzaj Amaçlı Ağaçlandırmalarda Kullanılan Bazı İbreli Egzotik Türlerin Dona Dayanıklılığı**" konulu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, tezin Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nden başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve bu çalışmanın Çankırı Karatekin Üniversitesi tarafından kullanılan "Bilimsel İntihal Tespit Programı"yla tarandığını, "intihal içermediğini" beyan ederim. Çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm. Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim (28/05/2022).

Ergün AVŞAR

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

İÇ ANADOLU'DA PEYZAJ AMAÇLI AĞAÇLANDIRMALARDA KULLANILAN BAZI İBRELİ EGZOTİK TÜRLERİN DONA DAYANIKLILIĞI

Ergün AVŞAR

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Bora İMAL
Eş Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Akkın SEMERCİ

Mavi servi, Mavi ladin, Batı ladini, Yayılıcı ardıç, Doğu mazısı ve Leylandi türleri, kurak-soğuk olan İç Anadolu Bölgesinde peyzaj amaçlı ağaçlandırma çalışmalarında sıklıkla kullanılan egzotik türlerdir. Bu nedenle, bu türlerin İç Anadolu Bölge'sine taşınmalarına rehberlik etmek için onların dona dayanıklılık limitlerinin bilinmesi gereklidir. Bu çalışmada, bu altı türün dona dayanıklılıkları belirlenmiştir. Bu amaçla türlerden bir yaşındaki sürgün örnekleri alınmıştır. Sürgünler 2020 Şubat ayında +4 (kontrol grubu) -5, -10-, 15, -20, -25, -30 ve -40 ^{0}C'deki düşük sıcaklıklara maruz bırakılmamıştır. Dondurma testleri sonrasında sürgünlerde meydana gelen zarar klorofil floresans (CF) ve görsel değerlendirme (kahverengileşme skorlaması) (GD) yöntemleri kullanılarak tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara doğrusal olmayan regresyon modeli uygulanarak türler için ölümün olduğu don dereceleri (LT50) tahmin edilmiştir. Sonuç olarak, çalışmamızda kullanılan türler arasında dona dayanıklılık bakımından farklar olduğu belirlenmiştir. CF ve GD yöntemleri birbirlerine oldukça yakın sonuçlar vermişlerdir. Bu nedenle, pratik bir bakış açısıyla Mavi servinin -20 ^{0}C, Mavi ladinin -37 ^{0}C, Batı ladininin -36 ^{0}C, Yayılıcı ardıçın -24 ^{0}C, Doğu mazısının -27 ^{0}C ve Leylandinin -22 ^{0}C'den daha soğuk minimum sıcaklıklara sahip alanlara dikilmemeleri tavsiye edilebilir.

2022, 40 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Mavi servi, Mavi ladin, Batı ladini, Yayılıcı ardıç, Doğu mazısı, Leylandi, Stres Fizyolojisi, Dona dayanıklılık, Klorofil floresans, Görsel değerlendirme

ABSTRACT

Master of Science Thesis

FROST RESISTANCE OF SOME CONIFEROUS EXOTIC SPECIES USED IN LANDSCAPE AFFORESTATION IN CENTRAL ANATOLIA REGION

Ergün AVŞAR

Çankırı Karatekin University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Engineering

Advisor: Asst. Prof. Dr. Bora İMAL
Co-Advisor: Asst. Prof. Dr. Akkın SEMERCİ

Blue cypress, Blue spruce, Western spruce, Spreading juniper, Eastern thuja and Leylandi are widely used exotic species for landscape plantations in cold-dry Central Anatolia Region. In order to better guide the species movement to Central Anatolia, their limits of tolerance to cold should be better known. Thus, we designed an experiment to quantify the cold hardiness of these six species. Here, one years old twigs sampled on February were exposed to cold of +4 (Control), -5, -10, -15, -20, -25, -30 ve -40 ^{0}C. Chlorophyll fluorometry (CF) and Visual observation (browning scoring) (VO) screening methods were used to assess variation in cold hardiness among six species. A non-linear model reflecting the relationship between temperature and tissue damage was fitted for each sample to find lethal temperature (LT50) for each species. According to our results, there are significant differences in frost tolerance among the tested tree species by both screening methods. The two cold damage screening methods used in this study (CF and VO) gave nearly the same results. Therefore, from a practical standpoint, our results indicated that Blue cypress, Blue spruce, Western spruce, Spreading juniper, Eastern thuja and Leylandii should not be planted in areas where the minimum annual temperature is below -20, -37 -36, -24, -27 and -22 ^{0}C, respectively.

2022, 40 pages

Keywords: Blue cypress, Blue spruce, Western spruce, Spreading juniper, Eastern thuja, Leylandi, Seed pathology, Stress physiology, Cold hardiness, Chlorophyll Fluorescence, Visual observation

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

"İç Anadolu'da Peyzaj Amaçlı Ağaçlandırmalarda Kullanılan Bazı İbreli Egzotik Türlerin Dona Dayanıklılığı" adlı bu çalışma 2020-2022 yılları arasında hazırlanarak Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anaiblim Dalında "Yüksek Lisans" tezi olarak sunulmuştur.

Yüksek lisans hayatım boyunca her safhada bana yardımcı olan değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Bora İMAL'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca eş danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Akkın SEMERCİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmada kullanmış olduğumuz bitki materyallerini bize sağlayan Orman Genel Müdürlüğü Ankara Orman Fidanlık Müdürlüğüne teşekkür ederim.

Çalışmamın laboratuvar aşamasındaki yardımları için Hatice MUSLU'ya, Songül ÖZTÜRK'e, Şükrü KAYA'ya, Hakan OLGUN'a ve Nusret GÖRÜR'e ve adını burada sayamadığım, katkısı olan tüm arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Bugünlere gelmemde hakkını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim, sahip olduğum en değerli unvan ve hazinem annem Fatma AVŞAR'a, babam Sezai Sami AVŞAR'a ve sevgili kardeşim Zeynep AVŞAR'a destekleriyle her zaman yanımda oldukları için minnet ve şükranlarımı sunarım.

Ergün AVŞAR
Çankırı, Mayıs 2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **i**
ABSTRACT ..... **ii**
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR ..... **iii**
İÇİNDEKİLER ..... **iv**
KISALTMALAR DİZİNİ ..... **vii**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **viii**
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **ix**
1. GİRİŞ **1**
2. LİTERATÜR ÖZETİ **5**
2.1 Düşük Sıcaklık Stresinin Bitkiler Üzerine Etkisi **5**
2.2 Odunsu Bitkilerde Dona Dayanıklılığının Belirlenmesi **9**
2.3 Dona Dayanıklılık Çalışmaları Hakkında Kaynak Özetleri **10**
2.4 Araştırmada Kullanılan Türler Hakkında Genel Bilgiler **12**
2.4.1 Mavi servinin (*Cupressus arizonica*) genel özellikleri **12**
2.4.2 Mavi Ladinin (*Picea pungens*) Genel Özellikleri **13**
2.4.3 Batı Ladininin (*Picea abies*) Genel Özellikleri **14**
2.4.4 Doğu Mazısının (*Platycladus orientalis*) Genel Özellikleri **15**
2.4.5 Leylandinin (*Cupressocyparis leylandii*) Genel Özellikleri **16**
2.4.6 Yayılıcı Ardıçın (*Juniperus horizontalis*) Genel Özellikleri **16**
3. MATERYAL ve METOT **18**
3.1.1 Behiçbey fidanlığının tanıtımı ve türlerin yetiştirilmesi **19**
3.1.2 Fidanlardan sürgün örneklerinin alınması **21**
3.1.3 Araştırmada kullanılan araç ve gereçler **22**
3.2 Yöntem **23**
3.2.1 Düşük sıcaklık kademelerinin belirlenmesi, sürgünlerin dondurulması ve dona dayanıklılık testleri **23**
3.2.2 Klorofil floresans yöntemi kullanılarak sürgünlerde oluşan don zararının belirlenmesi **24**
3.2.3 Görsel değerlendirme yöntemi ile sürgünlerde oluşan don zararının belirlenmesi **26**
3.2.4 Verilerin Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analiz **27**

4. BULGULAR.....29
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....33
KAYNAKLAR.....36
ÖZGEÇMİŞ.....41

SİMGELER DİZİNİ

'	Dakika
"	Saniye
%	Yüzde
°C	Santigrat derece

KISALTMALAR DİZİNİ

mm	Milimetre
cm	Santimetre
vd..	ve diğerleri
CF	Klorofil flourometre
GD	Görsel değerlendirme
LT50	Öldürücü sıcaklık
P	Yıllık ortalama yağış
M	En sıcak ayın yıllık maksimum sıcaklık ortalaması
Q	Yağış- Sıcaklık katsayısı
sa	Saat
lux	Aydınlatma değeri

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Ülkelerin yıllık ortalama sıcaklığı (https://tr.wikipedia.org., 2011) 6
Şekil 2.2 Bitkilerde hücre içi buz oluşumunun yüksek hızlı kamera ile elde edilen görüntüleri (Ninagawa *et al*. 2016)..... 7
Şekil 2.3 Bitkilerin soğuğa adaptasyonu süresince oluşan metabolik değişiklikler (Doğru 2006) 8
Şekil 2.4 Mavi servi doğal yayılış alanı (https://en.wikipedia.org., 2020) 12
Şekil 2.5 Mavi Ladin doğal yayılış alanı (https://tr.wikipedia.org., 2020) 14
Şekil 2.6 Batı ladinin doğal yayılış haritası (https://en.wikipedia.org., 2020)..... 15
Şekil 2.7 Doğu mazısının yayılış alanı (https://apps.worldagroforestry.orr.,2009)..... 16
Şekil 2.8 Yayılıcı ardıcın doğal yayılış alanı (https://en.wikipedia.org., 2020)..... 17
Şekil 3.1 Araştırmada kullanılan bitki örneklerinden görünüm..... 19
Şekil 3.2 Behiçbey fidanlığından genel bir görünüm 20
Şekil 3.3 Behiçbey fidanlığından kaplı fidan üretim parsellerinden genel bir görünüm 21
Şekil 3.4 Sürgün örneklerinin toplanması ve uygun boyutlara getirilmesi. 22
Şekil 3.5 Kesilen sürgünlerin ağzı kilitli poşete konulması ve 10 ml civarında su püskürtülmesi..... 23
Şekil 3.6 Sürgün örnekşerinin soğutucu kabinde don tesitne tabi tutulması 24
Şekil 3.7 Sürgünlerin karanlığa adaptosyon işlemi ve klorofil flourometre ölçümleri... 25
Şekil 3.8 Mavi ladin sürgünlerinin serada görsel olarak değerlendirilmesi..... 26
Şekil 4.1 Klorofil flourometre (CF) ve görsel değerlendirme (GD) (2. haftaya ait ölçümlere göre) yöntemine göre belirlenen LT50 değerleri..... 30
Şekil 4.2 Türlerin sıcaklığa bağlı Fv/Fm değerleri 31
Şekil 4.1 Klorofil flourometre (CF) ve görsel değerlendirme (GD) (2. haftaya ait ölçümlere göre) yöntemine göre belirlenen LT50 değerleri..... 30
Şekil 4.2 Türlerin sıcaklığa bağlı Fv/Fm değerleri 31

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Kullanılan fidanlara ait bilgiler 18
Çizelge 3.2 Behiçbey Orman Fidanlığının Emberger Biyoiklim Sınıflandırmasına göre iklim karakteristikleri(OGM 2015) 20
Çizelge 3. 3 Görsel değerlendirme skalası 27
Çizelge 3. 4 Sürgünlerde meydana gelen zararı gösteren çizelge 27
Çizelge 4. 1 Klorofil flourometre (CF) ve görsel değerlendirme (GD) (2. haftaya ait ölçümlere göre) yöntemine göre belirlenen LT50 değerleri 29
Çizelge 5. 1 Çalışmamızda ölçmüş olduğumuz dayanıklılık düzeyleri ve USDA'nın dona dayanıklılık sınflandırmasından alınan dayanıklılık düzeyleri 33

1. GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde sanayinin gelişmesi ve nüfusun artmasıyla birlikte ormanlara olan baskılar artmıştır. Kentleşmeyle birlikte yapay ağaçlandırma çalışmaları ve yapay ekosistemler oluşturulmaya başlanmıştır. Bununla birlikte fizyografik ve klimatik faktörlere göre orman sisteminin oluşumu ve ağaçlandırma çalışmaları farklılık göstermektedir. Ağaçlandırma çalışmalarında ağaçlandırma yapılacak olan bölgenin fizyografik, klimatik faktörlerine dikkat edilmektedir (Dönmez 2020). Kentleşmenin artmasıyla birlikte onu çevreleyen çevrenin bozulması sonucunda oradaki çevrenin korunması ve ekolojik kentler inşa etme ihtiyacı doğmuştur (Karakurt 2017).

Kentsel alanlarda toplumsal hizmetleri ön planda tutan estetik ve ekolojik amaçlı ağaçlandırma çalışmaları gün geçtikçe önemini artırarak yaygın hale gelmiş ve küresel bir boyut kazanmıştır. Değişik konseptlere göre düzenlenen parklar, yeşil kuşaklar, korular, arboretumlar, botanik bahçeleri, çeşitli tiplerdeki bahçe düzenlemeleri vb alanlarda yapılan ağaçlandırmalar kentlerin prestiji ve yaşam kalitesinin bir göstergesi haline gelmiştir (Dirik 2008).

