



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KARAÇAM (Pinus nigra Arnold.) MEŞCERELERİNDE SIKLIK
BAKIMININ BÜYÜME ÜZERİNE ETKİLERİ

MESUT ŞEN

DANIŞMAN

PROF. DR. HALİL BARIŞ ÖZEL

BARTIN-2022



T.C.

**BARTIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KARAÇAM (Pinus nigra Arnold.) MEŞCERELERİNDE SIKLIK BAKIMININ
BÜYÜME ÜZERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mesut ŞEN

BARTIN-2022

KABUL VE ONAY

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL danışmanlığında hazırlamış olduğum “KARAÇAM (*Pinus nigra* Arnold.) MEŞCERELERİNDE SIKLIK BAKIMININ BÜYÜME ÜZERİNE ETKİLERİ” başlıklı yüksek lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

05.07.2022

Mesut ŞEN

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimime başlangıcından itibaren her zaman bana destek olan, tez konusunun belirlenmesinde ve araştırmanın gerçekleştirilmesinde desteğini esirgemeyen danışmanım sayın Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL'e teşekkürlerimi sunarım. Bolu-Mengen yöresinde yapılan bu tez çalışmasında yardımlarını esirgemeyen ve bana her türlü katkıyı sağlayan Mengen Orman İşletme Müdürlüğü çalışanlarına teşekkür ederim. Yapmış olduğum bu araştırmanın konuyla ilgilenenlere faydalı olmasını temenni ederim.

Mesut ŞEN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KARAÇAM (*Pinus nigra* Arnold.) MEŞCERELERİNDE SIKLIK BAKIMININ BÜYÜME ÜZERİNE ETKİLERİ

Mesut ŞEN

Bartın Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL

Bartın-2022, sayfa: 33

Bolu-Mengen yöresindeki doğal karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) meşceresinde gerçekleştirilen bu araştırmada üç farklı şiddetteki sıklık bakımı müdahalelerinin (hafif, orta ve şiddetli) meşcere gelişimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu amaçla rastlantı blokları deneme desenine göre üç tekrarlı olarak alınan deneme alanlarında ortalama göğüs yüksekliği çapı, ortalama boy ve ortalama göğüs yüzeyi alanı değişkenleri belirlenmiştir. Müdahalelerden on yıl sonra yapılan bu araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, farklı şiddette yapılan sıklık bakımı alanlarında ortalama çap gelişiminin 8,51-11,26cm, ortalama boyun 4,54-5,35m ve ortalama göğüs yüzeyi alanının da 11,86-17,75m²/ha arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar itibarıyla yapılan sıklık bakımı müdahalelerinin meşcerenin çap ve göğüs yüzeyi alanı gelişimi üzerinde çok belirgin etkileri olduğu tespit edilmiştir. Ortalama boy büyümesi yönünden ise sıklık bakımı işlemleri arasında çok yüksek düzeyde farklılıklar ortaya çıkmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Sıklık Bakımı, Karaçam, Çap, Boy, Göğüs Yüzeyi Alanı

Bilim Alanı Kodu: 120517

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

EFFECTS OF PRECOMMERCIAL THINNING IN BLACK PINE (*Pinus nigra* Arnold.) STANDS

Mesut ŞEN

Bartın University

Graduate School

Department of Forest Engineering

Thesis Advisor: Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL

Bartın-2022, pp: 33

In this study, which was carried out on a natural black pine (*Pinus nigra* Arnold.) stand in the Bolu-Mengen region, the effects of three different intensities of pre-commercial thinning applications (weak, moderate and strong) on stand growth were investigated. For this purpose, mean diameter, mean height and mean basal area variables were determined in the sample plots taken in triplicate according to the randomized blocks experimental design. According to the results of this study, which was carried out ten years after the interventions, the mean diameter growth was 8.51-11.26 cm, the mean height 4.54-5.35 m, and the mean basal area 11.86-17,75 m²/ha in the frequency care areas with different intensities. Based on these results, it has been determined that the density maintenance interventions have very significant effects on the diameter and basal area growth of the stand. In terms of mean height growth, there were not very high differences between the frequency maintenance treatments.

Keywords: Precommercial thinning, Black Pine, Diameter, Height, Basal Area

Scientific Field Code: 120517

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY.....	ii
BEYANNAME	iii
ÖNSÖZ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
TABLolar DİZİNİ.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Ormanların İşlevsel Önemi ve Silvikültür.....	1
1.2. Meşcere Gelişim Çağları	4
1.3. Meşcerede Sıklık Bakımının Önemi.....	6
1.4. Karaçam (<i>Pinus nigra</i> Arnold.) Özellikleri	7
1.5. Araştırmanın Amacı	9
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	10
3. MATERYAL VE METOT	14
3.1. Materyal.....	14
3.2. Metot	20
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	23
4.1. Göğüs Yüksekliği Çapı	23
4.2. Boy Büyümesi.....	24
4.3. Göğüs YüzeYi Alanı	25
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	27
KAYNAKLAR.....	29
ÖZGEÇMİŞ	33

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Sayfa No
1.1: Karaçamın (<i>Pinus nigra</i> Arnold.) Türkiye'deki doğal yayılışı.....	8
1.2: A- <i>Pinus nigra</i> Arnold. B- <i>Pinus nigra</i> Arnold. gövdesi ve kabuğu C- <i>Pinus nigra</i> Arnold. yaprak ve kozalak.....	9
3.1: Bolu-Mengen yöresi çalışma alanı coğrafik konumu.	14
3.2: Bolu-Mengen Karaçam meşceresi	15
3.3: Sıklık bakımı yapılmamış alan.....	16
3.4: Hafif şiddette sıklık bakımı yapılan alan	17
3.5: Orta şiddette sıklık bakımı yapılmış alan.....	18
3.6: Şiddetli sıklık bakımı yapılmış alan.....	19
3.7: Deneme alanlarının alınması.....	21
3.8: Çap ölçümü.	22

TABLULAR DİZİNİ

Tablo	Sayfa
No	No
1.1: Orman Amenajmanı disiplinine göre meşcere gelişim çağları.	5
3.1: Deneme alanlarının dağılımı.	20
4.1: Farklı sıklık bakımı uygulamalarında ortalama çap gelişimi.	23
4.2: Farklı sıklık bakımı uygulamalarında ortalama boy büyümesi.	24
4.3: Farklı sıklık bakımı uygulamalarında ortalama göğüs yüzeyi alanı.	25

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ha	: hektar
km	: kilometre
m	: metre
m ²	: metrekare

KISALTMALAR

ANOVA	: Analysis of Variance
Çk	: Karaçam

1. GİRİŞ

1.1. Ormanların İşlevsel Önemi ve Silvikültür

Yerküre üzerinde yer alan tüm doğal kaynaklar insanlığın başlangıcından itibaren gerek bireysel yaşam koşulları gerekse toplumsal yaşam standartları üzerinde her zaman etkili olmuştur. İnsanoğlu göçebe yaşam koşullarına sahip olup avcılık ile hayatını idame ettirmeye devam ettirdiği dönemlerde de, yerleşik yaşamı seçip tarımla uğraşarak hayata tutunmaya çalıştığı modern toplumun ilk ortaya çıkış serüveninde de her zaman doğanın kendisine sunduğu tüm imkanlardan ve fırsatlardan yararlanmış ve bu tüm bu doğal unsurları yaşam standartlarını yükselterek daha konforlu ve rahat bir hayat sürmek için hayat döngüsünün içine dahil etmiştir. Ancak insanlığın gelişim sergilediği tüm tarihsel süreçler ve dönemler incelendiğinde insanoğlunun özellikle ateşin keşfedilmesiyle birlikte mükemmel bir denge içinde hayatını devam ettiren canlı ve cansız pek çok unsurdan meydana gelen doğal ekosistemler üzerinden her zaman gerektiğinden fazla faydalanmak ve bunları depolayarak etrafındaki diğer canlı toplulukları ile paylaşmamak gibi bir içgüdüsel davranış biçimi sergilediği görülmektedir. Uzun ve zor bir yaşam serüvenine sahip olan insanoğlu özellikle yerleşik hayata geçip yaşam süreçlerinde bilhassa toplumsal yaşamlarını düzenleyen kurallar koymaya başlaması ile birlikte tüm doğal unsurların meydana getirdiği doğal kaynaklardan yavaş yavaş ilkel faydalanma tarzını daha modern yaklaşımlara ter etme eğiliminde olsa da zamanla gelişen ve birey sayısı yönünden fazlalaşan toplumlar yine de doğayı tahrip etmekten vazgeçememiştir.

Doğal kaynaklardan daha konforlu bir şekilde yararlanma istek ve talebi her geçen gün farklı topluluklara ayrılan insanlık kavimleri açısından yenilemeyen bir hırs ve açgözlülük abidesi haline gelmiş ve bunun beraberinde artık insanlar yaşam koşullarının sınırlarını belirlemek ya da bu sınırları genişletmek için günümüz modern toplumlarında da yaşandığı üzere aralarında savaşılmaya ve doğal kaynaklardan daha fazla yararlanmaya çalışmıştır. Bu savaşlar birçok zaman diliminde ve çok farklı karasal lokasyonlarda insanlığın sonunu getirecek düzeylere ve şiddetlere ulaşmasına rağmen doğal kaynaklar üzerindeki kullanma hırsı ve faydalanma baskısı hiçbir dönem etkinliğini kaybetmediği gibi her geçen gün daha da şiddetlenmiş ve daha da yoğun bir hal almıştır. Nitekim farklı siyasal ve sosyal nedenlere dayanmasına rağmen gerek tarihin sayfalarında bilinen çok uluslu büyük

savaşlarda gerekse modern toplum yaşamının oluşmasında etkili olan I. ve II. Dünya Savaşları sonrasında insanlık açlık ve sefaletle sınanmasına, doğal dengeyi tahrip etmekten geri durmamış ve bunu tamamen küresel toplumsal ve ekonomik düzenlerin iyileştirilmesi adı altında gerçekleştirmiştir. Bilhassa elektriğin keşfedilmesiyle birlikte daha konforlu yaşam standartlarını isteyen toplumlar birbirlerinden farklı gelişim düzeyleri ortaya koymuşlar ve bu durum beraberinde gelişmiş, gelişmekte olan ve az gelişmiş toplum sınıflandırmasını getirmiştir.

