T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

BAZI MEŞCERE ÖZELLİKLERİNİN KARAÇAM DOĞAL GENÇLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

EMİRHAN KÖSEOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOÇ. DR. FERHAT KARA

HAZİRAN - 2020
KASTAMONU

TEZ ONAYI

EMİRHAN KÖSEOĞLU tarafından hazırlanan "**BAZI MEŞCERE ÖZELLİKLERİNİN KARAÇAM DOĞAL GENÇLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**" adlı tez çalışmasının savunma sınavı **19.06.2020** tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman	Doç. Dr. Ferhat KARA Kastamonu Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Sezgin AYAN Kastamonu Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL Bartın Üniversitesi	.....

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Enstitü Müdürü Prof. Dr. İzzet ŞENER .....

TAAHHÜTNAME

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu; ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını, bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini bildirir ve taahhüt ederim.

Emirhan KÖSEOĞLU

İmza



ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAZI MEŞCERE ÖZELLİKLERİNİN KARAÇAM DOĞAL GENÇLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

EMİRHAN KÖSEOĞLU

KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

DANIŞMAN: DOÇ. DR. FERHAT KARA

Anadolu karaçamı (Pinus nigra Arn. subsp. nigra var. caramanica) ormanlarında doğal gençleştirmede bazı zorluklar yaşanabilmektedir. Bu nedenle, meşcere yapısı ve özelliklerinin karaçam ormanlarının doğal gençleştirmesinde olası etkilerinin tespit edilmesi önem taşımaktadır. Doğal gençleştirme çalışmalarında çeşitli meşcere yapısı değişkenleri dikkate alınmaktadır. Önemli meşcere değişkenlerinden olan göğüs yüzeyi alanı (GYA) (m2/ha), meşcere stoğu (%) ve meşcere içerisine giren ışık miktarının (GIM) (%) karaçamın doğal gençleştirilmesindeki etkileri üzerine yapılan çalışmalar sınırlıdır.

Bu yüksek lisans çalışmasında, GYA, meşcere stoğu ve GIM'nin doğal olarak gençleştirilen karaçam ormanlarındaki fidan sayısı ve fidan büyümesi üzerine olan etkilerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, seçilen meşcere yapısı değişkenlerinin hangisinin karaçam fidanları üzerinde daha çok etki ettiği de gözlemlenmiştir. İstatistiksel analizler Rastgele Etkiler Modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Seçilen meşcere yapısı değişkenleri ile karaçamın hektardaki fidan sayısı ve fidan büyümesi arasında ilişkilerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p<0,05$). GIM'ın fidan sayısı ve fidan büyümesi üzerine etkisinin diğer değişkenlerden daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Bu yüksek lisans çalışmasında elde edilen veriler, karaçam ormanlarının doğal gençleştirilmesinde farklı meşcere yapısı değişkenlerinin de kullanılmasının alternatif olabileceğini göstermektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Doğal gençleştirme, ışık, göğüs yüzeyi alanı, meşcere stoğu

Haziran 2020, Sayfa, 49
Bilim Dalı:1205

ABSTRACT

MSC THESIS

COMPARISON OF THE INFLUENCE OF SOME STAND STRUCTURAL PARAMETERS ON BLACK PINE SEEDLING DENSITY AND GROWTH

EMİRHAN KÖSEOĞLU

KASTAMONU UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
DEPARTMENT OF FOREST ENGINEERING

SUPERVISOR: DOÇ. DR. FERHAT KARA

There have been difficulties with the natural regeneration of Anatolian black pine (Pinus nigra Arn. subsp. nigra var. caramanica) forests. Thus, effects of varying forest stand structural parameters on the successful regeneration of black pine forests should be well defined. The influences of basal area (GYA) (m2/ha), stand stocking percent and light transmittance through canopy (GIM) (%) on natural regeneration of black pine has not been well understood.

In this graduate research, we examined the impacts of GYA, stand stocking and GIM on seedling density and seedling growth of black pine forests in northern Turkey. In addition, we aimed to see which stand structural parameter has more effect on black pine seedlings. Statistical analyses were conducted using the Random Effects Models in the study.

Statistically significant relationships between the chosen stand parameters and seedling density and seedling growth of black pine were found ($p<0,05$). Moreover, it was found that GIM has more effect than other parameters on black pine seedling density and growth. Initial data would suggest that varying stand structural parameters should be complementary to the commonly used parameter, canopy closure, during natural regeneration of black pine.

KEYWORDS: Light, natural regeneration, stand basal area, stand stocking

June 2020, Page, 49
Science Code: 1205

TEŞEKKÜR

Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Bölümü Lisansüstü Programı kapsamında "Bazı Meşcere Özelliklerinin Karaçam Doğal Gençlikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi" isimli yüksek lisans çalışması gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın yürütülmesinde her türlü teknik bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen ve tez danışmanlığımı yapan Sayın Hocam Doç. Dr. Ferhat KARA'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tez jürimle görev alan ve tezimin geliştirilmesinde her türlü desteği veren sayın hocalarım Prof. Dr. Sezgin AYAN ve Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarımda desteklerini esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Osman TOPAÇOĞLU'na da ayrıca teşekkürlerimi sunarım. Yüksek lisans öğrenimimin başından sonuna kadar bana maddi manevi her türlü desteklerini veren başta ailem olmak üzere, arazi çalışmalarımın gerçekleştirildiği sahayı bulmamda yardımcı olan ve sonrasında her aşamada destek olan değerli işletme şefi Erkan TOP'a teşekkür ederim.

EMİRHAN KÖSEOĞLU

Kastamonu, 2020

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZ ONAYI ..... **ii**
TAAHHÜTNAME ..... **iii**
ÖZET ..... **iv**
ABSTRACT ..... **v**
TEŞEKKÜR ..... **vi**
İÇİNDEKİLER ..... **vii**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **viii**
TABLOLAR DİZİNİ ..... **ix**
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ..... **x**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Çalışmanın Amaçları 3
2. LİTERATÜR **4**
2.1 Karaçam türü hakkında genel bilgiler 4
2.2 Karaçam türünün yayılışı 5
2.3 Karaçam türünün gençleştirilmesi 7
2.4 Çimlenme ve Büyüme Üzerine Etki Eden Faktörler 14
2.5 Karaçamın Gençleştirilmesi Üzerine Yapılmış Çalışmalar 16
3. MATERYAL VE YÖNTEM **20**
3.1 Çalışma alanı 20
3.2 Çalışma dizaynı 22
3.3 Yapılan ölçümler 22
3.4 İstatistiksel Analizler 27
4. BULGULAR VE TARTIŞMA **29**
4.1 Meşcere Değişkenleri ile Çimlenme Arasındaki İlişkiler 29
4.2 Meşcere Değişkenleri ile Fidan Büyümesi Arasındaki İlişkiler 33
5. SONUÇ VE ÖNERİLER **40**
6. KAYNAKLAR **42**
7. ÖZGEÇMİŞ **49**

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1 Karaçam Yayılış Haritası 6
Şekil 3.1 Çalışma sahalarının lokasyonu 21
Şekil 3.2 2018 yılında tohumlama kesimi yapılan çimlenme sahası ve 2019 yılında gözlemlenen karaçam çimlenmeleri 21
Şekil 3.3 2014 yılında tohumlama yapılan gençlik sahası ve 2019 yılındaki karaçam gençliklerinden görüntüler 22
Şekil 3.4 Örnek alanlardaki ağaçların d1.3 çaplarının ölçülmesi..... 23
Şekil 3.5 Çalışma sahalarında örnek alanlarda PAR ölçümlerinin gerçekleştirilmesi 25
Şekil 3.6 Çimlenme sahasındaki örnek alanlarda karaçam çimlenmelerinin sayımı..... 26
Şekil 3.7 Gençlik sahasında karaçam fidanlarının KBÇ ve boy ölçümü 27
Şekil 4.1 Çimlenme sahasında meşcere yapısı değişkenleri arasındaki karşılıklı ilişkiler 30
Şekil 4.2 Çimlenme sahasında meşcere yapısı değişkenleri ile karaçam çimlenmesi arasındaki ilişkiler 32
Şekil 4.3 Gençlik sahasına ait meşcere değişkenleri arasındaki karşılıklı ilişkiler 34
Şekil 4.4 Gençlik sahasında meşcere değişkenleri ile beş yıllık KBÇ arasındaki ilişkiler. 36
Şekil 4.5 Gençlik sahasında meşcere değişkenleri ile beş yıllık boy büyümesi arasındaki ilişkiler 38

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 4.1 Çimlenme sahasındaki örnek alanlara ait istatistiksel bilgiler 29
Tablo 4.2 Çimlenme sahasında meşcere yapısı değişkenleri ile karaçam çimlenmesi arasındaki ilişkiler 31
Tablo 4.3 Gençlik sahasındaki örnek alanlara ait açıklayıcı bilgiler 34
Tablo 4.4 Gençlik sahasında meşcere değişkenleri ile beş yıllık karaçam KBÇ büyümesi arasındaki ilişkiler 35
Tablo 4.5 Gençlik sahasında meşcere değişkenleri ile karaçamda beş yıllık boy büyümesi arasındaki ilişkiler 37

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

BATİ	**:** Büyük alan tıraşlama işletmesi
BASİ	**:** Büyük alan siper işletmesi
EŞSİ-ŞESİ	**:** Etek şeridi ve şerit siper işletmesi
EŞTİ-ŞETİ	**:** Etek şeridi ve şerit tıraşlama işletmesi
GYA	**:** Göğüs yüzeyi alanı
GIM	**:** Meşcere içerisine giren ışık miktarının
PAR	**:** Fotosentetik Aktif Radyasyon

1. GİRİŞ

Anadolu karaçamı (Pinus nigra Arn. subsp. nigra var. caramanica) türü ülkemizde doğal olarak yayılış yapan önemli orman ağacı türlerimizden biridir. Tezin bu bölümünden sonra kullanılan“karaçam” ile Anadolu karaçamı kasıt edilmektedir. Bu türün odun kalitesi oldukça yüksektir (Ertekin ve Özel, 2010). Genellikle 400 m ile 2100 m yükseltilerde yayılış yapan karaçam türü, ülkemizde geniş alanlarda ormanlar kurmaktadır. Karaçamın hem saf hem de karışık meşcerelerine ülkemizde rastlanmaktadır. Karaçam ülkemizdeki ormanlık alanın yaklaşık % 22'si olan 4 700 000 hektarlık bir ormanlık alanı kaplamaktadır (Orman Genel Müdürlüğü, 2014). Bu ağaç türü, ülkemizin çoğu bölgesinde ve birçok Akdeniz ülkesinde geniş ağaçlandırma alanlarında sıklıkla tercih edilen bir çam türüdür (Bogunic vd., 2007; Ertekin ve Özel, 2010).

Karaçam bir yarı-ışık ağacı olmasına karşın genç bireyler meşcere siperi altında uzun süre büyüme enerjisini kaybetmeden kalabilmektedir (Genç, 2004). Meşcerenin kapalılığı ve üst tabakadaki bulunan açıklıklar karaçam fidan sayısı ve fidanların boy büyümesi için oldukça önemlidir (Page vd., 2001). Dolayısıyla, karaçam ormanlarında doğal gençleştirmede başarı özellikle siperaltı silvikültürel yöntemler kullanılarak oluşturulan parçalı kapalılık yapılarıyla doğrudan ilişkilidir (Odabaşı vd., 2004).

Karaçam ormanlarında doğal gençleştirmede bazı zorluklar yaşanabilmektedir (Del Cerro Barja, 2009). Bu nedenle, meşcere yapısı ve özelliklerinin Karaçam ormanlarının doğal gençleştirmesinde olası etkilerinin tespit edilmesi önem taşımaktadır. Karaçamın doğal yollarla başarılı şekilde gençleştirilmesi için elde edilen gençliklerin ilk dönemlerindeki büyümeleri ve hayatta kalma oranları hayati öneme sahiptir. Dolayısıyla, karaçam ormanlarının doğal yollarla başarılı bir şekilde gençleştirilmesi için tohum çimlenmesi, fidan büyümesi ve fidan ölüm oranı üzerine etki eden parametreler iyi tespit edilmelidir (Kerr, 2000; Çalışkan vd., 2014).

Meşcere içerisindeki mikro-iklim koşulları (yani sıcaklık, nem, ışık ve rüzgar) tohumun çimlenmesini, fidanların boy ve kök boğaz çapı büyümesini ve fidanların

ölüm oranlarını oldukça etkilemektedir (Mason vd., 2004; Altun vd., 2007). Ormanın meşcere yapısı ve sıklığı ise meşcere içerisindeki mikro-iklim koşullarını etkileyebilmektedir (Assenac, 2000; Lhotka ve Loewenstein, 2008). Bu sebeple, meşcere sıklığı, meşcere yapısı, çevresel faktörler ve fidanlar arasındaki karşılıklı ilişkilerin doğru tespit edilmesi hayati önem taşımaktadır. Bu ilişkilerin tespiti, fidanların uygulanacak silvikültürel müdahaleye verecekleri reaksiyonların da tespitine yardımcı olmaktadır. Bunun sonucunda da, orman işletme şefleri meşcere yapısında yapacakları müdahaleler ile fidanların büyüme ve gelişmeleri üzerinde daha etkili olmaktadırlar (Agestam vd., 2003).

Meşcere yapısı ve sıklığı birçok meşcere yapısı değişkeni ile ifade edilebilmektedir (Lhotka ve Loewenstein, 2008). Meşcere kapalılığı ülkemizde en yaygın olarak kullanılan meşcere yapısı değişkenlerinden biridir. Parçalı ve homojen olmayan yapıda meşcere yapısına sahip meşcerelerde kapalılığın iyi belirlenmesinde bazı eksiklikler oluşabilmektedir (Coates, 1995). Bu yüksek lisans çalışmasında üç adet meşcere yapısı değişkeni seçilmiştir. Bunlardan birincisi meşcere sıklığını ifade eden ve dünya genelinde yaygın olarak kullanılan meşcere göğüs yüzeyi alanıdır (GYA) (m2 / hektar). Meşcerenin GYA'ndaki artış özellikle ışık ihtiyacı yüksek ağaç türlerinde tohumun çimlenmesi ve fidanların büyümesi üzerinde olumsuz etkilere sahiptir (Kara vd., 2017).

GYA dünya genelinde en yaygın şekilde kullanılan meşcere sıklığı değişkenidir, fakat değişken olduğu konusunda tartışmalar mevcuttur (Gingrich, 1967). Gingrich (1967) ve Kara (2015) tarafından yapılmış çalışmalar nispi bir sıklık ölçüsü olan meşcere stoğu (%)'nun GYA'na nazaran daha doğru bir meşcere sıklık göstergesi olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebi, aynı GYA'na sahip iki meşcerede ortalama ağaç çapı daha büyük olan meşcerenin ortalama çapı daha küçük olan meşcereden daha düşük meşcere stoğuna sahip olmasıdır (Gingrich, 1967). Meşcere stoğu (%) da tohumun çimlenmesi ve fidanların büyümesini etkileyen meşcere yapısı değişkenlerinden biri olduğu için çalışmada seçilen değişkenlerden ikincisi olmuştur.

Yarı-ışık ağacı olan karaçam fidanları gelişimleri boyunca belli ölçüde ışık ihtiyacındadırlar. Dolayısıyla meşcere içerisine giren ışık miktarı (GIM) (%) da

karaçamın tohum çimlenmesinde ve fidan büyümesinde rol oynayan bir meşcere yapısı değişkeni olarak kabul edilmektedir. GIM'nın meşcere yapısının tanımlanmasında kullanılan güçlü bir ölçüt olduğu bilinmektedir (Breda ve Grainer, 1996), bu sebeple çalışmada üçüncü değişken olarak seçilmiştir.

