



TC.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
SİLVİKÜLTÜR BİLİM DALI

BAZI SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.) ORİJİNLERİNDE
MORFO-GENETİK FARKLILIKLAR VE AĞIR METALLERİN TOHUMLARIN
ÇİMLENMESİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN

Halil İbrahim ÇAYLAK

JÜRİ ÜYELERİ

| | | |
|-----------------|------------------------------|---------------------------------|
| Danışman | : Doç.Dr. Halil Barış ÖZEL | - Bartın Üniversitesi |
| İkinci Danışman | : Doç.Dr. Handan UCUN ÖZEL | - Bartın Üniversitesi |
| Üye | : Prof.Dr. Nebi BİLİR | - Süleyman Demirel Üniversitesi |
| Üye | : Prof.Dr. Erol KIRDAR | - Bartın Üniversitesi |
| Üye | : Yrd. Doç. Dr. Cevdet GÜMÜŞ | - Bartın Üniversitesi |

BARTIN-2016

KABUL VE ONAY

Halil İbrahim ÇAYLAK tarafından hazırlanan “BAZI SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.) ORJİNLERİNDE MORFO-GENETİK FARKLILIKLAR VE AĞIR METALLERİN TOHUMLARIN ÇİMLENMESİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ” başlıklı bu çalışma, 20.06.2016 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Halil Barış ÖZEL (Danışman)



Üye : Doç. Dr. Handan UCUN ÖZEL (İkinci Danışman)



Üye : Prof. Dr. Nebi BİLİR



Üye : Prof. Dr. Erol KIRDAR



Üye : Yrd. Doç. Dr. Cevdet GÜMÜŞ



Bu tezin kabulü Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../20... tarih ve 20...../.....-..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. H. Selma ÇELİKAY
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Doç. Dr. Halil Barış ÖZEL danışmanlığında hazırlamış olduğum “BAZI SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.) ORJİNLERİNDE MORFO-GENETİK FARKLILIKLAR VE AĞIR METALLERİN TOHUMLARIN ÇİMLENMESİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ” başlıklı yüksek lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

20.06.2016

Halil İbrahim ÇAYLAK

ÖNSÖZ

Bitirme tezimin danışmanlığını üstlenerek, gerek konu seçiminde gerekse konunun hazırlanmasında desteğini esirgemeyen Sayın hocam Doç. Dr. Halil Barış ÖZEL'e, ikinci danışman olarak görev almayı kabul eden ve ağır metal türleri ile çimlendirme testlerinin yapılması aşamasında farklı ağır metal konsantrasyonlarının hazırlanmasında yardımcı olan Bartın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Doç. Dr. Handan UCUN ÖZEL hocama, görüş ve önerileri ile destek veren Sayın Prof. Dr. Nebi BİLİR ve Sayın Prof. Dr. Erol KIRDAR hocalarıma, gerekli malzeme, ekipman ve bilgileri ile bana destek olan Erzurum Orman Fidanlık Şefi Sayın Hasan BOZKURT ile fidanlık çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım. Yüksek Lisans öğrenimim boyunca her konuda benden yardımlarını esirgemeyen Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü yönetici ve çalışanlarına şükranlarımı sunarım. Ayrıca çalışmalarım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Halil İbrahim ÇAYLAK

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAZI SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.) ORİJİNLERİNDE MORFO-GENETİK FARKLILIKLAR VE AĞIR METALLERİN TOHUMLARIN ÇİMLENMESİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Halil İbrahim ÇAYLAK

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışman: Doç. Dr. Halil Barış ÖZEL

İkinci Danışman: Doç. Dr. Handan UCUN ÖZEL

Bartın-2016, Sayfa: XIV+36

Bu çalışmada; bazı sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) orijinlerine (Kars-Sarıkamış, Kars-Kağızman, Erzurum-Şenkaya, Erzurum-İspir ve Kastamonu-Daday) ait 2+0 fidanlar üzerinde morfolojik ölçümler yapılarak orijinler arasındaki morfo-genetik farklılıkların belirlenmesi ve bazı ağır metaller (Cu, Zn, Ni, Co, Cr ve Pb) ait farklı konsantrasyon düzeylerinin (%10, %30, %50 ve %70) sarıçam tohumlarının çimlenme yüzdesi üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Araştırmada orijinlere ait toplam 7 adet morfolojik karakter incelenmiştir. Buna göre orijinler arasında; fidan boyuna (FB) ilişkin ortalama değerlerin 7,17-13,42 cm, kök boğaz çapına (KBÇ) ait ortalama değerlerin 2,24-3,86 mm, son yıl sürgün uzunluğuna ait ortalama değerlerin 0,7-1,4 cm, gövde kuru ağırlığına (GKA) ait ortalama değerlerin 1,36-1,53 g, gövde yaş ağırlığına (GYA) ait ortalama değerlerin 1,4-1,8 g, kök kuru ağırlığına (KKA) ait ortalama değerlerin 0,45-0,73 g ve kök yaş ağırlığına (KYA) ait ortalama değerlerin ise 0,62-0,84 g arasında değiştiği belirlenmiştir.

İncelenen 7 adet morfolojik karaktere ait ortalama değerlere uygulanan varyans analizi ve Duncan testi sonuçlarına göre en iyi gelişim performansı gösteren orijinin Kars-Sarıkamış orijini ve en zayıf gelişim performansı gösteren orijinin ise Kastamonu-Daday orijini olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada morfolojik karakterler arasındaki ilişkiler çoklu regresyon analizi kullanılarak incelenmiştir. Çoklu korelasyon analizinin sonuçlarına göre en yüksek ilişki düzeyi 0.375 ile FB ve KBC arasında tespit edilmiştir. Çoklu korelasyon analizi sonucunda belirlenen bu ilişkiler $P < 0.01$ güven düzeyinde anlamlı olup, hepsi pozitif yönde etkilidir.

Ağır metallere gerçekleştirilen çimlenme testi sonuçlarına göre, sarıçam tohumlarının ortalama çimlenme yüzdesi yönünden dayanabildiği sınır konsantrasyon değerleri Cu için %70, Zn için %50, Ni için %50, Co için %30, Cr için %70 ve Pb için %30 olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler

Ağır metal; çimlenme yüzdesi; Morfo-genetik karakterler;Orijin;Sarıçam

Bilim Kodu

502.01.01

ABSTRACT

M.Sc.Thesis

THE DIFFERENCES OF SOME MORPHO-GENETIC DIVERSTY IN SCOTH PINE (*Pinus sylvestris* L.) ORIGINS AND THE EFFECTS OF HEAVY METALS ON GERMINATION OF SEEDS

Halil İbrahim ÇAYLAK

Bartın University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Forest Engineering

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL

Co Advisor: Assoc. Prof. Dr. Handan UCUN ÖZEL

Bartın-2016, pp: XIV+36

In this study, by performing morphological characteristics on seedlings at 2+0 age of some Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) provenances (Kars-Sarıkamış, Kars-Kağızman, Erzurum-Şenkaya, Erzurum-İspir and Kastamonu-Daday), the morpho-genetic differences among the provenances and the effects of different concentration levels (10%, 30%, 50% and 70%) of some heavy metals (Cu, Zn, Ni, Co, Cr and Pb) germination percentage of Scots pine seeds were investigated.

In this study, 7 morphological characteristics of provenances were investigated. Accordingly, it was determined that the mean values of seedling height (SH) varied between 7.17 and 13.42 cm, root collar diameter (RCD) between 2.24 and 3.86 mm, last-year shoot length (LYSL) between 0.7 and 1.4 cm, dry stem weight (DSW) between 1.36 and 1.53 g, fresh stem weight (FSW) between 1.4 and 1.8 g, dry root weight (DRW) between 0.45 and 0.73 g, and fresh root weight (FRW) between 0.62 and 0.84 g in 2+0 year old Scots pine seedlings.

According to the results of variance analysis (ANOVA) and Duncan Range Test performed on the mean values of 7 morphological characteristics investigated, the provenances have showed that the best growth performance was the Kars-Sarikamiş provenance, while the lowest growth performance was showed by Kastamonu-Daday provenance.

In this study, the relationships between morphologic characteristics were investigated by using multiple correlation analysis. According to results obtained from multiple correlation analysis, the highest relationship level was found that between SH and RCD (0.375). These relations determined as a result of multiple correlation analysis were statistically significant at confidence level of $P < 0.01$, all of them were effective positively.

As a result of germination test performed with heavy metals, it was determined that the limit concentration levels, on which the scots pine seeds could resist at most in terms of mean germination percentage were 70% for Cu, 50% for Zn, 50% for Ni, 30% for Co, 70% for Cr, and 30% for Pb.

Keywords:

Heavy metal; Germination percentage; Morpho-genetic characteristics; Provenance; Scots pine

Science Code

502.01.01

İÇİNDEKİLER

| | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| KABUL | ii |
| BEYANNAME..... | iii |
| ÖNSÖZ..... | iv |
| ÖZET | v |
| ABSTRACT | vii |
| İÇİNDEKİLER..... | ix |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | xi |
| TABLolar DİZİNİ..... | xii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ..... | xiii |
| | |
| BÖLÜM 1 GİRİŞ | 1 |
| | |
| 1.1 Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.) Hakkında Genel Bilgiler..... | 5 |
| 1.2 Çalışmanın amacı | 6 |
| | |
| BÖLÜM 2 MATERYAL VE YÖNTEM | 7 |
| | |
| 2.1 Materyal | 7 |
| 2.1.1 Erzurum Orman Fidanlığının Tanıtımı | 7 |
| 2.2.2 Araştırma Kullanılan Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.) Orijinleri..... | 8 |
| 2.3.3 Fidanların Yetiştirilmesi | 10 |
| 2.2 Metot..... | 10 |
| 2.2.1 Orijinlere Ait Morfolojik Karakterlerin Tespiti ve Ölçümü | 10 |
| 2.2.2 Ağır Metaller Kullanılarak Hazırlanan Ortamlarda Çimlendirme Testleri..... | 11 |
| 2.2.3 İstatistik Analizler | 14 |
| | |
| BÖLÜM 3 BULGULAR VE TARTIŞMA | 15 |
| | |
| 3.1 Morfolojik Karakterlere İlişkin Bulgular | 15 |
| 3.2 Ağır Metallerin Tohumların Ortalama Yaşama Yüzdesi Üzerindeki Etkilerine Ait Bulgular..... | 23 |

| | <u>Sayfa</u> |
|--------------------------------|--------------|
| BÖLÜM 4 SONUÇ VE ÖNERİLER..... | 27 |
| KAYNAKLAR..... | 31 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 36 |



ŞEKİLLER DİZİNİ

| Şekil No | Sayfa No |
|---|-------------|
| 1. Sarıçamın Türkiye'deki ve dünyadaki yayılışı | 5 |
| 2. Erzurum Orman Fidanlığında bulunan 2+0 sarıçam fidanlarına ait ekim yastıkları..... | 8 |
| 3. 2+0 sarıçam fidanlarına ait morfolojik ölçümler | 11 |
| 4. Laboratuvarında çimlendirme testlerinin aşamaları | 13 |
| 5. Çimlenmiş kabul edilen sarıçam tohumları..... | 14 |
| 6. Sarıçam orijinleri arasında boy farklılığı | 16 |
| 7. Son yıl sürgün uzunluğuna ait ölçümler | 19 |
| 8. Sarıçam orijinlerine ait fidanların kök hacimleri | 22 |

TABLULAR DİZİNİ

| Tablo | | Sayfa |
|--------------|--|--------------|
| No | | No |
| 1. | Sarıçam orijinlerine ait bilgiler | 9 |
| 2. | Orijinlerin morfolojik karakterlerine uygulanan varyans analizi ve Duncan testinin sonuçları | 15 |
| 3. | Morfolojik karakterlere uygulanan çoklu korelasyon analizinin sonuçları..... | 23 |
| 4. | Ortalama çimlenme yüzdesi değerlerine uygulanan varyans analizi ve Duncan testi sonuçları | 24 |



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

| | | |
|----------------|---|--------------------------------------|
| cm | : | santimetre |
| g | : | gram |
| kg | : | kilogram |
| l | : | litre |
| m | : | metre |
| m ² | : | metrekare |
| mm | : | milimetre |
| °C | : | santigrat derece |
| ppm | : | milyonda bir birim (parts permilion) |

KISALTMALAR

| | | |
|---------|---|------------------------|
| Co | : | Kobalt |
| Cr | : | Krom |
| Cu | : | Bakır |
| GKA(g) | : | Gövde kuru ağırlığı |
| GYA(g) | : | Gövde yaş ağırlığı |
| KBÇ(mm) | : | Kök boğaz çapı |
| KKA(g) | : | Kök kuru ağırlığı |
| KYA(g) | : | Kök yaş ağırlığı |
| Ni | : | Nikel |
| P | : | Olasılık (Probability) |
| Pb | : | Kurşun |

SPSS : Sosyal bilimler için istatistik paketi (Statistical package for the social science)
SYSU (mm) : Son yıl sürgün uzunluğu
Zn : Çinko



BÖLÜM I

GİRİŞ

Ormanlar kendine has ekosistemler barındıran ağaç toplulukları olması yanında insanların gelişen ve sürekli değişen ihtiyaçlarının karşılanmasında bir hammadde olarak kullanılmaktadır. İnsanların ihtiyaçlarının karşılanması, doğal dengenin sürekliliği ve canlı türlerinin yaşama ortamlarının devamı için orman alanlarımız büyük önem arz etmektedir. Ormanların gelecek nesillere aktarılması onlarında bu kaynaklardan yararlanması için ormanlarımızda uyguladığımız teknik uygulamalar ile ormanların yenilenmesi ve istenilen düzeye getirilmesi amaçlanmaktadır. Ormanlarımızın bozuk kısımlarının tamamlanması ağaç servetinin artırılması ve devamlılığının sağlanması için ağaçlandırma ve silvikültür uygulamalar yaparken ağaçların morfolojik ve genetik özelliklerini iyi tespit etmek ve gerekli tedbirleri almak gerekmektedir.

