

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

**GİRESUN İLİ ALUCRA YÖRESİ SAF VE KARIŞIK SARIÇAM  
MEŞÇERELERİN DE KALIN KÖK KÜTLESİNİN BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Onur ZENGİN**

**Artvin-2010**

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

**GİRESUN İLİ ALUCRA YÖRESİ SAF VE KARIŞIK SARIÇAM  
MEŞÇERELERİN DE KALIN KÖK KÜTLESİNİN BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Onur ZENGİN**

**Danışman  
Doç.Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU**

**Artvin-2010**

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

GİRESUN İLİ ALUCRA YÖRESİ SAF VE KARIŞIK SARIÇAM  
MEŞCERELERİN DE KALIN KÖK KÜTLESİNİN BELİRLENMESİ

Nuray ZENGİN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 08/01/2010

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 22/02/2010

Tez Danışmanı: Doç Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU

Jüri Üyesi : Prof. Dr. LOKMAN ALTUN

Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr. Bülent TURGUT

ONAY:

Bu Yüksek Lisans Tezi, AÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından 22/02/2010 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .... / .... / ..... tarih ve ..... sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

..... / ..... / .....

Yrd. Doç. Dr. Atakan ÖZTÜRK

Enstitü Müdürü

## ÖNSÖZ

“Giresun ili, Alucra Yöresi Saf ve karışık Sarıçam Meşçerelerinin Kalın Kök Kütlesinin Belirlenmesi ” adlı bu çalışma Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Öncelikle yüksek lisans tez konumun belirlenmesi, çalışmalarımın yürütülmesi ve çalışmamın bitirilmesine kadar her aşamada bana yol gösteren, deneyimi, bilgisi ve katkılarıyla çalışmalarımı şekil, içerik ve kaynak olarak yönlendiren ve her konuda destek olan, tez danışmanım Sayın Hocam Doç. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU’ na sonsuz şükranlarımı sunarım.

Çalışma aşamasının en zor kısımlarından biri olan analiz kısmında bize laboratuvar olanaklarını sağlayan ve imkanlarından faydalandıran Sayın Hocam Prof. Dr. Lokman ALTUN’a teşekkür ederim.

Laboratuvar çalışmalarında beni bilgilendiren, yönlendiren ve yardımcı olan Arş. Gör. Orman Yüksek Mühendisi Mehmet KÜÇÜK’e teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarında desteğini bizden esirgemeyen, Espiye Orman İşletme Müdürü, Sayın Zafer TOZLU’ya teşekkür ederim.

Ayrıca tezimin başından ve yazım aşamasına kadar yanımda olan ve desteğini hiç esirgemeyen sevgili eşim, Orman Mühendisi Nuray ZENGİN’e sonsuz teşekkür ederim. Bu çalışmamın ülkemiz ormancılığına ve araştırmacılara yardımcı olmasını dilerim.

Onur ZENGİN

Artvin-2010

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>I</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>II</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>IV</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>V</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	<b>VI</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>VII</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. LİTERATÜR ÖZETİ</b> .....	<b>6</b>
2.1.Konuyla İlgili Türkiye’de Yapılan Çalışmalar .....	6
2.2.Konuyla İlgili Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar .....	7
<b>3. ARAŞTIRMA ALANININ GENEL TANITIMI</b> .....	<b>12</b>
3.1. Coğrafi Konum .....	12
3.2. İklim .....	13
3.3. Araştırma Alanının Bitki Örtüsü Yönünden Durumu .....	14
3.4. Jeolojik Yapı .....	15
<b>4. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>16</b>
4.1. Materyal .....	16
4.2. Yöntem.....	17
4.2.1. Hazırlık Aşamasında Yapılan Çalışmalar .....	17
4.2.2. Arazi Aşamasında Yapılan Çalışmalar .....	18
4.2.2.1. Kök Örnekleme Yöntemi .....	18
4.2.2.2. Meşçere Özelliklerinin Belirlenmesi.....	20
4.2.3. Deneylikte Yapılan Çalışmalar .....	20
4.2.3.1. Kök Örneklerinin Analize Hazırlanması.....	20
4.2.4. Değerlendirme (Büro) Aşamasında Yapılan Çalışmalar.....	22
<b>5. BULGULAR</b> .....	<b>23</b>
5.1.Bitki Örtüsüne ve Derinlik Kademesine Ait Bulgular .....	23
5.2.Yaş Sınıflarına Göre Kalın Kök Kütlesine Ait Bulgular .....	24