Kentsel nüfus günden güne artmakta ve insanlar nefes alabilecekleri daha fazla yeşil alana gereksinim duymaktadır. Buna bağlı olarak kent içi ağaçlandırma alanlarına ihtiyaç artmıştır. Yapay ağaçlandırma yapılacak alanlarda bitkiler su, nem, insan baskısı, hava kirliliği, kuraklık ve don stresine dayanıklı olması istenir. Küresel ısınma sebebiyle bitkiler olumsuz etkilenmekte buna bağlı olarak gelişme ve yetişme ortamlarından değişiklikler meydana gelmektedir. Küresel iklim değişikliğinden egzotik türler etkilenmektedir. Kent içinde bulunan yapay ağaçlandırma alanları havanın temizlenmesi, yer altı suyuna katkıda bulunması, ışık radyasyonu soğurması bakımından doğaya katkıda bulunmaktadır (Dönmez 2020).

Yeşillendiren açık alanlar şehir-doğa ilişkisini yeniden oluşturmak, devamlılığını sağlamak ve geliştirmek amacıyla oluşturulurlar. Küçük yerleşim yeri düzeyindeki yeşillendirelen bölgeler genellikle eğlence ve dinlenme türünde görevler üstlenirken şehir düzeyindeki yeşillendirilen alanlar koruma görevini üstlenerek şehir dokusunu

oluştururlar. Yeşillendiren açık alanlar alanlar ise kentsel gelişmeyi engel olarak kentsel büyümenin yönünü ve aşamalarını oluştururlar (Şahin ve Barış 1998).

Günümüzde küresel iklim değişikliğinin sebep olduğu ekstrem hava koşulları bitkileri olumsuz yönde etkileyebilmekte, özellikle büyüme, gelişme ve yayılış alanlarını değiştirebilmektedir. Söz konusu bu sıcaklık değişimlerinden özellikle kent ağaçlandırmaları, arboretum ve botanik bahçesi tesislerinde kullanılan egzotik türler daha fazla etkilenmektedir. Bundan dolayı bitkilerin çevreden meydana gelen stres koşullarına özellikle don, kuraklık ve tuzluluk stresine vermiş oldukları tepkimeleri ölçen ekofizyoloji temeline dayanan çalışmalar bitkilendirme çalışmalarında tür seçimine katkı bakımından büyük önem taşımaktadır (Dönmez 2020).

Bitkilerin hayatı boyunca maruz kaldıkları önemli stres faktörlerinden olan don ve kuraklık bitkilerin büyüme ve gelişmesini tesirlidir. Don stresi, özellikle yarı sıcak iklim kuşağıda ve kuzey kısımlarda bulunan enlemlerin daha yukarı tarafında bulunan soğuk bölümde bitkinin genellikle rastladığı bir ortamdır. Yeryüzünün kara kısımlarının olarak %28'lik bölümünde kuraklık, %24'ünde yüzeysel toprak yapısı, %23'ünde ise besin maddesi yönünden az veya fazlalık ve %16'lık bölümünde don olayında meydana gelen gelişim bozuklukları olumsuz yönde etkilemektedir (Kalefetoğlu ve Ekmekçi 2005, Semerci vd. 2008).

Stresin bitkilerde oluşturduğu zarar ölçülürken, önceleri bitkilerin morfolojik özellklerinde oluşan değişimler hakkında çalışmalar yapılmıştır. Günümüzle birlikte teknolojinin ilerlemesine paralel olarak, bitkinin kök kısmında meydana gelen yenilenme, bitkide bulunan suyun içindeki bileşenler, bitkinin yaprak kısımlarındaki klorofil miktarı, fotosentez faaliyetinin belirlenmesi gibi fizyolojik ölçümler aparatlar ile de laboratuvar ve arazi aşamasında değerlendirilebilmektedir (Kramer 1983, Kozlowski and Pallardy 1996, Yahyaoğlu ve Genç 2007, Deligöz 2007, Kilis 2007, Lambers *et al. 2008*, Gonzales 2009, Deligöz 2011, Martin 2012, İmal 2015).

Sıcaklık değerlerine dayanıklılık düzeyleri kentsel ağaçlandırmalarda yerli türler ile egzotik türlerin seçilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Zira peyzaj amaçlı

ağaçlandırma çalışmalarında yetişme ortamı isteklerine uygun türlerin seçilmemesi durumunda başarı şansı düşecektir. Bu yüzden peyzaj amaçlı ağaçlandırmalarda tür seçimine kılavuz oluşturmak üzere yağış ve sıcaklık değerleri birlikte dikkate alınmaktadır. Yetiştirilmesi ve kullanılması düşünülen türlerin dayanabildikleri minimum sıcaklık dereceleri mutlaka listelenmelidir. Bu listelerin oluşturulmasında, türün doğal yayılış alanında karşılaştığı iklime ait verilerinin dikkate alınması yanında, o türün dayanabileceği limitlerin tespiti için yapılan ekofizyoloji çalışmaları da büyük katkı sağlamaktadır (Atalay 2002).

Etrafı dağlarla çevrili bulunan Türkiyenin İç Bölgesinde yaz ayları sıcak, kış ayları ise karlı, soğuk ve karasal iklim bulunmaktadır. İç Anadolu bölgesinde yıllık yağış miktarı ortalama 300-500 mm arasında değişmektedir. Bölgede en yüksek sıcaklıklar 40°C'ın üzerinde olup sıcaklık ortalaması 19°C ile 23 °C civarındadır. Soğuk ayların en soğuk değerleri ise genellikle -24 °C'ın altındadır (Ankara -24,9 °C; Konya -28,2 °C; Sivas -34,4 °C) (Atalay 2002).

İç Anadolu Bölgesi gibi don ve kuraklık olaylarının sıkça rastlandığı alanlarda stres etmenlerine dayanıklı türlerin ya da bu türlerin orijinlerinin seçimi büyük önem taşımaktadır. Kentsel alanlarda toplumsal hizmetleri öncelikli tutan ağaçlandırma çalışmaları görsel ve ekolojik olarak yapılan ağaçlandırma çalışmaları günden güne önemi artmakta ve o kentin prestijini ve yaşam kalitesini geliştirmektedir (Dirik 2008). Bu nedenle bu bölgede yapılacak ağaçlandırma çalışmalarında yörede karşılaşılabilecek olan düşük sıcaklara dayanabilecek türler seçilmelidir.

İç Anadolu bölgesinde kent ağaçlandırmalarında; *Cedrus* sp. (Toros sediri, Atlas sediri, Himalaya sediri), *Cupresus sempervirens* (Servi), *Cupresus arizonica* (Mavi servi), *Cupressocyparis leylandii* (Melez servi), *Juniperus* sp. (Ardıç türleri), *Pinus* sp. (Karçam, Sarıçam), *Taxus baccata* (Porsuk), *Thuja* sp. (Mazı türleri), Abies sp. (Göknarlar) ve Picea sp. (Ladin türleri) gibi yerli ve yabancı birçok iğne yapraklı türler kullanılmaktadır. Ülkemizde söz konusu türlerden bazılarının dona ve kuraklığa karşı dayanıklı oldukları genel olarak bilinmekle birlikte, ekofizyolojik olarak dona dayanıklılık testleri yapılıp türlerin dayanabilecekleri don düzeyleri sayısal olarak ortaya konulmamıştır.

Bu çalışmanın ana gayesi, Ankara Behiçbey Orman Fidanlığında yetiştirilen ve kent ağaçlandırmalarında kullanılan bazı ibreli egzotiktürlerin dona dayanıklılıklarının sayısal olarak belirlenmesidir. Çalışmanın yan gayeleri ise şunlardır:

- Çalışmada kullanılan türlerin dona dayanıklılık bakımından sınıflandırılması,

- Özellikle İç Anadolu Bölgesinde Kent içinde peyzaj amaçlı ağaçlandırma çalışmalarında uygun tür seçimine katkı sağlamak,

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Düşük Sıcaklık Stresinin Bitkiler Üzerine Etkisi

Diğer çevre koşullarından streslerden farklı olarak, soğuk her bitkinin her bir hücresinde mikroklimasında değişimler meydana getirmektedir (Kratsch and Wise 2000). Bitkilerin gelişimini sağlayabilmesi için belirli bir sıcaklık aralığına ihtiyaç duymakta ve bu sıcaklık aralığının altında veya üstündeki sıcaklıklar bitkide stres oluşturmaktadır (Mahajan and Tuteja 2005). Düşük sıcaklığın bitkilerde kuraklığa duyarlılığı artırdığı, sitoplazmasında meydana getirdiği değişimlerle bitkinin su tutma kapasitesinde azalmalar meydana getirdiği de ortaya çıkmıştır (Doğru 2006).

Bitkiler düşük sıcaklıklara dayanmakapasitelerine göre 3 gruba ayrılırlar;

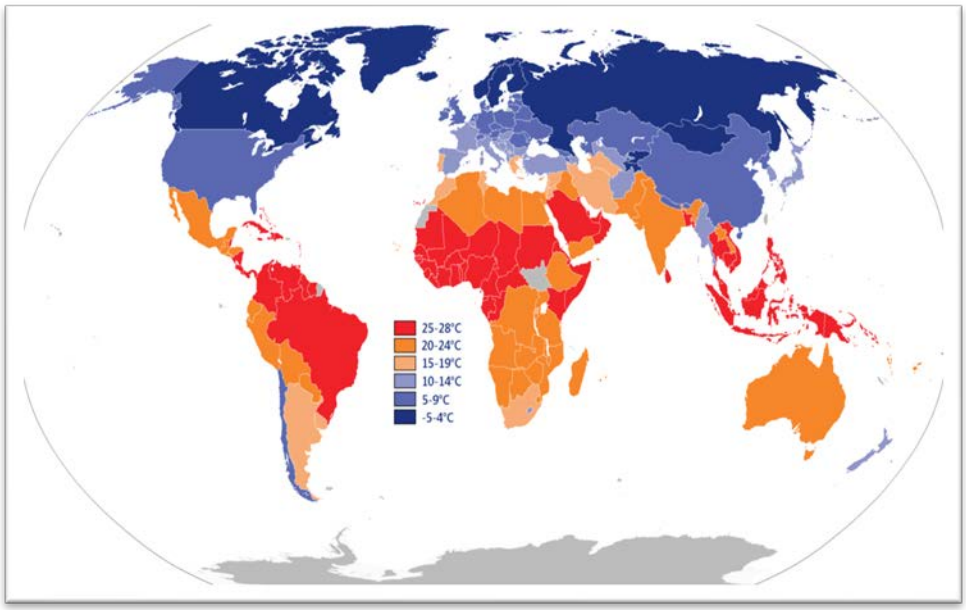
- Düşük sıcaklıklara hassas olanlar (12 °C'nin altındaki sıcaklıklardan zarar görürler)

- Düşük sıcaklıklara hassas ama toleranslı olanlar (12 °C'nin altındaki sıcaklıklara uyum sağlayabilen)

- Düşük sıcaklıklara dayanıklı olanlar (Donma sıcaklığından düşük sıcaklıklara dayanabilen)

Soğuk ile don stresi arasında farklılıklar bulunur. Soğuk, doğrudan hücrelere düşük sıcaklığın metabolik etkisidir. Don olayında ise buzlanma, bitkiye dolaylı olarak fiziksel bir zarar vermektedir (Pearce 1999). Primer zararlar sıcaklıkların tekrar normal koşullara gelmesiyle bitkideki zarar düzeltilebilmektedir. Sekonder zarar ise birincil zarardan dolayı bitkide meydana gelen fonksiyonel zararlardır ve bitkide geri dönüşü olmayan zararlar doğurmaktadır. Sekonder olarak verilen zarar bitkide görsel olarak görülebilmektedir (Rab and Saltveit 1996).

Bir bitkinin dona dayanıklılık seviyesi, ya o bitki populasyonun %50'sinin ya da o bitkinin dokularının %50'sinin öldüğü düşük sıcaklık değeri olan LT50 (Lethal Temperature) denilmektedir (Bannister and Neuener 2001, Burr *et al*. 2001, Hawkins *et al*. 2003, Semerci vd. 2019).



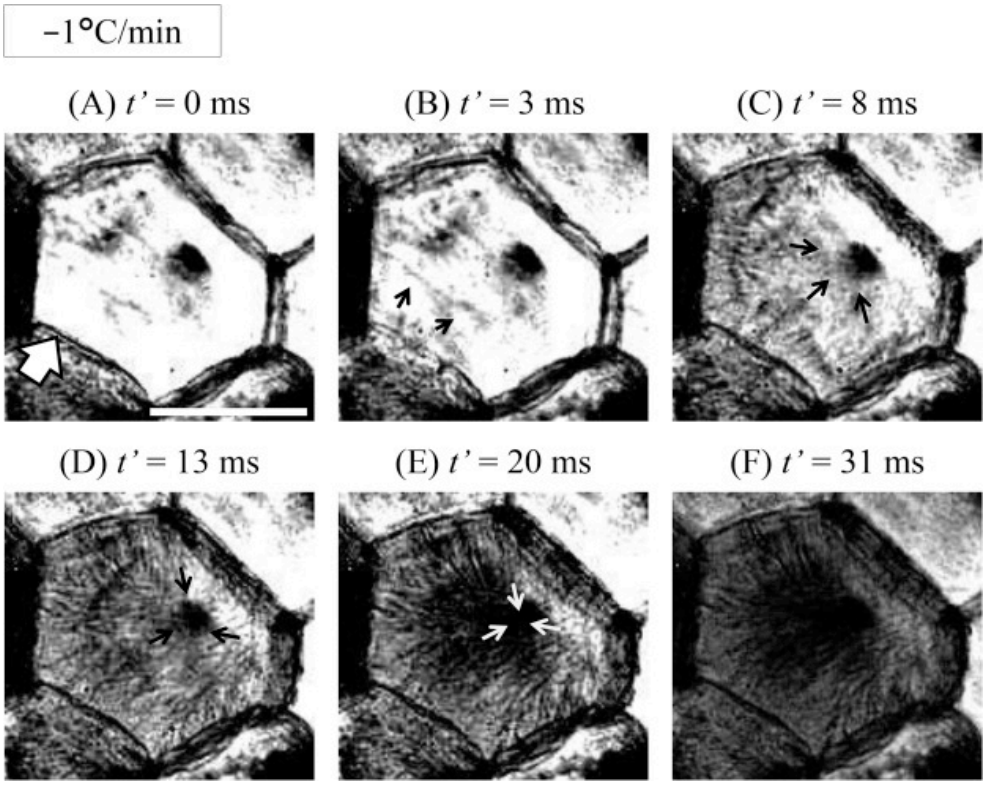
Şekil 2.1 Ülkelerin yıllık ortalama sıcaklığı (https://tr.wikipedia.org., 2011)

Bitkinin düşük sıcaklıklara maruz kalması, bitkinin kök kısımlarında iletimin ve su alımın azalmasına, kökün uç tarafında ise dökülmelere yol açmakta ve gelişmesini engellemektedir (Rab and Saltveit 1996). Bitkinin su alımı ve transpirasyonda meydana gelen değişim ile bitki yeterli su ihtiyacını karşılayamadığından bitkide dehidrasyon meydana gelmektedir (Vernieri *et al.* 2001).