Ülkemizin toplam alanı 78 milyon hektardır. Bu alanların yaklaşık %28,6'sını orman alanları oluşturmaktadır. %99'u devlet kontrolünde olan ormanlarımız orman işletme şefliklerinde orman amenajman planları ile işletilmektedir. Ormanlarımız alan, servet ve yıllık cari artımı bakımından 1973'te %26,1 iken sürekli artarak günümüzde %28,6 olmuştur. Ülkemiz ormanları son yıllarda Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajmanı Yönetmeliği'ne göre işletilmektedir. Bu fonksiyonlar ekolojik, sosyo-ekonomik ve ekonomik olarak sınıflandırılmaktadır. Ülkemizde son yıllarda sürdürülebilir orman işletmeciliği sistemine geçilmektedir. Bu sistemde ormanlarımızı toplumun orman ürünlerine olan ihtiyacı karşılamak aynı zamanda bu kaynaklardan gelecek nesillerin faydalanmasını sağlamak amaçlanmaktadır. Bununla birlikte toplumun farklı ihtiyaçları doğrultusunda ormanlarımızı değerlendirmek amaçlanmaktadır (Anon., 2015). Orman amenajmanında orman formlarına göre değişik yaşlı ve aynı yaşlı olarak sınıflandırılmaktadır. İşletme şekilleri bakımından ise kuru, baltalık ve korulu-baltalık olarak sınıflandırılmaktadır. Ülkemizdeki ormanlık alanların karışım şekillerine göre dağılımı %62 saf ,%32 karışık ormanlar olup, bunların %33'ünü geniş yapraklı, %48'ini ibreli,%19'u ibreli+geniş yapraklı ormanlar oluşturmaktadır. Ormanlık alanlarımızın asli ağaç türüne göre dağılımında araştırma konusunu oluşturan sarıçam %6,8 oranındadır (Anon., 2015).

Açıklanan son istatistiklere göre Türkiye'nin sahip olduğu sarıçam ormanlarının %37,2'si bozuk orman niteliğindedir (Anon., 2016). Bu kapsamda söz konusu bu bozuk sarıçam ormanlarının yeniden verimli hale getirilmesi ve ülke ekonomisine katkısının sağlanması gerekmektedir. Bu amaca ulaşılabilmesi için de başarılı ağaçlandırma ve yapay gençleştirme çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Bu anlamda başarılı ağaçlandırma ve yapay gençleştirme çalışmaları ile yeni orman alanlarının kazanımı ülkemiz ormancılığının kısa ve uzun vadedeki en önemli politikalarından birisini oluşturmaktadır (Ürgeç, 1998; Ürgeç, 1992). Bunun yanı sıra bozuk ormanların rehabilitasyonu ve restorasyonu da önemli silvikültürel faaliyetlerdendir. Bu silvikültürel uygulamalar kalite ve sağlık yönünden ormanların genel durumunun iyileştirilmesine katkı sağladığı gibi önemli çevresel sorunlardan birisi olan karbon salınımının önlenmesinde de pozitif etkilere sahiptir (Çepel, 2003).

Ormanların alansal olarak genişletilmesi ve rehabilitasyon çalışmaları ile ıslah edilmesi konusunda çok sayıda faktör etkili olmakla birlikte, özellikle orijin sorununun çözümlenmesi ve kaliteli fidan yetiştirilerek bu fidanların iyileştirme çalışmalarında kullanılması oldukça önemlidir (Genç, 2007). Bu anlamda fidanlıklarda kaliteli fidan yetiştirilmesi ve bu amaç için genetik açıdan ıslah edilmiş tohum kaynaklarının tesis edilmesi ve kullanılması gerekmektedir (Tunçtaner, 2007). Ancak genetik açıdan ıslah edilmiş tohum kaynaklarının tesis edilmesi ve bu kaynaklardan tohum toplamak suretiyle yararlanılması zaman alıcı ve maliyeti yüksek olan yatırımlardır. Bu kapsamda doğal orman kaynaklarından selekte edilerek seçilen tohum meşcerelerinden toplanan tohumlardan elde edilen fidanların yapay yolla orman kurma çalışmalarında kullanılması gerekmektedir (Zobel ve Talbert, 2003). Tohum meşcerelerinden toplanan tohumların kalite sınıfları itibarıyla sınıflandırılması için de morfo-genetik karakterlerin iyi incelenmesi önem taşımaktadır (Boydak ve Çalışkan, 2014).

Morfo-genetik karakterler orijin ve klon düzeyinde değişebildiği gibi aileler içinde de değişebilmektedir (Tunçtaner, 2007). Bu anlamda söz konusu değişikliklerin takip edilmesi ve uygulamanın yapılacağı alan ölçeğinde özellikle türün adaptasyon yeteneğinin belirlenmesi ağaçlandırma ve yapay gençleştirme çalışmalarının başarısı açısından önem taşımakta olup, bu durumun ortaya çıkarılmasında ülkemizin değişik ekolojik koşullarında ortak bahçe çalışmalarının yapılması gerekmektedir (Destan, 2013). Bu çalışmaların temelini de morfolojik karakterler hakkında bilgi sahibi olunması gerekmektedir.

Ülkemizde coğrafik varyasyonu yüksek olan karaçam, kızılçam, sarıçam, kayın ve meşe türlerine ait değişik orijinlerden toplanan tohumlar ile tesis edilen ortak bahçe çalışmalarında morfo-genetik karakterler incelenmiş ve elde edilen bulgular popülasyonların genetik yapısına ilişkin bazı tahminlerin yapılmasında kullanılmıştır (Gezer vd., 2002). Araştırma konusunu oluşturan sarıçam türünde özellikle orijin denemeleri aşamasında morfolojik karakterlerin incelendiği ve fidan kalite sınıflandırmasından itibaren çok sayıda genetik parametre tahmininde kullanıldığı önemli çalışmalar bulunmaktadır (Yahyaoglu vd., 1994). Diğer taraftan fidanların morfolojik karakterlerine ilişkin bulgular ile iklim değişkenleri arasındaki ilişkilerin değerlendirildiği çalışmalara da son yıllarda sıkça rastlanmaktadır. Bu çalışmalardan elde edilen bilgiler ağaçlandırma alanlarının tesisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Nitekim sarıçam ağaçlandırmalarına ilişkin çalışmalara da rastlamak mümkündür (Özel vd., 2010).

Küresel iklim değişikliği tüm canlı popülasyonlarında olduğu gibi orman kaynaklarını da olumsuz yönde etkilemiştir. Bu önemli çevre sorununun ortaya çıkmasında çevre kirliliğinin de önemli etkisi bulunmaktadır. Evsel ve sanayi atıklarının yol açtığı hava, toprak ve su kirliliği sonucunda canlı ve cansız faktörleri bir arada tutan ekolojik denge bozulmuş ve ekosistemler tamiri güç bir şekilde zarar görmüştür (Çepel, 2007). Doğal kaynakların tamamen tahrip olmasına ya da verimliliklerinin azalmasına yol açan çevre sorunlarının başında toprakta ve suda yaşanan ağır metal kirliliği gelmektedir (Çepel, 2003). Ağır metallerin birikimi tüm canlılarda olduğu gibi bitkilerde de anatomik yapıda, fizyolojik aktivitelerde ve hücre yapısında onarılması güç zararlar meydana getirmektedir. Bu zararların meydana geldiği süreçlerden birisi de çimlenmedir. Ağır metaller çimlenme sürecinde etkili olan birçok faktörün olumsuz yönde etkilenmesine neden olmaktadır. Bu durumun seviyesi türe, alt türe ve ekotiplere göre farklılık göstermektedir (Taiz ve Zieger, 2002; Chibuike ve Obiora, 2014).

Ağır metaller doğal ortamlarda toprak, hava, su gibi ortamlarda bazı çevresel etkilerden dolayı birikir ve zamanla zararlı olmaya başlar. Ağır metaller tohumlar bitkiler ve toprakta bulunan bir kısmı belli oranda faydalı ancak büyük bir kısmı zararlı olan maddelerdir. Ağır metaller bitkilere tohumlara büyüme ve gelişme yönünden olumsuz etkide bulunmaktadır. Bitkilerin hem vejetatif hem de generatif büyümesine olumsuz etkide bulunmaktadır. Bu olumsuz sonuçlardan bu bitkilerin etrafındaki tüm canlılar olumsuz etkilenmektedir (Patlolla vd., 2009; Stern, 2010).

Bu maddeleri insanoğlu gelişen sanayi ve yaşam koşulları açısından bilinçsizce farkında olmadan kullanmaktadır. Bu ağır metallerin kullanımı ekosisteme zarar vermektedir. Bitkiler bünyelerinde gelişimleri açısından bir takım bitki besin elementleri taşımaktadır. Bitkiler bulunduğu ortamda kendisine faydalı olsun ya da olmasın elementlerden bünyesinde bulundurur. Bu elementlerin artması bitkinin bunları daha fazla bünyesinde bulundurması anlamına gelir ki buda bitkiden faydalanan insan ya da hayvanları olumsuz yönde etkilemektedir. Metaller doğal olarak meydana gelir ve bazıları da faydalı ve gereklidir. Bakır (Cu) ve çinko (Zn) gibi metaller bitkiler için gereklidir. Bitkide çinko, metabolizma olaylarını düzenler ve enzim sistemi için gerekli bir metaldir (Sağlam ve Cihangir, 1995; Okçu vd., 2009) .

Bazı ağır metaller yüksek oranda bulduklarında zehirli olmalarına rağmen, buldukları yoğunluğa göre çeşitli faydaları bulunmaktadır. Zehirli fakat gerekli olmayan elementlerden olan civa (Hg) ve kurşundan (Pb) ayrı olarak fotosentetik elektron naklinde anahtar rol oynayan moleküllerin parçası ve çoğu enzimaktivitesi için gerekli mikro besin elementleridir (Raven vd., 1999; Arruti vd., 2010).

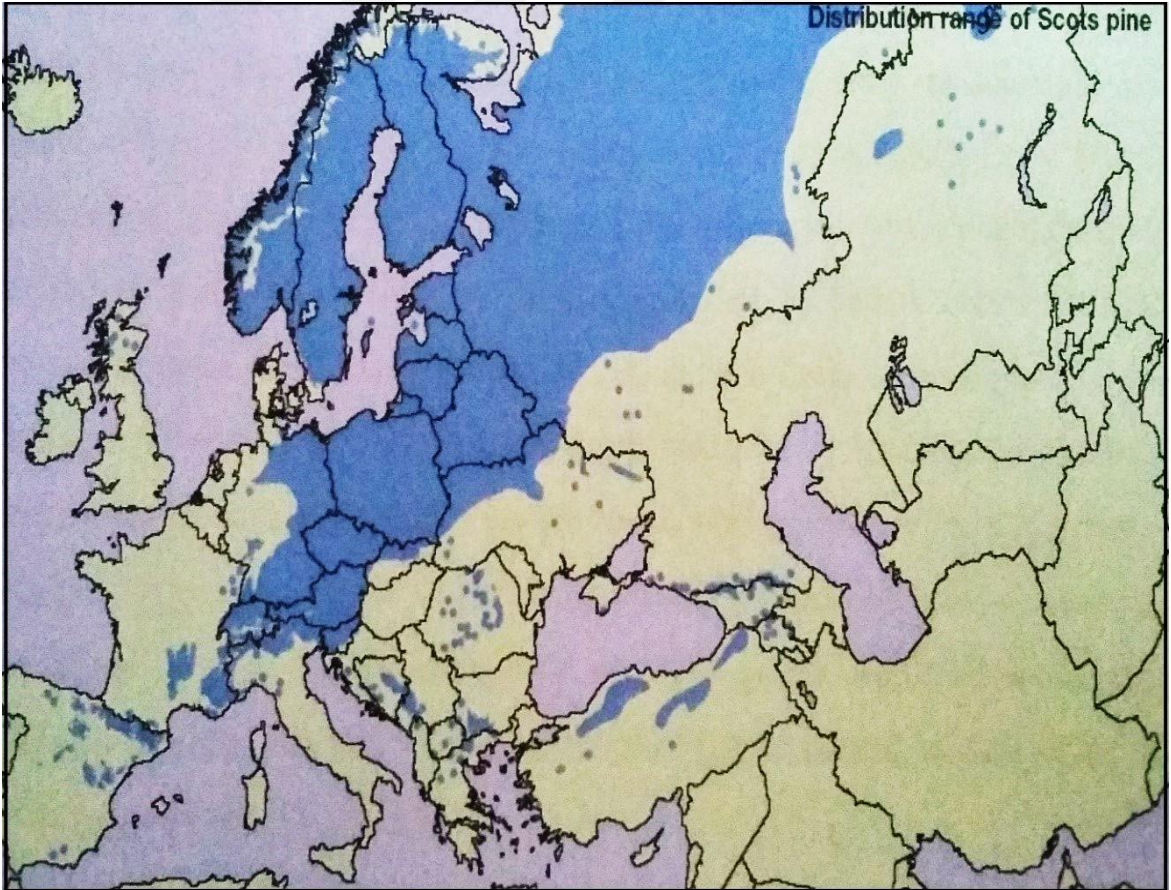
1.2 Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Hakkında Genel Bilgiler

