

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ❖ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ESKİŞEHİR-TANDIR MEVKİİNDEKİ KARAÇAM (*Pinus nigra* subsp.
pallasiana) GENÇLEŞTİRME ÇALIŞMALARININ TOHUM AĞACI DOĞAL
GENÇLEŞTİRME YÖNTEMİ BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet KALKAN

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

ARALIK 2017

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ❖ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ESKİŞEHİR-TANDIR MEVKİİNDEKİ KARAÇAM (*Pinus nigra* subsp.
pallasiana) GENÇLEŞTİRME ÇALIŞMALARININ TOHUM AĞACI DOĞAL
GENÇLEŞTİRME YÖNTEMİ BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Mehmet KALKAN
172082501**

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mustafa YILMAZ

ARALIK 2017

BTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 172082501 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Mehmet KALKAN, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "Eskişehir-Tandır Mevkiindeki Karaçam (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) Gençleştirme Çalışmalarının Tohum Ağacı Doğal Gençleştirme Yöntemi Bakımından Değerlendirilmesi" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Mustafa YILMAZ**
Bursa Teknik Üniversitesi

Jüri Üyesi : **Doç. Dr. Servet ÇALIŞKAN**
İstanbul Üniversitesi

Jüri Üyesi : **Yrd. Doç. Dr. Salih PARLAK**
Bursa Teknik Üniversitesi

Savunma Tarihi : **25.12.2017**

FBE Müdürü : **Doç. Dr. Murat ERTAŞ**
Bursa Teknik Üniversitesi/...../.....

İNTİHAL BEYANI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belgelediğimi, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Mehmet KALKAN

İmzası :

Mehmet KALKAN

ÖNSÖZ

Gençleştirme çalışmaları, planlanan programların uygulanmasıyla ekolojik koşullara ve bol tohum yılı tekerrürüne dikkat edilerek tabii (doğal) ve sun'i (yapay) gençleştirme adı altında yürütülmektedir. Bu nedenle kalite ve kantite açısından kıymetli sürdürülebilir ormanlar kurulması büyük önem arz etmektedir. Bu çalışma dâhilinde, tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemi değerlendirilmiştir. Yöntem uygulamasında, 2015 yılı itibarıyla gençleştirme faaliyetlerinin yürütüldüğü Eskişehir Orman İşletmesi'nin orman sınırlarında yer alan Eskişehir-Tandır Mevkiindeki Karaçam (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) gençleştirilmesi değerlendirilmiştir.

“Eskişehir-Tandır Mevkiindeki Karaçam (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) Gençleştirme Çalışmalarının Tohum Ağacı Doğal Gençleştirme Yöntemi Bakımından Değerlendirilmesi“ adlı bu çalışma Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışmalarımın her aşamasında bana yardımcı olan ve katkılarını esirgemeyen, çok değerli hocam ve tez danışmanım sayın Prof. Dr. Mustafa YILMAZ'a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, tez jürimde yer alan ve tez ile ilgili görüşlerinden yararlandığım sayın Doç. Dr. Servet ÇALIŞKAN ve Yrd. Doç. Dr. Salih PARLAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans tez çalışmalarım boyunca yardımlarından dolayı sayın Prof. Dr. Turan SÖNMEZ ve Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ'a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, tez çalışmalarım süresince bana yardımcı olan meslektaşlarım İnanç TAŞ ve Burhan GENÇAL'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışması süresince arazi çalışmaları sırasında gerekli desteği sağlayan Eskişehir Orman İşletme Şefliği'ne katkılarından dolayı teşekkür ederim. Çalışma alanına ait sayısal verilerin temininde her türlü desteği sağlayan Eskişehir Orman İşletme Şefi Güray GÜN'e teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak tez çalışmalarım boyunca bana destek olan ve yardımlarını esirgemeyen sevgili aileme ve nişanlıma teşekkürlerimi sunarım.

Aralık 2017

Mehmet KALKAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR	viii
SEMBOLLER	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
ŞEKİL LİSTESİ.....	xii
ÖZET.....	xiii
SUMMARY	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1 Karaçam	2
1.1.1 Karaçamın ekolojik özellikleri.....	2
1.1.2 Asli ağaç türlerimizle yaptığı karışımlar.....	4
1.1.3 Türkiye için kararlaştırılan idare süreleri.....	4
1.2 Türkiye’de Karaçam Doğal Gençleştirme Yöntemleri	4
1.2.1 Siper işletmesi	5
1.2.2 Etek şeridi tıraşlama işletmesi.....	6
1.2.3 Büyük alan tıraşlama işletmesi	6
1.3 Tohum Ağacı Doğal Gençleştirme Yöntemi.....	8
2. LİTERATÜR ÖZETİ	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	16
3.1 Materyal	16
3.1.1 Çalışma alanı.....	16
3.1.2 Jeolojik durum.....	19
3.1.3 İklim özellikleri.....	20
3.1.4 Toprak grupları durumu	23
3.1.5 Gençleştirme sahası meşcere tipi	24
3.1.6 Gençleştirme sahası topografik yapı	25
3.1.7 Gençleştirme sahası toprak özellikleri	25
3.1.8 Gençleştirme alanında işletme şefliğinin yaptığı müdahaleler	27
3.2 Yöntem	28
3.2.1 Tohum ve örnek ağaçların ölçüm ve tespiti	28
3.2.2 Tohumdan gelen fidanların ölçüm ve tespiti.....	31
3.2.3 Dikilen fidanların ölçüm ve tespiti.....	32
3.2.4 Uygulanan analizler	33
4. BULGULAR	34
4.1 Tohum ve Örnek Ağaçlara İlişkin Bulgular	34
4.1.1 Tohum ve örnek ağaçların çapı	35
4.1.2 Tohum ve örnek ağaçların boyu.....	36
4.1.3 Tohum ve örnek ağaçların yaşı	37
4.1.4 Tohum ve örnek ağaçların artımı	38

4.1.5 Tohum ve örnek ağaçların hacmi.....	40
4.1.6 Tohum ve örnek ağaçların kabuk kalınlığı	41
4.1.7 Tohum ve örnek ağaçların tepe tacı başlangıcı.....	42
4.1.8 Tohum ve örnek ağaçların tepe tacı çapı	43
4.2 Tohumdan Gelen Fidanlara İlişkin Bulgular.....	44
4.3 Dikim Fidanlarına İlişkin Bulgular	52
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	54
KAYNAKLAR	68
EKLER.....	72
ÖZGEÇMİŞ.....	81



KISALTMALAR

2015sb	: 2015 sonbaharda müdahale gören 14 ha alan
2016sb	: 2016 sonbaharda müdahale gören 13,9 ha alan
BASİ	: Büyük Alan Siper İşletmesi
BATİ	: Büyük Alan Tıraşlama İşletmesi
Ç.Y	: Çimlenme Yılı
D.Y	: Dikim Yılı
EC	: Elektriki iletkenlik
EŞTİ	: Etek Şeridi Siper İşletmesi
Ha	: Hektar
Kontrol	: Müdahale görmeyen 52,7 ha alan
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
OİŞ	: Orman İşletme Şefliği
OM	: Organik Madde
Ort.	: Ortalama
TT	: Toprak Türü
Vejet. Dön.	: Vejetasyon Dönemi

SEMBOLLER

KO	: Kareler Ortalaması
KT	: Kareler Toplamı
N	: Örnek sayısı
P	: Yağış verisi
PET	: Potansiyel Evapotranspirasyon
Sd	: Serbestlik derecesi
Sh\bar{x}	: Standart hata
Ss	: Standart sapma
α	: Önem düzeyi
\bar{x}	: Ortalama

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Eskişehir Orman İşletme Şefliği'ne ait bilgiler.....	16
Çizelge 3.2 : Eskişehir ilinin 89 yıllık Meteorolojik Rasat Değerleri	21
Çizelge 3.3 : Çalışma alanı toprak analizi raporu.....	26
Çizelge 3.4 : Çalışma alanı toprak analizi sonucu.....	26
Çizelge 3.5 : Çalışma alanı toprak analizi ortalama değerleri	27
Çizelge 3.6 : Tohum ve örnek ağacı niteliklerini gösteren örnek veri tablosu.....	31
Çizelge 3.7 : Tohumdan gelen fidanların özelliklerini gösteren örnek veri tablosu..	31
Çizelge 3.8 : Dikim fidanı özelliklerini gösteren örnek veri tablosu.....	32
Çizelge 4.1 : Tohum ve örnek ağacı çap değerlerine ait istatistiksel bilgiler	35
Çizelge 4.2 : Tohum ve örnek ağacı çap değerleri Duncan testi	35
Çizelge 4.3 : Tohum ve örnek ağacı boy değerlerine ait istatistiksel bilgiler.....	36
Çizelge 4.4 : Tohum ve örnek ağacı boy değerleri Duncan testi.....	36
Çizelge 4.5 : Tohum ve örnek ağacı yaş değerlerine ait istatistiksel bilgiler	37
Çizelge 4.6 : Tohum ve örnek ağacı yaş değerleri Duncan testi	37
Çizelge 4.7 : Tohum ve örnek ağacı son 1 yıllık halka kalınlığı istatistikleri	38
Çizelge 4.8 : Tohum ve örnek ağacı son 1 yıllık halka kalınlığı Duncan testi.....	39
Çizelge 4.9 : Tohum ve örnek ağacı 5 yıllık halka kalınlığı istatistikleri.....	39
Çizelge 4.10 : Tohum ve örnek ağacı 5 yıllık halka kalınlığı Duncan testi.....	39
Çizelge 4.11 : Tohum ve örnek ağacı 10 yıllık halka kalınlığı istatistikleri.....	40
Çizelge 4.12 : Tohum ve örnek ağacı 10 yıllık halka kalınlığı Duncan testi.....	40
Çizelge 4.13 : Tohum ve örnek ağacı hacim değerlerine ait istatistiksel bilgiler.....	41
Çizelge 4.14 : Tohum ve örnek ağacı hacim değerleri Dunnet T3 testi	41
Çizelge 4.15 : Tohum ve örnek ağacı kabuk kalınlığına ait istatistiksel bilgiler.....	42
Çizelge 4.16 : Tohum ve örnek ağacı kabuk kalınlığı değerleri Duncan testi.....	42
Çizelge 4.17 : Tohum ve örnek ağacı tepe tacı başlangıcı istatistiksel bilgileri.....	43
Çizelge 4.18 : Tohum ve örnek ağacı tepe tacı başlangıcı Duncan testi	43
Çizelge 4.19 : Tohum ve örnek ağacı tepe tacı çapı istatistiksel bilgileri	44
Çizelge 4.20 : Tohum ve örnek ağacı tepe tacı çapı Dunnet T3 testi	44
Çizelge 4.21 : 2015sb tohumdan gelen fidanların dağılım yönü istatistikleri.....	46
Çizelge 4.22 : 2015sb tohumdan gelen fidanların dağılım yönü Duncan testi	46
Çizelge 4.23 : 2016sb tohumdan gelen fidanların dağılım yönü istatistikleri.....	47
Çizelge 4.24 : 2016sb tohumdan gelen fidanların dağılım yönü Duncan testi	47
Çizelge 4.25 : 2015sb ve 2016sb tohumdan gelen fidanların dağılım yönüne ait istatistiksel bilgiler.....	48
Çizelge 4.26 : 2015sb ve 2016sb tohumdan gelen fidanların dağılım yönü T testi	48
Çizelge 4.27 : 2015sb tohumdan gelen fidanların tohum ağacına olan uzaklığına ilişkin istatistiksel bilgiler.....	49
Çizelge 4.28 : 2015sb tohumdan gelen fidanların tohum ağacına olan uzaklığı Duncan Testi.....	49

Çizelge 4.29 : 2016sb tohumdan gelen fidanların tohum ağacına olan uzaklığına ilişkin istatistiksel bilgiler.....	50
Çizelge 4.30 : 2016sb tohumdan gelen fidanların tohum ağacına olan uzaklığı Duncan Testi.....	50
Çizelge 4.31 : 2015sb ve 2016sb tohumdan gelen fidanların tohum ağacına olan uzaklığına ilişkin istatistiksel bilgiler	51
Çizelge 4.32 : 2015sb ve 2016sb tohumdan gelen fidanların tohum ağacına olan uzaklığına ilişkin T testi	52
Çizelge A.1 : Eskişehir ilinin Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu	73
Çizelge A.2 : Tohum ve örnek ağacı çap değerlerine ilişkin istatistiksel testler	73
Çizelge A.3 : Tohum ve örnek ağacı boy değerlerine ilişkin istatistiksel testler	73
Çizelge A.4 : Tohum ve örnek ağacı yaş değerlerine ilişkin istatistiksel testler	74
Çizelge A.5 : Tohum ve örnek ağacı son 1 yıllık halka kalınlığı istatistiksel testleri	74
Çizelge A.6 : Tohum ve örnek ağacı 5 yıllık halka kalınlığı istatistiksel testleri.....	75
Çizelge A.7 : Tohum ve örnek ağacı 10 yıllık halka kalınlığı istatistiksel testleri....	75
Çizelge A.8 : Tohum ve örnek ağacı hacim değerlerine ilişkin istatistiksel testler...	76
Çizelge A.9 : Tohum ve örnek ağacı kabuk kalınlığı değerleri istatistiksel testleri..	76
Çizelge A.10 : Tohum ve örnek ağacı tepe tacı başlangıç yüksekliğine ilişkin istatistiksel testler	77
Çizelge A.11 : Tohum ve örnek ağacı tepe tacı çap değerlerine ilişkin istatistiksel testler	77
Çizelge A.12 : 2015sb Tohumdan gelen fidanların dağılış yönlerine ilişkin istatistiksel testler	78
Çizelge A.13 : 2016sb Tohumdan gelen fidanların dağılış yönlerine ilişkin istatistiksel testler	78
Çizelge A.14 : 2015sb ve 2016sb tohumdan gelen fidanların dağılış yönlerine ilişkin istatistiksel testler	79
Çizelge A.15 : 2015sb tohumdan gelen fidanların tohum ağacına olan uzaklığına ilişkin istatistiksel testler	79
Çizelge A.16 : 2016sb tohumdan gelen fidanların tohum ağacına olan uzaklığına ilişkin istatistiksel testler	80
Çizelge A.17 : 2015sb ve 2016sb tohumdan gelen fidanların dağılış yönlerine ilişkin istatistiksel testler	80

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 : Çalışma alanının konumu.....	16
Şekil 3.2 : Çalışma alanının bölge müdürlüğündeki konumu.....	17
Şekil 3.3 : Çalışma alanı şeflik sınırları.....	17
Şekil 3.4 : Tandır mevkiî gençleştirme sahası.....	18
Şekil 3.5 : Eskişehir Orman İşletme Şefliği Jeoloji haritası	19
Şekil 3.6 : Eskişehir ilinin Thornthwaite metoduna göre su bilançosu diyagramı	22
Şekil 3.7 : Eskişehir Orman İşletme Şefliği Büyük Toprak Grupları haritası	23
Şekil 3.8 : Çalışma alanı meşcere haritası	24
Şekil 3.9 : Çalışma alanı topografik haritası	25
Şekil 3.10 : Göğüs çapı ve kabuk kalınlığı ölçümü.....	29
Şekil 3.11 : Boy ve tepe tacı başlangıcı ölçümü.....	29
Şekil 3.12 : Göğüs yüksekliği seviyesinden alınan artım kalemi	30
Şekil 3.13 : Artım hesabı ve yaş sayımı	30
Şekil 4.1 : Tohum ve örnek ağacı ortalama çap değerleri	35
Şekil 4.2 : Tohum ve örnek ağacı ortalama boy değerleri.....	36
Şekil 4.3 : Tohum ve örnek ağacı ortalama yaş değerleri.....	37
Şekil 4.4 : Tohum ve örnek ağacı ortalama artım değerleri	38
Şekil 4.5 : Tohum ve örnek ağacı ortalama hacim değerleri	40
Şekil 4.6 : Tohum ve örnek ağacı ortalama kabuk kalınlığı değerleri	41
Şekil 4.7 : Tohum ve örnek ağacı ortalama tepe tacı başlangıç yüksekliği.....	42
Şekil 4.8 : Tohum ve örnek ağacı ortalama tepe tacı çapı değerleri.....	43
Şekil 4.9 : Tohumdan gelen fidanların yönlere göre ortalama dağılışı.....	45
Şekil 4.10 : Tohumdan gelen fidanların tohum ağacına olan ortalama uzaklığı	45
Şekil 4.11 : 2015sb alanındaki dikilen fidanların yaşama yüzdesi.....	53
Şekil 4.12 : 2016sb alanındaki dikilen fidanların yaşama yüzdesi.....	53
Şekil 4.13 : 27,9 ha alandaki dikilen fidanların yaşama yüzdesi.....	53

ESKİŞEHİR-TANDIR MEVKİİNDEKİ KARAÇAM (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) GENÇLEŞTİRME ÇALIŞMALARININ TOHUM AĞACI DOĞAL GENÇLEŞTİRME YÖNTEMİ BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Karaçam (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana*) Türkiye'nin önemli ağaç türlerinden biridir ve yaklaşık 4,2 milyon ha alanda yayılış göstermektedir. Ülkemizde karaçamın gençleştirilmesinde ise genellikle siper işletmesi tercih edilmektedir. Doğal gençleştirmeyi sağlamak amacıyla alanda bırakılan belirli sayıdaki tohum ağaçlarından gelen tohumlarla yeni gençliği oluşturmada kullanılan yöntemlerden biri de tohum ağacı yöntemidir. Bu yöntem özellikle Kuzey Amerika'da tohumu hafif olan birçok ışık-yarı ışık orman ağacının gençleştirilmesinde kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Eskişehir-Tandır mevkiindeki 27,9 ha karaçam meşceresinin 2015 ve 2016 yıllarında başlayan gençleştirme çalışmaları araştırılmıştır. Araştırma sahası 1200-1300 m yükseltiye ve %5-30 eğime sahiptir. Bol tohum yılı öncesinde toprak işleme ve arazi hazırlığı yapılmıştır. Ayrıca 2016 ve 2017 ilkbaharında 1+0 yaşlı tüplü fidan dikilmiştir. Araştırma sahasında, tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemine benzer şekilde hektarda ortalama 17 tohum ağacı bırakılmıştır. Bu nedenle gençleştirme sahasının, tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemi bakımından değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Araştırma kapsamında Tandır mevkiindeki birer yıl arayla tensile alınan sahalarda ve müdahale görmeyen aynı özelliklere sahip yan meşcere üzerinde incelemelerde bulunulmuştur. Her sahadan 30 adet rastgele seçilen tohum ve örnek ağaçlar üzerinde çap, boy, yaş, artım, hacim, kabuk kalınlığı ve tepe tacı belirlenmiştir. Ayrıca tensile alınan sahalarda tohumdan gelen ve dikimle gelen fidanlar araştırılmıştır. Tohumdan gelen fidanların tohum ağacına olan uzaklığı ve bakıya göre dağılımı incelenmiştir. Ayrıca 1+0 yaşında dikilen tüplü fidanların başarı oranı belirlenmiştir. 2017 sonbaharında veri toplama ve ölçüm işlemleri tamamlanmıştır. Çalışma sonucunda, ölçülen ve tespit edilen değerler müdahale gören ve görmeyen sahalarda bakımından irdelenmiştir. 27,9 ha'lık toplam çalışma alanında yaklaşık tohumdan gelen fidan sayısı 91.540 adet olarak hesaplanmıştır. Böylece 2 m²'de 0,65 adet tohumdan gelen fidan tespit edilmiş ve bu sebeple doğal gençleştirmede 2 m²'de en az 1 adet fidan olma şartını sağlayamamıştır. Tohumdan gelen fidanların, tohum ağacına göre en fazla dağılışı kuzey yönünde olduğu tespit edilmiştir. Tohumlama mesafesine göre ise en fazla 4., 5. ve 6. metreler arasında dağılışı gösterdiği belirlenmiştir. Dikim yapılan fidanlar üzerinde yapılan sayım sonucu %80,5 başarı olduğu belirlenmiştir. Tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemi düşük bonitetli Eskişehir-Tandır mevkiindeki karaçam meşceresinin doğal gençleştirilmesinde kısmen başarılı sonuç vermiştir. Yöntemin uygulanmasında tohum takviyesi ile başarı oranı yükseltilebilir. Ülkemizde farklı türlerin bazı yetiştirme ortamlarında yöntemin uygulanabilirliği araştırılmalıdır.

Anahtar kelimeler: *Pinus nigra*, Karaçam, Tohum ağacı, Doğal Gençleştirme.

APPLICATION OF THE SEED TREE REGENERATION METHOD IN ANATOLIAN BLACK PINE (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) IN TANDIR-ESKİŞEHİR

SUMMARY

The Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana*), one of the main tree species in Turkey, covers about 4.2 ha national forest areas. The mature trees of the species with long height and large diameter have very valuable wood characteristics and have been used for many purposes for centuries in Anatolia. Shelterwood method has generally been preferred in natural regeneration of *P. nigra* forests. On the other hand, the seed tree regeneration method has been applied for many forest tree species especially in Northern America. The seed tree method is generally suitable light demanding trees with light seed weight. In the current study, the research field of *P. nigra* is located in Eskisehir-Tandır. The altitude of the study site is 1200-1300 m and the slope is about 5-30%. The total area of the site is 27,9 ha. 14 ha and 13,9 ha of the site have been taken to the natural regeneration operation in 2015 and 2016, respectively. About 17 seed trees/ha are left on the site. Deep soil tillage and site preparation have been applied before the seed dispersal. Additionally, one-year-old *P. nigra* seedlings were also planted in the site in the spring of 2016 and 2017. Adjacent to study site, stand without silvicultural treatment were also selected to compare with study stands. The seedling survival rate, the direction, distance and number of seedlings originated from the scattered seed; diameter, height, age, increment, volume, bark and crown diameter of remaining trees were measured in the autumn of 2017. The obtained data were evaluated in terms of seed tree natural regeneration method for Anatolian black pine. The applicability of seed tree method for *P. nigra* was discussed in the scope of literature and the results. The method was compared to classical shelterwood natural regeneration system used in *P. nigra* forests. The results indicated that the planted seedling survival rate is 80.5%. It was determined that seedlings originated from the scattered seeds were mostly scattered in north direction and between 4th, 5th and 6th meters according to the seed tree. The total number of seedlings originated from the scattered seeds was calculated as 91.540 in 27.9 ha total study area. The seed tree method was partially successful in Anatolian black pine stand at the low-yield capacity Eskisehir-Tandır. The success rate of the seed tree method can be increased by seed supplement. The potential use of the method for the native tree species in Turkey should also be investigated.

Keywords: *Pinus nigra*, Black pine, Seed tree, Natural regeneration.

1. GİRİŞ

Ormanlar, ülke ekonomisine doğrudan katkı sağlamanın yanı sıra dolaylı olarak insanlara ve diğer canlılara hayati önem taşıyan ekolojik hizmetler de sunmaktadır. Ormanlar; su ve toprağın korunması, karbondioksitin soğrulması, mineral ve su döngüsünün sürekliliği, düzenli iklim oluşumlarının devamı gibi birçok ekolojik alanda fayda sağlamaktadır. Ayrıca, insanlığa rekreasyonel açıdan çeşitli konularda hizmet vermektedir.

Yaşanabilir ve sağlıklı yaşama alanları için ormanların varlığı kesinlikle zaruri ve kaçınılmazdır. Doğal ormanların sunduğu bu yararlar insanlık açısından yadsınamaz bir gerçektir. Günümüzde ise hiçbir teknoloji ürünü, doğal oluşumun verdiği hizmetleri yerine getirememektedir.

Dünya üzerinde her yıl Türkiye'nin orman varlığı kadar alan ormansızlaşmaktadır. Geniş alanlardaki ormansızlaşma iklim değişikliği gibi pek çok çevresel soruna yol açmaktadır. Türkiye, son dönemlerdeki çalışmalarla mevcut ormanların devamlılığına ve arttırılmasına katkıda bulunmaktadır. Yaşlı ormanların devamlılığını sağlamanın yollarından biri de doğal gençleştirme çalışmalarıdır.

Başlıca teknik ve idari esasların yerine getirilmesinin gayesi; orman varlığımızı oluşturan asli ağaç türlerimizin silvikültürel bakımlarını gelişme çağlarına uygun olarak gerçekleştirip canlı ve cansız zararlılara karşı dayanıklı hale getirmektir. Bununla birlikte, yetişme ortamı koşullarını göz önünde bulundurarak kesim için olgunluk çağına ulaşmış ormanlarımızı gençleştirip optimal orman kuruluşuna ulaştırmak ve deformasyona uğramış sahaların rehabilite edilmesini amaçlamaktadır. Ayrıca günümüzde baltalık olan ormanların tohumdan gelen gençlik sayesinde koru sahalarına dönüştürülmesi gibi belirli amaçlara dayanmaktadır (Anonim, 2014).

Köppen iklim sınıflandırmasına göre; Türkiye'nin %35'i yarı kurak veya diğer bir ifadeyle step iklimi etkisi altındadır. Yarı kurak alanların geneli, Anadolu'nun iç kısımlarında yer aldığından en uygun yetişme ortamı olan bu bölgelerde uzun yıllardır varlığını sürdüren doğal türlere öncelik verilmelidir (Yılmaz ve Ok, 2007). Bu sayede

hem türün bölge vejetasyonuna bağlı olarak gelişimini optimal düzeyde geliştireceği hem de başarılı ağaçlandırmaların ülke ekolojisine ve ekonomisine değer katacağı göz önünde bulundurulmalıdır (Güner vd. 2015).

1.1 Karaçam

Türkiye’de ibre yapraklı ormanlarda kızılçamdan sonra 4.244.921 (4.2 milyon) ha alanda yayılış gösteren karaçam, toplam ormanlık alanın %19’unu oluşturmaktadır. 2.727.524 hektarı normal kapalılığa sahip olup, boşluklu alan toplamı 1.517.397 hektardır (Anonim, 2015). Yarı ışık ağacı olan karaçam, denizsellikten kaçınarak daha çok bozkıra sokulan ve ekseriyetle yayılışını Anadolu’nun geniş coğrafyasında gerçekleştiren asli orman ağacı türlerimizden biridir. Saf ormanları daha geniş yayılış gösterse de, bazı yerlerde karışık ormanlar oluşturmaktadır (Odabaşı vd. 2007).

1.1.1 Karaçamın ekolojik özellikleri

Karaçam 40 m’ye kadar boy, 1 m’den çok çap yapabilen derin çatlaklı, boz renkli kabuğa, kalın ve silindir biçiminde düzgün bir gövdeye sahiptir. Kazık kök sistemi olan karaçam derin toprakları sever. İyi ayrılmış gnayslı tabakalarda dahi kazık kök yapabilen karaçam, sert marnlar ve serpantin gibi tabakalar üzerinde zaman zaman tabakaya paralel şekilde yatay kök oluşumuna gider. Yine verimli ve fazla derin topraklarda ise yürek kök sistemi oluşturur (Genç, 2004).

Karaçamın tohum döküm dönemi, olgunlaşmanın ardından hemen sonraki yılın şubat ve nisan ayları arasında gerçekleşir. Karaçamın bol tohum yılı tekerrürü ülkemizde güneyli bakılarda ve alçak rakımlarda 2 yılda bir olurken, kuzeyli bakılarda ise 3 yılda bir gerçekleşir (Saatçioğlu, 1971; Atay, 1990; Ata, 1995; Karadağ, 1999).

Trakya bölgesinde *Pinus nigra* ssp. *nigra* var. *nigra*; Marmara (Trakya hariç), Karadeniz (D. Karadeniz hariç), Ege ve Akdeniz kıyı şeridinin yüksek kesimleri, İç Anadolu’dan Doğu Anadolu’nun Yukarı ve Orta Fırat bölümünün başlangıç hattına kadar *Pinus nigra* ssp. *nigra* var. *caramanica* yayılış göstermektedir. Karaçam yayılışını genellikle deniz etkisinin bittiği ve bozkır ya da step ikliminin hâkim olduğu sahalarda yapar. (Saatçioğlu, 1976).

Anadolu karaçamı dünya üzerindeki yayılış alanları içinde en geniş yayılışını ülkemizde yapmaktadır (Alptekin, 1986). Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* ssp.

pallasiana) Karadeniz Bölgesinde (Doğu Karadeniz hariç) 400-1400 metrelerde saf meşcere olarak, 1400-1700 metrelerde ise sarıçamla karışım halinde görülmektedir. Step ikliminin hâkim olduğu İç Anadolu'da 900 metreye kadar meşcere kurarken, 1400 metreye kadar da münferit halde bulunmaktadır. Akdeniz kıyı kuşağında 1200 metrelerden başlayarak 2100 metrelere kadar Toroslar'da yayılış göstermektedir. (Saatçioğlu 1976, Atay 1982). 2300 metrelere kadar yer yer münferit ya da küçük topluluklar halinde görülmektedir. Marmara ve Ege bölgelerinde çoğunlukla kızılçamla karışıma girerek 800-1000 metreler arasında, 1000-1800 metreler arasında ise saf meşcereler halinde bulunmaktadır (Atalay ve Efe, 2015).