Endüstrileşme doğal kaynaklar üzerindeki baskılarda sadece tek başına etkili olan bir faktör olmayıp, buna hızla artan nüfus ve bu nüfusun giderek artan talepleri de çok kısa sürede eklenerek tamamen ekonomik, siyasal ve sosyolojik faktörler göz önünde bulundurularak başta enerjinin temel kaynakları olan fosil kökenli petrol, doğal gaz ve kömür gibi kaynaklar başta olma üzere milyonlarca yıl sonunda oluşan ve şekillenen fosil kökenli doğal enerji kaynakları insanoğlu tarafından günümüze kadar hunharca tahrip edilmiştir. Bu tahrip üzerinde yine bu kaynaklardan elde edilen enerji unsurlarına bağlı olarak ortaya çıkan teknolojik gelişmelerin ve yenilikçi ürün tasarımlarının da önemli etkisi bulunmaktadır. İlk etapta tamamen enerji kaynaklı gibi görünse de birçok fonksiyonel hizmetlerin sağlandığı ve birçok ikame ürünün elde edildiği doğal kaynaklar günümüzün modern toplumlarının artık hiçbir şekilde ihtiyacını karşılayamadığı, iyileştirdiği yaşam koşullarının da büyük oranda tahrip olmasına ve bozulmasına neden olmuş durumdadır. Yani doğal çevre artık tamiri oldukça zor bir şekilde bozulmuş ve yara almıştır.

Tahrip olan doğal kaynaklar artık günümüzde işlevini her anlamda yerine getiremez olmuştur. Yani dünyanın muhteşem doğal zenginlikleri tahrip olmuş, çevre kirlenmiş ve doğal denge bozulmuştur. Günümüz dünya nüfusunun yaklaşık 8 milyar olduğu öne sürülmekte ve bu sayının 2050 yılına kadar yaklaşık 3 milyar daha artacağı tahmin edilmektedir (Coole, 2013). Bu durumun olası etkileri içinde; çevrenin daha kirlenmesi, doğal kaynakların daha fazla tahrip edilmesi, doğal dengenin daha derin bir şekilde tahrip edilmesi, enerji amaçlı olarak kullanılan fosil kökenli kaynaklardan yapılan aşırı faydalanmanın daha da artması, küresel ısınma başta olmak üzere tamiri güç çevresel sorunların canlılar üzerindeki olumsuz etkilerine yenilerinin eklenmesi kolaylıkla sayılabilir. Sadece enerji kaynaklarından yapılan faydalanmanın özellikle 2021 yılından itibaren 3,5 kat artacağı ve bu durumda 2047 yılından itibaren özellikle Avrupa ve Asya kaynaklı birçok doğal fosil enerji kaynaklarının karşılayamacağı birçok bilim insanı

tarafından uygulanan çok boyutlu karar verme ve tahmin modelleri ile günümüzde ortaya konulmuştur (Abbasi ve Adedoyin, 2021; Iqbal vd., 2021).

Fosil kökenli doğal enerji kaynaklarında meydana gelen hızlı azalış karşısında modern toplumun ihtiyaçlarını karşılamak ve yüksek enerji tüketimine sahip olan endüstriyel sistemlerin varlığını devam ettirebilmek için alternatif ve özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının belirlenmesine ve araştırılmasına yönelik eğilimler her camiada son 50 yıllık süreç içinde hızla artmıştır. Bu farklı değerlendirmeler sonucunda ortaya çıkan sektörel analiz sonuçlarına bağlı olarak doğal faktörlerin etkisi altında kendisini hızlı bir şekilde yenileyebilme enerjisine ve gücüne sahip olan en temel doğal kaynağın biyokütlenin doğal ev sahibi olarak nitelendirilen ormanlar olduğu göze çarpmaktadır. Bu özelliği ile ön plana çıkan orman kaynakları, aynı zamanda farklı ekolojik koşulların etkisi altında farklı tür ve kuruluş özellikleri çerçevesinde hemen hemen dünyanın değişik coğrafyalarında ortaya çıkmakta ve tüm gelişmişlik düzeyine sahip olan toplumlarda kendisini ortaya koyabilmektedir. Ancak bu önemli kaynağın güncel durumu da, özellikle 1940'lı yılların başından itibaren her geçen dönemde hızla tahrip edilmesi ve zarar görenlerin yerine aynı hizmet ve ürünleri sunan yenilerinin eklenememesi nedeniyle çok parlak görülmemektedir. Günümüzde özellikle FAO tarafından yıllık olarak yayımlanan dünya ormanlarının durumuna ilişkin raporlar değerlendirildiğinde dünya ormanlarının başta yangınlar ve aşırı faydalanmalar ile endüstriyel atıkların yol açtığı kirlenmelere bağlı olarak yaklaşık %50-55 oranında tahrip gördüğü ve bu durumunda en az 20 yıl içinde %65-70 oranlarına yükseleceği bildirilmektedir (Shiklomanov vd., 2020). Bu önemli doğal kaynağın devamlılığının sağlanması, insanlık için başta küresel ısınma olmak üzere birçok çevresel sorunun olumsuz etkilerinin azaltılması açısından çok önemlidir. Özellikle karbon depolama konusunda erken yaşlardan itibaren önemli bir etkinliğe sahip olan tüm orman kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi için gerekli teknik, ekonomik ve ekolojik tedbirlerin alınması ve zamanında uygulanması gerekmektedir.

Günümüzde başta ülkemiz doğal orman kaynakları olmak üzere, tüm doğal orman kaynaklarında yaş ve gelişim çağları itibarıyla silvikültürel açıdan bakım tekniklerinin uygulanarak daha sağlıklı ve daha dayanıklı orman kurma faaliyetlerine obje teşkil ettiklerini söylemek yanlış olmamaktadır (Ma vd., 2019). Bu nedenle başta gençlik çağı olmak üzere tüm gelişim çağlarında gerekli bakım tedbirlerinin uygulanması ve buna bağlı olarak sağlık ve fenotipik açıdan kaliteli bireylerden oluşan ormanların tesisi, orman

kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir yönetimi açısından ilk ve önemli bir aşamayı oluşturmaktadır. Bu süreçte özellikle doğal ya da yapay olarak tesis edilen ormanların şekillenmesi sıklık çağında ortaya çıkarmaya başladığı için ormanların sağlık ve kalite düzeyleri açısından sıklık çağında yapılacak olan ayıklama şeklindeki sıklık bakımı çalışmalarının tekniği ve uygulanma şiddeti de büyük önem kazanmaktadır (Dodson vd., 2012).

Ağaç gelişimi ve orman habitatu açısından oldukça önemli ve etkili olan sıklık bakımı müdahalelerinin ilgili ağaç türünün silvikültürel ve ekolojik özelliklerine uygun olarak gerçekleştirilmesi ve bu anlamda özellikle uygun sıklık bakımı şiddetinin belirlenmesi oldukça önemli bir silvikültürel karar aşamasını oluşturmaktadır. Bu durumun aynı zamanda günümüz küresel ısınma tehlikesi karşısında etkili olan bir fonksiyon halinde karbon depolanması ve tutulumu üzerinde de önemli bir değeri bulunmaktadır (Gustafsson vd., 2012). Bu açıdan farklı ekolojik ünitelerde doğal olarak şekillenen doğal orman kaynaklarını meydana getiren tür veya türlerin özelinde sıklık bakımı müdahalelerinin teknik ve ekolojik içeriklerinin uygun bilimsel deneme desenleri ile denenerek belirlenmesi ülke ve dünya ölçeğinde orman kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi açısından oldukça önemli bir etki meydana getirecektir.

1.2. Meşcere Gelişim Çağları

Meşcere içerisinde yapılan silvikültürel müdahaleler meşcere gelişim çağlarına göre şekillenmektedir. Meşcere yapılacak silvikültürel orman bakım tedbirleri çağlara göre gençlik çağında gençlik ve kültür bakımı, sıklık çağında sıklık bakımı (ayıklama), sırlıklık, direklik ve ağaçlık çağın da ise aralama müdahaleleri yapılmaktadır. Ayrıca Orman Amenajmanı disiplinine göre meşcere gelişim çağları gençlik ve kültür çağı, sıklık çağı, sırlıklık (ince direklik) çağı, direklik çağı, ince ağaçlık çağı, orta ve kalın ağaçlık çağı olarak sıralaya biliriz. Amenejman planlarında gelişim çağları göğüs yüksekliği çapları baz alınarak belirli simgelerle gösterilmektedir (Tablo 1.1)

Tablo 1.1: Orman Amenajmanı disiplinine göre meşcere gelişim çağları

Meşcere gelişme çağı	Simge	Göğüs yüksekliği çapı ($d_{1,30}$) (cm)
Gençlik ve Kültür Çağı	a	< 8,0
Sıklık Çağı	a	< 8,0
Sırıklık (ince direklik) Çağı	b	8,0 – 10,9
Direklik Çağı	b	11,0 -19,9
İnce Ağaçlık Çağı	c	20,0 – 35,9
Orta ve Kalın Ağaçlık Çağı	d	> 36,0

Gençlik ve Kültür Çağı: Doğal gençleştirme, yapay gençleştirme ve ağaçlandırmalarla kurulan meşcerelerde, alana getirilen genç generasyonun (gençliğin veya kültürün), kapalılık (ekseriyetle gençlikte kapalılık derecesi 0,7) teşkil edip, özellikle kültür sahalarında insan boyuna ulaşmıncaya kadarki süreci içeren gelişim çağıdır. Doğal gençleştirme sahalarında gençlik çağı, yapay gençleştirme ve ağaçlandırma sahalarında kültür çağı olarak nitelendirilir. Bu çağdaki ağaçların Orman Amenajmanı dahilinde hazırlanan çap basamakları kapsamında bireylerin göğüs yükseklikleri çapları ($d_{1,30}$) çoğunlukla 8 cm'den küçüktür. Nitekim bu planlamada kolaylık sağlamakla birlikte göğüs yüksekliği çapları gelişim çağlarının ayırımında kesin bir gösterge değildir (Genç, 2001).

Sıklık Çağı: Doğal gençleştirme veya yapay gençleştirmeye tesis edilen meşcerelerde kapalılığın oluşması veya toplumun insan boyuna ulaşmasıyla başlayan ve doğal dal budanmasıyla birlikte kuvvetli gövde ayrılmasının da görüldüğü zamana kadar devam eden, sosyal tabakalaşmanın görüldüğü gelişme çağına sıklık çağı denir. Bu çağdaki bireylerin çapları başlangıçta 8 cm'den küçük iken sıklık çağının son dönemlerinde 10 cm civarında olabilmektedir. Gençlik-Kültür ve sıklık çağı orman amenajman planlarında göğüs yüzeyle çapları ($d_{1,30}$) 8 cm'den az ve "a" harfiyle gösterilir (Genç, 2001).

