

**ARALAMA VE KİREÇLEMENİN DOĞU KAYINI İNCE KÖK BİYOKÜTLESİ
ÜZERİNE ETKİSİ (8 YILLIK SONUÇLAR)**

Fatih ERKELEŞ

**Yüksek Lisans Tezi
Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı**

**Danışman
Doç. Dr. Sinan GÜNER**

2017

Artvin

**T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ARALAMA VE KİREÇLEMENİN DOĞU KAYINI
İNCE KÖK BİYOKÜTLESİ ÜZERİNE ETKİSİ (8 YILLIK SONUÇLAR)**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fatih ERKELEŞ

**Danışman
Doç. Dr. Sinan GÜNER**

Artvin 2017

TEZ BEYANNAMESİ

Artvin oruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “ Aralama ve kireçlemenin doğu kayını ince kök biyokütlesi üzerine etkisi (8 yıllık sonuçlar)” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Sinan GÜNER’in sorumluluğunda tamamladığımı, örnekleri kendim topladığımı, analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 25/10/2016

Fatih ERKELEŞ
İMZA

T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ARALAMA VE KİREÇLEMENİN DOĞU KAYINI
İNCE KÖK BİYOKÜTLESİ ÜZERİNE ETKİSİ (8 YILLIK SONUÇLAR)

Fatih ERKELEŞ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 13/10/2016

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 31/10/2016

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Sinan GÜNER

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Turan YÜKSEK

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Mehmet KÜÇÜK

ONAY:

Bu Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından 31/10/2016 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../2017 tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

.../.../2017
Prof. Dr. Zafer ÖLMEZ
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Artvin Hopa Cankurtaran Mevkiinde bulunan genç doğu kayını meşcerelerinde 2008 ve 2009 yıllarında verimliliği artırmak amacıyla aralama ve kireçleme denemeleri yapılmıştır. Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında “yüksek lisans tezi” olarak hazırlanan bu çalışmada; Cankurtaran Mevkiindeki kayınlardın aralama ve kireçleme ile birlikte ince ve kılcak kök biyokütlesindeki sekiz yıllık değişim oranları belirlenmiştir.

Çalışmanın her safhasında yakın ilgi ve alaka göstererek yardımlarını gördüğüm, konunun belirlenmesinde, çalışmanın düzenlenmesi ve sonuçlanmasında, çalışmanın bütün aşamalarında yol gösterici fikirleriyle katkıda bulunan, maddi ve manevi desteğini üzerimden esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Sinan GÜNER’ e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca arazi ve laboratuvar ortamında yapılan çalışmalarda gördüğüm ve desteklerini üzerimden esirgemeyen Sayın Arş. Gör. Ahmet DUMAN’ a ve desteklerinin gördüğüm arkadaşlarım Orman Mühendisi Emrah ERGÜN ve Peyzaj Mimarı Sami ATA’ ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu araştırma TUBİTAK 108O118 numaralı Projenin temelleri üzerine bina edilmiştir. Bu nedenle TÜBİTAK’a ve Proje yönetimine de ayrıca teşekkür ederim.

Hayatımın her aşamasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan çok değerli aileme teşekkür ederim. Çalışmanın bilimsel ve teknik açıdan uygulayıcılara ve ülkemiz ormancılığına faydalı olmasını dilerim.

Fatih ERKELEŞ
Artvin – 2016

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	III
SUMMARY	IV
TABLolar DİZİNİ	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VI
1 GİRİŞ	1
2 LİTERATÜR ÖZETİ	5
3 MATERYAL VE YÖNTEM	9
3.1 Materyal	9
3.1.1 Araştırma Alanı	9
3.1.2 108 O 113 Nolu TUBİTAK Projesi	10
3.1.3 İklim Verileri.....	11
3.1.4 Jeolojik Yapı ve Toprak Özellikleri	12
3.1.5 Bitki Örtüsü	13
3.2 Yöntem	13
3.2.1 Kök Örneklerinin Alınması	13
3.2.2 Kök Analizi	15
3.2.3 Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi (pH, Tekstür).....	16
3.2.4 İstatistik	16
4 BULGULAR	17
4.1 Kök Biyokütlesi Değişimi	17
4.2 Toprak Reaksiyonu (pH)	21
4.3 Toprak Tekstürü.....	22
4.4 Varyans Analizi (ANOVA).....	22
4.5 İklim Verileri ve Kök Gelişimi	23
5 TARTIŞMA	25
6 SONUÇLAR ve ÖNERİLER	28
KAYNAKLAR	30
ÖZGEÇMİŞ	34

ÖZET

ARALAMA VE KİREÇLEMENİN DOĞU KAYINI İNCE KÖK BİYOKÜTLESİ ÜZERİNE ETKİSİ (8 YILLIK SONUÇLAR)

Bu çalışma; genç doğu kayını meşcerelerinde kireçleme, şiddetli ve mutedil aralama denemelerinin kılcal ve ince kök biyokütlesindeki değişim miktarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Çalışma alanı Artvin İli Hopa İlçesi Cankurtaran mevkiindedir. Asit karakterli topraklar üzerinde kurulu bulunan 25 yaşındaki doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) meşcerelerinde 2008 yılında 18 adet deneme alanı tesis edilmiştir. Deneme alanlarında 400 m² büyüklüğünde kontrol (3 adet), kireçleme (3 adet) mutedil aralama (3 adet), şiddetli aralama (3 adet), mutedil aralama+ kireçleme (3 adet) ve şiddetli aralama + kireçleme (3 adet) deneyleri yapılmıştır. 2008 yılında TÜBİTAK TOVAG 108O113 nolu proje kapsamında alanların ince ve kılcal kök biyokütlesi tespit edilmiştir. Bu çalışmada ise aynı alanlardaki 2016 yılındaki ince ve kılcal kök biyokütle değerleri ölçülmüştür. Her bir deneme parselinde 4 adet olmak üzere toplam 72 adet kök örneği alınmış ve tartılmıştır.

2016 yılı itibarı aralama, kireçleme ve kontrol alanlarında toplam kök biyokütlesi miktarlarında artımlar olmuştur. İstatistiki analizler göstermiştir ki artımlar yıllara göre anlamlıdır. Ancak şiddetli ve kireçleme alanlarındaki toplam kök biyokütlesindeki artım kontrol alanlarına göre anlamlı değildir. Bu çalışma ile aralama ve kireçleme işlemlerinden sonra azalan kök rekabetinin sekiz yıl sonra yeniden başladığı anlaşılmıştır. Aralama kesimlerinin yeniden yapılması ve kireçleme ile desteklenmesi önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), Aralama, Kireçleme, İnce ve Kılcal Kök Biyokütlesi

SUMMARY

THE EFFECT OF THINNING AND LIMING TO ON ROOT BIOMASS IN ORIENTAL BEECH (*Fagus orientalis* Lipsky) STANDS (8-YEARS RESULTS)

This study was conducted in order to determine the effects of the thinning intensity (moderate, heavy) liming on the root biomass in young oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands located in Hopa/Artvin, Turkey. A total of 18 experimental study plots (each 20 m x 20 m) were randomly established in a homogenous manner in the stands of 25 year old oriental beeches. The treatments carried out on the plots were; thinning (moderate and heavy), liming (5 tons ha⁻¹) and controls. Four root samples were selected in each plot (total 72 sample). Coarse root and fine root were measured in 2008 and 2016. The results showed that the total root biomass was increased between 2008 and 2016. According to liming, moderate thinning and heavy thinning treatments, these increments were not significant in statistically. This study indicated that competition between the roots has started. Our suggest that should be re-liming and re-thinning.

Keywords: Beech, thinning, liming, fine root biomass

TABLULAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. 108O113 nolu TÜBİTAK projesi kapsamında 2008 yılında deneme alanlarında ölçülen veriler.....	11
Tablo 2. Hopa meteoroloji istasyonunun 2008 -2016 yıllarına ait meteorolojik iklim değerleri (33 m, enlem: 41°24'' N, boylam: 41° 26'' E).....	12
Tablo 3. 2008 ve 2016 yıllarında ölçülen ortalama kök biyokütle (Korelasyon Analizi)	18
Tablo 4. Toprak Reaksiyonu Değişim Değerleri	21
Tablo 5. 2008 – 2016 yılları arasında toprak tekstürü değerlerindeki değişim oranları	22
Tablo 6. Bütün işlemlerin Varyans Analizi (ANOVA) Sonuçları.....	23

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Araştırma alanının konumu.....	9
Şekil 2. Kök örneklerinin alındığı çelik boru.....	13
Şekil 3. Kök örneklerinin alınması	14
Şekil 4. Köklerin seçilmesi ve sınıflandırılması	15
Şekil 5. Köklerin kurutulması ve tartılması	15
Şekil 6. 2008 ile 2016 yıllarındaki kılcal kök biyokütle miktarları	19
Şekil 7. 2008 ile 2016 yıllarındaki ince kök biyokütle miktarları.....	20
Şekil 8. 2008 ile 2016 yıllarındaki toplam (kılcal kök + ince kök) kök biyokütle miktarları.....	20
Şekil 9. 2008 ve 2016 yıllarındaki kök biyokütlesindeki değişim şeması	21

KISALTMALAR DİZİNİ

cm	Santimetre
g	Gram
ha	Hektar
km	Kilometre
kg	Kilogram
m	Metre
m ²	Metrekare
m ³	Metreküp
n	örnek alan sayısı
mg	Miligram
mm	Milimetre
MÖGY	Müdahale Öncesi Göğüs Yüzeyi
MSGY	Müdahale Sonrası Göğüs Yüzeyi

1 GİRİŞ

Bu çalışma, Artvin İli Hopa İlçesi Cankurtaran mevkiinde bulunan genç doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) meşcerelerinde gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmanın konusu, doğu kayını meşcerelerinde yapılan aralama ve kireçleme denemelerinin ince ve kılcal kök biyokütlesi değişim oranlarına etkisinin tespit edilmesidir.

Araştırmaya konu edilen doğu kayını ağacı ormancılık sanayisinde kaplamalık ve parke olarak kullanılmaktadır. Türkiye’de yaklaşık olarak 1,7 milyon ha alanda doğal olarak yayılış yapmaktadır (Anonim, 2015). Nemli ormanların tanıtıcı ve hakim elemanı olan doğu kayını bütünüyle Karadeniz ve Marmara bölgesindeki dağların kuzey yönlerinde geniş alanlarda yaygındır (Çoban, 2004). Doğu kayını esmer orman topraklarını, kumlu-balçık, balçık ve balçıklı-kil tekstüründeki alanları, nemli, havalanma kapasitesi yüksek ve bitki besin elementlerince zengin toprakları tercih etmektedir. Yayılış alanlarında en uygun pH düzeyi 6,5-7,5 arasındadır. Kayın, yürek kök geliştirir. Sığ topraklarda ve fizyolojik derinliği olmayan alanlarda ise yayvan kök oluşumu görülür (Akman, 1995; Meyer ve Aksoy 1998).