5.3. Bonitet Sınıfına Ait Bulgular .....	25
5.4. Bakıya Göre Kalın Kök Kütlesine Ait Bulgular .....	26
5.5. Toprak Üstü Servete İlişkin Bulgular. ....	27
<b>6. TARTIŞMA .....</b>	<b>30</b>
6.1. Kök Kütlesine İlişkin Tartışma .....	30
6.1.1. Kök Kütlesinin Bitki Örtüsüne ve Derinlik Kademelerine Göre Değişimine İlişkin Tartışma .....	30
6.1.2. Yaş Sınıflarına Göre Kalın Kök Kütlesinin Değişimine İlişkin Tartışma .....	30
6.1.3. Bonitet Göre Kalın Kök Kütlesinin Değişimine İlişkin Tartışma.....	31
6.1.4. Bakıya Göre Kalın Kök Kütlesine Ait Tartışma .....	31
6.1.5. Yaş Sınıfları ve Servet Arasındaki İlişkin Tartışma .....	32
<b>7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>33</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>35</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>40</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>42</b>

## ÖZET

Bu çalışmada, Giresun ili Alucra yöresi saf ve karışık sarıçam meşcerelerinde kalın kök (çapı>5 mm) kütlesi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla Giresun Orman Bölge Müdürlüğü, Espiye Orman İşletme Müdürlüğü, Tohumluk ve Esenli Şefliği sınırları içerisinde 2. (20-40 yıl) yaş sınıfindan 9, 3.(40-60 yıl) yaş sınıfindan 11, 4. (60-80 yıl) yaş sınıfindan 9 ve 5. (80-100 yıl) yaş sınıfindan 16 olmak üzere rasgele yöntemle toplam 45 adet deneme alanı seçilmiştir. Seçilen bu deneme alanlarında kalın kök kütlesi, çeşitli meşcere özellikleri ve bazı toprak özelliklerinin değişimi incelenmiştir.

Kalın kök kütlesinin belirlenmesi amacıyla 80x180 cm boyutlarında kök çukurlarından dört derinlik kademesinden(0-15 cm, 15-30 cm,30-60 cm ve 60-90 cm) kalın kök (çapı>5 mm) örnekleri alınmıştır. Meşcere özelliklerinin belirlenmesi için deneme alanlarındaki tüm ağaçların orta çapı ve yaşı ölçülmüş, servetleri ve meşcere bonitetleri belirlenmiştir. Ayrıca her bir örnek alana ilişkin yükselti, eğim, bakı ve deneme alanı koordinatları belirlenmiştir.

Yapılan analizler sonucunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde derinlik arttıkça kalın kök kütlesinin azaldığı, yaş arttıkça kalın kök kütlesinin arttığı tespit edilmiştir. Bonitet sınıfında çoktan aza doğru kalın kök kütlesi (Kg/ha) 2,3 ve 1 şeklinde sıralanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yaş sınıfı, kalın kök kütlesi, bonitet sınıfı, sarıçam, Giresun.

## SUMMARY

### COARSE ROOT BIOMASS PROPERTIES IN SCOTCH PINE STANDS OF ALUCRA, GİRESUN

In this study, coarse root biomass (>5 mm) of pure *Pinus sylvestris* stands were investigated in Tohumluk, Esenli mountains, Giresun, Turkey. A total of 45 sampling plots of which 9 belongs to site index II, 11 belongs to site index III, 9 belongs to site index IV and 16 belongs to site index V, were taken to determine coarse root biomass in the study area.

Purposes of determining the mass of thick roots in the root hole the size of 80x180 cm from four depth levels (0-15 cm, 15-30 cm, 30-60 cm and 60-90 cm) thick roots (diameter > 5 mm) samples were obtained. For determination of the experimental area features measure all the trees in the middle of the measured diameter and age, wealth, and measure bonitetleri been identified. In addition, each instance relating to the field elevation, slope, cared for and coordinates field trials have been identified.