Sırıklık, Direklik ve Ağaçlık Çağı: Meşcerelerde doğal dal budanması ve kuvvetli gövde ayrılmasının görülmesiyle başlayıp, boy artımı yanında çap artımının da asgariye düştüğü zamana kadar devam eden meşcere gelişme çağı, sırlıklık-direklik ve ağaçlık çağı olarak kabul edilir. Ağaçların göğüs yüksekliğindeki çapları ($d_{1,30}$) sırlıklık çağında 8,0-10,9 cm,

direklik çapında 11-19,9 cm; ağaçlık çağında ise 20 cm ve daha fazladır. Keza ağaçlık ağı kendi içerisinde ince ağaçlık, orta ağaçlık ve kalın ağaçlık ağı olmak üzere uç gruba ayrılır, amenajman planlarında sıklık ve direklik ağı “b” harfi ile ince ağaçlık ağı ggs yüzeyi çapı ($d_{1,30}$) 20.0-35.9 cm arasında ve “c” harfi ile, orta ağaçlık ağı ggs yüzeyi çapı ($d_{1,30}$) 36.0-51.0 cm arasında ve “d” harfi ile, kalın ağaçlık ağı ise ggs yüzeyi çapı ($d_{1,30}$) 52 cm’den büyük ve “e” rumuzu ile gösterilmektedir (Genç, 2001).

Gençleştirme ve Silvikültürel Olgunluk ağı: Bireylerin yetişme ortamının verim gücünden tam anlamıyla faydalanamaması, biyotik ve abiyotik zararlılara açık hale getirerek bu zararlılara karşı bireylerde dayanma gücünün azaldığı görülmektedir. Uygulanacak silvikültürel müdahale için geç kalınması meşcerede tepe okmesi ve doğal ölümlerle yol açabilmektedir. Bu sebeple meşcere kapalılığın bozulduğu, dolayısıyla meşcer içerisinde istenmeyen diri örtü elamanlarının ve nc gençliklerin gelip yerleşmesine olanak tanır. Bu yüzden meşcerenin idare süresini doldurup gençleştirme objesi haline geldiği ağ, gençleştirme veya silvikültürel olgunluk ağı olarak isimlendirilir. Bu ağda ağaçların ($d_{1,30}$) apları 36 cm’den fazladır (Genç, 2004).

1.3. Meşcerede Sıklık Bakımının nemi

Ülkemizde uygulanan silvikültürel müdahalelerden biri olan orman bakım tedbirlerinden sıklık bakımı, sıklık çağında uygulanan bir bakım tedbiridir (Saatçioğlu 1971). Meşcerde sıklık bakım zamanının geldiği ağaç türü ve yetişme ortamı şartlarına bağlı olarak, bireylerde kuvvetli dal budanması, dalların birbirine değip de toprağın tamamen siperlendiği zaman olarak kabul edilmektedir (OGM 2014).

Meşcere içerisinde yapılan sıklık bakımlarında amaç, meşcereyi kendi haline bırakmayıp, planlı müdahalelerle yetişme ortamının ekolojik özellikleri ile tre has özellikleri dikkate alan ve işletme amacına uygun olmasını sağlamaktır. Bu şekilde meşcere içerisindeki türün kaliteli bir şekilde gelişimini sağlamaktır (Genç 2011). Bireylerden kaliteli gövde elde edilmek isteniyorsa, sıklık bakımları sık, eşit kapalılıkta tutulmalı ve homojen bir yapı sağlanmalıdır. Meşcereler biyolojik bir topluluk olduklarından dolayı bütün silvikültürel bakım tedbirleri gibi sıklık bakımları da zamanında ve uygun şiddette yapılmalıdır (Kaymakçı vd. 2000).

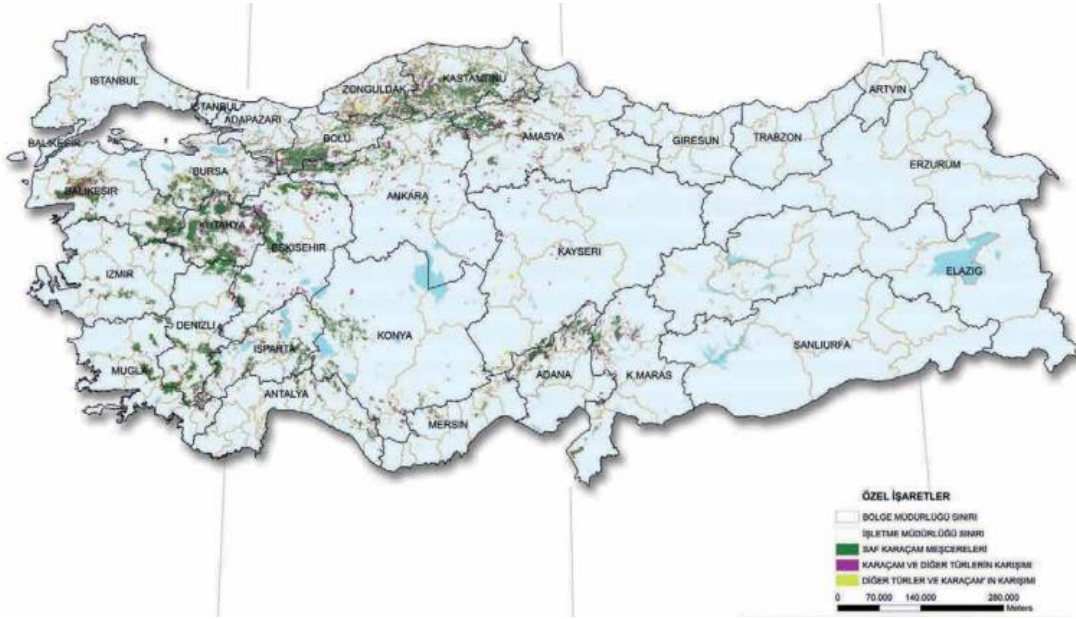
Meşcerede sıklık bakımlarının zamanında, düzenli ve uygun şiddetle yapılmaması birçok olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Sıklık bakımlarının ihmal edilmesi özellikle yüksek rakımlarda kar kırması, devirmesi ve eğmesine sebep olabilmektedir. Zamanında ve düzeli bir şekilde sıklık bakımının yapılmaması bireylerde çap artımını yavaşlatmaktadır. Ayrıca sıklık bakımının tek bir defada şiddetli yapılmasıyla meşcere biyotik ve abiyotik zararlılara karşı dayanıksız hale gelebilmektedir (Özdemir vd. 1987). Yapılacak olan sıklık bakımı müdahalesinin şiddeti doğru olarak tespit edilmesi ve doğru tekniklerle ilerletilmesi uygulanması gerekmektedir. Bu yüzden meşceredeki genel hacim verimini mümkün olan en yüksek düzeyde tutacak şekilde uygulanmalıdır (Erkan vd. 2017).

Sıklık bakımı tedbirleri uygulanırken meşcere içerisinde bulunan hasta, yaralı, cılız, ölmüş ya da ölmek üzere olan bütün bireylerin alandan çıkarılması gerekmektedir. Bununla birlikte alandan istikbal ağacı olarak görülmeyen ve bu bireylere baskı yapan, belirgin bir şekilde ayırt edilebilen bütün fena gövde şekillerine (kısa, yamuk, çatallı, çatallaşmış gövdeler) sahip bireyler sırasıyla sıklık bakımı ile meşcereden çıkarılır. Sıklık bakımı uygulamalıyla türün ekolojik isteklerinin karşılanması, meşcere karakterinin bozulmaması ve kapalılığın türün isteklerinin altına düşürülmeden alanda homojen dağılıştaki bir yapı oluşturulmalıdır (OGM 2014). Meşcerelerde yapılan sıklık bakım uygulamalarının ağaç türü ve yetiştirme ortamı koşulları göz önünde bulundurularak zamandan da ve doğru şiddette yapılması ile canlı ve gür bir büyümeye sahip, düzgün ve simetrik bir tepeye sahip, hiçbir yara ve kalıcı kusur göstermeyen, dal budaması iyi, düzgün, silindirik, kaliteli bir gövdeye sahip bireyler elde edilmektedir.

1.4. Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) Özellikleri

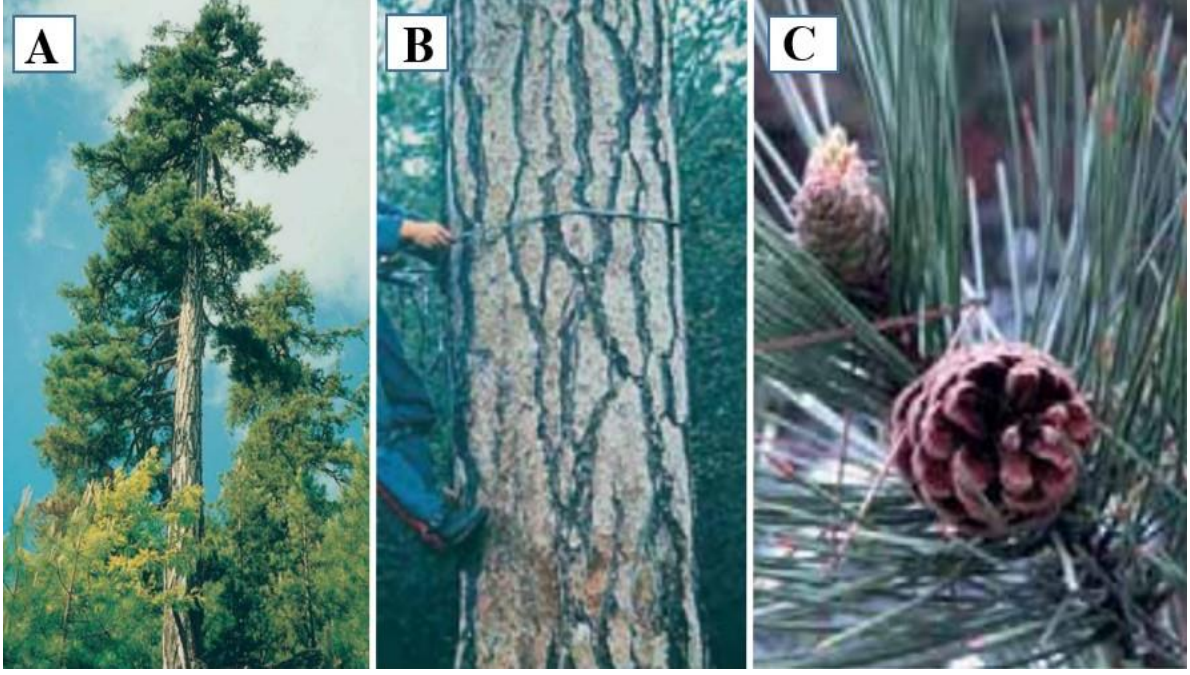
Ülkemiz için önemli bir asli tür olan karaçam, coğrafik olarak en geniş yayılış alanına sahip çam türü olarak bilinmektedir. Anadolu karaçamı doğal yetiştirme alanı Balkanlar, Güney Karpatlar, Fas, İspanya, Türkiye, Kıbrıs, Kırım, Ukrayna ve Avusturya arasında doğal yayılış gösteren bir türüdür (Akkemik, 2018, Atalay ve Efe, 2012). Ülkemizde 400-2100 m yükseltilerde ve Tokat ile Kahramanmaraş arasından çizilen hattın batısında yer alırken en geniş yayılış alanı Batı Anadolu'dur (Alptekin, 1986). Bu tür beş alttüre ayrılmıştır bunlar; *Pinus nigra* Arnold. subsp. *dalmatica* (Vis.) Franco (Dalmaçya karaçamı), *Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe (Anadolu karaçamı), *Pinus nigra* Arnold. subsp. *larico* (Poiret) Maire (Korsika karaçamı), *Pinus nigra* Arnold.

subsp. *nigra*, (Avusturya karaçamı), *Pinus nigra* Arnold. subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco (Pirene karaçamı) alttürleri olarak bilinmektedir.