Düşük sıcaklıklar köklerde olduğu gibi bitkinin gövdesinde ve gelişmesini engellemekte, hücrelerde otolizi artırarak yaşlanmayı artırmakta, yaşlanma sonucu yaprakta çukurluklar ve lezyonlar meydana gelmektedir. Bitkide klorofilin bozulması sebebiyle yaprakta sararma ve benek oluşumu meydana gelmektedir (Saltveit and Morris 1990).

Düşük sıcaklıklara, tohum dinlenme halinde olduğundan çok toleranslıdır. Tohum su alımına başlamasıyla düşük sıcaklıklara duyarlı hale gelmekte ve emilim sırasında hücre zarına zarar verebilmektedir (Bois *et al.* 2006).

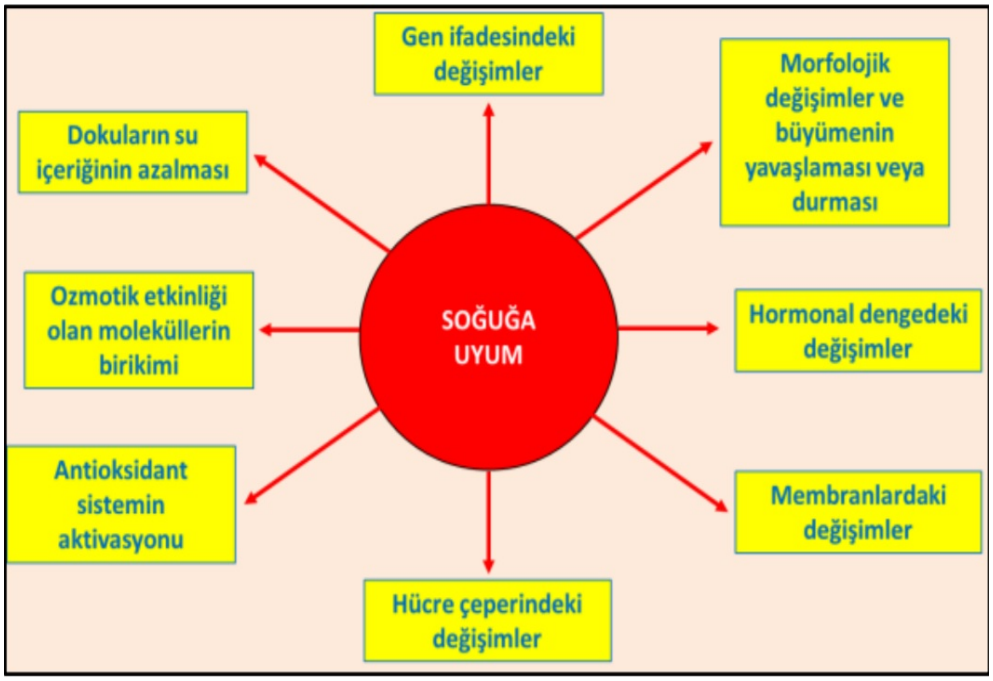
Bitkide su 0 ^{0}C'nin altındaki sıcaklıklara indiğinde öncelikli olarak apoplasttaki su donar. Bitkinin hücresinde bulunan duvarlarındaki ve hücreler arasında bulunan boşlukta buz kristalleri meydana gelir. Apoplasttaki suyun tamamen donması, havanın sıcaklığının tekrardan artması ile bitki tekrar sağlıklı haline dönebilir ancak apoplasttın donmasından sonra bitkide simplasttaki suyun donması ile bitki eski durumuna dönemez. Don stresinde meydan gelebilecek hasar bu buz kristallerinin hücre içerisinde oluşması sonucu meydana gelmektedir (Larcher 2003, Çolak 2012).



Şekil 2.2 Bitkilerde hücre içi buz oluşumunun yüksek hızlı kamera ile elde edilen görüntüleri (Ninagawa *et al*. 2016)

Bitkinin -1 ^{0}C'nin altında soğuması ile hücrenin içindeki buz oluşumu (Şekil 2.2) görülmektedir. Hücre içi buz oluşumu başladığında bitki ilk önce buna karşı bir uyum göstermezken, hücrenin dışında meydana gelen buz oluşumunda ise bitkide su kaybı

meydana gelir. Bunun sonucunda ise sitoplazmada geri dönüşü olmayan büyük zararlar meydana gelmektedir.



Şekil 2.3 Bitkilerin soğuğa adaptasyonu süresince oluşan metabolik değişiklikler (Doğru 2006)

Bitkiler bulundukları doğal koşullara karşı dona dayanıklılık bakımından genetik olarak farklılıklar gerçekleştirmiş olup, genetik potansiyelin yanında yetişme ortamındaki bulunan ışık, nem, bitki beslenmesi gibi faktörler bitkinin dona dayanıklılığını etkileyen diğer önemli etmenlerdir.

Bitkilerin strese karşı toleranslı olması için, toleransı sağlayan genlere sahip olması gereklidir. Bitkinin bazı genlerinin bulunduğu ortamdan sürekli bağlı olmadığı, genlerden bazısında ise bitkide meydana gelen stres durumlarına uyumluluğu ihtiyaç görüldüğünde olarak söylenmektedir. Bundan dolayı, bitkinin kendisine ait genetik durumunun, indükleyici durumlarda meydana getirebilmesidir. Düşük sıcaklıklara uyumluluk durumdanda ve sıfırın hemen üzerindeki sıcaklık değerlerinde, çevreden kaynaklı indükleyici koşuldur. Soğuk mevsimlerde düşük hava koşullarına dayanıklı olan

bitkilerde bazı metabolik olayların hızlarında yükseliş meydana geldiği rapor olarak belirlenmiştir (Pearce 1999).

2.2 Odunsu Bitkilerde Dona Dayanıklılığının Belirlenmesi

Dünya üzerindeki sıcaklıklar bitkilerin doğal yayılışında etkileyen önemli bir etkendir. Birçok bitki türü genetik özellikleri dahilinde hayati fonksiyonlarını sürdürebilmek için ekstrem koşularla mücadele etmektedir. Dünyada yüzeyinin karasal kısmının %25'lik kısmı 15°C'nin daha aşağı sıcaklıklara inmeyen ve dondan kaynaklık meydana gelebilecek zararlara uğramayan alanlardan meydana gelmektedir. Diğer kalan yerlerde ise belirli zamanlarda sıcaklığın 0°C'nin aşağısından seyretmesiyle nedeniyle dona hassas bitki çeşitlerinden zararlar meydana gelmektedir (Sakai and Larcher 1987, Scebba *et al.* 1998, Pearce 1999, Vagujfalvi *et al.* 1999, Pearce 2001, Szalai *et al*. 2001, Puhakainen 2004).

Bitkilerin doğal yayılış alanı dışında da yetiştirilmesi çabalarıyla birlikte soğuk stresi ile ilgili araştırmalar artmış . Bununla alakalı olarak bitkilerde soğuğa karşı dayanıklılığın artmasının sağlanması için geliştirme ya da değişik moleküler düzeyde çalışmalara yapılmaktadır (Szalai *et al.* 2001) . Bitkinin dona dayanıklılığının organları arasında fark göstermesi ve bu dayanıklılığın aynı bitkide mevsime bağlı değişiklik göstermesi dona dayanıklılığın belirlenmesini karmaşık hale getirmektedir. Avrupanın orta kısmında bulunan çamlarda yaz döneminde -10°C'lik sıcaklık yaprakların ölmesine yol açarken, kış mevsiminde bu çamlar daha soğuk koşullarda hayatlarını sürdürebilmektedir (Grene 2002, Beck *et al.* 2004).

Bitkilerin dona dayanıklılık testlerinde, bitkinin tamamı ya da bitkiye ait organlar ya da dokuları dondurularak sonuca varılmaktadır. Yapılan bu değerlendirmelerde iğne yapraklılar, geniş yapraklılar ve yaprağını dökmeyen türlerde ise tomurcuklar kullanılmaktadır. Bir ve iki yaşlı fidanlarda ise bitkinin tamamı dondurularak ilgili testler gerçekleştirilmektedir. (Colombo *et al.* 1984, Burr *et al.* 2001, Hirondelle *et al.* 2006). Bitkilerdede dona dayanıklılık testleri gerçekleştirilirken, bitki ilk önce belirli sıcaklık kademelerinde belli sürelerde tutularak soğutulup, tekrardan aynı sıcaklık kademelerine

tutularak başlangıçtaki sıcaklık kademesine kadar getirilerek bu aralıkta meydana gelen zarar çeşitli yöntemlerle (iyon sızıntısı, klorofil flouresans, görsel değerlendirme vb.) belirlenmektedir (Ritchie 1984, Burr *et al.* 2001).

2.3 Dona Dayanıklılık Çalışmaları Hakkında Kaynak Özetleri

İmal (2015) araştırmasında; Farklı Biyoiklim zonlarında bulunan Anadolu Karaçamı fidanlarında dona ve kurağa dayanıklılıkla ilgili çalışma yürütmüştür. Dona dayanıklılık testleri kışın ve ilkbaharda yapılmıştır. Kışın yapılan dona testleri kapsamında fidanlar (-20, -25, -30 ve -40 ^{0}C) olmak üzere 4 farklı sıcaklık derecesine maruz bırakılmıştır. Yapılan çalışmada İyon sızıntısı yöntemi, klorofil floresans tekniği ve görsel değerlendirme tekniği kullanılarak yapılan değerlendirmelere göre zararın orijinlere göre değişmekle birlikte -20 ^{0}C ile -25 ^{0}C arasında başladığı belirlenmiştir. Bazı orijinlerin -30 ^{0}C düşük sıcaklıklara kadar dayandıkları tespit Karaman, Çerkeş ve Kargı orijinlerinin çalışmada kullanılan orijinler içerinde diğerlerine kıyasla daha dayanılık oldukları ve Dirgine orjininin ise dona en hassas orijin olduğu belirlenmiştir.

Semerci vd (2019), kızılçamın doğal yetişme ortamının dışında olan Ankara ve Doğal yayılış alanı olan Antalya'da kurulu orijin denemelerinden aldıkları sürgün örnekleri kullanarak bazı orijinlerin dona dayanıklılığını belirlemişlerdir. Sürgünler -5, -10, -12.5, -15, -17.5, -20, -22.5, -25, -30 ve -40 ^{0}C'de dondurulmuştur. Oluşan zarar iyon sızıntısı yöntemi belirlenmiştir. İyon sızıntısı yöntemine göre, kızılçam hücrelerinde dondan dolayı meydana gelen zarar ocak ayının sonlarında -15 ile 17,5 ^{0}C aralığında başlamıştır. Dona dayanıklılık yönünden orijinler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Antalya orijin denemesinden alınan örneklerde, Samsun ve Burdur orijinlerinin diğer orijinlere göre dona karşı daha dayanıklı oldukları tespit belirlenmiştir. Ankara orijin denemesi alanından alaınan örneklerde ise Burdur, Antalya ve Kıbrıs orijinlerinin dona daha dayanıklı olduğu tespit edilmiştir.

Kreyling *et al*. (2015) Almanyada bir arberetumda bulunan 27 adet taksonun dona dayanıklığını belirleyen bir çalışma gerçekleşmiştir. Yapılan çalışmada ilkbahar, kış ve sonbaharda dona dayanıklılık testleri gerçekleştirilmiştir. Dona dayanımı fazla olan

türlerin, doğal yetişme ortamlarında fazla yağış ve daha az soğukla karşı karşıya kaldıkları belirlenmiştir. Bu nedenle, türlerin dona dayanıklılık düzeylerinin o türün doğal yayılış gösterdiği alanda karşılaştıkları minimum sıcaklıkla ilişkili olduğu yani soğuk bölgelerde yetişen türlerin sıcak bölgelerde yetişenlere kıyasla dona daha dayanıklı olduğunu belirtmişlerdir.