1.1 Çalışmanın Amaçları

Meşcere siperi altındaki karaçam gençliklerinin kapalılık ve sıklıktan ne derece etkilendiği üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Kerr, 2000). Fakat GYA, meşcere stoğu ve GIM (%) değişkenlerinin türün tohum çimlenmesi ve fidan büyümesine etkisi üzerine yeterli çalışma mevcut değildir. Bununla birlikte GYA, meşcere stoğu ve GIM değişkenlerinin hangisinin karaçamda çimlenme ve fidan büyümesi üzerinde daha etkin olduğu konusunda da bir çalışma yapılmamıştır. Bu sebeple, bu tez çalışmasının temel amaçları;

I. karaçamda tohum çimlenmesi ile seçilen meşcere yapısı değişkenleri (yani GYA, meşcere stoğu ve GIM) arasındaki ilişkileri belirlemek,

II. seçilen meşcere yapısı değişkenleri ile karaçam fidanlarındaki boy ve kök boğazı çapı büyümesi arasındaki ilişkileri tespit etmek,

III. seçilen meşcere yapısı değişkenlerinden hangisinin karaçamda çimlenme ve fidan büyümesi üzerinde daha etkin olduğunu belirlemektir.

2. LİTERATÜR

2.1 Karaçam Türü Hakkında Genel Bilgiler

Karaçam türü iğne yapraklılar takımının çamgiller ailesindendir (Anşin ve Özkan, 1993). Ülkemizde geniş orman alanına sahip karaçam başlıca ağaç türlerimizden biri olup yüksek kaliteli oduna sahiptir (Ertekin ve Özel, 2010; Orman Genel Müdürlüğü, 2014). Yeterli sıklıkta yetiştirildiğinde düzgün, dolgun ve dalsız diye tabir edebileceğimiz gelecekte istikbal ağaç olabilecek nitelikte ağaçlar ortaya çıkabilmektedir (Odabaşı vd., 2004). Öz odununa sahip bir ağaç olan tür diğer çam türleri ile benzerlik gösterir. Öz odun değeri düşüktür. Karaçamın odunu reçineli, sert, dayanıklı ve iyi kalitelidir ve birçok alanda kullanılmaktadır (Anşin ve Özkan, 1993).

Karaçam yarı ışık ağacıdır (Genç, 2004). Özellikle iyi bonitetlerde, 0,5 - 0,6 meşcere kapalılığında beş yaşına kadar, 0,2 - 0,3 kapalılıkta 12 yaşlarına kadar büyüme enerjisini yitirmeden kalabilir (Genç, 2004). Karaçam türü iklim aşırılıklarına tepkiyi en güzel veren ağaç türlerinden biridir. Bulunduğu bölgelerde iklim yapısı yazlar sıcak ve kurak kışlar soğuk ve karlıdır. Deniz seviyesinden başlayıp 2000 m'ye kadar çıkar fakat yükseklik dağılımı konuma bağlıdır (Anşin ve Özkan, 1993). Yetiştikleri bölgelerde yıllık yağış miktarı 600 ile 1020 mm arasında değişmektedir. Yazın kavurucu sıcaklıklarına, yaz kuraklıklarına dayanıklıdırlar ve su ihtiyacı düşünüldüğünde en kanaatkar ağaç türlerinden biri karaçamdır (Anşin ve Özkan, 1993). Sıcağa dayanıklı olduğu gibi soğuğa da dayanıklı bir türdür. Ülkemizde bulunan karaçam türü çok farklı ana kayadan oluşan çeşitli iskelet ve derinlikteki topraklar üzerinde yetişebilmektedir. Genellikle kalsiyumlu veya silikat bakımından zayıf, kumlu, killi, dolaysıyla alkali veya asitli topraklarda yetişmektedir (Schütt vd., 2008). Yayılış alanlarındaki flora çok zengindir (Alptekin, 1986).

Kırk metreye kadar boy ve bir metrenin üzerine kadar çap yapabilmektedir (Bozkurt ve Erdin, 2000). Karaçamın gövdesi gri kahverengi karışımına benzeyen bir renkte, kabuk kalınlığı ise diğer çamlara bakılarak daha kalındır (Anşin ve Özkan, 1993). Yaprakları koyu yeşil renkte, sert, sivri ve uzunluğu 4-18 cm arasında değişmektedir (Yaltırık ve Efe, 2000). Karaçamların kozalakları genellikle 4 cm ile 12 cm arasında

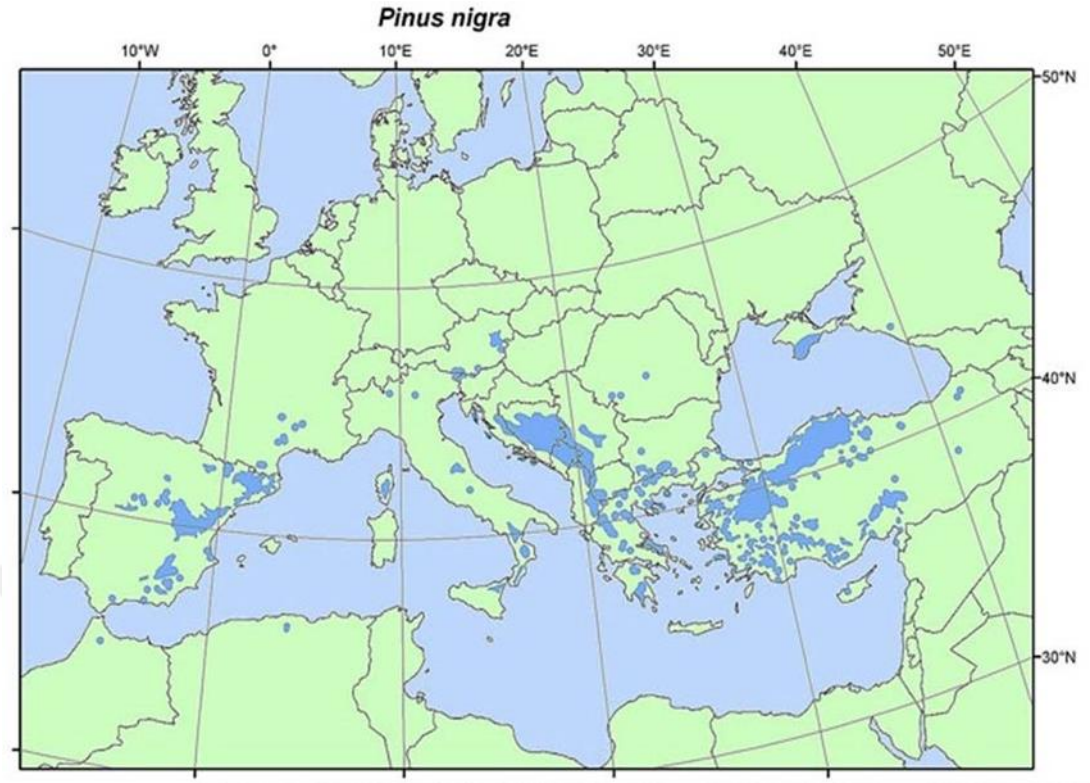
boya ve 2 cm ile 5 cm'ye kadar ene sahiptir (Şimşek vd., 1995). Hafif ve uçma yeteneğinde olan tohumların uçma mesafesi 25 metreyi bulabilir (Genç, 2004). Sarıçam kadar soğuk bir ortama, kızılçam kadar da sıcaklığa dayanıklıdır (Genç, 2004). Karaçam hastalıklara karşı dayanıklı bir türdür fakat doğal alanlarını terk ettiğinde bu yaklaşımı tartışmalı hale gelmektedir. Her ne kadar iklimsel aşırılıklara en dayanıklı ağaçlardan biri olsa da uzun süren kuraklıklar ve beklenenden çok soğuklar özellikle fidanlara zarar verebilmektedir (Odabaşı vd., 2004). Bulundukları doğal alanlarda rüzgarın etkilerine dirençli olsalar da doğal alanları dışındaki karaçamlar şiddetli rüzgar etkisinde devrilebilmektedir (Genç, 2004).

Tepe tacının genişliği, dal yoğunluğu ve yerden yüksekliği meşcere içerisine giren ışık miktarı üzerine etki etmektedir (Anşin ve Özkan, 1993). Dolayısıyla bu parametrelerin gençlik üzerindeki etkileri iyi araştırılmalıdır. Karaçam türü yaşlandıkça yuvarlanan ince bir tacı vardır. Ülkemizde bulunan karaçam türlerinde taç uzunluğu 3 m ile 20 m arasında değişmekteyken, dal sayısı 16 000 ile 170 000 arasında değişiklik göstermektedir (Alptekin, 1986). Karaçam türü sıkıca yere tutturan çok geniş ve sağlam diyebileceğimiz bir kök sistemine sahiptir (Anşin ve Özkan, 1993). Yumuşak ve derin topraklarda kazık şeklinde derinlere kök yaparken, sert ve sığ topraklarda ağ gibi yana doğru açılarak kök yapar ve toprağa tutunmaya çalışır (Akyürek, 2019). Kök yapısı sayesinde karaçamın erozyonla mücadelede önemi büyüktür.

2.1. Karaçam Türünün Yayılışı

Çok geniş bir alanda ve parça parça alanlar halinde dünyada ve Türkiye'de yer alan Karaçamın asıl yayılış alanı Güney Avrupa, Güney Karpatlar, Balkanlar, Kırım, Kıbrıs, Suriye, Afrika'nın kuzey batısı ile Cezayir, Fas ve Türkiye'dir (Euforgen, 2019) (Şekil 2.1). Dünya üzerinde doğal yayılış gösteren karaçamın beş tane alt türü bulunmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 2000). Bunlar;

- *Pinus nigra* Arnold. *subsp. nigra* (Avusturya Karaçamı)
- *Pinus nigra* Arnold. *subsp. laried* (Poiret) Maire (Korsika Karaçamı)
- *Pinus nigra* Arnold. *subsp. dalmatica* (Vis.) Franco (Dalmaçya Karaçamı)
- *Pinus nigra* Arnold. *subsp. salzmannii* (Dunal) Franco (Pirene Karaçamı)
- *Pinus nigra* Arnold. *subsp. pallasiana* (Lamb) Holmboe (Karaçam).



Şekil 2.1 Karaçam yayılış haritası (Euforgen, 2019)

Birçok bilim adamı karaçamın alt türleri arasındaki taksonların çok belirgin olmadığını ve belki de takson özelliği taşımayan çok küçük farkların olduğunu belirtmektedirler (Christensen, 1993). Karaçamın doğal ve yapay olmak üzere iki tane yayılma alanı vardır (Anşin ve Özkan, 1993). Doğal yayılma alanı Akdeniz iklimi etkisinde kalan iç kısımlardır. Bu sebeple doğal yayılımı Anadolu'nun belirli bir kısmı, Avrupa ve Afrika'dır (Anşin ve Özkan, 1993). Batıda İspanya ve Fas'tan doğuda Kıbrıs'a kadar yayılış göstermektedir. Kuzeyde dağılımı Avusturya'yı geçer ve Avusturya'nın 2 000 metreye ulaşan dağlarının eteklerinde bulunur (Zukrigl, 1999). Karaçamın yapay yayılma alanı çok geniştir. Neredeyse tüm dünyada orman ve park ağacı olarak ekilip dikilmiştir. Örneğin Amerika Birleşik Devletleri'ne ilk olarak 1759 yılında getirilmiştir ve tanıtılan ilk ağaç türlerinden biridir (Schütt vd., 2008).

Bu türün en çok bulunduğu bölge ise Türkiye'dir. OGM'nin verilerine göre ülkemizde 4,7 milyon ha karaçam vardır ve bunun 2,5 milyon hektarlık kısmı saf karaçam olarak bulunur (Odabaşı vd., 2004). Rakım olarak deniz seviyesiyle orman sınırına kadar geniş bir bölgede yer alırlar (Akyurek, 2019). Karaçamın yayılışında bir noktaya

dikkat çekmek gerekirse; Anadolu'nun kuzeyinde güney yamaçlarda, batısında doğuya bakan yamaçlarda, Toroslarda da kuzey yamaçlarda yayılış göstermektedir (Genç, 2004). Bu durum buralardan hakimiyeti elde ettiğini, denize bakan yamaçlarda ise diğer ağaç türleriyle rekabet yeteneğinde olmadığını göstermektedir (Aksoy, 1993). Ülkemizde bulunan Karaçamın alt türünün 4 varyetesi bulunmaktadır (Anşin ve Özkan, 1993). Bunlar;

- *Pinus nigra subsp. pallasiana. var. pallasiana* - Anadolu Karaçamı
- *Pinus nigra subsp. pallasiana. var. pyramidata* - Ehrami Karaçamı
- *Pinus nigra subsp. pallasiana. var. şeneriana* - Ebe çamı
- *Pinus nigra subsp. pallasiana. var. yaltırıkiana* – Büyük Kozalaklı Karaçam.

2.3 Karaçam Türünün Gençleştirilmesi

Karar verilen idare süresini doldurmuş ya da yapısı bozulmuş meşcerelerde, mevcut meşcerenin ortam koşullarına uygun şekilde genç bir orman topluluğuna dönüştürülmesi amacıyla yapılan planlı ve amaçlı silvikültürel uygulamalara gençleştirme denir (Genç, 2004). Karaçam için başarılı işletmeler şunlardır;

- Büyük alan tıraşlama işletmesi (BATİ)
- Etek şeridi ve şerit tıraşlama işletmesi (EŞTİ-ŞETİ)
- Büyük alan siper işletmesi (BASİ)
- Etek şeridi ve şerit siper işletmesi (EŞSİ-ŞESİ)

Ülkemizde, genellikle karaçam ormanlarında büyük, düzensiz sahaların olmasından dolayı şartlara en uygun gençleştirme metodu büyük alan siper işletmesidir (Genç, 2004). Siper işletmesi uygulanacak sahada öncelikle kesim anahtarı yapılmalı, sahanın cephe ve uzanış yönleri belirlenmelidir (Atay, 1990). Hazırlama kesimi, tohumlama kesimi, ışık kesimi ve boşaltma kesimi olmak üzere dört evreden oluşur. İlk önce tohumlama kesiminden en az üç en fazla beş yıl öncesinde hazırlama kesimi yapılmalıdır (Boydak ve Çalışkan, 2014). Müdahalede bulunulmuş, tahrip edilmiş gevşek yapıdaki meşcerelerde hazırlama kesimi yapılmadan direkt olarak tohumlama kesimi gerçekleştirilir (Odabaşı vd., 2007). Hazırlama kesimine ihtiyaç varsa; hazırlama kesiminden sonra kapalılık 0,7 - 0,8 oranında olması gerekir. Tohumlama

kesimi diri örtü istilasına karşı 0,6 kapalılığın altına düşmemeli veya hektarda 50-70 adet tohum ağacı üçgen öbekler halinde bırakılmalıdır (Odabaşı vd., 2004). Sonbahar döneminde yağışlar başlamadan önce tohumlama kesimi bitirilmeli ve toprak işlemesi yapılarak sahadan çıkarılmalıdır (Genç, 2004).

Tohumlama kesiminden sonra yeni gelen gençlik siperin altında ilk yıllarda ortama oldukça ayak uydurur (Odabaşı vd., 2007). Üç yılın sonunda gençlik üzerinde siperin olumsuz etkileri görülmeye başlar. Tohumlama kesiminin ardından 2-3. yılından itibaren ışık kesimi yapılmalı, gençliğin ışık ihtiyacı karşılanmalıdır (Genç, 2004). Normal şartlarda bir ışık kesimi yeterlidir ve fidanlar 5-6 yaşına eriştikten sonra boşaltma kesimi yapılabilir (Odabaşı vd., 2004). Ancak ışık kesiminin sonrasında gerçekleşen bol tohum yılından da yeni gençlik gelebilir. Hatta 5-6 yaşındaki gençlik boşaltma kesiminin ardından don boğması veya don atması sonucu zarar görebilir (Genç, 2004). Oluşan zarar sonrası gençliğin büyük çoğunluğu zarar görebilir ve gençlik kaybedilir. Bunun sonucunda yapay gençleştirme metotlarına başvurmak gerekir (Genç, 2004). Bu sebeple yetişme ortamının mümkün kıldığı mertebede gençleştirme çalışmalarının uygulandığı karaçam sahalarında 2-3 yıl bol tohum yılının ardından boşaltma kesimine gidilmelidir (Odabaşı vd., 2007).