Orman işletmelerinde aralama kesimleri bir bakım yöntemidir ve ağaçlık çağına ulaşmış olan meşcerelerde uygulanmaktadır. Aralama, kapalılığı kalıcı bir şekilde kırmadan ağaçların aralarında yaptıkları mücadeleye aktif müdahaleler yapan devamlı ve planlı kesimlerdir (Genç, 2007). Aralamalarda müdahale ölçüsü olarak zaman zaman gövde sayısı dikkate alınsa da genel olarak meşcere orta göğüs yüzeyi çapı değerleri esas alınmaktadır. Aralama müdahaleleri şiddetli, mutedil ve zayıf olarak üç grupta yapılmaktadır. Genel olarak normal kapalı ve sık meşcerelerde aralama kesimleri ile göğüs yüzeyinin %10’unun alınması zayıf aralama, göğüs yüzeyinin %10-20 sinin alınması mutedil aralama ve göğüs yüzeyinin 20’den fazlasının alınması ise şiddetli olarak tanımlanmaktadır (Smith ve ark., 1997; Avolio ve Bernardini, 2007; Nyland, 2016;)

Aralama aynı zamanda meşcerenin sağlığını ve kalitesini artırmak ve idare süresini azaltmak ağaçlık çağında yapılan bakım müdahalesidir. Bu bağlamda genç

meşcerelerde yapılan ilk aralamalar meşcerenin statüğünün korunması için daha fazla önem arz etmektedir. Kayın ağaçlarının gölgeye dayanma özelliğinin olmasından dolayı ara ve alt tabakaya sahip saf meşcereler oluşturmaktadır. Kayın meşcerelerinde çoğunlukla tabakalı bir kuruluş bulunmaktadır. Gölge ağaçları bulunan ve tabakalı kuruluş gösteren meşcerelerde uygulanan aralama çeşidi yüksek aralamadır (Ata, 1995; Genç, 2007)

İşletme ormanlarında verimliliğin artırılmasında tercih edilen bir başka yöntem de toprak isteklerine göre yapılan gübreleme çalışmalarıdır. Ormancılıkta asit toprakların verimli hale getirilmesinde kireçleme en yaygın gübreleme çeşidi olarak karşımıza çıkmaktadır. Gübreleme genç yaşlarda, ilk veya ikinci aralamalardan sonra yapıldığında daha iyi sonuçlar vermektedir (Fox ve ark, 2006).

Aşırı yağışların olduğu bölgelerde topraklardaki besin maddeleri yağmur ve kar suları ile birlikte yıkanmakta ve toprağın üzerinde bulunan humusun sağladığı organik asitler nedeniyle topraklar asit karakterlere bürünebilmektedirler. Orman toprağında meydana gelen asitleşme orman ekosistemi ve ormancılık çalışmaları açısından olumsuz bir tehdit olarak karşımıza çıkmaktadır. Buna karşı tedbir olarak orman topraklarının kireçlenmesi önerilmektedir (Çelik, 2006).

Biyokütle fosil olmayan canlıların oluşturduğu kütledir. Karada ve suda yetişen bitkiler, hayvansal atıklar, gıda endüstrisi ve orman yan ürünleri ile kentsel atıkları içeren, biyolojik kökenli fosil olmayan tüm organik madde kitlesi olarak bilinmektedir (Acaroğlu, 2008). Özellikle bitkiler açısından değerlendirildiğinde biyokütle, yeşil bitkilerin güneş enerjisini fotosentez yolu ile kimyasal enerjiye dönüştürerek, depolaması sonucu meydana gelen ve canlı organizmaların kökeni olarak ortaya çıkan organik madde kaynakları olarak tanımlanmaktadır. Ölçü birimi olarak belirli bir alana oranlanmış yaş ya da kuru kütle olarak bilinmektedir (Yorgun ve Ark, 2001). Biyokütle aslında bitkilerin fotosentezi ile birlikte kimyasal olarak özellikle selüloz şeklinde depo edilen ve daha sonra çeşitli şekillerde kullanılabilen bir enerjidir. Güneş enerjisinin biyokütle biçimindeki depolanmış enerjiye dönüşümü, insan yaşamı için esastır (Akgül ve Ark., 2001; Koçer ve Ünlü, 2007).

Hızlı nüfus artışı, sanayileşme ve şehirleşmenin bir sonucu olarak dünyadaki doğal kaynaklara olan talepler hızlı bir artış göstermektedirler. Bu artan talebin

karşılanması sırasında orman ekosistemlerinin tahrip edilmesi, iklim değışikliği, çölleşme, kirlilik ve biyolojik çeşitliliğin azalması gibi pek çok sorun ortaya çıkmaktadır. Bu sorunlardan birisi olan küresel iklim değışikliği, insanoglunun son yüzyılda karşı karşıya kaldığı en önemli problemlerden biri olmuştur. Küresel ısınmanın sebebi olarak sanayileşme ve arazi kullanım değışiklikleri sonucu atmosfere salınan CO₂ miktarının artması gösterilmektedir. Fosil yakıtların endüstride, araçlarda ve ısınmada enerji kaynağı olarak kullanılması, insanların tarım ve şehirleşme için orman ekosistemini tahrip ederek yeni yerleşim yerleri açması ve ısınma ihtiyacı için ormanları tahrip etmesi sonucu atmosferdeki sera gazları ve özellikle de CO₂ miktarı artmıştır. Bütün dünyada artık küresel ısınma önemli bir çevre sorunu haline gelmiştir (Sivrikaya ve Bozali, 2012).

Ormanlar karasal ekosistemdeki organik karbonun % 76-78'ini tutması bakımından en önemli karbon havuzudurlar. Diğer bir ifadeyle, arz üzerindeki orman ekosistemleri karasal ekosistemdeki karbonun yaklaşık olarak 2/3'nü tutmaktadır. Bu bakımdan, orman ekosistemlerinin küresel ısınmanın olumsuz etkisini azaltmada ve bölgesel, hatta küresel iklim istikrarının korunmasında önemli bir katkısı bulunmaktadır (Woodwell ve ark., 1978; Hashimoto ve ark., 2000; Haripriya ve ark., 2002).

Ormanlar, yeşil kütlesi ile güneş enerjisini tutup depoladığı için önemli konuma sahip yenilenebilir doğal enerji kaynaklarının başında gelmektedir. Biyokütle çalışmaları ekosistemlerdeki madde dolaşımını ve ekosistem dinamiklerini anlama noktasında çok önemlidir. Ormanlık sektöründe biyokütle bir orman alanındaki ağaç ve ağaççık topluluğunun fırın kurusu ağırlığı (kg, ton/ha) olarak tanımlanmaktadır. Orman biyokütlesi, orman ürünü olarak ormanın kapasitesini ve büyümesini belirten, uzun süreli işletmeciliğin sağlanması için mutlaka bilinmesi gereken bir terimdir (Saraçoğlu, 1997).

Ormanların karbon bağlama kapasitesi ile ormanların biyokütlesi yakından ilişkili olduğu için son yıllarda araştırmalar biyokütle araştırmalarına yönelmiştir.

Biyokütlenin toprak altı ve toprak üstü olmak üzere iki bileşeni vardır. Çoğu araştırmacı biyokütle ile ilgili çalışmalarını çalışma kolaylığı açısından toprak üstü ile sınırlı tutmaktadır. Hâlbuki toprak üstünde bitkiler sadece ışık için rekabet

ederken, toprak altında su ve bitki besin elementleri için kökleri ile rekabet halindedirler (Casper ve Jakson, 1997).

Meşcerelerde kök biyokütlesi analizlerinde ince, kılcal ve kalın kök şeklinde ayrıntılı analizler yapılmaktadır. 0-2 mm çapındaki kökler kılcal kök, 2-5 mm çapındaki kökler ince kök ve 5 mm den büyük olan kökler kalın kök olarak tanımlanmaktadır (Tufekçioğlu ve Ark, 2004a). İnce ve kılcal kökler orman ekosisteminde önemli bir biyokütle oranını temsil etmektedirler. Ormandaki biyokütle üretiminin % 8 (Keyes ve Grier, 1981) ile % 67'ye (Grier ve ark., 1981) kadarı ince ve kılcal kök biyokütlesinden oluşabilmektedir.

Yüksek Lisans tezi olarak ele alın bu çalışmanın yapıldığı alanda toprak asitliğini azaltmak amacıyla kireçleme denemeleri yapılmıştır. Ayrıca alanda verimliliği artırmak amacıyla mutedil ve şiddetli aralamalar yapılmıştır. Bu çalışmada ise yapılan kireçleme, mutedil aralama ve şiddetli aralamanın kontrol alanlarına göre ince ve kılcal kök biyokütleleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

2 LİTERATÜR ÖZETİ

Son çeyrek yüzyılda atmosferdeki karbon oranının artması ve enerji üretiminde önemi kavrandıktan sonra araştırmacılar biyokütle çalışmalarına ağırlık vermeye başlamışlardır. Odun ve artıklarının biyoenerjide kullanılması ve havadaki karbonu bağlamasındaki katkısından dolayı ormanlar biyokütle araştırmalarında önemli bir obje olarak karşımıza çıkmıştır. Biyokütle çalışmalarında ilk zamanlarda toprak üstündeki (gövde dal ve yaprak) biyokütlenin tespitine yönelik yapılırken son zamanlarda kökleri de dikkate alarak toprak altı biyokütle araştırmaları da yapılmaya başlanılmıştır.

Son yıllarda ülkemizde de örnek gösterilebilecek biyokütle çalışmaları yapılmıştır. İlk yapılan bu çalışmalarda daha çok durum tespiti yapılmıştır. Silvikültürel uygulamalar veya yetiştirme ortamını iyileştirmeye yönelik çalışmaların sonucunda biyokütlerdeki değişimin nasıl olacağına yönelik araştırmalar sınırlı sayıdadır. Konu ile ilgili literatür çalışmaları kök ölçüm yöntemleri, durum tespitine ve yetiştirme ortamını iyileştirmeye yönelik konular olarak üç grup altında toplanmıştır.

Kök ölçme yöntemleri olarak demir boru ve kök çukuru açılması şeklinde iki yöntem tercih edilmektedir. Costa Rica yöresinde kök biyokütlesinin yayılışının belirlenmesine yönelik yapılan bir araştırmada; hem demir boru yöntemi ile (10 cm çapında, n=15) hem de toprak çukurları yöntemi ile (1 m², n=4) elde ettikleri ince kök biyokütle değerlerinin benzer olduğunu anlaşılmıştır (Vance ve Nadkarni, 1992). Bu iki yöntemin verimliliğinin analiz edildiği başka bir çalışmada demir boru ile çalışmanın %27 daha verimlilik arz ettiği sonucuna varılmıştır (Park ve ark., 2007).