Deans and Harvey (1996), "İskoçya da yetişen 16 Avrupa orjinli Sapsız meşe (Quercus petraea) orijinlerinin dona dayanıklılığı" isimli araştırmalarında; orijinlerin dona dayanıklılıklarını sonbahardan ve ilkbahara kadar tomurcuk örnekleri üzerinde elektriksel iletkenlik yöntemi ile belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda orijinler arasında dona dayanıklılık bakımından önemli farklılıklar tespit etmişlerdir. Yine araştırma ile sonbaharda oluşan tomurcukların ilkbaharda oluşan tomurcuklardan dona daha dayanıklı olduklarını ve ilkbaharda dona dayanıklılık bakımından orijinler arasında önemli farkların olmadığını belirlemişlerdir. Genel olarak; Almanya, Polonya, Danimarka orijinlerinin Fransa ve Avusturya'dan dona daha dayanıklı oldukları tespit edilmiştir.

Aldrete *et al.* (2008), kuzey ve güney enlemlere ait 9 farklı orijinden üretilen *Pinus greggii* fidanları ile don olayına dayanma ile ilgili çalışması yürütülmüştür. Çalışmada elektriksel iletkenlik ile ilgili testin sonuç kısmında kuzeyde ve güneyde bulunan enlemlerde fidanların arasında don olayına dayanıklı olma konusunda birbiri arasında farklılık olduğu tespit edilmiştir. Kış mevsiminde şubat ayında kuzeyde yer alan enlemlerde bulunan orijinlerde don olayından dolayı meydana gelen zarar -18 ^{0}C oluşmaya başlamış güney kısımlarda yer alan enlemlerde ise -12 ^{0}C de zarar meydana gelmişmiştir. Nisan ayında ise dondan dolayı meydana gelen zararı kuzey kısımdaki enlemlere ait orijinlerde -11 ^{0}C, güney kısımda yer alan enlemlerde ise -9 ^{0}C de meydana gelmiştir.

2.4 Araştırmada Kullanılan Türler Hakkında Genel Bilgiler

2.4.1 Mavi servinin (*Cupressus arizonica*) genel özellikleri

Arizona servisi olarakta adlandırılan tür 10-25 metreye kadar boylanabilen herdem yeşil bir bitkidir. Tepe tacı genç ağaçlarda piramidal, daha sonra ise kubbe şeklindedir. Gövdesi genç çağlarda kırmızı kahverengi kabukludur; ilerki yaşlarda esmer gri renkte olup, uzun şeritler halinde çatlaklı ipliksi şeklindedir. Sürgünleri yeşil renkte olup ilk yılda odunlaşma meydana gelir ve renkleri kahverengi-kırmızıya dönüşür. Dallar gövdeye horizantal şekilde uzanır, sürgünler ise dört köşeli olup ve kalın şekildedir. Tomurcukları ise pul şekilnde, yapraklar mavimsi yeşil ve gri renktedirler. Çiçekler bir yıl önceki sürgünlerde bulunurlar. Kozalakları 2-3 cm çapında, küre biçiminde kozalakları koyu-kırmızı kahverenginde olup mavi halkaları bulunmaktadır ve 6-8 puldan oluşmaktadır. Pulların sırt tarafları düz ve biraz basık şekilde olup arka kısımları ise sivri çıkıntıları bulunmakta ve reçine bezeleri görülmektedir koşullarında kullanılmakta olup, geniş piramidal formda gelişme göstermekte olup güzel görünüme sahip bir bitkidir. Gümüşi rengi ile dekoratif amaçlı kullanılmaktadır. Peyzaj amaçlı kullanılan en önemli bitki türlerinden birini oluşturmaktadır (Sarıbaş 2012).

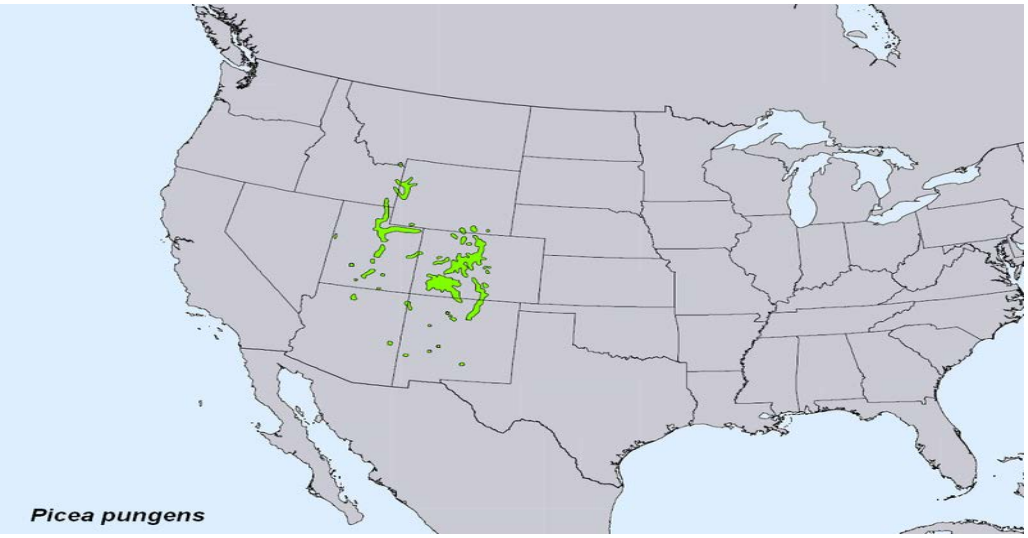


Şekil 2.4 Mavi servi doğal yayılış alanı (https://en.wikipedia.org., 2020)

2.4.2 Mavi Ladinin (*Picea pungens*) Genel Özellikleri

Mavi ladin yaklaşık olarak 50 m kadar boylanabilmektedir. Ortalama olarak 20-30 m aralığındar. İlk yaşlarında dar piramidal daha sonra sütun şeklinde gelişim göstermektedir. Dal kısımları gövde kısmı çevrel olarak sarmıştır. İğne yapraklı kısımları mavi ve yeşil renkte, uç kısıları sivridir. Yaprak kısımları genellikle 20-30 mm uzunluğunda ve köşeli yapıdadır. Genellik toprak durumu bakımından genellikle uyum içerisindedir. Don zararına karşı dayanıklıdır. Az nemli olan yeerlerde ve güneş alan yerlerde daha iyi gelişmektedir. Togum ve aşı yöntemi ile üretim gerçekleştirebilmektedir. Genel olarak aşılama yöntemi kullanılmaktadır. Aşılamayöntemi tohumla yapılacak olaran üretime göre daha hızlı gerçekleştiğinden daha çok tercih edilmektedir. Peyzaj amaçlı bahçelerde ve park alanlarında kullanılan önemli bir bitkidir. Mavi rengi daha soğuk hava koşullarında daha çok kendini göstermektedir. Mavi ladinde genel olarak oluşan zararlılar kabuklu bit, yeşil kurt, kırmızı örümcektir. Sıkça görülen hastalıklar ise kara leke ve küllenme hastalıklarıdır (Megep 2007).

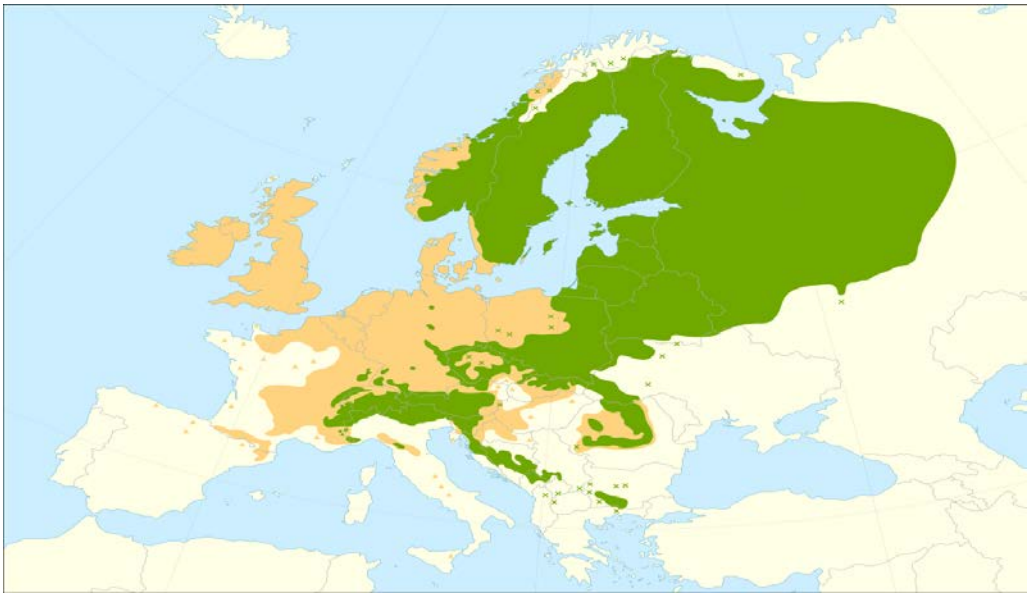
Doğal yayılış alanı Kuzey Amerikanın batı kesimleri olup, Kolorada, Utah ve Arizona eyaletlerinin doğusundaki Rocky dağlarının orta kısımları ve yüksek kesimlerinde Ladin kuşağının altında 2000-3000 m'ler arasında doğal olarak yetişmektedir. Doğal olarak yayıldığı alanlarda saf meşcereler oluşturmamaktadır. Genellikle dağlık bölgelerde dere kenarları, göl ve bataklık çevresinde dağınık ya da gruplar halinde gözükmetedir. Su ve dere kenarlarında yetiştiği gibi kuru ve fakir topraklarda gelişebilmektedir. Ülkemizde Mavi çam olarak bilinmekte olup kışın soğuklara dayanıklı, yaz kuraklığından en az etkilenen türlerdendir. İstanbul ve Ankara gibi büyük şehirlerde park ve bahçelerde güzel örnek dikimleri yapılmaktadır (Sarıbaş 2012).



Şekil 2.5 Mavi Ladin doğal yayılış alanı (https://tr.wikipedia.org., 2020)

2.4.3 Batı Ladininin (*Picea abies*) Genel Özellikleri

Batı ladini 40- 50 metreye kadar boylanabilen, 2 metre çap yapabilen, yaklaşık olarak 1000 yaşına kadar yaşayabilen bir türdür. Tepe tacı geçlikte konik, ilerleyen yaşlarda tepe konik ve sütun şeklinde bir şekil alır. Kabukları gençlikte kahverengi, ilerleyen yaşlarda ise açık kahverengi olup ilerleyen yaşlarda küçük levhalar halinde dökülmektedir. Sürgünler genç yaşlarda açık kahverengi renkte çıplak ve tüylü şekildedir. Tomurcuklar ise konik, sivri ve reçinesizdir. Erkek çiçekleri çilek meyvesi renginde daha sonra ise sarı renk almaktadır. Dişi çiçekler tepe kısmında bulunmakta olup ince ve yassı şekildedir. Tohumları küçük boyda ve siyah renktedir. Olgunlaşmış olan kozalakları 10-15 cm boyunda ve silindir şeklindedir. Kozalağın pul kısımları açık ve kahverengi renktedir. Düşük ısılarda yetişebilmekte ve nem oranı yüksek yerlerde daha iyi yetişmektedir. Mineralli toprakları sevmektedir. Gölge ağacı olmakla birlikte önceleri yavaş, daha sonra ise hızlı büyüme eğilimindedir. Yayılışını Kuzey Avrupa, Alpler, Jura ve Karaormanlar ve Karpatlarda yayılış yapmaktadır. Alplerde 2000 metreye kadar yetişebilmektedir. Kurak iklim koşullarına duyarlı olduğundan ülkemizde Karadeniz ikliminin bulunduğu bölgelerde gelişimini daha iyi sürdürmektedir (Sarıbaş 2012).



Şekil 2.6 Batı ladinin doğal yayılış haritası (https://en.wikipedia.org., 2020)

2.4.4 Doğu Mazısının (*Platycladus orientalis*) Genel Özellikleri

Doğu mazısı 20-25 metreye kadar boylanabilen 0,60 cm e kadar çap oluşturan herdem yeşil bir ağaç türüdür. Avrupada ve ülkemizde boylu çalı olarak kullanılmakta ve 5-10 metre arasında boy oluşturmaktadır. Tepe tacı ise genç yaşlarda konik, ilerleyen yaşlarda ise geniş, oval ve piramidal ve bol dallanma eğilimindedir. Dallar düşey olarak ve sürgünleri düşey düzlemde yer alırlar. Kabuk rengi ise donuk- kırmızı kahverengi renkte ve çatlaksı yapıdadır. Sürgünler ilk önce yeşil daha sonra soluk kahverengi renktedir. Sürgünler yüzleri sarımsı yeşil renktedir. Tomurcuklar ise bitkinin yapraklarının arasuna gizlenmiştir. Yapraklar ise buketler halinde sürgünlerin üzerinde yassı şeklindedir. Pul yaprakları karşılıklı sarımsı yeşil ve daha sonraları koyu yeşil renk alırlar. Sürgünlerde üst yüzeylerde çizgimsi bir girinti bulunmakta olup bunun içinde yağ bezeleri bulunmaktadır. Reçinemsi bir koku bulunmaktadır. Çiçekleri ise İlkbahar da bir yıl önceki sürgünlerde bulunurlar. Çiçekler yuvarlak ve kırmızı- kahverengindedir. Kozalakları 1-2 cm arasında olgunlaşmadan mavi - yeşil renkte, olgunlaştıktan sonra ise kahverengi renktedir. Doğal yayılışı Çin'in orta kısımlarıdan başlayıp, İran'a kadar uzanmaktadır. Doğal yayılış alanında kurak, kireçli ve kayalık alanlarda yetişmektedir. Park ve bahçelerde yaygın kullanımı mevcuttur (Sarıbaş 2012).