Kanaatkâr bir tür olan karaçam, ılıman iklimde yetişebildiği gibi soğuk iklime de dayanıklıdır. Yıllık ortalama sıcaklığın 8-10°C olduğu, kışın -25°C'ye kadar yazın ise 40°C'ye kadar olan yerlerde doğal yayılışını sürdürmektedir. Denizel iklimden karasal iklime geçişteki sıcaklık farkı fazla ve yağış değişimleri olan step ikliminde dirençli bir şekilde gelişimini devam ettirir (Dida vd. 2001). Ekstrem seviyedeki yüksek ve düşük sıcaklıklara karşı dayanıksız olan karaçam, kızılçam kadar sığa ve sarıçam kadar soğuğa dirençli olmayan bir türdür (Atalay ve Efe, 2015).

Yıllık ortalama yağışın yüksek olduğu bölgelerde nitelikli meşcereler kurarken, kurak alanlarda da gelişimini sürdürmektedir (Saatçioğlu, 1976). Kanaatkâr bir tür olan karaçam birçok çeşitli toprak ve anakaya üzerinde gelişim gösterir (Haverbeke, 1990). Rutubetli, derin, iyi ayrılmış ve havalanma kapasitesi iyi olan yerlerde bonitet seviyesi yükselir. Yamaç eğimin azaldığı ve taban suyunun tutulduğu alanlarda boniteti ve yayılış oranı yüksektir. Eğimin arttığı arazilerde ise toprağın suyu tutma oranı azaldığından boniteti düşük ve neredeyse bodura yakın bir büyüme seyretmektedir (Genç, 2004). Karaçam, boz, esmer orman ve kahverengi orman topraklarında; magnezyum oranı fazla, kireçli, alkali reaksiyonlu, litasollü ve podsollümsü topraklarda yayılış göstermektedir (Farjon, 2013). Her türlü ana kayada, hatta serpantin tabakalarının üzerinde bile yetişebilmektedir. Ancak fazla sudan hoşlanmaz (Saatçioğlu, 1976; Dida vd. 2001).

İnsan etkisi karaçamın kuruluşu ve yayılışı üzerinde rol oynar. Orman yangınları, açmacılık ve otlatma karaçam ormanlarının maruz kaldığı sorunlardandır. Karaçam ormanlarının tahribatlar sonucu azalmasıyla yerine İç Anadolu'da laden ve ardıç, Akdeniz'de ise kermes meşeleri gelmiştir. Açmacılığın fazla olduğu kırsal kesimlerde ise tarım arazileri karaçam ormanlarının yerini almıştır (Atalay ve Efe, 2012).

1.1.2 Asli ağaç türlerimizle yaptığı karışımlar

Karaçam, İç Anadolu'da ve step ikliminin hâkim olduğu yerlerde saf meşcere kurarken aynı zamanda meşe taksonları ve ardıçla karışıma girer. Nemliliğin arttığı Karadeniz bölgesinde yer yer sarıçam, kayın, kızılçam, göknar ve meşe taksonları ile karışım yapar. Marmara ve Ege'de meşe taksonları ve kızılçamlarla karışık meşcere kurar. Ardıç taksonları, Toros sediri, kızılçam ve Toros göknarı ile Akdeniz kıyı şeridinin Anadolu'ya bakan kısımlarında karışık meşcereler kurar (Genç, 2004).

1.1.3 Türkiye için kararlaştırılan idare süreleri

Orman Genel Müdürlüğü'nün asli orman ağacı türlerimizin idare sürelerini Orman İşletme Şeflikleri'ne bırakma kararının ardından, yöresellik ve bonitet derecesine bağlı olarak oluşturulan hasılat tablolarından, hacim ve artım tablolarındaki eski bilgilerden yararlanılarak planlayıcı ve uygulayıcı birlikteliğinde türlerin işletme şefliklerine göre idare süreleri kararlaştırılmaktadır (Anonim, 2008).

1.2 Türkiye'de Karaçam Doğal Gençleştirme Yöntemleri

Yarı ışık ağacı olan karaçam, iyi bonitetlerde sipere karşı daha dirençliyken, daha düşük bonitetlerde gölgeye dayanıklılığı azalır. Karaçamın tohumu hafif olduğundan kısa mesafelere uçuş yeteneğine sahiptir. 25 metreye kadar tohumlama mesafesi içerisinde gençlik gelebilmektedir (Atay, 1990). Bol tohum yıllarının önceden belirlenmesi, doğal gençleştirme müdahalelerinin uygulanma zamanı açısından büyük önem arz etmektedir (Odabaşı vd. 2007). Karaçamda, tozlaşmadan sonra, tohum 2 yılda olgunlaşır. Genelde bol tohum yılları da 2 yılda birdir. Ancak yüksek rakımlarda 4-5 yılda bir bol tohum yılına denk gelmektedir (Boydak vd. 2002). Genellikle karaçamda tohum dökümü Şubat ayında başlayıp Haziran ayının sonuna kadar devam etmektedir. En fazla tohum dökümü çoğunlukla ilkbaharda gerçekleşmektedir (Karadağ, 1999; Çalışkan vd. 2014).

Doğal gençleştirme sahalarında; Büyük Alan Siper İşletmesi (BASİ), Etek Şeridi ve Şerit Siper İşletmesi (EŞSİ-ŞESİ) uygulanmakta olup, doğal gençleştirme koşullarından mahrum sahalarda ise; Büyük Alan Tıraşlama İşletmesi (BATİ), Etek Şeridi ve Şerit Tıraşlama İşletmesi (EŞTİ-ŞETİ) karaçam için başarılı işletmelerdir. Orman işletmelerimizde mühendislerin uzun yıllar kalamaması, nitelikli işgücü temin edilememesi ve ekstansif koşullarından dolayı, Türkiye'de karaçam gençleştirmesinde

genellikle büyük alan siper işletmesi uygulanmaktadır (Genç, 2004). Yetiştirme koşullarının uygun olduğu sahalarda, hem BASİ hem de EŞTİ başarılı bir şekilde uygulanmaktadır. Diri örtünün ve eğimin az, yetiştirme koşullarının kötü olduğu sahalarda ise kök rekabetini ve siperin etkisini kırma açısından EŞTİ tercih edilir (Odabaşı vd. 2007).

1.2.1 Siper işletmesi

Ülkemizde, genellikle karaçam ormanlarında büyük, düzensiz sahaların olmasından ötürü ekseriyetle siper işletmesi tercih edilmektedir. Siper işletmesi uygulanacak sahada öncelikle kesim anahtarı yapılmalı, sahanın uzanış ve cephe yönleri belirlenmelidir (Atay, 1990). Tohumlama kesiminden en az 3, en fazla 5 yıl öncesinde hazırlama kesimi yapılmalıdır. Yeterli ölçüde müdahale görmemiş, sıkışık ve düzensiz yapıdaki karaçam sahalarda 2 ya da 3 hazırlama kesimi yapılmalıdır (Boydak ve Çalışkan, 2014). Müdahalede bulunulmuş ve tahrip edilmiş gevşek yapıdaki Karaçam meşcerelerinde hazırlama kesimi yapılmadan, bol tohum yılında direkt tohumlama kesimi gerçekleştirilir (Odabaşı vd. 2007).

Hazırlama kesiminin ardından kapalılık yaklaşık 0,7-0,8 oranında olması gerekir. Tohumlama kesimi, diri örtü istilasına karşı 0,6 kapalılığın altına düşürülmemeli veya hektarda 50 ila 70 adet arası tohum ağacı bırakılmalı ya da üçgen şebekesi oluşturacak şekilde aralarında 11-13 metre olan tohum ağaçları seçilmelidir (Anonim, 2014).

Sonbahar döneminde yağışlar başlamadan önce tohumlama kesimi bitirilmeli ve toprak işleme tamamlanarak sahadan çıkılmalıdır. Tohumlama kesiminden sonra yeni gelen gençlik, siperin altında ilk yıllarda oldukça dayanıklıdır. 3. yıldan sonra gençlik üzerinde siperin olumsuz etkileri görülmeye başlar. Tohumlama kesiminin ardından 2.-3. yıldan itibaren ışık kesimi yapılmalı, karaçam gençliğine gereken ışık verilmelidir. Normalde bir ışık kesimi yeterlidir ve fidanlar 5-6 yaşına eriştikten sonra boşaltma kesimi yapılabilir. Ancak ışık kesiminin sonra gerçekleşen bol tohum yılından da yeni gençlik gelebilir. Hatta 5-6 yaşındaki gençlik boşaltma kesiminin ardından don boğması veya don atması sonucu zarar görebilir. Oluşan zarar sonrası gençliğin büyük çoğunluğu kaybedilebilir ve yapay gençleştirme yapmak mecburiyetinde kalınabilir. Bu nedenle, yetiştirme ortamının mümkün kıldığı mertebede gençleştirme çalışmalarının uygulandığı karaçam sahalarda 2-3 bol tohum yılının ardından boşaltma kesimine gidilmelidir (Odabaşı vd. 2007).

1.2.2 Etek şeridi tıraşlama işletmesi

Etek şeridi tıraşlama işletmesi; uygulanacak gençleştirme sahalarının eğim derecesi düşük, diri örtü istilası olmayan, kapalılığı normal ya da yandan tohumlama yeteneğine sahip alanlarda uygulanabilir. EŞTİ uygulanacak sahada öncelikle kesim anahtarı yapılmalı, sahanın uzanış ve cephe yönleri belirlenmelidir. Karaçamda 25-30 metre genişliğinde şerit genişliği bırakılmalıdır (Saatçioğlu, 1979). Karaçamda gençleştirme çalışmalarının 20 yılda tamamlanabilmesi amacıyla büyük sahalarda, meşcere kenarı da dâhil olmak üzere, meşcere içerisinde birkaç gençleştirme cephesi açılması gerekir. Açılması gereken cephe miktarı;

Cephe adedi = (Meşcere genişliği x Özel gençleştirme süresi)/(Etek şeridi genişliği x Genel gençleştirme süresi)

formülü ile tespit edilebilir (Odabaşı vd. 2007). Karaçam gençleştirme alanı makineyle çalışmaya elverişli ise pullukla, değilse çapayla toprak işlemesi yapılması başarı oranını arttırır. Diri örtü istilası var ise fidanların, gelişim ve hayatiyetlerinin etkilenmemesi için alandan uzaklaştırılmaları gerekir. Kurak bölgelerde ölü örtüyü tamamen kaldırmak toprak yüzeyinde mineral seviyesinin düşmesine, dolayısıyla gençliğin ölümüne neden olmaktadır (Çelik ve dig. 2002). Gençleştirmeye alınan sahadaki tıraşlama şeritlerinde gençliğin gelmesinden 2-3 yıl sonra, yani bol tohum yılında, bir sonraki şeritte veya şeritlerde (zaruri durumlarda) tıraşlama kesimi yapılır (Odabaşı vd. 2007).

1.2.3 Büyük alan tıraşlama işletmesi

Büyük alan tıraşlama işletmesi gençleştirilmeye alınan tüm sahaya uygulanabileceği gibi zon olarak veya sahanın belirli parçalarında da uygulanabilir. Büyük alan tıraşlama işletmesinin uygulanması sonucu sahaya yeni gelecek gençlik, dikim veya ekim yoluyla getirilir. Orman ekosistemini aniden ortamdaki uzlaştırmak birçok soruna yol açacağından, zonlar üzerinde gençleştirme yapmak daha uygundur. Bu sebeple gençleştirilmeye alınması gereken sahalarda önceden belirlenip bir plan dâhiline alınır (Ata, 1995; Odabaşı vd. 2007). Tıraşlama uygulanacak sahada hâkim rüzgâr yönü önemli bir etkidir. Kesime, tıraşlama alanındaki hâkim rüzgâr yönünün ters istikametinde başlanmalıdır. Gençleştirme yapılan sahadaki rüzgâr tehlikesi varsa rüzgâr perdesi bırakılarak rüzgârın etkisi azaltılmalıdır. Diri örtü tehlikesi olan yerlerde tam alanda ya da 2-3 metre genişliğe sahip şeritler halinde temizleme çalışmaları

yapılmalıdır. BATİ, ülkemizde sadece çam türlerinde ve don tehlikesinin olmadığı sahalarda sedirde de uygulanabilir (Odabaşı vd. 2007).

Genel olarak tıraşlama işletmesinde gençleştirme yapılan sahadaki tüm ağaçlar bütünüyle alandan çıkartılır. Fakat ekonomik açıdan kıymetli gövdeler yetiştirmek yahut alanda tıraşlama sonrası tohumdan gelen doğal gençlik oluşturmak amacıyla belirli miktarda tohum ağacı bırakılabilir. Bu tür uygulamalar "**gelecek ağaçların korunmasıyla tıraşlama işletmesi**" ve "**tohum ağaçlarının korunmasıyla tıraşlama işletmesi**" olarak adlandırılır.

Gelecek ağaçların korunmasıyla uygulanan tıraşlama işletmesinde, hektarda 30-50 arasında ağaç bırakılmalıdır. Düzgün gövde gelişimi olan, tohumlama yeteneğine sahip ve aralama döneminde korunmuş ağaçlar olmalıdır. Seçilen bu ağaçlar, gençleştirilmesi yapılan alana yeni gelecek olan gençliğe zarar vermemesi amacıyla yangın yolları ve taşıma yollarına yakın kenarlarda bırakılmalıdır.

Tohum ağaçlarının korunmasıyla uygulanan tıraşlama işletmesinde de yine hektar başına 30-50 ağaç bırakılmalıdır. Tohum ağaçlarının korunmasıyla uygulanan tıraşlama işletmesi, çam türlerinde ve don tehlikesinin olmadığı sahalarda sedirde de uygulanabilir. Kuruluşu düzenli veya bozuk olan ormanlarda uygulanabilir. Sahada bırakılan ağaçlar optimal formda olmalıdır. Her gençleştirme yönteminde olduğu gibi müdahale öncesi bol tohum yılına dikkat edilmelidir. Tohum ağaçlarının korunmasıyla uygulanan tıraşlama işletmesi, siper durumuyla tıraşlama durumunun birleşimi olarak da yorumlanabilir. Homojen dağılıştaki orman kuruluşlarında sahaya eşit oranda tohum ağacı bırakılırken bozuk yapıdaki orman kuruluşunda bu imkân yoktur. Bu işletme biçiminde nitelikli tohum ağaçları bırakılırken, diğer ağaçlar tıraşlama kesimine tabi tutularak yapay gençleştirme çalışmaları sahada uygulanır. Bırakılan tohum ağaçları serbest durumdan faydalanarak iyi bir gelişimle bol tohum üretimi gerçekleştirir (Odabaşı vd. 2007). Genellikle ağaçlar bol ışık aldıkları ve tepelerini geliştirdikleri zaman daha fazla tohum üretirler. Bundan dolayı doğal gençleştirme yapılacak meşceredeki ağaç tepelerinin gençleştirme öncesi serbest duruma getirilmesi tohum veriminde önemli etkiye sahiptir (Yılmaz ve Özel, 2009).

1.3 Tohum Ağacı Doğal Gençleştirme Yöntemi

Tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemi, alanda sadece tohumlama kapasitesine sahip nitelikli ağaçları bırakarak gençleştirme alanının dengeli bir şekilde tohumlanmasını amaçlamaktadır (Daniel vd. 1979; Smith, 1986; Barnett ve Baker, 1991). Orman işletmecileri genellikle bu yöntemi, yetişme ortamını kolay bir şekilde gençleştiren, bol tohum veren, tohumu uçma yeteneğine sahip veya hafif tohumlu türler için kullanmaktadırlar. Sahada bırakılan tohum ağaçları serbest yetişme ortamına kavuştuğundan, bu durum genellikle tohum ağaçların fenotipik gelişimine katkı sağlar ve tohum üretimini artırır. Alanda bırakılan tohum ağacı sayısı, tıraşlama işletmesinde de olduğu gibi yeni gelen gençliğin ışık şiddeti, sıcaklık, toprak nemi ve arazinin diğer özellikleri gibi çevresel koşullara adaptasyonunda belirleyici bir etkidir (Cheyney, 1942; Schmidt vd. 1976).

Tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemiyle ilgili standart tanımlar şunlardır:

Tohum ağacı - gençleştirme için tohum kaynağı olarak bırakılmış tek ağaçtır.

Tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemi - gençliğin oluşmasını sağlayacak bol tohum üretebilen tohum ağaçları dışında, tüm ağaçların tek bir kesimle alandan çıkarılmasıdır.

Tohum ağacı sistemi - geçici olarak sahada bırakılan tohum ağaçları hariç, bir veya birden çok kesimle sahadaki tüm ağaçların alandan çıkarılmasıdır (Ford-Robertson, 1971; Smith, 1986).

Siper işletmesinde olduğu gibi hazırlama kesimi, tohumlama kesimi ve boşaltma kesimi tohum ağacı doğal gençleştirme yönteminde de gençleştirme yapılacak alanda planlı bir şekilde uygulanmaktadır. Tohumlama kesiminden sonra sahada bırakılan ağaç sayısı ile yetişme ortamının olumsuz etkilerine karşı gençliğin siperlenmesi durumu tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemini siper işletmesinden ayıran yaklaşımlardır. Tohum ağacı doğal gençleştirme yönteminde sahada bırakılan ağaçlar genellikle tohumlama amacıyla kullanılmaktadır (Nyland, 1996).

Genellikle tohum ağacı doğal gençleştirme yönteminde hektarda 5-30 arası tohum ağacı bırakılır (Cheyney, 1942). Tohum ağacının alana dağılışı ve sayısı; meşcere alanının koşullarına, gençleştirilen türün yetişme özelliklerine ve tohum ağaçlarının tohumlama kapasitesine bağlıdır. Gençleştirme sahasında bırakılması gereken tohum

ağacı sayısının hesaplanmasında kullanılan formül ise aşağıda gösterilmiştir (Nyland, 1996):

$$\text{Tohum Ağacı Sayısı/ac} = (43,560 / F) \times (D / G \times N \times Y)$$

$$\text{Tohum Ağacı Sayısı/ha} = (10.000 / F) \times (D / G \times N \times Y)$$

Formülde;

F: Bir ağacın tohumlayabileceği alan (ft²/ac veya m²)

D: İstenilen gençlik sıklığı (m² veya ft²/ac) 'de

G: Dökülen tohumdan beklenen çimlenme yüzdesi

N: Her bir tohum ağacı için dökülen tohum sayısı

Y: Yaşama yüzdesi

Örneğin; ABD ve Kanada'nın batısında bulunan melez ormanlarının gençleştirme çalışmalarında, hektarda sadece 7 tohum ağacı bırakılırken (Schmidt vd. 1976); duglas göknarında bu sayı hektarda 15-20 tohum ağacı olarak değişmektedir (Seidel, 1983). ABD'nin doğu bölgelerinde yetişen, tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemiyle gençleştirilen *Pinus strobus* ve *Pinus resinosa* için ise gençleştirme alanında hektarda en az 7 en fazla 25 tohum ağacı bırakılmaktadır (Horton ve Bedell, 1960).

ABD'nin güneydoğusunda bulunan *Pinus taeda* ve *Pinus elliottii*'nin gençleştirilmesinde uygulanan tohum ağacı doğal gençleştirme yönteminde, ortalama göğüs çapı 25,4 cm olan 74/ha tohum ağacı bırakılırken, ortalama göğüs çapı 40,6 cm olan 25/ha tohum ağacı alanda bırakılmaktadır. Bu durumun aksine, *Pinus echinata* ve *Pinus clausa* göğüs çapıyla kıyaslandığında sırasıyla yaklaşık olarak hektarda 124 ve 49 tohum ağacı bırakılmaktadır (Barnett ve Baker, 1991).

Son olarak boşaltma kesiminde orman işletmecileri kısa dönemde az sayıdaki tohum ağacının yüksek bir ekonomik katkı 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 iyi nitelikteki tohum ağaçlarını uzun yıllar boyunca kesmeyerek ekonomik açıdan yarar sağlayacak hale geldikten sonra sahadan çıkarmaktadırlar (Cheyney, 1942).

Tohum ağacı doğal gençleştirme yönteminde uygulandığı gibi siper yönteminde de bazı ağaçlar kıymet artımına bırakılabilir. Tohum ağacı doğal gençleştirme yönteminde bazı türler genellikle serbest yetişme ortamı bulduğundan yapısı

bozulabilir ya da diğer bir ifadeyle azmanlaşabilir. Azmanlaşma durumu ya da artım değişikleri ise türün silvikültürel karakterine ve çevre koşullarına bağlıdır (Nyland, 1996).

Ülkemizin orman ekosistemi çok çeşitlidir. Ormanlarımızın günümüze kadar görmüş olduğu işlemler ve karışım şeklinin zenginliği, anlaşılması zor sorunlar doğurur. Bu sebeple gençleştirme sorunları çeşitli ve güçtür. Gençleştirme çalışmaları ekolojik koşullar ve türlerin bol tohum yılları dikkate alınarak yıllık sistematik programlar dâhilinde doğal ve yapay gençleştirme çerçevesinde sürdürülmektedir.

Bu araştırmada, gençleştirme sahasında belirli sayıda tohum ağacı bırakılmasıyla alanın doğal olarak gençleştirme başarısı irdelenmiştir. Çalışma alanı Eskişehir Orman İşletme Şefliği Tandır Mevkii'ndeki düşük bonitetli karaçam meşcereleridir. Sahada 2015 ve 2016 yılında toplam 27,9 ha alanda gençleştirme uygulanmıştır. Tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemlerinde olduğu gibi hektarda ortalama 17 tohum ağacı kalmıştır. Sahada 1+0 fidanlarla dikim yapılmıştır ve ayrıca alandaki kalan ağaçlar ile doğal gençleştirme gerçekleştirilmiştir. Bu düşük bonitetli karaçam meşcerelerinde tohum ağacı doğal gençleştirme yönteminin etkinliği, başarısı, uygulanabilirliği değerlendirilmiştir. Karaçam ormanlarında tohum ağacı doğal gençleştirme yönteminin uygulanmasında fidan dikimine gerek olup olmadığı tartışılmıştır. Gençleştirme alanında bırakılan tohum ağaçlarının ve tohumdan gelen fidanların doğal gençleştirmedeki başarısı geniş bir literatür taraması yapılarak tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemi bakımından irdelenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Raja vd. (1998) gençleştirme metotlarının *Pinus echinata*'nın genetik yapı ve çeşitliliği üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Kesim sonrası yıllarda gen çiftlerindeki sayı ve frekanslarındaki değişiklikler izlenmiştir. Doğal gençleştirme çalışmalarına kıyasla suni gençleştirmede, daha az gen çeşitliliği olduğu tespit edilmiştir. Tohum ağacı doğal gençleştirme yönteminin uygulandığı meşcerelerde 13 mevkide gen çeşitliliği frekansının arttığı belirlenmiştir.

Gençleştirme çalışmalarında müdahale sonrası yeni gelen gençliğin hayatiyetini devam ettirebilmesi oldukça önemlidir. Gençliğin biyolojik bağımsızlığını kazanması göz önüne alınarak, hangi yöntemin kullanılacağını belirlemek amacıyla dikimle gençleştirme yöntemi ve tohum ağacı yöntemi arasında stokastik optimizasyon modeli geliştirilmiştir. Elde edilen değerler, uygulamacıların sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) için dikimle gençleştirme yerine, tohum ağacı yöntemini tercih etmesini sağlamıştır (Zhou 1999).

Afyon Orman İşletme Müdürlüğü'nün orman sınırlarında bulunan 6 adet Anadolu karaçamı meşceresi üzerinde Güner (2001) tarafından yapılmış bir çalışmada doğal gençleştirme çalışmaları değerlendirilmiştir. Yapılan araştırmada Hocalar, Sandıklı ve Sinanpaşa Orman İşletme Şefliklerinin orman sınırlarında yer alan bazı örnek alanlar üzerinde incelemelerde bulunmuştur. Seçilen meşcerelerdeki gençlik başarısını mükemmel, orta ve zayıf olarak derecelere ayırmıştır. Çalışma sonucunda, tohumlama kesimi yapılan yılda en fazla gençliğin geldiğini görmüş, buna rağmen bir sonraki bol tohum yılında da gençleştirme başarısını arttıracak derecede gençlik geldiğini tespit etmiştir. Gençleştirme çalışmasının başarıya ulaşması için, ışık kesimi ve boşaltma kesimi öncesi ikinci bol tohum yılının beklenilmesi, hatta yetiştirme ortamının elverişsiz olduğu alanlarda da öncü gençliğe zarar verilmemesi hususunda değerlendirmelerde bulunmuştur.

1982 yılında ABD Georgia eyaletinin dağ eteğindeki ormanlar üzerinde uygulanan 6 farklı doğal gençleştirme metodu karşılaştırılmalı olarak Logan vd. (2005) tarafından

incelenmiştir. Bu yöntemler: (1) tıraşlama sonrası tohum ekimi; (2) tıraşlama, kontrollü yakma ve tohum ekimi; (3) tohum ağacı; (4) tohum ağacı altında kontrollü yakma; (5) siper işletmesi; ve (6) siper altında kontrollü yakma yöntemleridir. 20 yıl sonra münferit ağaç ve meşcere özelliklerini tespit etmek amacıyla, kalan tohum ağaçlarında gençleştirme yönteminin ve kontrollü yakma metodunun etkileri analiz edilmiştir. Göğüs çap gelişimi, tohum ağacı yönteminde siper göre daha fazla olurken, siper altında kontrollü yakma metodunda artış, tohum ağacı kontrollü yakma metodunda azalış göstermiştir. Boy artımı ise, siper altında kontrollü yakmada azalırken, tohum ağacı altında kontrollü yakmada artış göstermiştir. Sonuç olarak ekonomik analizler, tohum ağacı yönteminin siper işletmesine göre daha fazla finansal getiri sağladığını ve daha az bakım masraflarının olduğunu göstermiştir.

Hyppönen vd. (2005) bir çalışmada Kuzey Finlandiya, Laponya'da sarıçamın (*Pinus sylvestris*) tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemiyle fidan boyunun gelişimi üzerine modellemeler oluşturmuştur. Modelleme, gençleştirme sürecinin dinamiklerini tanımlamak ve gençleştirme başarısını etkileyen temel ekolojik faktörleri analiz etmek için kullanılmıştır. Fidan oluşumunu etkileyen en önemli değişkenler; yükselti, müdahale sonrası geçen süre, taşlılık ve arazi hazırlığı olmuştur. Sonuçlar, ortalama tohumdan gelen fidan miktarının arazi hazırlığı yapılmayan sahalarda tatmin edici olmadığını göstermiştir.

Nothofagus pumilio genellikle Şili'de, Arjantin'de 36-56 güney enlemleri arasında yayılış yapan geniş yapraklı gölgeye dayanıklı bir ağaç türüdür. Rosenfeld vd. (2006) bir çalışmada tohum ağacı gençleştirme yönteminin Magallanes bölgesinde (Şili) bulunan *Nothofagus pumilio* üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışma yapılan ormanlık sahanın %65-70'i kesime tabi tutulmuş ve hektar başına asgari 15 tohum ağacı bırakılmıştır. Fidan sayısının gelişim çağına bağlı olarak kesim öncesi m² de ortalama 0.39 - 26,7 adet arasında iken, kesim sonrası bu değer m² de 9,2 -21,5 adet olarak belirlenmiştir. Toplam olarak bakıldığında yeni gelen gençlik sayısının m² de 9,5 ila 48,2 adet arasında dağılış gösterdiği belirlenmiştir. 1992-1997 yılları arasındaki dönemde gelişim gösteren fidan sayısını; alanda bulunan tohum ağacı sayısı, göğüs yüzeyi ve tohumlama mesafesi etkileyen faktörlerden olurken, orta ağaç boyu bu dağılışa etki etmemiştir. Sonuç olarak, tohum ağacı gençleştirme yöntemi *Nothofagus pumilio* ormanları için uygulanabilir olarak düşünülse de, katı bir şekilde uygulanması

durumunda birçok büyük, bozuk şekle sahip, idare süresi geçmiş gruplar oluşturabilmektedir

Sanchez ve Moore (2008) tohum ağacı, siper işletmesi ve grup seçimi yöntemleri kullanılarak 1913'te kurulan *Pinus ponderosa* ve *Quercus gambelii* karışık ormanlarını incelemişlerdir. Ayrıca, çalışılan sahalarda hayvanların sosyal baskı yapıp yapmadığı araştırılmıştır. 1913 yılında kurulan ormanlarda 93 yıllık süre sonunda meşcere içinde *Pinus ponderosa*'nın ortalama dağılımı bir ila üç katı oranında azalmış, *Quercus gambelii* dağılımı ise üç ila dokuz kat oranında artmıştır. Yapılan analizler sonucunda gençleştirme başarısı en yüksek tohum ağacı yöntemi uygulanan sahalarda olmuştur.