Dünya üzerinde en geniş coğrafi yayılış yapan çam türü sarıçamdır. Avrupa ve Asya'da ortalama 3700 km eninde ve 14700 km uzunluğunda geniş bir doğal yayılış göstermektedir. Kuzey sınırı 70. Enlem derecesine kadar olan kısımda, güney sınırı ise İspanya'nın yüksek dağ kesimlerine kadar çıkabilmektedir. Dağınık olarak Karpatlar, Alpler, Bulgaristan Yugoslavya, Anadolu, Kafkaslar ve Kırimda bulunmaktadır (Eliçin, 1971; Karakaya, 2007).

Sarıçam ülkemizde geniş bir yayılış göstermektedir. Eskişehir'in batısındaki Yeşil Dağ'dan başlayarak doğuya doğru Kuzey Anadolu dağlarının yüksek kesimlerinden Sarıkamış'a oradan Kafkaslara geçen sarıçam doğal bir yayılış gösterir. Sarıçamın ülkemizdeki dikey yayılışı Sürmene'de (Çamburnu) deniz seviyesinden başlayarak Sarıkamış'a (Ziyarettepe-2700) kadar çıkmaktadır. Gövdesi üzerindeki tilki sarısı renginden dolayı sarıçam ismini almıştır. Genel olarak sarıçamın yayılış gösterdiği rakımlar 1000-2500 m arasındadır (Kayacık, 1963; Karakaya, 2007). Ülkemizdeki orman alanlarının %6,8 ini sarıçam oluşturmaktadır. Kapladığı alan itibariyle diğer sarıçam türleri arasında 3. sırada yer

almaktadır. Çok değişik iklim ve edafik koşullar altında yetişen sarıçam birçok alttür, varyete ve formlara sahip bir türdür. Sarıçam yetişme ortamı koşullarına göre farklılık gösteren 20-45 m arasında boylanabilen bir ağaçtır.

Odunları değerli ve kullanım alanları oldukça geniştir. Sivri tepe yapısına sahip ince dallı uzun gövdeler yapabilen, dolgun gövdeli ve yayvan tepeli bir ağaç türüdür. Kuvvetli kazık kök sistemi olduğu için fırtınalara karşı dayanıklıdır ve dondan etkilenmezler. Mineral madde ve nem isteği fazla değildir. Tuzlu topraklardan kaçınan hafif kumlu derin toprakları seven bir yapısı vardır. Işık istekleri yüksektir. Sarıçamın yetiştiği yerlerde 2-9 aylık bir vejetasyon süresi vardır. Kışları uzun geçen karlı ve soğuk olan bölgelerde yaygındır. Yayılış yaptığı alanlarda yıllık yağış ortalaması 360-2510 mm ve sıcaklık ortalaması 4,1-10,3 °C arasında değişmektedir. Sarıçam ülkemizde geniş alanlarda üstün nitelikli populasyonlar yapması açısından ayrı bir önem arz etmektedir (Eliçin, 1971).



Şekil 1: Sarıçamın Türkiye'deki ve dünyadaki yayılışı (Matyas vd., 2004).

1.3 Araştırmanın Amacı

İki kısımdan oluşan bu araştırmada öncelikle, Kars-Sarıkamış, Kars-Kağızman, Kastamonu-Daday, Erzurum-Şenkaya, Erzurum-İspir orijinlerine göre alınan sarıçam tohumlardan yetiştirilen 2+0 yaşlı fidanlarda morfo-genetik farklılıkların belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın ikinci bölümünde ise Kars-Sarıkamış orijinli sarıçam tohumlarının çimlenme ortamlarına bazı ağır metal türlerinin (Cu, Zn, Cr, Co, Pb ve Ni) değişik konsantrasyonları (%10, %30, %50 ve %70) 15 ml düzeyinde uygulanarak bu ağır metallerin tohumların çimlenmesi üzerindeki etkilerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.



BÖLÜM II

MATARYEL VE METOT

2.1 MATARYEL

İki kısımdan oluşan bu araştırmanın ilk bölümü 2013-2015 yılları arasında Erzurum Orman Fidanlığında 5 farklı orijinden toplanan tohumlar kullanılarak yetiştirilen 2+0 yaşındaki sarıçam fidanları üzerinde morfo-genetik karakteri belirlemek üzere gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın ikinci kısmı ise farklı ağır metal türlerine ait farklı konsantrasyonların sarıçam tohumlarının çimlenme yüzdesi üzerindeki etkilerini belirlemek için Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Silvikültür ve Tohum Teknolojisi Laboratuvarında yapılmıştır. 2015 yılı Kasım ayında gerçekleştirilen çimlenme testlerinde sadece Kars-Sarıkamış orijinli sarıçam tohumları kullanılmıştır.

2.1.1 Erzurum Orman Fidanlığının Tanıtımı

Erzurum Orman Fidanlığı Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü bünyesinde Erzurum Orman Fidanlık Müdürlüğüne bağlı bulunmaktadır. Fidanlık 39° 55' 25" Kuzey enlemi ile 41° 15' 29" Doğu boylamlarının çatıştığı konumda bulunmaktadır. Bakışı kuzeybatı, rakım 1843 m'dir (Anon., 2014a).

Parsellerde kumlu-balçık, kumlu-killi-balçık, balçık ve killi-balçık toprak türleri mevcuttur. Toplam kireç oranı olarak parseller az kireçli ve orta kireçlidir. Erzurum Orman Fidanlığı parsellerinde tuzluluk sorunu bulunmamaktadır. (Anon., 2014a). Fidanlığın yıllık üretim kapasitesi 1 milyon 560 bin adet olup, fidanlıkta genel olarak sarıçam, huş, dişbudak, söğüt ve kavak türlerine ait fidanlar yetiştirilmektedir. Özellikle restorasyon çalışmalarında kullanılmak üzere yörenin ekstrem koşullarına dayanıklı olan sarıçamın değişik orijinlerinden fidanlar yetiştirilmektedir (Şekil 2).



Şekil 2: Erzurum Orman Fidanlığında bulunan 2+0 sarıçam fidanlarına ait ekim yastıkları (Anon., 2014a).

2.1.2 Araştırma Kullanılan Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Orijinleri

Bu araştırmada orijin farklılığının morfo-genetik karakterler üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla sarıçama ait Kars-Sarıkamış, Kars-Kağızman, Kastamonu-Daday, Erzurum-Şenkaya ve Erzurum-İspir orijinlerine ait tohum bahçelerinden toplanan tohumlardan yetiştirilen 2+0 yaşlı fidanlar kullanılmıştır (Tablo 1). Ayrıca araştırmada çeşitli ağır metallerle ait farklı konsantrasyonda hazırlanan çözeltilerin sarıçam tohumlarının çimlenme yüzdesi üzerindeki etkileri de incelenmiştir. Bu amaçla ise çimlenme testlerinde sadece Kars-Sarıkamış orijinli tohumlar işlemlere tabi tutulmuştur.

Tablo 1: Sarıçam orijinlerine ait bilgiler (Anon., 2014b).

| Bölge M. | İşletme Müd. | Böl. No | Alan (ha) | Rakım (m) | Enlem | Boylam | Tescil Yılı |
|-----------|--------------|---------------------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|
| Erzurum | Şenkaya | 75, 76, 113 | 257 | 2050 | 40° 38'00" | 42° 28' 00" | 1972 |
| Erzurum | Erzurum | 141, 142, 143 | 132 | 1980 | 40° 35' 53" | 41° 16'17" | 1992 |
| Kars | Sarıkamış | 101, 102 | 151,9 | 2350 | 40° 18'00" | 42° 37' 30" | 1972 |
| Kars | Sarıkamış | 4, 17 | 72,9 | 2300 | 40° 15' 30" | 42° 35' 00" | 1972 |
| Kastamonu | Daday | 139, 163 | 149,1 | 1250 | 41° 22' 18" | 33° 28' 54" | 1970 |

Fidanlarda morfo-genetik tespitler yapabilmek için birtakım morfolojik parametre üzerinde incelemeler yapılmaktadır. Fidanların morfo-genetik özelliklerini belirlemede fidan boyu kök boğazı çapı ve kök/gövde ilişkisi, kök, gövde ve fidan taze ve kuru ağırlığı gibi morfolojik özellikler ölçülmüştür. Bu morfolojik parametreler orijinler arası farklılıkları ortaya koymada belirleyici olmaktadır. Morfolojik parametreler fidanların genetik yapısı hakkında fikir vermekle birlikte yetiştirme ortamı koşulları hakkında da bilgi vermektedir. Orijinler arasında farklılıklar olması her birinin kendi genetik yapısı ve yetiştirme ortamı koşulları ile ilişkili olduğu unutulmamalıdır (Genç, 2007).

Fidanların özelliklerini saptamada; fidan boyu, son yıl sürgün uzunluğu, kök/gövde ilişkisi kök boğazı çapı ve kök, gövde ve fidan taze ağırlığı gibi morfolojik özellikler ile kök yenileme kabiliyeti, fidanların besin maddesi ihtiyacı ve miktarı, su potansiyeli gibi fizyolojik özellikler taşımaktadır. Bununla birlikte yapılan araştırmalara göre fidanların kalitelerinin belirlenmesinde genellikle morfolojik özellikler ve bunların içerisinde de fidan boyu ve kök boğazı çapı ya da bu iki özellik birlikte kullanılmaktadır. Morfolojik özellikler, fidanın yetiştirme yeri koşullarına uyum sağlayıp sağlamayacağı konusunda fikir verebilir (Şimşek, 1992).

2.1.3 Fidanların Yetiştirilmesi

Araştırmada tohumlar fidanlıkta daha önce hazırlanmış olan ekim yastıklarına elle ile 15-17 cm aralıkta 3 adet çizgi üzerinde 2013 Mart ayının sonunda çizgi ekim yöntemine göre ekilmiştir. Tohumlar ekildikten sonra ekim yastıkları sürekli olarak izlenmiştir. Dönemsel yağışların yüksek miktarda gerçekleşmesi nedeniyle ayrıca bir sulama işlemi yapılmamıştır. Tohumların çimlenip ilk fideciklerin çıkmasından itibaren ot alımı ve çapalama gibi bakım tedbirlerin ölçümlerin gerçekleştiği ikinci yıl sonuna kadar devam etmiştir.

2.2 METOT

2.2.1 Orijinlere Ait Morfolojik Karakterlerin Tespiti ve Ölçümü

Araştırmada Erzurum Orman Fidanlığında; Kars-Sarıkamış, Kastamonu-Daday, Kars-Kağızman, Erzurum-İspir, Erzurum-Şenkaya'daki sarıçam fidanlarının mini kumpas ve metre yardımıyla fidan boyu, kök boğaz çapı, son yıl sürgün uzunluğu ölçülmüştür. Alandan alınan örnek fidanların yaş gövde ve kök ağırlıkları, kuru gövde ve yaş ağırlıkları ölçülmüştür. Gövde boyuna ilişkin yapılan ölçümler her bir orijinde ayrı ayrı belirlenen fidanlar üzerinde yapılmıştır. Her bir orijine ait belirlenen sayıda fidan boyu ve kök boğaz çapı çelik şerit metre ve dijital mini çap ölçer yardımıyla ölçülmüştür (Şekil 3). Araştırmada fidanlıkta yapılan boy, kök boğaz çapı ve son yıl sürgün uzunluğu ölçümleri vejetasyon mevsimi sona erdikten sonra Ekim 2015 yılında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada her bir orijinde morfolojik karakterler için 3 replikasyonlu ölçümler yapılmıştır. Her bir replikasyonda 30 adet 2+0 sarıçam fidanları kullanılmıştır. Böylece tek bir orijin için morfolojik karakterlerin belirlenmesinde toplam 90 adet fidan kullanılmıştır. Bu kapsamda çalışmada yer alan 5 orijin için toplam 450 adet fidan üzerinde morfolojik karakterlere yönelik ölçüm ve tespitler yapılmıştır.