Doğal gençleştirme koşullarından mahrum sahalarda tıraşlama işletmeleri, silvikültürcünün önündeki tek seçenektir (Genç, 2004). Orman mühendislerimizin, işletme şefliklerinde yeterince uzun bir süre kalamaması, orman işletmelerimizin ekstantif koşulları ve işgücü teminindeki dönemsel ve değişmeler sebebiyle, gençleştirme alanı 10-15 ha'dan büyük olduğunda; yerinde bir seçimle, zonlarda çalışılmaktadır (Genç, 2004). Genişliği en fazla 'etkin tohumlama mesafesi' kadar olan şerit/şeritler üzerinde gerçekleştirilen amacı gençleştirme olan bir işletme şeklidir (Genç, 2004). Uygulanacak sahaların eğim derecesi düşük, diri örtü istilası olmayan, kapalılığı normal ya da yandan tohumlama yeteneğine sahip olması gerekir. EŞTİ uygulanacak sahada öncelikle kesim anahtarı yapılmalı sahanın uzanış, cephe yönleri tespit edilmelidir Odabaşı vd., 2004. Karaçamda şerit genişliği 25-30 m olmalıdır (Saatçioğlu, 1979). Gençleştirme çalışmalarının 20 yılda tamamlanabilmesi amacıyla büyük sahalarda, meşcere kenarı da dahil olmak üzere meşcere içerisinde birkaç gençleştirme cephesi açılması gerekir (Odabaşı vd., 2004). Doğal gençlik alanı

makineyle çalışmaya elverişli ise pullukla değilse çapayla toprak işleme yapılması başarı oranını arttırır. Diri örtü istilası varsa fidanların yaşama koşullarının olumsuz yönde etkilenmemesi için alandan uzaklaştırılmaları gerekir (Genç, 2004). Kurak bölgelerde ölü örtüyü ortadan kaldırmak, toprak yüzeyinde mineral seviyesinin düşmesine dolayısıyla fidanların ölümüne yol açmaktadır (Çelik vd., 2002). Gençleştirmeye alınan sahadaki tıraşlama şeritlerinde gençliğin gelmesinden 2-3 yıl sonra bol tohum yılında bir sonraki şeritte veya şeritlerde (gerekmesi durumunda) tıraşlama kesimi yapılır (Odabaşı vd., 2007).

EŞSİ'de BASİ'ye benzer şekilde bir uygulama tekniği vardır (Genç, 2004). Tohum verimi hazırlık kesiminden sonraki üçüncü yılda istenilen düzeye çıkmakta ve bu durum dördüncü ve beşinci yıllarda da devam etmektedir (Genç, 2004). Bu genel olgu kapsamında gerekirse şerit veya birkaç şeritte; hatta, tohum verimi sekteye uğramayacaksa alanın tamamında öncelikle ve gerektiği kadar "hazırlık kesimi" yapılır (Odabaşı vd., 2004). Takiben bol tohum yıllarında "tohumlama kesimi"; ardından, "ışık kesimi/kesimleri" ve "boşaltma kesimi" gerçekleştirilir (Odabaşı vd., 2004). EŞSİ-ŞESİ'de öncelikle bir meşcerenin kenarı seçilir ve bu kenarda ilk şeritte siper vaziyeti oluşturulur. Meşcerenin kenar seçimi için "kesim anahtarı" yapılır (Genç, 2004). İlk açılan şeritte veya şeritlerde gençlik alana geldikten sonra, ihtiyaç varsa ışık kesimi/kesimleri yapılırken diğer şerit veya şeritlerde tohumlama kesimine devam edilir (Odabaşı vd., 2004). Elde edilen fidanlar biyolojik bağımsızlığına kavuştuğunda, boşaltma kesimi ile üst tabakası boşaltılır (Genç, 2004).

Kesim planı yapımı ve iş düzeni tesisi diğer metotlara göre daha karmaşıktır. Meşcere genişliği bağlamında, gençleştirme çalışmalarının, kararlaştırılan yaş sınıfları aralığında tamamlanabilmesi için, amenajman planı dönemi içinde yörede yaşanan "bol tohum yılı adedi" yeterli ise, her yıl bir şeritte gençleştirme yapılır (Odabaşı vd., 2004). Aksi halde, birden fazla müdahale cephesi ile çalışılır. Şerit genişliği, en fazla meşcere orta ağacının boyu kadardır (Genç, 2004). Meşcere içerisinde iki adet şerit açılarak çalışmaya başlanmalıdır. Ancak bu pek tavsiye edilen bir yöntem değildir. Tehlikeli rüzgarlara karşı ters istikametten açılan ilk şeridin yanında yaşlı bir meşcere bulunduğu takdirde veya birden fazla şeritte çalışıldığında, yaşlı meşcerenin gençlik üzerinde uzun yıllar sürecek baskısını en aza indirmek için, ilk şeridin / şeritlerin

genişliği 10-15 m daha fazla tutulur ve tıraşlama kesilen bu koruma şeridi yaşlı meşcere tarafında tesis edilir (Genç, 2004). Bu metotla yapılan tohumlama kesimi sırasında, kapalılık BASİ'de kararlaştırılan kapalılık derecesine göre, yaklaşık %10 daha az tutulur (Odabaşı vd., 2004). Zira yan etki de söz konusudur. Aksi halde, gençlik kısa sürede ilave ışığa ihtiyaç duyar ve gençlikteki kesme sürütme zayiatı artar. Kesim planı yapımı ve iş düzeni tesisi BASİ'ye göre daha karmaşıktır. Meşcere genişliği bağlamında, gençleştirme çalışmalarının yirmi yıl içerisinde tamamlanmış olması için, planlama dönemi içinde görülen 'yararlanılabilir bol tohum yılı' adedi yeterli ise, her bol tohum yılında bir şeritte gençleştirme yapılır (Odabaşı vd., 2004). Aksi durumda, birden fazla müdahale cephesi ile çalışılır. EŞSİ-ŞESİ ile tek tabakalı, aynı yaşlı ve genellikle saf meşcereler kurulur. Çünkü karışım yapılması durumunda olumsuz anlamda etkilenme söz konusu olacaktır (Genç, 2004).

Büyük Alan Tıraşlama İşletmesinde temel amaç, doğal gençlik alanının tamamında mevcut bitkisel taksonları biyolojik çeşitliliği koruma ilkelerine sadık kalarak uzaklaştırmak ve genç jenerasyonu bu alana getirmektir (Genç, 2004). BATİ gençleştirmeye alınan tüm sahaya uygulanabileceği gibi zon olarak ya da sahanın belirli noktalarına da uygulanabilir (Odabaşı vd., 2004). BATİ uygulanması sonucunda alana gelecek gençlik, ekim ya da dikim yoluyla getirilir. Orman ekosistemini aniden ortamdan çıkarmak birçok soruna yol açacağından, zonlar üzerinde gençleştirme yapmak daha uygundur (Genç, 2004). Bu nedenle gençleştirmeye alınması gereken sahalar önceden belirlenip plan dahilinde alınır (Ata, 1995; Odabaşı vd. 2007). Tıraşlama yapılacak sahada hakim rüzgar yönü önemli bir etkendir. Hakim rüzgar yönünün ters istikametinde kesime başlanmalıdır. Gençleştirme sahasında rüzgar devriği tehlikesi varsa rüzgar perdesi bırakılarak rüzgarın etkisi azaltılmalıdır. Diri örtü tehlikesi olan yerlerde 2-3 metre genişliğinde şeritler ya da tam alanda şeritler halinde temizleme çalışmaları yapılmalıdır (Genç, 2004).

BATİ, ülkemizde sadece çam türlerinde ve don tehlikesinin olmadığı sedir sahalarında uygulanabilir (Odabaşı vd. 2007). Genel olarak gençleştirme yapılan tıraşlama işletmesindeki ağaçlar alandan bütünüyle çıkarılır fakat ekonomik açıdan kıymetli gövdeler yetiştirmek ya da tıraşlama sonrası tohumdan gelen doğal gençlik oluşturmak

amacıyla belirli sayıda tohum ağacı bırakılabilir (Genç, 2004). Bu tür uygulamalar ‘gelecek tohum ağaçlarının korunmasıyla tıraşlama işletmesi’ ve ‘gelecek ağaçların korunmasıyla tıraşlama işletmesi’ olarak adlandırılır (Kalkan, 2017). Tohum ağaçlarının korunmasıyla uygulanan tıraşlama işletmesinde hektar başına 30-50 ağaç bırakılmalıdır. Tohum ağaçlarının korunmasıyla uygulanan tıraşlama işletmesi çam türünde ve don tehlikesinin olmadığı sedir sahalarında uygulanabilir. Bozuk ya da düzenli kuruluşlu ormanlarda uygulanabilir. Sahada bırakılacak ağaçlar optimal formda olmalıdır. Her gençleştirme metodunda olduğu gibi müdahale öncesi bol tohum yılına dikkat edilmelidir. Tohum ağaçlarının korunmasıyla uygulanan tıraşlama işletmesi, tıraşlama durumuyla siper durumunun birleşimi olarak da yorumlanabilir (Genç, 2004).

Homojen dağılıştaki orman kuruluşlarında sahaya eşit miktarda tohum ağacı bırakılırken bozuk yapıdaki orman kuruluşunda bu imkan yoktur (Genç, 2004). Bu işletme biçiminde nitelikli tohum ağaçları bırakılırken diğer ağaçlar tıraşlama kesimine tabi tutularak yapay gençleştirme çalışmaları alanda uygulanır. Bırakılan tohum ağaçları serbest durumdan faydalanarak iyi bir gelişimle bol tohum üretimi yapar (Odabaşı vd., 2007). Ağaçlar genellikle bol ışık aldıkları ve tepelerini geliştirdikleri zaman daha fazla tohum üretirler. Bundan dolayı tabii gençleştirme yapılacak meşceredeki ağaç tepelerinin gençleştirme öncesi serbest duruma getirilmesi tohum veriminde önemli derecede etkilidir (Yılmaz ve Özel, 2009). Gelecek ağaçların korunmasıyla uygulanan tıraşlama işletmesinde de hektarda 30-50 arasında ağaç bırakılmalıdır (Genç, 2004). Düzgün, dolgun, dalsız diyebileceğimiz tohumlama yeteneğine sahip ve aralama döneminde korunmuş ağaçlar olmalıdır. Seçilen bu ağaçlar, gençleştirilmesi yapılan alana yeni gelecek olan genç fidanlara zarar vermemesi amacıyla yangın yolları ve taşıma yollarına yakın kenarlarda bırakılmalıdır (Kalkan, 2017).

Işık ve yarı-ışık türlerin doğal gençleştirilmesinde yukarıda belirtilen metotlara ek olarak ‘Tohum Ağacı Yöntemi’ de kullanılabilir (Nyland, 1996). Bu yöntem alanda sadece tohumlama kapasitesine sahip düzgün ağaçları bırakarak genelleştirme alanının dengeli bir şekilde tohumlanmasını amaçlamaktadır (Daniel vd., 1979; Smith, 1986; Barnett ve Baker, 1991). Orman işletmeleri genellikle bu yöntemi bol tohum veren,

yetişme ortamını kolay bir şekilde gençleştiren tohumu uçma yeteneğine sahip veya hafif tohumlu türler için kullanılmaktadır (Genç, 2004). Serbest yetişme ortamına kavuşan tohum ağaçlarının fenotipik gelişimine katkı sağlar ve tohum ışık şiddeti, sıcaklık, toprak nemi ve arazinin diğer özellikleri gibi çevresel koşullara adaptasyonunda belirleyici bir etkendir (Cheyney, 1942; Schmidt vd., 1976). Tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemini kısaca şu şekilde tanımlayabiliriz. Tohum ağacı; gençleştirme için tohum kaynağı olarak alanda bırakılmış tek ağaçtır (Nyland, 1996). Tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemi; alana gelecek olan gençliğin oluşmasında etkili tohum ağaçlarının dışında, tüm ağaçların tek bir kesimle alandan çıkarılmasıdır (Kalkan, 2017).

BASİ'de olduğu gibi hazırlama kesimi, tohumlama kesimi ve boşaltma kesimi tohum ağacı doğal gençleştirme yönteminde de gençleştirme yapılacak alanda planlı bir şekilde uygulanmaktadır (Nyland, 1996). Yetişme ortamının olumsuz etkilerine karşı gençliğin siperlenmesi durumu tohumlama kesiminden sonra sahada bırakılan ağaç sayısı; tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemini BASİ'den ayıran bir yaklaşımdır (Kalkan, 2017). Tohum Ağacı Doğal Gençleştirme Yöntemiyle alanda bırakılan ağaçlar genellikle tohumlama amacıyla kullanılmaktadır (Nyland, 1996). Tohum Ağacı Doğal Gençleştirme Yönteminde başarıyı yakalayabilmek için hektarda 5-30 adet arası tohum ağacı bırakılır (Cheyney, 1942). Tohum ağacının alanda bulunma sayısı ve alana dağılışı, meşcere alanının koşullarına, gençleştirilen türün yetişme özelliklerine ve tohum ağaçlarının tohumlama kapasitesine bağlıdır (Kalkan, 2017). Örnek verecek olursak ABD ve Kanada'nın batısında bulunan melez ormanlarının gençleştirme çalışmalarında, hektarda 7 adet tohum ağacı bırakılırken (Schmidt vd., 1976) duglas göknarında bu sayı hektarda 15-20 tohum ağacı olarak değişmektedir (Seidel, 1983).

ABD'nin doğu bölgelerinde Pinus resinosa ve Pinus strobus için ise doğal gençlik alanında hektarda en az 7 en fazla 25 tohum ağacı bırakılmaktadır (Horton ve Bedell, 1960). Boşaltma kesiminde orman işletmecileri kısa dönemde az sayıdaki tohum ağacının yüksek bir ekonomik artı sağlayacağını düşünmediğinden dolayı genellikle yeni gelen gençliğe olumsuz etki etmeyecek şekilde tohum ağaçlarını kıymet artımına bırakmaktadırlar (Cheyney, 1942; Smith, 1986). Bazı durumlarda da orman

işletmecileri özellikle kaliteli tohum ağaçlarını uzun yıllar boyunca kesmeyerek ekonomik açıdan yarar sağlayacak hale geldikten sonra sahadan çıkarmaktadırlar (Cheyney, 1942). Tohum Ağacı Doğal Gençleştirme Yönteminde bazı türler genellikle serbest yetişme ortamı bulduğunda azmanlaşma eğiliminde bulunabilirler. Türün artım durumu ve azmanlaşma değişiklikleri silvikültürel karakterine ve çevre koşullarına bağlıdır (Nyland, 1996). Bu yöntemi Kalkan (2017) Eskişehir bölgesi Tandır mevkisinde karaçam türlerinde kullanmış ve başarılı bir sonuçlar elde etmiştir.

Yapay gençleştirme durumunda ise belirtilmesi gerekir ki, karaçam dikimlerinde, çapı en az 3 mm, boyu en az 6 cm olan 2+0 fidan kullanımı, silvikültürel başarı için zorunludur (Genç, 2004). Siper Altı Dikim isteğe bağlı olmayıp sadece zorunlu hallerde mecbur kalındığı için uygulanan bir metottur. Meşcerede doğal gençleştirme koşullarının kaybolmuş (kapalılığın 0,4 - 0,5'in altına düşmüş) olması siper altı dikim metodunu uygulamak için geçerli bir sebeptir (Genç, 2004). Dikimle sahaya gelecek fidanların muhtemel don zararından korunması, plantasyon yapılacak taksonların fidanlarının olası sıcaklık-kuraklık zararlarından ve güneş ışığının zararlarından korunması, zararlı diri örtü oluşumuna engel olmak ve böylece plantasyon yapılacak taksonların fidanlarını muhtemel diri örtü istilasından korumaktır (Odabaşı vd., 2004). Arazi hazırlığı sırasında, bütün hastalıklı gövdelerle birlikte kaba dallı, geniş tepeli bireyler de kesilir imkanlar ölçüsünde, getirilecek türün veya türlerin dikilen fidanlarının takip eden 3-5 yıl içinde ihtiyaç duyacakları ışık miktarı dikkate alınarak, kapalılık derecesi ayarlanır (Genç, 2004). Mevcut topografik koşulların ve vejetasyonun gerektirdiği arazi hazırlığı ve toprak işleme işlemleri gerçekleştirilir. Gerekirse bu amaca uygun denetimli yakma da yapılabilir.