Ağaç türlerinin bileşimini, çeşitliliğini, floristik benzerliğini ve önem derecesini belirlemek amacıyla 1989-1995 yılları arasında Meksika'nın Álvarez bölgesinde yapılan bir çalışmada 3 meşcerenin tohum ağacı yöntemi ile gençleştirilmesi değerlendirilmiştir. Her meşcere içerisinde eğim, mevkii, yükseklik ve tohum ağaçlarının sayısı gibi özellikleri dikkate alarak nispeten homojen üniteler belirlenmiş ve on bir ünite elde edilmiştir. Ayrıca bu meşcerelere komşu olup, silvikültürel müdahale görmeyen meşcerelerde de çalışılmıştır. Her bir meşcere 314,16 m² (10 m yarıçapı) dairesel alan oluşturulmuş ve bunların her biri 78.54 m²'lik dört alt parsele bölünmüştür. Mevcut ağaç türlerinin (ibrelili ve yapraklı) gençleştirme çalışmaları ve plan dışındaki ağaç türleri kayıt altına alınmış, plan dâhilindeki meşcereler ise değerlendirilmeye tabi tutulmuştur. Tür çeşitliliği ve yoğunluğu, önem derecesi endeksi yardımıyla belirlenmiştir. Hem çeşitlilik hem de benzerlik indeksleri hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular, ibrelili ve yapraklı türlerin karışım halinde olduğu alanlarda ibrelili türlerin nispeten daha baskın olduğunu göstermiştir. Hesaplanan çeşitlilik endeksleri, gençleştirme çalışmalarının ardından zamanla çeşitlilik ve zenginlik değerlerinin daha da kötüye gittiğini, ancak müdahale edilmeyen sahalarda herhangi bir değişim olmadığını göstermiştir. Müdahale edilen meşcereler arasındaki tür çeşitliliği endeksleri istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Bununla birlikte müdahale görmeyen sahalarda kıyaslandığında, sadece bir meşcere ve meşcereye komşu olan yan meşcerenin istatistiksel olarak benzer olduğu tespit edilmiştir. Leyva-López vd. (2010) tarafından gerçekleştirilen bu çalışmada genel olarak, gençleştirme çalışmaları yapılan meşcerelerdeki türlerin karışımı ile komşu sahalardaki türlerin karışımı birbirine benzerdir. Böylece, tohum ağacı gençleştirme yönteminin tür

karışımı ve çeşitliliği üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığı, hatta hafif bir artış sağladığı sonucuna varılmıştır.

İspanya'nın orta kesimlerindeki Akdeniz ormanlarında tohum ağacı yöntemiyle doğal olarak gençleştirilen altı adet sahilçamı (*Pinus pinaster*) meşceresinden 151 örnek alan üzerinde yapılan bir çalışmada incelemelerde bulunulmuştur. Garcia vd. (2010) tarafından yapılan araştırma ve incelemelerin amacı, doğal gençleştirme yöntemleri için tohumdan gelen gençliğin analiz edilmesi, farklı arazi yapıları ve gençleştirme çalışmaları arasındaki ilişkinin belirlenmesi konularına odaklanmıştır. Ek olarak farklı orman meşcerelerinin uygunluğunun incelenmesi üzerine çalışmalarda bulunmuşlardır. Hemen hemen tüm meşcerelerde, hektarda iki binden fazla tohumdan gelen fidan bulunmuş ve tohum ağacı yönteminin sahilçamının doğal gençlestirmesi için en ideal yöntem olduğu belirlenmiştir.

Figuroa-Navarro vd. (2010) Meksika'da, *Pinus patula* ormanlarının toprak üstü biyokütlesini hesaplamak amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bölgede gençleştirme çalışmaları "tohum ağacı yöntemi" ile yapılmaktadır. Yapılan çalışmada *Pinus patula* biyokütlesini tahmin etmek için, ağaçların (gövde, dallar, yaprak ve kabuk) farklı yapısal bileşenleri dikkate alınarak eş zamanlı regresyon denklemleri düzenlenmiştir. Ormanlara ait ağaç biyokütle miktarı, orman envanterinden alınan denklemler ve veriler kullanılarak elde edilmiştir. 1982'de tohum ağacı yöntemiyle müdahale gören meşçere (kesimden sonra ortaya çıkan ilk meşçere) doğal ormana göre nispeten benzer bir biyokütle birikimi göstermiştir. Elde edilen sonuçlara göre, bölgedeki ormanların atmosferdeki karbon salınım oranını etkili bir şekilde dengeleyebileceği ve mevcut karbonu yeterli ölçüde absorbe edebileceği belirtilmiştir.

Bragg (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, 2002 yılında *Pinus teada* ve *Pinus echinata* ormanlarında üç küçük alan tohum ağacı yöntemi kullanılarak gençleştirmeye alınmıştır. Müdahalenin hemen ardından, göğüs yüzeyi 1,28 m² ve hektardaki ortalama ağaç sayısının 19 adet olduğu belirlenmiştir. 2006 yılında ise, hayatiyeti devam eden tohum ağacı sayısı hektarda ortalama 18,3 iken, her tohum ağacı için göğüs yüzeyi 1.33 m² olarak ölçülmüştür. Elde edilen odun hammaddesi ilk olarak hektarda 30 ton iken, 3 vejetasyon dönemi sonrasında 31,7 tona yükselmiştir. Genel olarak düşük çapa sahip tohum ağaçlarının hacimlerinin hızlı bir şekilde arttığı ve hayati zararlara karşı daha dayanıklı oldukları gözlemlenmiştir. Karışık çam

meşcereleri için tohum ağacı doğal gençleştirme yönteminin uygun bir seçenek olduğu belirtilmiştir.

Simonsen (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) türünün gençleştirme çalışmalarında uygulanan suni gençleştirme ve tohum ağacı gençleştirme yöntemleri araştırılmıştır. Araştırma, 100 yaşındaki 16 ile 28 metre arasındaki boylara sahip ağaçlardan oluşan Kuzey İsveç'teki deniz seviyesinin 100-400 m üzerindeki 60 ve 64 derece kuzey paralelinde yer alan 8 lokasyon üzerinde yapılmıştır. Bu yöntemler lineer olmayan optimizasyon modeli kullanarak sayısallaştırılmış ve meşcere düzeyine göre modellenmiştir. Ayrıca, iyi genotip özelliklere sahip fidanlar ile çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre seçilen optimal doğal gençleştirme metotlarının lokasyona, arazi yapısına ve yapılan çalışmalara bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Gençleştirmede dikilen fidanların, doğal gençleştirme yapılan sahalarda çoğunda iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Dikimler, bonitet değeri ve fidan yaşama oranı yüksek olan alçak rakımlı mevkiilerde bulunan meşcerelerde optimal gelişim göstermiştir. Sonuç olarak, tohum ağacı gençleştirme yönteminin suni gençleştirmeye göre daha uygun olduğu belirlenmiştir. Dikim yapılacak alanların, bonitet değeri ve fidan hayatiyeti yüksek, bakım giderleri düşük olan sahalarda için daha uygun olduğu kararlaştırılmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Çalışma alanı

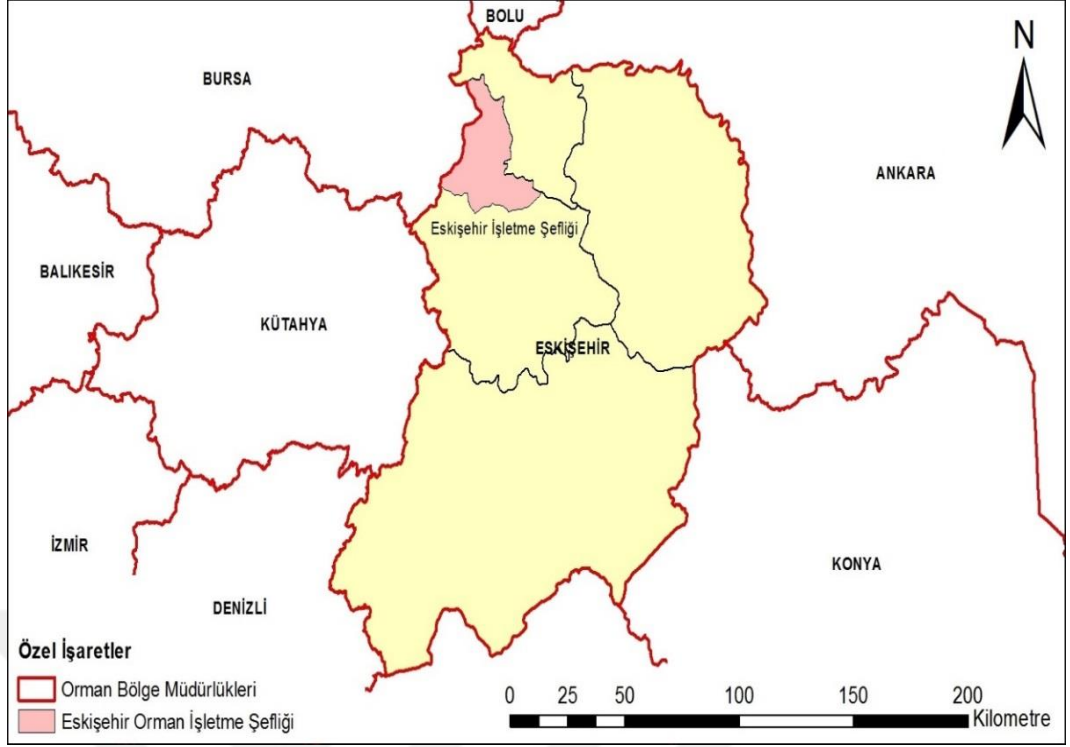
Çalışma, Eskişehir Orman Bölge Müdürlüğü, Eskişehir Orman İşletme Müdürlüğü, Eskişehir Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yapılmıştır (Şekil 3.1). İşletme Şefliğine ait orman varlığı ve ağaç serveti Çizelge 3.1’de verilmiştir. İşletme şefliği ormanlarını oluşturan ağaç türleri; karaçam (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*) ve meşe olup, saf ve karışık meşcereler oluşturmaktadır. Meşelerin büyük çoğunluğunu saçlı meşe (*Quercus cerris*) oluşturmaktadır İşletme şefliği ormanları genel olarak düz ve çok eğimli (%0-35) meyil gruplarında, 765-1523 metre yükseltiler arasında değişen, Orta Anadolu step ikliminin egemen olduğu bir alanda yayılış göstermektedir. Çalışma alanının, Eskişehir Orman Bölge Müdürlüğü sınırlarındaki konumu Şekil 3.2’de, çalışma alanına ait şeflik sınırları Şekil 3.3’te ve çalışma alanı Şekil 3.4’te verilmiştir.



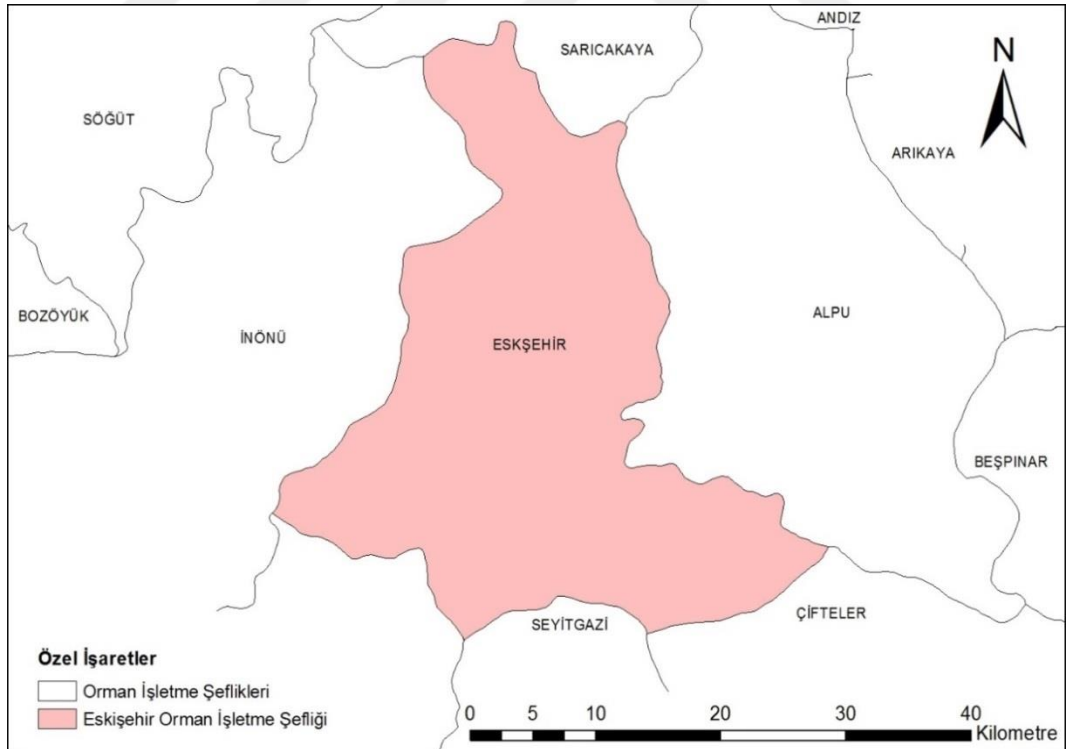
Şekil 3.1 : Çalışma alanının konumu

Çizelge 3.1 : Eskişehir Orman İşletme Şefliği’ne ait bilgiler.

İşletme Şefliği	Koru		Baltalık		Ormanlık Alan	Ormansız Alan	Toplam Alan
	Normal (ha)	Bozuk (ha)	Normal (ha)	Bozuk (ha)	(ha)	(ha)	(ha)
Eskişehir	9.844,4	3.135,8	-	-	12.980,52	68.087,2	81.067,4

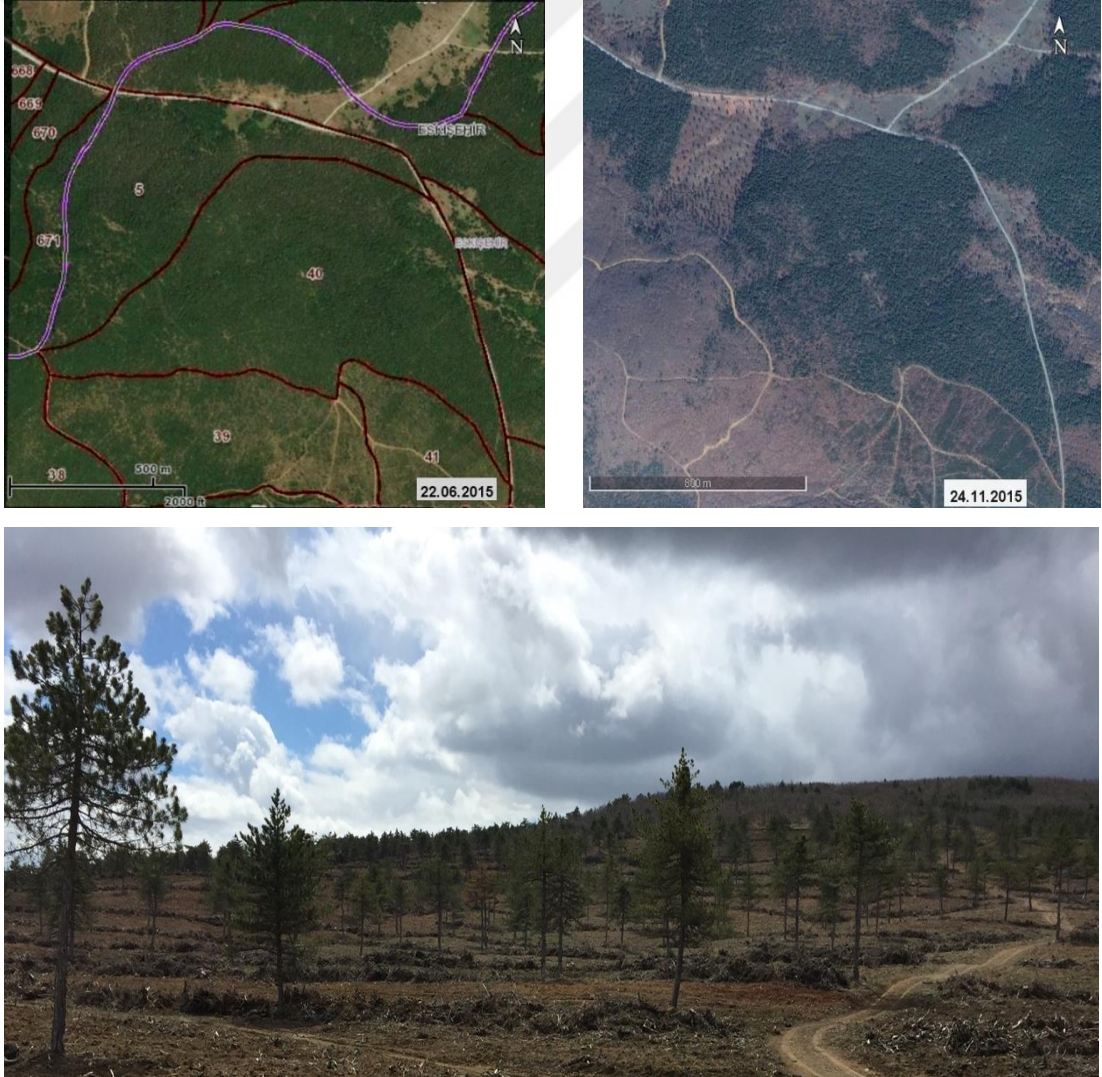


Şekil 3.2 : Çalışma alanının bölge müdürlüğündeki konumu



Şekil 3.3 : Çalışma alanı şeflik sınırları

Çalışma alanı, Eskişehir Orman İşletme Şefliği'nin Tandır mevkiindeki gençleştirme çalışmasının yürütüldüğü 5 nolu tensil sahasıdır. Bu şefliğin çalışma alanı olarak seçilmesinin başlıca nedeni; 2015 yılından itibaren gençleştirme çalışmalarına konu olmasıdır (Şekil 3.4). Çalışma kapsamında incelenen tensil sahasına ait veriler Eskişehir Orman İşletme Şefliği'nden alınan bilgiler doğrultusunda alana gidilerek incelenmiştir. Arazi koordinatları UTM X (Doğu) 0304224, Y (Kuzey) 4421032 arasında yer almaktadır. Meşcere ağaçları 20-52 (cd çağı) yaşları aralığındadır. Bonitet IV-V aralığındadır. Gençleştirme öncesi kapalılık %60-70 (Orta) tir. Diri örtü azdır ve ölü örtü kalınlığı 2-5 cm arası ölü ibrelerden ve ağaç kalıntılarından oluşmaktadır. Arazinin içinden kuru dere geçmekte ve arazi Kuzey bakıda kalmaktadır.



Şekil 3.4 : Tandır mevki gençleştirme sahası (Foto: M. Kalkan)

3.1.3 İklim özellikleri

Eskişehir Orman İşletme Şefliği ormanları, Batı Anadolu iklimi ile Orta Anadolu ikliminin karşılaştığı iklim bölgesinde yer almaktadır. Yaz ayları sıcak ve kurak, ilkbahar ve sonbahar ayları serin ve yağışlı, kış aylarında ise aşırı soğuk ve karlı geçen bir iklime sahiptir. Vejetasyon dönemi genellikle nisan ayında başlamakta ve ekim ayının sonuna kadar devam etmektedir.

Eskişehir ilinin 89 yıllık Meteorolojik Rasat Değerleri Çizelge 3.2'de gösterilmiştir. Yıl bazında ortalama değerlere ilişkin bilgiler ise şu şekildedir;

Ortalama Sıcaklık (°C) : 11

Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C) : 17,3

Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C) : 4,8

Ortalama Güneşlenme Süresi (saat) : 81,8

Ortalama Yağışlı Gün Sayısı : 106,6

Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm) : 367,1

Çizelge 3.2 : Eskişehir ilinin 89 yıllık Meteorolojik Rasat Değerleri (MGM, 2017).

METEROLOJİ İSTASYONU	ESKİŞEHİR												ENLEM
DENİZDEN YÜKSEKLİK (m)	800												39° 46" N
													BOYLAM
													30° 31" E
													AYLAR
ESKİŞEHİR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Son İklim Periyoduna Göre(1927 - 2016)													
Ortalama Sıcaklık (°C)	0,1	1,4	5	10,3	15,1	19	21,7	21,5	17,2	12	6,5	2	11
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	3,8	6,2	11,3	17	21,9	26	28,9	29,3	25,3	19,6	12,6	6	17,3
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-3,7	-2,9	-0,6	3,7	7,9	11,2	13,7	13,5	9,5	5,3	1,3	-1,5	4,8
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2,6	3,7	5,1	6,4	8,6	10,5	11,7	11,1	9,1	6,3	4,3	2,4	81,8
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	14	12,1	11,6	10,5	10,9	7,4	3,4	2,7	4,1	7,4	9,3	13,2	106,6
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	40,3	33,1	35,4	38,8	44,7	33,1	12,8	8,5	15,9	28,1	30,4	46	367,1
Son İklim Periyoduna Göre(1927 - 2016)													
En Yüksek Sıcaklık (°C)	20,2	22,3	29,1	31,2	34,3	36,8	40,6	39	37	33	25,6	21,4	40,6
En Düşük Sıcaklık (°C)	-27,8	-23,8	-16,5	-10,4	-2,2	0,5	5	2,2	-3,7	-7,1	-16,7	-26,3	-27,8
Günlük Toplam En Yüksek Yağış Miktarı	21.09.2006 - 65,7 mm			Günlük En Hızlı Rüzgâr			07.03.1973 - 117,7 km/sa			En Yüksek Kar		21.04.1938 - 64,0 cm	
En geç, En erken, Ortalama Don tarihleri	En Erken : 01 Aralık			En Geç : 30 Mart			Ortalama : -						

Eskişehir OİŞ'nin amenajman plantasyonundan alınan vejetasyon bilgilerine göre, vejetasyon dönemi Nisan-Ekim ayları olarak (7 ay) kabul edilmiştir. Vejetasyon sürecine göre sıcaklık ve yağış bilgileri ise şu şekildedir;

Vej. Dön. Ortalama Sıcaklık (°C) : 16,7

Vej. Dön. Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C) : 24

Vej. Dön. Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C) : 9,3

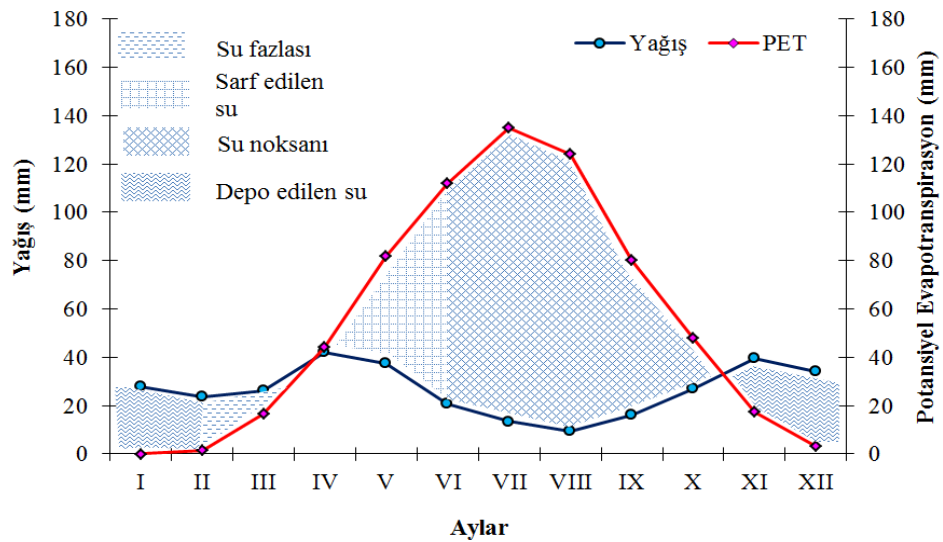
Vej. Dön. Ortalama Güneşlenme Süresi (saat) : 63,7

Vej. Dön. Ortalama Yağışlı Gün Sayısı : 46,4

Vej. Dön. Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm) : 181,9

(Vejetasyon sürecindeki iklim değerleri 89 yıllık olmak üzere güncellenmiştir.)

Meteoroloji Genel Müdürlüğü internet sitesinden alınan Eskişehir ili yağış ve sıcaklık değerlerine göre Thornthwaite metoduyla su bilançosu bulunmuş (Çizelge A.1) ve bulunan değerlerle su bilançosu diyagramı oluşturulmuştur (Şekil 3.6). Eskişehir ilinin 89 yıllık meteorolojik rasat değerlerine göre 367,1 mm olan yıllık toplam yağışın %49,5'i (181,1 mm) vejetasyon döneminde gerçekleşmektedir. Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre su noksanı haziran ayında başlamakta ve Kasım ayı başına kadar sürmektedir.

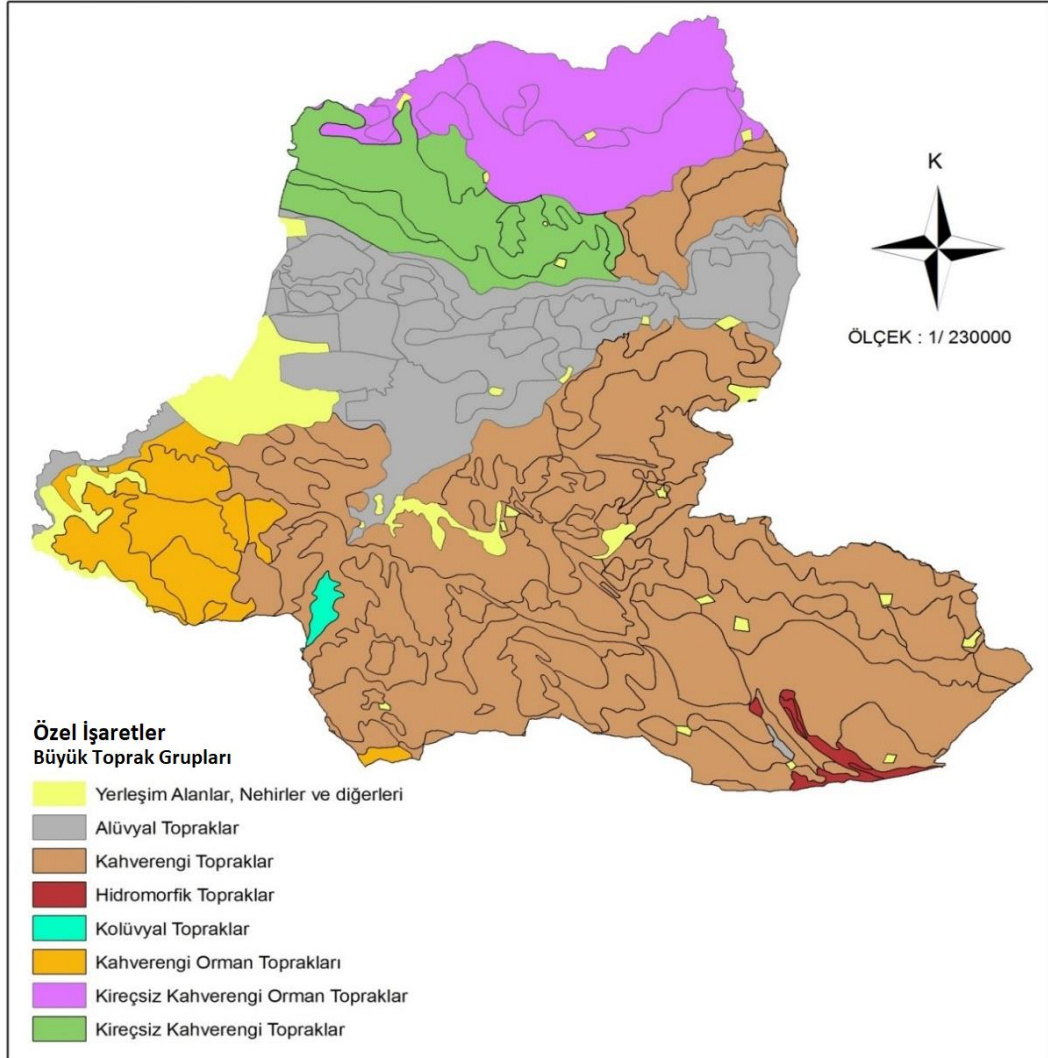


Şekil 3.6 : Eskişehir ilinin Thornthwaite metoduna göre su bilançosu diyagramı

Thornthwaite metoduna göre Eskişehir ilinin iklim tipi D,B'1,d,b'2 sembolleriyle ifade edilen mezotermal, su fazlası olmayan veya pek az olan, yazın aşırı derecede su noksanı bulunan yarı kurak iklim tipine sahip olduğu belirlenmiştir.