Şekil 3: 2+0 sarıçam fidanlarına ait morfolojik ölçümler.1: Boy ölçümü, 2: Kök boyu ölçümü, 3: Son yıl sürgün uzunluğu, 4: Kök boğaz çapı, 5: Orijin bilgileri.

Kök taze ağırlığını ve gövde taze ağırlığını belirlemek için fidanlar makas yardımı ile kök boğaz kısmından kesilerek ayırdıktan sonra elektronikli terazi yardımı ile 0,001 g hassasiyetle ölçülmüştür. Bu işlemlerden sonra ayrılan taze kök ve gövde kısımlarını ayrı ayrı kese kâğıtlarına koyarak kurutma fırınında iki gün süre ile kurutulmuştur. Kök ve gövde kısımları mutlak kuru hale gelince tekrar elektrikli terazi ile 0,001 g hassasiyetle ölçülmüştür. Araştırmada kullanılan sarıçam orijinlerine ait 2+0 yaşındaki fidanların ortalama boyları, kök boğaz çapları, son yıl sürgün uzunlukları, taze gövde ve kök ağırlıkları, kuru gövde ve kök ağırlıkları tespit edilmiştir.

2.2.2 Bazı Ağır Metaller Kullanılarak Hazırlanan Ortamlarda Çimlendirme Testleri

Araştırmada Kars-Sarıkamış orijinli sarıçam tohum meşceresinden alınan tohumlar üzerinde çeşitli ağır metaller kullanılarak çimlendirme testlerine tabi tutulmuştur. Bu çimlendirme testleri her bir ağır metal çeşidinin tohumlar üzerindeki etkileri üzerine bir çalışma yapılmıştır. Bu doğrultuda kullanılan ağır metal çeşidi için %10, %30, %50 ve %70 düzeylerinde çözeltiler hazırlanmıştır. Hazırlanan bu çözeltilerde oluşan parametreleri karşılaştırmak için ağır metal olmayan kontrol örneği hazırlanmıştır. Kullanılan her bir ağır metal çözeltisi için 3 tekerrürlü çözeltiler hazırlanmıştır.

Hazırlanan bu tekerrürler için 300 adet tohum kullanılmıştır (Şekil 4). Her bir ağır metal çözeltisi için 900 adet tohum ile testler gerçekleştirilmiştir. Araştırmada yapılan çimlendirme testlerinde kullanılan tohum sayılarının 300 adet olması orijinler üzerinde yapılan ölçümlerin daha sağlıklı olması için bu miktarda kullanılmaktadır (Genç, 2007). Bu araştırmada, Zn, Co, Ni, Cr, Cu ve Pb olmak üzere 6 çeşit ağır metal türünün 4 farklı konsantrasyon düzeyinin (%10, %30, %50, %70 ve kontrol) sarıçam tohumlarının çimlenmesi üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Bu çözeltilerin hazırlanmasında bu konuda yapılan benzer çalışmalardan yararlanılmış ve bu çalışmalarda kullanılan kimyasallar kullanılmıştır (Terzi ve Yıldız, 2011). Bu kapsamda Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı Laboratuvarında çözeltiler hazırlanmıştır. Buna göre Ni çözeltilerinin hazırlanması için $Ni(NO_3)_2$, Cu çözeltilerinin hazırlanması için $Cu(NO_3)_2$, Zn çözeltilerinin hazırlanması için $Zn(NO_3)_2$, Co çözeltilerinin hazırlanması için Pb çözeltilerinin hazırlanması için ise $Pb(NO_3)_2$ ve $CoCl_2$, Cr çözeltilerinin hazırlanması için $K_2Cr_2O_7$ şeklinde Sigma-Aldrich marka kimyasal bileşenler kullanılmıştır. Tüm çözeltiler cam beherlerde hazırlanmıştır.



Şekil 4: Laboratuvarda çimlendirme testlerinin aşamaları. 1: Araştırmada kullanılan tohumların petri kaplara homojen dağıtılması için tartılması, 2: Tohumların petri kaplara konulması, 3: Beher kaplarda çözeltilerin hazırlanması ve petri kaplardaki tohumlara uygulanması, 4: Tohumların çimlendirme testi için iklimlendirme dolabına yerleştirilmesi.

Araştırmada farklı ağır metal türleri için hazırlanan değişik oranlardaki (%10, %30, %50, %70 ve kontrol) çözeltilerin sarıçam tohumlarının ortalama çimlenme yüzdesi üzerindeki etkilerini belirleyebilmek için hazırlanan tohum örnekleri çimlendirme dolabında çimlendirme testlerine tabi tutulmuştur. Bu kapsamda her bir ağır metal türünün her bir çözelti seviyesi için 3 replikasyonlu olarak hazırlanan sarıçam tohum örnekleri plastik petri kaplarda, filtre kâğıdı üzerinde 20 °C sıcaklıkta ve %70 ışık altında 30 gün süreyle çimlenme testlerine tabi tutulmuştur (ISTA, 2015). Çalışma kapsamında yapılan çimlenme deneyinde kökçüğü en az tohum boyu kadar uzamış tohumlar (Şekil 5) çimlenmiş olarak kabul edilmiştir (Tilki, 2002; Ertekin, 2006).



Şekil 5: Çimlenmiş kabul edilen sarıçam tohumları (Karakaya, 2007).

Genç (2007) ve Yılmaz (2010) tarafından açıklanan ve aşağıda belirtilen formül (Eşitlik 1) kullanılarak ortalama çimlenme yüzdesi hesaplanmıştır.

$$MGP (\%) = \frac{\sum ni}{N} \times 100 \quad (1)$$

MGP (%): Çimlenme yüzdesi, n_i : gündeki çimlenen tohum sayısı, N: Teste tabi tutulan toplam tohum sayısını göstermektedir.

2.2.3 İstatistikî Analizler

Araştırmada genel morfolojik karakterler üzerinde yapılan ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan çeşitli ağır metal türlerine ait farklı konsantrasyonlarının belirlenmesinde öncelikli olarak SPSS programında verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmıştır. Daha sonra elde edilen ölçüm ve çimlendirme testlerinden $P < 0,05$ güven düzeyinde elde edilen ham veri setlerine tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analizi sonucunda ortaya çıkan istatistikî farklılıkların gruplandırılmasında $P < 0,05$ güven düzeyinde Duncan testi uygulanmıştır. Ayrıca morfolojik özellikler arasındaki ilişkileri bir arada inceleme amacıyla çoklu kolerasyon analizi uygulanmıştır.

BÖLÜM III

BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Morfolojik Karakterlere İlişkin Bulgular

Araştırmamızda; Kars-Sarıkamış, Kastamonu-Daday, Kars-Kağızman, Erzurum-İspir ve Erzurum-Şenkaya ait tohum bahçelerinden elde edilmiş tohumlar ile yetiştirilmiş sarıçam fidanlarına ait morfolojik özelliklere ait istatistiki değerler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: Orijinlerin morfolojik karakterlerine uygulanan varyans analizi ve Duncan testinin sonuçları.

| Orijinler | F=123,45** | F= 92,86* | F=1,118* | F=26,92* | F=10,13* | F=9,93* | F=8,45* |
|-----------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| | FB (cm) | KBÇ (mm) | SYSU (cm) | GKA (g) | GYA (g) | KKA (g) | KYA (g) |
| Sarıkamış | 13,42 ^a | 3,86 ^a | 1,46 ^a | 1,53 ^a | 1,89 ^a | 0,73 ^a | 0,84 ^a |
| Kağızman | 12,63 ^{ab} | 3,42 ^{ab} | 1,18 ^b | 1,42 ^b | 1,57 ^{bc} | 0,57 ^b | 0,79 ^{ab} |
| İspir | 11,57 ^c | 3,14 ^b | 1,34 ^{ab} | 1,40 ^b | 1,63 ^b | 0,55 ^b | 0,76 ^b |
| Şenkaya | 12,41 ^b | 3,20 ^b | 1,09 ^b | 1,45 ^b | 1,72 ^{ab} | 0,51 ^b | 0,73 ^b |
| Daday | 7,17 ^d | 2,24 ^c | 0,72 ^c | 1,36 ^c | 1,45 ^c | 0,45 ^c | 0,62 ^{bc} |

*: $P < 0,05$ güven düzeyinde anlamlı farklılık, **: $P < 0,01$ güven düzeyinde anlamlı farklılık

Tablo 2’de yer alan morfolojik özelliklere ilişkin varyans analizi ve Duncan testi sonuçları değerlendirildiğinde; boy değişkeni yönünden orijinler arasında $P < 0,01$ güven düzeyinde anlamlı farklılık bulunmuştur ($F=123,45^{**}$).

Bu kapsamda $P < 0,05$ güven düzeyinde Duncan testi uygulanmış ve boy değişkeni yönünden Sarıkamış orijini ortalama 13,42cm’lik boy büyümesi ile tek başına birinci grupta yer alırken, Kağızman ve Şenkaya orijinleri sırası ile 12,63 ve 12,41 cm ortalama boy büyümesi ile ikinci grupta, İspir orijini ortalama 11,57 cm boy büyümesi ve Daday orijini ise 7,17 cm boy büyümesi ile son grupta yer almışlardır (Şekil 6). Bu konuda İskoçya’da yapılan bir araştırmada 6 sarıçam orijini arasındaki farklılıklar incelenmiştir.

Yapılan incelemeler sonucunda orijinler arasında 2. yıl sonunda %99 güven düzeyinde anlamlı farklılığın olduğu tespit edilmiş ve sarıçam fidanlarında en yüksek ortalama boy büyümesinin 13,95 cm ile Edinburg orijininde olduğu belirlenmiştir (Perks ve McKay, 1997). Sarıçam fidanlarında kalite sınıflarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen bir diğer araştırmada ise 2+0 yaşındaki sarıçam fidanlarında ortalama boyun 11,02 cm ile 12,60 cm arasında değiştiği tespit edilmiştir (Demircioğlu vd., 2004).

Kulaç (2010) tarafından gerçekleştirilen bir diğer araştırmada 10 sarıçam orijini arasındaki morfolojik ve fizyolojik farklılıklar incelenmiş olup, 1+0 yaşlı ve çıplak köklü sarıçam fidanlarında ortalama boy büyümesinin 9,98 cm ile 11,6 cm arasında değiştiği saptanmıştır. Bu kapsamda bu araştırmada elde edilen ortalama boy büyümesine ilişkin bulgular ile benzer konuda yapılan diğer araştırmalardan elde edilen bulgular karşılaştırıldığında, araştırma konusu olan sarıçam orijinlerinin genel olarak tatmin edici düzeyde boy büyümesi gerçekleştirdiğini söylemek mümkündür.



Şekil 6: Sarıçam orijinleri arasında boy farklılığı. 1: Sarıkamış orijini, 2: Kağızman orijini, 3: Daday orijini.

Araştırma kapsamında incelenen ikinci morfolojik parametre ise fidanlık ve ağaçlandırma çalışmalarında fidan gelişim performansının izlenmesinde önemli bir değişken olan kök boğaz çapıdır (KBÇ). 2 yıllık büyüme süreci sonunda sarıçam orijinlerinin KBÇ gelişimi arasında $P<0,05$ güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($F=92,86^*$). Bu itibarla $P<0,05$ güven düzeyinde gerçekleştirilen Duncan testi sonuçlarına göre Sarıkamış orijini ortalama 3,86 mm KBÇ gelişimi ile birinci grupta yer almıştır. Bu grubu ortalama 3,42 mm, 3,14 mm ve 3,20 mm kök boğaz çapı gelişimleri ile sırasıyla Kağızman, İspir ve Şenkaya orijinlerinin yer aldığı ikinci grup izlemiştir. Üçüncü grubu ise ortalama 2,24 mm kök boğaz çapı gelişimi ile Daday orijini tek başına oluşturmaktadır (Tablo 2). Bu konuda Almanya-Bavyera Eyaleti Devlet Fidanlığında gerçekleştirilen bir araştırmada dona ve soğuğa karşı dayanıklı 15 sarıçam orijini üzerinde morfolojik farklılıklar incelenmiştir.