Arazi hazırlığının ardından dikime geçilir plantasyon çalışmalarında yetişme ortamının ekolojik durumu, gençleştirme amacı ve türünün/türlerin ekolojik istekleri bağlamında kararlaştırılan zamanlama ve yöntemler kullanılır (Genç, 2004). Genellikle ikinci sınıf fidan kullanılır ve sık dikim esastır. Siper altı dikimde de diri örtüyle mücadele önemlidir. Dikilen fidanlar biyolojik bağımsızlıklarını elde edinceye kadar ilave ışığa ihtiyaç duyarlarsa, deformasyonu önlemenin ötesinde fidanların büyüme enerjilerinden en üst düzeyde yararlanmak için, genellikle bir defayla sınırlı kalan ışık kesimi de yapılabilir (Odabaşı vd., 2004). Biyolojik bağımsızlığına kavuşan

fidanların üzerindeki siper ağaçları, son ışık kesimi olan ‘‘boşaltma kesimi’’ ile tamamen alandan çıkarılır. Boşaltma kesimi, siper ağaçları bulunarak mümkünse kışın kar üzerinde yapılmalıdır. Daha iyi bir yöntem ise mekanizasyondur. İhtiyaç duyulan siperin kurulması, mevcut vejetasyonla mümkün değilse, siper altı dikim öncesinde alanda ‘’ön tesis’’ kurulması gerekir (Odabaşı vd., 2004). Ön tesis için huş, titrek kavak, söğüt, kızılağaç gibi hem hızlı gelişen hem de açık alan koşullarına dayanıklı türler kullanılır (Genç, 2004). Ön tesis 10-20 yıl içerisinde istenilen seviyeye gelirse, bunların siperinde siper karıştırılmasında da kullanılmaktadır. Bu amaçla, örneğin saf veya saflaştırılmış karaçam, sarıçam ve ladin meşcerelerinde, yetişme ortamının izin verdiği yerlerde gruplar halinde kayın diğer yapraklı ve ibreli türle karıştırılabilir. Karışık meşcere kurmak silvikültürcülerin mümkün olduğunca uygulamak istediği yöntemdir. Ancak bu konuda aşırıya kaçılmamalı orijinali neyse o yöntem uygulanmalıdır (Genç, 2004).

2.4 Çimlenme ve Büyüme Üzerine Etki Eden Faktörler

Fidanın gelişimi tohumun çimlenmesi ile başlar. Çimlenme tamamlandığında başlayan fidan büyümesi, köklerde ve filizlerde hızlı bir büyümeye ve fotosentetik bir fidanın oluşmasına işaret eder. Fidanların büyümesi fidanın yaşam döngüsündeki dönemi kapsar. Radikülün tohum kabuğu boyunca ortaya çıkmasıyla, fidanı tohum içindeki depolanan enerjiden bağımsız hale getirmek için yeşil yaprakların ortaya çıkmasıyla başlar. Yani fidan fotosentez yapmaya başladığında, artık tohumun içindeki enerji rezervlerine muhtaç değildir. Tohum büyümesinin düzenlenmesi hücresel düzeyde gerçekleşir.

Meşcere içerisindeki mikro iklim koşulları fidanların büyümelerini ve hayatta kalmalarını etkilemektedir (Mason vd., 2004; Altun vd., 2007). Meşcere içi mikro iklim koşulları ise meşcerenin sıklığından ve yapısından etkilenmektedir (Assenac, 2000; Lhotka ve Loewenstein, 2008). Dolayısıyla, meşcere sıklığı, meşcere yapısı, mikro iklim koşulları ve fidanlar arasındaki karşılıklı ilişkilerin bilinmesi, fidanların uygulanan silvikültürel bir müdahale karşısında ne tür gelişme gösterebileceklerinin tespitine yardımcı olmaktadır.

Meşcerenin yapısı ve sıklığı gençleştirme başarısı üzerinde etkili olan en önemli etkenler arasındadır. Orman mühendisleri meşcerelerin sıklığı ile yakından ilgilenmektedirler. Meşcere yapısını ve sıklığını tanımlayan farklı değişkenler mevcuttur (Lhotka ve Loewenstein, 2008). Bunlardan birincisi meşceredeki GYA'dır. GYA ölçümü ve hesaplaması kolaydır. Meşcere GYA meşceredeki büyüme ortamının kullanım derecesini çok iyi yansıttığı bilinmektedir (Günel, 1981). Bu sebeple ormancılıkta kullanımı oldukça yaygındır. GYA meşcere içinde tohum çimlenmesini ve fidanların gelişme ve büyümesini engelleyebilmektedir (Kara vd., 2017). GYA'nın en iyi sıklık ölçü birimi olup olmadığı bilim adamları tarafından tartışma konusu olmuştur (Gingrich, 1967). Gingrich (1967) ve Kara (2015) yaptıkları çalışmalarda meşcere sıklığının, GYA'na kıyasla, meşcere stoğu ile daha doğru tanımlandığını tespit etmişlerdir.

Mutlak meşcere sıklık ölçü birimleri yanında nispi sıklık ölçü birimleri de mevcuttur. Nispi sıklık ölçümleri, mutlak bir sıklığı referans bir değerle karşılaştırarak meşcerenin sıklığı hakkında ek bilgiler sağlar. Örneğin, belirli bir ağaç türünün bir hektar alandaki sayısının hektar başına maksimum ağaç sayısına oranı nispi bir sıklık ifadesidir. Meşcere stoğu (%) nispi sıklık ölçüm birimlerinden biridir (Gingrich, 1967), tohumun çimlenmesi ve fidanların büyümesi üzerinde rol oynamaktadır. Meşcere stoğunun gençlik üzerine etkisi konusunda çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Kara, 2018a).

Meşcere içerisine giren ışık (Fotosentetik Aktif Radyasyon-PAR) miktarı da gençleştirme başarısı için önemli bir kriterdir. PAR, bir saniye boyunca bir santimetre kare alana düşen ışığın parçacıklarının sayısını ifade etmektedir. PAR bitkilerin fotosentez yapabildikleri 400-700 nm dalga boyu arasındadır. Özellikle Karaçam gibi ışık ihtiyacı olan türlerde PAR ölçümleri kullanılarak tespit edilen (GIM) (%) da tohum çimlenmesi ve fidan büyümesi üzerine etki eden bir meşcere değişkeni olarak kabul edilmektedir. GIM'nın da meşcere yapısının tanımlanmasında kullanılan güçlü bir değişken olduğu bilinmektedir (Breda ve Grainer, 1996). Kara ve Topaçoğlu (2018a) sarıçam (Pinus sylvestris L.) üzerinde yaptıkları bir çalışmada, meşcere içerine giren ışık yüzdesi ile boy ve kök boğaz çapı büyümesi arasında anlamlı bir ilişki tespit etmişlerdir. Farkli bir çalışmada, meşcere içerisine giren ışık yüzdesinin

gölge ağacı olan göknar gençliğinin de boy ve kök boğaz çapı büyümesine etki ettiği belirlenmiştir (Kara ve Topaçoğlu, 2018b).

2.5 Karaçamın Gençleştirilmesi Üzerine Yapılmış Çalışmalar

Karaçam hem ülkemizde hem de dünya üzerinde geniş alanlara yayılan bir ağaç türüdür. Türün ekolojik ve ekonomik değere sahip olması sebebiyle araştırmacılar tarafından birçok araştırmaya konu olmuştur. Ülkemizde de karaçamın doğal gençleştirilmesi üzerine başarılı çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda çeşitli faktörlerin doğal gençleştirme başarısı üzerine olan etkisi gözlemlenmiştir.

Çelik vd. (2000), gençleştirme çağındaki karaçam meşcerelerinde bonitet, bakı, kapalılık ve toprak işlemenin doğal gençleştirme üzerine etkilerinin incelenmesi için 1991-1999 yıllarında Tavşanlı, Simav, Bayındır, Yatağan ve Yılanlı Orman İşletme Müdürlükleri sahalarında bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak, kötü yetişme ortamına sahip sahalarda kapalılığın yeterince korunması gerekirken iyi yetişme ortamına sahip sahalarda kapalılık yönünden bir fark olmadığı, kuzey bakılarda gençleştirme sorununun fazla olmadığı güney bakılarda ise en yüksek verimin alınacağı bir çalışma yapılması gerektiği öngörülmüştür. Kapalılık bakımından güney bakılarda sık, kuzey bakılarda gevşek olanların iyi sonuçlar verdiği saptanmıştır.

Başka bir çalışmada, Afyon Orman İşletme Müdürlüğü içerisinde BASİ yöntemiyle altı adet saf karaçamı meşcerelerinde fidan sayımı yapılarak gençlik durumu değerlendirilmiştir (Güner, 2001). Çalışmada gençliğin en fazla görüldüğü durum tohumlama kesimi yapılan yıl gelmesine rağmen ikinci bol tohum yılında ve orta tohum yılında da, doğal gençleştirme başarısını artırabilecek değerlerde gençliğin geldiği tespit edilmiştir. Bu sayede, gençleştirmenin başarı durumunu artırmak için, ikinci bol tohum yılından sonra ışık kesimine başlanması gerektiği vurgulanmıştır.

Altun vd. (2007), Uşak Murat Dağı yöresinde yapılan bir çalışmada karaçam, sarıçam, kızılçamın aynı yetişme ortamında verimliliklerinin nasıl bir değişim gösterdiğini ve bu değişimde etkili olan faktörlerin neler olduğunu tespit etmeyi amaçlamışlardır.

Sonuç olarak verimlilik üzerinde karaçam yetişme koşullarında kil, kum, toz ve pH'ın etkili olduğu belirlenmiştir.

Yılmaz ve Kalkan (2019) tarafından, 2015-2016 yıllarında Eskişehir-Tandır mevkiinde karaçam meşceresinde Tohum Ağacı Doğal Gençleştirme yöntemiyle gençleştirme çalışmaları araştırılmıştır. Çalışma sonucunda düşük bonitetli sahada kısmen başarılı bir sonuç alınmıştır. Başarı tohum takviyesiyle gençleştirme başarısının artırılabileceği vurgulanmıştır.

Doğal gençleştirme çalışmalarında tohum eksikliğinden dolayı başarı düşebilmektedir. Böyle durumlarda tohumlama ile gençleştirme başarısı artırılabilmektedir. Buna paralel olarak fidan morfoloji üzerinde hangi faktörlerin etkili olduğu konusunda da çalışmalar yapılmıştır. Çetinkaya ve Deligöz (2012) karaçamda yerinde kök kesimlerinin fidan morfoloji üzerinde etkililerini gözlemlemiş. Çalışma Eğirdir Orman Fidanlığı'nda yapılmıştır. Elde edilen verilere göre yerinde kök kesimlerinin fidan morfolojik özelliklerinin üzerinde bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Kuzugüdenli ve Kaya (2012), yaptıkları çalışmada Isparta'da Manyetik Alanın Karaçam tohumları üzerindeki etkilerini gözlemlemiştir. Tohumlar Manyetik Alan (MA) muamelesi için hareketli bir zeminde saniyede 1 metre yol alan 3.8-4.8 mT'lık bir MA şiddetine maruz bırakılmıştır. Araştırmalar sonucu, çimlenme yüzdeleri Manyetik Alanda uygulanan tohumlarda kök uzunluklarında, fidecik boylarında ve çimlenme yüzdelerinde anlamlı ilişkiler olduğu saptanmıştır.

Bir başka çalışmada Parlak ve Güner (2017) Eskişehir Orman Fidanlığında yaptıkları çalışmada mikrobiyal gübre uygulanan 2+0 yaşlı karaçam fidanlarında, mikrobiyal gübre uygulanmayan fidanlara göre istatistiki bakımdan aralarında bir fark olmadığını ortaya çıkarmışlardır. "Genetik Çeşitliliğin Yerinde Korunması Projesi" kapsamında Kazdağları'nda gerçekleştirilmiştir (Velioğlu vd., 1998), Bu çalışma. Çalışmalar sonucu, popülasyonların genetik mesafe ve genetik çeşitlilik değerlerine bakılarak üç farklı alanda genetik açıdan popülasyonlarının farklı olduğu belirlenmiş ve bu alanlar "Gen Koruma ve Yönetim Alanı-GEKYA" olarak önerilmiştir.

Fidan dikimi hem doğal gençleştirme çalışmalarında tamamlama ihtiyacı duyulduğunda hem de yapay gençleştirme çalışmalarında kullanılır. Dikim yapılan fidanın dikilen ortama uyum sağlaması, büyüme ve hayatta kalması oldukça önemlidir. Bu sebeple, fidanların dikimden sonra başarısı üzerine de çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Özel vd. (2010) Devrek-Akçasu yöresinde toplam yağış miktarının ve bir önceki yıl vejetasyon dönemine ait ortalama yüksek sıcaklık değerlerinin karaçam ağaçlandırmalarında bir sonraki yılda olan boy artımı üzerindeki etkileri araştırmıştır. Korelasyon analizi kullanılmıştır. Türün vejetasyon dönemindeki sıcaklık ve yağış değişkenlerinde meydana gelen değişimlere karşı daha duyarlı olduğu saptanmıştır.

Polat vd. (2014) Mersin/Kuzboğazı mevkinde yaptıkları çalışmada karaçam ve sedir ağaçlandırmalarında türlerinin farklı iklim ve yükselti kuşağı, anakaya, bakı ve farklı meşcerelerdeki boy gelişmeleri değerlendirilerek, yetişme koşulları ile ilişkileri araştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre Doğu Akdeniz Bölgesi'nde, kuzey bakılarda karaçamın ve güney bakılarda ise sedirin yetiştirilmesi tavsiye edilmiştir.

Toprak vd. (2013), Eskişehir Orman Bölge Müdürlüğü'nün (Mihalıççık/Eskişehir, Sobran/Kütahya ve Taşoluk/Afyon) ağaçlandırma sahalarında bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada büyüme dönemi sonundaki tutma ile dikim sırasındaki boy ve çap değerlendirilmesi yapılmıştır. Kök boğaz çapı 12 cm olan karaçam fidanlarının yaşamlarını devam ettirdikleri gözlemlenmiştir.

Bir başka araştırmada Eskişehir Orman Fidanlık Müdürlüğü serasında karaçam fidanlarına farklı miktarda potasyum uygulanarak, potasyumun fidanlar üzerindeki gelişimine katkısı incelenmiştir (Çömez ve Gezgin, 2019). Sonuçlar Kruskal-Wallis ve ANOVA testi ile değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Araştırmalar sonucu karaçam fidanlarında potasyum uygulamasıyla boy ve çap gelişimi daha iyi, yan kök sayısı ise daha fazla olan fidanlar yetiştirilerek yarı kurak ve kurak sahalarda başarının artırılabileceği vurgulanmıştır.

Fidanlarda tutma başarısının bir göstergesi de yaprak alanıdır. (Öner ve Çakır, 2006). tarafından gerçekleştirilen çalışmada yaprak alanı endeksi değeri ve bitki yaprak alanının Çankırı Eldivan Orman Fidanlığında karaçam ve sarıçam fidanlarında

yaprağın boy, çap, ağırlık artımı ve hacim üzerindeki etkileri varyans analizi yöntemi kullanılarak araştırılmıştır. Araştırma sonucunda karaçam ve sarıçamın ışık istekleri göz önünde bulunarak değerlendirildiğinde yaprak alanı indekslerinin ve yaprak alanının karaçamda sarıçama göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Sarıçamın karaçama göre daha iyi boy, çap, hacim ve ağırlık artışı gösterdiği belirlenmiştir.

Başka bir çalışmada ise Isparta-Eğirdir bölgesinde Karaçam ve Toros sediri fidanlarında yaprak alanı değeri ile dip çap ve boy artımı ilişkisi incelenmiştir (Carus ve Çatal, 2005). Yapılan çalışmalar sonucunda yaprak miktarı ile çap ve boy artımı arasında parabol biçimde bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Sıvacıoğlu vd. (2004) tarafından yapılan çalışmada, Kastamonu-Gölköy'de bulunan Ehrami Karaçam Gen Koruma Ormanı'ndan 3 ayrı ortetten alınan aşı materyalleri, 3+0 ve 2+0 altlıklara yanaştırma ve yarma aşı ile uygulanmıştır. Mart ayında yapılan bu uygulama sonucunda yanaştırma aşıda %36,7, yarma aşıda %65 oranında başarı sağlanmıştır.