Our results indicate that coarse root biomass decreased with soil and increased with stand age. The greatest coarse root biomass were found in site index II and followed by I and III. In terms of root diameter size classes,

**Key Words:** Stand age, coarse root biomass, site index, *Pinus sylvestris*, Giresun.



## TABLolar DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Tablo 1. Şebinkarahisar meteoroloji istasyonuna ait bazı meteorolojik değerler .....	13
Tablo 2. Derinlik kademesine göre bitki örtülerindeki kök kütlesi değişimi değerleri .....	23
Tablo 3. Yaş sınıflarına göre kalın kök kütlesi değerleri .....	25
Tablo 4. Bonitet sınıflarına göre ortalama kalın kök kütlesi değerleri .....	26
Tablo 5. Bakılara ait kalın kök kütlesi değerleri .....	27
Tablo 6. Deneme alanlarının toprak üstü servet değerleri .....	28

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Şekil 1. Araştırma alanının konumu .....	12
Şekil 2. Walter yöntemine göre araştırma alanının su blançosu .....	14
Şekil 3. Arazi çalışmalarında açılmış olan bir toprak profili .....	19
Şekil 4. Deneylikte kalın köklerin kese kâğıdına yerleştirilmesi.....	21
Şekil 5. Kese kâğıtlarına yerleştirilmiş olan köklerin kurutma fırınlarında kurutulması .....	21
Şekil 6. Derinlik kademesine göre bitki örtülerindeki kök kütlesi değişimi grafiği .	24
Şekil 7. Yaş sınıflarına göre kalın kök kütlesi değişimi grafiği.....	25
Şekil 8. Bonitet sınıflarına göre kalın kök kütlesi değişimi grafiği .....	26
Şekil 9. Bakılara ait kalın kök kütlesi değerleri değişim grafiği.....	27
Şekil 10. Bonitete ait ortalama toprak üstü servetin değişim grafiği .....	29
Şekil 11. Yaş sınıflarına ait ortalama toprak üstü servetin değişim grafiği .....	29

## 1.GİRİŞ

Biyokütle veya biyolojik kütle, genellikle birim alandaki fotosentez yaparak büyüyen ve gelişen bitkisel organizmaların, bir kütle olarak düşünülmesini ifade eden bir tanımdır. Ormancılıkta ise biyokütle tanımından belirli bir büyüklükteki orman alanındaki ağaç ve ağaçcık topluluklarının toplam miktarı anlaşılır. Birim alandaki biyokütle yaş veya fırın kurusu ağırlık olarak (kg veya ton) ifade edilir.

Rutubet miktarı ağaç türüne, yetişme ortamına, kesim zamanına iklim koşullarına vb. bağlıdır. Ayrıca ağaç içerisinde gövdenin boyuna kesitinde alt bölümünden üst bölümüne ve yatay kesitinde farklılıklar gösterir. Rutubet farklılıkları ilkbahar ve yaz odunu ile dal odunu ve öz odunu arasında da gözlenir. Bu nedenlerden dolayı kuru ağırlık değerleri, yaş ağırlık değerlerine kıyasla tercih edilmekte ve uygulamada daha çok kullanılmaktadır (Saraçoğlu,1992).

Geçmiş dönemlerde biyokütle çalışmalarının asıl amacı, petrol ve doğal gaz gibi yenilenemeyen kaynakların yerine, yenilenebilir enerji kaynaklarının ikamesi konularında çeşitli veriler türetilmesi olmuştur (Alemdağ, 1981). Yani biyokütle konusundaki ilk yaklaşımlar enerji perspektifli olmuştur. Orman yeşil kütlesi ile güneş enerjisini tutup depoladığı için en göze batan yenilenebilir doğal enerji kaynaklarından birisidir.

Biyokütle aynı zamanda organik karbon olarak da kabul edilebilir. Dünyada küresel ısınmaya neden olan sera gazları arasında en önemli etkiye sahip olan CO<sub>2</sub>, karbon havuzu olarak nitelendirilen altı karasal ekosistemden biri olan orman ekosistemi içerisinde fotosentez yolu ile depolanmaktadır. Fotosentez yolu ile enerji kaynağı olan bitkisel maddeler sentezlenirken, atmosferden CO<sub>2</sub> alınıp atmosfere canlıların yaşamı için O<sub>2</sub> verilmektedir. Biyokütlenin yakılması sonucu ortaya çıkan CO<sub>2</sub> daha önce bu maddelerin oluşma esnasında atmosferden alındığından, çevre CO<sub>2</sub> salınımı açısından korunmuş olmaktadır. Günümüzde biyokütle çalışmalarına artık yenilenebilir enerji ve çevre koruma perspektiflerinden bakılmaktadır. Biyokütle

çalışmalarından orman ekosistemleri tarafından tutulan CO<sub>2</sub> miktarlarının belirlenmesi çalışmalarında yaygın olarak yararlanılmaktadır.