Ormancılık sektöründeki toprak altı biyokütle çalışmaları değerlendirildiğinde ilk çalışmaların biyokütle miktarının tespitine yönelik olduğu görülmektedir. Örneğin Trabzon'da doğu kayını meşcerelerinde yapılan bir çalışmada kılcal kök biyokütlesinin 4759 kg/ha olduğu, ince kök biyokütlesinin 2617 kg/ha olduğunu belirlenmiştir (Mısır ve ark., 2013). Murgul–Artvin yöresindeki yalancı akasya (*Robinia L.*) ağaçlandırma alanlarında ortalama kılcal kök biyokütlesi 1449 kg/ha, ortalama ince kök biyokütlesi 389 kg/ha ve ortalama kalın kök biyokütlesi 4018

kg/ha olarak bulunmuştur (Güner ve ark., 2010), Gümüşhane yöresinde ağaçlandırılma yolu ile tesis edilmiş olan yalancı akasya meşcereleri üzerinde hektardaki toprak altı biyokütle (kök çapı < 5 mm) 3740 kg/ha, olarak hesaplanmış ve bu değer toplam biyokütlenin % 25'inin oluşturduğu ortaya konmuştur (Tüfekçioğlu ve ark., 2002b). Brezilya'da yapılan toprak altı biyokütle ile ilgili yaptıkları araştırmada ince kök biyokütlesinin %75'inin (176 mg/ha) toprağın 0,3 m derinliğinde bulunduğunu belirlenmiştir (Lilienfein ve ark. 1999). *Picea sitchensis* ağaçlandırma sahalarında kalın kök biyokütlesi üzerine yapılan bir çalışmada ise toplam kök biyokütlesi içerisinde ortalama ince kök biyokütlesinin en fazla oranda olduğu, kalın kök biyokütlesinden daha fazla oranda temsil edildiği anlaşılmıştır. (Deans, 1981). Buna karşılık *Pinus taeda* ağaçlandırma sahalarında kalın kök biyokütlesinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir diğer çalışmada ise kök biyokütlesinin çoğunluğunun kalın köklerde olduğu ve kalın kök biyokütlesinin toplam biyokütlenin % 19 ile 24 ünü oluşturduğunu belirlemiştir (Taylor, 2005). Kastamonu yöresinde yaşlı ve genç karaçam meşcerelerinde kök biyokütlesinin değişimleri incelemiş ve yaşlı meşcerede (100 yaş) toplam kök miktarını 14434 kg/ha, genç meşcerelerde (20 yaş) 9513 kg/ha olduğu ortaya konmuştur (Küçük, 2006). Sarıçam meşcerelerinde yapılan bir araştırmada da toprak derinlik kademesine paralel olarak kök biyokütleri miktarlarında farklılıklar olduğu, kalın kök biyokütleri sırasıyla; 0-15 cm de 4001 kg/ha, 15-30 cm toprak derinlik kademesinde 5327 kg/ha değiştiği tespit edilmiştir (Yavuz ve ark., 2010). Finlandiya yöresinde toprak verimliliğinin ince kök biyokütlesi üzerine yaptığı etkinin belirlenmesi amacıyla yapılan araştırmanın sonunda, humus tabakasındaki ince kök yoğunluğunun mineral topraktaki ince kök yoğunluğundan daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Verimi az olan arazilerdeki mineral toprak ve humus tabakasındaki ince kök yoğunluğunun, iyi verimli arazilerdeki mineral toprak ve humus tabakasındaki ince kök yoğunluğundan daha fazla olduğu belirlenmiştir (Vanninen ve Makela, 1998). Yine Finlandiya yöresindeki sarıçam meşcerelerinde yapılan biyokütle araştırmalarında ince kök ve yaprak biyokütlesinin yaş ile beraber artış gösterdiği belirlenmiştir (Vanninen ve ark. 1995).

Kök biyokütle araştırmalarının bir bölümü ise birbirine komşu alanlarda yer alan farklı ağaç türleri veya habitatların karşılaştırılması şeklinde olmuştur. Örneğin,

birbirine komşu doğu ladini ve doğu kayını meşcerelerinde kılcal (0-2 mm) ve ince (2-5 mm) köklerin oranlarının karşılaştırıldığı çalışma sonunda; kök (ince ve kalın kök) biyokütlesinin ladin meşcerelerinde kayın meşcerelerine göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. (Tüfekçioğlu ve ark., 2004a). Kavaklık, elma bahçesi ve çayırılık alandaki kök biyokütle miktarının nasıl değiştiğinin sorusunu bulmak amacıyla yapılan bir yüksek lisans çalışmasında kök biyokütlesi çalışmasında en yüksek kök biyokütle miktarı elma bahçesinde 11714 kg/ha iken, en düşük kök biyokütle miktarı ise 6348 kg/ha kavaklık alanında belirlenmiştir (Özbayram, 2006). Finlandiya yöresinde Avrupa ladini ve sarıçam ince kök biyokütlesi ile ilgili yapılan araştırmada Avrupa ladininin ince kök biyokütlesinin 184-370 g/m², sarıçam ince kök biyokütlesinin 149-386 g/m² olduğunu belirlemişlerdir. Avrupa ladini için ince kök biyokütle oranının % 2.1-6.4, sarıçam için % 0.8-2.2 oranında değiştiği tespit edilmiştir. Tespit edilen bu oranların her iki ağaç türü için; verimli arazilerden verimsiz arazilere doğru azaldığı gibi güneyden kuzeye doğru da azalmakta olduğu anlaşılmıştır (Helmisaari ve ark., 2007).

Yetiştirme ortamı şartlarının değişmesi durumunda biyokütle miktarındaki olası değişikliklerin tespitine yönelik araştırmalar da dikkat çekicidir. Bir sarıçam meşcerelerinde farklı bakılardaki kök biyokütlesinin değişiminin nasıl olacağını araştırdığı bir yüksek lisans tezinde; güneşli bakıdaki kök biyokütlesinin gölgeli bakıdaki kök biyokütlesine göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Zengin, 2009). Örneğin; bir yüksek lisans tez çalışmasında sarıçam meşcerelerinde kalın kök biyokütlesinin, toprak derinliğine paralel olarak arttığını tespit etmiştir (Kırış, 2009). Denizden yüksekliğin kök biyokütlesi üzerine yaptığı etkinin belirlenmesi amacıyla yapılmış olan bir çalışmada, yüksek rakımlardaki kök biyokütlesinin düşük rakımlardaki kök biyokütlesinden daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Soethe ve ark. 2004). Yağış miktarı ve toprak verimliliğinin ince kök biyokütlesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; asidik verimsiz ve bazik verimli topraklardaki kayın meşcerelerinde toplam meşcere ince kök biyokütlesinin ve düşey ince kök yayılışının benzer olduğu belirlenmiştir (Leuschner ve ark. 2004).

Silvikültürel uygulamalar ve gübreleme gibi toprağa yapılan katkılar biyokütle miktarı üzerinde değişikliklere neden olabilmektedir. Mutedil ve şiddetli aralama yapılan Arhavi-Karadağ-Artvin yöresindeki genç doğu kayını ormanlarında

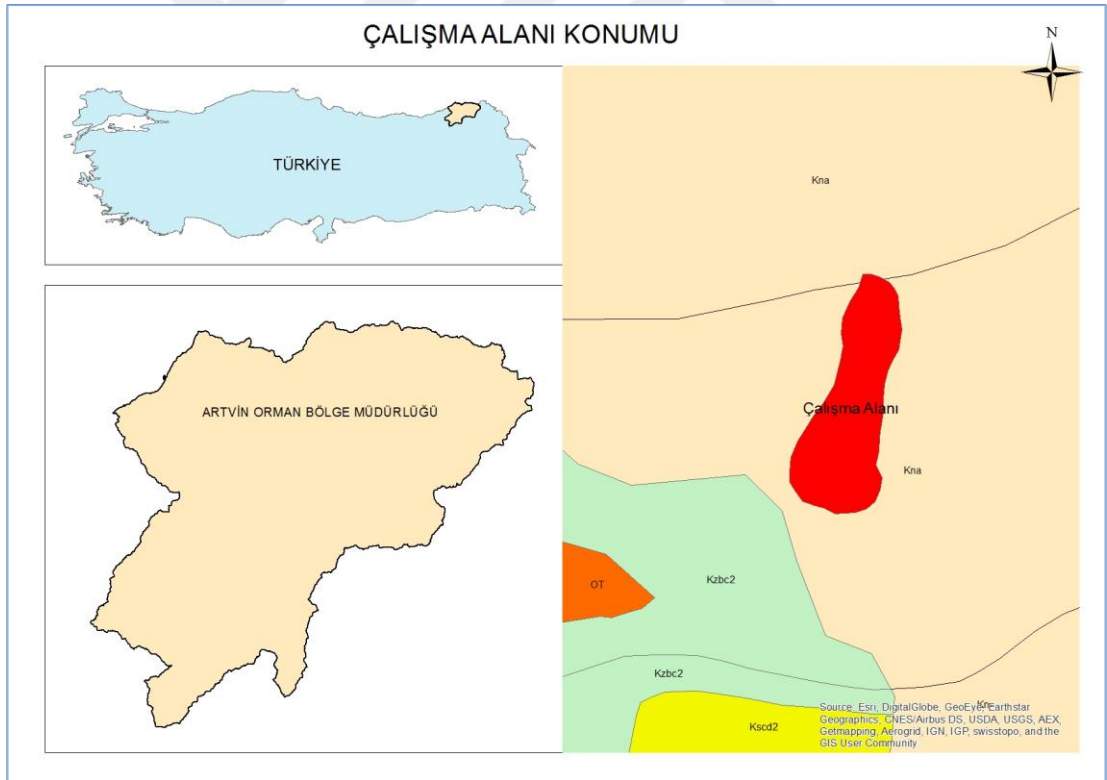
işlemlerden 3 yıl sonrasında kılcal kök biyokütlesinin kontrol alanlarına oranla istatistiksel anlamda azalma olduğu rapor edilmiştir (Tüfekçioğlu ve ark., 2004b) Göğüs yüzeyi miktarının %60 oranında azaltıldığı 12 yaşındaki yapay yolla kurulmuş *Pinus radiata* D. Don. meşcerelerinde bir yıl sonra ince kök biyokütle oranının 1.38 den 0.55 ton/ha'a indiği tespit edilmiştir. (Santantonio ve Santantonio, 1987). Toprak asitliğini düzenlemeyi amaçlayan bir kireçleme denemesi çalışmasında *Picea abies* ve *Pinus sylvestris* meşcerelerinde 5-8 yaşlarında yapılan kireçleme müdahalelerinin uzun dönemde kılcal köklerin gelişmesine önemli bir etki yapmadığı görülmüştür. (Clemanson ve Persson, 1993). Ancak kireçleme yapılan Norveç ladinini meşcerelerinde ince kök biyokütle oranının kontrol alanlarına göre önemli oranda azalttığı tespit edilmiştir. Azot gübresi ile birlikte kireçleme müdahalesi uygulandığında azalama miktarının daha da fazla olduğu anlaşılmıştır. (Persson ve Ahlstrom, 1990). *Pinus rigida* (40) ve *Larix leptolepis* (44) meşcerelerinde %50 aralama ve kireçleme müdahaleleri uygulanmış, uygulamadan 2 yıl sonra elde edilen sonuçlarda *Pinus rigida* türünde ince kök biyokütlesi kontrol alanlarında 1234 kg/ha, aralama yapılan alanlarda 1346 kg/ha, kireçleme yapılan alanlarda ise 1134 kg/ha olarak ölçülmüştür. *Larix leptolepis* türünde ince kök biyokütlesi 1658 kg/ha, aralamada 1953kg/ha ve kireçlemede 1868 kg/ha ölçülmüştür. İnce kök biyokütlesi meşcere tipine ve topraktaki besin maddesine göre ve uygulanan metotlara göre değişiklik gösterdiğini bildirilmiştir (Hwang ve ark, 2007). Fosfor (P) gübresinin toprak altı biyokütleyle yaptığı etkinin araştırıldığı başka bir çalışmada, *Pinus radiata* ağaçlandırma sahasında dikimden 40 yıl sonraki fosfor gübreli ağaçların toprak üstü biyokütlenin ve kalın kök biyokütlesinin gübresiz alana göre 4.5 kat daha fazla olduğu, fosfor gübresinin kılcal ve ince kök biyokütlesini % 50 oranında arttırdığı, toprağın ilk 15 cm derinliğindeki ince kök biyokütlesinin düşey yayılımını arttırdığı ve bu artışın % 41'den % 52'ye yükseldiği tespit edilmiştir (Zerihum ve Montagu, 2004).

3 MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Araştırma Alanı

Araştırma alanı Artvin İli Hopa İlçesi Cankurtaran Mevkiinde yer almaktadır. Memleket haritalarına göre F47-al paftasında olan araştırma alanı $41^{\circ}30'22''$ – $41^{\circ}30'22''$ kuzey enlemleri ile $41^{\circ}30'22''$ – $41^{\circ}30'22''$ doğu boylamları arasında kalmaktadır. Kuzeye bakmakta ve denizden 800 m yükseltidedir. İdari yönden Artvin Orman Bölge Müdürlüğü, Arhavi Orman İşletme Müdürlüğü, Hopa İşletme Şefliği sınırları içerisindedir. Araştırma alanının konumunu gösteren harita (Şekil 1)' de verilmiştir.