Şekil 1.1: Karaçamın (*Pinus nigra* Arnold.) Türkiye’deki doğal yayılımı (OGM, 2013)

Pinus nigra Arnold. herdem yeşil ağaçlardan olan genellikle 20-40 m kadar boylana bilirken iyi bonitetlerde 50 m kadar boylanabilir. Tepe yapısı gençlikte piramit şeklinde olup yaşlandıkça bozulup tepesi açılmaya başlamaktadır. Karaçam genç yaşlarda derin çatlaklı, ince ve koyu gri-siyah renkli olup yaşlandıkça beyazımsı ve kalın bir kabuk yapısına sahiptir. Sürgünleri kalın ve koyu renkli bir yapıya sahip olup tomurcuklar reçineli, büyük, silindirik, sivri ve pulların kenarları kirpiklidir. İğne yapraklar 4-18 cm boyunda, sert ve koyu yeşil olup kısa sürgünler üzerinde ikili olarak dizilirler. Sürgünlerin uç kısımlarında bulunan yapraklar köşelere doğru açılıp ortası bos çanak şeklinde dizilim gösterir. İğne yaprakların kenarı ince dişli, uç kısımları sert ve batıcıdır. Karaçam kozalakları 3,5 ile 10 cm arasında değişmektedir. Bu dişli kozalaklar sarımsı ve esmer renkte olup konik, simetrik ve çok kısa saplıdır. Kozalak üzerinde kalkan kısmı çıkık, göbek koyu renkte ve ortasında ufak bir diken vardır (Akkemik, 2018, Farjon, 2010).



Şekil 1.2: A- *Pinus nigra* Arnold. B- *Pinus nigra* Arnold. gövdesi ve kabuğu C- *Pinus nigra* Arnold. yaprak ve kozalak (OGM, 2013)

1.5. Araştırmanın Amacı

Bolu-Mengen yöresinde bulunan saf doğal Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lmb.) Holmboe) meşceresinde gerçekleştirilen bu araştırmanın amacı; 2012 yılında 3 farklı şiddette (hafif, orta ve şiddetli) uygulanan sıklık bakımı müdahalelerinin 10 yıl sonunda meşcere gelişimi ve büyümesi üzerindeki etkilerini belirleyerek odun üretimi ve biyolojik çeşitlilik açısından oldukça önemli asli türlerimizden birisi olan karaçam ormanlarının gelişiminde araştırma alanındaki ekolojik koşullar çerçevesinde en uygun sıklık bakımı şiddetinin belirlenmesi ve bu konuda uygulamacılara kılavuzluk edecek bilgilerin üretilmesidir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Orman kaynaklarının devamlılığının sağlanması, ekolojik dengeyi koruyan ve gözetim teknik müdahalelerin uygun teknikle zamanında yapılması ile mümkün olabilmektedir. Dolayısıyla ormanların yetiştirilmesi ve bakımı ormanların gençleştirilmesi kadar önemli bir süreci içine almakta ve gereklilik göstermektedir. Bu yüzden gençlik çağından itibaren gelişim çağlarına uygun olarak ve türün silvikültürel özellikleri de dikkate alınarak yapılacak olan bakım çalışmalarında gerekli titizliğin ve özenin gösterilmesi kaliteli ve sağlıklı orman kaynaklarının oluşturulması ve bu kaynaklardan elde edilen ürün ve hizmetlerin devamlılığının sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu durum meşcere dinamikleri açısından önemli olduğu kadar başta edafik koşullar olmak üzere yetişme ortamı koşullarının verimliliğinin artırılması açısından da önemlidir (Saatçioğlu, 1971; Atay, 1984). Bu konuda özellikle meşcere dinamiklerinin şekillenmeye başladığı, hayatta kalma mücadelesinin yoğun şekilde yaşandığı ve özellikle gençleştirme aşamasına götürülecek olan meşcerede istikbal bireylerinin yavaş yavaş fenotipik özellikleri ile kendisini belli etmeye başladığı sıklık çağında gerçekleştirilen sıklık bakımı müdahaleleri hem meşcere kalitesi hem de yetişme ortamı koşullarından gerektiği gibi yararlanılması ve verimlilik düzeyinin yükseltilmesi açısından oldukça önemli teknik müdahalelerdir. Bununla birlikte sıklık bakımı müdahaleleri teknik açıdan özellikle meşcereden ayrılacak bireylere karar verilmesi anlamında oldukça güç ve tecrübe gerektiren müdahalelerdir (Pettersson, 1993; Sullivan vd., 2006). Bununla birlikte sıklık bakımı uygulamaları iğne yapraklı orman ağacı türlerinin meydana getirdiği meşcerelerin gelişimi ve stabilitesi için önemli olduğu kadar geniş yapraklı tür meşcereleri için de önemlidir (Genç, 2011). Bu durumda hem ülkemizde hem de diğer ülkelerde farklı türlerin meydana getirdiği saf ve karışık orman kuruluşlarında gerçekleştirilecek sıklık bakımı tedbirleri üzerine farklı problemleri çözüme kavuşturmak adına değişik bilimsel çalışmaların gerçekleştirildiği görülmektedir.

Agestam vd. (1998) tarafından doğal ve plantasyon yoluyla kurulan sarıçam meşcerelerinde uygulanan sıklık bakımı tedbirlerinin odun kalitesi ve meşcere hacmi ile diğer büyüme fonksiyonları üzerindeki etkileri ve ortaya çıkan farklılıklar incelenmiştir.

Bayar ve Deligöz (2020) tarafından gerçekleştirilen bir diğer araştırmada sıklık bakımı tedbirlerinin karaçam meşceresinin büyüme parametreleri üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Bayar ve Deligöz (2019) tarafından Burdur yöresindeki doğal karaçam meşcerelerinde gerçekleştirilen bir diğer araştırmada sıklık bakımı müdahalelerinin üç yıllık sonuçları incelenmiş ve uygulamacılara ışık tutacak önemli bilgiler elde edilmiştir.

Deligöz vd. (2019) tarafından gerçekleştirilen bir başka araştırmada da, Anadolu karaçam meşcerelerinde uygulanan sıklık bakımı tedbirlerinin fotosentetik kapasite, besin ve su içeriği üzerindeki etkileri incelenmiş ve çok önemli bilimsel sonuçlara ulaşılmıştır.

Ferguson vd. (2011) tarafından tamamlanan bir araştırmada, Ponderosa çamı ormanlarında gerçekleştirilen sıklık bakımı uygulamalarının etkileri incelenmiştir.

Göller yöresinde bulunan iki genç doğal sedir meşceresinde gerçekleştirilen araştırmada, gecikmiş sıklık bakımı tedbirlerinin meşcere gelişimi üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir (Eler vd., 2004).

Gördes İletmesinde gerçekleştirilen araştırmada ise, doğal karaçam meşcerelerinde yapılan gecikmiş sıklık bakımı tedbirlerinin etkileri araştırılmıştır (Kaymakçı vd., 2000).

Öncül vd. (2016) tarafından tamamlanan araştırmada sıklık bakımının doğal sarıçam meşcerelerinde çap ve göğüs yüzeyi üzerine etkileri değerlendirilmiştir.

Bolu-Aladağ'da yapılan bir diğer araştırmada sıklık çağındaki sarıçam meşcerelerinde uygulanan bakım müdahalelerinin madde dolaşımı üzerindeki etkileri incelenmiş ve ekolojik açıdan çok önemli bilimsel bulgulara ulaşılmıştır (Tolunay, 2003).

Ağaçlandırmalar yoluyla tesis edilen doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ormanlarında gerçekleştirilen bir araştırmada, uygulanan sıklık bakımı tedbirlerinin meşcere yapısı ve bireysel ağaç stabilitesi üzerindeki etkileri incelenmiş ve uygulamaya aktarılması açısından önemli bilimsel sonuçlara ulaşılmıştır (Yücesan vd., 2015).

Bachofen ve Zingg (2001) tarafından subalpin zonda bulunan Avrupa Ladini meşcerelerinde tamamlanan bir araştırmada sıklık bakımının meşcere yapısı ve gelişimi üzerine etkileri ortaya konulmuştur.

Sitka Ladini doğal ormanlarında gerçekleştirilen bir araştırmada, sıklık bakımının fırtına zararı ve doğal meşcere peyzajı üzerindeki etkileri incelenmiş ve yapılan sıklık bakımı uygulamaları sonrasında hızla dayanıklılık kazanan meşcere koşullarının özellikle fırtınaya karşı dayanıklılık konusunda ilerleyen yaşlarda erken bir stabiliteye kavuştuğu tespit edilmiştir (Brüchert ve Gardiner, 2006).

Cameron (2002)'nin yapmış olduğu bir çalışmada, sıklık bakımı müdahaleleri sonrasında özellikle iğne yapraklı türlerin ormanların erken yaşlardan itibaren meşcere dayanıklılığının arttığı ve bu konuda özellikle homojen yaşam alanının her bireye meşcere içinde sağlanması açısından sıklık bakımının çok önemli bir silvikültürel bakım uygulaması olduğu ve doğal rekabetin düzenlenmesi ve meşcere lehine çevrilmesi açısından mutlaka uygun şiddetteki sıklık bakımı müdahalesinin zamanında uygulanması gerektiği bildirilmektedir.

Cantiani vd (2010) tarafından karaçam plantasyon alanlarında gerçekleştirilen çalışmada, uygun zamanda ve uygun yoğunlukta gerçekleştirilen sıklık bakımı müdahalelerinin plantasyon dahi olsa meşcere dayanıklılığı üzerinde hem kısa hem de uzun vadede çok olumlu etkiler meydana getirdiği belirlenmiştir.