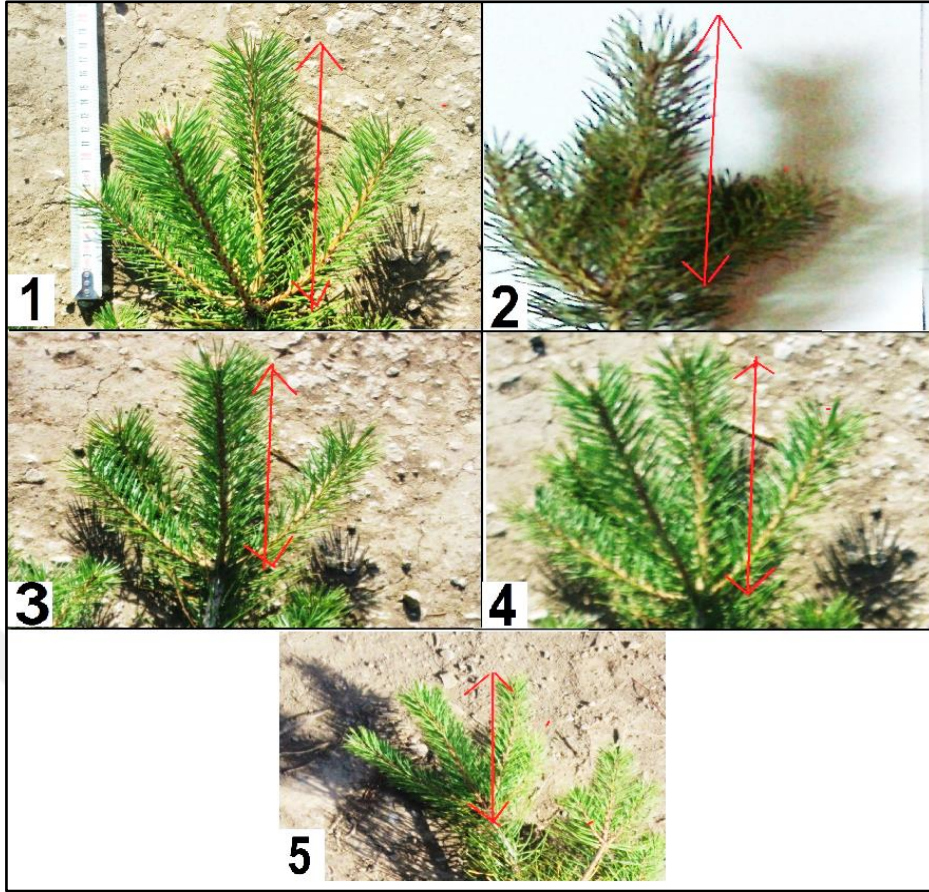
Yapılan ölçüm ve tespitler sonucunda KBÇ değişkeni yönünden İsveç ve Danimarka orijinleri 3,45 mm ve 5,62 mm'lik ortalama KBÇ değerleri ile ilk grupta yer almıştır. Nitekim aynı çalışmanın arazi aşamasında bu orijinler yaşama yüzdesi yönünden de yüksek bir performans göstermişlerdir (Hertel ve Kohlstock, 1994). Kastamonu-Taşköprü Orman Fidanlığında yapılan diğer bir araştırmada ise 2+0 yaşındaki çıplak köklü sarıçam fidanlarında ortalama KBÇ değerinin 2,73 mm ile 3,06 mm arasında değiştiği belirlenmiştir (Demircioğlu vd., 2004). 16 adet sarıçam orijininde fidan özelliklerinin incelendiği bir başka araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, KBÇ değişkeni yönünden orijinler arasında $P<0,01$ güven düzeyinde istatistikî farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Buna göre araştırmada en yüksek ortalama KBÇ değeri 2. yıl sonunda Eskişehir-Çatacık orijininde 4,69 mm olarak saptanmıştır (Uluslan ve Bilir, 2008). Bu değerlendirmeler kapsamında araştırma kapsamında incelenen 5 farklı sarıçam orijininin KBÇ gelişiminin normale yakın bir seyir gösterdiği söylenebilir.

Morfolojik özellikler, sadece büyüme ve adaptasyon sürecinin izlenmesi ve değerlendirilmesi üzerinde etkili değildir. Aynı zamanda tohum kalitesi ve tohumların çimlenmesi üzerinde de etkileri bulunmaktadır (Kulaç vd., 2011). Bu itibarla morfolojik özellikler ile çimlenme parametreleri arasındaki ilişkiler de yakından takip edilmelidir. Araştırmada sarıçam orijinleri arasındaki büyüme farklılığını belirleyebilmek amacıyla son yıl tepe sürgün uzunluğu (SYSU) da ölçülmüştür. Ölçümlerden elde edilen bulgulara uygulanan varyans analizinin sonucuna göre $P<0,05$ güven düzeyinde anlamlı farklılık ($F=1,118^*$) ortaya çıkmıştır.

Bu kapsamda gerçekleştirilen Duncan testi sonucunda ortalama 1,4cm'lik SYSU ile Sarıkamış orijini birinci grupta yer alırken, İspir, Kağızman ve Şenkaya orijinleri sırasıyla ortalama 1,3 cm, 1,1 cm ve 1,0 cm'lik SYSU ile ikinci grupta yer almışlardır. Daday orijini ise ortalama 0,7 cm'lik SYSU ile son grupta yer almıştır (Tablo 2). Ayrıca söz konusu bu değişken gerek populasyon gerekse aile veya klon düzeyinde ortaya çıkan genetik çeşitliliğin belirlenmesi açısından da önem taşımaktadır. Çünkü SYSU doğrudan boy büyümesini ve bitkinin mevcut yetişme ortamı koşullarından yararlanma düzeyini belirgin bir şekilde ortaya koymaktadır (Bilir, 2002; Bilir vd., 2006). Sarıçamda yapılan benzer bir araştırmada da orijinlerin kozalak ve tohum özelliklerinin yanı sıra fidan morfolojileri de incelenmiş ve birbirleriyle ilişkilendirilmeye çalışılmıştır. Bu araştırma kapsamında da SYSU değişkeni ölçülmüş ve 1+0 yaşındaki çıplak köklü sarıçam fidanlarında ortalama SYSU değerinin 1,2 cm ile 3,8 cm arasında değiştiği tespit edilmiştir (Aniszewska, 2006).

Moğolistan'da yapılan diğer bir araştırmada ise 8 farklı sarıçam orijini arasında tohum ve fidan karakteristikleri arasındaki farklılıklar yapılan çimlenme testleri ve morfolojik ölçümler ile ortaya konulmuştur. Elde edilen verilere göre orijinler arasında 2. yaşta ortalama SYSU değerinin 5,7 cm ile 9,4 cm arasında değiştiği belirlenmiştir (Bayarsaikhan ve Nyam-Osor, 2013). SYSU değişkeni ile ilgili bu değerler karşılaştırıldığında, araştırmada incelenen 5 sarıçam orijini arasında istatistiki açıdan anlamlı farklılık olmakla birlikte (Şekil 7) sarıçam orijinlerinin yıllık boy büyümesi performanslarının düşük düzeyde gerçekleştiği söylenebilir. Bu durumun ise hem genetik yapıdan hem de yetişme ortamı koşullarından kaynaklandığı belirtilebilir (Yahyaoglu vd., 2001).

Nitekim kaliteli ve genetik kazancın yüksek olduğu tohum bahçelerinde dahi aynı durumun ortaya çıkması ya da değişen yükselti kademelerine bağlı olarak morfolojik karakterlerde ortaya çıkan varyasyonlar bu farklılığın nedenlerini önemli ölçüde ortaya koymaktadır (Bilir vd., 2002; Turna ve Güney, 2009).



Şekil 7: Son yıl sürgün uzunluğuna ait ölçümler. 1: Sarıkamış orijini, 2: İspir orijini, 3: Kağızman orijini, 4: Şenkaya orijini, 5: Daday orijini.

Araştırma kapsamında incelenen bir diğer parametre ise gövde kuru ağırlığı (GKA)'dır. Yapılan ölçümlerden elde edilen sonuçlara uygulanan varyans analizi ve Duncan testi sonuçlarına göre GKA değişkeni yönünden orijinler arasında $P < 0,05$ güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($F=26,92^*$). Bu kapsamda yapılan Duncantesti sonuçlarına göre ortalama 1,53 g GKA değeri ile Sarıkamış orijini birinci grupta yer almıştır. İkinci grupta ise ortalama 1,42 g, 1,40 g ve 1,45g GKA değerleri ile sırasıyla Kağızman, İspir ve Şenkaya orijinleri bulunmaktadır. Üçüncü grubu ise ortalama 1,36 g'lık GKA değeri ile Daday orijini oluşturmaktadır (Tablo 2).

İskandinav bölgesi sarıçam orijinlerinde gerçekleştirilen bir araştırmada da GKA parametresi incelenmiş ve bu değişken yönünden orijinler arasında $P < 0,05$ güven düzeyinde önemli farklılıkların olduğu saptanmıştır. Bu itibarla söz konusu İskandinav bölgesi sarıçam orijinleri arasında 0,01 g hassasiyetle yapılan ölçümler sonucunda ortalama GKA değerinin 1,13-2,66 g arasında değiştiği tespit edilmiştir (Aho, 1994).

Yapılan bir başka çalışmada da 2+0 yaşındaki sarıçam fidanlarına ait yeni bir kalite sınıflandırmasının yapılması amaçlanmıştır. Bu amaçla söz konusu bu araştırmada sarıçam fidanlarının 2. yaş sonunda GKA değerleri de belirlenmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda Taşköprü orijini sarıçam fidanlarında ortalama GKA değerlerinin 1,32-1,57 g arasında değiştiği tespit edilmiştir (Demircioğlu vd., 2004). Sarıçam orijinlerine ait GKA değişkenine ilişkin karşılaştırmalı değerlendirmeler sonucunda, araştırma materyalini oluşturan sarıçam orijinleri için GKA morfolojik karakterine ilişkin ortalama değerlerin normal fidan gelişim düzeyinde bir eğilim gösterdiğini söylemek mümkündür.

Araştırma kapsamında incelenen gövde yaş ağırlığı (GYA) değişkeni üzerinde yapılan ölçümlerden elde edilen sonuçlara uygulanan varyans analizi ve Duncan testi sonuçlarına göre GYA değişkeni yönünden orijinler arasında $P<0,05$ güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($F=10,13^*$). Grupları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre ortalama 1,8 g GYA değeri ile Sarıkamış orijini birinci grupta bulunmuştur. Ortalama GYA değerleri 1,6 g ve 1,7 g olan İspir ve Şenkaya orijinleri ikinci grubu oluşturmaktadır. Üçüncü grupta ise ortalama GYA değerleri sırasıyla 1,5 g ve 1,4 g olan, Kağızman ve Daday orijinleri bulunmaktadır (Tablo 2). GYA karakteri de fidanlık aşamasında gerçekleştirilen araştırma çalışmalarında ve fidan kalite standartlarının belirlenmesinde üzerinde önemle durulması gereken morfolojik karakterlerden bir tanesidir (Genç, 2007). Bu kapsamda incelenen GYA değişkeni yönünde araştırmada incelenen 5 adet sarıçam orijini arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar belirlenmiştir. Bu konuda sarıçamın belirlenen 2 ayrı morfolojik tipinde genetik çeşitliliğin düzeyini tespit için gerçekleştirilen bir araştırmada, bu iki morfolojik tipte ortalama GYA değerinin 1,8-3,5 g arasında değiştiği tespit edilmiştir (Hertel ve Kohlstock, 1994). Nitekim bu konuda yapılan bir diğer araştırmada da kuzey Moğolistan'da doğal olarak yayılış yapan sarıçam populasyonunda ortalama GYA değerinin 1,3-2,4 g arasında değiştiği belirlenmiştir (Bayarsaikhan ve Nyam-Osor, 2013). Bu karşılaştırmalı değerlere göre araştırmada incelenen 5 farklı sarıçam orijininde GYA değişkeninin iyi düzeyde olduğu söylenebilir.

Araştırma kapsamında incelenen kök kuru ağırlığına (KKA) ait yapılan ölçümlerden elde edilen sonuçlara uygulanan varyans analizi ve Duncan testi sonuçlarına göre KKA değişkeni yönünden orijinler arasında $P<0,05$ güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($F=9,93^*$).

Bu itibarla $P < 0,05$ güven düzeyinde gerçekleştirilen Duncan testi sonuçlarına göre 0,73 g ortalama ile Sarıkamış orijini birinci grupta, ortalama 0,57 g, 0,55 g ve 0,51 g KKA değerleri ile sırasıyla Kağızman, İspir ve Şenkaya orijinleri ise ikinci grupta bulunmaktadır. Son grupta ise ortalama 0,45 g'lık KKA değeri ile Daday orijini tek başına yer almaktadır (Tablo 2). Gürbüzlük indisi ve katlılık oranı değişkenleri fidan kalite sınıflarının oluşturulması ve fidan gelişiminin takip edilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Söz konusu bu değişkenlerden katlılık oranının hesaplanmasında kullanılan en önemli morfolojik karakter ise kök kuru ağırlığı (KKA)'dır (Genç, 2007; Boydak ve Çalışkan, 2014). Bu nedenle bazı sarıçam orijinlerinde morfo-genetik farklılıkların ortaya konulmaya çalışıldığı bu araştırmada da KKA değişkeni incelenmiş ve bu değişken yönünden incelenen 5 adet sarıçam orijini arasında istatistiki açıdan anlamlı farklılıkların olduğu belirlenmiştir (Şekil 8). Buna göre sarıçam orijinlerine ait 2+0 yaşındaki çıplak köklü fidanlarda ortalama KKA değeri 0,43-0,73g arasında değişmektedir (Tablo 2). Kastamonu-Taşköprü Orman Fidanlığında 2+0 yaşındaki çıplak köklü sarıçam fidanlarında yapılan ölçümler sonucunda KKA morfolojik karakterine ilişkin ortalama değerlerin bloklar arasında 0,50-0,68 g arasında değiştiği saptanmıştır (Demircioğlu vd., 2004). Diğer taraftan Ostonen vd. (2006) tarafından Estonya'da 3 farklı sarıçam orijininde yapılan bir başka araştırmada ise ortalama KKA değerinin 0,78-1,41 g arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu değerlendirmeler ışığında sarıçam orijinlerinin gelişim performanslarının ve KKA değişkenine bağlı olarak ortaya çıkan fidan kalite durumunun genel olarak iyi düzeyde olduğu söylenebilir.