Şekil 1. Araştırma alanının konumu

3.1.2 108 O 113 Nolu TUBİTAK Projesi

Bu çalışma 2008 -2001 yılları arasında yapılmış olan TUBİTAK TOVAG 108 O 113 nolu projenin devamı niteliğindedir. Araştırmayanın altlığı olan deneme alanları 2008 yılında söz konusu proje kapsamında tesis edilmiştir. Bu araştırmaya konu edilen deneme alanları 18 adet olup 400 m² büyüklüğündedirler. 18 adet deneme alanının 3 adetinde şiddetli aralama, 3 adetinde şiddetli aralama+ kireçleme, 3 adetinde mutedil aralama, 3 adetinde mutedil aralama + kireçleme yapılmıştır. 6 adetinde aralama yapılmamıştır. Aralama yapılmayan alanların 3 adeti kontrol sahası olarak bırakılmış, aralama yapılmayan deneme alanlarının 3 adeti de kireçlenmiştir. Mutedil aralamalarda yapılan deneme alanlarında toplam göğüs yüzeyinin yaklaşık olarak %20'si, şiddetli aralama yapılan alanlarda ise toplam göğüs yüzeyinin yaklaşık olarak % 40'ı alınmış ve deneme alanı dışına çıkarılmıştır.

Kireçleme yapılmadan önce atılacak kireç miktarının belirlenmesi amacıyla deneme parsellerinde ilk önce toprak tekstürü ve toprak asitlik derecesi (pH) belirlenmiş; kumlu balçık tekstüründe olduğu ve toprağın asitlik derecesinin 4,05-4,96 arasında değiştiği genel olarak pH değeri 4,5 oranında olduğu tespit edilmiştir. Kireçleme yapılan deneme alanlarına (400 m²) 2009 yılının mart ayında ve 2010 yılının mart ayında 100 kg +100 Kg = 200 kg tarım kireci (CaCO₃) atılmıştır. Bu kireçleme işleminden sonra toprağın pH değeri yaklaşık olarak 5,5-6,0 seviyelerine çıkarılmıştır.

Proje kapsamında deneme alanlarında bu araştırmaya benzer benzer yöntemler kullanılarak ince ve kılcal kök analizleri yapılmıştır.

TUBİTAK 108 O113 numaralı proje kapsamında kurulmuş olan deneme alanları, deneme alanlarında yapılan işlemler, alanlarda yapılan aralamalar sırasında çıkarılan göğüs yüzeyi miktarları ve ilk ölçülen ince ve kılcal kök miktarları Tablo 1. de verilmiştir.

Tablo 1. 108O113 nolu TÜBİTAK projesi kapsamında 2008 yılında deneme alanlarında ölçülen veriler

İşlem	MÖGY	MSGY	0-2 mm kılcal kök (ton/ha)	2-5 mm ince kök (ton/ha)	Toplam İnce ve kılcal kök (ton/ha)
Kontrol	19.82	19.82	4.10	2.76	6.86
Kontrol	20.33	20.33	3.75	2.42	6.17
Kontrol	19.73	19.73	3.42	2.08	5.50
Ortalama	19.96	19.96	3.76	2.42	6.18
Kontrol Kireçleme	20.46	20.46	3.13	3.97	7.10
Kontrol Kireçleme	19.95	19.95	3.75	3.78	7.53
Kontrol Kireçleme	20.88	20.88	3.63	3.60	7.23
Ortalama	20.43	20.43	3.50	3.78	7.28
Mutedil Aralama	20.04	16.05	3.66	3.82	7.48
Mutedil Aralama	19.87	15.96	3.00	3.17	6.17
Mutedil Aralama	19.94	16.38	2.67	2.86	5.53
Ortalama	19.95	16.13	3.11	3.28	6.39
Mutedil Aralama Kireçleme	19.81	16.05	3.45	3.54	6.99
Mutedil Aralama Kireçleme	19.92	16.14	3.72	3.30	7.02
Mutedil Aralama Kireçleme	19.83	16.43	3.94	3.04	6.98
Ortalama	19.85	16.21	3.70	3.29	6.99
Şiddetli Aralama	20.16	11.98	3.51	3.36	6.87
Şiddetli Aralama	19.97	12.43	3.88	3.42	7.30
Şiddetli Aralama	19.92	12.19	3.76	2.62	6.38
Ortalama	20.02	12.20	3.72	3.13	6.85
Şiddetli Aralama Kireçleme	19.96	11.88	3.92	3.14	7.06
Şiddetli Aralama Kireçleme	20.22	11.75	3.95	2.99	6.94
Şiddetli Aralama Kireçleme	19.95	11.83	3.79	2.83	6.62
Ortalama	20.04	11.82	3.89	2.99	6.88

MÖGY: Müdahale Öncesi Göğüs Yüzeyi Miktarı, MSGY: Müdahale Sonrası Göğüs Yüzeyi Miktarı

3.1.3 İklim Verileri

Araştırma alanının iklim verileri, alana en yakın olan Artvin ili Hopa ilçesi meteoroloji istasyonundan alınmıştır. Araştırma alanı Doğu Karadeniz coğrafi bölgesindedir. Nemli Karadeniz iklimi özelliği hakimdir. Orta sıcaklıkta, su noksanı olmayan veya okyanus iklimine yakın bir iklimdir. Araştırma alanına ait 2008 yılları ile 2016 yılları arasındaki sıcaklık ve yağış verileri Hopa Meteoroloji İstasyonu Müdürlüğünden alınmış, araştırma alanına enterpole edilmiş ve 2008 ile 2016 yılları arasında görülen aylık, yıllık yağış ve sıcaklık değerleri Tablo 2.' de verilmiştir.

Tablo 2. Hopa meteoroloji istasyonunun 2008 -2016 yıllarına ait meteorolojik iklim değerleri (33 m, enlem: 41°24'' N, boylam: 41° 26'' E)

Yıl	Parametre	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	IX	X	XI	XII	Ortalama/ Toplam
2008	Sıcaklık C ⁰	3,2	2,9	4,2	8,2	11,7	15,8	18,5	18,5	15,3	11,4	7,8	5,1	10,2
	Yağış mm	235,8	196,6	162,8	102,6	109,7	183,3	168,4	216,4	296,6	380,7	302,3	274,7	2629,8
2009	Sıcaklık C ⁰	2,8	5,2	3,7	5,8	11,9	19,7	20,2	18,5	16,7	15,6	9,9	9,3	11,6
	Yağış mm	191,8	159,9	195,5	146,1	88,1	78,9	392,5	311,0	550,8	117,9	339,4	249,4	2821,3
2010	Sıcaklık C ⁰	7,4	8,2	5,9	8,5	13,2	19,1	22,4	22,6	18,9	12,7	12,6	11,6	13,6
	Yağış mm	324,2	129,7	232,0	108,7	99,9	185,4	92,6	166,6	368,4	558,7	23,8	89,4	2379,4
2011	Sıcaklık C ⁰	6,8	2,8	5,7	5,9	11,8	17,1	21,2	20,3	-4,0	12,5	4,5	7,2	10,5
	Yağış mm	269,4	370,9	248,5	211,4	100,3	331,8	126,2	161,2	0,0	479,3	346,6	117,3	2762,9
2012	Sıcaklık C ⁰	4,1	2,1	1,9	10,7	15,1	19,6	21,7	20,7	18,6	16,2	11,5	7,8	12,5
	Yağış mm	249,4	279,9	356,6	90,7	50,5	138,3	136,6	243,4	521,8	162,3	382,3	384,3	2996,1
2013	Sıcaklık C ⁰	5,6	6,7	8,1	9,7	15,9	18,6	19,7	21,4	17,1	12,1	10,9	3,7	12,5
	Yağış mm	225,1	151,8	257,5	93,8	23,5	157,8	364,7	99,5	565,7	415,4	252,1	445,6	3052,6
2014	Sıcaklık C ⁰	6,7	6,9	7,6	9,6	14,6	18,5	21,4	22,8	19,0	14,4	9,1	8,9	13,3
	Yağış mm	182,8	51,0	225,9	86,7	87,0	206,5	147,9	183,2	519,6	118,3	457,8	375,0	2641,7
2015	Sıcaklık C ⁰	5,3	6,1	5,8	8,6	13,3	17,9	20,7	22,3	21,7	14,4	10,9	4,9	12,7
	Yağış mm	175,0	156,7	126,4	218,3	103,4	141,8	56,9	614,9	34,4	720,7	462,8	275,3	3086,4
2016	Sıcaklık C ⁰	3,8	7,9	8,1	11,8	14,0	19,7	20,7	23,2	17,9	13,2	10,1	2,8	12,8
	Yağış mm	376,4	98,2	193,7	106,9	138,3	307,1	413,2	133,1	872,3	583,6	220,9	285,1	3728,8

Tablodan da görüleceği üzere 2008 yılı ile 2016 yılı arasında yıllık toplam yağış miktarı her yıl önemli oranlarda artmıştır. Sıcaklık değerlerinde de 2-3 derecelik artışlar görülmektedir.

3.1.4 Jeolojik Yapı ve Toprak Özellikleri

Maden Teknik Arama Enstitüsünün hazırlamış olduğu 1/500 000 ölçekli Trabzon Bölgesi jeolojik haritalarına göre araştırma alanının bulunduğu bölgede mezozoik zamanın tebeşir formasyonu, üst tebeşir şevini ve katlarını meydana getiren oluşumlara rastlanmaktadır. Buradaki toprakların bünyesini genellikle bazalt oluşturmaktadır. Genel olarak bazaltın ayrılmasından kahverengi topraklar meydana gelir.

Güney kısımları ise III. zaman tersiyer formasyonu paleojen serisi eosen katıdır. Buradaki kayalar daha ziyaden andezitler ve bunların tüflerinden porfirlerden ve porfirlerden ibaret olup, greler, konglomeralar, killer, marnlar ve kalkerlerde bulunmaktadır. Andezitler dış püskürük olup, bu taşlar kuvars, feldspat, mika vs. gibi

mineralleri ihtiva etmektedir. Kuvars bakımından zengin olan kayalar kumtaşı, kuvarsit ve şistlerdir. Bu kısımlarda yer yer bakır yataklarına rastlamak mümkündür.

3.1.5 Bitki Örtüsü

Araştırma alanının bulunduğu mevkide hakim tür doğu kayınıdır. Seçilen deneme alanları tamamen saf kayın ağaçlarından oluşmaktadır. Ancak araştırma alanının yakın çevresinde tarafımızdan yapılan bitki teşhislerine göre; Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Miller), sakallı kızılgağaç (*Alnus glutinosa* L.) Gaertn. subsp. *barbata* (C.A. Mey) Yalt.) ve adi gürgen (*Carpinus betulus* L) ağaçları da münferit olarak karışıma katılmaktadırlar. Zeminde ise böğürtlenler (*Rubus* sp), mor çiçekli orman gülü (*Rhododendron ponticum* L.), *Ilex colchica* Pojark, eğreltiler (*Pteridium* sp), Likarpa (*Vaccinium arctostaphylos* L) alt tabakada yayılış gösteren türlerdir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Kök Örneklerinin Alınması

Her bir deneme alanından dört adet olmak üzere 18 adet deneme alanından toplam 72 adet kök örneği alınmıştır. Her bir örnek için 6,4 cm çapında 30 cm boyunda çelik boru kullanılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Kök örneklerinin alındığı çelik boru

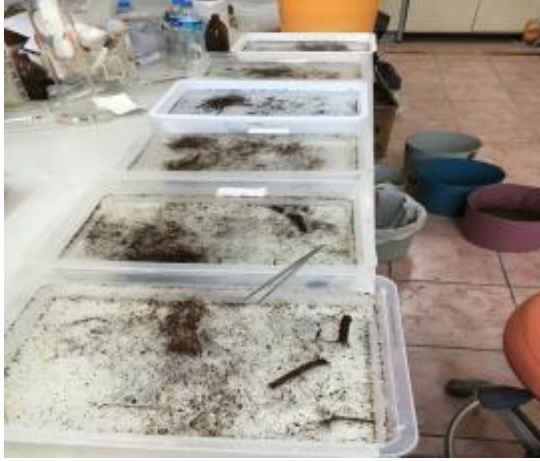
Kök örnekleri ağaçların 1-1,5 m uzaklığında, diri örtü yoğunluğunun az olduğu yerlerden, toprak üzerindeki ölü örtü tabakası temizlenerek titiz bir çalışma sonucu alınmıştır. 2008 yılında alınan noktalara yakın yerlerden alınmışlardır. Alınan kök örnekleri numaralandırılarak hazırlanmış naylon torbalara konulup paketlenerek analize hazır hale getirilmiştir. Örnekler analiz yapılmak üzere Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Toprak ve Ekoloji laboratuvarına getirilmiştir. Kök örneklerinin araziden alındığı sırada çekilmiş olan fotoğraflar Şekil 3.'te verilmiştir.