3.1.4 Toprak grupları durumu

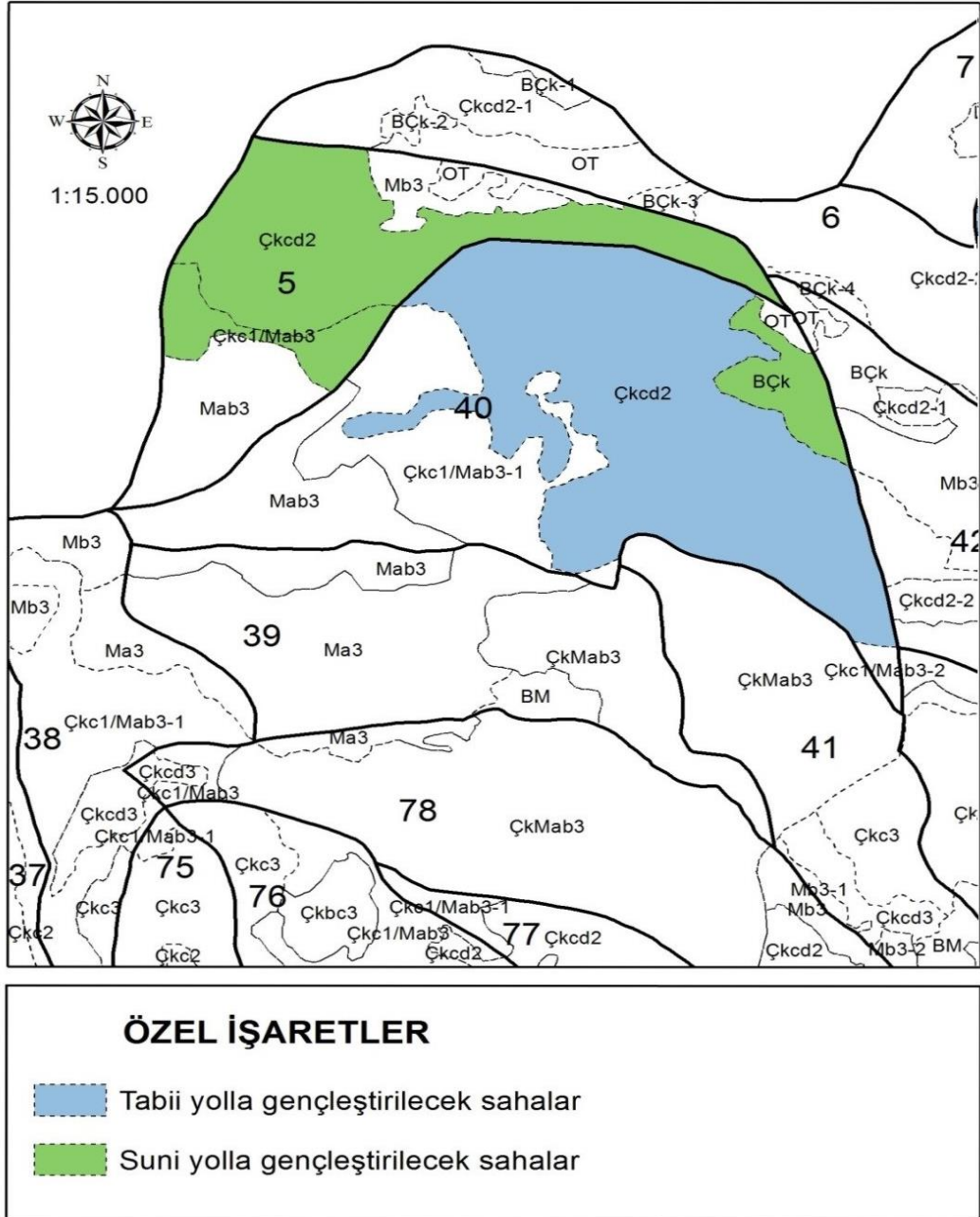
Eskişehir Orman İşletme Şefliği ormanlarının yayılış yaptığı topraklar genellikle sığ ve orta derinliktedir (60 cm'den az). Arazi yapısı düz ve çok eğimli (%35'e kadar) meyil sınıfında yer almaktadır. Yükseltisi deniz seviyesinden 765-1523 metre arasında değişkenlik göstermektedir. Şeflik sınırları içerisindeki toprak gruplarında alüvyal, kahverengi, hidromorfik, kolüvyal, kahverengi orman, kireçsiz kahverengi orman ve kireçsiz kahverengi topraklar yer almaktadır. Gençleştirme yapılan alan kireçsiz kahverengi orman topraklar üzerinde yer almaktadır. Eskişehir Orman İşletme Şefliği ormanlarının bulunduğu 1/230 000 ölçekli Büyük Toprak Grupları Haritası Şekil 3.7'de görülmektedir.



Şekil 3.7 : Eskişehir Orman İşletme Şefliği Büyük Toprak Grupları haritası

3.1.5 Gençleştirme sahası meşcere tipi

Amenajman rehberlik ve denetim başmühendisi, plan yapıcısı ve uygulayıcısı tarafından belirlenen gençleştirme sahaları haritası Eskişehir Orman İşletme Şefliği amenajman veri tabanından elde edilmiştir. Çalışma alanı olan 5 nolu bölme Şekil 3.8'deki meşcere haritasında görülmektedir. 5 nolu bölmenin gençleştirmeye alınan kısmında 23,2 ha Çkcd2, 4,7 ha Çkc1/Mab3 meşcere tipi hâkimdir.



Şekil 3.8 : Çalışma alanı meşcere haritası

3.1.6 Gençleştirme sahası topografik yapı

Çalışma alanına ait topografik harita Esri World Topographic Map çevrimiçi veri tabanından elde edilmiş ve Şekil 3.9’da gösterilmiştir. Gençleştirme sahası yükselti rakımları 1250-1400 metreler arasında değişmekte ve çalışma alanı kuzey bakıda kalmaktadır.



Şekil 3.9 : Çalışma alanı topografik haritası (Esri, 2017)

3.1.7 Gençleştirme sahası toprak özellikleri

Çalışma alanı olan Tandır mevki gençleştirme sahasından Mart 2015’te 15 adet toprak örneği işletme şefliği tarafından müdahale öncesinde 0-30, 30-60 ve 60-90 cm derinlikte alınmış ve toprak analizleri Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü’ne yaptırılmıştır (Çizelge 3.3). Analiz sonuçları Çizelge 3.4’te verilmiştir.

Eskişehir Orman İşletme Şefliği 5 nolu gençleştirme sahasındaki meşcerenin yayılış yaptığı topraklar genellikle sığ ve orta derinliktedir. Mutlak derinlik 70 cm iken fizyolojik derinlik 90 cm’dir. İskelet muhtevası orta taşlı olup, toprak türü orta bünyeli kumlu balçıktır. Eğim derecesi %20-30 arasındadır. Ölü örtü kalınlığı 2 cm ve humus formu çürüntü tipi humustur. 5 noktadan çıkarılan toprak profili ortalama sonuçları Çizelge 3.5’te gösterilmiştir.

Çizelge 3.3 : Çalışma alanı toprak analizi raporu (Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 2015).

Profil No	Rengi	Numune Özellikleri			Yabancı madde vb.(g)	Derinlik	Numune Bilgileri	
		>2mm (g)	<2mm (g)	Profil			Alındığı yer	
1	10 YR 5/6 Sarımsı Kahve	214,14	612,48	-	0-30	-	Tepebaşı Tandır S1 Krd:304345-4420843	
1	10 YR 5/6 Sarımsı Kahve	312,14	670,49	-	30-60	-	Tepebaşı Tandır S2 Krd:304345-4420843	
1	10 YR 5/6 Sarımsı Kahve	112,09	397,42	-	60-80	-	Tepebaşı Tandır S3 Krd:304345-4420843	
2	10 YR 4/3 Mat Sarımsı Kahve	98,12	312,14	-	0-30	-	Tepebaşı Tandır S4 Krd:304375-4420238	
2	10 YR 6/4 Mat Sarı Turuncu	114,13	420,15	-	30-60	-	Tepebaşı Tandır S5 Krd:304375-4420238	
2	10 YR 7/4 Mat Sarı Turuncu	113,44	720,13	-	60-90	-	Tepebaşı Tandır S6 Krd:304375-4420238	
3	10 YR 3/3 Koyu Kahve	214,12	350,14	Bitki Kökü:5,27	0-30	-	Tepebaşı Tandır (8-1) Krd:306278-4420387	
3	10 YR 5/4 Mat Sarımsı Kahve	198,42	780,16	Bitki Kökü:2,67	30-60	-	Tepebaşı Tandır (8-2) Krd:306278-4420387	
3	10 YR 5/4 Mat Sarımsı Kahve	202,14	800,09	Bitki Kökü:0,98	60-80	-	Tepebaşı Tandır (8-3) Krd:306278-4420387	
4	10 YR 5/4 Mat Sarımsı Kahve	201,1	975,02	Bitki Kökü:3,94	0-30	-	Tepebaşı Tandır (40-1) Krd:304578-4420295	
4	10 YR 6/6 Açık Sarımsı Kahve	79,85	230,01	-	30-60	-	Tepebaşı Tandır(40-2) Krd:304578-4420295	
4	10 YR 6/6 Açık Sarımsı Kahve	72,92	400,92	-	60-90	-	Tepebaşı Tandır (40-3) Krd:304578-4420295	
5	10 YR 4/6 Kahve	114,08	1024,42	-	0-30	-	Tepebaşı Tandır (40-4) Krd:305260-4420234	
5	10 YR 4/6 Kahve	97,99	403,44	-	30-60	-	Tepebaşı Tandır(40-5) Krd:305260-4420234	
5	10 YR 4/6 Kahve	123,49	650,78	-	60-90	-	Tepebaşı Tandır(40-6) Krd:305260-4420234	

Çizelge 3.4 : Çalışma alanı toprak analizi sonucu (Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 2015).

Profil No	Profil / Derinlik	Kum	Toz	Kil	TT	pH	Kireç	OM	EC
		%	%	%			%	%	mS/cm
1	0-30	70,96	14,52	14,52	Kumlu Balçık	6,84	0,04	1,63	0,047
1	30-60	72,86	12,53	14,61	Kumlu Balçık	6,86	0,08	0,73	0,037
1	60-80	77,14	10,39	12,47	Kumlu Balçık	6,83	0,04	0,76	0,038
2	0-30	34,50	23,24	42,26	Kil	6,31	0,04	4,72	0,055
2	30-60	43,21	18,93	37,86	Killi Balçık	6,50	0,04	0,65	0,041
2	60-90	74,87	14,66	10,47	Kumlu Balçık	6,87	0,04	0,13	0,035
3	0-30	53,48	21,15	25,38	Kumlu Killi Balçık	6,61	0,08	10,31	0,061
3	30-60	48,83	19,19	31,98	Kumlu Killi Balçık	6,54	0,09	3,05	0,036
3	60-80	74,59	12,70	12,70	Kumlu Balçık	6,67	0,09	0,61	0,026
4	0-30	52,67	28,81	18,52	Kumlu Balçık	6,65	0,08	2,56	0,044
4	30-60	51,16	23,36	25,48	Kumlu Killi Balçık	6,87	0,21	0,86	0,057
4	60-90	57,39	21,31	21,31	Kumlu Killi Balçık	6,79	0,17	0,63	0,028
5	0-30	50,53	22,67	26,80	Kumlu Killi Balçık	6,86	0,08	1,59	0,032
5	30-60	46,46	24,71	28,83	Kumlu Killi Balçık	7,05	0,04	1,28	0,038
5	60-90	44,07	24,86	31,07	Kumlu Killi Balçık	7,14	0,12	1,06	0,039

Çizelge 3.5 : Çalışma alanı toprak analizi ortalama değerleri.

Profil /Derinlik	Kum %	Toz %	Kil %	TT	pH	Kireç %	OM %	EC mS/cm
0-30	52,43	22,08	25,50	Kumlu Balçık	6,65	0,06	4,16	0,048
30-60	52,50	19,74	27,75	Kumlu Killi Balçık	6,76	0,07	1,31	0,042
60-90	65,61	16,78	17,60	Kumlu Balçık	6,86	0,07	0,64	0,033
Ortalama	56,85	19,54	23,62	Kumlu Balçık	6,76	0,07	2,04	0,04

Analiz raporuna göre 0-30 kumlu balçık, 30-60 kumlu killi balçık ve 60-90 kumlu balçık toprak türü olarak çıkmıştır. Ortalama pH seviyesi 6.76'dir. Tensil sahası toprak reaksiyonu çok hafif asitli sınıflandırmasında yer almaktadır. Kireç oranı ortalaması 0.08, yani pek az kireçli sınıflandırmasındadır. Organik madde miktarı oranı 2.04 ile profil incelemesine göre az organik madde oranına sahiptir. Elektriki iletkenlik oranı 0.041 ile tuzsuz sınıfında olup çok hassas bitkiler zarar görebilir. Toprak analizi raporu sonuçları, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü'nün internet sitesindeki toprak analizi sonuçlarının değerlendirilmesine göre yapılmıştır (Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü, 2017).

3.1.8 Gençleştirme alanında işletme şefliğinin yaptığı müdahaleler

Eskişehir Orman İşletme Şefliği orman sınırları içerisinde Tandır mevkiinde bulunan 27,9 hektarlık 5 nolu bölmesindeki Karaçam (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) gençleştirme çalışmalarına 2015 yılında başlanmıştır. Gençleştirme bol tohum yılı dikkate alınarak yapılmıştır.

Gençleştirme çalışmasına alınan 5 nolu bölmenin 14 hektarında 2015 yılı yazında kesim, sonbaharında toprak işleme ve arazi hazırlığı ve 2016 yılı ilkbaharında da fidan dikimi yapılmıştır. Geri kalan 13,9 hektarında da 2016 yazında kesim, sonbaharında toprak işleme ve arazi hazırlığı ve 2017 yılı ilkbaharında fidan dikimi gerçekleştirilmiştir. İlk müdahale edilen 5 nolu bölmenin 14 hektarlık alanında 300 tohum ağacı bırakılmış ancak kapalılığı biraz daha kırmak amacıyla daha sonra bu sayı 240-250 adet/ha olacak şekilde düşürülmüştür. Tohum ağaçları arası uzaklık 25±5 metredir. Saha içinde alt tabakayı oluşturan yoğun meşe toplulukları alandan çıkartılmıştır. Kapalılık 0,1'in altına düşürülmüştür. 2015-2016 yılları arasında sahada uygulanan arazi ve hazırlık çalışmalarında; toprak önce riperle sonra pullukla işleme tabii tutulmuştur. Arazi hazırlıklarının tamamlanmasından sonra OGM'nin kriterlerine uygun olarak oluşturulan; her bir teras arası 3 m ve dikilen her fidan arası mesafenin

1,5 m olacak şekilde Eskişehir orijinli 76.000 adet 1+0 yaşlı Enso tipi tüplü fidan dikilmiştir. 2015 ilkbaharından itibaren 76.000 adet karaçam fidanının önce 50.000 adeti daha sonra 26.000 adeti dikim yapılmıştır. Sosyal baskıya karşı bölme ihatası yapılmış, diri örtü, ot alma ve kültür bakımı gerçekleştirilmiştir. 2017 sonbahar fidan sayımı sonucu 14 ha'da %81; 13,9 ha'da %85 yaşama yüzdesine ulaşılmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Tohum ve örnek ağaçların ölçüm ve tespiti

Çalışma alanı 1250-1300 m yükseltilerde kuzey bakıda yer almaktadır. Tensil sahasının 23,2 hektarı Çkcd2 olup, 4,7 hektarı Çkc1/Mab3 meşcere tipine sahiptir. İlk olarak 2015'te 14 hektarı, 2016'da 13,9 hektarı gençleştirmeye alınmıştır. Müdahale sonrası 14 hektarda önce 300 tohum ağacı bırakılmış, sonra bu sayı 250 adete düşürülmüştür. 27,9 hektardaki tohum ağacı sayısı 450-500 arasındadır. Hektardaki tohum ağacı sayısı ortalama 17 adettir. Gençleştirme öncesi sahanın kapalılık durumu %60-70 arasında yani 2 kapalılıkta iken, müdahale sonrası kapalılık %10'un altına düşürülmüştür.

Çalışma kapsamında tohum ağaçlarını belirlemede 27,9 hektarda rastgele örnek tohum ağaçları seçilmiştir. Karşılaştırma amacıyla öncelikle 2015'te müdahale gören 14 hektarda 30 tohum ağacı rastgele seçilmiştir. Sonra 13,9 ha 2016 yılında tensile alınan sahada yine 30 tohum ağacı rastgele olarak seçilmiştir. 5 nolu bölmenin yanındaki müdahale görmemiş olan 40 nolu 52,7 ha alana sahip Çkcd2 meşceresinden de rastgele 30 ağaç seçilmiştir.

Seçilen bu ağaçlarda Haglöf Mantax Blue Mekanik Çap Ölçer aracılığıyla göğüs çapı ($d_{1.30}$), Haglöf Kabuk Ölçer yardımıyla da her ağacın göğüs yüksekliğindeki kabuk kalınlığı ölçülmüştür (Şekil 3.10). Carl Leiss Berlin Blume Leiss BL 6 Yükseklik, Mesafe ve Eğim Ölçer yardımıyla her ağaçta boy ölçümü ve tepe tacı başlangıç ölçümü yapılmıştır (Şekil 3.11).



Şekil 3.10 : Göğüs çapı ve kabuk kalınlığı ölçümü (Foto: M. Kalkan)



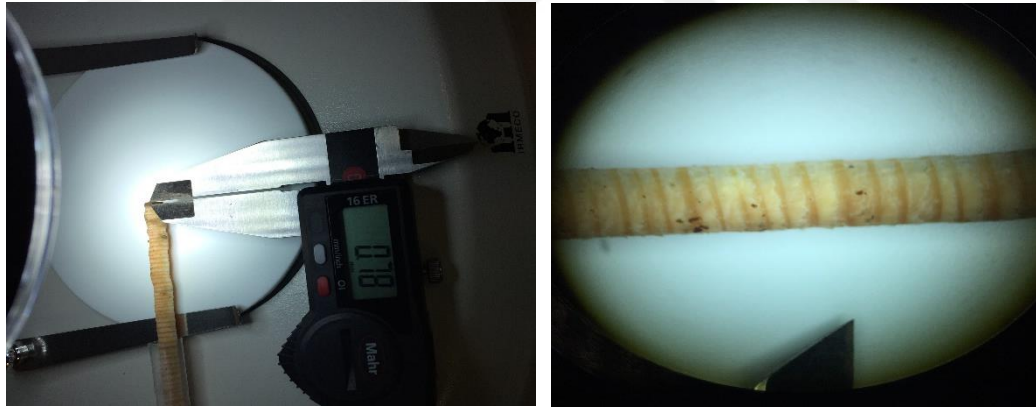
Şekil 3.11 : Boy ve tepe tacı başlangıcı ölçümü (Foto: M. Kalkan)

Haglöf Artım Burgusu ile her ağacın göğüs yüksekliği hizasından artım kalemi alınmış ve uygun uzunluktaki pipetlere konulmuştur (şekil 3.12).



şekil 3.12 : Göğüs yüksekliği seviyesinden alınan artım kalemi (Foto: M. Kalkan)

Mitutoyo Digimatic Caliper CD-20DAX dijital hassas kumpas yardımıyla çıkarılan artım kalemleri son bir, son beş ve son on yıllık halka kalınlıkları 0,01 milimetrik hassasiyetle ölçülmüş ve şekil 3.12’de gösterilmiştir. Artım kalemleriyle her ağacın yaşı belirlenmiş, sık yaş halkalarına sahip artım kalemleri Irmeco/IM-450 mikroskop yardımıyla yaş değerleri belirlenmiştir (şekil 3.13).



şekil 3.13 : Artım hesabı ve yaş sayımı (Foto: M. Kalkan)

Hacim hesaplamaları çap ve boy değerleriyle çift girişli olarak Eskişehir Orman İşletme şefliği’nin amenajman plantasyonundaki karaçam türü için kararlaştırılan hacim tablolarından alınmış ve her ağaca ilişkin hacim değerleri kaydedilmiştir. Tepe tacı apı Weiss elik şerit metre ile  l lm ştir.

Yapılan bütün ölçüm değerleri sayısal olarak izelge 3.6’daki örnek veri tablosuna işlenmiştir.

Çizelge 3.6 : Tohum ve örnek ağacı niteliklerini gösteren örnek veri tablosu.

BÖLME NO		PLANA GÖRE MEŞCERE TİPİ		TOHUM AĞACI SAYISI						
UYGULAMA ALANI		AKTÜEL MEŞCERE TİPİ		EĞİM (%)						
BAKISI		M.ÖNCESİ HA.DAKİ AĞAÇ								
RAKIMI		MÜDAHALE YILI								
AĞAÇ NO	ÇAP (cm)	BOY (m)	YAŞ	ARTIM (mm)			HACİM (m ³)	TEPE ÇATISI BAŞLANGICI (m)	TEPE ÇATISI ÇAPI (m)	KABUK KALINLIĞI (cm)
				Son	5Yıl	10 Yıl				
Top.Ort.										

3.2.2 Tohumdan gelen fidanların ölçüm ve tespiti

27.9 hektarda rastgele seçilen 60 tohum ağacının, rastgele seçilen 20 tanesinde tohum yoluyla gelen fidanlar için ölçümler yapılmıştır. Her tohum ağacının 10 metre yarıçapında, 314,16 m² dairesel alanı içerisindeki tohumdan gelen fidan miktarı, fidanların tohum ağacına göre yönü ve uzaklığı bakımından ölçümü yapılmıştır. Ölçüm verileri sayısal olarak Çizelge 3.7'deki örnek veri tablosuna işlenmiştir.

Çizelge 3.7 : Tohumdan gelen fidanların özelliklerini gösteren örnek veri tablosu.

BÖLME NO		PLANA GÖRE MEŞCERE TİPİ		FİDAN SAYIM NOKTASI TOPLAM ADEDİ														
UYGULAMA ALANI		AKTÜEL MEŞCERE TİPİ		AĞAÇ NO														
		SAYIMIN YAPILDIĞI TARİH		SAYIM YAPILAN M2														
RAKIMI		SAYILAN FİDANLARIN Ç.Y.																
ADET	TOHUM AĞACINA GÖRE YÖNÜ							TOHUM AĞACINA OLAN UZAKLIĞI (m)										
	D	KD	K	KB	B	GD	G	GB	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
TOPLAM																		
				GENEL TOPLAM								GENEL TOPLAM						

20 tohum ağacından elde edilen verilerle tohumdan gelen fidanların miktarı, bakı yönlerine göre dağılımı ve tohum ağacına olan uzaklığı belirlenmiştir. Tabii gençleştirme başarı durumu OGM'nin 298 sayılı tebliğine göre 2 m² alan içerisinde minimum bir fidan olma şartına göre değerlendirilmiştir.

3.2.3 Dikilen fidanların ölçüm ve tespiti

Eskişehir Orman İşletme Şefliği tarafından eş yükselti eğrilerine paralel olarak ve OGM'nin kriterlerine uygun bir şekilde 3x1,5 m aralıkta açılan dikim çukurları için teraslar oluşturulmuştur. Bu teraslara Eskişehir orijinli 1+0 Enso tipi tüplü fidan dikilmiştir. Toplamda 76.000 adet karaçam fidanının önce 50.000 adeti daha sonra 26.000 adeti 2015 ve 2016 ilkbaharında dikilmiştir.

Çalışma kapsamında, tensile alınan 5 nolu bölmenin 2015 sonbaharında gençleştirilen 14 ha'daki rastgele seçilen 30 tohum ağacından 10 tanesinde ve 2016 sonbaharda gençleştirilen 13,9 ha'daki 30 tohum ağacından da 10 tanesinde sayımlar yapılmıştır. 298 sayılı tebliğde belirttiği gibi suni gençleştirme fidan sayım tekniğine uygun olacak şekilde 30'ar adet çukurda sayım yapılması gerekmektedir. 30 adet dikim çukuru şartını sağlamak amacıyla her tohum ağacının bulunduğu hat teras yapılmadığından üst kısımdaki 3 terasta 135 m² (10x13,5) alandaki 30 çukurda (3x10) ve yine alt kısımdaki 3 terasta 135 m² alandaki 30 çukurda sayımlar gerçekleştirilmiştir.

20 tohum ağacının her birinde toplam 60 adet çukurda yaşayan ve yaşamayan fidanlar kayda geçilmiştir. Elde edilen sayısal değerler Çizelge 3.8'deki örnek veri tablosuna geçirilmiştir.

Çizelge 3.8 : Dikim fidanı özelliklerini gösteren örnek veri tablosu.

BÖLME NO		PLANA GÖRE MEŞCERE TİPİ						TERASLAR ARASI UZAKLIK (m)									
UYG. ALANI (ha)		AKTÜEL MEŞCERE TİPİ						FİDANLAR ARASI UZAKLIK (m)									
BAKISI		ŞAYIMIN YAPILDIĞI TARİH						AĞAÇ NO									
RAKIMI		SAYILAN FİDANLARIN D.Y.						BAŞARI YÜZDESİ %									
FİDAN NO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	TOPLAM	YÖN.TOP
KUZEY	1.TERAS																
	2.TERAS																
	3.TERAS																
GÜNEY	1.TERAS																
	2.TERAS																
	3.TERAS																
																GENEL TOPLAM	

Toplamda 1200 dikim çukuru kontrol edilmiş, yaşayan ve yaşamayan fidanlar belirlenmiştir. Çalışma kapsamında dikilen fidanların yaşama yüzdesini hesaplamak amacıyla OGM'nin 298 sayılı Tebliği'ne göre fidan başarı yüzdesi formülü kullanılmıştır.

$$\text{Başarı Yüzdesi} = \frac{\text{Normal Gelişme Gösteren Fidanların Toplamı}}{\text{Fidan Sayım Noktası Toplam Adeti} \times 30}$$

3.2.4 Uygulanan analizler

Yapılan çalışma kapsamında, 5 ve 40 nolu bölmeden alınan örnek 90 ağacın çapı, boyu, yaşı, artım değerleri, hacmi, tepe tacı değerleri ve kabuk kalınlığı ölçümleri ile dikimle ve tohumdan gelen fidanlarında yapılan ölçümler sonrası elde edilen sayısal veriler istatistiksel açıdan analiz edilmiştir. Veriler; Normal Dağılım Testi (Tek Örneklem Kolmogorov-Smirnov Testi), Varyansların Homojenliği Testi (Levene Testi), Varyans Analizi (ANOVA), Duncan Post-Hoc, Dunnet T3 ve Bağımsız Örneklem T testine tabi tutulmuştur. Test sonuçları analiz edilmiş ve her veriye ait çıktılar istatistiksel açıdan yorumlanmıştır.



4. BULGULAR

4.1 Tohum ve Örnek Ağaçlara İlişkin Bulgular

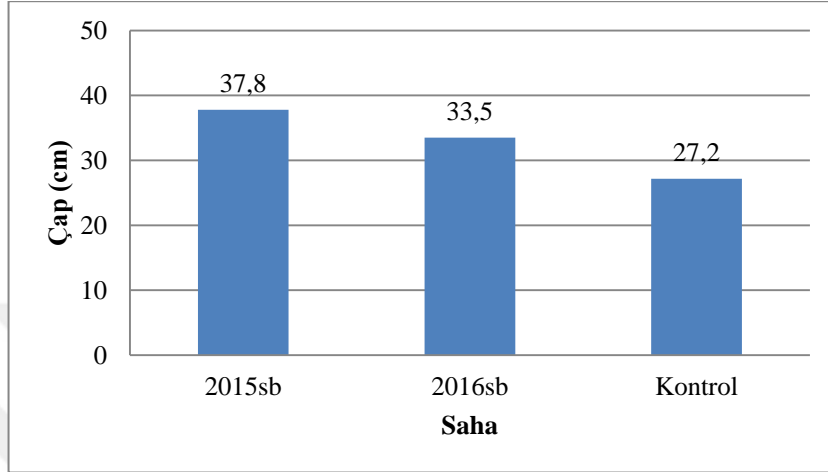
5 nolu bölme olan 27,9 ha gençleştirme sahası Eskişehir Orman İşletme Şefliği tarafından iki kısma ayrılmış ve öncelikle 2015 yılında 14 hektarlık alan gençleştirmeye alınmış daha sonra geri kalan 13,9 hektarlık alanın 2016 yılında tensil işlemlerine başlanmıştır. Müdahale sonrası 14 hektarda önce 300 tohum ağacı bırakılmış, sonra bu sayı 250 adete düşürülmüştür. 27,9 hektardaki tohum ağacı sayısı 450-500 arasındadır. Hektardaki tohum ağacı sayısı ortalama 17 adettir.

27,9 ha gençleştirme sahasının 2015'te müdahale gören 14 hektarlık alana ait bulgular "2015sb", 2016'da müdahale gören 13,9 hektarlık alana ait bulgular "2016sb" olarak tablo ve grafiklerde gösterilmiştir.