Araştırma kapsamında incelenen son morfolojik karakter ise kök yaş ağırlığı (KYA)'dır. KYA'a ait yapılan ölçümlerden elde edilen sonuçlara uygulanana varyans analizi ve Duncan testi sonuçlarına göre orijinler arasında $P < 0,05$ güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($F=8,45^*$). Bu itibarla gruplandırmaları yapmak üzere gerçekleştirilen Duncan testi sonuçlarına göre, 0,84g ortalama ile Sarıkamış orijini birinci grupta yer almıştır. İkinci grupta ise ortalama 0,79 g, 0,76 g ve 0,73 g KYA değerleri ile sırasıyla Kağızman, İspir ve Şenkaya orijinleri bulunmaktadır. Üçüncü grup ise ortalama 0,62 g'lık KYA değeri ile Daday orijininden oluşmaktadır (Tablo 2). KYA morfolojik karakteri fidanın topraktaki nemden yararlanma düzeyinin ve potansiyelinin belirlenmesi açısından önemli bir parametredir (Genç, 2007). Bu nedenle pek çok türe ilişkin fidanlık aşamasında gerçekleştirilen araştırmaların büyük bir bölümünde kök nem içeriğinin tayin edilmesi amacıyla KYA belirlenmektedir (Boydak ve Çalışkan, 2014).

Bu çalışmada da sarıçam orijinlerine ait 2+0 yaşındaki fidanların ortalama KYA değerinin 0,62-0,84 g arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 2). Özellikle KYA değerinin en yüksek olduğu orijin olan Sarıkamış orijininin aynı zamanda kök kesafetinin de oldukça yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır (Şekil 8). Bu durumun ortaya çıkmasında orijin faktörünün önemli bir etkisinin olduğu düşünülmektedir. Bu doğrultuda sarıçam orijinlerinde kök gelişiminin incelendiği bir araştırmada 4 farklı sarıçam orijinine ait 2+1 yaşındaki fidanlarda ortalama KYA değerinin 0,92-1,33 g arasında değiştiği belirlenmiştir (Makkonen ve Helmissaari, 1999). Bu konuda Slovakya’da bulunan sarıçam + Avrupa ladini karışık ormanlarından sökülen 2+0 yaşındaki doğal ladin fidanlarında ortalama KYA değerinin 0,58-0,94 g arasında değiştiği tespit edilmiştir (Kucbel vd., 2011). KYA değişkenine ilişkin bu karşılıklı ve kapsamlı değerlendirmeler sonucunda araştırma objesini oluşturan 5 farklı sarıçam orijininin KYA değişkeni yönünden iyi bir performans sergilediğini söylemek mümkündür.



Şekil 8: Sarıçam orijinlerine ait fidanların kök hacimleri. 1: Sarıkamış orijini, 2: Kağızman orijini, 3: İspir orijini, 4: Şenkaya orijini, 5: Daday orijini.

Fidanlık ve orijin farklılığı çalışmalarında gerek genetik değişkenlerin gerekse morfolojik karakterlerin incelenmesi düzeyinde söz konusu bu değişkenlerin tek başına incelenmesi kadar birbirleriyle olan ilişki düzeylerinin de ortaya konulması önemlidir. Bu amaçla incelenen 7 morfolojik karakter arasındaki ilişki düzeylerini ve birbirleri üzerindeki karşılıklı etkilerini incelemek amacıyla çoklu korelasyon analizi yapılmış ve sonuçları Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3: Morfolojik karakterlere uygulanan çoklu korelasyon analizinin sonuçları.

| | FB | KBÇ | SYSU | GKA | GYA | KKA | KYA |
|-------------|----------------|----------------|-------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| FB | 1,00 | | | | | | |
| KBÇ | 0,375** | 1,00 | | | | | |
| SYSU | 0,242** | 0,123* | 1,00 | | | | |
| GKA | 0,072 | 0,247** | 0,014 | 1,00 | | | |
| GYA | 0,088 | 0,263** | 0,023 | 0,362** | 1,00 | | |
| KKA | 0,043 | 0,352** | 0,081 | 0,288** | 0,347** | 1,00 | |
| KYA | 0,066 | 0,328** | 0,078 | 0,314** | 0,285** | 0,314** | 1,00 |

*: $P < 0,05$ güven düzeyinde anlamlı farklılık, **: $P < 0,01$ güven düzeyinde anlamlı farklılık, ns: istatistik açıdan anlamlı düzeyde ilişki yok

Tablo 3’ deki bulgulara göre incelenen 5 farklı orijine ait 2+0 yaşlı sarıçam fidanlarının morfolojik karakterleri arasındaki ilişkiler yüksek düzeyde bulunmamıştır. Gerçekleştirilen çoklu korelasyon analizinin sonuçlarına göre en yüksek ilişki düzeyi 0,375 ile FB ve KBÇ arasında tespit edilmiştir. İkinci sırada belirlenen yüksek düzeydeki ilişki ise GKA ve GYA arasındadır (0,362). Bu korelasyon düzeylerini 0,352 ile KKA ve KBÇ arasındaki ilişki, KKA ile GYA arasındaki ilişki (0,347) ve son olarak da KYA ile KKA arasındaki ilişki (0,314) takip etmektedir. Çoklu korelasyon analizi sonucunda belirlenen bu ilişkiler $P < 0,01$ güven düzeyinde anlamlı olup, hepsi pozitif yönde etkilidir. Morfolojik karakterler arasında negatif yönde herhangi bir ilişki ortaya çıkmamıştır (Tablo 3). Sarıçam türüne ait morfolojik karakterler üzerinden gidilerek özellikle genetik farklılıkların ve çeşitliliklerin hesaplandığı çok sayıda araştırma çalışması bulunmaktadır. 11 sarıçam popülasyonu arasında genetik ve morfolojik ilişkilerin incelendiği bir diğer çalışmada da morfolojik

karakterler arasında çok kuvvetli bir ilişkinin olduğu ve doğal sarıçam popülasyonları arasında genetik uzaklığın 0,040-0,198 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Turna, 2003).

Diğer taraftan 6 doğal sarıçam popülasyonu arasında allozym çeşitliliğinin incelendiği bir araştırmada da morfolojik karakterler arasında kuvvetli düzeyde ilişkiler tespit edilmiştir (Bilgen ve Kaya, 2007). Sarıçamda doğal popülasyonlar arasında genetik çeşitliliğin incelendiği bir diğer araştırmada da yine morfo-genetik karakterler arasında pozitif ve negatif yönde etkili önemli ilişkilerin olduğu belirlenmiştir (Şevik vd., 2010). Morfolojik özellikler arasındaki ilişkiden yola çıkarak genetik çeşitliliğin veya fidan kalite sınıfı değerlendirmesinin yapılmasına yönelik farklı türler (sedir, karaçam, doğu kayını ve Uludağ göknarı) üzerinde gerçekleştirilen birçok araştırmada da morfolojik özelliklerin hem kendi arasında hem de genetik çeşitlilik üzerinde önemli ölçüde ilişkilerinin bulunduğu belirlenmiştir (Bilir, 2002; Gülcü, 2002; Güney, 2009; Turna vd., 2010).

3.2 Ağır Metallerin Tohumların Ortalama Yaşama Yüzdesi Üzerindeki Etkilerine Ait Bulgular

Yapılan çimlenme testleri sonucunda elde edilen verilere uygulanan varyans analizi ve Duncan testinin sonuçları Tablo4'de gösterilmiştir.

Tablo 4: Ortalama çimlenme yüzdesi değerlerine uygulanan varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

| Ağır Metal Türleri | <i>F=118,34**</i> | | | | |
|--------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | <i>Kontrol (%)</i> | <i>%10</i> | <i>%30</i> | <i>%50</i> | <i>%70</i> |
| Cu | 94,2 ^a | 86,5 ^a | 63,7^a | 38,9 ^b | 10,6^a |
| Zn | 95,4 ^a | 88,9^a | 59,6 ^c | 15,9 ^c | - |
| Ni | 100,0 ^a | 75,3 ^b | 48,4 ^{cd} | 11,7^d | - |
| Co | 100,0 ^a | 15,6^d | 4,3^d | - | - |
| Cr | 100,0 ^a | 66,4 ^c | 61,9 ^b | 42,8^a | 17,5^a |
| Pb | 100,0 ^a | 18,2 ^d | 5,8^d | - | - |

***: P<0,01 güven düzeyinde anlamlı farklılık*

Tablo 1'deki varyans analizi ve Duncan testi sonuçlarına göre hem ağır metal türleri hem de ağır metallerin farklı konsantrasyonları arasında ortalama çimlenme yüzdesi yönünden $P < 0,01$ güven düzeyinde anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu kapsamda $P < 0,05$ güven düzeyinde yapılan Duncan testi sonucuna göre ağır metal türleri arasında %10, %30 ve %50 konsantrasyonda 4 farklı grup ortaya çıkmış, %70 konsantrasyonda ise farklı gruplar ortaya çıkmamıştır. Diğer taraftan konsantrasyonlar ve kontrol numuneleri arasında ise $P < 0,05$ güven düzeyinde 5 farklı grup ortaya çıkmıştır. İstatistik analiz sonuçları ayrıntılı olarak incelendiğinde %10 konsantrasyonda ortalama çimlenme yüzdesinin en düşük olduğu ağır metal türü %15,6 ile Co, ortalama çimlenme yüzdesinin en yüksek olduğu ağır metal türü ise %88,9 ile Zn'dir. %30 konsantrasyonda en düşük ortalama çimlenme yüzdesi %4,3 ve %5,8 ile Co ve Pb ağır metallerinde tespit edilirken, en yüksek ortalama çimlenme yüzdesi %63,7 ile Cu'da belirlenmiştir.

%50 konsantrasyonda ise en düşük ortalama çimlenme yüzdesi %11,7 ile Ni'de, en yüksek ortalama çimlenme yüzdesi ise %42,8 ile Cr'de tespit edilmiştir. En yüksek konsantrasyon seviyesi olan %70 konsantrasyonda en düşük ortalama çimlenme yüzdesi %10,6 ve %17,5 ile Cu ve Cr ağır metallerinde saptanmıştır. Bu konsantrasyon seviyesinde yüksek bir çimlenme yüzdesi meydana gelmemiştir (Tablo 4). Bu sonuçlara göre sarıçam tohumlarının ortalama çimlenme yüzdesi yönünden dayanabildiği sınır konsantrasyon değerleri bakır için %70, çinko için %50, nikel için %50, kobalt için %30, krom için %70 ve kurşun için %30 olarak belirlenmiştir (Tablo 4).

Ülkemizde ağır metallerin orman ağaçlarının tohumlarının çimlenme parametreleri üzerindeki etkilerinin tespit edildiği araştırmaların sayısı yetersizdir. Bu nedenle ağır metallerin özellikle tarım bitkilerinin çimlenmesi ve büyümesi üzerinde yaptığı etkilerin incelendiği araştırma sonuçlarından yararlanılarak araştırma sonuçları irdelenmeye çalışılmıştır. Nitekim Donana Milli Parkında yapılan bir araştırmada bakır, çinko, kadmiyum ve kurşun gibi toprakta tespit edilen ağır metallerinin bazı iğne yapraklı ve geniş yapraklı klimaks türlerin alana gelişi ve büyüme performansları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Yapılan araştırmanın sonucuna göre kadmiyum ve kurşun ağır metallerinin diğer aktüel ağır metal tiplerine göre hem iğne yapraklı türlerde hem de geniş yapraklı türlerde doğal çimlenme seyrini olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir (Ramos vd., 1994).

Domates bitkisinin tohumları üzerinde yapılan başka bir araştırmada ise kobalt ağır metalinin tohumların çimlenme yüzdesini %45,6 oranında azalttığı belirlenmiştir (Jayakumar vd., 2013).