Şekil 3. Kök örneklerinin alınması

3.2.2 Kök Analizi

Araziden laboratuvara getirilen kök örnekleri 1-2 gün suda bekletildikten sonra leğenlerde yıkayarak 0,2 mm' lik elek üzerinden szlmştr. Topraktan arındırılan kökler 0-2 mm (kılcal kök) ve 2-5 mm (ince kök) ap sınıflarına göre numaralandırılarak ayrılmıştır. Numaralandırılan rnekler 80 °C ayarlanan fırında 48 saat süre ile kurutulma işlemine tabi tutulmuştur. Kurutulan rnekler 0,001 gr hassasiyetindeki terazide tartılarak gerekli dönüşümler yapıldıktan sonra hektarda kılcal ve ince kök biyokütlesi belirlenmiştir. Araziden alınan kök örneklerinin laboratuvar analizi sırasında çekilmiş olan fotoğrafları şekil 4. ve şekil 5.'te verilmiştir.



şekil 4. Köklerin seçilmesi ve sınıflandırılması



şekil 5. Köklerin kurutulması ve tartılması

3.2.3 Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi (pH, Tekstür)

Kök örneklerinin yanı sıra deneme alanlarının topraklarının pH değerleri ve tekstürü tespit edilmiştir. Toprak analizleri için her bir deneme parselinde 0-30 cm den demir boru ile 3'er adet toprak örneği alınmıştır. Alınan topraklar naylon torbalara konularak işaretlenmiş ve analizleri için Artvin Çoruh Üniversitesi toprak laboratuvarına taşınmıştır. Toprak örnekleri laboratuvarında kağıt üzerine serilerek hava kurusu hale gelinceye kadar bekletilmiştir. Hava kurusu hale gelen toprak örnekleri, porselen havanda öğütülerek 2 mm'lik elekten geçirilmiş ve tekrar naylon torbalara doldurulmuştur. Alınan toprak örnekleri üzerinde pH ve tekstür ölçümleri yapılmıştır.

Toprak örneklerinin pH ölçümleri, 1:2,5 oranında toprak-su karışımında pH metre yardımıyla cam elektrot yöntemine göre yapılmıştır (Gülçur, 1974).

Tekstür tayini için 2 mm'lik elekten geçirilmiş toprak örneklerinde Bouyoucos'un hidrometre yöntemi kullanılarak kum, toz ve kil yüzdeleri bulunmuştur (Gülçur 1974). Toprak türü ise uluslararası tekstür üçgenine göre belirlenmiştir.

3.2.4 İstatistik

Müdahale şekillerinin kendi içlerinde yıllar itibarı ile kılcal kök biyokütlesi, ince kök biyokütlesi, toprak reaksiyon (pH) ve toprak tekstürü üzerine etkilerini ortaya konması için t testi yapılmıştır. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini test etmek amacıyla normallik testi yapılmıştır. Denemelerin kök biyokütlesi üzerine etkisi korelasyon analizi ile test edilmiştir. Alanların müdahale şekli ve yıllar itibarı ile kök biyokütlesi miktarlarının ve toprak özelliklerinin karşılaştırmasını yapmak ve kendi içerisinde ve aralarında anlamlı farklılığın olup olmadığını belirlemek için Varyans (One-Way ANOVA) analizi yapılmıştır.

4 BULGULAR

4.1 Kök Biyokütlesi Değişimi

Aralama ve kireçleme müdahaleleri uygulanan doğu kayını meşcerelerini temsil eden 18 adet örnek alandan alınan kök örneklerinin biyokütle değerleri belirlenmiştir. 2008 ile 2016 yıllarına ait kılcal kök (0-2 mm), ince kök (2-5 mm) ve toplam kök biyokütle kendi aralarında t testine tabi tutulmuştur.

Kontrol, kireçleme, mutedil aralama, mutedil aralama + kireçleme, şiddetli aralama ve şiddetli aralama + kireçleme yapılan deneme alanlarında 2008 ve 2016 yıllarında ölçülen ortalama ince, kılcal ve toplam kök biyokütle değerleri, 2008 ile 2016 yıllarındaki kök biyokütle değerlerinin anlamlılık düzeyi (P) Tablo 3.'te verilmiştir.

Tablo 3'ten de görüleceği üzere kontrol alanlarında; 2008 ile 2016 yılları arasında kılcal kök biyokütlesi hektarda ortalama 0.42 ton (%11) oranında, ince kök biyokütle miktarı da 2.32 ton (%96) oranına olmak üzere toplam ince ve kılcal kök biyokütlesi 2.75 ton (%44) artmıştır. Kontrol alanları içerisinde alınan örneklerin verileri ile yapılan t testine göre 2008 ile 2016 yılındaki ince kök biyokütlesindeki artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P < 0.05$). Kılcal kök biyokütlesindeki ve toplam biyokütledeki artma oranı ise istatistiki olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

Kireçleme alanlarında 2008 ile 2016 yılları arasında kılcal kök biyokütlesi hektarda ortalama 0.49 ton (%14) oranında azalmış, ince kök biyokütlesi 2.03 ton (%54) artmıştır. Toplam ince ve kılcal kök biyokütlesi ise 1.54 ton (%21) oranında artmıştır. Kireçleme alanları içerisinde alınan örneklerin verileri ile yapılan t testine göre 2008 ile 2016 yılındaki ince kök biyokütlesindeki artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P < 0.05$). Kılcal kök biyokütlesindeki azalma ve toplam biyokütledeki artma oranı anlamlı değildir ($p > 0.05$).

Mutedil aralama yapılan alanlarda 2008 ile 2016 yılları arasında kılcal kök biyokütlesi hektarda ortalama 0.29 ton (%9) oranında, ince kök biyokütle miktarı da 1.71 ton (52) oranında artmıştır. Toplam ince ve kılcal kök biyokütlesi ise ortalama 2.00 ton (%13) artmıştır. Mutedil aralama yapılan alanlar içerisinde alınan örneklerin

verileri ile yapılan t testine göre 2008 ile 2016 yılındaki ince kök biyokütlesindeki artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$). Kılcal kök biyokütlesindeki ve toplam biyokütledeki artma oranı ise anlamlı değildir ($p>0.05$).

Tablo 3. 2008 ve 2016 yıllarında ölçülen ortalama kök biyokütle (Korelasyon Analizi)

Deneme Alanı	Yıllar	Deneme Alanı Sayısı	Örnek Sayısı n	Ortalama Kılcal Kök (ton ha ⁻¹)	Ortalama İnce Kök (ton ha ⁻¹)	Ortalama Toplam Kök (ton ha ⁻¹)
Kontrol	2008	3	12	3.76	2.42	6.18
	2016	3	12	4.18	4.74	8.92
	Fark			0.42ns	2.32**	2.75ns
	Sig.			0.316	0.003	0.165
Kireçleme	2008	3	12	3.50	3.78	7.28
	2016	3	12	3.01	5.81	8.82
	Fark			-0.49ns	2.03**	1.54ns
	Sig.			0.337	0.031	0.149
Mutedil Aralama	2008	3	12	3.11	3.28	6.39
	2016	3	12	3.40	4.99	8.39
	Fark			0.29ns	1.71**	2.00ns
	Sig.			0.958	0.012	0.051
Mutedil Aralama + Kireçleme	2008	3	12	3.70	3.29	6.99
	2016	3	12	3.42	4.51	7.92
	Fark			-0.28ns	1.22ns	0.93ns
	Sig.			0.274	0.245	0.415
Şiddetli Aralama	2008	3	12	3.72	3.13	6.85
	2016	3	12	3.03	4.82	7.85
	Fark			-0.68ns	1.69**	1.00ns
	Sig.			0.250	0.044	0.069
Şiddetli Aralama + Kireçleme	2008	3	12	3.89	2.99	6.88
	2016	3	12	3.06	4.99	8.05
	Fark			-0.83ns	2.00ns	1.17ns
	Sig.			0.151	0.080	0.111

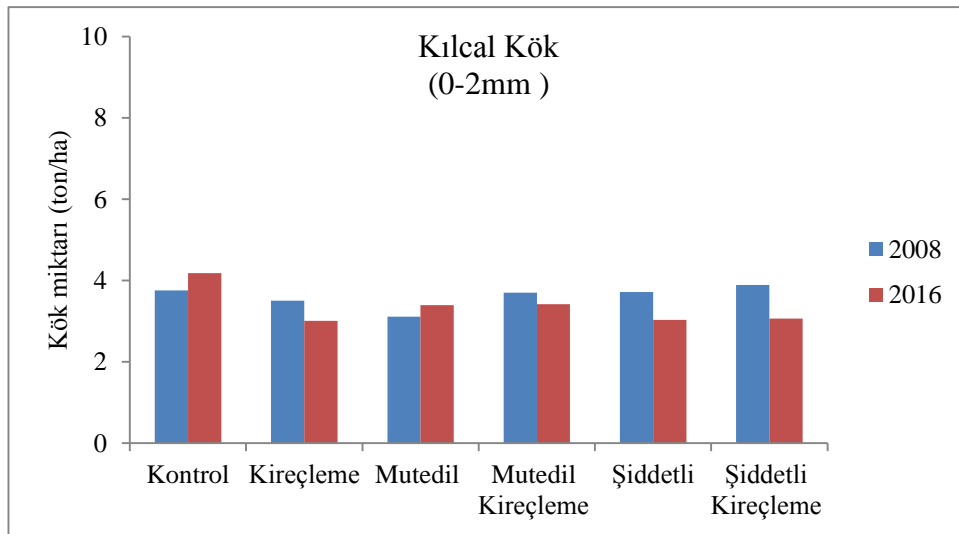
*** $p<0.001$, ** $p<0.01$, * $p<0.05$; ns: none significant

Mutedil aralama ile birlikte kireçleme yapılan alanlarda 2008 ile 2016 yılları arasında kılcal kök biyokütlesi hektarda ortalama 0.28 ton (%8) oranında azalmış, ince kök biyokütlesi 1.71 ton (%37) oranında artmıştır. Toplam ince ve kılcal kök biyokütlesi ise 0.93 ton (%13) artmıştır. Mutedil aralama ile birlikte kireçleme yapılan alanlar içerisinde alınan örneklerin verileri ile yapılan t testine göre 2008 ile 2016 yıllarındaki kılcal, ince ve toplam kök biyokütlesindeki artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