Küresel ısınmanın engellenmesinin en önemli çözüm yollarından biri havadaki serbest CO<sub>2</sub> gazının azaltılmasıdır. Havadaki CO<sub>2</sub> gazının azaltılmasının en uygun yollarından biride ağaçlandırma çalışmaları yolu ile gerçekleştirilebilir. Fakat bu durumda ne kadar ağaçlandırma yapılması gerektiği sorusu akla gelmektedir. İşte bunun gerçekleşmesi için mevcut olan bitkisel kütle depolayıcıları, yani bitkisel kütlelerin mevcudiyetinin bilinmesi gerekmektedir. Bu bilindiği taktir de ne kadar ağaçlandırma yapılması gerektiği sorusu daha net bir şekilde cevaplanabilecektir. Bahsedildiği gibi daha önce yapılan çalışmalarda (Saraçoğlu,1998) belirlenmiş olan torak üstü ağaç bitkisel kütesine ek olarak kök kütesinin de belirlenmesi ile bu çözüme katkı sağlamış olur. Ayrıca biyogaz ve enerji üretimi konusunda önem kazanan bitkisel kütlelerin kayda değer bir kısmını oluşturan kök kütesinin belirlenmesi önem kazanmış durumdadır ( Kırış, 2009).

Ülkemizde yapılan ormancılık ile ilgili bazı çalışmalarda; kök çalışmalarının zor ve zaman alıcı olması, kök konusu ile ilgili bilgi yetersizliği ve kolay olması nedeniyle daha çok toprak üstü bitkisel kütle çalışmaları yapılmıştır (Tüfekçioğlu ve ark.,2002). Ancak bilinmektedir ki, karbon depolama konusuna ağacın toprak üstü kısımları katkı yaptığı gibi, toprak altı kök kısmı da katkı yapmaktadır. Böylece bu eksikliğin giderilmesi ve bir ağacın toprak üstü ve toprak altı organları ile birlikte toplam ne kadar karbon depoladığının belirlenebilmesi için toprak altı kök kütesinin de bilinmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Mevcut çam türleri içerisinde en geniş coğrafi yayılışa sahip olan sarıçam, Avrupa ve Asya'da takriben 3700 km eninde ve 14700 km. uzunluğunda (37<sup>0</sup>-70<sup>0</sup> N ve 7<sup>0</sup>-137<sup>0</sup> E) çok geniş doğal yayılış alanına sahiptir. Yurdumuzda Eskişehir Yeşildağ'dan başlayıp doğuya doğru Kuzey Anadolu'nun yüksek kesimlerini kaplayarak Sarıkamış üzerinden Kafkas'lara geçen sarıçam, 38<sup>0</sup> 34' -41<sup>0</sup> 48' kuzey enlemleri (Pınarbaşı-Ayrancık hattı) ile 28<sup>0</sup>00' -43<sup>0</sup>05'(Orhaneli- Kağızman hattı) doğu boylamlar arsında yayılışa sahiptir. Karadeniz Bölgesinde Of, Sürmene dolaylarında deniz kıyısına inen sarıçam; Artvin, Rize çevresinde doğu ladini ile karışık orman kurarak 2100 metreye kadar çıkmaktadır. Zigana dağlarında, Gümüşhane, Giresun dolaylarında 100-2400m

arasında saf yada karışık; Amasya, Sinop, Ayrançık, İnebolu, Boyabat, Tosya ve Kastamonu dolaylarında, Ilgaz dağlarında; Bolu yöresinde Seben, Koroğlu ve Abant çevresi ormanlarında saf yada göknar ve kayınla karışık durumda 700-2000 m. yüksekliklerde geniş bir yayılma gösterir ( Anonim, 1994) .

Ülkemizde geniş alanlarda yayılış gösteren sarıçam ağaç türünün bitkisel kütlelerinin ve buna bağlı karbon depolama kapasitesinin belirlenmesiyle çağımızı olumsuz etkileyen ve önem arz eden küresel ısınma ve benzer olumsuz etkilerin ortadan kalkmasında kullanılabilecek veriler elde edilecektir.

Bitki türlerinin karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi için yalnızca toprak üstü kütlelerinin belirlenmesi net olmayacaktır. Bunun yanında toprak altı kütlelerinin de bilinmesi gerçeğe yakın bir değer oluşturur. Ülkemizde geniş yayılış gösteren sarıçamında toprak altı kök kütlelerinin belirlenmesi ile toplam karbon depolama kapasitesinin belirlenmesinde net sonucunu ortaya koymakta yardımcı olacaktır. Böylece geniş alanda yayılış gösteren sarıçam türünün karbon depolamasında büyük katkı sağlayacağı gerçektir.