Şekil 2.7 Doğu mazısının yayılış alanı (https://apps.worldagroforestry.orr.,2009)

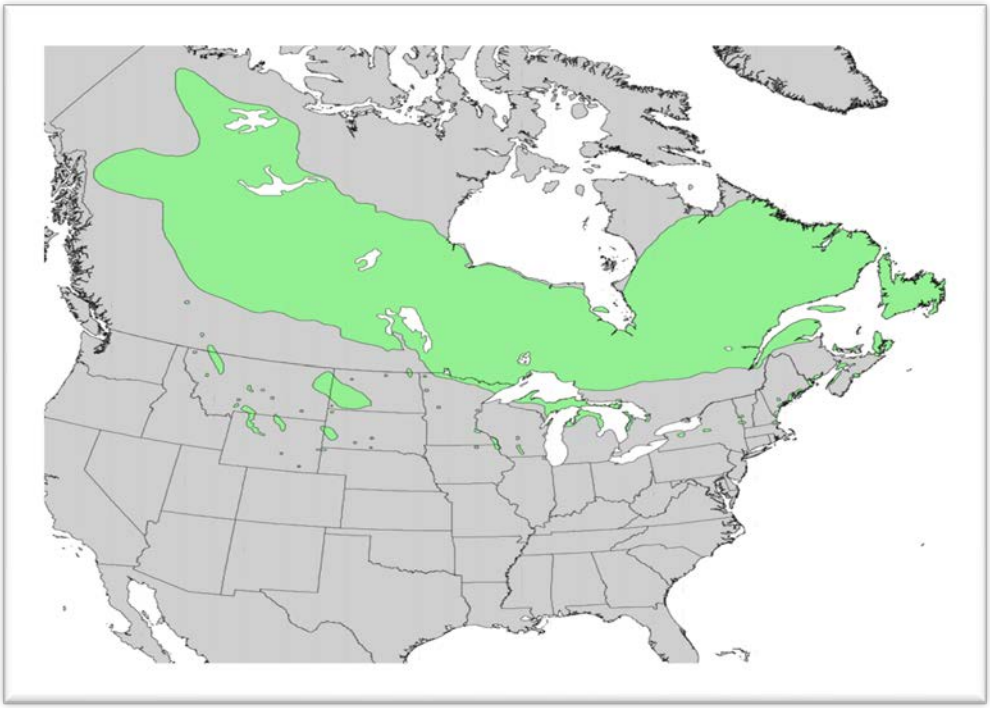
2.4.5 Leylandinin (*Cupressocyparis leylandii*) Genel Özellikleri

Cupressocyparis leylandii, Monterey servisi (*Cupressus macrocarpa*) ve Alaska servisinin (*Chamaecyparis nootkatensis*) bir melezidir. Leylandi servisi 20- 35 metre arası boy yapabilen, yaklaşık olarak 1 metreye kadar genişleyip çap yapan herdem yeşil bir bitkidir. Tepe tacı ise Sütun şeklinde ve sivridir. Kabukları gençlikte yeşil, kahverengi ve pürüz bulunmamaktadır. İlerleyen yaşlarda ise çatlaklı ve ipliksi şekildedir. Sürgünleri ilk önceleri yeşil daha sonra ise kırmızı kahverengi renktedir. Tomurcukları ise pul yaprakları arasındadır. Yaprak kısımları aşağı sarkık şekilde, üst üste yer alırlar. Renkleri ise gri yeşil, mavimsi yeşile renkleri arasında olabilmektedir. Çiçekleri bir yıl önceki oluşan sürgün dalları üzerinde bulunurlar. Erkek çiçekleri ise sarı renktedir. Kozalaklar ikinci yılda olgunlaşır ve kahverengi renk alırlar (Sarıbaş 2012).

2.4.6 Yayılıcı Ardıçın (*Juniperus horizontalis*) Genel Özellikleri

Yayılıcı ardıç 10-30 santimetreye kadar boylanabilen, genellikle 1-3 metreye genişliğe kadar ulaşabilen bit türdür. Yaprakları 1-2 santimetre uzunluğunda olup, yapraklar

karşlıklı şekilde çapraz çiftler halinde ve üçlü sarmal halindedir. İlk yıl sürgünleri küçük ve iğne şeklindedir. Gövde yapısı kavislidir. Park ve bahçelerde süs bitkisi olarak kullanılmaktadır. Doğal yayılışını Amerikanın kuzey kısımlarında yapmaktadır (Sarıbaş 2012)



Şekil 2.8 Yayılıcı ardıcın doğal yayılış alanı (https://en.wikipedia.org., 2020)

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Çalışmamızda Ankara Behiçbey Orman Fidanlığında yetiştirilen 2-5 yaşlarında şaşırtma işlemi görmüş kaplı Mavi servi, Mavi ladin, Batı ladini, Yayılıcı ardıç, Doğu mazısı ve Leylandi fidanlardan alınan 1 yaşlı sürgün örnekleri kullanılmıştır. Söz konusu türlerin seçiminde İç Anadolu Bölgesi kent içi ağaçlandırmalarında çok kullanılan ibreli egzotiktürler olmasına çalışılmıştır. Çalışmada kullanılan fidan materyali ve orijinlerine ait bilgiler Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Kullanılan fidanlara ait bilgiler

Türkçe Adı	***Latince Adı***	**Orijini-Anavatanı**	**Tohumun Temin Yeri**	**Fidan Tipi**	**Fidan Yaşı**
Mavi Servi	*Cupresus arizonica*	ABD-Arizonika	Ankara	Kaplı	1+2+1
Mavi Ladin	*Picea pungens*	ABD-Colarado	USA	Kaplı	2+3
Batı Ladini	*Picea abies*	Almanya	Slovakya	Kaplı	1+3
Yayılıcı Ardıç	*Juniperus horizontalis*	Kuzey Amerika	Adapazarı/Hendek	Kaplı	1+3
Doğu Mazısı	*Platycladus orientalis*	Kuzey Çin	Ankara	Kaplı	2+0
3.Leylandi	*Cupressocyparis leylandii*	İngiltere	İzmir	Kaplı	1+3+1

Söz konusu türlere ait fidan örnekleri 2020 yılı içerisinde Ankara-Behiçbey Fidanlık Müdürlüğünden resmi yazı ile temin edilerek don testleri yapılıncaya kadar fidanlıkta açık hava koşullarında tutulmuştur.



Şekil 3.1 Araştırmada kullanılan bitki örneklerinden görünüm

3.1.1 Behiçbey fidanlığının tanıtımı ve türlerin yetiştirilmesi

Behiçbey Fidanlığı Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğünün 31.07.1978 tarih ve F.15.001.30/184 sayılı emirleri ile kurulmuştur. Fidanlık 39 º 57’ kuzey enlemleri ve 32 º 50’ doğu boylamı arasında yer almaktadır. Fidanlık alanı Ankara çayı kenarında yer almakta olup, denizden 850 metre yüksekte yer almaktadır. Fidanlığın yerleşim alanı düz bir alandan oluştuğundan herhangi bir bakı yönü bulunmamaktadır. Fidanlığın genel alanı 729.193 m², Fidan Yetiştirme Alanı 274.100 dekardır.

Çizelge 3.2 Behiçbey Orman Fidanlığının Emberger Biyoiklim Sınıflandırmasına göre iklim karakteristikleri(OGM 2015)

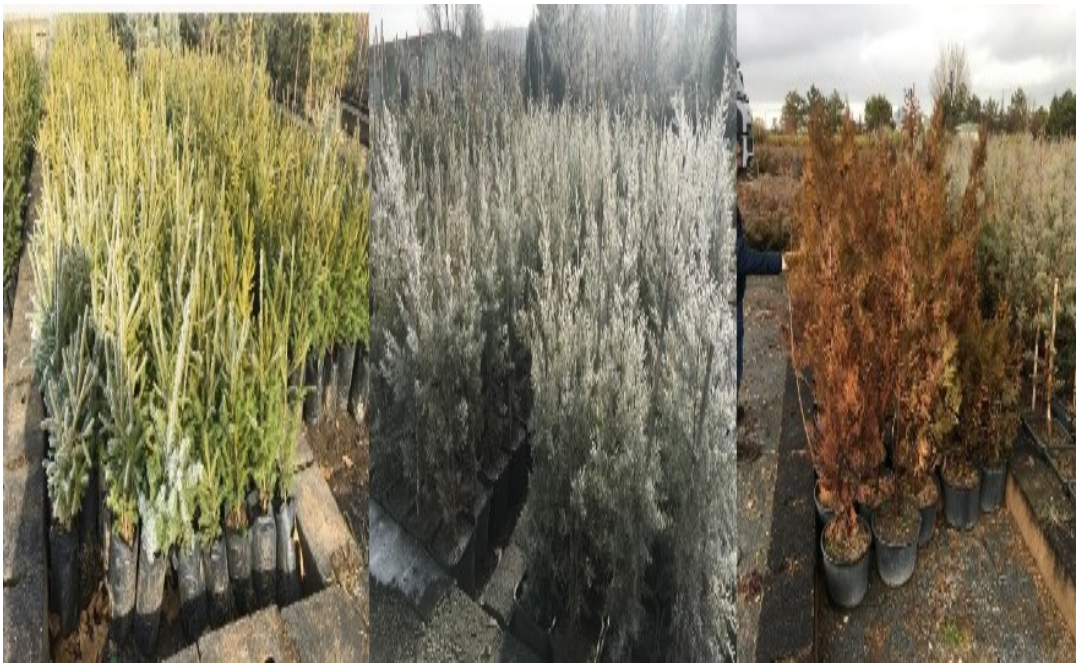
Orijini ve En yakın İstasyon	İstasyon Yükseltisi (m)	P (mm)	M (^{0}C)	m (^{0}C)	Q	PE (mm)	S	Biyoiklim zonu	Min. sıcaklık (^{0}C) ve yılı
Sincan	646	367.3	30.8	-4.2	58.4	36.6	2.0	***Yarı kurak-Çok soğuk***	**-24.6 1974**

P(mm): Yıllık ortalama yağış, **M (^{0}C):** En sıcak ayın maksimum Sıcaklık ort., **m (^{0}C):** En soğuk ayın minimum sıcaklık ort., **Q:** Yağış-sıcaklık katsayısı, **PE**

Çalışmada kullanılan 2-5 yaşları arasında bulunan Mavi servi, Mavi ladin, Batı ladini, Yayılıcı ardıç, Doğu mazısı ve Leylandi fidanları, ilk önce tüpe ekim yapılmış ve daha sonra kaplara şaşırtma işlemi uygulanarak fidanın sağlıklı bir şekilde büyümesi sağlanmıştır.



Şekil 3.2 Behiçbey fidanlığından genel bir görünüm



Şekil 3.3 Behiçbey fidanlığından kaplı fidan üretim parsellerinden genel bir görünüm

3.1.2 Fidanlardan sürgün örneklerinin alınması

Fidanların son yıl sürgünleri 6 Şubat 2020 tarihlerinde budama makası yardımı ile kesilerek alınmıştır (Şekil 3.4). Sürgünler torbalanarak etiketleme işlemi yapılmıştır. Bitkide oluşacak su kaybının önlenmesi için, sürgünler soğuk buz kutuları içinde kısa sürede testlerde kullanılmak üzere İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Orman Fakültesi Silvikültür Anabilim Dalı Tohum Teknolojisi ve Ekofizyoloji Laboratuvarı'na götürülmüştür.



Şekil 3.4 Sürgün örneklerinin toplanması ve uygun boyutlara getirilmesi.

3.1.3 Araştırmada kullanılan araç ve gereçler

Arazi çalışmaları ve Tohum Teknolojisi ve Ekofizyoloji Laboratuvarı kullanılan araç ve gereçler aşağıda belirtilmiştir.

- VÖTCH marka VT3-4034 model ayarlanabilir soğutucu kabin. Cihazın sıcaklık sınırları -42 ^{0}C ve +180 ^{0}C'dir. Programlanabilmekte ve otomatik olarak kontrol edilebilmektedir.
- 13x 20 cm boyutlarında ağzı kilitli poşetler.
- Keçeli kalem
- Su spreyi.
- Fotoğraf makinesi
- İnkübatör.
- Budama makası

- Opti-Science OS-30P model Klorofil Florometre aparatı ve karanlığa adaptasyon klipsleri.