Çılgın vd. (2007) tarafından Kastamonu-Hanönü ilçesinde bulunan Karadere orijinli 9 yaşındaki karaçam tohum bahçesinde kozalak, tohum ve fidecik özelliklerinin klonal varyasyonu araştırılmıştır. Bu maksatla; bahçeyi oluşturan 30 klonda kozalak bağlama yüzdeleri, kozalak sayısı rastgele seçilen 9 klonda ise kozalak boyu, kozalak ağırlığı, kozalak eni, kozalaktaki tohum sayısı, çimlenme hızı, çimlenme yüzdesi, 1000 dane ağırlığı, hipokotil boyu kotiledon sayısı ve kökçük boyu hesaplanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre tohum hasadı için erken olduğu tohum toplamının ekonomik anlam taşımadığı, genetik bakımdan kaliteli tohumların üretilmeyeceği saptanmıştır. Bu konuda farklı araştırmalar yapılması gerektiği vurgulanmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Çalışma Alanı

Bu tez çalışmasındaki arazi çalışmaları Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Araç Orman İşletme Müdürlüğü Araç Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde seçilen iki farklı sahada gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1). Seçilen çalışma sahalarından birisi "çimlenmelerin meydana geldiği alan", ikinci ise "gençlik sahası" olarak tanımlanmıştır. Çalışmanın gerçekleştirildiği bölgede yıllık ortalama sıcaklık 11°C ve yıllık toplam yağış ortalaması ise 475 mm'dir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2013).

Çimlenmelerin meydana geldiği alan Araç Orman İşletme Şefliğinin 160 numaralı bölmesidir. Bölmenin koordinatları 41° 16' 34.08'' N, 33° 18' 45.39'' E' dir. Sahanın meşcere tipi Çkc3 meşceresidir (Şekil 3.2). çimlenmelerin meydana geldiği alanın büyüklüğü yaklaşık olarak 1,3 hektar olup 1040 m rakımda bulunmaktadır. Bu saha karaçamın geçiş zonunda bulunmaktadır. Çimlenmelerin meydana geldiği alanın ortalama eğimi ise %17'dir. Sahanın baskın toprak tipi kumlu balçık iken çürüntü tabakası beş cm, iskelet muhtevası ise az taşlıdır. Çimlenmelerin meydana geldiği alanda diri örtüde yoğun biçimde otsu vejetasyon ve çalı formlu türler yayılış göstermektedir. Yaş sınıfı dört olan bu bölme boniteti de dörttür. Çimlenmelerin meydana geldiği alanda 2018 yılında tohumlama kesimi yapılmış olup 2018 yılında 36 adet ağaç damgalanmış ve 30 852 m3 eta alınmıştır.

Gençlik sahası ise aynı işletme şefliğinin 30 nolu bölmesidir ve 41° 19' 60'' N, 33° 21' 23'' E koordinatlarında bulunmaktadır. Meşcere tipi Çkcd2 meşceresidir (Şekil 3.3). Gençlik sahasının alanı yaklaşık 3,2 hektar olup 1160 m yükseltide bulunmaktadır. Çimlenmelerin meydana geldiği alan olduğu gibi bu saha da geçiş zonunda bulunmaktadır. Gençlik sahasının ortalama eğimi yaklaşık olarak %30'dur. Sahanın dominant toprak tipi kumlu balçık ve çürüntü tabakası yedi cm iken, iskelet muhtevası az taşlıdır. Sahada diri örtüde ise ardıç (Juniperus), meşe (Quercus) yanında otsu ve çalımsı türler de bulunmaktadır. Yaş sınıfı altı olan bu meşcerenin boniteti ise üçtür. Gençlik sahasında 2014 yılında tohumlama kesimi gerçekleştirilmiş, 68 adet

ağaç damgalanmış ve yaklaşık olarak 42 655 m3 eta alınmıştır. Sahada tohumlama kesimi sonrasında her hangi başka bir silvikültürel müdahalede yapılmamıştır.



Şekil 3.1 Çalışma sahalarının lokasyonu



Şekil 3.2 2018 yılında tohumlama kesimi yapılan çimlenmelerin meydana geldiği alan ve 2019 yılında gözlemlenen karaçam çimlenmeleri



Şekil 3.3 2014 yılında tohumlama yapılan gençlik sahası ve 2019 yılındaki karaçam gençliklerinden görüntüler

3.2 Çalışma Dizaynı

Hem çimlenmelerin meydana geldiği alanda hem de gençlik sahalarında 15'er adet 100 m2 (10 x 10 m) büyüklüğünde kare şeklinde örnek alanlar 2019 yılında rastsal olarak tesis edilmiştir. Her ne kadar örnek alanların lokasyonu rastgele seçilmiş olsa da, alanın genelini temsil edecek dağılımda olmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca, her 100 m2'lik örnek alanları içerisinde ışık ve fidan ölçümlerinin gerçekleştirildiği üç adet 10 m2 büyüklüğünde ölçüm parselleri rastgele yerleştirilmiştir.

3.3 Yapılan Ölçümler

Hem çimlenmelerin meydana geldiği alan hem de gençlik sahasındaki her 100 m2'lik örnek alanları içerisindeki ağaçların d1.3 çapları şerit çap ölçer kullanılarak ölçülmüştür (Şekil 3.4). Ölçümü yapılan ağaç türleri de kayıt edilmiştir. Ağaç çap ölçümlerinden faydalanılarak seçilen meşcere yapısı değişkenlerinden GYA hem çimlenmelerin meydana geldiği alan hem de gençlik sahası için hesaplanmıştır. GYA

hesaplamaları için öncelikle aşağıdaki GYA formülü (Formül 3.1) kullanılarak her ağacın GYA hesaplanmıştır, daha sonra GYA hektara dönüştürülmüştür.

$$\text{GYA} = \pi.(\text{Çap}/200)^2 \qquad [3.1]$$



Şekil 3.4 Örnek alanlardaki ağaçların d1.3 çaplarının ölçülmesi

Meşcere stoğu hesaplamaları için, öncelikle hem çimlenmelerin meydana geldiği alan hem de gençlik sahasındaki her 100 m^2'lik örnek alan için hektardaki ağaç sayısı ve ortalama ağaç çapı hesaplanmıştır. Daha sonra hektardaki ağaç sayısı, GYA ve ortalama çap kullanılarak örnek alanlara ait meşcere stoğu hesaplanmıştır. Meşcere stoğunun hesaplanmasında karaçam için daha önce tespit edilen aşağıdaki ortalama maksimum meşcere sıklığı formülü (Formül 3.2) kullanılmıştır (Kara, 2018b).

$$log_e(N_T) = 5.344 - 1.649.log_e(Çap) \quad [3.2]$$

Formülde NT hektardaki ağaç sayısını temsil etmektedir. Bu formül %100 meşcere stoğunu temsil etmektedir. Meşcere stoğunun 100% olması, meşceredeki ağaçların ancak hayatta kalabilecek kadar büyüme alanına sahip olduğu ve doğal gövde ayrılmasının yüksek olduğu anlamına gelmektedir (Gingrich, 1967). Her bir örnek alan için meşcere stoğunun hesaplanması amacıyla öncelikle örnek alana ait ortalama meşcere çapı yukarıda verilen formülde yerine konularak bu çapa ait maksimum ağaç sayısı / ha hesaplanır. Diğer bir ifadeyle, bu ortalama çap sınıfında hektarda kaç adet ağaç ile %100 meşcere stoğuna ulaşıldığı hesaplanmış olur. Daha sonra örnek alana ait hektardaki ağaç sayısının %100 meşcere stoğuna ait ağaç sayısına (yani maksimum ağaç sayısına) bölünmesiyle her iki sahaya ait her örnek alan için meşcere stoğu (%) belirlenmiştir.

Her 100 m2'lik örnek alana ait GIM değerlerinin belirlenmesi amacıyla, öncelikle örnek alanlar içindeki üç adet 10 m2 büyüklüğündeki örnek alan PAR ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.5). Bu üç PAR öçlümünün ortalaması alınarak, her 100 m2'lik örnek alana ait ortalama PAR değerleri elde edilmiştir. Daha sonra orman dışındaki açık alanda bir PAR ölçümü daha yapılmıştır. Sonrasında her örnek alana ait GIM değerleri aşağıdaki formül (Formül 3.3) yardımıyla (yani meşcere içindeki PAR değerinin açık alandaki PAR değerine oranı) hesaplanmıştır. Bu ölçüm ve hesaplamalar hem çimlenmelerin meydana geldiği alanda hem de gençlik sahasında gerçekleştirilmiştir. PAR ölçümleri için CI-110 Plant Canopy Imager (CID Bio-Science Inc., Washington, USA) markalı PAR ölçüm cihazı kullanılmıştır.

$$\text{GIM } (\%) = \frac{\text{Deneme parselinin ortalama PAR değeri}}{\text{Açık alandaki PAR değeri}} \text{ x } 100 \quad [3.3]$$



Şekil 3.5 Çalışma sahalarında deneme parsellerinde PAR ölçümlerinin gerçekleştirilmesi

Çalışmada çimlenme sahasında, her 100 m2'lik deneme parseli içerisindeki fidan sayımı 10 m2'lik ölçüm parsellerinde sayılmıştır (Şekil 3.6). Önceki yıllara ait bireyler sayıma dahil edilmemiştir. Elde edilen sayılar hektara çevrilerek deneme parsellerine ait hektardaki fidan sayısı tespit edilmiştir.



Şekil 3.6 Çimlenme sahasındaki deneme parsellerinde karaçam çimlenmelerinin sayımı.

Çalışmada gençlik sahasındaki her 100 m2'lik deneme parseli içindeki 10 m2'lik ölçüm parsellerinde bir adet karaçam fidanı rastgele seçilmiştir. Seçilen fidanların 2014 yılındaki tohumlama kesiminden sonra gelmiş olmasına dikkat edilmiştir. Fidanların yaş tespiti boğum sayıları yardımıyla tahmin edilmiştir. Daha sonra seçilen fidanın kök boğazı çapı (KBÇ) dijital kumpas yardımıyla ölçülmüştür (Şekil 3.7). Ayrıca seçilen her fidanın boyu da cetvel yardımıyla ölçülmüştür (Şekil 3.7). Deneme parsellerindeki üç adet 10 m2'lik ölçüm parsellerinde ölçülen KBÇ ve fidan boyu ölçümlerinin ortalaması alınarak deneme parsellerine ait ortalama KBÇ ve ortalama fidan boyu elde edilmiştir.



Şekil 3.7 Gençlik sahasında karaçam fidanlarının KBÇ ve boy ölçümü

3.4 İstatistiksel Analizler

Meşcere yapısı değişkenleri (yani GYA, GIM ve Meşcere Stoğu) arasındaki karşılıklı ilişkiler "Rastgele Etkiler Modeli" (Random Effects Model) regresyon analizi yardımıyla test edilmiştir. Meşcere değişkenleri ile çimlenme sahasındaki hektardaki çimlenme sayısı arasındaki ilişkiler tespit etmek amacıyla "Random Effect Poisson Regression" analizi kullanılmıştır. Eğer regresyon analizinin bağımlı değişkeni sayılabilen bir değişken ise (çimlenme sayısı gibi), Poisson Regresyon analizinin kullanılması tavsiye edilmektedir (Rodriguez, 2007). Meşcere yapısı değişkenleri ile gençlik sahasındaki karaçam fidanlarının KBÇ ve boy büyümesi arasındaki ilişkiler "Rastgele Etkiler Doğrusal Regresyon Modeli" (Random Effects Linear Regression) yardımıyla elde edilmiştir. Bu istatistik analizlerde deneme parselleri "rastgele etkiler" (random effects) parametresi olarak seçilmiştir. Verilerin normal dağılımda ve homojen olup olmadığı "Residual" analizi kullanılarak gözlemlenmiştir. Sonuç olarak bu model varsayımlarından herhangi bir sapma tespit edilmemiştir. Hangi meşcere yapısı değişkeninin karaçamda çimlenme ve fidan büyümesinde daha etkin olduğunu belirlemek için ise elde edilen regresyon denklemlerinin R2 değerleri kullanılmıştır.

Çalışmada yapılan bütün istatistik analizler R-istatistik programı (R Development Core Team, 2010) yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Analizlerde programın “lme” ve “glme” analiz paketleri kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

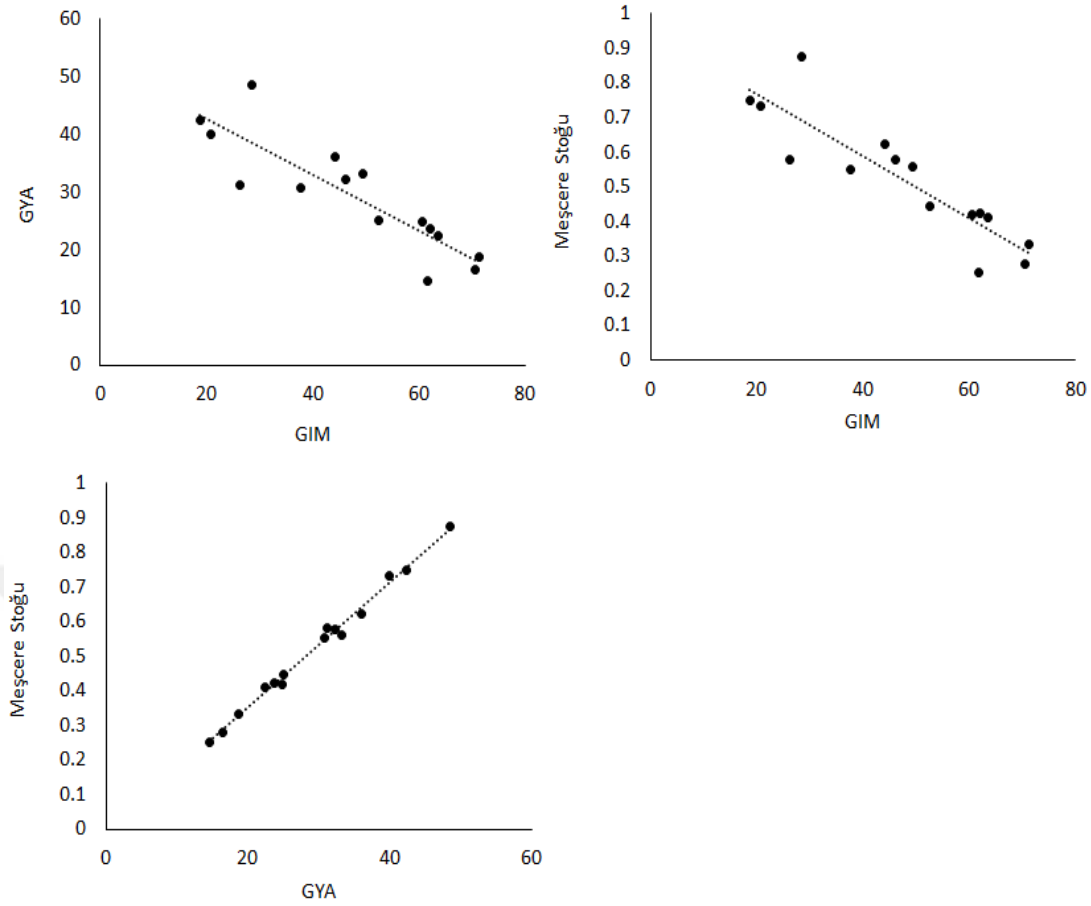
4.1 Meşcere Değişkenleri ile Çimlenme Arasındaki İlişkiler

Tablo 4.1 çimlenme sahasındaki deneme parsellerinin meşcere yapısı değişkenlerine ait açıklayıcı verilerini vermektedir. Çimlenme sahasındaki ortalama GYA alanı 29,3 m^2/hektardır (Tablo 4.1). Sahanın ortalama meşcere stoğu ise % 52 iken, ortalama GIM % 47,6 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1 Çimlenme sahasındaki deneme parsellerine ait istatistiksel bilgiler

Meşcere Yapısı Değişkenleri	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
GYA (m^2/ha)	14,5	48,5	29,3	9,47
Meşcere Stoğu (%)	25	87	52	17
GIM (%)	18,7	71,3	47,6	17,2

Çalışmada çimlenme sahasında GYA ile GIM arasında istatiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). GYA'nın arttıkça GIM'nın azalmakta olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1). Benzer bir ilişkinin meşcere stoğu ile GIM arasında da var olduğu gözlemlenmiştir ($p<0,05$). Meşcere stoğunun arttıkça GIM'nın azalmakta olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.1). Deneme parsellerine ait meşcere stoğu değerleri deneme parsellerinin GYA değerlerinden elde edildiği için, GYA ile meşcere stoğu arasında da beklendiği üzere yüksek bir korelasyon elde edilmiştir ($p<0,05$) (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Çimlenmelerin meydana geldiği alandaki meşcere yapısı değişkenleri arasındaki karşılıklı ilişkiler