Hinze ve Wessels (2002)'in yaptığı araştırmada, bazı çam türlerine ait saf meşcerelerde gerçekleştirilen sıklık bakımı uygulamalarının kararlaştırılmasında birçok teknik ve ekolojik unsur birarada değerlendirilmesi gerektiği ve bu faktörler ışığında karar verilen doğru sıklık bakımı uygulamalarının meşcere gelişimini ve dayanıklılığını olumlu yönde etkileyerek rotasyon süresinde de güncellemeler neden olabileceği vurgulanmaktadır.

Tekniğine uyum olarak yapılan sıklık bakımı müdahaleleri meşcere stabilitesi ve gelişimi üzerinde önemli olumlu etkiler meydana getirmekle birlikte orman yani meşcere alt florası ve bitkisel tür çeşitliliği üzerinde de olumlu etkilere sahip olmaktadır (Kint vd., 2006).

Piermattei vd (2012)'nin doğal karaçam ormanlarında yaptıkları bir çalışmada, sıklık bakımı müdahalelerinin uygulanmasından sonra toprak üstü biyokütle miktarındaki gelişim performansının arttığı ve buna bağlı olarak özellikle karaçam bireylerinin bireysel ve meşcere düzeyinde karbon depolama kapasitelerinin de yükseldiği belirtilmektedir.

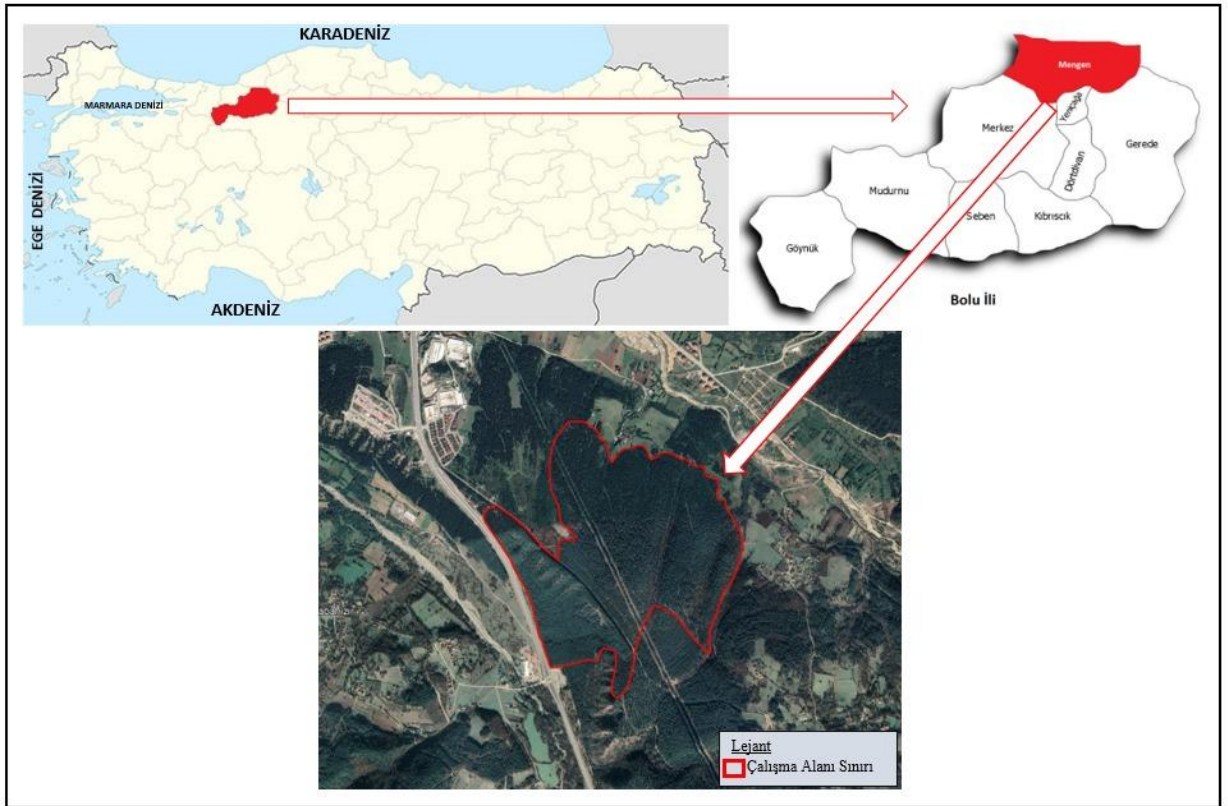
Wang vd (1998)'in değerlendirmelerine göre, boreal karışık orman kuruluşlarında birçok asli türün sıklık bakımı müdahaleleri ile tedrici olarak kısa sürede başta fırtına ve kar zararı gibi dışsal mekanik etkilere karşı dayanıklı hale getirilebileceği bildirilmektedir.

Zeng vd (2010)'in elde ettiği bulgulara göre, sıklık bakımı ve aralama gibi önemli bakım müdahaleleri sonrasında meşcere yapısında çok olumlu değişimler olmakla birlikte başta rüzgar zararı olmak üzere birçok abiyotik unsura karşı sağlanan dayanıklılık ve mekanik stabilite beraberinde doğal peyzaj değerine de önemli katkılar sağlamaktadır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Üç farklı şiddette gerçekleştirilen sıklık bakımı müdahalelerinin doğal Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* Arnold. (Lamb.) Holmboe) meşcerelerinin gelişimi üzerindeki 10 yıllık etkilerinin incelendiği bu araştırma, Bolu-Mengen yöresinde yapılmıştır. Araştırma alanını oluşturan Bolu-Mengen yöresi, coğrafik konumu itibarıyla Batı Karadeniz Bölgesinde kalmakta olup, bitki sosyolojisi açısından da araştırma yapılan doğal karaçam ormanları Öksin bitki coğrafyası kuşağının, Batı Karadeniz Alt Öksin bölümünde yer almaktadır. Araştırma alanının ortalama yükseltisi 875m olup, genel bakışı kuzeybatıdır. Araştırmanın gerçekleştirildiği Anadolu Karaçamı meşceresi, orta yamaç koşullarında olup, ortalama eğim %22-26 arasında değişmektedir. Meşcere aktüel kuruluş itibarıyla saf, tek tabakalı ve aynıyaşlı kuruluş özelliklerine sahip olup, alandaki ortalama kapalılık derecesi 0,6-0,7, ortalama sıklık derecesi ise 0,5-0,6 arasında değişmektedir (Anon., 2020).



Şekil 3.1: Bolu-Mengen yöresi çalışma alanı coğrafik konumu



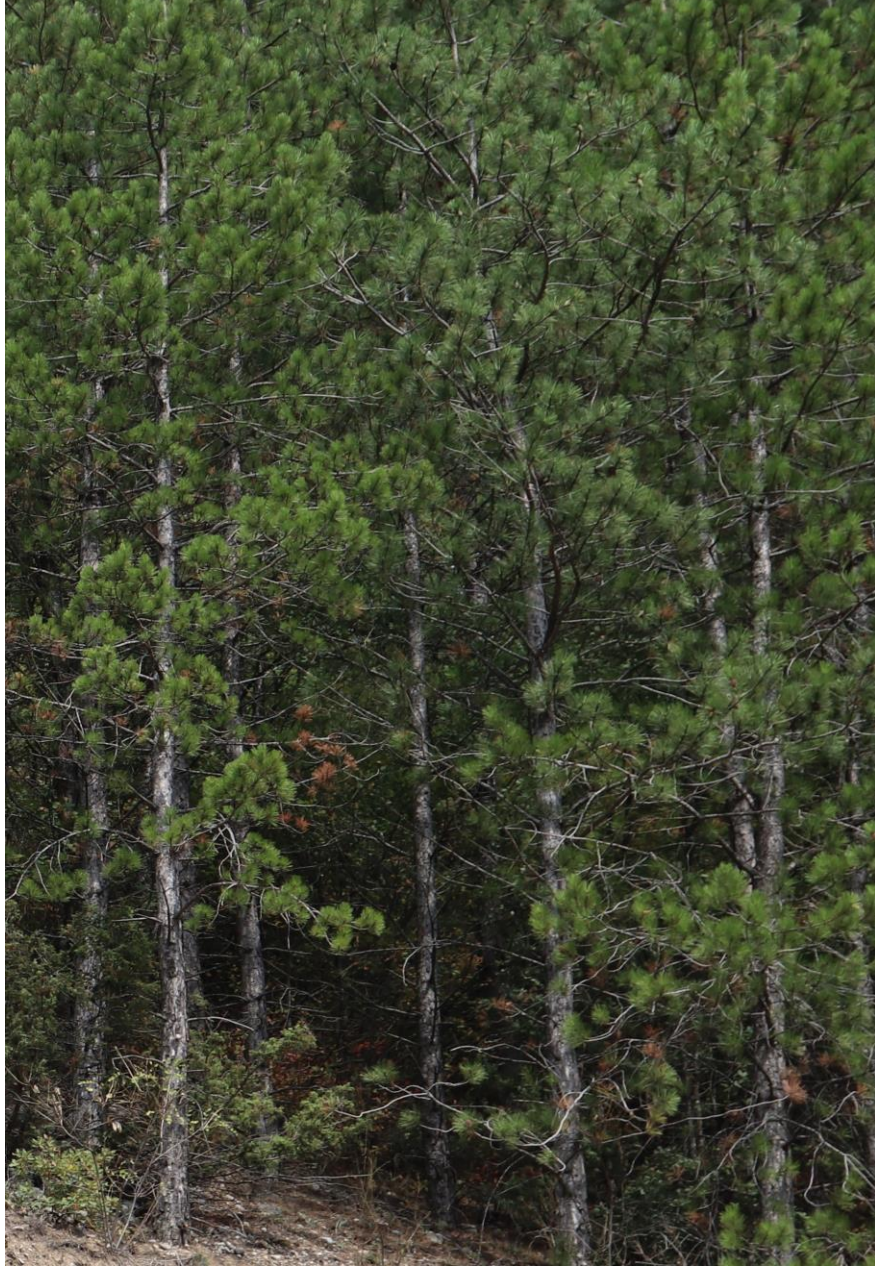
Şekil 3.2: Bolu-Mengen Karaçam meşceresi

Araştırma alanında Batı Karadeniz alt iklim tipinin karakteristik özellikleri görülmekle birlikte, ortalama yıllık sıcaklık 10,2°C, ortalama yıllık yağış 657,3mm ve ortalama yıllık yağışlı gün sayısı 133,4'dür. Bununla birlikte yörede erken ve geç donlara rastlanmakta olup, ortalama vejetasyon süresi 6 aydır (MGM, 2021).