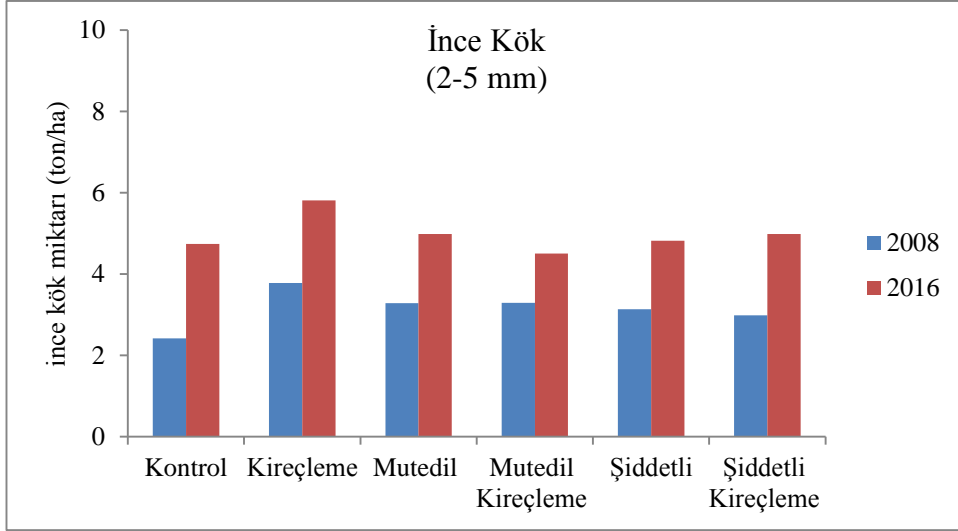
Şiddetli aralama yapılan alanlarda 2008 ile 2016 yılları arasında kılcal kök biyokütlesi hektarda ortalama 0.68 ton (%18) oranında azalmış, ince kök biyokütlesi 1.69 ton (%54) artmış ve toplam ince ve kılcal kök biyokütlesi ise 1.00 ton (%15) oranında artmıştır. Şiddetli aralama yapılan alanlar içerisinde alınan örneklerin verileri ile yapılan t testine göre 2008 ile 2016 yılındaki ince kök biyokütlesindeki artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$). Kılcal kök biyokütlesindeki azalma ve toplam biyokütledeki artma oranı anlamlı değildir ($p>0.05$).

Şiddetli aralama ile birlikte kireçleme yapılan alanlarda 2008 ile 2016 yılları arasında kılcal kök biyokütlesi hektarda ortalama 0.83 ton (%21) oranında azalmış, ince kök biyokütlesi 2.00 ton (%67) oranında, toplam ince ve kılcal kök biyokütlesi ise 1.17 ton (%17) oranında artmıştır. Şiddetli aralama ile birlikte kireçleme yapılan alanlar içerisinde alınan örneklerin verileri ile yapılan t testine göre 2008 ile 2016 yılındaki kılcal, ince ve toplam kök biyokütlesindeki artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

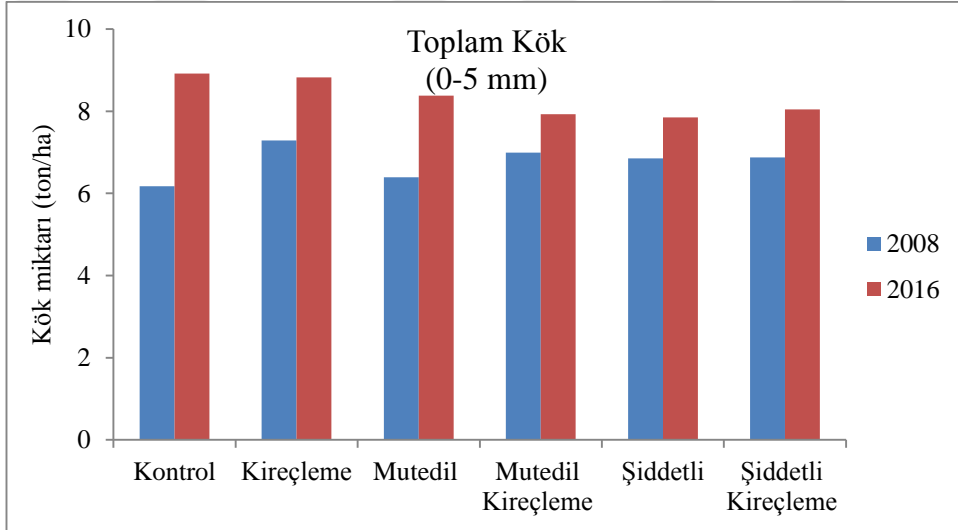
Aralama, kireçleme ve kontrol işlemlerinin 2008 ile 2016 yıllarındaki kılcal kök biyokütlesindeki değişim oranlarını gösteren grafik Şekil 6.'da, ince kök biyokütlesi miktarındaki değişimi oranlarını gösteren grafik Şekil 7.'de, toplam (ince kök biyokütlesi + kılcal kök biyokütlesi) kök biyokütlesi miktarındaki değişimi oranlarını gösteren grafik Şekil 8.'de verilmiştir. En sonunda da tüm işlemlerin kök biyokütlesine etkilerinin gösterildiği grafik hazırlanmış ve Şekil 9.'da verilmiştir.



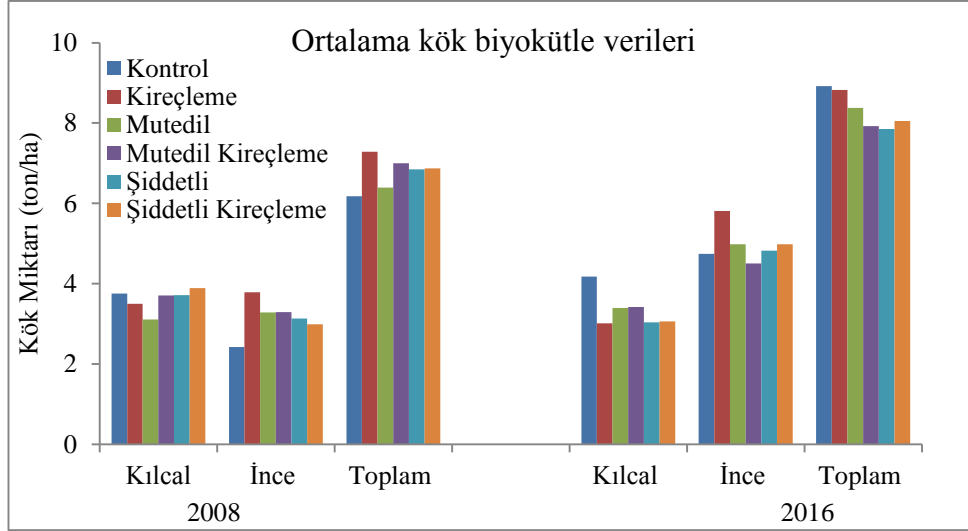
Şekil 6. 2008 ile 2016 yıllarındaki kılcal kök biyokütle miktarları



Şekil 7. 2008 ile 2016 yıllarındaki ince kök biyokütle miktarları



Şekil 8. 2008 ile 2016 yıllarındaki toplam (kılcal kök + ince kök) kök biyokütle miktarları



Şekil 9. 2008 ve 2016 yıllarındaki kök biyokütlesindeki değişim şeması

4.2 Toprak Reaksiyonu (pH)

2008 yılında yapılan kontrol, kireçleme, mutedil aralama, mutedil aralama + kireçleme, şiddetli aralama ve şiddetli aralama+ kireçleme denemeleri sonrasında 2016 yılında ölçülen toprak reaksiyonu değerlerinde bir azalma olmuştur. Toprakların asitliği artmıştır. Toprak reaksiyonu değişim değerleri Tablo 4.' de verilmiştir.

Tablo 4. Toprak Reaksiyonu Değişim Değerleri

Müdahale	Deneme Alanı Sayısı	Örnek Sayısı n	pH			
			2008	2016	Fark 2016-2008	Sig.
Kontrol	3	12	4.79	4.27	-0.53ns	0.198
Kireçleme	3	12	4.93	4.24	-0.69ns	0.036
Mutedil Aralama	3	12	5.00	4.42	-0.58ns	0.061
Mutedil Aralama +Kireçleme	3	12	4.94	4.04	-0.90**	0.008
Şiddetli Aralama	3	12	4.85	4.50	-0.35**	0.010
Şiddetli Aralama + Kireçleme	3	12	4.93	4.39	-0.54ns	0.122

***p< 0.001, ** p< 0.01, *p<0.05; ns: none significant

4.3 Toprak Tekstürü

Kontrol, kireçleme, mutedil aralama, mutedil aralama +kireçleme, şiddetli aralama, şiddetli aralama +kireçleme denemelerinin yapıldığı alanlarda toprak tekstüründe bir değişiklik olup olmadığı araştırılmıştır. Araştırma sonunda elde edilen bulgular Tablo 5.'te verilmiştir.

Tablo 5. 2008 – 2016 yılları arasında toprak tekstürü değerlerindeki değişim oranları

Müdahale	Yıllar	Deneme Alanı	n	Kum %	Toz %	Kil %
Kontrol	2008	3	12	91.04	2.32	6.64
	2016	3	12	90.16	2.25	7.59
	Fark			-0.87ns	-0.07ns	0.94ns
	Sig.			0.287	0.102	0.457
Kireçleme	2008	3	12	91.36	4.08	4.57
	2016	3	12	92.77	2.12	5.11
	Fark			1.42ns	-1.95ns	0.54ns
	Sig.			0.377	0.121	0.792
Mutedil Aralama	2008	3	12	89.72	2.55	7.73
	2016	3	12	89.23	2.52	8.24
	Fark			-0.49 ns	-0.02 ns	0.51 ns
	Sig.			0.253	0.972	0.475
Mutedil Aralama + Kireçleme	2008	3	12	90.72	2.93	6.36
	2016	3	12	88.77	4.06	7.18
	Fark			-1.95***	1.13ns	0.82ns
	Sig.			0.001	0.413	0.552
Şiddetli Aralama	2008	3	12	82.83	10.00	7.17
	2016	3	12	85.61	5.91	8.48
	Fark			2.78 ns	-4.09 ns	1.31 ns
	Sig.			0.142	0.741	0.207
Şiddetli Aralama + Kireçleme	2008	3	12	89.71	2.61	7.69
	2016	3	12	87.01	5.62	7.37
	Fark			-2.70*	3.02ns	-0.32ns
	Sig.			0.045	0.118	0.501

***p< 0.001, ** p< 0.01, *p<0.05; ns: none significant

4.4 Varyans Analizi (ANOVA)

Kılcal kök miktarı, ince kök miktarı, toplam kök miktarı, pH ve toprak tekstürü oranlarındaki değişim oranları hep birlikte varyans analizi (ANOVA) ile test edilmiştir. Test sonuçları Tablo 6.'da verilmiştir.

Tablo 6 da görüleceği üzere varyans analizleri (ANOVA) sonuçlarına göre mutedil aralama, şiddetli aralama ve kireçleme yapılan alanlardaki ince kök ve toplam kök miktarındaki değişim kontrol alanlarına göre anlamlı bir şekilde artmıştır. (P<0.05).

Kılcal kök miktarındaki artım ise anlamlı bulunmamıştır ($P>0.05$). Toprak reaksiyonu (pH) miktarındaki azalma oranları istatistiki olarak anlamlı bulunurken ($p<0.05$) ve toprak tekstürü (kum, kil, toz) oranlarındaki değişim oranları anlamlı bulunmamıştır ($P>0.05$).