Ormancılık açısından bitkisel kütle, belirli büyüklükte bir orman alanında, ağaç ve ağaççık topluluğunun ağırlık (kg,ton/ha) olarak tanımlanmasıdır. Ağırlığın fırın kurusu ağırlık olarak belirlenmesi daha anlamlı bir değerlendirme niteliği taşımaktadır (Saraçoğlu, 1997). Orman bitkisel kütleleri, orman ürünü olarak ormanın şimdiki kapasitesini ve büyümesini belirten uzun süreli işletmeciliğin sağlanması için bilinmesi gereken bir terimdir.

Bitkisel kütle, fotosentez ile depo edilmiş güneş enerjisi olarak çeşitli tür ve biçimde (yakma, biyogaz üretimi, fermantasyon, pyroliz, bitkisel yağlar v.b.) kullanım enerjisine dönüştürülebilir. Uygun teknolojik olanakların sağlanması ile tüm ağacın hasat edilmesi sonucu gövde odunu, dallar, ibreler/yapraklar ve gereğinde kütük ve köklerden oluşan bitkisel kütlelerin endüstriyel değerlendirilmesi söz konusu olabilmektedir. Orman biyokütlesi terimi, bir orman ekosistemi içerisindeki yaşayan organizmaların miktarını kütle olarak açıklamaktadır. Fakat uygulama amaçları için bu terim özellikle ağaç ve ağaççıkların yaşayan odunsu madde bileşenlerini içermemektedir (Saraçoğlu, 1997) .

Bitkisel kütle çalışmalarının ekosistemlerdeki madde dolaşımının ve ekosistem dinamiklerinin anlaşılmasından çok önemli olduğu bilimsel çalışmalarla ortaya konulmuştur (Tüfekçioğlu ve ark., 2002). Bitkisel kütle toprak altı ve toprak üstü olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Toprak üstü ve toprak altı bitkisel kütlelerin tarım, orman ve çayır ekosistemlerinden faydalanmanın planlanmasında göz önünde bulundurulması gereken önemli değişkenlerden biri olduğu bilinmektedir. Çoğu bitkisel kütle ile ilgili çalışmalarda, çalışma kolaylığı açısından, daha çok toprak üstü bitkisel kütle çalışmalarına gidilmiştir. Tüfekçioğlu ve ark. (2002), Casper ve Jakson (1997)'a atfen, toprak üstünde bitkilerin sadece ışık için rekabet ettiğini, toprak altında ise su ve 20 ye yakın bitki besin elementi için rekabet halinde olduğunu bildirmiştir. Bu nedenle bitkilerin büyümesi üzerine toprak altı elementlerin etkisi toprak üstü elementlerden daha çok olmaktadır.

Tüfekçioğlu (2002), Okatan (1986) ve Saraçoğlu (1992)'na atfen ülkemizde gerek çayır ve gerekse orman ekosistemlerinde toprak üstü bitkisel kütle ile ilgili çalışmaların mevcut olduğunu ancak toprak altı bitkisel kütleyle dönük çalışmanın olmadığını bildirmektedir. Bunda köklerle ilgili çalışmaların zor ve çok zaman alıcı olması büyük etkindir. Tüfekçioğlu ve ark. (2002) Kantarcı (1973)'e atfen ülkemizde orman ağaçlarının kök profillerinin açılmasıyla ilgili makalesinde kök derinliğinin toprak türü, toprak geçirgenliği ve taban suyu ile yakından ilgili olduğu belirtilmektedir.

Kök kütlesi, orman ekosistemlerinde madde dolaşımını anlamada yararlı bilgiler sunan önemli bileşenlerdendir. Kök kütlesi toprak altındaki canlı bitkisel aksamda biriktirilen besin maddeleri hakkında bilgi sunmaktadır. Bitkisel kütle çalışmaları tarım, orman ve çayır ekosistemlerinden faydalanmanın planlanmasında göz önünde bulundurulması gereken önemli değişkenlerden biridir (Tüfekçioğlu ve ark., 2005a).

Ülkemizde kök kütlesi çalışmaları oldukça sınırlıdır. Tüfekçioğlu ve ark. (2005a), orman, çayır ve tarım ekosistemlerinde kök kütlesi konusunda çeşitli çalışmalar yapmıştır. Ancak bu çalışmalar daha çok demir boru yöntemi ile ince ve kılcal kök (kök çapı <5 mm) konularına yoğunlaşmıştır.