Şekil 3.3: Sıklık bakımı yapılmamış alan

Araştırma alanında toprak tekstürü kumlu-killi ve yer yer kumlu-killi-balçık olup, toprak strüktürü genel olarak kırıntılı bünyeye sahiptir. Alandaki toprak derin toprak koşulları göstermekle birlikte, araştırma alanın içinde bulunduğu aktüel bonitet sınıfı, III. Bonitet Sınıfıdır. Ayrıca araştırma alanındaki toprak reaksiyonu nötre yakın ve hafif alkalen özellik göstermektedir. Araştırmanın gerçekleştirildiği doğal karaçam meşceresinde organik madde orta düzeyde olup, diri örtü yoğunluğu bulunmamakta ve ölü örtü ayrışması normal düzeyde gerçekleşmektedir (Anon., 2021).



Şekil 3.4: Hafif şiddette sıklık bakımı yapılan alan

Araştırmanın gerçekleştirildiği saf Anadolu Karaçamı meşceresinde 2012 yılında hafif (göğüs yüzeyi alanının %12,3'ü alınmış), orta (göğüs yüzeyi alanının %24,6'sı alınmış) ve şiddetli (göğüs yüzeyi alanının %36,4'ü alınmış) olmak üzere 3 farklı şiddette sıklık bakımı uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Meşcerenin günümüzdeki aktüel meşcere tipi Çkb₂'dir. Alanda yapılan sıklık bakımı müdahaleleri sonucunda yer yer 0,1 ha'ın altında boşluklar bulunmasına rağmen genel olarak homojen bir meşcere yapısının hakim olduğunu söylemek mümkündür. Meşcerenin ortalama yaşı deneme alanlarındaki bireylerden alınan artım kalemleri ile 21 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 3.5: Orta şiddette sıklık bakımı yapılmış alan



Şekil 3.6: Şiddetli sıklık bakımı yapılmış alan

3.2. Metot

Bolu-Mengen yöresinde yer alan saf Anadolu Karaçamı meşceresinde gerçekleştirilen bu araştırmanın amacı, 2012 yılında toplam 8,5ha büyüklüğündeki alanda 3 farklı şiddette hafif (göğüs yüzeyi alanının %12,3'ü alınmış), orta (göğüs yüzeyi alanının %24,6'sı alınmış) ve şiddetli (göğüs yüzeyi alanının %36,4'ü alınmış) yapılan sıklık bakımı müdahalelerinin 10. Yıl sonunda meşcere gelişimi (ortalama göğüs yüksekliği çapı, ortalama boy ve ortalama göğüs yüzeyi alanı) üzerindeki etkilerini belirlemek ve yörede görev yapan uygulamacı teknik personel aktüel ekolojik koşullar altında karaçam meşcerelerinde yapacakları sıklık bakımı uygulamaları için özellikle uygulama şiddeti konusunda bazı önemli ön bilgiler sunmaktır. Bu amaçla, alanda 3 farklı şiddette sıklık bakımın uygulandığı meşcere kısımlarından 3 tekrarlı olacak şekilde rastlantı blokları deneme desenine göre 20x50m büyüklüğünde deneme alanları alınmıştır. Deneme alanları arasında komşuluk ilişkilerinin etkilerini en aza indirmek amacıyla 50m mesafenin bırakılmasına dikkat edilmiştir. Aynı zamanda hiç müdahale görmemiş meşcere kısmından 20x50m büyüklüğünde kontrol deneme alanı alınarak karşılaştırmalar gerçekleştirilmiştir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1: Deneme Alanlarının Dağılımı

Sıklık Bakımı Şiddeti	Deneme Alanı Boyutları (m)	Deneme Alanı Sayısı (Adet)
Hafif	20x50	3
Orta	20x50	3
Şiddetli	20x50	3
Kontrol	20x50	3



Şekil 3.7: Deneme alanlarının alınması

Rastlantı bloklarına göre 3 tekrarlı olarak alınan deneme alanlarına giren tüm sağlıklı bireylerde göğüs yüksekliği çapı ($d_{1,30}$) ve ortalama boy ölçülmüş ve elde edilen veriler kullanılarak Kalıpsız (1963) tarafından karaçam için hazırlanan hacim-hasılat tablolarından yararlanılarak göğüs yüzeyi hesaplanmıştır. Göğüs yüksekliği çaplarının ölçülmesinde dijital çap ölçer ve boyların ölçülmesinde de dijital boy ölçer kullanılmıştır.



Şekil 3.8: Çap ölçümü

Üç farklı şiddette uygulanan sıklık bakımı uygulamalarının ortalama göğüs yüksekliği çapı, ortalama boy ve ortalama göğüs yüzeyi alanı yönünden kendi aralarında ve kontrol deneme alanları ile karşılaştırmalarının yapılmasında $p < 0,05$ güven düzeyinde tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Sıklık bakımı şiddetleri ve kontrol deneme alanları arasında uygulanan varyasn analizi sonucunda istatistiki açıdan anlamlı farklılığın çıkması halinde de gruplandırmaları yapmak için $p < 0,05$ güven düzeyinde Duncan testi kullanılmıştır. Tüm istatistiki analizler SPSS 20.0 Windows Paket İstatistik Programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (SPSS, 2020)..

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Göğüs Yüksekliği Çapı

Sıklık bakımı müdahaleleri ormanların nihai hali almasından, dayanıklılığına, biyolojik çeşitliliğin devamlılığına, doğal gençleştirme koşullarının oluşmasına, başta edafik unsurlar olmak üzere yetiştirme ortamı koşullarının verimliliğinin artmasına ve karbon depolama başta olmak üzere küresel iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltılmasında önemli etkenliğe sahiptir. Bu kapsamda sıklık bakımı tedbirlerinin özellikle hem bireysel hem de meşcere gelişimi düzeyindeki etkilerinin ortaya konulmasında incelenen ve dikkate alınan kriterlerin başında göğüs yüksekliği çapı ($d_{1,30}$) gelmektedir (Yücesan vd., 2015). Bolu-Mengen yöresi doğal karaçam meşceresinde 3 farklı şiddette gerçekleştirilen sıklık bakımı müdahalelerinin 10. yıl sonundaki etkilerinin incelendiği bu araştırmada da müdahale şiddetlerine göre göğüs yüksekliği çapı ölçülmüş ve ortalama değerler üzerinde karşılaştırılmıştır (Tablo 4.1).

Tablo 4.1: Farklı sıklık bakımı uygulamalarında ortalama çap gelişimi

Sıklık Bakımı Müdahalesinin Şiddeti	Ortalama Göğüs Yüksekliği Çapı (cm)	Önem Düzeyi
Hafif	8,51±0,23 ^a	$P<0,01$
Orta	9,63±0,26 ^b	
Şiddetli	11,26±0,29 ^c	
Kontrol	7,84±0,19 ^d	

$P<0,01$:%99 güven düzeyinde anlamlı
a, b, c, d: Aynı harfler benzer grupları göstermektedir.

Tablo 4.1’de yer alan bulgular incelendiğinde, hem farklı yoğunlukta uygulanan sıklık bakımı müdahaleleri arasında hem de bu müdahaleler ile kontrol alanı arasında çap gelişimi yönünden $P<0,01$ güven düzeyinde istatistiki açıdan anlamlı farklılığın olduğu tespit edilmiştir. Buna göre en yüksek çap gelişimi 11,26cm ile şiddetli şekilde gerçekleştirilen sıklık bakımı müdahalesinde ortaya çıkarken bunu 9,63cm ile orta ve 8,51cm ile hafif sıklık bakımı müdahaleleri takip etmiştir. En düşük çap gelişimi ise hiçbir müdahalenin gerçekleştirilmediği kontrol deneme alanında 7,84cm ile belirlenmiştir. Bu kapsamda homojen grupları oluşturmak amacıyla uygulanan Duncan testi sonucunda $P<0,05$ güven düzeyinde dört farklı homojen grup oluşmuş ve bu gruplandırma şiddetli

sıklık bakımı gerçekleştirilen alanda onuncu yıl sonunda belirlenen çap gelişimi ilk grupta yer alırken kontrol alanı son grupta bulunmuştur. Burdur yöresinde karaçamda uygulanan sıklık bakımı müdahaleleri ile gerçekleştirilen bir araştırmada, üçüncü gelişme döneminde ortalama çap gelişim değeri 2-2,5m aralıklarla uygulanan alanda ortalama 8,30cm ve 3-3,5m aralıklarla uygulanan alanda da 8,67cm olarak tespit edilmiştir. Aynı araştırmada kontrol alanında ise ortalama çap gelişimi 6,88cm olarak belirlenmiştir (Bayar ve Deligöz, 2019). Bolu-Mengen yöresinde doğal karaçam meşceresinde gerçekleştirilen bu çalışmadan elde edilen ortalama çap değeri verileri ile benzer sonuçlar gösteren araştırma sonuçları da göstermektedir ki; sıklık bakımı müdahalelerinde bireylere sağlanan yaşam alanının artmasına paralel olarak belirli bir noktaya kadar ortalama çap gelişiminde bir artış yaşanmaktadır.

4.2. Boy Büyümesi

Araştırmada farklı şiddette sıklık bakımı işlemlerinin uygulandığı doğal karaçam meşceresinde işlem yoğunluğuna göre rastlantı blokları şeklinde alınan deneme alanlarında boy büyümesi de incelenmiş ve kontrol deneme alanı da dahil olmak üzere deneme alanlarında tespit edilen ortalama boy değerleri karşılaştırılmıştır (Tablo 4.2).

Tablo 4.2: Farklı sıklık bakımı uygulamalarında ortalama boy büyümesi

Sıklık Bakımı Müdahalesinin Şiddeti	Ortalama Boy (m)	Önem Düzeyi
Hafif	5,35±0,12 ^a	<i>P</i> <0,05
Orta	5,21±0,12 ^a	
Şiddetli	4,54±0,10 ^b	
Kontrol	6,48±0,14 ^c	

P<0,05: %95 güven düzeyinde anlamlı
a, b, c : Aynı harfler benzer grupları göstermektedir.