Tablo 6. Bütün işlemlerin Varyans Analizi (ANOVA) Sonuçları

	Kök	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Kılcal kök ns	Between Groups	0.621	23	0.621	1.935	0.173
	Within Groups	10.917	120	0.321		
	Total	11.539	143			
İnce kök ***	Between Groups	29.976	23	29.976	63.463	0.000
	Within Groups	16.059	120	0.472		
	Total	46.035	143			
pH ***	Between Groups	3.219	23	3.219	113.882	0.000
	Within Groups	0.961	120	0.028		
	Total	4.180	143			
% Kum ns	Between Groups	0.822	23	0.822	0.079	0.781
	Within Groups	355.525	120	10.457		
	Total	356.347	143			
% Kil ns	Between Groups	0.988	23	0.988	0.150	0.701
	Within Groups	223.389	120	6.570		
	Total	224.377	143			
% Toz ns	Between Groups	3.611	23	3.611	1.290	0.264
	Within Groups	95.197	120	2.800		
	Total	98.808	143			

*** $p<0.001$, ** $p<0.01$, * $p<0.05$; ns: none significant

4.5 İklim Verileri ve Kök Gelişimi

Deneme alanlarının tesis edildiği yıl olan 2008 yılında araştırma alanında ortalama 10°C olan sıcaklık yıllara göre artarak 2016 yılında $12,8^{\circ}\text{C}$ 'ye ulaşmıştır. Sıcaklık değerleri 2008-2016 yılları arasında değişkenlik göstermişleridir. Ortalama sıcaklık 2010 yılında $13,6^{\circ}\text{C}$ ye ulaşmıştır. Diğer yıllarda ise 12°C den fazla ölçülmüştür (Tablo 2).

Toplam yağış miktarı ise sürekli artma eğilimi göstermiştir. Araştırma alanında 2008 yılında $2629,9\text{ mm/m}^2$ olan yağış miktarı 2015 ve 2016 yıllarında 3000 mm/m^2 nin üzerine çıkmıştır (Tablo 2).

2008 ile 2016 yılları arasında her yıl kök örnekleri alınmadığı için iklim verileri ile kök verileri arasında bir ilişki kurulamamıştır. Bitki büyümesi bakımından sıcaklığın artması olumlu karşılanırken, bitki beslenmesi bakımından yağış miktarının artması ile beraber topraktaki besin maddelerinin daha fazla yıkandığı düşünülmektedir.



5 TARTIŞMA

Dünyanın ısınması ile birlikte bir karbon yutağı olan ormanlarda biyokütle araştırmaları yapılmaya başlanmıştır. Ülkemizde de son yıllarda biyokütle ve biriken karbon değerleri üzerine çalışmaların yapılmaya başladığı görülmektedir. Ülkemizde tarım ve ormancılık sektöründe yapılan araştırmalar genellikle mevcut durumun tespitiye yöneliktir. Bu hususta yapılan çalışmaların çoğu, toprak üstü biyokütlenin tespitine yönelik olmasına rağmen toprak altı biyokütle çalışmaları sınırlı sayıdadır.

Ülkemiz ormancılık sektöründe yapılan toprak altı biyokütle çalışmalarının bazıları şunlardır. Özbayram (2006), üç farklı ortamdaki kök biyokütle miktarını araştırmıştır. Kavaklık, elma bahçesi ve çayırılık alandaki kök miktarlarını belirlemiştir. En fazla kök biyokütlesinin çayırılık alanlarda olduğunu tespit etmiştir. Zengin (2009), ise sarıçam meşcerelerinde güneşli ve gölgeli bakıdaki kalın kök miktarlarını karşılaştırmıştır. Güneşli bakılarda kalın kök biyokütlesinin daha fazla olduğunu tespit etmiştir. Tüfekçioğlu ve ark. (2004a), doğu ladini ve doğu kayın meşcerelerinde kök biyokütlesi ile ilgili temel çalışmalar yapmışlardır. Formüller geliştirmişlerdir. Yine Tüfekçioğlu ve ark. (2002b), yalancı akasyanın gölgeli ve güneşli bakılardaki kök biyokütlesini tespit etmişler ve güneşli bakılarda daha fazla kök birikimin olduğunu tespit etmişlerdir. Küçük (2006), ise genç karaçam meşcerelerinde yangın sonrası kök biyokütlesinin değişimini araştırmıştır. Yangın sonrasında kök biyokütlesinin azaldığını tespit etmiştir.

Kök araştırmalarında genellikle yetişme ortamı şartları iyileştikçe ince ve kılcal kök miktarlarında kontrol alanlarına göre önemli oranlarda azalmalar olduğu yapılan araştırmalar ile ortaya konmuştur. Yurt dışında yapılan bazı çalışmalardan da görüleceği üzere yetişme ortamı koşullarının zorlaştığı durumlarda ince kök biyokütlesi miktarında önemli oranlarda artışlar görülmüştür. Örneğin yüksek rakımlarda ince kök biyokütlesinin fazla olduğu (Soethe ve ark., 2004), verimliliğin az olduğu humus tabakasında mineral toprak yapısından daha fazla ince kök olduğu (Vanninen ve Makela, 1998), asidik verimsiz ve bazik verimli topraklarda da ince kök biyokütlesinin asidik verimsiz topraklarda daha fazla olduğu (Leuschner ve ark,

2004) bu hususta dikkat çeken çalışmalardır.

Aralama çalışmaları ile ortamdaki rekabet azaldığından dolayı genellikle kök biyokütlesi miktarı azalmaktadır. Nitekim Tüfekçioğlu ve ark. (2004b), yöreye yakın olan doğu kayını meşceresinde yapmış oldukları aralama ile 2 yıl içerisinde kök biyokütlesinin önemli derecede azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu araştırmanın temeli olan proje verilerine göre de ilk 2 yıl içerisinde kireçleme ve gübreleme yapılan alanlarda kontrol alanlarına göre önemli oranda azalmalar olduğu tespit edilmiştir (Güner ve Çelik, 2012). Yine başka bir çalışmada Göğüs yüzeyi miktarının %60 azaltıldığı genç *Pinus radiata* D. Don. meşcerelerinde bir yıl sonra ince kök oranının 1.38 den 0.55 ton/ha indiğini tespit etmiştir (Santantonio ve Santantonio, 1987). Ancak, Hwang ve ark. (2007) yapmış olduğu çalışmada olduğu gibi bazı aralama çalışmalarında ince kök biyokütlesi miktarlarında anlamlı azalmalar görülmüştür. *Larix leptolepis* ve *Pinus rigida* türünün her ikisinde aralamalardan 3 yıl sonra ölçülen ince kök biyokütle miktarlarını anlamlı bir şekilde artığı tespit edilmiştir (Hwang ve ark., 2007).

Gübreleme ile de yetiştirme ortamında iyileşme olacağı düşünüldüğünde ince ve kılcal kök biyokütlesi miktarında azalmalar olacağı beklenmektedir. Ancak yapılan gübreleme çalışmalarının bazılarında ince kök biyokütlesi artmış, bazılarında ise azalmıştır. Örneğin fosfor gübresi atılan *Pinus radiata* ağaçlandırma sahasında ince kök biyokütlesi artmıştır (Zerihum ve Montagu, 2004). Kireç atılan norveç ladininde (Persson ve Ahlstrom, 1990) ve *Larix leptolepis* türlerinde ince kök biyokütlesi azalırken *Pinus rigida* türünde iki yıl sonrasında artma olmuştur (Hwang ve ark, 2007). Bu araştırmanın bulguları değerlendirildiğinde 8 yıl içerisinde kök biyokütlesi miktarlarında önemli oranlarda artmalar olduğu tespit edilmiştir. 108 O 113 nolu TÜBİTAK projesinin verileri incelendiğinde 2 yılsonunda anlamlı oranlarda farklılık bulunmuş, kontrol alanlarına göre kireçleme yapılan ve aralama yapılan alanlarda anlamlı azalmalar görülmüştür (Güner ve Çelik, 2012). 2 yıllık sonuçlar Tüfekçioğlu ve ark. (2004b)'nin bulguları ile benzerlik arz etmektedir. 8 yıl sonra yapılmış olan ölçümlerde ise ince kök, kılcal kök ve toplam kök biyokütle miktarları önemli oranda artmışlardır. İnce kök biyokütlesi miktarındaki artım istatistiksel olarak kontrol alanlarına göre anlamlı bulunurken kılcal ve toplam biyokütledeki artım anlamlı bulunmamıştır.

Aralama ve kireçleme denemelerinde sekiz yıl içinde kum, toz ve kil oranlarında artma veya azalmalar olmuştur. Sadece mutedil aralama ve şiddetli aralama yapılan alanlarda kum miktarındaki azalmaları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo 5). Tüm işlemlerin birlikte ele alındığı varyans analizine göre ise aralama ve kireçlemenin kum, toz ve kil miktarına anlamlı bir etki yapmadığı anlaşılmıştır (Tablo 6) .

Toprak reaksiyonu değerleri incelendiğinde 8 yıl sonrasında bütün işlemlerde azalmanın anlamlı olduğu görülmüştür (Tablo 5). Bütün işlemlerin bir arada analiz edildiği varyans analizinde de benzer sonuçlara varılmıştır.



6 SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Genç bir doğu kayını meşçeresinde uygulanan mutedil aralama, şiddetli aralama ve kireçleme deneylerinin 8 yılda ince ve kılcal kök biyokütle miktarına etkilerinin araştırıldığı bu çalışma sonunda; 2008 yılından 2016 yılına kadar kontrol sahaları dahil olmak üzere yapılan bütün işlemlerde kök miktarı artmıştır. Yapılan korelasyon analizlerine göre mutedil aralama, şiddetli aralama ve kireçleme denemelerinde ince kök biyokütlesi miktarının (2-5 mm) kontrol alanlarına göre anlamlı ($p<0.001$) bir şekilde arttığı anlaşılmıştır. Kılcal kök biyokütlesinin (0-2mm) ve toplam ince ve kılcal kök biyokütlesi (0-5 mm) miktarının artımı kontrol alanlarına göre anlamlı bulunmamıştır.

Mutedil aralama, şiddetli aralama ve kireçleme denemelerini toprak reaksiyonu (pH) ve toprak tekstür değerlerine etkileri alındığında 2008 ile 2016 yıllarında toprak reaksiyonu (pH) azalmıştır. Ancak bu azalma kireçleme mutedil aralama ve şiddetli aralama ile birlikte kireçleme yapılan alanlarda anlamlı olmamıştır. Mutedil aralama ve kireçleme yapılan alanlar ile Şiddetli aralama yapılan alanlardaki azalma istatistiksel olarak kontrol alanlarına göre anlamlı ($p<0.01$) bulunmuştur (Tablo4). İşlemlerin kontrol alanlarına göre tekstür değerlerindeki değişimi yapılan korelasyon analizlerine göre anlamlı bulunmamıştır.

Alanların müdahale şekli ve yıllar itibari ile kök biyokütlesi miktarlarının ve toprak özelliklerinin birlikte karşılaştırıldığı Varyans (One-Way ANOVA) analizi sonuçlarına göre müdahale şekli ile kök biyokütlesi (kılcal kök, ince kök ve toplam kök) miktarlarındaki değişim arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. Müdahale şekli ile toprak özellikleri karşılaştırıldığında toprak reaksiyonu hariç diğer kum, kil ve toz miktarları arasında anlamlı farklılık göstermektedir.