3.2 Yöntem

3.2.1 Düşük sıcaklık kademelerinin belirlenmesi, sürgünlerin dondurulması ve dona dayanıklılık testleri

Sürgünler dona dayanıklılık testinden önce budama makasının yardımı ile uygun ölçülere getirilmiş ve 24 saat +4 ^{0}C'de soğuğa uyum için inkübatörde bekletilmiştir (Şekil 3.5). Dona dayanıklılık testleri 7-16 Şubat 2020 tarihlerinde yapılmıştır. Sürgünler, kontrol grubu (+4 ^{0}C) haricinde, yedi sıcaklık kademesinde (-5, -10-, 15, -20, -25, -30 ve -40 ^{0}C) dondurulmuştur. Kontrol grubuda dahil toplam 480 (6 tür x 8 sıcaklık kademesi x 10 tekrar = 480) sürgün örneği üzerinde ölçümler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.5 Kesilen sürgünlerin ağzı kilitli poşete konulması ve 10 ml civarında su püskürtülmesi

Don stresi testleri öncesinde her sıcaklık kademesinin bir tekrarı için 3-4 adet sürgün 13x20 cm ebatlarındaki ağzı kilitli poşetlere konulmuştur (Şekil 3.5). Bitkideki hücrelerde meydana gelen buz oluşumunu sağlanması ve örneklerde meydana gelecek kurumaların önüne geçmek için sürgün örneklerine 10 ml civarında saf su püskürtülerek ıslatılmıştır Islatma işleminden sonra sürgünler dondurulmak üzere soğutucu kabine

konulmuştur. Oda sıcaklığı koşullarındaki soğutucu kabinin sıcaklığı 5 ^{0}C sa^{-1} düşürülerek, ulaşılmak istenen sıcaklık kademelerine ulaştırılmıştır. Düşük sıcaklık kademelerinde sürgünler 5 saat beklemiştir. Donmuş olan sürgünler birdenbire çözülme meydana gelmemesi için soğutma kabinlerindeki sıcaklık derecesi 5 ^{0}C sa^{-1} artırılarak oda sıcaklığı seviyesine getirilmiştir. Don testleri ve oluşan zararın ölçümleri İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Orman Fakültesi Silvikültür Anabilim Dalı Tohum Teknolojisi ve Ekofizyoloji Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.6 Sürgün örnekşerinin soğutucu kabinde don tesitne tabi tutulması

3.2.2 Klorofil floresans yöntemi kullanılarak sürgünlerde oluşan don zararının belirlenmesi

Fotosentez ile ilgili çalışmalarda Klorofil floresans (CF) yöntemi güçlü bir belirleyici olup, değişik stres şartlarında bitkilerin fotosentetik performansları üzerindeki çalışmalarda meydana gelecek etkiyi değerlendirmede genel olarak kullanılmaktadır

(Maxwell and Johnson 2000, Burr *et al*. 2001, Semerci 2005). CF yöntemi, dondan dolayı meydana gelecek olan zararı kolayca ve kısa sürede belirlemekte ve don zararının belirlenmesinde sıkça kullanılmaktadır.

Soğutucu kabinden çıkarılan sürgünler 5 saat süresince 1500 lux ışık şiddetinin altında bekletilmiş ve ardından bitkinin ibreli yapraklarına takılan ile ibreli yeşil yapraklar 30 dakika boyunca karanlığa adapte edilmiş ve sonra ise ibrelerde klorofil flourometre (Opti-Science OS-30P +) aparatı ile klorofil floresans ölçümleri gerçekleşmiştir (Şekil 3.7).



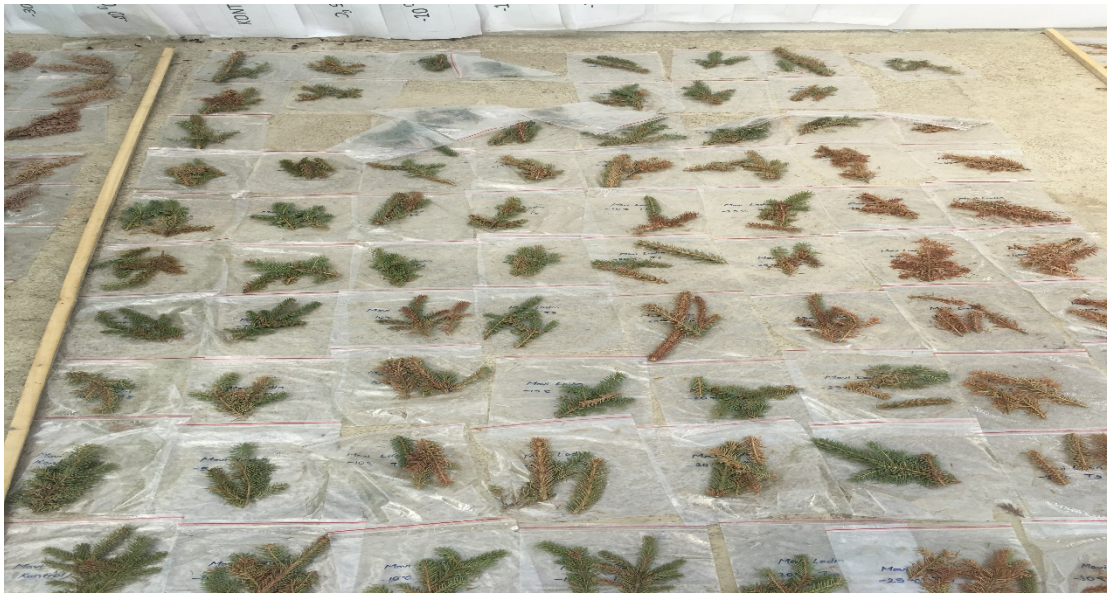
Şekil 3.7 Sürgünlerin karanlığa adaptosyon işlemi ve klorofil flourometre ölçümleri

Fotosentetik verimlilik (Fv/Fm), minimum floresans (Fo), maksimum floresans (Fm) ve OJİP parametreleri ölçülmüştür. Bitkilerde meydana gelen fotosentetik aktivitenin belirlenmesinde en çok kullanılan parametre Fv/Fm oranıdır. Belirlenen bu parametre değeri PS II'nin fotokimyasal reaksiyonlarının maksimum verimini göstermektedir. Fv/Fm oranının zarar görmemiş bir bitki örneğinde 0,832 civarında tespit edildiği ve

belirlenen bu değerin zarar gören bitkide azaldımaya başladığı belirtilmektedir (Maxwell and Johnson 2000, Kocheva *et al*. 2004, Semerci 2005).

3.2.3 Görsel değerlendirme yöntemi ile sürgünlerde oluşan don zararının belirlenmesi

Farklı sıcaklık kademelerinde dondurulan ve kontrol gruplarına ait sürgün örnekleri görsel değerlendirme yöntemi için (GD) Ankara Orman Fidanlık Müdürlüğü serasında 3 hafta süre ile 15-20 ^{0}C arasında gözetim altında tutulmuş ve sürgünlerde meydana gelen zarar haftalık olarak belirlenmiştir. Bu sırada iki gün arayla sürgün örneklerdi üzerleri su ile ıslatılarak sürgünlerin kuruması önlenmeye çalışılmıştır (Şekil 3.8). Sürgünlerde meydana gelen don zararının yapraklarda kahverengimsi ve sarı renk yakın renk oluşumları gözlemlenmiştir. Bitkide meydana gelen zararın diğer bir belirtisi ise dokuda meydana gelen yumuşaklık ve sulu görünümdür (Linden 2002, Semerci 2005).



Şekil 3.8 Mavi ladin sürgünlerinin serada görsel olarak değerlendirilmesi

Sürgünlerde meydana gelen zararı ölçmek için öncelikle sürgün gözlem skalası oluşturulmuştur (Çizelge 3.3). Sürgünlerdeki renk değişimine bağlı olarak haftalık görsel değerlendirme çizelgeleri skalaya göre doldurulmuştur (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.3 Görsel değerlendirme skalası

Sürgünde meydana gelen zarar oranı	Görsel değerlendirme skala puanı
%0	0
%0-20	1
%21-40	2
%41-60	3
%61-80	4
%81-100	5

Çizelge 3.4 Sürgünlerde meydana gelen zararı gösteren çizelge

Orijin				**Sıcaklık Kademesi ^{0}C**						**Ölçüm tarihleri**								
Zarar oranı	***%0 (1)***			***%1-20 (1)***			***%21-40 (2)***			***%41-60 (3)***			***%61-80 (4)***			***%81-100 (5)***		
Haftalar	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ağaç no																		
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		

3.2.4 Verilerin Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analiz

Bitkilerin dondan zarar gördüğü sıcaklık kademesi olarak ifade edilen LT50 değeri, sıcaklık ve doku zararı (CF ve GD) arasındaki ilişkiyi ortaya koyan doğrusal olmayan regresyon model ve aşağıdaki formül kullanılarak tahmin edilmiştir (Anderson *et al.* 1998, Kreyling *et al.* 2012).

$$Y_T = Y_{min} + \frac{Y_{max} + Y_{min}}{1 + e^{k \cdot (T_m - T)}}$$

Modelde;

Y_T: Sıcaklık kademelerindeki doku hasarı (CF ve GD)

Y_{min}: Bağımlı değişkenin alt yatay asimptotik değeri

Y_{max}: Bağımlı değişkenin üst yatay asimptotik değeri

k: Bağımlı eğrinin dikliğini temsil eden değer

T_m: LT50 değerine karşılık gelen eğrinin kırılma noktası ifade etmektedir.

Doğrusal olmayan regresyon eğrisi, regresyon analizi yöntemi ile oluşturulduktan sonra Tm değeri ile LT50 sıcaklık kademesi tahmin edilmiştir. Tüm işlemler Microsoft Excel 365 yazılımında gerçekleştirilmiştir. Formüldeki k değeri de Exel programındaki doğrusal olmayan çözücü eklentisi ile belirlenmiştir.

4. BULGULAR

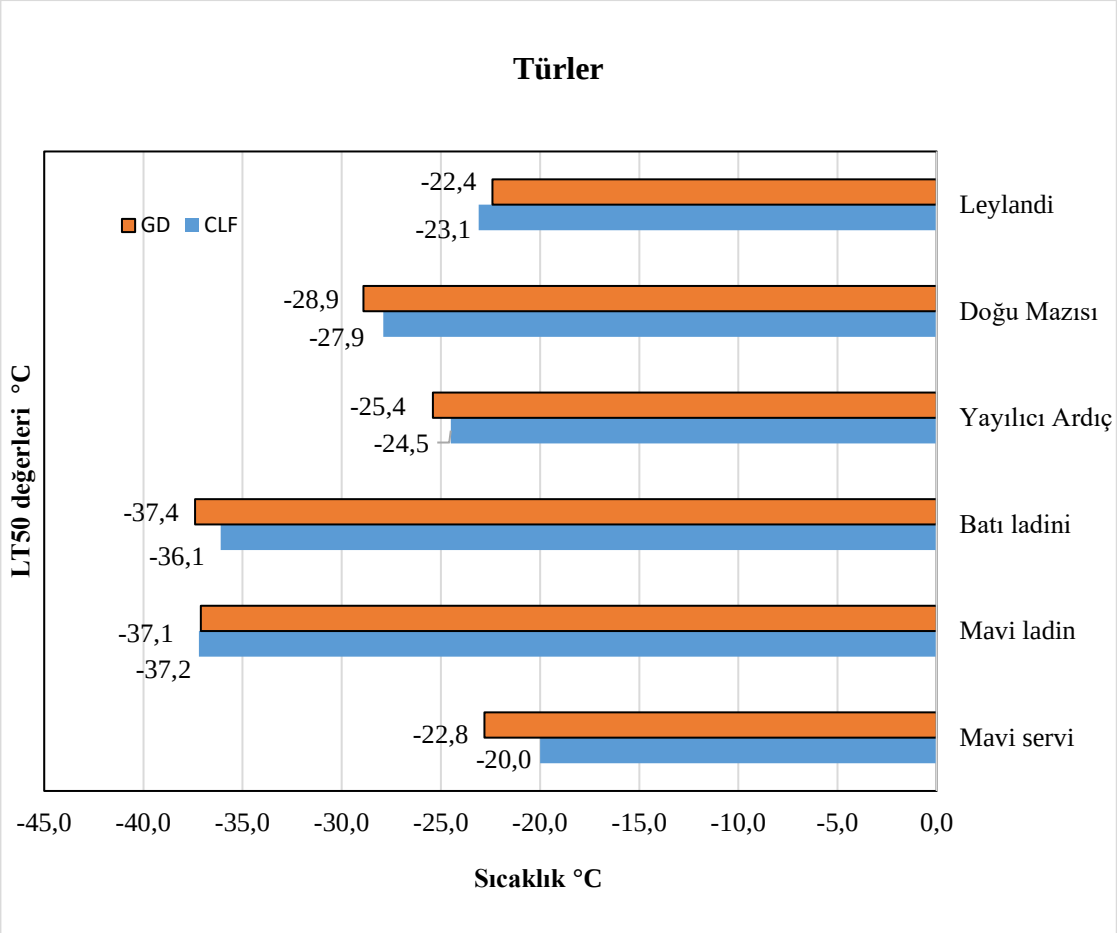
Doğrusal olmayan regresyon analizi kullanılarak belirlenen LT50 değerleri çizelge 4.1 ve şekil 4.1'de verilmiştir. Bu çizelgeye göre, çalışmada kullanılan türler arasında dona dayanıklılık düzeyi bakımından farkı bulunmaktadır. Türler arasındaki bu dayanıklılık farkı 17 ºC ye kadar çıkmıştır. Çalışmada kullanılan türler kıyaslandığında, zararın tespitinde kullanılan her iki değerelendirme yöntemide Ladin türlerinin dona dayanıklı Servilerin ise hassas oldukları ve Mazı ile Ardıç'ın ise en dayanıklı ile hassas arasında yer aldıkları görülmektedir.