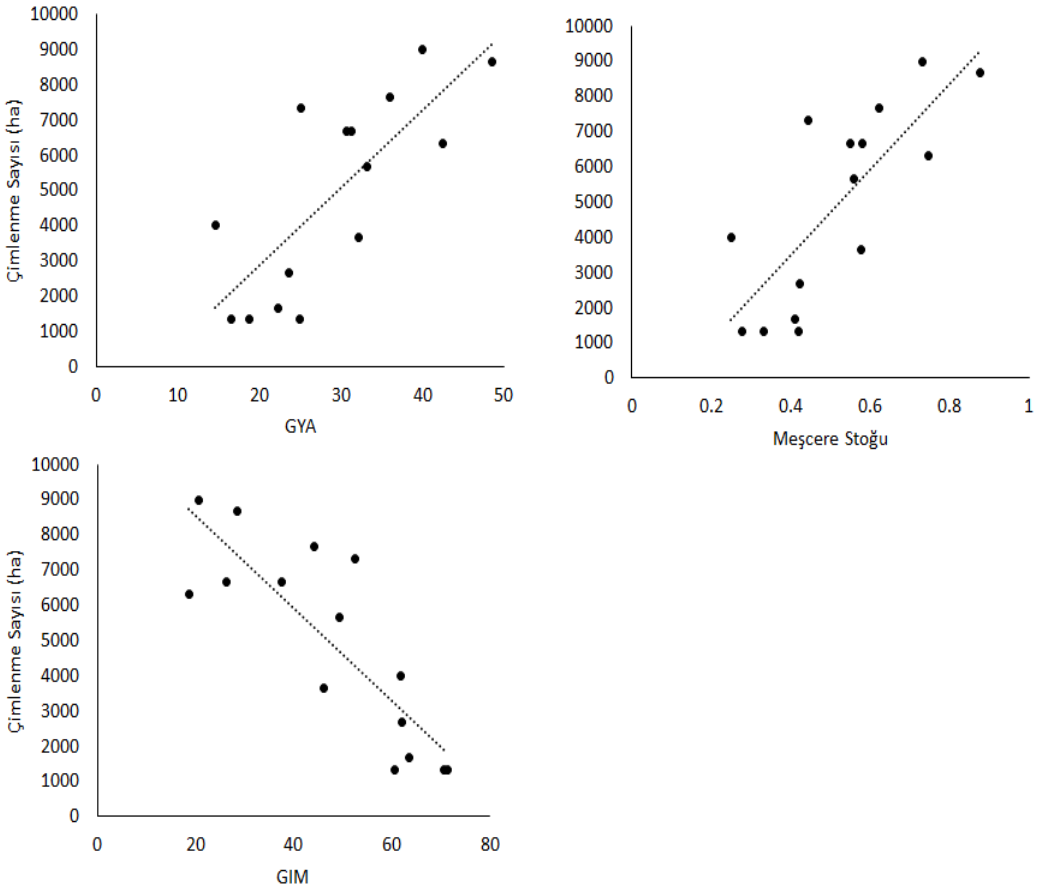
Çalışmada çimlenmelerin meydana geldiği alana ait hektardaki ortalama fidan sayısı 4 933 olarak belirlenmiştir. En düşük fidan sayısı 1 333 / hektar ile 2. örnek alana, en yüksek fidan sayısı ise 9 000 / hektar ile 12. örnek alana aittir. Seçilen meşcere yapısı değişkenleri (yani GYA, GIM ve meşcere stoğu) ile çimlenmelerin meydana geldiği alandaki karaçam çimlenme sayıları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$) (Tablo 4.2). Diğer bir ifadeyle seçilen üç değişkenin de çimlenme üzerine etki ettiği belirlenmiştir. Meşcere yapısı değişkenlerinin karaçamda çimlenme üzerine etkileri karşılaştırıldığında çimlenme üzerine en etkin değişkenin GIM olduğu görülmektedir (Tablo 4.2). GYA alanının çimlenme üzerine etkisi GIM ve meşcere stoğuna nazaran daha düşük olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2 Çimlenmelerin meydana geldiği alanda meşcere yapısı değişkenleri ile karaçam çimlenmesi arasındaki ilişkiler

Regresyon Denklemi	Standart hata	p-değeri	R^2
Çimlenme = $b_0 + b_1$. GYA	50,16	0,00072	0,59
Çimlenme = $b_0 + b_1$. Meşcere Stoğu	148,4	0,00058	0,61
Çimlenme = $b_0 + b_1$. GIM	23,92	0,00010	0,70

Daha önce yapılan araştırmalarda, GYA'nın meşcere sıklığını temsil etme bakımından meşcere stoğu ve GIM'dan daha iyi bir gösterge olmadığı ifade edilmiştir (Gingrich, 1967, Kara vd., 2017). Bunun başlıca sebebi, aynı GYA'na sahip iki meşcerede ortalama ağaç çapı daha büyük olan meşcerenin ortalama çapı daha küçük olan meşcereden daha düşük meşcere stoğuna sahip olmasıdır (Gingrich, 1967). Yani bu iki meşcere mutlak sıklık ölçü birimleri bakımından (yani GYA) aynı sıklığa sahipmiş gibi görünseler bile, nispi sıklık ölçü birimleri bakımından (yani meşcere stoğu) farklı sıklıklara sahiptirler. Dolayısıyla bu çalışmada meşcere yapısı değişkenleri ile hektardaki çimlenme sayısı arasındaki ilişkilerin literatür çalışmalarıyla örtüşür olduğu görülmektedir.

Şekil 4.2 çimlenmelerin meydana geldiği alanda karaçam çimlenme sayılarının seçilen meşcere değişkenlerine bağlı olarak nasıl değiştiğini göstermektedir. GYA'nın hektarda 15 ile 50 m^2 arasında olduğu durumlarda çimlenme sayısı artan GYA ile birlikte artış göstermektedir (Şekil 4.2). Benzer bir ilişkinin meşcere stoğu ile çimlenme sayısı arasında da mevcut olduğu tespit edilmiştir. Meşcere stoğu azaldıkça, çimlenme sayısı da azalmaktadır (Şekil 4.2). Değişkenlerden GIM ile hektardaki çimlenme sayısı arasında ise ters bir ilişki olduğu belirlenmiştir. GIM'nin %20-70 arasında olduğu durumlarda GIM'nin arttıkça çimlenme sayısının azalmakta olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Çimlenmelerin meydana geldiği alan meşcere yapısı değişkenleri ile karaçam çimlenmesi arasındaki ilişkiler

Işık ve yarı-ışık ağaç türlerinde artan meşcere sıklığı ile birlikte azalan meşcere içine giren ışık miktarının çimlenme sayısını olumsuz yönde etkileyeceği tahmin edilmektedir (Noémie vd., 2011). Fakat bu tez çalışmasında elde edilen bulgular, karaçam meşceresinde tohumlama kesimi sonrasında, artan GYA ile meşcere stoğunun ve azalan GIM'nın çimlenme sayısına olumlu etki ettiği gözlemlenmiştir (Şekil 4.2). Bunun en temel sebebinin, meşcere sıklığının artması (yani GYA ve meşcere stoğu) ve GIM'nın azalması ile toprak neminde meydana gelen artış olabileceği belirtilmiştir (Castro vd., 2004). Çünkü meşcere mikro iklim koşullarındaki sıcaklık artışı genellikle meşcerede yüzeysel toprak neminde bir azalışa sebep olmaktadır. Bu tez çalışmasında her ne kadar yüzeysel toprak nemi ölçümü gerçekleştirilmemiş olsa da, çalışmada elde edilen bulgular, tohumlama kesimi yapılmış bir karaçam meşceresinde, yüzeysel toprak neminin karaçam çimlenmesi için önemli olabileceğini göstermektedir.

Doğal gençleştirmeye tabi tutulan karaçam ormanlarında, başarılı bir gençleştirme gerçekleşmesi için çimlenmeyi takiben hektarda yaklaşık olarak 10 000 adet fidan elde edilmesi önerilmektedir (Odabaşı vd., 2004). Bu çalışmada çimlenmelerin meydana geldiği alan birinci vejetasyon mevsimi sonunda gözlemlenen fidan sayısının tavsiye edilen sayının altında olduğu görülmektedir. Daha önce yapılan bilimsel çalışmalar, birinci yıl sonunda elde edilen fidan sayısının düşük olmasının sebepleri arasında meşcerede yeterli tohum olmamasını öne sürmüştür (Lombardo and McCarthy, 2008). Ayrıca, çimlenmenin gerçekleştiği yıla ait mevsim koşullarının da çimlenme için yetersiz olma ihtimali de geçmiş çalışmalarda ortaya konulmuştur (Camarero vd., 2013).

Şekil 4.2 tekrar incelendiğinde, GYA'nın hektarda 40-50 m^2 olduğu durumlarda en yüksek fidan sayısının elde edildiği, 40 m^2'nin altında olduğu durumlarda ise çimlenme sayısının yetersiz olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.2.). Meşcere stoğunun ise %70-90 arasında olduğunda en yüksek sayıda karaçam fidanının elde edildiği tespit edilmiştir (Şekil 4.2). GIM değerinin ise %20 ile 30 arasında olduğunda en yüksek sayıda fidan elde edilebileceği belirlenmiştir (Şekil 4.2). GIM'nin % 50'den fazla olması durumunda ise o fidan sayısında ciddi düşüş olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.2).

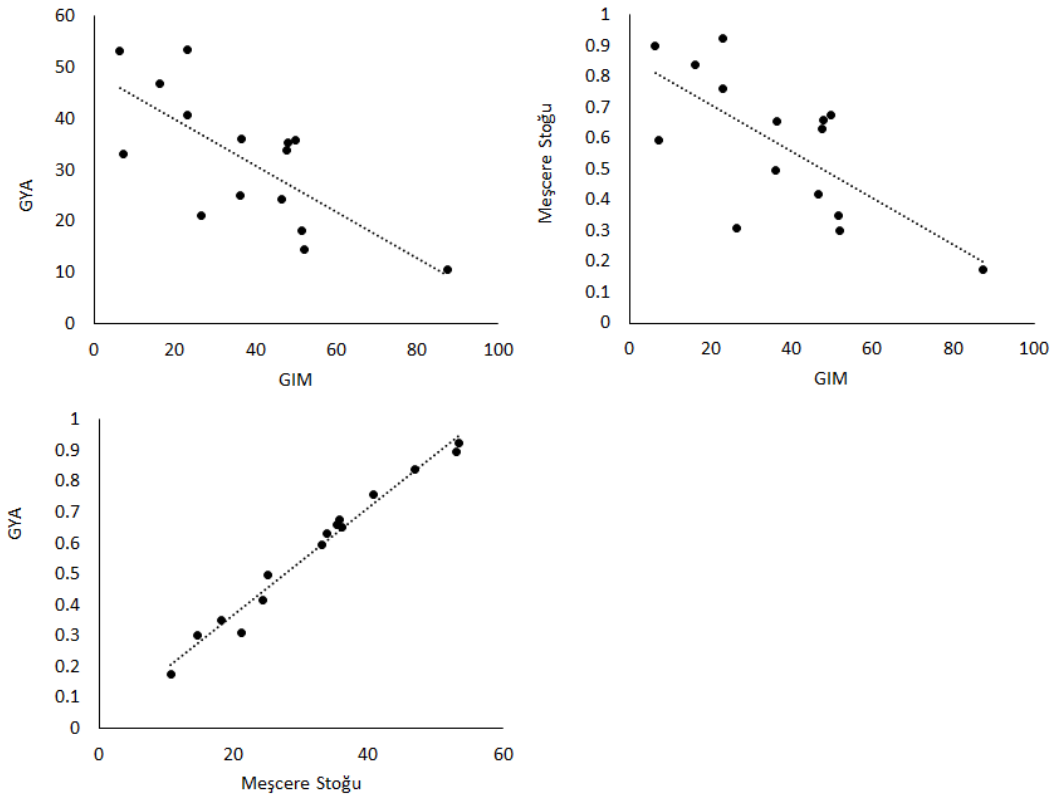
4.2 Meşcere Değişkenleri ile Fidan Büyümesi Arasındaki İlişkiler

Tablo 4.3 gençlik sahasındaki örnek alanların meşcere yapısı değişkenlerine ait açıklayıcı sayısal verilerini göstermektedir. Çalışmada gençlik sahasındaki ortalama GYA 32,1 m^2 / ha olarak belirlenmiştir (Tablo 4.3). Sahada ortalama meşcere stoğu % 58 iken ortalama GIM ise % 37,2'dir (Tablo 4.3). Gençlik sahası ve çimlenmelerin meydana geldiği alana ait meşcere değişkenleri karşılaştırıldığında, iki sahanın ortalama meşcere değişkenlerinin benzer olduğu görünmektedir (Tablo 4.1 ve Tablo 4.3).

Tablo 4.3 Gençlik sahasındaki örnek alanlara ait açıklayıcı bilgiler

Meşcere Sıklığı Değişkenleri	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
GYA (m^2/ha)	10,7	53,4	32,1	12,7
Meşcere Stoğu (%)	17	92	58	22
GIM (%)	6,4	87,3	37,2	20,3

Çimlenmelerin meydana geldiği alan gözlemlendiği şekilde, gençlik sahasında da GYA ile GIM arasında istatiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ($p<0,05$). GYA alanı arttıkça meşcere GIM yüzdesi azalmaktadır (Şekil 4.3). Benzer bir ilişki meşcere stoğu ile GIM arasında da mevcuttur ($p<0,05$), yani meşcere stoğu arttıkça GIM azalmaktadır (Şekil 4.3). Gençlik sahasında ayrıca GYA ile meşcere stoğu arasındaki mevcut korelasyonun da oldukça büyük olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$) (Şekil 4.3).