Yıllar itibari ile alanların kök biyokütleri ve toprak özellikleri karşılaştırıldığında, kılcal kök miktarı yıllara göre anlamlı bir farklılık göstermezken, ince kök ve toplam kök miktarında pozitif yönde anlamlı derecede farklılıklar görülmektedir. Toprak özellikleri bakımından karşılaştırıldığında toprak reaksiyonu (pH) anlamlı derecede

farklılık gösterirken diğer toprak özellikleri (kum, kil ve toz) bakımından anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

Bu yüksek lisans tezinin temeli olan 108 O 113 nolu TÜBİTAK projesinin verilerine göre kireçleme ve aralama yapılan deneme alanlarında ilk iki yıl ince ve kılcal kök biyokütlesi miktarlarında azalmalar olmuştur. Sekiz yıl sonra ise toplam ince ve kılcal biyokütle miktarında artımlar olmuş ve ancak bu artım değerleri anlamlı bir farklılık göstermemektedir. Bu durum alanda tekrar kök rekabetinin arttığını göstermektedir. Alanda 8-10 yılda bir aralama yapılması mümkünse bu çalışmaların kireç atılarak desteklenmesi önerilmektedir



KAYNAKLAR

- Acaroğlu, M., 2008. Türkiye’de biyokütle-biyoetanol ve biyomotorin kaynakları ve biyoyakıt enerjisinin geleceği, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu (UTES’2008), İstanbul, 17-19 Aralık 2008, s.351-362,
- Akgül, M., Güler, C. ve Çetin, N.S., 2001. Enerji kaynağı olarak lignoselülozik maddelerden yararlanma. IV Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, İzmir, s.571-580.
- Akman Y., 1995. Türkiye orman vejetasyonu. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi, Ankara, 450 s.
- Anonim, 2015. Türkiye Orman Varlığı, OGM, Ankara.
- Ata, C., 1995. Silvikültür Tekniği, ZKÜ Orman Fak. Yayını, Bartın, 465 s.
- Avolio, S. ve Bernardini, V., 2007. Results of thinning trials for artificial stands of Calabrian pine. *Annali Dell’istituto Sperimentale Per La Selvicoltura*, 35: 51-60.
- Bolte, A., Rahmann, T., Kuhr, M., Pogoda, P., Murach, D. ve Gadow, K., 2004. Relationships between tree dimension and coarse root biomass in mixed stands of European beech (*Fagus sylvatica* L.) and Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.). *Journal of Plant and Soil*, 264:1-11.
- Casper, B. B. ve Jackson R. B., 1997. Plant competition underground. *Annual review of ecology and systematics*, 28(1): 545-570.
- Clemensson-Lindell, A. ve Persson, H., 1993. Long-term effects of liming on the fine-root standing crop of *Picea abies* and *Pinus sylvestris* in relation to chemical changes in the soil. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 8(1-4): 384-394.
- Çelik, N., 2006. Kireç Makalelerinin Özeti. Eskişehir, 44 s.
- Çoban, A., 2004. Ganos Dağlarındaki Kayın Kalıntıları ve Yeni Bitki Türleri, *Türk*
- Deans, J.D., 1981. Dynamics of coarse root production in a young plantation of *Picea sitchensis*. *Forestry*, 54(2):139-155.
- Fox, T.R., Allen, H.L., Albaugh, T.J, Rubilar, R. ve Carlson, C. A., 2006. Forest fertilization in southern pine plantations. *Better Crops* 90 (3):12-15.
- Genç, M., 2007. Orman bakımı: asli orman ağacı türlerimizin saf ve karışık meşcerelerinin bakımı. TC Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta 244 s.

- Grier, C. C., Vogt, K.A., Keyes, M.R., ve Edmonds, R.L. 1981. Biomass distribution and above-and below-ground production in young and mature *Abies amabilis* zone ecosystems of the Washington Cascades. *Canadian Journal of Forest Research*, 11(1): 155-167.
- Gülçur, F., 1974. Toprağın fiziksel ve kimyasal analiz metotları, İ. Ü. Orman Fakültesi Yayın. No: 201, Kurtuluş Matbaası, İstanbul, 112 s
- Güner, S., Çelik, N. 2012. Genç doğu kayını (*Fagus orientalis* lipsky) meşcerelerinde aralama kesimleri, kireçleme ve kireçleme+gübrelemenin odun üretimi, bazı toprak özellikleri, biyokütle, ve karbon depolama üzerine etkileri, TUBİTAK 108O113 Nolu Projesi Final Raporu, Artvin, 233 s.
- Güner, S., Tüfekçioğlu, A., Duman, A. ve Küçük, M., 2010. Murgul yalancı akasya ağaçlandırmalarının ve bitişindeki otlak alanlarının toprak üstü biyokütle, kök kütlesi, kök üretimi ve karbon depolama yönlerinden karşılaştırılması, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi Artvin, s. 1045-1055.
- Haripriya, G.S. 2002. Biomass carbon of truncated diameter classes in Indian forests. *Forest Ecology and Management*, 168(1): 1-13.
- Hashimoto, T., Kojima, K., Tange, T. ve Sasaki, S., 2000. Changes in carbon storage in fallow forests in the tropical lowlands of Borneo, *Forest Ecology and Management*, 126:331-337.
- Helmisaari, H., Derome, J., Nöjd, P. ve Kukkola, M. 2007. Fine root biomass in relation to site and stand characteristics in Norway spruce and Scots pine stands. *Tree Physiology*, 27(10): 1493-1504.
- Hwang, J., Son, Y., Kim, C., Yi, M.J., Kim, Z.S., Lee, W.K. ve Hong, S.K., 2007. Fine root dynamics in thinned and limed pitch pine and Japanese larch plantations. *Journal of plant nutrition*, 30(11):1821-1839.
- Keyes, Michael R., ve Charles C. Grier., 1983. Above-and below-ground net production in 40-year-old Douglas-fir stands on low and high productivity sites. *Canadian Journal of Forest Research* 11(3): 599-605.
- Kırış, K., 2009. Gümüşhane Torul yöresi saf sarıçam meşcerelerindeki kalın kök kütlesi değişiminin ve bazı toprak özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Koçer, N. N., & Ünlü, A. 2007. Doğu Anadolu bölgesinin biyokütle potansiyeli ve Enerji Üretimi. *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*, 175-181.
- Küçük, M., 2006. Genç karaçam meşcerelerinde yangının toprak solunumu, kök kütlesi ve toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Leuschner, C., Hertel, D., Schmid, I., Koch, O., Muhs, A., ve Hölscher, D., 2004. Stand fine root biomass and fine root morphology in old-growth beech forests as a function of precipitation and soil fertility. *Plant and*

Soil, 258(1): 43-56.

Lilienfein, J., Wilcke, W., Zimmermann, R., Gerstberger, P., Araújo, G. M., ve Zech, W., 2001. Nutrient storage in soil and biomass of native Brazilian Cerrado. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 164(5):487-495.

Meyer H, Aksoy H. 1998. Türkiye ormanları. Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bolu, 291s.

Mısır, M., Mısır, N., Ülker C., N. ve Erkut S., 2013 Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Eğitim ve Araştırma Ormanının Saf Kayın Meşcerelerinin Karbon Depolama Miktarının Belirlenmesi, Bilimsel Araştırma Projesi, Trabzon.

Nyland, R.D., 2016. Silviculture Concept and Application, 2nd Ed, Waveland Press, Illinois, 680 s.

Özbayram A. K. 2006. Farklı arazi kullanımlarının toprak solunumuna olası etkilerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.

Park, B.B., Yanai, R.D., Vadeboncoeur, M.A., ve Hamburg, S.P., 2007. Estimating root biomass in rocky soils using pits, cores, and allometric equations. *Soil Science Society of America Journal*, 71(1): 206-213.

Persson, H. ve Ahlström, K. 1990. The effects of forest liming on fertilization on fine-root growth. *Water, Air, and Soil Pollution*, 54(3):365-375.

Santantonio, D., ve Santantonio, E., 1987. Effect of thinning on production and mortality of fine roots in a *Pinus radiata* plantation on a fertile site in New Zealand. *Canadian Journal of Forest Research*, 17(8): 919-928.

Saraçoğlu, N., 1997. Bir enerji kaynağı olarak orman biyokütlesi, *Ekoloji*, 22: 9-13.

Sivrikaya, F. ve Bozali, N., 2012. Karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi: Türkoğlu planlama birimi örneği. *Uluslararası Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 14(21): 69-76.

Smith, D.M., Larson, B.C., Kelty, M.J. ve Asthon, P., 1997. The practice of silviculture: applied forest ecology (9th Ed). John Wiley and Sons Press, New York 537 s.

Soethe, N., Lehmann, J., ve Engels, C., 2004. Predicting coarse root biomass from branching patterns of native tree species in a tropical mountain forest in south ecuador. In *4th International Workshop on Functional-Structural Plant Models, short presentations-session* s. 7-11

Taylor, A. E., 2005. Quantifying the coarse root biomass of intensively managed loblolly pine plantations. Yüksek Lisans Tezi, North Carolina State University.

- Tufekcioglu, A. Guner, S. and Tilki, F. 2004b. Thinning effects on production, root biomass and soil properties in a young oriental beech stand in Artvin, Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 26: 1-5
- Tufekcioglu, A., Güner, S., Küçük, M., 2004a. Root biomass and carbon storage in oriental spruce and beech stands in Artvin, in Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 25 (3): 317-20.
- Tufekçiöğlu, A., Güner, S., Altun, L., Kalay, H. Z., Yener, İ., 2002a. Kayın ve Ladin meşcerelerinde ince ve kılcal kök biyokütellerinin karşılaştırması, II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Artvin, s.746-751.
- Tufekçiöğlu, A., Yüksek, T. ve Kalay, H. Z., 2002b. Gümüşhane ili Torul ilçesi yalancı akasya ağaçlandırmalarının biyokütle ve bazı toprak özellikleri yönünden incelenmesi. *Gümüşhane ve Yöresinin Kalkınması Sempozyumu*, 23-25.
- Vance, E.D., ve Nadkarni, N.M., 1992. Root biomass distribution in a moist tropical montane forest. *Plant and Soil*, 142(1): 31-39.
- Vanninen, P. ve Mäkelä, A. 1999. Fine root biomass of Scots pine stands differing in age and soil fertility in southern Finland. *Tree physiology*, 19, 823-830.
- Vanninen, P., Yitalo, H., Sievanen, R. And Makela A., 1995. Effects of age and site quality on the distribution of biomass in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *J. Trees-Struc. Funct.*, 10, 231-238.
- Woodwell, G.M., Whittaker, R.H., Reiners, W.A., Likens, G.E., Delwiche, C.C. ve Botkin, D.B., 1978. The biota and the world carbon budge. *Science*, 199: 141-146
- Yavuz, H., Mısıır, N., Mısıır, M., Tufekçiöğlu, A., Karahalil, U. ve Küçük, M., 2010. Karadeniz Bölgesi Saf ve Karışık Sarıçam (*Pinus slyvestris* L.) Meşcereleri İçin Mekanistik Büyüme Modellerinin Geliştirilmesi, Biyokütle ve Karbon depolama Miktarlarının Belirlenmesi, TÜBİTAK Projesi, Trabzon.
- Yorgun, S., Şensöz., S., Şölener, M., 2001. Biyokütle enerjisi potansiyeli ve değerlendirme çalışmaları. *Uzman Enerji*, 8:44-48.
- Zengin O., 2009. Giresun İli Alucra yöresi saf ve karışık sarıçam meşcerelerinde kalın kök kütlelerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Zerihun, A. ve Montagu, K.D., 2004. Belowground to aboveground biomass ratio and vertical root distribution responses of mature *Pinus radiata* stands to phosphorus fertilization at planting. *Canadian journal of forest research*, 34(9): 1883-1894.

ÖZGEÇMİŞ

Fotoğraf

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ERKELEŞ FATİH
Uyruğu : T.C
Doğum tarihi ve yeri : 15.05.1991-HOPA
Medeni hali : BEKAR
Yabancı Dili : İNGİLİZCE
Telefon : 0536 470 41 25
Faks :
e-posta : f_08_erkeles@hotmail.com

Eğitim

Derece

Eğitim Birimi

Mezuniyet Tarihi

Lisans

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ

2014