Tablo 4.2’de bulunan veriler incelendiğinde farklı yoğunlukta uygulanan sıklık bakımı işlemleri arasında ve kontrol deneme alanı arasında *P*<0,05 güven düzeyinde istatistiki açıdan anlamlı farklılığın olduğu saptanmıştır. Bu itibarla homojen grupları oluşturmak amacıyla *P*<0,05 güven düzeyinde gerçekleştirilen Duncan testi sonucunda kontrol deneme alanında bulunan bireylerin ortalama 6,84m boy büyümesi ile ilk grupta yer aldığı tespit edilmiştir. Bu grubu 5,35m ve 5,21m ortalama boy değerleri ile hafif ve orta şiddette

sıklık bakımı uygulanan meşcere kısımları izlemiştir. En düşük ortalama boy büyümesi ise şiddetli sıklık bakımı müdahalelerinin yapıldığı meşcere kısımlarında 4,54m ile belirlenmiştir (Tablo 4.2). Bu konuda Burdur yöresinde gerçekleştirilen araştırmada üçüncü gelişme döneminde 2-2,5m aralıklarla uygulanan sıklık bakımı alanında ortalama boy 5,00m, 3-3,5m aralıklarla sıklık bakımı uygulanan alanlarda 4,88m ve kontrol alanında da ortalama boy en yüksek değerle 5,45m olarak tespit edilmiştir (Bayar ve Deligöz, 2019). Bu karşılaştırmalı sonuçların da işaret ettiği gibi farklı şekillerde ve yoğunluklarda uygulanan sıklık bakımı müdahaleleri karaçam bireylerinin boy gelişimi üzerinde, çap gelişiminde olduğu gibi belirgin ve yüksek derecede etkiye sahip değildir. Nitekim, Kaymakçı vd (2000) ile Öncül vd (2016) tarafından karaçam ve sarıçam türlerinde yapılan iki farklı araştırmada da, sıklık bakımının farklı şiddetlerde uygulanmasına rağmen boy gelişimi üzerinde, çap gelişiminde olduğu gibi yüksek bir etki meydana getirmediği bildirilmektedir. Bununla birlikte sitka ladininde gerçekleştirilen bir araştırmada da türün Avrupa ladinine göre sahip olduğu nispeten hızlı büyüme yeteneğine rağmen uygulanan farklı sıklık bakımı işlemlerinin boy büyümesi üzerinde çap ve göğüs yüzeyi gelişiminde olduğu gibi yüksek bir etki derecesi yapmadığı belirtilmektedir (Brüchert, ve Gardiner, 2006).

4.3. Göğüs Yüzeyi Alanı

Bolu-Mengen yöresinde gerçekleştirilen bu araştırmada deneme alanları itibarıyla farklı şekillerde gerçekleştirilen sıklık bakımı alanlarından ve müdahale görmemiş kontrol noktasından alınan deneme alanlarında göğüs yüzeyi alanı gelişimi üzerindeki etkiler de incelenmeye ve ortaya konulmaya çalışılmıştır. Karşılaştırmalar deneme alanları ve kontrol alanı itibarıyla belirlenen ortalama göğüs yüzeyi alanı değerleri hektara dönüştürerek edilerek kullanılmıştır (Tablo 4.3).

Tablo 4.3: Farklı sıklık bakımı uygulamalarında ortalama göğüs yüzeyi alanı

Sıklık Bakımı Müdahalesinin Şiddeti	Ortalama Göğüs Yüzeyi Alanı (m ² /ha)	Önem Düzeyi
Hafif	17,75±1,82 ^a	<i>P</i> <0,01
Orta	13,67±1,93 ^b	
Şiddetli	11,86±1,17 ^c	
Kontrol	29,52±2,55 ^d	

P<0,01: %99 güven düzeyinde anlamlı

a, b, c, d : Aynı harfler benzer grupları göstermektedir.

Tek yönlü varyans analizi kullanılarak yapılan karşılaştırma sonucunda farklı şiddette uygulanan sıklık bakımı işlemleri arasında ortalama göğüs yüzeyi alanı gelişimi yönünden $P < 0,01$ güven düzeyinde istatistiki açıdan anlamlı farklılığın bulunduğu belirlenmiştir (Tablo 4.3). Bu kapsamda homojen grupların işlemler itibarıyla belirlenmesi için $P < 0,05$ güven düzeyinde gerçekleştirilen Duncan testi sonucunda kontrol alanı ilk grupta yer alırken ($29,52 \text{ m}^2/\text{ha}$), şiddetli düzeyde sıklık bakımı uygulamalarının yapıldığı alan ($11,86 \text{ m}^2/\text{ha}$) son grupta yer almıştır. Orta ve hafif ölçekte sıklık bakımı tedbirlerinin uygulandığı alanlar ise ortalama göğüs yüzeyi alanı gelişimi itibarıyla sırasıyla üçüncü ve dördüncü grubu oluşturmuşlardır (Tablo 4.3). Nitekim Bayar ve Deligöz (2019) tarafından karaçam türünde yapılan araştırmada da, üçüncü gelişim dönemi sonunda ortalama göğüs yüzeyi alanı gelişimi 3-3,5m aralıklarla uygulanan sıklık bakımı deneme alanlarında $7,39 \text{ m}^2/\text{ha}$, 2-2,5m aralıklarla uygulanan sıklık bakımı alanlarında $12,57 \text{ m}^2/\text{ha}$ ve kontrol alanında da $27,53 \text{ m}^2/\text{ha}$ olarak belirlenmiştir. Bu karşılaştırmalı verilere göre, farklı şiddetlerde uygulanan sıklık bakımı müdahaleleri karaçam ormanlarında çap gelişiminde olduğu gibi önemli bir etkiye sahip olmakla birlikte özellikle sıklık bakımı şiddeti arttıkça birey sayısındaki yüksek azalışa bağlı olarak göğüs yüzeyi alanı azalmakta ve bu nedenle sıklık bakımı müdahalelerinin gerçekleştirilmediği kontrol alanlarında birey sayısındaki fazlalık nedeniyle ortalama göğüs yüzeyi alanı yüksek çıkmaktadır (Bayar ve Deligöz, 2019; Bayar ve Deligöz, 2020). Benzer sonuçlara sarıçam ve doğu kayın türlerinde gerçekleştirilen sıklık bakımına ilişkin araştırmalar sonucunda da ulaşılmıştır (Yücesan vd., 2015; Öncül vd., 2016).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bolu-Mengen yöresi doğal karaçam meşceresinde 3 farklı şiddette (hafif, orta ve şiddetli) olarak gerçekleştirilen sıklık bakımı müdahale şekillerinin meşcere gelişimi üzerindeki etkilerinin incelendiği bu çalışmada, meşcere gelişimi hakkında çok önemli göstergeler olan göğüs yüksekliği çapı, boy ve göğüs yüzeyi alanı değişkenleri incelenmiştir. Rastlantısal örnekleme yöntemine göre alınana deneme alanlarında yapılan ölçümler sonucunda ortalama değerler üzerinde yapılan karşılaştırmalarda istatistik analiz yöntemlerinden tek yönlü varyans analizi ve Duncan testi kullanılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda araştırma alanında görev yapan teknik uygulamacılara karaçam meşcerelerinde gerçekleştirecekleri sıklık bakımı uygulamaları hususunda katkı sağlayacak çok önemli bilgiler üretilmiştir.

Yapılan istatistik analizler sonucunda, hem farklı yoğunlukta uygulanan sıklık bakımı müdahaleleri arasında hem de bu müdahaleler ile kontrol alanı arasında çap gelişimi yönünden $P<0,01$ güven düzeyinde istatistiki açıdan anlamlı farklılığın olduğu tespit edilmiştir. Buna göre en yüksek çap gelişimi 11,26cm ile şiddetli şekilde gerçekleştirilen sıklık bakımı müdahalesinde ortaya çıkarken bunu 9,63cm ile orta ve 8,51cm ile hafif sıklık bakımı müdahaleleri takip etmiştir. En düşük çap gelişimi ise hiçbir müdahalenin gerçekleştirilmediği kontrol deneme alanında 7,84cm ile belirlenmiştir. Bu kapsamda homojen grupları oluşturmak amacıyla uygulanan Duncan testi sonucunda $P<0,05$ güven düzeyinde dört farklı homojen grup oluşmuş ve bu grupta şiddetli sıklık bakımı gerçekleştirilen alanda onuncu yıl sonunda belirlenen çap gelişimi ilk grupta yer alırken kontrol alanı son grupta bulunmuştur (Tablo 4.1).

Araştırmada incelenen diğer kantitatif parametre ortalama boydur. Buna göre farklı yoğunlukta uygulanan sıklık bakımı işlemleri arasında ve kontrol deneme alanı arasında $P<0,05$ güven düzeyinde istatistiki açıdan anlamlı farklılığın olduğu saptanmıştır. Bu itibarla homojen grupları oluşturmak maksadıyla $P<0,05$ güven düzeyinde gerçekleştirilen Duncan testi sonucunda kontrol deneme alanında bulunan bireylerin ortalama 6,84m boy büyümesi ile ilk grupta yer aldığı tespit edilmiştir. Bu grubu 5,35m ve 5,21m ortalama boy değerleri ile hafif ve orta şiddette sıklık bakımı uygulanan meşcere kısımları izlemiştir. En

düşük ortalama boy büyümesi ise şiddetli sıklık bakımı müdahalelerinin yapıldığı meşcere kısımlarında 4,54m ile belirlenmiştir (Tablo 4.2).

Araştırma çerçevesinde incelenen son kantitatif parametre müdahalelerin etkisinin ortaya konulması açısından ortalama göğüs yüzeyidir. Buna göre, sıklık bakımı işlemleri arasında ortalama göğüs yüzeyi alanı gelişimi yönünden $P<0,01$ güven düzeyinde istatistiki açıdan anlamlı farklılığın bulunduğu belirlenmiştir (Tablo 4.3). Bu kapsamda homojen grupların işlemler itibarıyla belirlenmesi için $P<0,05$ güven düzeyinde gerçekleştirilen Duncan testi sonucunda kontrol alanı ilk grupta yer alırken (29,52 m²/ha), şiddetli düzeyde sıklık bakımı uygulamalarının yapıldığı alan (11,86 m²/ha) son grupta yer almıştır. Orta ve hafif ölçekte sıklık bakımı tedbirlerinin uygulandığı alanlar ise ortalama göğüs yüzeyi alanı gelişimi itibarıyla sırasıyla üçüncü ve dördüncü grubu oluşturmuşlardır (Tablo 4.3).