5 numaralı bölmeyle aynı muhitte ve aynı meşcere tipi Çkcd2 olan müdahaleye tabi tutulmamış 52,7 ha alana sahip 40 nolu bölmeden rastgele 30 örnek ağaç seçilmiştir. Rastgele seçilen bu ağaçlarla 2015sb ve 2016sb'den 30'ar adet olmak üzere rastgele seçilen örnek tohum ağaçları; çap, boy, yaş, artım, hacim, kabuk kalınlığı ve tepe tacı özellikleri açısından istatistiksel olarak kıyaslanmıştır. 40 nolu bölmeyle ait bulgular "Kontrol" olarak tablo ve grafiklerde gösterilmiştir.

4.1.1 Tohum ve örnek ağaçların çapı

27,9 ha gençleştirme alanındaki 60 tohum ağacı ve kontrol bölmesi 52,7 ha sahadan alınan 30 örnek ağacın çapları ölçülmüştür. Ortalama çaplar 2015sb, 2016sb ve Kontrol sahasında sırasıyla 37,8 cm, 33,5 cm ve 27,2 cm olarak ölçülmüştür (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 : Tohum ve örnek ağacı ortalama çap değerleri

Çap değerlerine ait bulgular istatistiksel olarak Çizelge 4.1’de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre 2015sb, 2016sb ve Kontrol bölmelerinde çap değerleri normal dağılım göstermiş, varyansları homojen dağılmış ve varyans analizinde birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge A.2). Hangi alanın farklı olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonucunda, her bir sahanın çap değerleri açısından birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.1 : Tohum ve örnek ağacı çap değerlerine ait istatistiksel bilgiler.

Bölme	N	\bar{x}	Ss	Sh \bar{x}	Minimum	Maksimum
2015sb	30	37,80	6,288	1,148	22	52
2016sb	30	33,50	5,224	,954	23	44
Kontrol	30	27,17	2,743	,501	23	32
Ortalama	90	32,82	6,597	,695	22	52

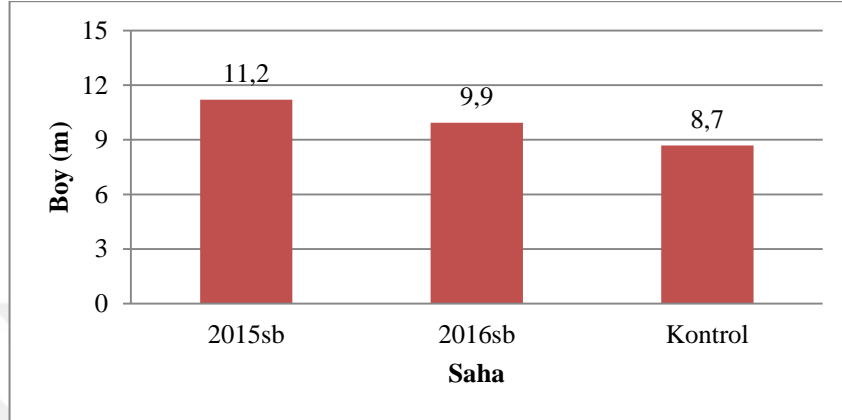
Çizelge 4.2 : Tohum ve örnek ağacı çap değerleri Duncan testi.

Bölme	N	Ortalama
2015sb	30	37,80a
2016sb	30	33,50b
Kontrol	30	27,17c*

*Aynı sütundaki aynı küçük harfler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark yoktur ($\alpha=0,05$).

4.1.2 Tohum ve örnek ağaçların boyu

Tensile alınan 27,9 ha gençleştirme alanından rastgele alınan 60 tohum ağacı ve müdahale görmemiş 52,7 ha alandan rastgele alınan 30 örnek ağacın boyları ölçülmüştür. Ağaçların ortalama boyları 2015sb, 2016sb ve kontrol sahasında sırasıyla 11,2 m, 9,9 m ve 8,7 m olarak belirlenmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 : Tohum ve örnek ağacı ortalama boy değerleri

Boy değerlerine ait bulgular istatistiksel olarak Çizelge 4.3'te gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre 2015sb, 2016sb ve Kontrol bölmelerinde boy değerleri normal dağılım göstermiş, varyansları homojen dağılmış ve varyans analizinde birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge A.3). Hangi alanın farklı olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonucunda, her bir sahanın boy değerleri açısından birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.3 : Tohum ve örnek ağacı boy değerlerine ait istatistiksel bilgiler.

Bölme	N	\bar{x}	Ss	Sh \bar{x}	Minimum	Maksimum
2015sb	30	11,20	2,70	,49	7,5	17
2016sb	30	9,93	1,71	,31	7,0	13
Kontrol	30	8,68	2,26	,41	5,5	14
Ortalama	90	9,93	2,46	,26	5,5	17

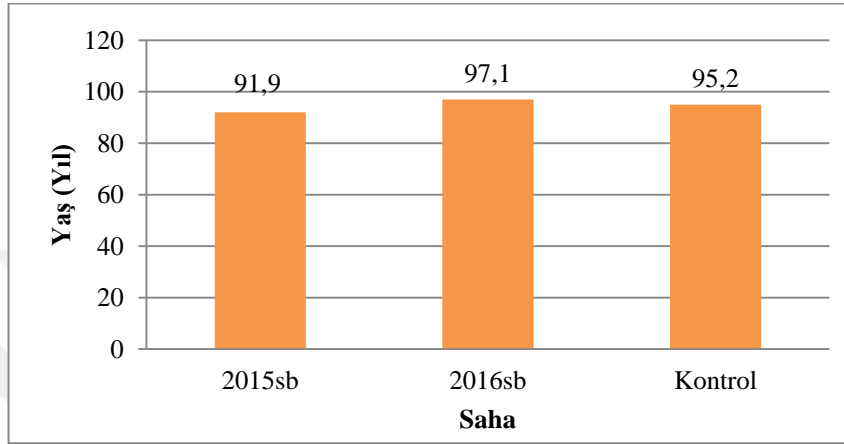
Çizelge 4.4 : Tohum ve örnek ağacı boy değerleri Duncan testi.

Bölme	N	Ortalama
2015sb	30	11,2a
2016sb	30	9,93b
Kontrol	30	8,68c*

*Aynı sütundaki aynı küçük harfler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark yoktur ($\alpha=0,05$).

4.1.3 Tohum ve örnek ağaçların yaşı

60 adet tohum ağacı ve 30 adet örnek ağaç üzerinde göğüs yüksekliğinden ($d_{1,30}$) alınan artım kalemleri sayılarak her ağacın yaşına, göğüs yüksekliğine kadar olan yaşı hesaplanarak (IV-V bonitet için 10 yıl) eklenmiş ve tablolara işlenmiştir. Ağaçların ortalama yaşları 2015sb, 2016sb ve kontrol sahasında sırasıyla 91,9, 97,1 ve 95,2 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 : Tohum ve örnek ağacı ortalama yaş değerleri

Yaş değerlerine ait bulgular istatistiksel olarak Çizelge 4.5'te gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre 2015sb, 2016sb ve Kontrol bölmelerinde yaş değerleri normal dağılım göstermiş, varyansları homojen dağılmış ve varyans analizinde birbirinden farklı olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge A.4). Yapılan Duncan testi sonucunda, her bir sahanın yaş değerleri açısından aynı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.5 : Tohum ve örnek ağacı yaş değerlerine ait istatistiksel bilgiler.

Bölme	N	\bar{X}	S_s	$Sh_{\bar{x}}$	Minimum	Maksimum
2015sb	30	91,93	15,536	2,837	45	122
2016sb	30	97,07	13,133	2,398	68	117
Kontrol	30	95,27	9,566	1,747	73	115
Ortalama	90	94,76	13,009	1,371	45	122

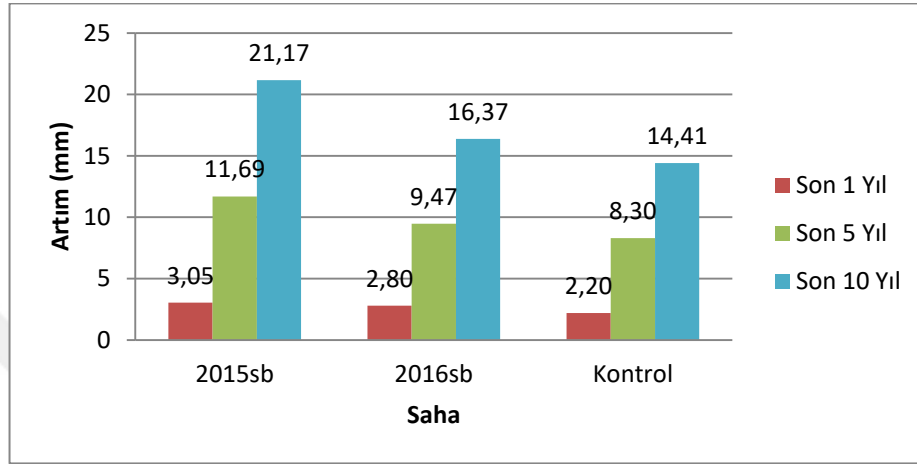
Çizelge 4.6 : Tohum ve örnek ağacı yaş değerleri Duncan testi.

Bölme	N	Ortalama
2016sb	30	97,07a
2015sb	30	91,93a
Kontrol	30	95,27a*

*Aynı sütundaki aynı küçük harfler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark yoktur ($\alpha=0,05$).

4.1.4 Tohum ve örnek ağaçların artımı

90 ağacın göğüs yüksekliğinden alınan artım kalemleri dijital kumpasla yüksek hassasiyetle ölçülerek her ağacın artım değerleri tablolara işlenmiştir. Artım ölçümleri son 1 yıllık halka, son 5 yıllık halka ve son 10 yıllık halka kalınlıkları ölçülerek gruplara ayrılmıştır. Toplam 90 ağacın araştırma alanlara göre ortalama artım değerleri Şekil 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.4 : Tohum ve örnek ağacı ortalama artım değerleri

Artım değerleri incelemelerde bulunan üç alandan seçilen ağaçların Son 1 yıllık, 5 yıllık ve 10 yıllık halka genişliği olmak üzere ayrı ayrı incelenmiştir.

a) Son 1 yıllık halka kalınlığı: Son 1 yıllık halka kalınlığı değerlerine ait bulgular istatistiksel olarak Çizelge 4.7'de gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre 2015sb, 2016sb ve Kontrol bölmelerinde son 1 yıllık halka değerleri normal dağılım göstermiş, varyansları homojen dağılmış ve varyans analizinde birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge A.5). Hangi alanın farklı olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonucunda, Kontrol bölmelerinin diğer her iki sahadan farklı; 2015sb ve 2016sb bölmelerinin aynı olduğu son 1 yıllık halka kalınlığı değerleri açısından tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.7 : Tohum ve örnek ağacı son 1 yıllık halka kalınlığı istatistikleri.

Bölme	N	\bar{x}	S_s	$Sh\bar{x}$	Minimum	Maksimum
2015sb	30	3,04	1,15	,21	1,06	6,54
2016sb	30	2,79	1,14	,20	,50	5,32
Kontrol	30	2,20	1,06	,19	,66	4,69
Ortalama	90	2,68	1,16	,12	,50	6,54

Çizelge 4.8 : Tohum ve örnek ağacı son 1 yıllık halka kalınlığı Duncan testi.

Bölme	N	Ortalama
2015sb	30	3,04a
2016sb	30	2,79a
Kontrol	30	2,2b*

*Aynı sütundaki aynı küçük harfler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark yoktur ($\alpha=0,05$).

b) 5 yıllık halka kalınlığı: 5 yıllık halka kalınlığı değerlerine ait bulgular istatistiksel olarak Çizelge 4.9’da gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre 2015sb, 2016sb ve Kontrol bölmelerinde 5 yıllık halka artım değerleri normal dağılım göstermiş, varyansları homojen dağılmış ve varyans analizinde birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge A.6). Hangi alanın farklı olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonucunda, 2015sb bölmesinin diğer her iki sahadan farklı; 2016sb ve Kontrol bölmelerinin aynı olduğu 5 yıllık halka kalınlığı değerleri açısından tespit edilmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.9 : Tohum ve örnek ağacı 5 yıllık halka kalınlığı istatistikleri.

Bölme	N	\bar{x}	S_s	$Sh\bar{x}$	Minimum	Maksimum
2015sb	30	11,68	3,29	,60	5,20	20,33
2016sb	30	9,47	3,47	,63	4,16	22,40
Kontrol	30	8,29	2,73	,49	2,76	14,64
Ortalama	90	9,81	3,45	,36	2,76	22,40

Çizelge 4.10 : Tohum ve örnek ağacı 5 yıllık halka kalınlığı Duncan testi.

Bölme	N	Ortalama
2015sb	30	11,68a
2016sb	30	9,47b
Kontrol	30	8,29b*

*Aynı sütundaki aynı küçük harfler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark yoktur ($\alpha=0,05$).

c) 10 yıllık halka kalınlığı: 10 yıllık halka kalınlığı değerlerine ait bulgular istatistiksel olarak Çizelge 4.11’de gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre 2015sb, 2016sb ve Kontrol bölmelerinde 10 yıllık halka kalınlığı değerleri normal dağılım göstermiş, varyansları homojen dağılmış ve varyans analizinde birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge A.7). Hangi alanın farklı olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonucunda, 2015sb bölmesinin diğer her iki sahadan farklı; 2016sb ve

Kontrol bölmelerinin aynı olduğu 10 yıllık halka kalınlığı değerleri açısından tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.11 : Tohum ve örnek ağacı 10 yıllık halka kalınlığı istatistikleri.

Bölme	N	\bar{x}	S_s	$Sh_{\bar{x}}$	Minimum	Maksimum
2015sb	30	21,16	6,90	1,26	9,31	37,30
2016sb	30	16,37	5,28	,96	9,11	36,28
Kontrol	30	14,40	4,23	,77	6,18	22,57
Ortalama	90	17,31	6,21	,65	6,18	37,30

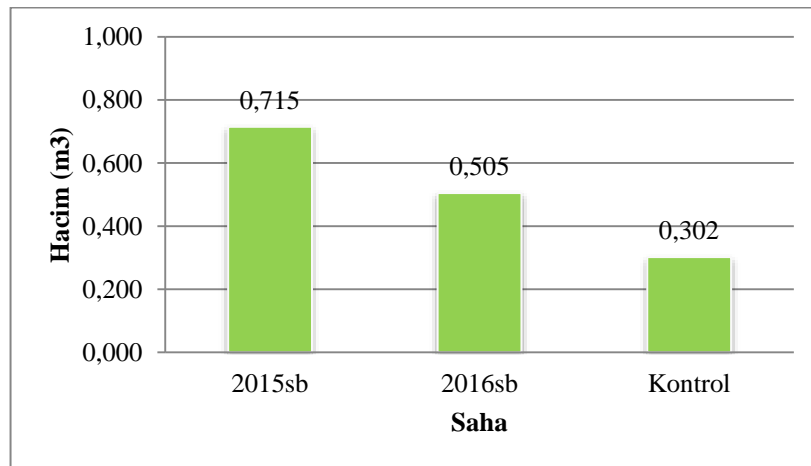
Çizelge 4.12 : Tohum ve örnek ağacı 10 yıllık halka kalınlığı Duncan testi.

Bölme	N	Ortalama
2015sb	30	21,16a
2016sb	30	16,37b
Kontrol	30	14,40b

*Aynı sütundaki aynı küçük harfler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark yoktur ($\alpha=0,05$).

4.1.5 Tohum ve örnek ağaçların hacmi

90 ağacın çap ve boy ölçümleri kullanılarak hacim hesaplamaları çift girişli olarak Eskişehir Orman İşletme Şefliğinin plan ünitesindeki karaçam türü için karşılaştırılan Dikili Kabuklu Gövde Hacim Tabloları'ndan alınmıştır. Toplam 90 ağacın araştırma alanlara göre ortalama hacim değerleri Şekil 4.5'te verilmiştir.



Şekil 4.5 : Tohum ve örnek ağacı ortalama hacim değerleri

Hacim değerlerine ait bulgular istatistiksel olarak Çizelge 4.123'te gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre 2015sb, 2016sb ve Kontrol bölmelerinde hacim değerleri normal dağılım göstermiştir. Fakat alanların hacim değerleri açısından varyanslarının homojen dağılmadığı ve varyans analizinde birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir

(Çizelge A.8). Hangi alanın farklı olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Dunnet T3 testi sonucunda, her bir sahanın hacim değerleri açısından birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.13 : Tohum ve örnek ağacı hacim değerlerine ait istatistiksel bilgiler.

Bölme	N	\bar{x}	Ss	$Sh\bar{x}$	Minimum	Maksimum
2015sb	30	,714	,326	,059	,158	1,573
2016sb	30	,505	,191	,034	,191	,958
Kontrol	30	,301	,073	,013	,191	,471
Ortalama	90	,507	,278	,029	,158	1,573

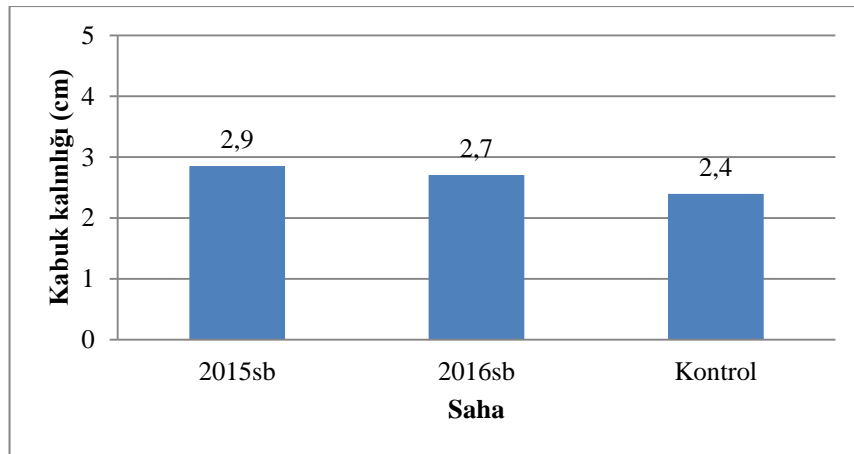
Çizelge 4.14 : Tohum ve örnek ağacı hacim değerleri Dunnet T3 testi.

(I) Bölme	(J) Bölme	Ortalama Farkı (I-J)	$Sh\bar{x}$	p
2015sb	2016sb	,209*	,069	,012
	Kontrol	,412*	,061	,000
2016sb	2015sb	-,209*	,069	,012
	Kontrol	,203*	,037	,000
Kontrol	2015sb	-,412*	,061	,000
	2016sb	-,203*	,037	,000

*İstatistiksel açıdan aralarında önemli bir fark vardır ($p<0,05$).

4.1.6 Tohum ve örnek ağaçların kabuk kalınlığı

Tensile alınan 27,9 ha gençleştirme alanından rastgele alınan 60 tohum ağacı ve müdahale görmemiş 52,7 ha alandan rastgele alınan 30 örnek ağacın kabuk kalınlıkları ölçülmüştür. Sayısal verileri elde edilen sahaların ortalama kabuk kalınlığı değerleri Şekil 4.6'da grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.6 : Tohum ve örnek ağacı ortalama kabuk kalınlığı değerleri

Kabuk kalınlığı değerlerine ait bulgular istatistiksel olarak izelge 4.15'te gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre 2015sb, 2016sb ve Kontrol bölmelerinde kabuk kalınlığı değerleri normal dağılım göstermiş, varyansları homojen dağılmış ve varyans analizinde birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir (izelge A.9). Hangi alanın farklı olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonucunda, 2016sb bölmesinin diğer iki alanla aynı; 2015sb ve Kontrol bölmelerinin farklı olduğu kabuk kalınlığı değerleri açısından tespit edilmiştir (izelge 4.16).

Çizelge 4.15 : Tohum ve örnek ağacı kabuk kalınlığına ait istatistiksel bilgiler.

Bölme	N	\bar{x}	Ss	Sh \bar{x}	Minimum	Maksimum
2015sb	30	2,85	,70	,12	1,3	4,3
2016sb	30	2,70	,51	,09	2,0	3,9
Kontrol	30	2,39	,64	,11	1,5	4,2
Ortalama	90	2,65	,64	,06	1,3	4,3

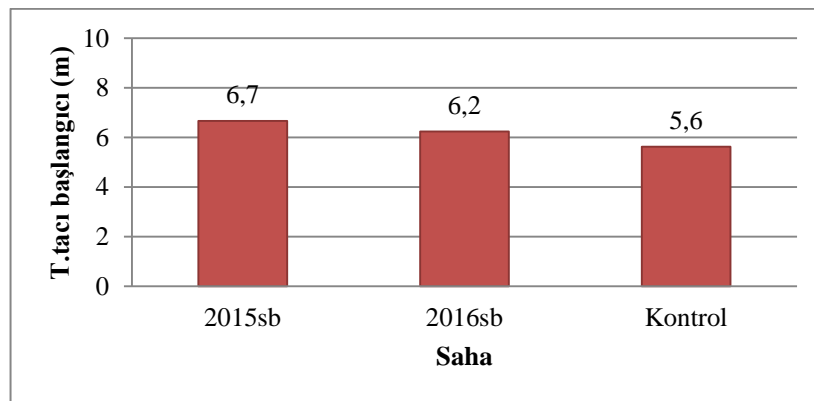
Çizelge 4.16 : Tohum ve örnek ağacı kabuk kalınlığı değerleri Duncan testi.

Bölme	N	Ortalama
2015sb	30	2,85a
2016sb	30	2,70ab
Kontrol	30	2,39b*

* Aynı sütundaki aynı küçük harfler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark yoktur ($\alpha=0,05$).

4.1.7 Tohum ve örnek ağaçların tepe tacı başlangıcı

Tensile alınan 27,9 ha gençleştirme alanından rastgele alınan 60 tohum ağacının ve müdahale görmemiş 52,7 ha alandan rastgele alınan 30 örnek ağacın tepe tacı başlangıcı llmştir. Sayısal verileri elde edilen sahaların ortalama tepe tacı başlangıç yüksekliği değerleri Şekil 4.7'de grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.7 : Tohum ve örnek ağacı ortalama tepe tacı başlangıç yüksekliği

Tepe tacı başlangıç yüksekliği değerlerine ait bulgular istatistiksel olarak Çizelge 4.17’de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre 2015sb, 2016sb ve Kontrol bölmelerinde tepe tacı başlangıç yüksekliği değerleri normal dağılım göstermiş, varyansları homojen dağılmış ve varyans analizinde birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge A.10). Hangi alanın farklı olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonucunda, 2016sb bölmesinin diğer iki alanla aynı; 2015sb ve Kontrol bölmelerinin farklı olduğu tepe tacı başlangıç yüksekliği açısından tespit edilmiştir (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.17 : Tohum ve örnek ağacı tepe tacı başlangıcı istatistiksel bilgileri.

Bölme	N	\bar{x}	S_s	$Sh\bar{x}$	Minimum	Maksimum
2015sb	30	6,75	1,77	,32	4	13
2016sb	30	6,26	1,64	,30	3,5	11
Kontrol	30	5,68	2,02	,36	3,5	10
Ortalama	90	6,23	1,85	,19	3,5	13

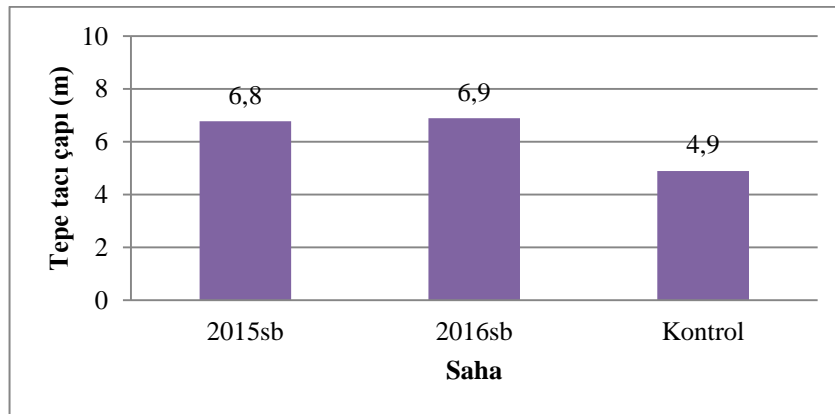
Çizelge 4.18 : Tohum ve örnek ağacı tepe tacı başlangıcı Duncan testi.

Bölme	N	Ortalama
2015sb	30	6,75a
2016sb	30	6,26ab
Kontrol	30	5,68b*

* Aynı sütundaki aynı küçük harfler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark yoktur ($\alpha=0,05$).

4.1.8 Tohum ve örnek ağaçların tepe tacı çapı

Tensile alınan 27,9 ha gençleştirme alanından rastgele alınan 60 tohum ağacının ve müdahale görmemiş 52,7 ha alandan rastgele alınan 30 örnek ağacın tepe tacı çapı ölçülmüştür. Sayısal verileri elde edilen sahaların ortalama tepe tacı çap değerleri Şekil 4.8’de grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.8 : Tohum ve örnek ağacı ortalama tepe tacı çapı değerleri

Tepe tacı çap değerlerine ait bulgular istatistiksel olarak Çizelge 4.19’da gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre 2015sb, 2016sb ve Kontrol bölmelerinde tepe tacı çap değerleri normal dağılım göstermiştir. Ancak alanların tepe tacı çap değerleri açısından varyanslarının homojen dağılmadığı ve varyans analizinde birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge A.11). Hangi alanın farklı olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Dunnet T3 testi sonucunda; tepe tacı çap değerleri açısından 2015sb ve 2016sb alanlarının aynı Kontrol bölmesinin diğer her iki sahadan farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.19 : Tohum ve örnek ağacı tepe tacı çapı istatistiksel bilgileri.

Bölme	N	\bar{x}	Ss	Sh \bar{x}	Minimum	Maksimum
2015sb	30	7,14	,91	,16	6	9,7
2016sb	30	6,79	,94	,17	5	8,5
Kontrol	30	4,89	1,42	,26	2,5	7,2
Ortalama	90	6,27	1,48	,15	2,5	9,7

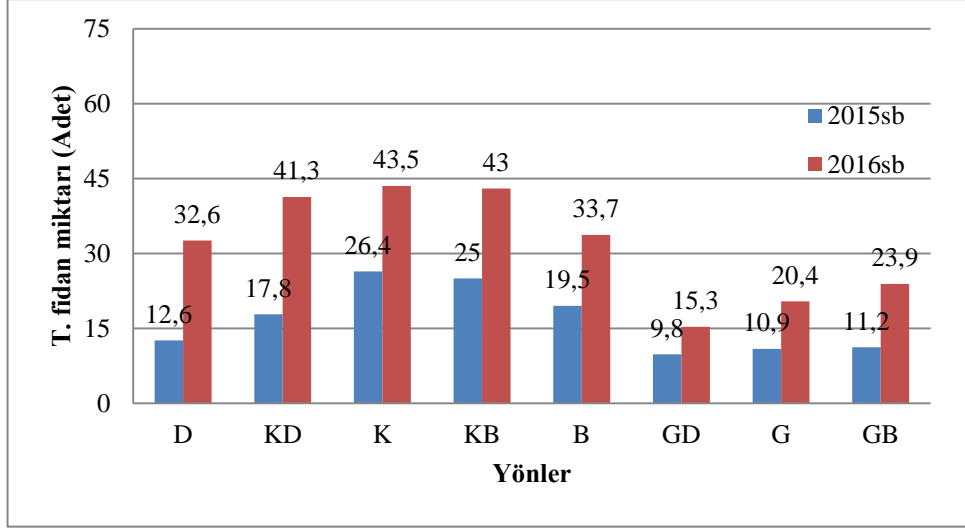
Çizelge 4.20 : Tohum ve örnek ağacı tepe tacı çapı Dunnet T3 testi.