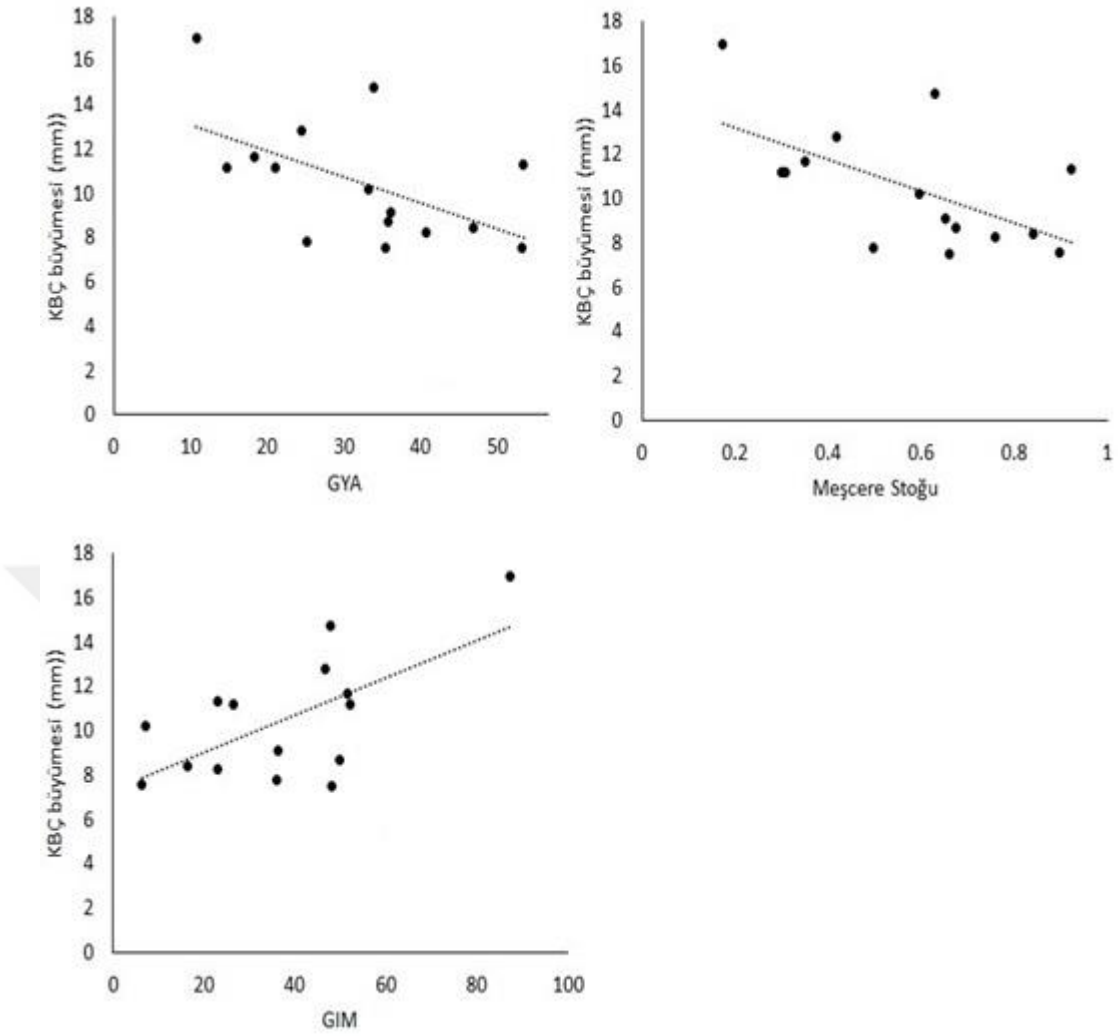
Şekil 4.3 Gençlik sahasına ait meşcere değişkenleri arasındaki karşılıklı ilişkiler

Çalışmada karaçam gençlik sahasında 2014 yıllında gerçekleştirilen tohumlama kesiminden sonraki beşinci yılın sonundaki doğal gençliğe ait ortalama KBÇ değeri 10,5 mm olarak belirlenmiştir. En düşük KBÇ 7,5 mm ile 1. örnek alanda iken en yüksek KBÇ 17 mm ile 14. örnek alanda kayıt edilmiştir. Seçilen meşcere yapısı değişkenleri (yani GYA, GIM ve meşcere stoğu) ile beş yıllık KBÇ büyümesi arasında istatiksel olarak anlamlı ilişkiler elde edilmiştir ($p<0,05$) (Tablo 4.4). Diğer bir ifadeyle üç meşcere değişkeni de karaçamda doğal gençliğe ait KBÇ büyümesi üzerine etki etmektedir. Meşcere yapısı değişkenlerinin beş yıllık KBÇ büyümesi üzerine etkileri karşılaştırıldığında ise GIM'ın KBÇ büyümesi üzerine olan etkisinin diğer değişkenlere kıyasla daha büyük olduğu görülmektedir (Tablo 4.4). GYA'nın beş yıllık KBÇ büyümesi üzerine olan etkisinin GIM ve meşcere stoğuna nazaran daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.4).

Tablo 4.4 Gençlik sahasında meşcere değişkenleri ile beş yıllık karaçam doğal gençliğine ait KBÇ büyümesi arasındaki ilişkiler

Regresyon Denklemleri	Standart hata	p-değeri	R^2
KBÇ = b0 + b1. GYA	0,05	0,032	0,31
KBÇ = b0 + b1. Meşcere stoğu	2,68	0,019	0,35
KBÇ = b0 + b1. GIM	0,03	0,010	0,41

Şekil 4.4 karaçamda beş yıllık doğal gençliğe ait KBÇ büyümesinin GYA, GIM ve meşcere stoğu değişkenlerine bağlı olarak nasıl farklılık gösterdiğini açıklamaktadır. GYA'nın hektarda 10 ile 50 m^2 arasında olduğu durumlarda beş yıllık KBÇ'nın artan GYA ile birlikte azalış gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.4). Benzer bir ilişki meşcere stoğu ile KBÇ büyümesi arasında da tespit edilmiştir. Meşcere stoğundaki artışın KBÇ büyümesinde azalmaya sebep olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.4). GIM ile beş yıllık KBÇ büyümesi arasında ise doğrusal bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. GIM'nın %6-%80 aralığında beş yıllık KBÇ büyümesinin artan GIM ile birlikte artış gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 Gençlik sahasında meşcere değişkenleri ile beş yıllık KBÇ arasındaki ilişkiler

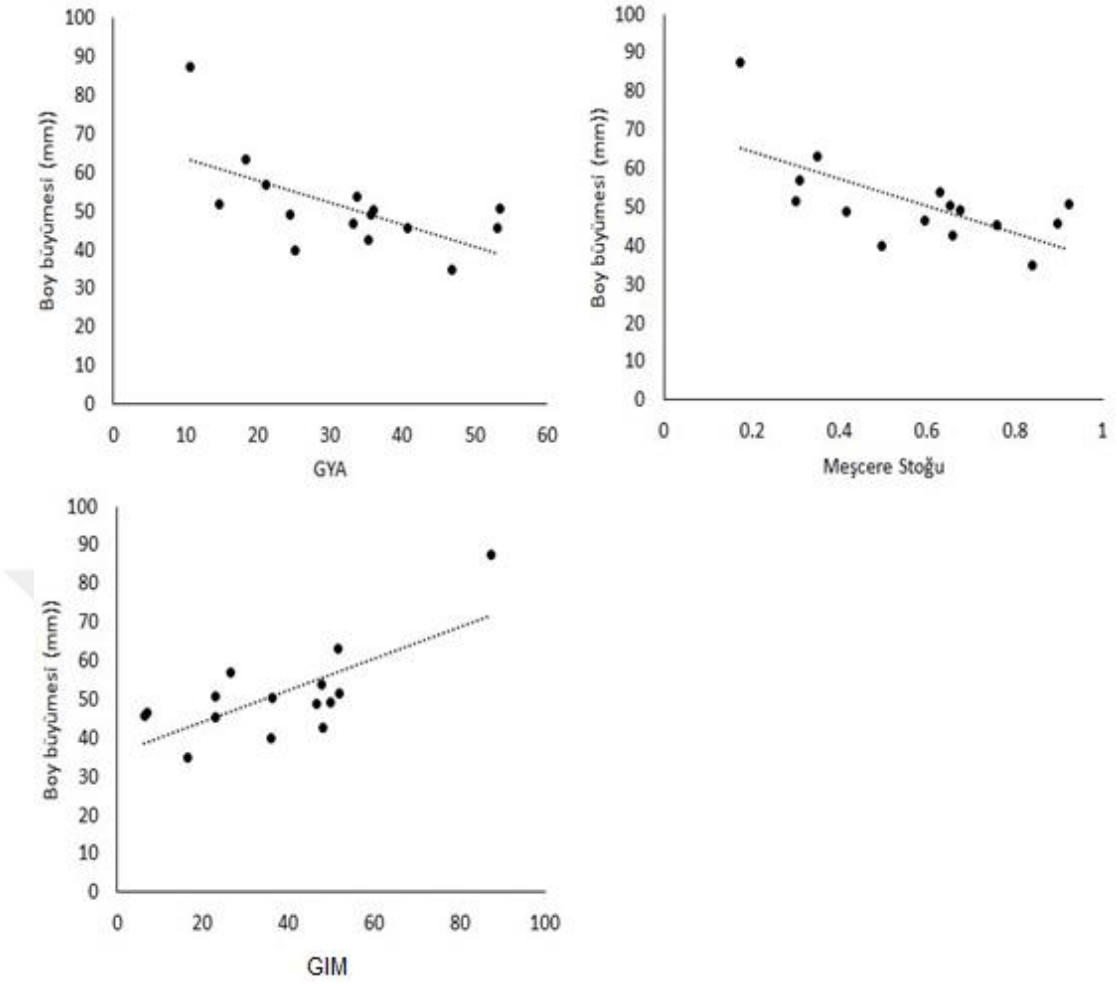
Çalışmada gençlik sahasında tohumlama kesiminden sonraki beşinci yılın sonundaki doğal gençliğe ait ortalama fidan boyu 51,2 cm olarak kayıt edilmiştir. En düşük beş yıllık fidan boyu 35 cm ile 12. örnek alanda, en yüksek fidan boyu ise 87,6 cm ile 14. örnek alanda tespit edilmiştir. Seçilen meşcere yapısı değişkenleri (yani GYA, GIM ve meşcere stoğu) ile karaçamda beş yıllık fidan boy büyümesi arasında istatiksel olarak anlamlı ilişkiler gözlemlenmiştir ($p<0,05$) (Tablo 4.5). Tüm meşcere değişkenlerinin beş yıllık fidan boyu büyümesi üzerine etki ettiği belirlenmiştir. Meşcere değişkenlerinin beş yıllık fidan boy büyümesi üzerine etkileri kıyaslandığında ise GIM'ın fidan boy büyümesi üzerine olan etkisinin diğer değişkenlere kıyasla daha büyük olduğu görülmektedir (Tablo 4.5). GYA'nın beş yıllık fidan boy büyümesi

üzerine olan etkisinin GIM ve meşcere stoğuna göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.5 Gençlik sahasında meşcere değişkenleri ile karaçamda beş yıllık boy büyümesi arasındaki ilişkiler

Regresyon Denklemleri	Standart hata	p-değeri	R^2
Boy = $b_0 + b_1$. GYA	0,20	0,015	0,38
Boy = $b_0 + b_1$. Meşcere stoğu	10,9	0,007	0,44
Boy = $b_0 + b_1$. GIM	0,11	0,003	0,51

Şekil 4.5 karaçamda beş yıllık boy büyümesinin GYA, GIM ve meşcere stoğu değişkenlerine bağlı olarak nasıl farklılık gösterdiğini açıklamaktadır. GYA'nın hektarda 10 ile 50 m^2 arasında olduğu durumlarda beş yıllık doğal gençliğe ait fidan boyunun artan GYA ile birlikte azalış gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.5). Benzer bir ilişki meşcere stoğu ile boy büyümesi arasında da tespit edilmiştir. Meşcere stoğundaki azalışın boy büyümesinde artmaya sebep olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.5). GIM ile beş yıllık boy büyümesi arasında ise doğrusal bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. GIM'nın %6- %80 aralığında beş yıllık boy büyümesinin azalan GIM ile birlikte azalış gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Gençlik sahasında meşcere değişkenleri ile beş yıllık boy büyümesi arasındaki ilişkiler

Yukarıda belirtildiği üzere, literatürde daha önce yapılmış çalışmalarda GYA'nın meşcere sıklığının tanımlanması bakımından meşcere stoğu ve GIM'e göre daha zayıf bir gösterge olduğu belirtilmiştir (Gingrich, 1967; Kara vd., 2017). Çünkü ortalama ağaç çapı daha büyük olan meşcerelerin, GYA aynı olsa bile, ortalama ağaç çapı daha küçük olan meşcerelere göre daha düşük meşcere stoğuna sahip olduğu tespit edilmiştir (Gingrich, 1967). Sonuç olarak bu çalışmada elde edilen meşcere değişkenleri ile karaçamda beş yıllık KBÇ büyümesi arasındaki ilişkilerin literatür çalışmalarıyla desteklendiği görülmektedir.

Literatürde daha önceden yapılmış bilimsel çalışmalarda, ışık ve yarı-ışık ağaç türlerinde meşcere sıklığında meydana gelen artışın ve meşcere içerisine giren ışık

miktarındaki azalışın fidanlarda KBÇ ve boy büyümesi üzerine olumsuz etkilerinin olduğu tespit edilmiştir (Noémie vd., 2011). Sarıçam üzerinde yapılan benzer bir çalışmada, meşcere içerine giren ışık yüzdesi ile fidan büyümesi arasında da anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Kara ve Topaçoğlu, 2018a). Ayrıca, ışık ve yarı-ışık ağaç türlerinde gözlemlenen bu ilişkilerin gölge ağacı olan göknar gibi gölgeye uzun süre dayanabilen ağaç türlerinin meşcerelerinde de ışık ekolojisinin gençleşme başarısıyla ilgili olarak önemli etkilerinin olduğu ortaya konulmuştur (Kara ve Topaçoğlu, 2018b). Bu çalışmada da, karaçam meşceresinde meşcere sıklığında meydana gelen artışın ve meşcere içine giren ışık miktarındaki azalmanın fidanların KBÇ ve boy büyümesi üzerinde olumsuz etkilerinin olduğu gözlemlenmiştir. Dolayısıyla, çalışmada elde edilen bulguların literatür çalışmalarıyla benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Meşcerelerin yatay ve dikey yapısı özellikle doğal gençleştirme uygulanan ormanlarda fidanların büyüme ve gelişimleri için hayati önem taşımaktadır. Meşcerenin yapısı ile meşcere içindeki mikro çevre koşullarına arasında karşılıklı ilişkiler mevcuttur (Kara vd., 2017). Bu tez çalışmasında elde edilen bulgular, meşcere içerisine giren ışık miktarının doğal olarak gençleştirilen karaçam ormanlarındaki fidanların beş yıllık KBÇ ve boy büyümesinin en önemli belirleyicisi olduğunu ortaya koymaktadır. Geçmiş bilimsel çalışmalarda da gözlemlendiği gibi (Assenac, 2000; Collet vd., 2001; Lhotka ve Loewenstein, 2008), bu tez çalışması meşcere içine giren ışık miktarının fidanların KBÇ ve boy büyümesi üzerinde çok önemli bir etken olduğunu göstermiştir.

Karaçam bir yarı-ışık ağaç türüdür, fakat bu türün gençlikleri siper altında belli süreler hayati fonksiyonlarını devam ettirebilirler (Odabaşı vd., 2004). Bununla birlikte, bu ağaç türünün gençliklerinin büyüme ve gelişmeleri genellikle ılımlı ışık ortamları ile yakından ilişkilidir (Odabaşı vd., 2004). Karaçamda meşcere içerisine giren ışık miktarının fidan büyümesi üzerine çok etkili bir faktör olduğunu gösteren geçmiş bilimsel çalışmalar (Mercurio vd., 2009; Tiscar and Linares, 2014), bu yüksek lisans tez çalışmasında elde edilen bulguları destekleyici niteliktedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, meşcere yapısı değişkenlerinin karaçamda çimlenme üzerine etkileri kıyaslandığında GIM'ın çimlenme üzerine en etkin değişken olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde, beş yıllık KBÇ ve fidan boy büyümesi üzerine de GIM'ın diğer değişkenlere kıyasla daha çok etki etki ettiği belirlenmiştir. Bu tez çalışmasında her ne kadar yüzeysel toprak nemi ölçümü gerçekleştirilmemiş olsa da, çalışmada elde edilen bulgular sonucunda, doğal olarak gençleştirmeye alınan bir karaçam meşceresinde, yüzeysel toprak neminin karaçam çimlenmesi için önem taşıyabileceği anlaşılmaktadır.

Bu yüksek lisans tez çalışmasında elde edilen veriler, karaçam meşcerelerinin doğal yöntemlerle gençleştirilmesi üzerine yapılmış ve gelecekte yapılacak bilimsel çalışmalara katkı sağlayacak niteliktedir. İfade etmek gerekir ki, bu tez çalışması karaçamın doğal gençleştirilmesinde yaygın olarak kullanılan meşcere kapalılığının başarısız bir değişken olduğunu ve kullanılmaması gerektiğini kesinlikle savunmamaktadır. Bunun aksine, çalışmada elde edilen bulgular neticesinde, meşcere kapalılığı yanında, meşcere stoğu ve meşcere içine giren ışık miktarının da alternatif olarak kullanılmasının gençleştirme başarısı için faydalı olabileceği tespit edilmiştir.

Yapılan bu tez çalışması lokal bir çalışmadır; dolayısıyla benzer çalışmalar ülkemizin çeşitli bölgelerindeki karaçam ormanlarında da gözlemlenerek benzer sonuçların elde edilip edilmeyeceği gelecek çalışmalarda araştırılabilir. Ayrıca, bu çalışmada elde edilen ilişkilerin farklı yükselti basamaklarında ve farklı bakılarda da elde edilip edilmeyeceği bilinmemektedir. Yapılacak gelecek bilimsel çalışmalarda bu soruların cevaplarının araştırılması tavsiye edilmektedir.

Karaçamın türünün diğer ağaç türleriyle karışım oluşturduğu karışık ormanlarımızda ülkemizde oldukça mevcuttur. Dolaysıyla benzer çalışmaların karışık karaçam ormanlarımızda da yapılması bu türün karışık ormanlarının sürdürülebilir şekilde işletilmesi için faydalı olacaktır. Ayrıca, bu tez çalışması ile doğal gençleştirmede başarıyı arttırmaya katkı sağlamak amaçlandığı için benzer çalışmaların ülkemizin

diğer değerli ağaç türlerinin oluşturduğu saf ve karışık ormanlar için de gerçekleştirilmesi tavsiye edilmektedir.