Çizelge 4.1 Klorofil flourometre (CF) ve görsel değerlendirme (GD) (2. haftaya ait ölçümlere göre) yöntemine göre belirlenen LT50 değerleri

Türler	Klorofil floresans yöntemi -Fv/Fm			Görsel değerlendirme- GD		
	LT50 (^{0}C)	R^2	RMSE	LT50 (^{0}C)	R^2	RMSE
Mavi servi	-20,0	0,861	0,076	-22,8	0,942	0,554
Mavi ladin	-37,2	0,956	0,135	-37,1	0,938	0,493
Batı ladini	-36,1	0,948	0,092	-37,4	0,914	0,524
Yayılıcı ardıç	-24,5	0,959	0,118	-25,4	0,969	0,514
Doğu mazısı	-27,9	0,870	0,070	-28,9	0,896	0,460
Leylandi	-23,1	0,853	0,102	-22,4	0,932	0,510

R^2 korelasyon katsayısı, RMSE: modelin standart hatası (√(sse/n)), sse: standart hataların toplamı, n: 10 fidan

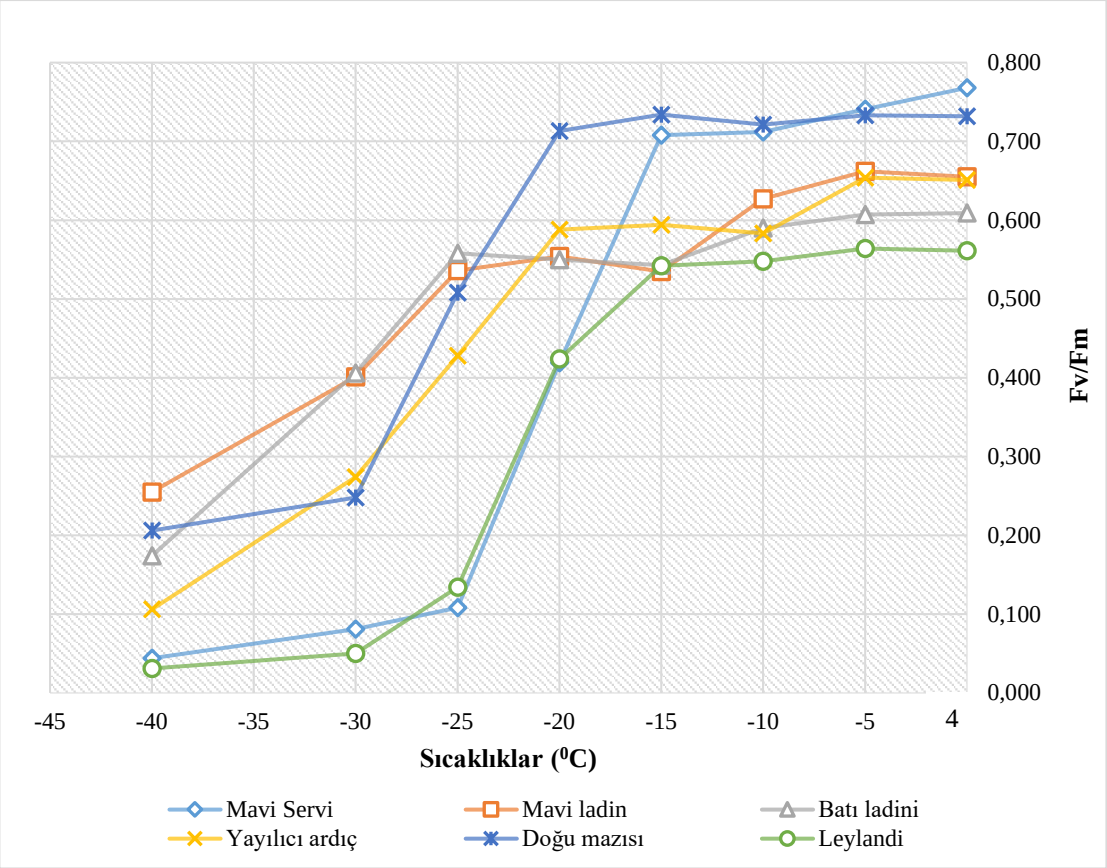
Uygulanan don testleri sonrasında oluşan zararın miktarını belirlemek için kullanılan CF ve GD yöntemleri aynı tür için birbirlerine oldukça yakın sonuçlar vermişlerdir (Şekil 4.1.). Mavi ladinde CF yöntemi -37,2 ve GD yöntemi ise -37,1°C sonuçlarını vermiş yani iki yöntem arasında yaklaşık %0,3'lük bir fark bulunmuştur. İki yöntemin sonuçları arasında en fazla fark ise Mavi servi türünde 2,8 °C'lik bir fark olup bu da %14'lük bir farkı göstermektedir (Çizelge 4.1).



Şekil 4.1 Klorofil flourometre (CF) ve görsel değerlendirme (GD) (2. haftaya ait ölçümlere göre) yöntemine göre belirlenen LT50 değerleri

CF yönteminde ölçülen fotosentetik verimlilik tüm türlerde neredeyse -20 °C'e kadar bir azalış göstermemiş ve bu sıcaklık kademsinden sonra ise azalış başlamıştır. Bu nedenle tüm türlerin -20 °C'e kadar zarar görmedikleri söylenebilir (Şekil 4.2). Yine bu grafikte -20 °C'den daha şiddetli donlarda Ladinlerinlerin fotosentetik verimliliğinin diğer türlere kıyasla daha yüksek olduğu ve Leylandi ile Mavi servinin ise fotosentetetik verimliliğinin ise diğer türlere kıyasla çok düştüğü görülmektedir.

Klorofil florometre ve görsel değerlendirme yöntenlerinden elde eidlen sonuçların grafik olarak gösteirlmesinde şekillerdeki 0 ^{0}C bitkilerin kontrol gurbunu (+4 ^{0}C) temsil etmektedir.

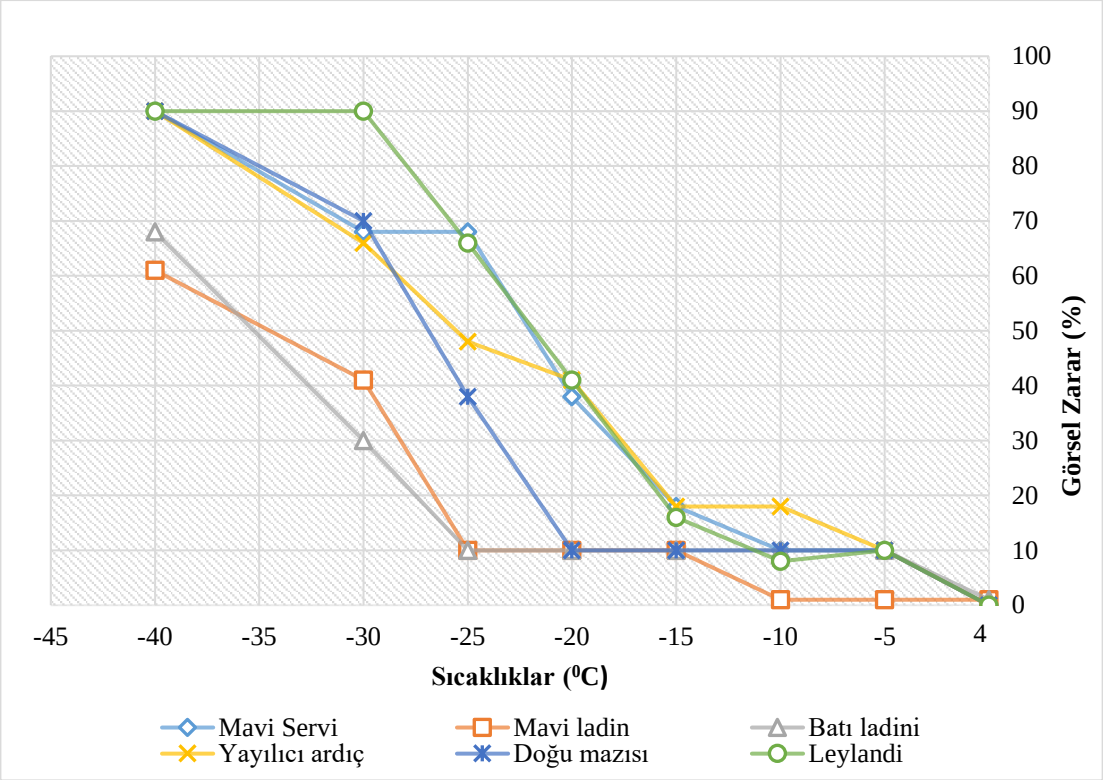


Şekil 4.2 Türlerin sıcaklığa bağlı Fv/Fm değerleri

Görsel değerlendirme sonucunda türlere göre farklı sıcaklık kademelerinde oluşan zarar oranları genel olarak uygulanan donun şiddeti arttıkça artmaktadır. Grafiksel olarak kritik değer olan %50 oranındaki zarar türlere göre değişmekle birlikte -20 °C'de başlamaktadır. Yine bu grafikten Ladin türlerinin, diğer türlere kıyasla düşük sıcaklık kademelerinde daha az zarar gördüğü yani daha dona dayanıklı oldukları görülmektedir (Şekil 4.3).

CF ve GD için çizilen her iki grafikde benzer sonuçları göstermekte (Sekil 4.2 ve 4.3), yani dona dayanıklılık bakımından çalışmamızda kullanılan Ladinleri dayanıklı ve Servileri ise en hassas olarak işaret etmektedir.

Araştırmada don zararının belirlemede kullanılan her iki yöntemde birbirine yakın sonuçlar vererek çalışmada elde edilen bulguların daha sağlıklı değerlendirilmesine de olacak sağlamıştır.



Şekil 4.3 Türlerin sıcaklığa bağlı GD değerlendirmedeki zarar miktarları

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yağış ve sıcaklık faktörleri bitkilerin yeryüzündeki yayılış alanlarını belirleyen en önemli faktörlerdendir. Kışın görülen düşük sıcaklıklara bitkinin göstermiş olduğu dayanıklılık, bitkinin yayılış alanını belirlnmesinde önemli bir faktördür. Genel olarak, soğuk bölgelerde yayılış gösteren bitki türleri sıcak bölgelerde yayılış gösteren türlere kıyasla dona daha dayanıklıdır. Bu genel kural dikkate alınarak, USDA olarak da bilinen Amerikan Tarım ve Ormancılık Servisi tarafından 11 adet dona dayanıklılık zonundan oluşan bir sınıflama oluşturulmuştur (Bannister and Neuener 2001). Bu sınıflamada bizim çalışmamızda kullandığımız Cupressus leylandii melezi haricinde kalan beş türe ait dona dayanıklılık düzeyleri verilmiştir. Çalışmamızda ölçmüş olduğumuz dayanıklılık düzeyleri ve USDA'nın dona dayanıklılık sınflandırmasından alınan dayanıklılık düzeyleri aşağıda çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 5. 1 Çalışmamızda ölçmüş olduğumuz dayanıklılık düzeyleri ve USDA'nın dona dayanıklılık sınflandırmasından alınan dayanıklılık düzeyleri

Türkçe Adı	LT50 (GD)	LT50 (CF)	LT50 (USDA)
Mavi Servi	-22,8	-20,0	Zon 7 (-12,2 ile -17,7) ve -20
Mavi Ladin	-37,1	-37,2	Zon 3 (-34,4 ile -39,9) ve -80
Batı Ladini	-37,4	-36,1	Zon 4 (-28,9 ile -34,3) ve -50
Yayılıcı Ardıç	-25,4	-24,5	Zon 4 (-28,9 ile -34,3)
Doğu Mazısı	-28,9	-27,9	Zon 6 (-17,8 ile -23,2)
Leylandi	-22,4	-23,1	-

Yukarıdaki çizelge 5.1 incelendiğinde; Mavi servinin bulunduğu dona dayanıklılık zonundan -17,7 °C'ye kadar düşük sıcaklıklara dayanabildiği ve labaratuvar çalışmalarında ise -20°C'ye dayanabildiği görülmektedir (Bannister and Neuener 2001). Bizim çalışmamızda da Mavi servinin görsel değerlendirmede -22,8 ve Klourofloresans yönteminde ise -20°C düzeyinde dona dayanıklı bulunmuş olması, USDA'nın dona dayanıklılık sınflandırmasına çok yakın sonuçların tespit edildiğini göstermektedir. Yine Mavi ladinde ölçmüş olduğumuz dayanaklılık düzeyide USDA'nın sınıflandırmasına uygundur.

Batı Ladini ve Doğu Mazısı ise USDA'nın sınıflamasındaki değerlerden biraz daha şiddetli bir dona dayanabilmişlerdir, yani bu türler doğal yayılış alanlarında karşılaştıkları ortlama minimum sıcaklıklardan birkaç derece daha düşük sıcaklıklara bizim labaratuvar koşullarında yaptığımız dona dayanıklılık testlerinde dayanabilmişlerdir. Yayılıcı ardıç ise Zon 4'te yer almakta ve -28,9 ile -34,3°C aralığında dayanım gösterebileceği USDA'ca belirtilmekle birlikte, çalışmamızda yaklaşık -25°C'e dayanabilmiştir. Yinede bu farkın alt sınır olan -28,9 °C'den yaklaşık 4 °C az olması nedeniyle önemli bir fark olmadığı söylenebilir. Zira dona dayanıklılıkta bitkinin dormansinin hangi aşamasında olduğu, orijini, uygulanan gübreleme ve sulama rejimi, yaşı gibi birçok faktör etkili olduğundan yapılan farklı çalışmalarda birbirinden biraz farklı sonuçlar bulunmasıda beklenen bir durumdur.

Leylandi, *Cupressus macrocarpa* ve *Chamaecyparis nootkatensis* türlerinin melezi olup bu türler USDA sınıflamasında sırasıyla Zon 8 (-6,7°C ile -12,1°C) ve Zon 5 (-23,3 ile -28,8°C) dayanıklılık kategorilerinde yer almaktadır (Bannister and Neuener 2001). Bu nedenle, çalışmamızda leylandi için ölçmüş olduğumuz -23,1°C (CF) LT50 değeri *Chamaecyparis nootkatensis* için verilen dona dayanıklılık düyenine benzerdir (Çizelge 4.1, Şekil 4.1). Bu nedenle, Leylandi melezinin dona dayanıklılık düzeyinin melezi oluşturan türlerden *Chamaecyparis nootkatensis* türüne benzedeği söylenebilir.