(I) Bölme	(J) Bölme	Ortalama Farkı (I-J)	Sh \bar{x}	p
2015sb	2016sb	,34	,24	,391
	Kontrol	2,25*	,31	,000
2016sb	2015sb	-,34	,21	,391
	Kontrol	1,90*	,31	,000
Kontrol	2015sb	-2,25*	,31	,000
	2016sb	-1,90*	,31	,000*

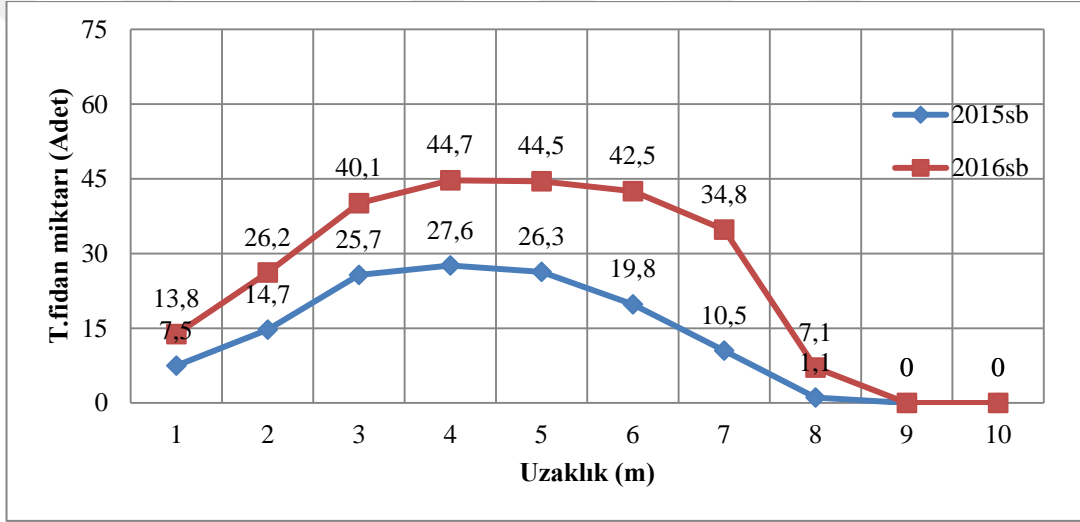
*İstatistiksel açıdan aralarında önemli bir fark vardır (p<0,05).

4.2 Tohumdan Gelen Fidanlara İlişkin Bulgular

Çalışma alanında tensile alınan 5 nolu bölmenin 14 ha’daki rastgele seçilen 30 tohum ağacından 10 tanesinin ve 13,9 ha’daki 30 tohum ağacından da 10 tanesinin 10 m yarı çapındaki alanda (314,16 m²) tespit edilen tohumdan gelen fidanları üzerinde ölçüm ve analizler yapılmıştır. İncelenen fidanların her bir saha içerisindeki 10 tohum ağacına göre ortalama dağılım yönü Şekil 4.9’da ve ortalama uzaklık değerleri Şekil 4.10’da grafik olarak verilmiştir. Yapılan sayımlar sonucu 27,9 ha’daki tohumdan gelen fidanın ortalama 3281 adet/ha olduğu tespit edilmiştir. Tohumdan gelen fidanların 27,9 ha’daki toplam ortalama sayısı 91.540 adet olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.9 : Tohumdan gelen fidanların yönler göre ortalama dağılışı



Şekil 4.10 : Tohumdan gelen fidanların tohum ağacına olan ortalama uzaklığı

a) Tohumdan gelen fidanların dağılışı yönü: 2015sb alanındaki tohumdan gelen fidanların tohum ağacına göre dağılışı yönlerine ait bulgular istatistiksel olarak Çizelge 4.21’de gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre 2015sb tohumdan gelen fidanların dağılışı yönlerine ilişkin değerler normal dağılım göstermiş, varyansları homojen dağılmış ve varyans analizinde birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge A.12). Hangi yönlerin farklı olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonucunda K, KB ve B yönleri en fazla tohumdan gelen fidan dağılışını oluşturmuştur (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.21 : 2015sb tohumdan gelen fidanların dağılışı yönü istatistikleri.

Yön	N	\bar{x}	S_s	$Sh\bar{x}$	Minimum	Maksimum
D	10	12,6	5,19	1,64	5	20
KD	10	17,8	5,22	1,65	8	25
K	10	26,4	5,62	1,77	20	40
KB	10	25	7,57	2,39	15	35
B	10	19,5	6,52	2,05	7	28
GD	10	9,8	3,67	1,16	3	17
G	10	10,9	5,31	1,67	5	20
GB	10	11,2	4,07	1,28	5	17
Ortalama	80	16,65	8,11	,90	3	40

Çizelge 4.22 : 2015sb tohumdan gelen fidanların dağılışı yönü Duncan testi.

Yön	N	Ortalama
K	10	26,4a
KB	10	25a
B	10	19,5b
KD	10	17,8b
D	10	12,6c
GB	10	11,2c
G	10	10,9c
GD	10	9,8c*

* Aynı sütundaki aynı küçük harfler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark yoktur ($\alpha=0,05$).

2016sb alanındaki tohumdan gelen fidanların tohum ağacına göre dağılışı yönlerine ait bulgular istatistiksel olarak Çizelge 4.23'te gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre 2016sb tohumdan gelen fidanların dağılışı yönlerine ilişkin değerler normal dağılım göstermiş, varyansları homojen dağılmış ve varyans analizinde birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge A.13). Hangi yönlerin farklı olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonucunda K,KB ve KD yönleri en fazla tohumdan gelen fidan dağılışını oluşturmuştur (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.23 : 2016sb tohumdan gelen fidanların dağılışı yönü istatistikleri.

Yön	N	\bar{x}	S_s	$Sh\bar{x}$	Minimum	Maksimum
D	10	32,6	6,11	1,93	26	45
KD	10	41,3	4,57	1,44	34	49
K	10	43,5	2,01	,63	40	46
KB	10	43	4,44	1,40	35	50
B	10	33,7	3,94	1,24	25	39
GD	10	15,3	3,94	1,24	11	21
G	10	20,4	4,74	1,50	14	28
GB	10	23,9	7,12	2,25	16	38
Ortalama	80	31,71	11,19	1,25	11	50

Çizelge 4.24 : 2016sb tohumdan gelen fidanların dağılışı yönü Duncan testi.

Yön	N	Ortalama
K	10	43,5a
KB	10	43a
KD	10	41,3a
B	10	33,7b
D	10	32,6b
GB	10	23,9c
G	10	20,4c
GD	10	15,3d*

* Aynı sütundaki aynı küçük harfler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark yoktur ($\alpha=0,05$).

Ayrıca her iki alan istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Her iki alanın tohumdan gelen fidanların tohum ağacına göre dağılışı yönlerine ait bulgular istatistiksel olarak Çizelge 4.25'te gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre her iki alandan elde edilen veriler normal dağılım göstermiştir (Çizelge A.14). Yapılan Tek Örneklem T testi sonuçlarına göre varyanslar homojen dağılmış ve tüm yönlerin 2015sb ve 2016sb alanları arasında birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.25 : 2015sb ve 2016sb tohumdan gelen fidanların dağılış yönüne ait istatistiksel bilgiler.

Yön	BOLME	N	\bar{x}	Ss	Sh \bar{x}
D	2015sb	10	12,60	5,19	1,64
	2016sb	10	32,60	6,11	1,93
KD	2015sb	10	17,80	5,22	1,65
	2016sb	10	41,30	4,57	1,44
K	2015sb	10	26,40	5,62	1,77
	2016sb	10	43,50	2,01	,63
KB	2015sb	10	25,00	7,57	2,39
	2016sb	10	43,00	4,44	1,40
B	2015sb	10	19,50	6,50	2,05
	2016sb	10	33,70	3,94	1,24
GD	2015sb	10	9,80	3,67	1,16
	2016sb	10	15,30	3,94	1,24
G	2015sb	10	10,90	5,30	1,67
	2016sb	10	20,40	4,74	1,50
GB	2015sb	10	11,20	4,07	1,28
	2016sb	10	23,90	7,12	2,25

Çizelge 4.26 : 2015sb ve 2016sb tohumdan gelen fidanların dağılış yönü T testi.

YÖN		Varyansların Eşitliği				T-testi		
		için Levene's Testi				p	\bar{X} Farkı	Sh \bar{x} Farkı
		F	P	t	Sd			
D	Varyansların eşit olduğu varsayımı	,17	,685	-7,88	18	,000	-20	2,53
	Varyansların eşit olmadığı varsayımı			-7,88	17,53	,000	-20	2,53
KD	Varyansların eşit olduğu varsayımı	,32	,574	-10,70	18	,000	-23,5	2,19
	Varyansların eşit olmadığı varsayımı			-10,70	17,68	,000	-23,5	2,19
K	Varyansların eşit olduğu varsayımı	3,40	,082	-9,05	18	,000	-17,1	1,88
	Varyansların eşit olmadığı varsayımı			-9,05	11,27	,000	-17,1	1,88
KB	Varyansların eşit olduğu varsayımı	3,38	,083	-6,48	18	,000	-18	2,77
	Varyansların eşit olmadığı varsayımı			-6,48	14,54	,000	-18	2,77
B	Varyansların eşit olduğu varsayımı	2,98	,101	-5,90	18	,000	-14,2	2,40
	Varyansların eşit olmadığı varsayımı			-5,90	14,83	,000	-14,2	2,40
GD	Varyansların eşit olduğu varsayımı	1,20	,287	-3,22	18	,005	-5,5	1,70
	Varyansların eşit olmadığı varsayımı			-3,22	17,91	,005	-5,5	1,70
G	Varyansların eşit olduğu varsayımı	,23	,632	-4,22	18	,001	-9,5	2,24
	Varyansların eşit olmadığı varsayımı			-4,22	17,78	,001	-9,5	2,24
GB	Varyansların eşit olduğu varsayımı	3,08	,096	-4,89	18	,000	-12,7	2,59
	Varyansların eşit olmadığı varsayımı			-4,89	14,32	,000	-12,7	2,59

b) Tohumdan gelen fidanların uzaklığı: 2015sb alanındaki tohumdan gelen fidanların tohum ağacına olan uzaklığına ait bulgular istatistiksel olarak Çizelge 4.27’de gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre 2015sb tohumdan gelen fidanların tohum ağacına olan uzaklığına ilişkin değerler normal dağılım göstermiş, varyansları homojen dağılmış ve varyans analizinde birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge A.15). 9. ve 10. metrelerde fidan olmadığından analiz edilememiştir. Kaçınıcı metrelerin farklı olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonucunda sırayla 4., 5. ve 3. metreler en fazla tohumdan gelen fidan dağılışını oluşturmuştur (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.27 : 2015sb tohumdan gelen fidanların tohum ağacına olan uzaklığına ilişkin istatistiksel bilgiler.

Uzaklık	N	\bar{x}	Ss	Sh \bar{x}	Minimum	Maksimum
m1	10	7,5	3,27	1,03	5	15
m2	10	14,7	5,48	1,73	7	25
m3	10	25,7	6,68	2,11	11	35
m4	10	27,6	5,33	1,68	20	35
m5	10	26,3	4,24	1,34	20	35
m6	10	19,8	6,31	1,99	9	30
m7	10	10,5	5,48	1,73	0	22
m8	10	2	2,35	,74	0	6
m9	10	0	0	0	0	0
m10	10	0	0	0	0	0
Ortalama	10	13,41	11,37	1,13	0	35

Çizelge 4.28 : 2015sb tohumdan gelen fidanların tohum ağacına olan uzaklığı Duncan Testi.

Uzaklık	N	Ortalama
m1 (0-0,99m)	10	7,5d
m2 (1-1,99m)	10	14,7c
m3 (2-2,99m)	10	25,7a
m4 (3-3,99m)	10	27,6a
m5 (4-4,99m)	10	26,3a
m6 (5-5,99m)	10	19,8b
m7 (6-6,99m)	10	10,5cd
m8 (7-7,99m)	10	2e*

*Aynı sütundaki aynı küçük harfler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark yoktur ($\alpha=0,05$).

2016sb alanındaki tohumdan gelen fidanların tohum ağacına olan uzaklığına ait bulgular istatistiksel olarak Çizelge 4.29’da gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre 2016sb tohumdan gelen fidanların tohum ağacına olan uzaklığına ilişkin değerler normal dağılım göstermiş, varyansları homojen dağılmış ve varyans analizinde birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge A.16). 9. ve 10. metrelerde fidan olmadığından analiz edilmemiştir. Kaçınıcı metrelerin farklı olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonucunda sırayla 4., 5. ve 6. metreler en fazla tohumdan gelen fidan dağılışını oluşturmuştur (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.29 : 2016sb tohumdan gelen fidanların tohum ağacına olan uzaklığına ilişkin istatistiksel bilgiler.

Uzaklık	N	\bar{x}	S_s	$Sh\bar{x}$	Minimum	Maksimum
m1	10	13,8	3,25	1,03	10	20
m2	10	26,2	6,68	2,11	13	35
m3	10	40,1	4,06	1,28	35	47
m4	10	44,7	3,09	,97	40	50
m5	10	44,5	3,1	,98	40	50
m6	10	42,5	2,27	,71	40	45
m7	10	34,8	4,98	1,57	25	40
m8	10	7,1	5,36	1,69	0	15
m9	10	0	0	0	0	0
m10	10	0	0	0	0	0
Ortalama	100	25,37	18,061	1,806	0	50

Çizelge 4.30 : 2016sb tohumdan gelen fidanların tohum ağacına olan uzaklığı Duncan Testi.

Uzaklık	N	Ortalama
m1 (0-0,99m)	10	13,8e
m2 (1-1,99m)	10	26,2d
m3 (2-2,99m)	10	40,1b
m4 (3-3,99m)	10	44,7a
m5 (4-4,99m)	10	44,5a
m6 (5-5,99m)	10	42,5ab
m7 (6-6,99m)	10	34,8c
m8 (7-7,99m)	10	7,1f*

*Aynı sütundaki aynı küçük harfler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark yoktur ($\alpha=0,05$).

Ayrıca her iki alan istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Her iki alanın tohumdan gelen fidanların tohum ağacına olan uzaklığına ait bulgular istatistiksel olarak Çizelge 4.31’de gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre her iki alandan elde edilen veriler normal dağılım göstermiştir (Çizelge A.17). Yapılan Tek Örneklem T testi sonuçlarına göre varyanslar homojen dağılmış ve tüm mesafelerin 2015sb ve 2016sb alanları arasında birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.32).

Çizelge 4.31 : 2015sb ve 2016sb tohumdan gelen fidanların tohum ağacına olan uzaklığına ilişkin istatistiksel bilgiler.

Uzaklık	BOLME	N	\bar{x}	Ss	Sh \bar{x}
m1	2015sb	10	7,5	3,27	1,03
	2016sb	10	13,8	3,25	1,03
m2	2015sb	10	14,7	5,47	1,73
	2016sb	10	26,2	6,68	2,12
m3	2015sb	10	25,7	6,68	2,11
	2016sb	10	40,1	4,06	1,28
m4	2015sb	10	27,6	5,33	1,68
	2016sb	10	44,7	3,09	,97
m5	2015sb	10	26,3	4,24	1,34
	2016sb	10	44,5	3,1	,98
m6	2015sb	10	19,8	6,33	1,99
	2016sb	10	42,5	2,27	,71
m7	2015sb	10	10,5	5,48	1,74
	2016sb	10	34,8	4,98	1,57
m8	2015sb	10	2	2,35	,74
	2016sb	10	7,1	5,36	1,696

Çizelge 4.32 : 2015sb ve 2016sb tohumdan gelen fidanların tohum ağacına olan uzaklığına ilişkin T testi.

UZAKLIK		Varyansların Eşitliği için Levene's Testi				T-testi		
		F	p	t	Sd	p	\bar{X} Farkı	Sh \bar{x} Farkı
m1	Varyansların eşit olduğu varsayımı	,03	,866	-4,31	18	,000	-6,3	1,46
	Varyansların eşit olmadığı varsayımı			-4,31	18	,000	-6,3	1,46
m2	Varyansların eşit olduğu varsayımı	,25	,619	-4,21	18	,001	-11,5	2,73
	Varyansların eşit olmadığı varsayımı			-4,21	17,33	,001	-11,5	2,73
m3	Varyansların eşit olduğu varsayımı	1,04	,321	-5,82	18	,000	-14,4	2,47
	Varyansların eşit olmadığı varsayımı			-5,82	14,86	,000	-14,4	2,47
m4	Varyansların eşit olduğu varsayımı	3,13	,094	-8,76	18	,000	-17,1	1,95
	Varyansların eşit olmadığı varsayımı			-8,76	14,43	,000	-17,1	1,95
m5	Varyansların eşit olduğu varsayımı	,82	,375	-10,95	18	,000	-18,2	1,66
	Varyansların eşit olmadığı varsayımı			-10,95	16,47	,000	-18,2	1,66
m6	Varyansların eşit olduğu varsayımı	8,99	,008	-10,71	18	,000	-22,7	2,11
	Varyansların eşit olmadığı varsayımı			-10,71	11,3	,000	-22,7	2,11
m7	Varyansların eşit olduğu varsayımı	,12	,724	-10,37	18	,000	-24,3	2,34
	Varyansların eşit olmadığı varsayımı			-10,37	17,83	,000	-24,3	2,34
m8	Varyansların eşit olduğu varsayımı	8,47	,009	-2,75	18	,013	-5,1	1,85
	Varyansların eşit olmadığı varsayımı			-2,75	12,35	,017	-5,1	1,85

4.3 Dikim Fidanlarına İlişkin Bulgular

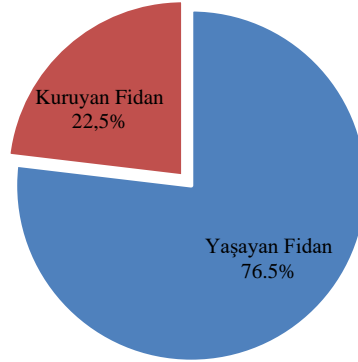
2017 sonbaharında Eskişehir Orman İşletme Şefliği tarafından dikim yapılan fidanların yaşama yüzdesini belirlemek amacıyla yapılan sayımlar sonucunda 14 ha alanda %81, 13,9 ha alanda %85 başarı olduğunu belirlemişlerdir.

Çalışma kapsamında, tohum ağacının üst kısmından 135 m² ve alt kısmından 135 m² olmak üzere alanların her birinde 30 adet çukura (3x10) dikilen fidanların hayatiyeti kontrol edilmiştir. Her ağaçta toplam 60 adet çukurda yaşayan ve yaşamayan fidanlar kayda geçilmiştir. Her çalışma alanında ise toplam 600 adet çukur sıralı ve düzenli bir şekilde incelenmiştir.

Toplamda 1200 dikim çukuru kontrol edilmiş, yaşayan ve yaşamayan fidanlar belirlenmiştir. Çalışma kapsamında dikilen fidanların yaşama yüzdesi, OGM'nin kriterlerine göre fidan başarı yüzdesi formülü kullanılarak tespit edilmiştir.

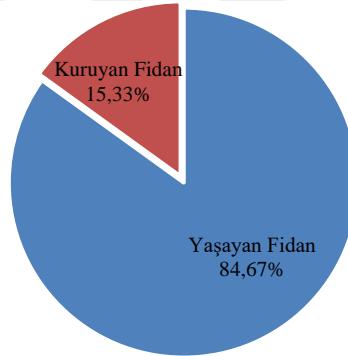
$$\text{Başarı Yüzdesi} = \frac{\text{Normal Gelişme Gösteren Fidanların Toplamı}}{\text{Fidan Sayım Noktası Toplam Adeti} \times 30}$$

2015sb alanında incelenen her 20 adet sayım noktasındaki 30 çukurdan 459 adet yaşayan fidan bulunmuştur. Dikilen fidanların ortalama yaşama yüzdesi 2015sb alanı için Şekil 4.11’de grafik olarak verilmiştir.



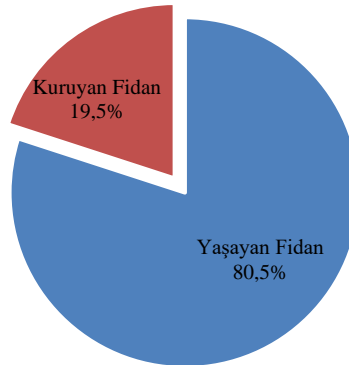
Şekil 4.11 : 2015sb alanındaki dikilen fidanların yaşama yüzdesi

2016sb alanında incelenen her 20 adet sayım noktasındaki 30 çukurda 508 adet yaşayan fidan bulunmuştur. Dikilen fidanların ortalama yaşama yüzdesi 2016sb alanı için Şekil 4.12’de grafik olarak verilmiştir.



Şekil 4.12 : 2016sb alanındaki dikilen fidanların yaşama yüzdesi

Toplamda 1200 adet çukurda yaşayan 967 adet dikilen fidan tespit edilmiştir. 27,9 ha’da dikilen fidan ortalama yaşama yüzdesi %80,5 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13 : 27,9 ha alandaki dikilen fidanların yaşama yüzdesi

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada Eskişehir Orman İşletme Şefliği orman sınırları içerisinde bulunan Tandır mevkiindeki 27,9 ha karaçam ormanının 2015 ve 2016 yıllarında başlatılan gençleştirme çalışmaları, tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemine göre değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında, tensil sahasındaki rastgele seçilen tohum ağaçlarından ve kontrol bölmesindeki rastgele seçilen örnek ağaçlardan alınan çap, boy, yaş, artım, hacim, kabuk kalınlığı ve tepe tacı gibi özellikler incelenmiştir. Ayrıca tohum ağacından gelen fidanlar ve dikilen fidanlar çok yönlü olarak irdelenmiştir.

Gençleştirme ve kontrol sahaları Çkcd2 meşcere tipine sahip olup, araştırma kapsamında göğüs yüksekliğinden alınan çap değerlerinin en yüksekten en düşüğe sırayla 2015sb 37,8 cm, 2016sb 33,5 cm ve son olarak Kontrol bölgesinin 27,2 cm olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.1). Çalışmada tespit edilen ortalama göğüs çapı Özçelik (2005) bulgularına benzerdir. Özçelik (2005) karaçam (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) ile ilgili araştırmasında ortalama göğüs çapını 31 cm bulmuştur. Dutkuner ve Koparan (2015) karaçamla ilgili incelemelerinde daha yaşlı meşcerelerde ortalama göğüs çapını 62 cm bulmuştur.

Carus ve Çatal (2011) karaçam (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) ile ilgili incelemelerinde boy ortalamasını 18.66 m bulmuştur. Dutkuner ve Koparan (2015) karaçam ile ilgili araştırmasında boy ortalamasını 18,2 m bulmuştur. Bu çalışmada, ortalama boy değerlerinin en yüksekten en düşüğe sırayla 2015sb 11,2 m, 2016sb 9,9 m ve son olarak Kontrol bölgesinin 8,7 m olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.2). Genç (2004) eğimin arttığı arazilerde taban suyu tutma oranı azaldığından bonitet seviyesinin düştüğünü ve karaçamın neredeyse bodura yakın bir boy gelişimi gösterdiğini belirtmiştir. Çalışma yapılan sahanın da bonitetinin düşük olması karaçamın uzun boy yapamamasının temel nedeni olarak değerlendirilebilir.

Araştırma sonucunda ortalama yaş değerlerinin en yüksekten en düşüğe sırayla 2016sb 97.1, Kontrol bölgesi 95.2 ve son olarak 2015sb 91.9 yaşında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.3). Çalışmada tespit edilen ortalama yaş, Carus ve Çatal (2011) bulgularına

yakındır. Carus ve Çatal (2011) karaçam ile ilgili araştırmasında ortalama yaşı 83 bulmuştur. Dutkuner ve Koparan (2015) karaçamla ilgili araştırmasında ise ortalama yaşı 173 olarak bulmuştur.

Araştırma sahasındaki ortalama çap, boy ve yaş sonuçları karaçam ile ilgili farklı çalışmalarla mukayese edildiğinde, Dutkuner ve Koparan'ın (2015) karaçam üzerine yapmış olduğu çalışma haricinde diğer çalışmaların benzer sonuçlar verdiği görülmektedir. Dutkuner ve Koparan'ın (2015) karaçam üzerine olan araştırmasındaki farkın sebebi; araştırılan karaçamın yaş ortalamasının 173 olmasıdır. Böylece çap ve boy değerlerinin yaşa bağlı olarak arttığı, yaş faktörünün çap ve boy üzerinde önemli bir etkisi olduğu söylenebilir.

2017 yılı sonbaharında göğüs yüksekliğinden alınan artım kalemlerinin incelenmesiyle artım değerlerinin ortalaması son 1 yıllık halka, 5 yıllık halka ve 10 yıllık halka kalınlığı üzere incelenmiştir (Şekil 4.4). Son 1 yıllık halkadaki ortalama değerler en yüksekten en düşüğe sırayla 2015sb 3,05 mm, 2016sb 2,80 mm ve son olarak Kontrol bölmesinin 2,20 mm artım yaptığı tespit edilmiştir.

Artım değerleri son 1 yıllık halka kalınlığı açısından kıyaslandığında:

2015sb son 1 yıllık halkası kendi içinde karşılaştırıldığında; 10 yıllık ortalama halka kalınlığına göre %144 artış, 5 yıllık ortalama halka kalınlığına göre %130 artış göstermiştir. 2015sb son 1 yıllık halkası, Kontrol bölmesinin son 1 yıllık halka kalınlığıyla karşılaştırıldığında %139 artış göstermiştir.

2016sb son 1 yıllık halkası kendi içinde karşılaştırıldığında; 10 yıllık ortalama halka kalınlığına göre %171 artış, 5 yıllık artıma göre %148 artış göstermiştir. 2016sb son 1 yıllık halkası Kontrol bölmesinin son 1 yıllık halka kalınlığıyla karşılaştırıldığında; son 1 yıllık halka kalınlığı %127 artış göstermiştir.

5 yıllık halka ortalama kalınlık değerleri en yüksekten en düşüğe sırayla 2015sb 11,69 mm, 2016sb 9,47 mm ve son olarak Kontrol bölmesinin 8,30 mm kalınlığına sahip olduğu tespit edilmiştir. 10 yıllık halka ortalama kalınlık değerleri ise en yüksekten en düşüğe sırayla 2015sb 21,17 mm, 2016sb 16,37 mm ve son olarak Kontrol bölmesinin 14,41 mm kalınlığına sahip olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda 2015sb'nin ortalama yaşı 2016sb ve Kontrol bölmesine göre daha küçük olsa da, 5 yıllık ve 10 yıllık halka artım değerlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Buna neden olarak

arazinin içerisinde geçen derenin 2015sb'nin yetiştirme ortamı verimliliğini kısmen yükselttiği söylenebilir.

Bragg (2010) *Pinus teada* ve *Pinus echinata*'nın tohum ağacı yöntemiyle gençleştirilmesi üzerine incelemelerde bulunmuş ve düşük çapa sahip tohum ağaçlarının hacimlerinin hızlı bir şekilde arttığını ve hayati zararlara karşı daha dayanıklı olduklarını belirtmiştir. Bu çalışmada da karaçamın ortalama hacim değerlerinin en yüksekten en düşüğe sırayla 2015sb 0,715 m³, 2016sb 0,505 m³ ve son olarak Kontrol bölgesinin 0,302 m³ olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.5). Artım kalemlerinde olduğu gibi bonitet seviye farklılığının, 2015sb hacim değerlerine de etki ettiği düşünülmektedir. Ayrıca Kontrol sahasında daha ince çaplı bireyler de ölçüme girdiği için, diğer her iki sahadan daha düşük hacim değerleri elde edilmiştir. Gençleştirmeye alınan sahalardaki tohum ağaçlarının serbestlik durumuyla, ağaçların hızlı bir şekilde hacim artımına gideceği öngörülmektedir.

Ortalama hacim değerleri hesaplanmasında kullanılan çap ve boy değerleri, 2015sb'nin diğer her iki sahaya göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Hatta 2015sb'nin ortalama yaşı 2016sb ve Kontrol bölgesinden daha küçük olmasına rağmen çap, boy, artım ve hacim değerleri daha yüksektir. Bunun nedeni ise 2015sb alanından geçen derenin yetiştirme ortamı verimliliğine kısmen olumlu etkisi olarak değerlendirilmektedir.

Bu çalışmada araştırma sonucunda ortalama kabuk kalınlığı değerleri en yüksekten en düşüğe sırayla 2015sb 2,9 cm, 2016sb 2,7 cm ve son olarak Kontrol bölgesinin 2,4 cm olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.6). Dutkuner ve Koparan (2015) karaçam ile ilgili incelemelerinde ortalama kabuk kalınlığını 3,14 cm bulmuştur.

Tepe tacı başlangıç yüksekliğinin ortalaması en yüksekten en düşüğe sırayla 2015sb 6,7 m, 2016sb 6,2 m ve son olarak Kontrol bölgesinin 5,6 m olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.7). Yapılan incelemeler sonucunda tepe tacı başlangıcının genel olarak karaçam boyu ile orantılı olduğu gözlemlenmiştir.

Araştırma alanında yapılan ölçümler sonucu tepe tacı çap ortalaması en yüksekten en düşüğe sırayla 2016sb 6,9 m, 2015sb 6,8 m ve son olarak Kontrol bölgesinin 4,9 m olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.8). Tepe taçları yuvarlak kabul edilerek hesaplandığında, kapalılık ortalama %6,3 oranında yani 0,1 kapalılığın altında olduğu belirlenmiştir. Tepe tacı çapı ve başlangıç yüksekliği tohumdan gelen fidanların

dağılına etki ettiği belirlenmiştir. Tohumdan gelen fidanların, tohum ağaçlarının tohumlama mesafesinde ve genel olarak gölgeli (kuzey) bakıda daha fazla yaşayan tohumdan gelen fidan olduğu gözlemlenmiştir. Tohum ağacına göre güney yönde kalan tohumdan gelen fidan sayısının az olmasının nedeni ise, güneşin etkisiyle sıcaklığın artması ve nem oranının düşmesi olarak değerlendirilmektedir. Ata (1995) siperin yetersiz olduğu sahalarda yeni gelen gençliğin yaz kuraklığından etkilendiğini belirtmiştir. Güneşin yakıcı ve kurutucu etkisi ağaçların güney yönünde daha etkili olmaktadır.