İstatistik analizler sonucunda elde edilen bulgular ışığında, 10. Yıl sonuçları itibarıyla farklı sıklık bakımı işlemlerinin ortalama göğüs yüksekliği çapı ve ortalama göğüs yüzeyi alanı üzerinde önemli etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte aynı müdahalelerin ortalama boy büyümesi üzerinde de etkilerinin olduğu ortaya çıkmış olmakla birlikte bu etkinin çap ve göğüs yüzeyi alanı üzerinde olduğu kadar yüksek bir etki derecesine sahip olmadığı görülmüştür. Bu kapsamda araştırma çalışmasının materyalini de oluşturan ve yarı ışık ağacı özelliğinde olan karaçam başta olmak üzere orman ağacı türlerinin gelişim çağları itibarıyla sıklık çağında yapılan sıklık bakımı müdahalelerinin meşcerenin sağlığı, stabilitesi, gelişimi ve yetiştirme ortamı koşullarının verimliliği üzerinde çok önemli olumlu etkileri bulunmaktadır. Ancak bu etkilerin sağlanabilmesi için meşcerede uygulanacak sıklık bakımı tedbirlerinin uygun yoğunlukta ve uygun zamanda gerçekleştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla farklı ekolojik koşulların etkisi ile şekillenen ve ortaya çıkan yetiştirme ortamı verimliliğine bağlı olarak ortaya çıkan meşcerede uygulanacak sıklık bakımı şiddetinin yapılacak ön araştırmalar ile belirlenmesinde yarar bulunmaktadır. Aksi takdirde özellikle gerektiğinden fazla şiddette yapılacak sıklık bakımı müdahaleleri özellikle meşcerenin geç şekillenmesine neden olacağı gibi meşcerede gereksiz hasılat kaybına ve rüzgar, kar zararlarına karşı dayanıksızlığa yol açacaktır. Bu kapsamda söz konusu bu araştırmanın özellikle meşcere için ön görülen rotasyon süresinin en az yarısı kadarlık zaman diliminde tekrar edilerek gerekli aktüel sonuçların hasılat ve silvikültürel açıdan ortaya çıkarılması meşcerenin geleceğinin daha sağlıklı planlanması açısından oldukça yararlı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abbasi, K.R., Adedoyin, F.F. (2021). Do energy use and economic policy uncertainty affect CO₂ emissions in China? Empirical evidence from the dynamic ARDL simulation approach. *Environmental Science and Pollution Research* 28(18):23323–23335.
- Agestam, E., Ekö, P.M., Johansson, U. (1998). Timber quality and volume growth in naturally regenerated and planted Scots pine stands in S.W. Sweden. *Studia Forestalia Suecica* 204. 17 p.
- Akkemik, U. (2018). Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalilari. TC Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Alptekin, Ü. (1986). Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana*(Lamb.) Holmboe)'nın coğrafik varyasyonları. İstanbul Üniversitesi. Orman Fakültesi. Dergisi.
- Anonim (2020). Bolu-Mengen Orman İşletme Şefliği Detay Silvikültür Planı, Bolu, 34 s.
- Atalay, I., & Efe, R. (2012). Ecological attributes and distribution of Anatolian black pine [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* Lamb. Holmboe] in Turkey.
- Atay, İ. (1984). Orman Bakımı. İ.Ü. Or. Fak. Yayınları No: 3196/356. İstanbul
- Bachofen, H., Zingg, A. (2001). Effectiveness of structure improvement thinning on stand structure in subalpine Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) stands. *Forest Ecology and Management* 145: 137-149.
- Bayar, E., Deligöz, A. (2019). Three-year results of precommercial thinning in Burdur region natural Anatolian black pine stand. *Artvin Coruh University Journal of Forestry Faculty*, 20(1), 18–27
- Bayar, E., Deligoz, A. (2020). Effects of precommercial thinning on growth parameters in *Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe stand. *Journal of Forestry Research*, 31(5), 1803–1811.
- Brüchert, F., Gardiner, B. (2006). The effect of wind exposure on the tree aerial architecture and biomechanics of Sitka spruce (*Picea sitchensis*, Pinaceae). *American Journal of Botany* 93 (10): 1512-21.
- Cameron, A.D. (2002). Importance of early selective thinning in the development of long-term stand stability and improved log quality: a review. *Forestry* 75 (1): 25-35.
- Cantiani, P., Plutino, M., Amorini, E. (2010). Effects of silvicultural treatment on the stability of black pine plantations. *Annals of Silvicultural Research* 36: 49-58.
- Coole, D. (2013). Too many bodies? The return and disavowal of the population question. *Environmental Politics*, 22(2), 195–215.

- Dodson, E.K., Ares, A., Puettmann, K.J., (2012). Early responses to thinning treatments designed to accelerate late successional forest structure in young coniferous stands of western Oregon. USA. *Canadian Journal of Forest Research* 42 (2), 345–355.
- Deligöz, A., Bayar, E., Karatepe, Y., Genç, M. (2019). Photosynthetic capacity, nutrient and water status following precommercial thinning in Anatolian black pine. *Forest Ecology and Management*, 451.
- Eler Ü, Özçelik R, Özdemir İ, Çatal, Y. (2004). Göller yöresinde iki genç doğal Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) meşçeresinde gecikmiş sıklık bakımının gelişme üzerine etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 8(1): 1-6.
- Erkan N, Aydın AC, Eler Ü (2017) Güney-Batı Anadolu bölgesindeki kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) kültür ormanlarında değişik silvikültürel uygulamalara göre artım ve büyüme ilişkileri. *Ormanlık Araştırma Dergisi* 4(2):90-99.
- Farjon, A. (2010). *A Handbook of the World's Conifers* (2 vols.) (Vol. 1). Brill.
- Ferguson, D. E., Byrne, J. C., Wykoff, W. R., Kummet, B., Hensold, T. (2011). Response of ponderosa pine stands to pre-commercial thinning on Nez Perce and Spokane Tribal forests in the Inland Northwest, USA. *Research. Paper RMRS-RP-88*, p. 33. Fort Collins, CO: United States Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Gustafsson, L., Baker, S.C., Bauhus, J., Beese, W.J., Brodie, A., Kouki, J., Lindenmayer, D. B., Lõhmus, A., Pastur, G.M., Messier, C., Neyland, M., Palik, B., Sverdrup-Thygeson, A., Volney, W.J.A., Wayne, A., Franklin, J.F., (2012). Retention Forestry to Maintain Multifunctional Forests: A World Perspective. *BioScience* 62, 633–645.
- Genç, M. (2001). Orman Bakımı:(asli orman ağacı türlerimizin saf ve karışık meşçerelerinin bakımı). Süleyman Demirel Üniversitesi Yayını, No. 14, Isparta.
- Genç, M. (2004). Silvikültürün temel esasları. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayını, No. 44, Isparta.
- Genç, M. (2011). *Orman Bakımı*. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını, Isparta.
- Hinze, W.H.F., Wessels, N.O. (2002). Stand stability in pines: an important silvicultural criterion for the evaluation of thinnings and the development of thinning regimes. *The Southern African Forestry Journal* 196 (1): 37-40.
- Iqbal N, Abbasi KR, Shinwari R, Guangcai W, Ahmad M, Tang K (2021) Does exports diversification and environmental innovation achieve carbon neutrality target of OECD economies? *Journal of Environmental Management* 291:112648.
- Kaymakçı E, Erkuloğlu, Ö.S., Eronat, A.F. (2000). Gördes işletmesinde karaçam (*Pinus nigra* Arnold.)’da gecikmiş sıklık bakımı üzerine araştırmalar. Orman Bakanlığı

Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmir.

- Kalıpsız, A. (1963). Türkiye’de Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) Meşcerelerinin Tabii Bünyesi ve Verim Kudreti Üzerine Araştırmalar, *Orman Genel Müdürlüğü Yayın No 349/8*, 57s. İstanbul.
- Kint, V., Geudens, G., Mohren, G.M.J., Lus,t N. (2006). Silvicultural interpretation of natural vegetation dynamics in ageing Scots pine stands for their conversion into mixed broadleaved stands. *Forest Ecology and Management* 223 (1-3): 363-370.
- Ma, W., Domke, G.M., Woodall, C.W., D’Amato, A.W., (2019). Land use changes, disturbances, and their interactions on future forest aboveground biomass Dynamics in the Northern US. *Forests* 10 (7), 60-69.
- MGM, (2021). Bolu-Mengen Uzun Yıllar Meteorolojik Parametrelere Ait Rasat Değerleri, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara, 26 s.
- OGM, (2013). Orman Atlası. Orman Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara.
- OGM, (2014). Silvikültürel uygulamaların teknik esasları. Tebliğ No: 298, T. C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Silvikültür Daire Başkanlığı, Ankara
- OGM, (2020). Türkiye Orman Varlığı. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Öncül, Ö., Uğurlu, Ç., Köse, M., Tilki, F. (2016). Sıklık bakımının doğal sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinde çap ve göğüs yüzeyi üzerine etkisi. *Ormancılık Araştırma Dergisi* 1(3):29-37.
- Özdemir T, Eler Ü, Şırlak U (1987) Antalya bölgesi doğal kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ormanlarında ayıklama kesimleri (sıklık bakımı) ve etkileri üzerine araştırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü. Teknik Bülten No: 184.
- Pettersson, N. (1993). The effect of density after precommercial thinning on volume and structures in *Pinus sylvestris* and *Picea abies* stands. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8: 528–539.
- Piermattei, A., Renzaglia, F., Urbinati, C. (2012). Recent expansion of *Pinus nigra* Arn. above the timberline in the central Apennines, Italy. *Annals of Forest Science* 69 (4): 509-517.
- Saatçioğlu, F. (1971). Orman Bakımı. İ.Ü. Orm. Fak. Yayınları No: 1636/160. İstanbul.
- Shiklomanov, A.N., Bond-Lamberty, B., Atkins, J.W., Gough, C.M., (2020). Structure and parameter uncertainty in centennial projections of forest community structure and carbon cycling. *Global Change Biology* 26 (11), 6080–6096.
- SPSS Inc. (2020). SPSS 20.0 guide to data analysis. Prentice Hall Public. New Jersey.
- Sullivan, T. P., Sullivan, D. S., Lindgren, P. M. F., Ransome, D. B. (2006). Long-term

responses of ecosystem components to stand thinning in young lodgepole pine forest. III. *Forest Ecology and Management*, 228(1–3), 69–81.

Tolunay, D. (2003) Aladağ'da (Bolu) sıklık çağındaki sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinde bakımların madde dolaşımına etkileri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 53(1):47-73.

Wang, Y., Titus, S.J., LeMay, V.M. (1998). Relationships between tree slenderness coefficients and tree or stand characteristics for major species in boreal mixedwood forests. *Canadian Journal of Forest Research* 28 (8): 1171-1183.

Yücesan, Z., Özçelik, S., Oktan, E. (2015). Effects of thinning on stand structure and tree stability in an afforested oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stand in Northeast Turkey. *Journal of Forestry Research* 36(5):1075-1082.

Zeng, H., Garcia-Gonzalo, J., Peltola, H., Kellomäki, S. (2010). The effects of forest structure on the risk of wind damage at a landscape level in a boreal forest ecosystem. *Annals of Forest Science* 67 (1): 111-111.

ÖZGEÇMİŞ