Diğer taraftan kromun farklı buğday genotiplerinin tohumlarının çimlenmesinde meydana getirdiği etkilerin incelendiği bir başka araştırmada da, söz konusu bu ağır metal türünün buğday tohumlarının ortalama çimlenme yüzdesini ve çimlenme hızını sırasıyla %41,7 ile %36,4 oranında azalttığı ifade edilmektedir (Sharma vd., 1993).

Gndzsefası bitkisinde bakır ağır metalinin etkilerinin incelendiği bir başka araştırmanın sonucunda ise, bakır ağır metalinin bitkinin ieklenmesini ve gelişimini önemli ölçüde geriletmiştir (Kjaer veElmegaard, 1996). Nikel ağır metalinin neden olduğu kirlenme sonucunda *Triticum aestivum* L. türüne ait genç bireylerin %52,8 oranında alandan elemine oldukları tespit edilmiştir (Pandolfini vd., 1992).

Kurşun ağır metalinin farklı mısır genotiplerinin gelişimi üzerindeki etkilerinin incelendiği bir başka araştırmada ise, kurşunun %10 oranında uygulanan en düşük dozunun dahi bitkinin tüm enzim faaliyetlerini bozarak mısır bitkisinin gelişimini %65,7 oranında azalttığı belirlenmiştir (Hussain ve vd., 2013). Çinkonun fasulye tohumlarının çimlenmesi ve gelişimi üzerindeki etkilerinin incelendiği bir diğer araştırmada ise, %5 ve %20 çözeltelerde fasulye tohumlarının çimlenme yüzdesini %8,3 ile %15,4 oranında azalttığı ancak en büyük etkiyi %40 dozdan itibaren yapmaya başladığı tespit edilmiştir (Manivasagaperumal vd., 2011).

Araştırmadan elde edilen sonuçlar ile diğer araştırma çalışmalarından elde edilen sonuçların çalışma objesi farklı bitki türleri olmasına rağmen önemli ölçüde benzerlik gösterdiğini söylemek mümkündür. Bu itibarla araştırma objesini oluşturan Kars-Sarıkamış orijinli sarıçam tohumlarının araştırmada kullanılan bazı ağır metal türlerinin genel olarak %50 seviyesindeki konsantrasyon düzeyine kadar ortalama çimlenme yüzdesini önemli ölçüde azaltmakla birlikte çimlenme kabiliyetini sürdürebildiğini söylemek mümkündür.

BÖLÜM 4

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanan bazı sarıçam orijinlerinin (Sarıkamış, Kağızman, İspir, Şenkaya ve Daday) morfo-genetik farklılıklarının ve farklı ağır metal türlerine ait değişik konsantrasyonların sarıçam tohumlarının çimlenmesi üzerindeki etkilerinin incelendiği bu araştırmadan elde edilen sonuç ve öneriler aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.

Araştırma kapsamında incelenen ilk değişken olan FB değişkenine ilişkin ortalama değerler 7,17-13,42 cm arasında değişmekte olup, gerçekleştirilen varyans analizi ve Duncan testi sonucuna göre FB değişkeni yönünden en iyi gelişim sağlayan orijin Kars-Sarıkamış orijini, en zayıf gelişim sağlayan orijin ise Kastamonu-Daday orijini.

Sarıçam orijinleri arasındaki morfo-genetik farklılıkları değerlendirmek amacıyla incelenen ikinci değişken KBÇ'dir. Orijinler arasında KBÇ değişkenine ait ortalama değer 2,24-3,86 mm arasında değişmekte olup, KBÇ gelişimi en yüksek düzeyde olan orijin Kars-Sarıkamış, en düşük düzeyde olan orijin ise Kastamonu- Daday orijini.

Çalışma kapsamında incelenen üçüncü değişken ise SYSU'dur. Orijinler arasında ortalama SYSU değeri 0,7-1,4 cm arasında değişmekte olup, en yüksek SYSU büyüme performansı gösteren orijin Kars-Sarıkamış orijini.

GKA orijinlerin morfo-genetik ilişkilerinin değerlendirilmesinde incelenen diğer bir karakterdir. Bu morfolojik karaktere ait ortalama değerler 1,36-1,53g arasında değişmektedir. En yüksek GKA değerine sahip olan orijin ise yine Kars-Sarıkamış orijini. GYA değişkeni yönünden de sarıçam orijinleri arasında istatistiki açıdan $P < 0,05$ güven düzeyinde anlamlı farklılığın olduğu saptanmıştır. Buna göre en yüksek ortalama GYA değerine (1,8 g) sahip olan Kars-Sarıkamış orijini ilk grubu ortalama GYA değeri 1,7 g olan Kars-Kağızman orijini ile oluşturmaktadır.

KKA morfolojik karakteri de çalışma kapsamında incelenen bir başka morfolojik karakterdir. Elde edilen sonuçlara göre 0,73 g ile en yüksek ortalama KKA değerine sahip olan orijin Kars-Sarıkamış orijini olup, bu orijini sırasıyla Kars-Kağızman (0,57 g), Erzurum-İspir (0,55 g) ve Erzurum-Şenkaya (0,51 g) orijinleri takip etmektedir.

Araştırmada incelenen son morfolojik karakter ise KYA'dır. Yapılan varyans analizi ve Duncan testi sonuçlarına göre bu değişken yönünde de sarıçam orijinleri arasında $P<0,05$ güven düzeyinde anlamlı farklılık belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ortalama KYA değeri 0,84 g ve 0,79 g olan Kars-Sarıkamış ve Kars-Kağızman orijinleri ilk grupta yer almaktadır. En düşük ortalama KYA değerine ise 0,62 g ile Kastamonu-Daday orijini sahiptir.

Araştırmada morfolojik karakterler arasındaki ilişkinin düzeyini ve etkileşim yönünü belirlemek için çoklu korelasyon analizi de gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen çoklu korelasyon analizinin sonuçlarına göre en yüksek ilişki düzeyi 0,375 ile FB ve KBC değişkenleri arasında tespit edilmiştir. Çoklu korelasyon analizi sonucunda belirlenen bu ilişkiler $P<0,01$ güven düzeyinde anlamlı olup, hepsi pozitif yönde etkilidir.

Araştırmada çeşitli ağır metallere (Cu, Zn, Ni, Co, Cr ve Pb) ait farklı düzeydeki konsantrasyonların Kars-Sarıkamış orijinli tohum bahçesinden elde edilen sarıçam tohumlarının çimlenmesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Yapılan çimlenme testleri sonucunda elde edilen verilere uygulanan varyans analizi ve Duncan testinin sonuçlarına göre, çimlenme yüzdesi yönünden $P<0,01$ güven düzeyinde istatistiki açıdan önemli farklılık bulunmuştur. Bu kapsamda $P<0,05$ güven düzeyinde yapılan Duncan testi sonucuna göre ağır metal türleri arasında %10, %30 ve %50 konsantrasyonda 4 farklı grup ortaya çıkmış, %70 konsantrasyonda ise farklı gruplar oluşmamıştır.

Ağır metal türlerine ait farklı düzeydeki konsantrasyonlar ve kontrol numuneleri arasında da $P<0,05$ güven düzeyinde 5 farklı grup ortaya çıkmıştır. İstatistik analiz sonuçları ayrıntılı olarak incelendiğinde %10 konsantrasyonda ortalama çimlenme yüzdesinin en düşük olduğu ağır metal türü %15,6 ile Co, ortalama çimlenme yüzdesinin en yüksek olduğu ağır metal türü ise %88,9 ile Zn'dir. %30 konsantrasyonda en düşük ortalama çimlenme yüzdesi %4,3 ve %5,8 ile Co ve Pb ağır metallerinde tespit edilirken, en yüksek ortalama çimlenme yüzdesi %63,7 ile Cu'da belirlenmiştir. %50 konsantrasyonda ise en

düşük ortalama çimlenme yüzdesi %11,7 ile Ni'de, en yüksek ortalama çimlenme yüzdesi ise %42,8 ile Cr'de tespit edilmiştir. En yüksek konsantrasyon seviyesi olan %70 konsantrasyonda en düşük ortalama çimlenme yüzdesi %10,6 ve %17,5 ile Cu ve Cr ağır metallerinde saptanmıştır. Bu konsantrasyon seviyesinde yüksek bir çimlenme yüzdesi meydana gelmemiştir.

Ağır metallerle gerçekleştirilen çimlenme testi sonuçlarına göre, sarıçam tohumlarının ortalama çimlenme yüzdesi yönünden dayanabildiği sınır konsantrasyon değerleri Cu için %70, Zn için %50, Ni için %50, Co için %30, Cr için %70 ve Pb için %30 olarak belirlenmiştir.

Araştırmadan elde sonuçlar ışığında Erzurum Orman Fidanlığında hakim olan aktüel yetişme ortamı koşullarında 5 farklı sarıçam orijini ile kurulan ortak bahçe çalışmasında, yöre koşullarında incelenen toplam 7 morfolojik karakter yönünden de en iyi orijin Kars-Sarıkamış orijini olarak belirlenmiştir. Morfolojik özellikler bitkinin genetik yapısını ve buna bağlı olarak adaptasyon yeteneğini yüksek ihtimal düzeylerinde en iyi şekilde yansıtır gerçeğinden yola çıkarak, Erzurum yöresinde gerçekleştirilecek olan orman içi ve orman dışı ağaçlandırma çalışmalarında yörenin ekolojik koşullarına en iyi adaptasyonu sağlama ihtimali yüksek olan Kars-Sarıkamış orijininin kullanılması ağaçlandırma çalışmalarının başarı düzeyinin yüksek seviyelere ulaşması açısından yararlı olacaktır. Diğer taraftan söz konusu orijine ilişkin yeterli düzeyde tohumun ve fidanın temin edilememesi halinde de Kars-Kağızman veya Erzurum-İspir orijini de alternatif orijinler olarak kullanılabilir.

Morfolojik karakterler arasındaki ilişkilerin genetik açıdan, fidanların tutma başarısı ve fidan kalite sınıflandırması yönünden değerlendirilmesinde büyük yarar bulunmaktadır. Bu amaçla yörede yapılacak olan ağaçlandırma çalışmalarında kullanılacak sarıçam fidanlarına ilişkin adaptasyon ve kalite sınıflandırması faaliyetlerinde özellikle fidan boyu (FB) ile kök boğaz çapı (KBÇ) arasındaki ilişkinin üzerinde önemle durulması gerekmektedir. Çeşitli ağır metal türlerinin farklı düzeydeki konsantrasyonlarının uygulanması ile yapılan çimlenme testlerinden elde edilen veriler ışığında, çevresel kirlilik düzeyindeki artışa paralel olarak özellikle fidanlıklarda kullanılan sulama suyundan ve toprakta biriken ağır metallerin fidan yetiştirme çalışmalarında önemli ölçüde başarısız sonuçların alınmasına neden olabileceği unutulmamalıdır. Fidanlıklarda yapılan çalışmalarda belli aralıklarda fidanlıkta kullanılan su ve topraktan numuneler alınarak

kontrol edilmelidir. Bu durum doğal orman kaynakları ile ağaçlandırma alanlarında yapılacak silvikültürel çalışmaların başarısını da önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Bu kapsamda orman ağacı türlerine ait fidanların yetiştirildiği açık fidanlık işletmelerinde kullanılan sulama suyunun ve toprak materyalinin ağır metal birikimi yönünden periyodik olarak alınacak numunelerin analizini yapmak suretiyle denetlenmesi yararlı olacaktır.

Diğer taraftan özellikle toprakta meydana gelen ağır metal birikimin biyoremediasyon yeteneği yüksek olan bitkiler kullanılarak azaltılması sağlanmalıdır. Bununla birlikte sanayi kuruluşlarına yakın ve özellikle orta ve alçak rakımlarda yapılacak yapay gençleştirme, rehabilitasyon, restorasyon ve ağaçlandırma çalışmalarında hava kirliliği sonucunda ortaya çıkan ağır metal kirliliğine dayanıklı orijin ve klonların kullanılması bu çevresel soruna dayanıklı orman kurma çalışmalarının yapılması açısından yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Anon. (2014a). *Fidanlık Rotasyon planı*. Erzurum Orman Fidanlığı Stratejik Planı, Erzurum, 60 s.
- Anon. (2014b). *Seed orchards of Turkey*. Directorate of Research Institute of Forest Trees and Seed Improvement. Ankara, Turkey.
- Anon. (2015). *Sarıçam orijinlerine ait bilgiler*. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 15 s.
- Anon. (2016). *Orman varlığımız*. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 35 s.
- Aho, M.L. (1994). Autumn forst hardening of one year old *Pinus sylvestris* L. seedling, effect on origin and parent trees. *Scandinavian Journal of Forest Research*, (9): 17-24.
- Aniszewska, M. (2006). Connection between shape of pine (*Pinus sylvestris* L.) cones and weight, colour and number of seeds extracted from them. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, 9(1): 53-62.
- Arruti, A., Fernandez-Olmo, I. ve Irabien, A. (2010). Evaluation of the contribution of local sources to trace metals levels in urban PM2.5 and PM10 in the Cantabria region (Northern Spain). *Journal of Environmental Monitoring*, 12(7): 1451-1458.
- Bayarsaikhan, U. ve Nyam-Oscar, B. (2013). Seed and cone characteristics of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) from diverse seed sources in Northern Mongolia. *Hokkaido University Forests Institute of Geoecology*, 16(1): 57-62.
- Bilgen, B.B. ve Kaya, N. (2007). Allozyme variations in six natural populations of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Turkey. *Biologia*, 62: 697-703.
- Bilir, N. (2002). Doğu Karadeniz Bölgesinde Kurulan Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Orijin Denemelerinin İlk Sonuçları. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı Trabzon, 116 s.
- Bilir, N., Kank, K.S. ve Öztürk, H. (2002). Fertility variation and gene diversity in clonal seed orchards of *Pinus brutia*, *Pinus nigra* and *Pinus sylvestris* in Turkey. *Silvae Genetica*, 51: 112-115.
- Bilir, N., Kang, K.S. ve Lindgren, D. (2006). Fertility variation and gene diversity in a clonal seed orchard of *Pinus sylvestris* L. *International Union of Forest Research Organizations Conference: Low input breeding and genetic conservation of forest trees species*, October, 9-13, Antalya, Turkey, pp. 21-27
- Boydak, M. ve Çalışkan, S. (2014). *Ağaçlandırma*, Işık Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, OGEM-VAK Yayınları, CTA Tanıtım Rek. Hiz. Org. Basın Yayın Bil. San. ve Tic. Ltd. Şti, İstanbul, 714 s.