Garcia vd. (2010) tohum ağacı yöntemiyle doğal olarak gençleştirilen altı adet sahil çamı (*Pinus pinaster*) üzerine yapmış olduğu incelemelerde, hektarda iki binden fazla tohumdan gelen fidan olduğunu ve tohum ağacı yönteminin sahil çamının doğal gençleştirilmesi için en ideal yöntem olduğunu belirlemiştir. Bu çalışmada ise tohumdan gelen fidanlara ilişkin yapılan analizler sonucunda 14 ha olan 2015sb'deki ortalama tohumdan gelen fidan sayısı 2261 adet/ha olduğunu tespit edilmiştir. 13,9 ha olan 2016sb'de ise ortalama tohumdan gelen fidan sayısı 4250 adet/ha olduğu belirlenmiştir. 27,9 ha'daki tohumdan gelen fidanın hektardaki ortalaması ise 3281 adet olduğu tespit edilmiştir. Tohumdan gelen fidanların 27,9 ha'daki toplam ortalama sayısı 91.540 adet olduğu tespit edilmiştir.

Orman Genel Müdürlüğü karaçam doğal gençleştirmesinde 2 m² alan içerisinde minimum bir fidan bulunma şartıyla tabii gençleştirme alanlarının başarılı sayılacağını 298 sayılı Tebliğde belirtmiştir. Bu çalışma sonucunda 27,9 ha alanda 91.540 adet tohumdan gelen fidan olduğu ve 2 m² alan içinde ortalama 0,65 adet fidan bulunduğu tespit edilmiştir. Eskişehir-Tandır mevki karaçam gençleştirilmesi 1. ve 2. yıl sonundaki sonuçlar itibarıyla tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemi bakımından kısmen başarılı sayılabilir. Sahada tohum takviyesi yapılması ve kalan ağaç sayısının artması ile başarının yükselmesi beklenir. Bonitetlere göre hektardaki en uygun birey sayısının belirlenmesi, kalan ağaçlar arasındaki mesafenin homojen dağılımı ile tohum ağacı doğal gençleştirme yönteminin fidan dikimine gerek kalmadan karaçamlarda daha başarılı uygulanabileceği değerlendirilmektedir.

Ürgeç (1967), gençleştirme alanında hektarda bırakılan ağaç sayısının azalmasıyla tepe gelişiminin arttığını ve bu sayede tohum veriminin arttığını belirtmiştir. Ancak ağaç sayısının belli bir sınırın altına düştüğünde ise tohum veriminin azaldığını ifade etmiştir. Boydak (1977), sarıçam ile ilgili araştırmasında kalıtsal koşullar dışında, ağaç

sayısının belirli bir sayıya kadar düşmesi, tepe genişlemesi ve meşcere orta çapının artmasıyla tohum veriminin büyük oranda artacağını belirtmiştir. Rosenfeld vd. (2006) tohum ağacı gençleştirme yönteminin *Nothofagus pumilio* üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapmış olduğu araştırmasında, tohumdan gelen fidan sayısını etkileyen faktörlerin tohum ağacı sayısı, göğüs yüzeyi ve tohumlama mesafesi olduğunu belirtmiştir. Eskişehir-Tandır mevkiindeki karaçam gençleştirmesi üzerinde yapılan bu çalışmada ise ortalama 17 adet/ha tohum ağacı olduğu tespit edilmiştir. Fakat karaçam gençleştirmesinde hektarda 17 adet tohum ağacı olması, fidan dikimi olmaksızın doğal yoldan tabii olarak bir hektarın başarılı bir şekilde gençleştirmesini sağlayacak ve homojen dağılarak tohumlayacak yeterli miktarda tohum ağacı olmadığını göstermiştir. Tohumlama mesafesi açısından; 2015sb ve 2016sb alanlardaki tohumdan gelen fidanların ortalama tohum ağaçlarına uzaklığı en fazla 4., 5. ve 6. metreler arasında dağılışı yapıldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.10). Tohum ağacı tepe tacının gölgelediği alan içindeki toprağın nem ihtivasi, güneşli yöne göre kısmen daha uzun olmasından ötürü tohumdan gelen yaşayan fidanların daha fazla olduğu gözlemlenmiştir.

Çalışma sonucunda tohum yoluyla gelen fidanların tohum ağacının bakı olarak 2015sb sahasında en fazla kuzey, kuzey batı ve batısına; 2016sb sahasında ise en fazla kuzey, kuzey batı ve kuzey doğusuna dağılışı yapıldığı belirlenmiştir (Şekil 4.9). Böylece tohum ağacının siperlediği alanda, siper etkisinin sıcaklığın yakıcı ve kurutucu etkisini azalttığı ve topraktaki nem oranını kısmen koruduğu böylelikle daha fazla tohumdan gelen fidanların hayatiyetine katkı sağladığı ifade edilebilir.

Ürgenç (1986) yüksek rakımlardaki karaçam ormanlarının başarısız olunan doğal gençleştirmesinde tüplü fidan dikimleriyle başarıya ulaşılacağını belirtmiştir. Çalikoğlu (2002) karaçam orijinlerinin kuraklığa karşı tutumu üzerine yapmış olduğu çalışmada kuraklığa en dayanıklı karaçam orijininin Mustafakemalpaşa orijinli karaçam fidanlarının olduğunu saptamıştır. Yaz kuraklığı şiddetli olan yetişme ortamlarında Mustafakemalpaşa, Kızılcahamam ve Yılanlı orijinlerinin kullanılmasını önermektedir. Eskişehir OİŞ'nin 5 numaralı bölmesinde yapılan 76.000 Enso tipi tüplü fidan 1+0 yaşlı ve Eskişehir orijinelidir. 2015sb alanında dikilen fidanlar üzerinde yapılan sayımlar sonucu toplam 600 çukurda 459 adet yaşayan fidan bulunmuştur (%76,5 başarı derecesi). 2016sb alanındaki 600 çukurda ise 508 adet yaşayan fidan bulunmuştur (%84,67 başarı derecesi). Toplamda 1200 adet çukurda hayatiyeti devam

eden 967 adet dikilen fidan tespit edilmiştir. Böylece 5 numaralı bölmenin 2015sb ve 2016sb alanlarında dikilen fidanlarda ortalama %80,5 başarıya ulaşıldığı belirlenmiştir.

OGM kriterlerine göre suni gençleştirme sahalarında %80 başarı aranmaktadır. Araştırma konusu sahanın gençleştirilmesi sadece tohum ağacı yöntemiyle gerçekleştirilmeyip bir yaşında fidan dikimi yapılarak, saha Ürgenç (1986)'in belirttiği gibi başarısız bir doğal gençleştirme sahası olmaktan çıkıp fidan dikimiyle başarılı bir gençleştirme sahası haline getirilmiştir. Enso tipi tüpler genel olarak kazık köklü ağaçların fidanları için uygun değildir. Fidanlar köklerini kabın içinde yeterince derine geliştirememektedir. Bu durum da yaz kuraklığı bulunan yerlere dikilen fidanların yaşama ve gelişimini olumsuz etkilemektedir. Diğer yandan Eskişehir-Tandır Mevkii gibi uzun bir yaz kuraklığı görülen yerlerde iki yaşında fidanların dikilmesinin başarı oranını arttırması beklenir. Dolayısıyla, uzun yaz kuraklığı görülen ve yetiştirme ortamı verimliliği bakımından fakir olan yerlerde daha uzun kaplarda kök gelişimi ve boyu iyi, iki yaşında fidanların kullanılmasına özel önem verilmelidir.

Çepel (1982) ölü örtünün kalınlığı, humus formu, üst toprağın tekstürü ve strüktürünün doğal gençleştirmenin başarısında önemli etkiye sahip olduğunu belirtmiştir. Karadağ (1999) karaçam doğal gençleştirmesi üzerine yapmış olduğu araştırmalarda Bolu-Belkaraağaç 0,3 kapalı çapa ile işlenmiş deneme sahasında 3 yıllık gözlem sonucu 1 m²'de 3 adet tohumdan gelen yaşayan fidan olduğunu tespit etmiştir. Tırmıklanan ve toprak işleme yapılmayan sahada tohumdan gelen fidan bulamamıştır. Hyppönen vd. (2005) tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemiyle fidan boyunun gelişimi üzerine modeller oluşturmak amacıyla sarıçam üzerinde incelemelerde bulunmuş, ortalama tohumdan gelen fidan miktarının arazi hazırlığı yapılmayan sahalarda tatmin edici olmadığını tespit etmiştir. Çalışkan vd. (2014) karaçamda farklı toprak işleme yöntemlerinin etkisi üzerine yapmış oldukları bir çalışmada yarı-kurak olan ve yıllık yağışın 600 mm'den düşük olduğu kesimlerde, insan gücü ile yapılan toprak işleme yerine makineli toprak işlemenin gençleştirme başarısına katkıda bulunduğunu belirtmiştir. Eskişehir Orman İşletme Şefliğinin 5 numaralı bölmedeki karaçam gençleştirmesinde yapılan bu çalışmada ise, gençleştirme öncesi ilk riparla daha sonra pullukla yapılan toprak işlemenin, tohumdan gelen fidanların gelişiminde büyük bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Öyle ki müdahale görmeyen Kontrol alanında 2-5 cm arasında olan ölü örtünün yoğunluğu, kapalılığın 0,7 üzerinde olması ve

toprağın işlenmemiş olması nedeniyle belirgin bir şekilde gençliğin gelemediği ve vejetasyon başında var olan gençliğin de yaz kuraklığıyla kurduğu gözlemlenmiştir.

Ülkemizde uzun yıllardır büyük alan siper işletmesine göre gençleştirilen karaçam için hazırlık kesimi, tohumlama kesimi, gerekliyse ışık kesimi ve son olarak boşaltma kesimiyle gençleştirme tamamlanmakta ve yeni kuşak doğal yolla kurulmaktadır. Geçmiş yıllarda yapılan çalışmalara göre karaçamın doğal gençleştirmesinde uygulanan siper işletmesinde:

Saatçioğlu (1979)'na göre kapalılık tohumlama kesimiyle 0,6-0,7 aralığına düşürülmeli, bonitet ve meşcere durumuna göre hektarda 60-70 tohum ağacı bırakılmalıdır.

Odabaşı (2007)'na göre homojen bir yapıda bırakılan tohum ağaçlarıyla yapılan tohumlama kesimi sonrası kapalılık 0,6-0,7 düşürülür. Tohumlama ve siper amacıyla hektarda 60-80 arası tohum ağacının yeterli olacağını belirtmiştir.

Ata (1995) arazinin eğimi, bakısı, meşcere durumu ve tohum ağaçlarının boyu ve tepe şekline bağlı olarak hektarda 80-120 arası tohum ağacı bırakılabileceğini ve kapalılığın 0,3-0,4 e kadar indirilebileceğini ifade etmiştir.

Karadağ (1994) tohum ağaçlarının tepe tacı genişliğine, gençleştirme sahasının yetişme ortamı şartlarına ve bonitetine bağlı olarak kapalılığın 0,6 derecesinin uygun olduğunu belirtmiştir. Karaçam üzerine yapmış olduğu araştırmalar sonucunda ise hektarda bulunması gereken tohum ağacı sayısının bölgelere ve tepe genişliğine göre değişiklik gösterdiğini tespit etmiştir.

Eskişehir Orman İşletme şefliğinin 5 numaralı bölmesi resmiyette suni gençleştirme olduğu için siper işletmesi aşamaları izlenmemiş, saha direkt suni gençleştirmeye alınmış ancak suni gençleştirmeyi desteklemek ve değer artımına bırakmak amacıyla ortalama 17 adet/ha tohum ağacı bırakılmıştır. Böylece müdahale sonrası kapalılık %10'un altına inmiştir. Kapalılığın düşük olması ve siper yetersizliğinden dolayı, fidanlar yakıcı-kurutucu yaz güneşinden olumsuz etkilenmektedir (Ata, 1995).

Karadağ (1999)'a göre gençleştirme alanındaki fidanların hayatiyetini devam ettirecek en önemli iki unsur sıcaklık ve nemdir. Aşırı sıcakların topraktaki nem miktarı üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olduğunu ve tohumdan gelen fidanların kök gelişimini sekteye uğrattığını belirtmektedir. 298 sayılı tamimde belirttiği gibi karaçam doğal gençleştirme sahaslarında kapalılık 0,5-0,6 arasında olmalıdır.

Kapalılığın 0,5-0,6'nın altında olan doğal gençleştirilme sahaslarında ise ışık oranı yüksek olduğundan topraktaki nem oranının azaldığı ve bu sebepten ötürü gençliğin ihtiyacı olan yeterli nem miktarına kavuşamaması sonucu kurumalar olduğu değerlendirilmektedir. Şöyle ki Eskişehir-Tandır mevkiindeki karaçam gençleştirme sahasının kapalılığı 0,1'den azdır ve tohum ağaçları arası mesafe 25 ± 5 metredir. Eskişehir ilinin 89 yıllık iklim verilerine göre en yüksek sıcaklık ve en fazla güneşlenme süresi vejetasyon dönemi içindeki yaz aylarında geçmektedir. Yağış ve sıcaklık değerlerinden oluşturulan Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre de su noksanı Haziran ayında başlamakta ve Kasım ayı başına kadar sürmektedir.

Kaymakçı vd. (2002) yüksek zon karaçam ormanlarının gençleştirilmesi üzerine yapmış olduğu araştırmada 0,1 kapalı yüksek rakımlı deneme sahasında çimlenmenin az olduğunu ve ilk yaz sıcağında gençliğin tamamen kurduğunu belirtmiştir. Oliver (2003)'e göre karaçamın doğal gençleştirilmesinde vejetasyon döneminde çıkan fidanlarda uzun yaz kuraklığı sonucu kurumalar olduğunu; sıcaklık ve toprak neminin doğal gençleştirme başarısında önemli bir etken olduğunu belirtmektedir. Silvikültür kaynaklarında belirtildiği gibi karaçam yarı-ışık ağacıdır. Kızılçam kadar sıcağa dayanamamakta ve gençleştirme çalışmalarında yeni gelen gençlik aşırı sıcaktan dolayı kurumaktadır (Dirik, 1994). Kapalılığın %10'dan az olduğu araştırma sahasında da yüksek sıcaklık ve güneşlenmenin etkisiyle su açığının da bulunması, yeni gelen gençlikte kayıplar olmasını muhtemel kılmıştır. Bu yüzden ki Eskişehir-Tandır mevkiindeki 2017 sonbaharında yapılan sayımlar sonucu tohumdan gelen gençliğin 2015sb'nin 2016sb göre daha az miktarda olduğu tespit edilmiştir. 2015sb alanındaki tohumdan gelen yaşayan fidan sayısının az olmasının sebeplerinden biri de eğim nedeniyle topraktaki materyalin yeterli oranda su tutamaması olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte sıcaklık ve sıcaklıktan ötürü topraktaki nem miktarının az olması başlıca etkenlerden biri olarak düşünülmektedir. Ayrıca sıcaklık ve nem ilişkisinin 2015sb'ye dökülen tohumların çimlenmesi için gerekli şartları daha da zorlaştırdığı ve tohumdan gelen fidan sayısı artışı üzerinde olumsuz bir etki oluşturduğu yönünde değerlendirilmektedir.

Tohumdan gelen fidan sayısının azalmasını veya var olan fidanlarda kayıplar olmasını etkileyen bir diğer unsur da diri örtüdür. Karadağ (1999) karaçamın doğal gençleştirilmesi üzerine yapmış olduğu araştırmalarda çapa ile toprak işleme sonucunda toprak işlemenin ilk yılında diri örtü olmadığını ama ikinci yılında diri örtü istilasıyla karşılaşıldığını belirtmiştir. Bu çalışmada da Tandır mevki 5 numaralı gençleştirme

bölmesinde 2017 vejetasyon süreci boyunca yapılan gözlemler sonucu 0,1'in altına düşürülen 27,9 ha gençleştirme sahasının 14 hektarlık kısmı olan 2015sb'nin büyük bir çoğunluğu ikinci vejetasyon döneminde diri örtü baskısına maruz kalmıştır. 2016 yılında gençleştirmeye alınan 13,9 hektarlık 2016sb gençleştirme sahasında ise ilk yıl kayda değer diri örtü baskısı bulunmamaktadır. Ancak 2016sb sahasının da, toprak işlemeden sonraki ikinci vejetasyon döneminde diri örtü baskısı ile karşılaşması kuvvetle muhtemeldir.

Gençleştirme sahasındaki diri örtü geneli itibariyle defne yapraklı laden (*Cistus laurifolius*)'dir. Ladenle birlikte diğer ot türleri de bulunmaktadır. 2015sb sahasında yaşayan tohumdan gelen fidan sayısı 2016sb'den azdır. İşte bu niceliğin sebeplerinden biri de 2015sb sahasının neredeyse tamamının diri örtü baskısı altında olmasıdır. Bu yüzden tohumdan gelen fidanlar diri örtüyle rekabet edememekte ve boğulmaktadır. Homojen olarak tüm sahaya dağılamayan, sadece tohum ağacının tohumlama mesafesinde bulunan fidanların da diri örtü tarafından boğulması, tohumdan gelen fidan sayısını daha da azaltmaktadır.

Saatçioğlu (1979) tohum dökümünden önce sahada varsa diri örtünün veya ölü örtünün gençleştirme alanından uzaklaştırılması gerektiğini belirtmektedir. Lucas-Borja vd. (2016) *Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmanii*'nin doğal gençleştirme yapılan saf ve karışık meşcerelerinde denetimli yakma ve diri örtü temizleme işlemlerini karşılaştırmış; denetimli yakmanın doğal gençleştirme için olumsuz sonuçlar verdiğini, diri örtü temizliğinin ise karaçamın hem saf ve hem karışık meşcerelerinde tohumdan gelen fidanların gelişimine katkı sağladığını tespit etmiştir. Eskişehir-Tandır mevkiindeki karaçam gençleştirmesinde ot alma ve kültür bakımı işlemlerinin düzenli ve sistematik olarak yapılması tohumla gelen fidanların sağlıklı, iyi gelişen ve başarılı bir gençlik oluşmasına katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Günümüzde dünya genelinde azalan ormanlar, insan neslinin geleceği için kaygı oluşturmakta ve küresel açıdan pek çok sorunlara yol açmaktadır. Gelecek nesillere yaşanılabilir bir dünya bırakılması gerektiği gibi, yaşlı ormanların da bütün işlevlerini tekrar yerine getirebilecek şekilde gençleştirilmesi önemlidir. Türkiye her sene hem dünya hem de kendi orman varlığına ve niteliğine artan bir ivmeyle katkıda bulunarak, ormansızlaşma karşısında büyük mücadeleler vermektedir. Ormanların ekonomik ve biyolojik yararlarının sürekliliği amacıyla mevcut meşrece yapısına ve niteliğine göre doğru gençleştirme metotları uygulanmalıdır. Bu çalışmada, karaçam (*Pinus nigra*

Arnold. ssp. *pallasiana*) meşcerelerinin Eskişehir-Tandır mevkiindeki gençleştirme çalışmaları tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemi bakımından değerlendirilmiştir.

Tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemi; Odabaşı vd. (2007) tarafından da Silvikültür Tekniği kitabında “**Tohum ağaçlarının korunmasıyla tıraşlama işletmesi**” olarak bahsedilmiştir. “Tohum ağaçlarının korunmasıyla tıraşlama işletmesi”nin, siper işletmesi ile tıraşlama işletmesinin karışımı olarak değerlendirilebileceğini dile getirmiştir. Hektarda bırakılması gereken tohum ağacı sayısının ise 30-50 arası olması gerektiğini belirtmiştir. Eskişehir-Tandır mevkiindeki gençleştirme çalışması Eskişehir Orman İşletme Şefliği amenajman planına göre suni gençleştirme olarak gerçekleştirilmiştir. Ancak bu suni gençleştirme çalışmasında ortalama 17 adet/ha tohum ağacı bırakılmıştır. Bu yöntem uygulanırken ihtiyaca göre hektarda bırakılan tohum ağacı sayısı artırılabilir. Böylece farklı yetiştirme ortamı, yükselti ve bonitetlerde gençleştirme sahası sadece doğal yoldan da başarılı bir şekilde gençleştirilebilir.

Doğal gençleştirme yapılan sahalarda gençleştirme süresince tohum takviyesinin yapılması, bol tohum yılları öncesi toprağın işlenmesi, tohum yataklarının hazırlanması, kültür ve ot alma bakımlarının yapılması ve tohumların hayvan zararına karşı korunması gibi faaliyetler gençleştirmenin başarısını arttırmaktadır (Kerr, 2000). Odabaşı vd. (2007)’e göre tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemi diğer bir ifadeyle tohum ağaçlarının korunmasıyla uygulanan tıraşlama işletmesi çam türlerinde ve sedirde uygulanabilir. Ancak kızılçamda iklimin ve toprak yapısının elverişli olduğu alanlarda uygulamanın daha başarılı sonuçlar vereceğini belirtmiştir. Bırakılan tohum ağaçlarının kurak ve sık topraklı sahalarda gençliğe olumsuz etki edeceğini ifade etmiştir. Ayrıca yüksek rakımlı kızılçam meşcerelerinde kozalaklı dal serme veya tohum serperek gençleştirmenin başarılı bir şekilde sonuçlanacağını belirtmektedir.

Eskişehir-Tandır mevkiinde karaçam gençleştirmesi 1300 m yükseltide olması, bonitetin IV-V arasında olması ve gençleştirme alanında bırakılan tohum ağacı sayısının az olması sahanın yeterli miktarda ve homojen olarak tohumlanması zorlaştırmıştır. Tohumdan gelen fidanlar fena bonitet, su noksanı ve diri örtü baskısı gibi etkenlerden dolayı gençleştirme sahasında istenilen başarıya ulaşamamıştır. Diğer yandan tohumdan gelen fidanların başarısızlığındaki en önemli nedenlerden biri olarak çalışma alanının başlangıçta fidan dikimi yoluyla suni gençleştirme alanı olarak kurgulanmış olması gösterilebilir. Tensil sahasının “tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemi”ne göre gençleştirilmesinin amaçlanması, birim alandaki birey sayısının

kısmen arttırılması ve sahaya tohum takviyesinde bulunulması ile daha başarılı sonuçlar elde edilebilir. Ayrıca gençleştirme alanındaki diri örtüyle mücadele ile tohumdan gelen fidanların sağlıklı, başarılı ve daha iyi gelişen bir gençlik oluşması mümkündür.

Saatçioğlu (1979), doğal gençleştirmede tohumların çimlenmesi için en iyi şartları kırıntı strüktürdeki toprağın oluşturduğunu ve bu strüktürün kök gelişimini hızlandırdığını böylece kurak dönemde gençliğin kurummasını önlediğini belirtmiştir. Çalışkan vd. (2014) makineli toprak işleme ile yarı kurak iklime sahip deneme alanlarında gençleştirme başarısının daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Geçirimsiz sıkı toprakların ve tabakaların olduğu yerlerde, riperle toprak işleme pullukla toprak işlemeye nazaran daha başarılı sonuçlar vermektedir. Geçirimsiz toprakların riperle toprak işleme neticesinde iyi gelişen, sağlıklı ve başarılı fidanlar elde edilmektedir. Tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemi uygulanacak sahalarda bol tohum yılından 2 hatta 3 yıl önce riperle toprak işleme yapılması toprağın havalanmasına, mineral toprağın açığa çıkmasına, organik maddenin iyice ayrışarak karışmasına ve bol tohum yılına kadar olan süreçte toprağın tav halini almasına imkân sağlayacaktır. Ancak riperle toprak işlemede ağaç köklerine dikkat edilmeli, ağaç yakınından hassasiyetle riperleme işlemi gerçekleştirilmelidir. Ayrıca riperle toprak işleme, toprağın infiltrasyon oranının yükselmesine ve toprağın su tutma kapasitesinin artmasına katkı sağlayabilir. Toprağın yeterli miktarda su ihtiva etmesi ise tohumların çimlenmesine, kök gelişimini hızlandırmasına ve yaz kuraklığını atlatmasına yardımcı olacaktır.

Sanchez ve Moore (2008) tohum ağacı, siper işletmesi ve grup seçimi yöntemleriyle yetiştirilen *Pinus ponderosa* ve *Quercus gambelii* ormanları üzerinde 93 yıllık etkilerini araştırmak amacıyla incelemelerde bulunmuştur. Yapılan çalışmada, en yüksek gençleştirme başarısı tohum ağacı yönteminin uygulandığı sahalardan alınmıştır. Meşcere içinde *Pinus ponderosa*'nın ortalama dağılımının bir ila üç katı oranında azaldığını, *Quercus gambelii* dağılımının üç ila dokuz kat oranında arttığını belirtmiştir. Benzer şekilde Tandır Mevkii'ndeki sahanın bir bölümünde de saçlı meşe biyolojik çeşitlilik amacıyla sahada bırakılmıştır. Zaman içerisinde saçlı meşenin kontrol altına alınmazsa gençleştirme alanında artış yapacağı öngörülmektedir.

Rosenfeld vd. (2006) tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemini gölgeye dayanıklı bir tür olan *Nothofagus pumilio* ormanları için uygulanabilir olarak düşünse de, katı bir şekilde uygulama sonucunda birçok büyük, bozuk şekle sahip, idare süresi geçmiş

grupların ortaya çıkmasına neden olacağını belirtmektedir. Tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemi tıraşlama ve siper işletmesinin olumlu yönlerini birleştirirken, bu iki yöntemin risklerini de içinde barındırmaktadır. Dolayısıyla geniş alanlarda uygulamadan önce ışıık ve yarıışıık ağaçlarında küçük sahalarda denenmelidir.

Türkiye’de tohum ağacı doğal gençleştirme yönteminin gerçekleştirilebileceği birçok ışıık ve yarıışıık orman ağacı bulunmaktadır. Ülkemizde geniş alanlarda yayılış gösteren orman ağacı türleri çok farklı yetiştirme ortamlarında bulunmaktadır. Her bir türün ekosistem çeşitliliğinden kaynaklanan “en iyi”den “uç” yayılışlara kadar ormanları ve popülasyonları bulunmaktadır. Karar vericiler, tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemini ışıık ve yarıışıık ağaçlarının bazı yayılışlarının gençleştirilmesinde yeni bir yol ve imkân olarak değerlendirebilirler. Örneğin kızılçamın Adıyaman-Gölbaşı gibi uç popülasyonlarının ve 1000 m’nin üstündeki yayılışlarının gençleştirilmesinde bu yöntemden yararlanılabilir.

Simonsen (2013) sarıçamın gençleştirme çalışmalarında uygulanan suni gençleştirme ve tohum ağacı gençleştirme yöntemlerini araştırmış, sonuç olarak tohum ağacı gençleştirme yönteminin, suni gençleştirme yöntemine göre daha uygun olduğunu tespit etmiştir. Sarıçamda suni gençleştirme yapılacak alanlar için bonitet değeri ve fidan hayatiyetinin yüksek, bakım giderlerinin ise düşük olduğu sahalara uygulanması gerektiğini belirtmektedir. Çalışma sahası OGM kriterine göre doğal gençleştirme olarak başarılı görülmesi de, aslında 3 m²’de 1 tohumdan gelen fidan başarısını sağlamaktadır. Suni gençleştirmede 1 hektarda 2220 dikim fidanı istenmektedir. Yani 4,5 m²’de 1 yaşayan dikim fidanı yeterlidir. Böylece, tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemi suni gençleştirmeye göre ilk iki yıl sonunda başarılı olduğu değerlendirilebilir. Bu çalışma sonucunda doğal gençleştirme bakımından karaçam için tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemi her ne kadar başarılı olmasa da; suni olarak gençleştirilecek sahalarda tohum ağaçlarının bırakılması, tohumdan gelen fidanların suni gençliğe takviye olmasına ve böylece başarılı bir gençlik kurulmasına yardımcı olabileceği değerlendirilmektedir.

Kerr (2000), *Pinus nigra* subsp. *laricio*’nun doğal gençleştirilmesinde tohumdan gelen fidanlar 50 cm boya erişinceye kadar boşaltma kesimi yapılmamalı ve bu süre boyunca hektarda 5000’den fazla tohumdan gelen fidan olmalıdır. Bu çalışma sonucunda, tohum ağacı doğal gençleştirme yönteminin Eskişehir-Tandır mevkiindeki karaçam için doğal gençleştirme açısından ilk yıl sonuçlarına göre yeterli olmadığı

belirlenmiştir. Ancak tohum ağacı yöntemi 2015sb için iki, 2016sb için ilk yıl tohumdan gelen fidan sonuçlarına göre başarısız olarak değerlendirmemelidir. Üçüncü hatta beşinci yıl sonrası tohumdan gelen fidanla gençleştirme başarısı değerlendirilmelidir. Ayrıca hektarda bırakılan tohum ağacı birey sayısının artırılması, farklı bonitet ve yükseltilerde karaçamın tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemi ile başarılı bir şekilde gençleştirilebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Sonuç olarak;

Işık ve yarıışık ağaç meşcerelerinin doğal gençleştirilmesinde kullanılacak yöntemlerden biri de tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemidir.