Görsel değerlendirmede dondurulan yeşil doku veya gövde üzerinde, doku ölümleri nedeniyle kahverengileşmenin gelişmesi için birkaç hafta beklenir ve oluşan renk değişim miktarına göre zararın miktarı değerlendirilir. Görsel değerlendirmenin dezavantajları: Sonuçları hazırlanan renk skalasına göre değerlendirildiğinden kişiden kişiye değişebilmekte, bu skala köklerde kullanılamamakta ve sonuç için genelde 15 gün gibi uzun bir süre beklenmektedir. Canlı ve yeşil bir bitki dokusunda don zararı öncelikle Fotosistem I ve II'yi içeren tilakoid membrandır. Bu nedenle fotosistem II'nin verimliliğinin göstergesi olan Fv/Fm parametresinin de ölçüldüğü Klorofil flüoresans ölçümü don hasarının belirlenmesinde sıkça kullanılmaktadır (Burr *et al.* 2001, Prada *et al.* 2014). Bu yöntemin de hızlı sonuç vermesi ve bitkiye zarar vermeden uygulanabilmesi gibi avantajları yanında sadece yeşil dokuda kullanılabilmesi ve dolayısıyla köklerde kullanılamaması gibi dezavantajı bulunmaktadır. Çalışmamızda oluşan don zararının

miktarı görsel değerlendirme ve Klorofil flüoresans yöntemeriyle ölçülmüş ve iki yöntemle elde edilen sonuçların birbirine çok yakın olduğu belirlenmişti (Çizelge 4.1). Bu nedenle bizim çalışmamızın sonucunda, her iki yönteminde çalışmış olduğumuz türler için kullanılabileceğini göstermiştir.

Sonuç olarak, çalışmamızda kullanılan türler arasında (interspesifik) dona dayanıklılık bakımından farklar olduğu belirlenmiştir. Bu türlerin peyzaj amaçlı olarak ülkemizde karasal bölgelerde dahil olmak üzere kullanıldığı bilinmektedir. Bu türler için belirlemeiş olduğumuz dona dayanıklılık düzeyleri ve bu türlerin dikileceği alanlarda karşılaşılan minimum sıcaklıklar karşılaştırılması ve türün dayanıklılığını aşan donların karşılaşılma ihtimali varsa bu türün dikilmemesi uygun olacaktır. Çalışmamızda kullanılan dona dayanıklılık ölçümlerinden görsel değerlendirme ve Klorofil flüoresans yöntemlerinin her ikiside yaklaşık olarak aynı sonucu vermektedir. Bu nedenle her iki yöntemde kullanılabilir fakat kısa zamanda sonuç alınmak isteniyor ise ve pahalı olan cihaz elde mevcut ise Klorofil flüoresans metodu tercih edilebilir.

KAYNAKLAR

Anderson, J.A., Kenna, M.P. and Taliaferro, C.M. 1988. Cold hardiness of Midiron and Tifgreen bermudagrass. Hort. Science., 23(4): 748-750.

Atalay, İ., 2002. Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri. Orman Bakanlığı Yayınları, 266 sayfa, Ankara.

Aldrete, A., Mexal, J. G. and Burr, K. E. 2008. Seedling cold hardiness bud set and bud break in nine provenances of *Pinus greggii* Engelm. Forest Ecology and Management., 255: 3672-3676.

Bannister, P. and Neuner, G. 2001. Frost resistance and the distribution of conifers. Conifer Cold Hardiness, In: Kluwer Academic Publishers Bigras, F. J. and Colombo, S. J. (eds), Kluwer Academic Publishers Chapter 1, pp. 3-21, New York

Beck, E.H., Heim, R. and Hansen, J. 2004. Plant resistance to cold stres mechanism and environmental signals triggering frost hardening and dehardening. J. Biosci., 29 (4): 449-459.

Burr, K. E. Hawkins, C. D. B. Hirondelle, S. J. L. Binder, W. D., George and F. M. Repo, T. 2001. Methods for measuring cold hardiness of conifers. Conifer cold hardiness, In: Kluwer Academic Publishers Bigras, F. J. , Colombo, S. J. (eds), Chapter 14, Kluwer Academic Publishers, pp. 369-401.

Colombo, S.J. Webb, D.P and Glerum, C. 1984. Frost hardiness testing: An operational manual for use with extended greenhouse culture. Ontario Ministry of Natural Resources, Tree Improvement and Forest Biomass Institute Forest Research Report, 1: 110: 1-14.

Çolak, D. 2012. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arn. Subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) ve Toros Sedirinde (*Cedrus libani* A. Rich.) don stresi üzerine bir araştırma. Yüksek Tisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 78 sayfa, Trabzon.

Deans, J. D. and Harwey, F. J. 1996. Frost hardiness of 16 European provenances of sessile oak growing in Scotland Institute of charrered foresters fornicn, Forstry., 69(1): 5-11.

Deligöz, A. 2007. Anadolu Karaçamı [*Pinus nigra* Arn.subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] fidanlarına ait bazı temel morfolojik ve eko-fizyolojik özelliklerin dikim başarısına etkisi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, 299 sayfa, Isparta.

Deligöz, A. 2011. Seasonal changes in the physiological characteristics of Anatolian black pine and the effect on seedling quality. Turish Journal of Agriculture Forestry., 35: 23-30.

Dirik, H. 2008. Plantasyon (Bitkilendirme ve Dikim) Teknikleri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 543 sayfa, İstanbul.

Doğru, A. 2006. Kolza (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera*)'nın bazı kışlık çeşitlerinde düşük sıcaklık toleransı ile ilgili fizyolojik ve biyokimyasal parametrelerin araştırılması. Hacettepe Üniversitesi, 166 sayfa, Ankara.

Şahin, M. 2020. Uşak ili peyzaj florası: atapark parkı peyzaj florası taksonları değerlendirmesi. Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilimleri Dergisi, 4(2): 65-79.

Grene, R. 2002. Oxidative stress and acclimation mechanisms in plants. The Arabidopsis Book/American Society of Plant Biologists, 1: 1-20.

Hawkins, B. J., Guest, H. J. and Kolotelo D., 2003. Freezing tolerance of conifer seeds and germinants. Tree Physiology, 23: 1237- 1246

İmal, B. 2015. Bazı Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana* [Lamb.] Holmboe) orijinlerinin dona ve kuraklığa karşı dayanıklılıklarının ekofizyolojik olarak belirlenmesi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, 179 sayfa, İstanbul.

Kalefetoğlu, T. and Ekmekci, Y. 2005. The effects of drought on plants and tolerance mechanisms. Gazi University Journal of Science, 18 (4): 723-740.

Tosun, E. K. 2017. Sürdürülebilirlik bağlamında ekolojik kent söylemi. Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 17 (4): 169-189.

Kilis, Y. 2007. Tüplü toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ve Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) fidanlarıyla kurulmuş plantasyonlarda kuraklığa dayanıklılık analizleri. Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, 51 sayfa, Isparta.

Kocheva, K., Lambrev, P., Georgiev, G., Goltsev, V. and Karabaliev, M. 2004. Evaluation of chlorophyll fluorescence and membrane injury in the leaves of barley cultivars under osmotic stress. Bioelectrochemistry, 63: 21-124.

Kozlowski, T. T. and Pallardy, S. G. 1996. Physiology of woody plants, Second Edition, Acedemic press, 411 pages, United States of America.

Kratsch, H.A. and Wise, R.R. 2000. The ultrastructure of chilling stress. Plant Cell Environ, 23: 337-350.

Kreyling, J., Wiesenberg, G.L., Thiel, D., Wohlfart, C., Huber, G., Walter, J., Jentsch, A., Konnert, M. and Beierkuhnlein, C. 2012. Cold hardiness of *Pinus nigra* Arnold as influenced by geographic origin, warming, and extreme summer drought. Environmental and Experimental Botany, 78: 99-108.

Lambers, H., Chapin, F. S., Pons, T. L., 2008. Plant physiological ecology. Second edition, Springer Science Business Media, 604 pages, Newyork.

Larcher, W., 2003. Physiological plant ecology 4th edition, Sipringer-Verlag Berlin Heidelberg, 604 pages, New York.

Linden, L., 2002, Measuring cold hardiness in woody plants, University of Helsinki Department of Applied Biology Publication, 57 pages, Helsinki.

Martin, T. A., 2012. Plant water relations techniques, using pressure-volume curves to calculate plant water relations parameters, University of Florida School of Forest Resources and Conservation, class notes.

Maxwell, K. and Johnson, G. N., 2000. Chlorophyll fluorescence a practical guide. Journal of Experimental Botany, 345: 659-668.

Megep 2007. Dış Mekân Bitkileri, T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları, 68 sayfa, Ankara.

Ninagawa, T., Eguchi, A., Kawamura, Y., Konishi, T. and Narumi, A. 2016. A study on ice crystal formation behavior at intracellular freezing of plant cells using a high-speed camera. Cryobiology, 73 (1): 20-29.

OGM, 2015. Behiçbey Orman Fidanlığı Rotasyon Planı 2015-2020.

Pearce, R.S. 1999. Molecular analysis of acclimation to cold. Plant Growth Regul., 29: 47-76.

Pearce, R.S. 2001. Plant freezing and damage. Annals of Botany., 87: 417-424

Puhakainen, T. 2004. Physiological and molecular analyses of cold acclimation of plants. Department of Biological and Environmental Sciences, Genetics Faculty of Biosciences University of Helsinki publication, 60 pages, Finland.

Prada E, Alia R, Climent J and Raquel D., 2014. Seasonal cold hardiness in maritime pine assessed by different methods. Tree Genetics and Genomes., 10: 689-701.

Rab, A. and Saltveit, M.E. 1996. Differential chilling sensitivity in cucumber (*Cucumis sativus*) seedlings. Physiol. Plantarum., 96: 375-382

Sarıbaş, Metin. 2012. Dendroloji II: kapalı tohumlular angiospermae (amentifeare). Bartın Üniversitesi Yayınları, 298 sayfa, Bartın.

Ritchie, G. A. 1984. Assessing seedling quality. In: Springer, Forestry nursery manual: production of bareroot seedlings, Springer, Marry, L. D. and Landis, T. D. (eds), Springer, pp. 243-259, Holland.

Sakai, A. and Larcher, W. 1987. Low temperature and frost as environmental factors. Frost Survival of Plants, 62: 1-20.

Saltveit, M.E. and Morris, L. L. 1990. Overview of chilling injury in horticultural crops, In: Chilling Injury of Horticultural Crops. C.Y. Wang, (eds), CRC Press, pp. 3-15, Florida.

Scebba, F., Sebastiani, L. And Vitagliano, C. 1998. Changes in activity of antioxidative enzymes in wheat (*Triticum aestivum*) seedlings under cold acclimation. Phsiologia Plantarum, 104: 747-752.

Semerci, A. 2005. Fifth year performance of morphologically graded *Cedrus libani* seedlings in the Central Anatolia Region of Turkey. Turk J Agric For., 29: 483-491.

Semerci, H., Öztürk, H., Semerci, A., İzbırak, A. ve Ekmekçi, Y., 2008. Değişik ıslah zonlarından örneklenen Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *nigra* var. *caramanica* (Loudon) Rehder) orijinlerinin dona ve kuraklığa dayanıklılıklarının belirlenmesi, Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Yayınları Teknik Bülten, 21: 1-54.

Semerci, H., Semerci, A., İmal, B. ve Kaşko Arıcı, Y., 2019. Ankara ve Antalya kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) orijin deneme sahalarında bazı orijinlerin dona dayanıklılıklarının belirlenmesi. Turkish Journal of Forestry, 20 (4): 290-296.

Szalai, G., Jvea, T., Paldi, E. and Dubacq, J.P. 2001. Changes in the fatty acid unsaturation after hardening in wheat chrosome substitution lines with different cold tolerance. J. Plant Physiol., 158: 663-666.

Şahin, Ş. ve Barış, M. 1998. Kentsel doku içerisinde açık ve yeşil alan standartlarını belirleyen etmenler. Peyzaj Mimarlığı Dergisi, 6:1-10.

Vagujfalvi, A., Kerepesi, I., Galiba, G., Tischner, T.and Sutka, J. 1999. Frost hardiness depending on carbohydrate changes during cold acclimation in wheat. Plant Sci., 144: 85-92.

Vernieri, P., Lenzi, A., Figaro, M., Tognoni, F. and Pardossi, A. 2001. How the roots contribute to the ability of *Phaseolus vulgaris* L. to cope with chilling-induced water stress. J. Exp. Bot., 52: 2199-2206.

WIKIPEDIA, 2019. Web sitesi. https://en.wikipedia.org/wiki/Juniperus_horizontalis. Erişim Tarihi: 08.08.2021

WIKIPEDIA, 2020. Web sitesi. https://tr.wikipedia.org. Erişim Tarihi: 06.08.2021

WIKIPEDIA, 2021.Web sitesi. https://tr.wikipedia.org/wiki/Maviladin. Erişim Tarihi: 07.08.2021

WIKIPEDIA, 2022. Web sitesi. https://en.wikipedia.org/wiki/Picea_abies Erişim Tarihi: 08.02.2022

ORWA, 2009. Web sitesi. https://apps.worldagroforestry.org/treedb. Erişim Tarihi: 08.08.2021

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı- Soyadı **:** Ergün AVŞAR

Eğitim

Yüksek Lisans	Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı	2019-2022
Lisans	Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü	2010–2014
Önlisans	Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi Atabey Meslek Yüksek Okulu Fidan Yetiştiriciliği Bölümü	2008-2010

İş Deneyimi

Yıl	**Kurum**	**Görev**
2012-2015	Orman Genel Müdürlüğü	Orman Muhafaza Memuru
2015-2020	Orman Genel Müdürlüğü	Orman Teknikeri
2020-Halen	Orman Genel Müdürlüğü	Orman İşletme Şefi