6. KAYNAKLAR

Aksoy, H. (1993). Silvikültür I. silvikültürün biyolojik temeli. İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul: (Ders Notları-Rota Baskı).

Akyürek, Ş. (2019). Isıl işlemin karaçam (Pinus nigra J. F. var. şeneriana) odunu hücre çeperi bileşenleri ve çözünürlükleri üzerine etkisinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kütahya.

Alptekin, C. Ü. (1986). Anadolu karaçamının coğrafik varyasyonları. İstanbul.

Altun, L., Yılmaz, E., Günlü, A., Ercanlı, İ., Usta, A., Yılmaz, M., & Bakkaloğlu, M. (2007). Investigations on some ecological factors affecting productivity of some pine species (Pinus sylvestris L., Pinus nigra L. and Pinus brutia Ten). in Usak Murat mountain. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 7(1), 71-92.

Altun, L., Yılmaz, E., Günlü, A., Ercanlı, İ., Usta, A., Yılmaz, M., & Bakkaloğlu, M. (2006). Murat Dağı (Uşak) yöresinde yayılış gösteren ağaç türlerinin (Kızılçam, Karaçam ve Sarıçam) verimliliğini etkileyen kimi ekolojik etmenlerin araştırılması. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 7(1).

Assenac, G. (2000). Interactions between forest stands and microclimate: Ecophysiological aspects and consequences for silviculture. Annals of Forest Science. 57, 287–301.

Ata, C. (1995). Silvikültür Tekniği. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Bartın Orman Fakültesi Yayını, 4(3), Bartın.

Atay, İ. (1990). Silvikültür II (Silvikültürün Tekniği). İÜ Orman Fakültesi Yayını, 3599/405, İstanbul.

Barnett, J. P., & Baker, J. B., (1991). Regeneration methods. In Forest regeneration manual. Bildiriler Kitabı, Springer, Dordrecht.

Boydak, M., & Çalışkan, S. (2014). Ağaçlandırma. Ormancılığı Geliştirme ve Orman Yangınları ile Mücadele Hizmetlerini Destekleme Vakfı (OGEM-VAK) Yayını, İstanbul.

Bozkurt, A. Y., & Erdin, N. (2000), Odun anatomisi, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 466, İstanbul.

Bréda, N., & Granier, A. (1996). Intra-and interannual variations of transpiration, leaf area index and radial growth of a sessile oak stand (Quercus petraea). Annales des sciences forestières, 53, 521-536.

Camarero, J. J., Manzanedo, R. D., Sanchez-Salguero, R., & Navarro-Cerrillo, R. M. (2013). Growth response to climate and drought change along an aridity gradient in the southernmost Pinus nigra relict forests. Annals of forest science, 70(8), 769-780.

Carus, S., & Çatal, Y. (2005). Yaprak yüzeyinin karaçam (Pinus nigra arnold) ve toros sediri (Cedrus libani a. rich.) fidanlarında dip çap ve boy artımı üzerindeki etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi orman fakültesi dergisi, A(2), 51-62.

Castro, J., Zamora, R., Hódar, J.A., & Gómez, J.M. (2004). Seedling establishment of a boreal tree species (Pinus sylvestris) at its southernmost distribution limit: consequences of being in a marginal Mediterranean habitat. Journal of Ecology, 92(2), 266-277.

Cheyney, E. G. (1942). American silvics and silviculture (No. 634.90973 C531). University of Minnesota Press.

Christensen, K. I. (1993). Comments on the earliest validly published varietal name for the Corsican Pine. Taxon 42.

Coates, T. H. (1995). Comparison of canopy closure measurements used in stand inventories. Graduate Student Theses, University of Montana, Dissertations, & Professional Papers.

Collet, C., Lanter, O., & Pardos, M. (2001). Effects of canopy opening on height and diameter growth in naturally regenerated beech seedlings. Annals of Forest Science, 58, 127–134.

Çalışkan, A., Güney, H. S., & Çalışkan, S. (2014). Effects of different soil preparation techniques on the Anatolian Black Pine (Pinus nigra Arnold subsp. pallasiana (Lamb.) Holmboe) regeneration. Journal of the Faculty of Forestry. Istanbul University, 64(2), 56-68.

Çelik, O., Umut, B., Dündar, M., Kaymakçı, E., & Ayhan, A. Ş. (2000). Karaçam (Pinus nigra arnold ssp. pallasiana (lamb.) holmboe) doğal gençleştirmesi üzerine araştırmalar. İç anadolu ormancılık araştırma enstitüsü yayınları, No: 280.

Çelik, O., Umut, B., Kaymakçı, E., Dündar, M., & Ayhan, Ş. (2002). Karaçam (Pinus nigra Arnold ssp. pallasiana (Lamb) Holmboe) Doğal Gençleştirmesi Üzerine Araştırmalar. İç Anadolu Araştırma Enstitüsü Yayınları. Teknik Bülten No: 280.

Çetinkaya, D., & Deligöz, A. (2012). Anadolu karaçamı (Pinus nigra arn. subsp. pallasiana (lamb.) holmboe)'nda yerinde kök kesimlerinin fidan morfolojisi üzerindeki etkisi. Bartın orman fakültesi dergisi, 14(Özel sayı), 49-58.

Çılgın, Ş., Ayan, S., Sıvacıoğlu, A., İktüeren, Ş. (2007). Hanönü (Kastamonu)-Günlüburun Karaçam (Pinus nigra Arnold. subsp. pallasiana (Lamb.) Holmboe) Tohum Bahçesinde Bazı Klonların Kozalak ve Tohum Özellikleri. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 7(2), 169-179.

Çömez, Ö., & Gezgin, S. (2019). Potasyum uygulamasının karaçam (Pinus nigra Arnold.) fidanlarının gelişimine etkisi. Ormancılık araştırma dergisi, 6(1), 77-86.

Daniel, T. W., Helms, J. A., & Baker, F. S. (1979). Principles of silviculture McGraw-Hill Book Company. (No. Ed. 2).

del Cerro Barja, A., Borja, M. L., Garcia, E. M., Serrano, F. L., Abellán, M. A., Morote, F. G., & López, R. N. (2009). Influence of stand density and soil treatment on the Spanish Black Pine (Pinus nigra Arn. ssp. Salzmannii) regeneration in Spain. Forest Systems, 18(2), 167-180.

Ertekin, M., & Özel, H. B. (2010). Çorum Yöresi Erozyonla Mücadele Kapsamında Yapılan Karaçam (Pinus nigra Arnold.) ve Sedir (Cedrus libani A. Rich.) Ağaçlandırmaları. Journal of Bartın Forestry Faculty, 12, 77-85.

Euforgen.(2019). Pinus nigra distribution. http://www.euforgen.org/species/pinus-nigra/.

Genç, M. (2004). Silvikültürün temel esasları. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi.

Gingrich, S.F. (1967). Measuring and evaluating stocking and stand density in upland hardwood forests in the central states. Forest Science, 13, 38-53.

Günel, A. (1981). Orman hasılat bilgisi ders notları. http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/ormanmuhendisligi_c0ddc.pdf.

Güner, Ş. T. (2001). Afyon Orman İşletme Müdürlüğü Anadolu karaçamı (Pinus nigra arn. subsp. pallasiana (Lamb.) Holmboe) meşcerelerindeki doğal gençleştirme çalışmalarının değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi dergisi, A(2), 61-74.

Güner. Ş. T. (2001). Afyon Orman İşletme Müdürlüğü Anadolu karaçamı (Pinus nigra Arn. subsp. pallasiana (Lamb.) Holmboe) meşcerelerindeki doğal gençleştirme çalışmalarının değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi dergisi, A(2), 61-74.

Horton, K. W., & Bedell, G. H. D. (1960). White and red pine: ecology, silviculture and management., Bulletin 124. Canada, Dept. Of Northern Affairs and National Resources.

Kalkan, M. (2017). Eskişehir-Tandır Mevkiindeki Karaçam (Pinus nigra subsp. pallasiana) Gençleştirme Çalışmalarının Tohum Ağacı Doğal Gençleştirme Yöntemi Bakımından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bursa.

Kara, F. (2015). Uneven-aged Management of Longleaf Pine Forests Using Selection Silviculture (Doctoral dissertation). Auburn University. Auburn, Alabama.

Kara, F. (2018). A silvicultural management tool for the Oriental beech (Fagus orientalis Lipsky) forests. Journal of Sustainable Forestry, 37(4), 403-413.

Kara, F. (2018). The Growıng Space Utılızatıon Of Maın Tree Specıes In Northern Turkey. Cerne, 24(2), 133-139.

Kara, F., & Topaçoğlu, O. (2018). Effects of canopy structure on growth and belowground/aboveground bıomass of seedlıngs ın uneven-aged trojan fır stands. Cerne, 24(4), 312-322.

Kara, F., & Topaçoğlu, O. (2018). Influence of stand density and canopy structure on the germination and growth of Scots pine (Pinus sylvestris L.) seedlings. Environmental monitoring and assessment, 190(12), 749.

Kara, F., Loewenstein, E.F., & Brockway, D.G. (2017). Effects of basal area on survival and growth of longleaf pine when practicing selection silviculture. Forest Systems, 26(1), 1-12.

Kuzugüdenli, E., & Kaya, C. (2012). Karaçamın (Pinus nigra Arnold.) çimlenmesi ve gelişimi üzerine manyetik alanın etkisi. Biyoloji bilimleri araştırma dergisi, 5(2), 31-34.

Lhotka, J.M., & Loewenstein, E.F. (2008). Influence of canopy structure on the survival and growth of underplanted seedlings. New Forests, 35, 89–104.

Lombardo J.A., & Mccarthy B.C. (2008). Silvicultural treatment effects on oak seed production and predation by acorn weevils in southeastern Ohio. For. Ecol. Manage. 255 (7), 2566-2576.

Mason, W.L., Edwards, C., & Hale, S.E. (2004). Survival and early seedling growth of conifers with different shade tolerance in a Sitka spruce spacing trial and relationship to understorey light climate. Silva Fenn. 38, 357–370.

Mercurio, R., Mallamaci, C., Muscolo, A., & Sidari, M. (2009). Effetti della dimensione delle buche sulla rinnovazione naturale in rimboschimenti di pino nero. Forest- Journal of Silviculture and Forest Ecology, 6(5), 312.

Noémie, G., Philippe, B., Sandrine, P., & Christian, G. (2011). Growth of understorey Scots pine (Pinus sylvestris L.) saplings in response to light in mixed temperate forest. Forestry, 84(2), 187-195.

Nyland, R.D. (1996). Silviculture: concepts and application. New York: McGraw-Hill. 290- 313.

Odabaşı, T., Calışkan, A., & Bozkuş, H.F. (2004). Silvikültür Tekniği. Publication no: 4459. Istanbul, 314 p. Istanbul University Publications

Öner, N., & Çakır, M. (2006). Yaprak alanının anadolu karaçamı (Pinus nigra subsp. nigra var. caramanica) ve sarıçam (Pinus sylvestris l.) fidanlarında bitki çap, boy, hacim ve ağırlık artımı üzerine etkileri. Gazi Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi- Kastamonu, 6(2), 167-178.

Özel, H. B., Ertekin, M., & 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. e-Journal of New World Sciences Academy, 5(4).

Page L.M., Cameron A. D., & Clarke G. C., (2001). Influence of overstorey basal area on density and growth of advance regeneration of Sitka spruce in variably thinned stands. For. Ecol. Manage. 151, 25-35.

Parlak, S., & Güner, D. (2017). Mikrobiyal gübre uygulamasının karaçam (Pinus nigra Arnold. subsp. pallasiana (lamb.) holmboe) fidanlarının bazı morfolojik özelliklerine etkisi. Ormancılık araştırma dergisi, 4(2), 100-106.

Polat, S., Polat, O., Kantarcı, D., Tüfekçi, S., & Aksay, Y. (2014). Mersin-Kadıncık havzasındaki sedir (Cedrus libani A. Rich.) ve karaçam (Pinus nigra Arnold.) ağaçlandırmalarının boy gelişimi ile bazı yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler. Ormancılık araştırma dergisi, A-1(1), 22-37.

R Development Core Team (2010). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Rodríguez, G. (2007). Lecture notes on generalized linear models. Available at http://data.princeton.edu/wws509/notes/.

Saatçioğlu, F. (1979). Silvikültür II (Silvikültür Tekniği). II. Baskı, İstanbul. İU Orman Fakültesi Yayını, No. 2490/268.

Schmidt, W. C., Shearer, R. C., & Roe, A. L. (1976). Ecology and silviculture of western larch forests (No. 1520). US Department of Agriculture, Forest Service.

Schütt, W., Schuck, L. & Stimm, R, (2008). Lexikon der Nadelbäume. Nikol, Hamburg.

Seidel, K. W. (1983). Regeneration in mixed conifer and Douglas-fir shelterwood cuttings in the Cascade Range of Washington.

Sıvacıoğlu, A., Ayan, S., Ergin, Ö.F, Ertekin, M. (2004). Ehrami Karaçam (Pinus nigra subsp. pallasiana var. pyramidata) Aşılı Fidan Üretimi. *Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 4(2), 232-242.

Smith, D.M. (1986). Principles of Silviculture. John Wiley & Sons, Inc. NY. 8ed.

Şimşek, Y., Erkuloğlu, Ö.S., & Tosun, S. (1995). Türkiye'de karaçam (Pinus nigra Arn. ssp. pallasiana (Lamb) Holmboe) orijin denemelerinin ilk sonuçları. OAE Teknik Bülteni, No: 247.

Tíscar, P., & Linares, J. (2014). Large-scale regeneration patterns of Pinus nigra subsp. salzmannii: poor evidence of increasing facilitation across a drought gradient. Forests, 5(1), 1-20.

Toprak, B., Yıldız, O., Sargıncı, M., & Güner, Ş. T. (2016). Kök boğazı çapı ve fidan boyunun karaçam (Pinus nigra), toros sediri (Cedrus libani) ve saçlı meşe (Quercus cerris) fidanlarının yarı-kurak sahalardaki tutma başarısına etkisi. Ormancılık dergisi, 12(1), 105-111.

Velioğlu, E., Çengel, B., Kaya, Z., & Tolun, A. A. (1998). Kazdağlarındaki doğal karaçam (Pinus nigra Arnold ssp. pallasiana (Lamb.) Holmboe) populasyonlarında izoenzim çeşitliliği. T.C. Orman Bakanlığı orman ağaçları ve tohumları ıslah araştırma müdürlüğü, 75(11).

Yaltırık, F. & Efe, A., (2000). Dendroloji ders kitabı gymnospermae–angiospermae, 4265(465).

Yılmaz, M. & Özel, H. B. (2009). Doğu kayını (Fagus orientalis Lispky)'nda tohum fizyolojisi ile doğal gençleştirme ilişkisi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, Özel Sayı (2),579-590.

Yılmaz, M., & Kalkan, M. (2019). Tohum ağacı doğal gençleştirme yönteminin karaçam (Pinus nigra subsp. pallasiana)'da uygulanması, Eskişehir-tandır örneği, Turkish Journal of Forest Science, 3(1), 24-36.

Zukrigl, K. (1999). Die Schwarzföhrenwälder am Alpenostrand in Niederösterreich. In: Wissenschaftliche Mitteilung des Niederösterreichischen Landesmuseum. Nr. 12.

7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Emirhan KÖSEOĞLU

Doğum Yeri ve Yılı : Kastamonu 02.10.1994

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : emirhankoseoglu94@gmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Prof. Dr. Saime İnal Savi Anadolu Lisesi, 2012

Lisans : Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü, 2017

Yüksek Lisans : Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Bölümü, 2020

Mesleki Deneyim

İş Yeri : Araç Orman İşletme Müdürlüğü, 2018-2019

İş Yeri : Kastamonu Orman İşletme Müdürlüğü, 2020-Devam Ediyor

Yayın Listesi :

Köseoğlu, E. & Kara, F. (2019). Bazı meşcere değişkenlerinin karaçam gençlik sayısı ve büyümesi üzerine etkilerinin karşılaştırılması. *Turkish Journal of Forestry*, 20(4): 305-311. DOI: 10.18182/tjf.621550.