Tohum ağacı doğal gençleştirme yönteminde tıraşlama ve siper işletmesinin olumlu yönlerinden yararlanılmaktadır.

Tohum ağacı doğal gençleştirme çalışmalarında gerekli durumlarda fidan dikimi de uygulanabilmektedir.

Eskişehir-Tandır mevkiindeki karaçam gençleştirme sahasında yetiştirme ortamı verimliliğinin düşük olması ve bırakılan tohum ağaçlarının yeterli sayıda olmaması, sahanın yeterli miktarda ve homojen olarak tohumlanması zorlaştırmıştır.

Farklı yetiştirme ortamı ve bonitetlerde tohum ağacı doğal gençleştirme yönteminin uygulanması ile gerekli tohum ağacı sayısı ve olumsuz etki edebilecek siper oranı iyi belirlenmelidir. Bu denge yakalandıktan sonra birçok ışık ve yarıışık ağacı meşceresi doğal yoldan başarı ile gençleştirilebilir.

Tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemi ilk yıl tohumdan gelen fidan sonuçlarına göre değerlendirilmemeli, üçüncü hatta beşinci yıl sonrasındaki gençleştirme başarı durumuna bakılmalıdır.

Tohum ağacı doğal gençleştirme çalışmalarında, çalışma alanının çevresinden toplanan tohumlarla tohum takviyesi yapılması, sahanın daha başarılı gençleştirilmesine katkıda bulunacaktır.

Tohum ağacı doğal gençleştirme çalışmalarında kapalılık oldukça düşük olduğundan dolayı, yoğun bir diri örtü oluşabilmekte ve fidanlara baskı yapabilmektedir. Bundan dolayı, tohumdan gelen fidanların sağlıklı, başarılı ve daha iyi gelişen bir gençlik oluşturması için gençleştirme alanındaki diri örtüyle mücadele edilmelidir.

Tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemi mekanizasyonla saha hazırlığı ve fidan dikimine imkân vermektedir. Dolayısıyla doğal gençleştirme şartlarının oldukça kısıtlı olduğu yerlerde tensil çalışması kapsamlı bir toprak işleme ve saha çevresi orijinli fidanlarla da desteklenebilir. Ülkemizde birçok orman ağacı türünde bu özelliklere sahip çok geniş alanlar bulunduğu bilinmektedir ve bu tip bazı alanlarda bu yöntem ile doğal gençleştirme denemeleri yapılmalıdır.

Tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemi üzerine yapılan yabancı kaynaklı çalışmalarda, yöntemin sarıçam, sahilçamı ve birçok tür için başarılı sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Ülkemizde de tohum ağacı doğal gençleştirme yöntemi meşe türleri, kızılçam, sarıçam, karaçam, sedir ve fıstıkçamı gibi ışık veya yarıışık ağaçların doğal gençleştirilmesinde küçük alanlarda denenmelidir. Bu ve benzeri doğal türlerin farklı bonitet, yükselti ve yetiştirme ortamlarına göre başarılı sonuçlar verip vermeyeceği araştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Alptekin, Ü.** (1986). Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe)'nın coğrafik varyasyonları. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi* 36A(2): 132-154.
- Anonim,** (2008). Orman Amenajman Yönetmeliği, Resmi Gazete, 5 Şubat 2008, Sayı: 26778
- Anonim,** (2014). Silvikültürel Uygulamaların Teknik Esasları, 298 Sayılı Tebliğ. Orman Genel Müdürlüğü Silvikültür Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Anonim,** (2014). Türkiye Orman Varlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Yayın No: 115, Ankara.
- Anonim,** (2015). Türkiye Orman Varlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, A6Z3YCUCA2PE-66-101, Ankara.
- Ata, C.,** (1995). Silvikültür Tekniği. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Bartın Orman Fakültesi Yayını, No.4/3, Bartın.
- Atalay, İ., & Efe, R.** (2015). Türkiye Biyocoğrafyası, Meta Basım, İzmir. 185-199
- Atay, İ.** (1982). Doğal Gençleştirme Yöntemleri II (Önemli Ağaç Türlerimizin Silvikültürel Özellikleri ve Bu Özelliklere Göre Gençleştirme Yöntemlerinin Uygulanması). İÜ Orman Fakültesi Yayını, No. 3012/320, İstanbul.
- Atay, İ.** (1990). Silvikültür II (Silvikültürün Tekniği). İÜ Orman Fakültesi Yayını, No. 3599/405, İstanbul.
- Barnett, J. P., & Baker, J. B.** (1991). Regeneration methods. In Forest regeneration manual (pp. 35-50). Springer, Dordrecht. Bildiriler Kitabı, 353-356.
- Boydak, M.** (1977). Eskişehir-Çatacık Mıntıkası Ormanlarında Sarıçam (*Pinus silvestris* L.)'ın Tohum Verimi Üzerine Araştırmalar. İ.Ü.Orman Fakültesi Yayın No: 2225, İstanbul.
- Boydak, M., & Çalışkan, S.** (2014). Ağaçlandırma. Ormancılığı Geliştirme ve Orman Yangınları ile Mücadele Hizmetlerini Destekleme Vakfı (OGEM-VAK) Yayını, İstanbul.
- Boydak, M., Çalışkan, A., & Bozkuş, F.** (2002). Dursunbey-Alaçam yöresi Karaçamlarında (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) Tohum verimi ve değişimi., *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 52(2), 1-26.
- Bragg, D. C.** (2010). Pine seed tree growth and yield on the Crossett Experimental Forest.
- Carus, S., & Çatal, Y.** (2011). Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) ve Karaçam (*Pinus nigra* Arnold)'da Yıllık Halka Kalınlığının Gövde İçerisindeki Düşey Değişimi. I. *Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*, 26-28.
- Cheyney, E. G.** (1942). *American silvics and silviculture* (No. 634.90973 C531). University of Minnesota Press.

- Çalikoğlu, M.** (2002). Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Orijinlerinin Kuraklığa Karşı Reaksiyonlarının Ekofizyolojik Analizi. FBE, İstanbul.
- Çalışkan, A., Güney, H., & Çalışkan, S.** (2014). Farklı toprak işleme yöntemlerinin Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) gençleştirilmesi üzerine etkisi.
- Çelik, O., Umut, B., Kaymakçı, E., Dündar, M., Ayhan, Ş.** (2002). Karaçam (*Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Doğal Gençleştirilmesi Üzerine Araştırmalar. İç Anadolu Araştırma Enstitüsü yayımları, Teknik Bülten No 280, Ankara.
- Çepel, N.** (1982). Doğal gençleştiriminin ekolojik koşulları. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 32(2), 5-29.
- Daniel, T. W., Helms, J. A., & Baker, F. S.** (1979). Principles of silviculture (No. Ed. 2). McGraw-Hill Book Company.
- Dida, M., Ducci, F., & Zeneli, G.** (2001). Black pine (*Pinus nigra* Arn.) resources in Albania. *Forest Genetic Resources (FAO)*.
- Dirik, H.** (1994). Üç yerli çam türünün (*Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lam., *Pinus pinea* L.) kurak periyodaki transpirasyon tutumlarının ekofizyolojik analizi. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 44(1), 111-122.
- Esri,** (2017). World Topographic Map Viewer. Erişim tarihi: 19.11.2017. <http://bmproto.esri.com/WorldTopoMap/WorldTopographicMap.html>
- Farjon, A.** (2013). *Pinus nigra*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013:e.T42386A2976817. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20131.RLTS.T42386A2976817.en>. Erişim tarihi: 19.08.2017
- Figueroa-Navarro, C. M., Ángeles-Pérez, G., Velázquez-Martínez, A., & de los Santos-Posadas, H. M.** (2010). Biomass estimation in a managed *Pinus patula* Schltdl. et Cham. forest at Zacualtipan, Hidalgo State. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 1(1), 105-112.
- Ford-Robertson, F. C.** (1971). Terminology of forest science, technology, practice. Washington, DC: Society of American Foresters.
- Genç, M.** (2004). Silvikültürün temel esasları. TC SDÜ. Yayın No:44, Isparta.
- Güner, Ş. T., Çömez, A., Özkan, K., Karataş, R., Çelik, N.** (2016). Türkiye'deki karaçam ağaçlandırmalarının verimlilik modellemesi. 159-172
- Güner, Ş. T.** (2001). Afyon Orman İşletme Müdürlüğü Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Meşcerelerindeki Doğal Gençleştirme Çalışmalarının Değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 2, 61-74.
- Haverbeke Van, D. F.** (1990). *Pinus nigra* Arnold., European black pine. *Silvics of North America*, 1, 395-404.
- Horton, K. W., & Bedell, G. H. D.** (1960). White and red pine: ecology, silviculture and management. Canada, Dept. of Northern Affairs and National Resources, Bulletin 124.

- Hyppönen, M., Alenius, V., & Valkonen, S.** (2005). Models for the establishment and height development of naturally regenerated *Pinus sylvestris* in Finnish Lapland. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 20(4), 347-357.
- Karadağ, M.** (1999). Batı Karadeniz Bölgesinde Karaçam (*Pinus nigra Arnold ssp. pallasiana Lamb. Holmboe*) Doğal Gençleştirme Koşulları Üzerine Araştırmalar. Batı Akdeniz O.A.E.M. Yayını, Teknik Bülten, No. 4, Bolu.
- Kaymakçı, E., Erkuloğlu Ö.S. & Eronat, A.F.** (2002). Ege Bölgesinde Çeşitli Nedenlerle Bozulmuş Yüksek Zon Karaçam (*Pinus nigra Arnold.*) Ormanlarının Gençleştirilmesi Üzerine Araştırmalar. Ege O.A.M., Teknik Bülten No: 18, İzmir, 18.
- Kerr, G.** (2000). Natural regeneration of Corsican pine (*Pinus nigra subsp. laricio*) in Great Britain. *Forestry*, 73(5), 479-488.
- Koparan, İ.** (2015). Kızılcım Ve Karaçam Kabuk Miktarı Ve Kullanım Olanakları. SDÜ. FBE, Isparta.
- Leyva-Lopez, J. C., Velazquez-Martinez, A., & Angeles-Perez, G.** (2010). Patterns of diversity in the natural regeneration of mixed pine stands. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 16(2), 227-240.
- Logan, S. R., Edwards, M. B., & Shiver, B. D.** (2005). Survival and growth of seed trees 20 years after a natural regeneration cut in the piedmont of Georgia. *Southern Journal of Applied Forestry*, 29(4), 173-178.
- Lucas-Borja, M. E., Madrigal, J., Candel-Pérez, D., Jiménez, E., Moya, D., de las Heras, J., ... & Hernando, C.** (2016). Effects of prescribed burning, vegetation treatment and seed predation on natural regeneration of Spanish black pine (*Pinus nigra Arn. ssp. salzmannii*) in pure and mixed forest stands. *Forest Ecology and Management*, 378, 24-30.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü,** (2017). Eskişehir ilinin Mevsim Normalleri (1927-2016). <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceleristatistik.aspx?m=ES> KISEHIR Erişim tarihi: 12.11.2017.
- Nyland, R.D.** (1996). *Silviculture: concepts and application*. New York: McGraw-Hill. 290-313.
- Odabaşı, T., Çalışkan, A., Bozkuş, H. F.,** (2007). Silvikültür Tekniği (Silvikültür II) , İ.Ü Orman Fakültesi, Yayın No: 475. İstanbul. 177-184
- Oliver, P. T.** (2003). Conditions and limits to the natural regeneration of a mountain pine forest (*Pinus nigra subsp. salzmannii*). *Forest Systems*, 12(2), 55-64.
- Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü,** (2015). Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Laboratuvarı, Eskişehir.
- Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü,** Erişim tarihi: 15.11.2017. <http://ekoloji.ogm.gov.tr/Dokumanlar/Toprak%20analizi%20sonu%20C3%A7lar%C4%B1n%C4%B1n%20de%C4%9Ferlendirilmesi.pdf>
- Özçelik, R.** (2005). Mut Orman İşletmesinde Karaçam, Sedir ve Kızılcım Ağaç Türleri İçin Dip Çap–Göğüs Çapı İlişkileri. *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(3).
- Raja, R. G., Tauer, C. G., Wittwer, R. F., & Huang, Y.** (1998). Regeneration methods affect genetic variation and structure in shortleaf pine (*Pinus echinata Mill.*).

- Rodríguez-García, E., Juez, L., & Bravo, F.** (2010). Environmental influences on post-harvest natural regeneration of *Pinus pinaster* Ait. in Mediterranean forest stands submitted to the seed-tree selection method. *European journal of forest research*, 129(6), 1119-1128.
- Rosenfeld, J. M., Cerrillo, R. N., & Alvarez, J. G.** (2006). Regeneration of *Nothofagus pumilio* [Poepp. et Endl.] Krasser forests after five years of seed tree cutting. *Journal of Environmental Management*, 78(1), 44-51.
- Saatçioğlu, F.** (1971). Orman Ağacı Tohumları. İÜ Orman Fakültesi Yayını, No. 1649/ 173, İstanbul.
- Saatçioğlu, F.** (1976). Silvikültür I (Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri). İÜ Orman Fakültesi Yayını, No. 2187/222, İstanbul.
- Saatçioğlu, F.** (1979). Silvikültür II (Silvikültür Tekniği). II. Baskı, İU Orman Fakültesi Yayını, No. 2490/268, İstanbul.
- Sanchez-Meador, A. J., & Moore, M. M.** (2008). 93 years of stand density and land-use legacy research at the Coulter Ranch Study Site. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. p. 321-330
- 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.
- Seidel, K. W.** (1983). Regeneration in mixed conifer and Douglas-fir shelterwood cuttings in the Cascade Range of Washington.
- Simonsen, R.** (2013). Optimal regeneration method—planting vs. natural regeneration of Scots pine in northern Sweden. *Silva Fennica.*, 47, 23.
- Smith, D.M.** (1986). Principles of Silviculture, John Wiley & Sons, Inc. NY. 8ed.,
- Ürgenç, S.** (1967). Türkiye’de Çam Türlerinde Tohum Tedarikine Esas Teşkil Eden Problemlere Ait Araştırmalar. T.C. Tarım Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınlarından. Sıra No. 468, Seri No. 44.
- Ürgenç, S.** (1986). Ağaçlandırma Tekniği. İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 375, İstanbul.
- Yılmaz, M. & Özel, H.B.** (2009). Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lispky)’nda Tohum Fizyolojisi ile Doğal Gençleştirme İlişkisi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, Özel Sayı (2):579-590.
- Yılmaz, M., & Ok, T.** (2007). Yarıkurak Alanlar İçin Önemli Bir Doğal Yapraklı Tür: *Acer monspessulanum* L. Türkiye’de Yarıkurak Bölgelerde Yapılan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Uyg. Değ., 7-10 Kasım 2006, Ürgüp,
- Zhou, W.** (1999). Risk-based selection of forest regeneration methods. *Forest ecology and management*, 115(1), 85-92.

EKLER

EK A : Elde edilen verilere yönelik tablolar ve istatistiksel test sonuç tabloları



Çizelge A.1 : Eskişehir ilinin Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu.

Su Bilançosu Elemanları	AYLAR												Yıllık Ort.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Sıcaklık (°C)	-0.5	0.7	4.6	9.7	14.7	18.9	21.8	21.5	16.7	11.7	5.7	1.4	10.6
Sıcaklık indisi	0	0.1	0.9	2.7	5.1	7.5	9.3	9.1	6.2	3.6	1.2	0.1	45.9
Düzeltilmemiş PET (mm)	0	1.6	16.1	39.8	66.1	89.7	106.7	105.0	77.2	50.0	20.9	3.8	-
Düzeltilmiş PET (mm)	0	1.4	16.5	44.1	81.7	112.0	135.0	123.9	80.0	48.0	17.4	3.1	663.0
Yağış (mm)	27.9	23.5	26.1	42.0	37.4	20.7	13.4	9.4	16.3	26.8	39.6	34.1	317.2
Depo Değişikliği (mm)	27.9	18.9	0.0	-2.1	-44.3	-53.6	0	0	0	0	22.2	31.0	-
Depolama (mm)	81.1	100.0	100.0	97.9	53.6	0.0	0	0	0	0	22.2	53.2	100
Gerçek ET (mm)	0	1.4	16.5	44.1	81.7	74.3	13.4	9.4	16.3	26.8	17.4	3.1	304.4
Su Noksanı (mm)	0	0	0	0	0	37.7	121.6	114.5	63.7	21.2	0	0	358.7
Su Fazlası (mm)	0	3.3	9.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.8
Yüzeysel Akış(mm)	0	1.6	6.4	4.8	0	0	0	0	0	0	0	0	12.8
Nemlilik Oranı	27.9	16.3	0.6	0	-0.5	-0.8	-0.9	-0.9	-0.8	-0.4	1.3	10.1	-

Çizelge A.2 : Tohum ve örnek ağacı çap değerlerine ilişkin istatistiksel testler.

Tek Örneklem Kolmogorov-Smirnov Testi	2015sb	2016sb	Kontrol	
N	30	30	30	
Normal Parametreler	\bar{x}	37,80	33,50	27,17
	S_s	6,288	5,224	2,743
Kolmogorov-Smirnov Z	,529	,477	1,085	
p	,942	,977	,190	

Varyansların Homojenliği Testi	Sd1	Sd2	p
5,621	2	87	,005

Varyans Analizi	KT	Sd	KO	F	p
G.Arası	1716,68	2	858,34	34,62	,000
G.İçi	2156,46	87	24,78		
Toplam	3873,15	89			

Çizelge A.3 : Tohum ve örnek ağacı boy değerlerine ilişkin istatistiksel testler.

Tek Örneklem Kolmogorov-Smirnov Testi	BOY	
N	90	
Normal Parametreler	\bar{x}	9,939
	S_s	2,4664
Kolmogorov-Smirnov Z	,881	
p	,420	

Varyansların Homojenliği Testi	Sd1	Sd2	p
2,637	2	87	,077

Varyans Analizi	KT	Sd	KO	F	p
G.Arası	95,006	2	47,503	9,258	,000
G.İçi	446,408	87	5,131		
Toplam	541,414	89			

Çizelge A.4 : Tohum ve örnek ağacı yaş değerlerine ilişkin istatistiksel testler.

Tek Örneklem Kolmogorov-Smirnov Testi	2015sb	2016sb	Kontrol	
N	30	30	30	
Normal Parametreler	\bar{x}	91,93	97,07	95,27
	S_s	15,53	13,13	9,56
Kolmogorov-Smirnov Z	1,096	,696	,583	
p	,181	,718	,887	

Varyansların Homojenliği Testi	Sd1	Sd2	p
1,611	2	87	,206

Varyans Analizi	KT	Sd	KO	F	p
G.Arası	407,02	2	203,51	1,208	,304
G.İçi	14655,60	87	168,45		
Toplam	15062,622	89			

Çizelge A.5 : Tohum ve örnek ağacı son 1 yıllık halka kalınlığı istatistiksel testleri.

Tek Örneklem Kolmogorov-Smirnov Testi	ARTIM_SON	
N	90	
Normal Parametreler	\bar{x}	2,6821
	S_s	1,16516
Kolmogorov-Smirnov Z	,731	
p	,660	

Varyansların Homojenliği Testi	Sd1	Sd2	p
,186	2	87	,830

Varyans Analizi	KT	Sd	KO	F	p
G.Arası	11,299	2	5,650	4,488	,014
G.İçi	109,527	87	1,259		
Toplam	120,826	89			

Çizelge A.6 : Tohum ve örnek ağacı 5 yıllık halka kalınlığı istatistiksel testleri.

Tek Örneklem Kolmogorov-Smirnov Testi		2015sb	2016sb	Kontrol
N		30	30	30
Normal Parametreler	\bar{x}	11,67	9,37	8,20
	S_s	3,294	3,409	2,809
Kolmogorov-Smirnov Z		,875	,874	,703
p		,429	,429	,706

Varyansların Homojenliği Testi	Sd1	Sd2	p
,222	2	87	,801

Varyans Analizi	KT	Sd	KO	F	p
G.Arası	177,827	2	88,913	8,774	,000
G.İçi	881,657	87	10,134		
Toplam	1059,484	89			

Çizelge A.7 : Tohum ve örnek ağacı 10 yıllık halka kalınlığı istatistiksel testleri.

Tek Örneklem Kolmogorov-Smirnov Testi		2015sb	2016sb	Kontrol
N		30	30	30
Normal Parametreler	\bar{x}	,71493	,50510	,30197
	S_s	,326883	,191581	,073877
Kolmogorov-Smirnov Z		,872	,560	,653
p		,432	,912	,788

Varyansların Homojenliği Testi	Sd1	Sd2	p
2,798	2	87	,066

Varyans Analizi	KT	Sd	KO	F	p
G.Arası	725,105	2	362,552	11,627	,000
G.İçi	2712,736	87	31,181		
Toplam	3437,841	89			

Çizelge A.8 : Tohum ve örnek ağacı hacim değerlerine ilişkin istatistiksel testler.

Tek Örneklem Kolmogorov-Smirnov Testi		2015sb	2016sb	Kontrol
N		30	30	30
Normal Parametreler	\bar{x}	,71493	,50510	,30197
	S_s	,326883	,191581	,073877
Kolmogorov-Smirnov Z		,872	,560	,653
p		,432	,912	,788

Varyansların Homojenliği Testi	Sd1	Sd2	p
11,291	2	87	,000

Varyans Analizi	KT	Sd	KO	F	p
G.Arası	2,558	2	1,279	25,753	,000
G.İçi	4,321	87	,050		
Toplam	6,880	89			

Çizelge A.9 : Tohum ve örnek ağacı kabuk kalınlığı değerleri istatistiksel testleri.

Tek Örneklem Kolmogorov-Smirnov Testi		ARTIM_SON
N		90
Normal Parametreler	\bar{x}	2,652
	S_s	,6471
Kolmogorov-Smirnov Z		1,198
p		,113

Varyansların Homojenliği Testi	Sd1	Sd2	p
1,531	2	87	,222

Varyans Analizi	KT	Sd	KO	F	p
G.Arası	3,262	2	1,631	4,173	,019
G.İçi	34,003	87	,391		
Toplam	37,265	89			

Çizelge A.10 : Tohum ve örnek ağacı tepe tacı başlangıç yüksekliğine ilişkin istatistiksel testler.

Tek Örneklem Kolmogorov-Smirnov Testi		2015sb	2016sb	Kontrol
N		30	30	30
Normal Parametreler	\bar{x}	6,63	6,30	5,73
	ss	1,866	1,664	1,982
Kolmogorov-Smirnov Z		1,093	1,122	1,338
p		,183	,161	,056

Varyansların Homojenliği Testi	Sd1	Sd2	p
1,596	2	87	,209

Varyans Analiz	KT	Sd	KO	F	p
G.Arası	17,117	2	8,558	2,578	,082
G.İçi	288,863	87	3,320		
Toplam	305,980	89			

Çizelge A.11 : Tohum ve örnek ağacı tepe tacı çap değerlerine ilişkin istatistiksel testler.

Tek Örneklem Kolmogorov-Smirnov Testi		2015sb	2016sb	Kontrol
N		30	30	30
Normal Parametreler	\bar{x}	7,03	6,73	4,87
	ss	,964	,944	1,432
Kolmogorov-Smirnov Z		1,171	1,358	1,063
p		,129	,050	,208

Varyansların Homojenliği Testi	Sd1	Sd2	p
5,783	2	87	,004

Varyans Analizi	KT	Sd	KO	F	p
G.Arası	88,054	2	44,027	34,999	,000
G.İçi	109,442	87	1,258		
Toplam	197,496	89			

Çizelge A.12 : 2015sb Tohumdan gelen fidanların dağılış yönlerine ilişkin istatistiksel testler.

Tek Örneklem Kolmogorov-Smirnov Test		2015sb
N		80
Normal Parametreler	\bar{x}	16,65
	S_s	8,110
Kolmogorov-Smirnov Z		,845
p		,473

Varyansların Homojenliği Testi	Sd1	Sd2	p
1,394	7	72	,221

Varyans Analizi	KT	Sd	KO	F	p
G.Arası	3003,200	7	429,029	14,086	,000
G.İçi	2193,000	72	30,458		
Toplam	5196,200	79			

Çizelge A.13 : 2016sb Tohumdan gelen fidanların dağılış yönlerine ilişkin istatistiksel testler.

Tek Örneklem Kolmogorov-Smirnov Test		2016sb
N		80
Normal Parametreler	\bar{x}	31,71
	S_s	11,190
Kolmogorov-Smirnov Z		1,190
p		,118

Varyansların Homojenliği Testi	Sd1	Sd2	p
2,159	7	72	,051

Varyans Analizi	KT	Sd	KO	F	p
G.Arası	8213,888	7	1173,413	50,334	,000
G.İçi	1678,500	72	23,312		
Toplam	9892,388	79			

Çizelge A.14 : 2015sb ve 2016sb tohumdan gelen fidanların dağılış yönlerine ilişkin istatistiksel testler.

Tek Örneklem K-S Testi	D	KD	K	KB	B	GD	G	GB
N	20	20	20	20	20	20	20	20
Normal \bar{x}	10,65	20,45	32,90	36,15	35,40	31,15	22,65	4,55
Parametreler Ss	4,534	8,376	9,142	9,746	10,013	12,525	13,468	4,807
Kolmogorov-Smirnov Z	,811	,637	,630	,711	,897	1,163	1,053	,796
p	,526	,812	,822	,693	,397	,134	,217	,550

Çizelge A.15 : 2015sb tohumdan gelen fidanların tohum ağacına olan uzaklığına ilişkin istatistiksel testler.

Tek Örneklem K-S Testi	m1	m2	m3	m4	m5	m6	m7	m8	m9	m10
N	10	10	10	10	10	10	10	10	10	20
Normal \bar{x}	7,50	14,70	25,70	27,60	26,30	19,80	10,50	2,00	,00	,00
Parametreler Ss	3,274	5,478	6,684	5,337	4,244	6,303	5,482	2,357	,000 ^e	,000 ^e
Kolmogorov-Smirnov Z	,824	,563	,817	,388	1,013	,672	,924	,955		
p	,505	,909	,517	,998	,256	,758	,360	,322		

Varyansların Homojenliği Testi	Sd1	Sd2	p
1,169	7	72	,331

Varyans Analizi	KT	Sd	KO	F	p
G.Arası	6447,188	7	921,027	35,551	,000
G.İçi	1865,300	72	25,907		
Toplam	8312,488	79			

Çizelge A.16 : 2016sb tohumdan gelen fidanların tohum ağacına olan uzaklığına ilişkin istatistiksel testler.

Tek Örneklem K-S Testi	m1	m2	m3	m4	m5	m6	m7	m8	m9	m10
N	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Normal \bar{x}	13,80	26,20	40,10	44,70	44,50	42,50	34,80	7,10	,00	,00
Parametreler Ss	3,259	6,680	4,067	3,093	3,100	2,273	4,984	5,363	,000 ^e	,000 ^e
Kolmogorov-Smirnov Z	,770	,407	,663	,827	,835	,776	,683	,482		
p	,593	,996	,771	,502	,488	,584	,739	,975		

Varyansların Homojenliği Testi	Sd1	Sd2	p
	7	72	,060

Varyans Analizi	KT	Sd	KO	F	p
G.Arası	14854,688	7	2122,098	113,372	,000
G.İçi	1347,700	72	18,718		
Toplam	16202,388	79			

Çizelge A.17 : 2015sb ve 2016sb tohumdan gelen fidanların dağılış yönlerine ilişkin istatistiksel testler.

Tek Örneklem K-S Testi	D	KD	K	KB	B	GD	G	GB
N	20	20	20	20	20	20	20	20
Normal \bar{x}	10,65	20,45	32,90	36,15	35,40	31,15	22,65	4,55
Parametreler Ss	4,534	8,376	9,142	9,746	10,013	12,525	13,468	4,807
Kolmogorov-Smirnov Z	,811	,637	,630	,711	,897	1,163	1,053	,796
p	,526	,812	,822	,693	,397	,134	,217	,550

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Mehmet KALKAN
Doğum Tarihi ve Yeri : 01-08-1991, Hatay
E-posta : mehmet.kalkan@btu.edu.tr

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2014, KÜ, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü
- **Yüksek Lisans** :

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

-
-

TEZDEN TÜRETİLEN ESERLER, SUNUMLAR VE PATENTLER:

-
-
-

DİĞER ESERLER, SUNUMLAR VE PATENTLER:

-
-