- Chibuike, G.U. ve Obiora, C. (2014). Heavy metal polluted soils: Effect on plants and bioremediation methods. *Applied and Environmental Soil Science*, 14: 1-12.
- Çepel, N. (2003). *Ecological Problems and Solutions*. TUBITAK Publications. Ankara, Turkey.
- Çepel, N. (2007). *Ecology, Worlds of Natural Life and Human*. Palme Publisher. Ankara, Turkey.
- Demircioğlu, N., Ayan, S., Avanoğlu, B. ve Sıvacıoğlu, A. (2004). Kastamonu-Taşkoprü Orman Fidanlığında üretilen 2+0 yaşlı sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) fidanlarının TSE normlarına göre değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü*, 10(2): 243-251.
- Destan, S. (2013). İstiranca Dağlarında İğne Yapraklı Ağaç Türleriyle Ağaçlandırma İmkanları. *İ.Ü Orman Fakültesi Dergisi*, İstanbul, 63(1): 51-68.
- Eliçin, G. (1971). *Türkiye sarıçam (Pinus sylvestris L.)'larında morfo-genetik araştırmalar*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları: 1662, İstanbul.
- Ertekin, M. (2006). Yenice-Bakraz Orijinli Karaçam (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Tohum Bahçesinde Çiçeklenme, Kozalak Verimi ve Tohum Özellikleri Açısından Klonal Farklılıklar. Doktora Tezi (Yayımlanmamış), Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği ABD, Bartın, 190 s.
- Genç, M. (2007). *Fidan Standardizasyonu, Fidan Yetiştirmenin Biyolojik ve Teknik Esasları*. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları: 75, Isparta, 555 s.
- Gezer, A., Gülcü, S. ve Bilir, N. (2002). Isparta göller yöresi sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) orijin denemeleri (ilk aşama sonuçları.). *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1:1-18.
- Gülcü, S. (2002). Göller Yöresi Anadolu Karaçamında (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb) Holmboe.) Popülasyonlar Arası ve Popülasyon İçi Genetik Çeşitlilik. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği ABD, Trabzon, 155 s.
- Güney, D. (2009). Doğu Kayınında (*Fagus orientalis* lipsky.) Bazı Coğrafi Varyasyonların Morfo-genetik Olarak Belirlenmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 173 s.
- Hertel, M. ve Kohlstock, N. (1994). Different genetic structures of two morphological types of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Federal research centre for forestry and forest product, Institute for forest tree breeding*, 43: 268-272.
- Hussain, A., Abbas, N. ve Arshad, F. (2013). Effects of diverse doses of lead (Pb) on different growth attributes of *Zea mays* L. *Agricultural Sciences*, 4(5): 262-265.

- ISTA (2015). *International rules for seed testing*. Association International Seed Testing. Zurich, Switzerland.
- Jayakumar, K., Rajesh, M., Baskaran L. ve P. Vijayarangan. (2013). Changes in nutritional metabolism of tomato (*Lycopersicon esculantum* Mill.) plants exposed to increasing concentration of cobalt chloride. *International Journal of Food Nutrition and Safety*, 4(2): 62-69.
- Karakaya, T. (2007). Çatacık-Değirmendere Orijinli Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Tohum Bahçesinde Kozalak ve Tohum Özellikleri Bakımından Klonal Farklılıklar. Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği ABD, Bartın, 103 s.
- Kayacık, H. (1963). Türkiye çamları ve bunların coğrafi yayılışları üzerine araştırmalar. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 13(1): 1-7.
- Kjaer, C. ve Elmegaard, N. (1996). Effects of copper sulfate on black bindweed (*Polygonum convolvulus* L.). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 33(2): 110-117
- Kucbel, S., Peter, J. ve Spisak, J. (2011). Quantity, vertical distribution and morphology of fine roots in Norway spruce with different stem density. *Technical University in Zloven*, 43(1): 22-31.
- Kulaç, Ş. (2010). Kuraklık Stresine Maruz Bırakılan Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Fidanlarında Bazı Morfolojik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Değişimlerin Araştırılması. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği AnaBilim Dalı, Trabzon, 180 s.
- Kulaç, Ş., Çakar, S., Güney, D., Turna, İ. ve Şevik, H. (2011). Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) tohumlarında morfolojik özelliklerin çimlenme üzerine etkileri. *Türkiye IV. Tohumculuk Kongresi Bildiriler Kitabı-1*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Samsun, s 465-471.
- Makkonen ve K., Helmisaari, H.S. (1999). Assessing fine root biomass and production in a Scots pine stand comparison of soil core and in rowth core methods. *Plant Soil*, 21: 43-50
- Manivasagaperumal, R., Balamurugan, S. Thiyagarajan, G. ve Sekar, J. (2011). Effect of zinc on germination, seedling growth and biochemical content of cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub). *Current Botany*, 2(5):11-15.
- Mátyás, C., Ackzell, L. ve Samuel, C.J.A. (2004). Technical guides for genetic conservation and use Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *International Plant Genetic Resources Institute*, Rome, Italy, 6.
- Okçu, M., Tozlu, E., Kumlay, A. ve Pehlivan, M. (2009). Ağır metallerin bitkiler üzerinde etkileri, *Ağır metaller*, Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Müdürlüğü, Erzurum, s 14-26.

- Ostonen, K., Alama, S., Truu, J., Kaar, E., Vares, A., Uri, V. ve Kurvits, V. (2006). Morphological adaptations of fine Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) Silver birch (*Betula pendula* Roth.) and Black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gartn.) stands in recultivated areas of oil shale mining and semicoke hills. *Institute of Geography University of Tartu*, 23(2): 167-202.
- Özel, H.B., Ertekin, M. ve Tufanoğlu, G.Ç. (2010). Devrek-Akçasu yöresindeki karaçam (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ağaçlandırmalarında boy artımı ile bazı iklim faktörleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Journal Of New World Sciences Academy*, 5(4): 5.
- Pandolfini, T., Gabrielli R., ve Comparini, C. (1992). Nickel toxicity and peroxidase activity in seedlings of *Triticum aestivum* L. plant. *Cell and Environment*, 15(6): 719-725.
- Patlolla, A., Barnes, C., Yedjou, C., Velma, V. ve Tchounwou, P.B. (2009). Oxidative stress, DNA damage and antioxidant enzyme activity induced by hexavalent chromium in Sprague Dawley rats. *Environmental Toxicology*, 24(1): 66-73.
- Perks, M.P. ve Mckay, H.M. (1997). Morphological and physiological differences in Scots pine seedling of six seed origins. *University of Edinburg Darwin Building Mayfield Road, Edinburg, Scotland*.
- Ramos, L., Hernandez, M., ve Gonzalez, M.J. (1994). Sequential fractionation of copper, lead, cadmium and zinc in soils from or near Donana National Park. *Journal of Environmental Quality*, 23 (1): 50-57.
- Raven, J.A, Evans, M.C. ve Korb, R.E. (1999). The role of trace metals in photosynthetic electron transport in O₂-evolving organisms. *Photosynthesis Research*, 2(3): 111-150.
- Sağlam, N. ve Cihangir, N. (1995). Biosorption studies of heavy metals by biological processes. *Journal of Faculty of Education of Hacettepe University*, 11: 157-161.
- Sharma, D.C. ve Sharma, C.P. (1993). Chromium uptake and its effect on growth and biological yield of wheat seedlings. *Cereal Research Communications*, 21(4): 317-322.
- Şevik, H., Ayan, S., Turna, İ. ve Yahyaoglu, Z. (2010). Genetic diversity among populations in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seeds stands of Western Black sea region in Turkey, *African Journal of Biotechnology*, 9(43): 7266-7272.
- Şimşek, Y. (1992). Ağaçlandırmalarda kaliteli fidan kullanma sorunları. *Orman Araştırma Enstitüsü Dergisi*: 65: 25-30.
- Stern, B.R. (2010). Essentiality and toxicity in copper health risk assessment: overview, update and regulatory considerations, *Toxicol Environmental Health*, 73(2): 114-127.
- Taiz L. ve Zieger E. (2002). *Plant Physiology*. Sinauer Associates Sunderland, Mass, USA.

- Terzi, T. ve Yıldız, M. (2011). Ağır metaller ve fedimentasyon. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri*, 15: 1-22
- Tilki, F. (2002). Türkiye’de Sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.) Tohum Üzerine Teknolojik Araştırmalar. Doktora Tezi (Yayımlanmamış), İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği ABD, İstanbul, 152 s.
- Tunçtaner, K. (2007). *Orman Genetiği ve Ağaç Islahı*, Türkiye Ormancılar Derneği Eğitim Dizisi: 4, Ankara, 364 s.
- Turna, İ. (2003). Variation of some morphological and electrophoretic characters of 11 populations of Scotspine in Turkey. *Israel Journal of Plant Sciences*, 51(3): 223-230.
- Turna, İ. ve Güney, D. (2009). Altitudinal variation of some morphological characters of Scot spine (*Pinus sylevestris* L) in Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 8(2): 202-208.
- Turna, İ., Şevik, H. ve Yahyaoğlu, Z. (2010). Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana*, subsp. *bormuelleriana* Mattf) popülasyonlarında tohum özelliklerine bağlı genetik çeşitlilik. *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi Bildiriler Kitabı-II*, Artvin, s 733-740.
- Uluslan, M.D. ve Bilir, N. (2008). Sarıçamda fidan özellikleri için geniş anlamli kalıtım derecesi ve bunun ıslah çalışmalarındaki önemi. *Journal of Forestry Faculty of SDU University* , 32260:133-138.
- Ürgenç, S. (1992) . *Ağaç ve Süs Bitkileri, Fidanlık ve Yetiştirme Tekniği*. İstanbul Üniversitesi Yayınları: 3676, İstanbul.
- Ürgenç, S. (1998). *Ağaçlandırma Tekniği*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, 385-460 s.
- Yahyaoğlu, Z., Demirci, A., Bilir, N.ve Genç, M. (2001). Comparison of 22 Tauruscedar (*Cedruslibani* A. Rich.) origins by seedling morphological distance. *Turkish Journal of Biology*, 25: 221-224.
- Yahyaoğlu, Z., Genç, M., Üçler, A.Ö. ve Güneş, İ. (1994). Bazı sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) popülasyonlarında genetik yapının elektroforetik yöntemlerle analizi. *II. Ulusal Biyoteknoloji Sempozyumu (22-23 Eylül 1994), Bildiriler Kitabı*, s 45-49.
- Yılmaz, M. (2010). Germination behavior of oriental beechnuts (*Fagus orientalis* Lipsky.) at different temperatures. *Journal of Forestry Faculty of SDU University*, 1: 1-8.
- Zobel, B.J. ve Talbert, J. (2003). *Applied Forest Tree Improvement*. John Wiley&Scons, New York, 505.

ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Halil İbrahim ÇAYLAK
Doğum Yeri ve Tarihi : Erzurum/ 22.01.1991

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği
Yüksek Lisans Öğrenimi :
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce
Bilimsel Faaliyet/Yayımlar :
Aldığı Ödüller : Bartın Üniversitesi Orman Mühendisliği Lisans İkinciliği

İş Deneyimi

Stajlar : Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü, Ağaçlandırma ve Toprak Muhafaza Şefliği, Erzurum Orman Fidanlık Müdürlüğü
Projeler ve Kurs Belgeleri :
Çalıştığı Kurumlar :

İletişim

E-Posta Adresi : muhendis_halil_25@hotmail.com

Tarih : 20/ 06/ 2016