Çalışmanın amacı; Giresun İli Alucra İlçesi Tohumluk Köyü ve Çakrak Köyü saf ve karışık sarıçam meşcerelerinde kalın kök kütlelerinin, yaş sınıflarına, derinlik

kademelerine, toprak üstü servete, bonitete, bakı ve yükseltiye göre değişimini belirlemektir. Yedi kısımdan oluşan çalışmanın giriş bölümünde konunun anlam ve öneminden bahsedilmiştir. İkinci bölüm olan literatür özeti kısmında araştırma ile ilgili Türkiye’de ve diğer ülkelerde yapılan çalışmalar kısaca özetlenmiştir. Üçüncü bölümde araştırma alanı hakkında genel bir tanıtım yapılmıştır. Dördüncü bölüm olan materyal ve yöntem kısmında araştırma esnasında kullanılan araç ve gereçler ve araziden örnek alım yöntemleri ve laboratuvar yöntemleri açıklanmıştır. Beşinci bölümde araştırma sonucunda elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Altıncı bölümde, elde edilen bulguların irdelendiği tartışma bölümü yer almaktadır. Yedinci bölüm ise sonuç ve öneriler bölümünden oluşmaktadır.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

### 2.1. Konuyla İlgili Türkiye’de Yapılan Çalışmalar

Ülkemizde kök kütlesini belirlemeye dönük yapılan çalışmalar fazla sayıda değildir. Yapılan literatür araştırmasında, belirlenen kök kütlesi ile ilgili özet bilgiler aşağıda verilmiştir.

Tüfekçioğlu ve ark. (2002) kayın ve ladin meşcerelerinde demir boru yöntemiyle ince ve kılcal kök kütlesini incelemişler, kılcal (0-2 mm) ve ince (2-5 mm) köklerin toprak organik maddesine karbon girdisi sağladığını ve yetiştirme ortamının verimliliği doğrudan etkileyen önemli etmenlerden biri olduğunu belirlemişlerdir. Kök (ince ve kalın kök) kütlesinin ladin meşcerelerinde kayın meşcerelerine göre daha fazla olduğunu, güneşli bakıların gölgeli bakılara göre daha fazla kök kütlesine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Belirledikleri kök sınıfları (0-2, 2-5, 5-20 mm) içerisinde en çok kökün 0-2 mm’lik kök sınıfında olduğunu tespit etmişlerdir.

Tüfekçioğlu ve ark. (2004a) Gümüşhane’de bitkisel kütle ve bazı toprak özelliklerini belirlemek için yaptıkları çalışmada, yalancı akasya ağaçlandırma alanlarında toprak üstü ve toprak altı (kalın kökler hariç) bitkisel kütleyi belirlemişlerdir. Ortalama hektardaki toprak altı bitkisel kütleyi (kök çapı < 5 mm) 3740 kg/ha, ortalama toprak üstü bitkisel kütleyi de 10930 kg/ha olarak bulmuşlardır. Ayrıca toplam bitkisel kütlenin % 25’inin toprak altında bulunduğunu da ortaya koymuşlardır.

Tüfekçioğlu ve ark. (2004b) Artvin’de Doğu Ladini ve Kayın meşcerelerinde bitkisel kök kütlesi ile ilgili çalışma yapmışlar ve güney bakılarda, ilkbahar dönemine kıyasla sonbahar döneminde kılcal kök kütlesinin anlamlı bir düzeyde yüksek bulmuşlardır.

Tüfekçioğlu ve ark. (2005b) Artvin’de aralamanın genç Doğu Kayını meşceresinde kök kütlesi üzerindeki etkilerini incelemişler ve ince kök kütlesinin aralama ile önemli derecede azaldığını bulmuşlardır.



Kantarcı (1973) yapmış olduğu çalışmada kök derinliğinin toprak türü, toprak geçirgenliği ve taban suyu ile yakından ilgili olduğunu belirtmiştir.

Kırış (2009) yapmış olduğu çalışmada kalın kök kütesinin, toprak derinliğine paralel olarak arttığını belirtmiştir.

## **2.2. Konuyla İlgili Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar**

Kök kütesinin belirlenmesi konusuna yakın olan yurt dışında yapılan çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Lin ve ark. (2006) Tayvan'da subtropikal geniş yapraklı bir ormanda kalın kök kütesi ve geniş yapraklı ağaçların kalın köklerinin içerdiği besin maddeleri üzerinde yaptıkları çalışmada kalın kök kütesinin % 13.4-30.2 sini oluşturduğunu ve toplam kalın kök kütesinin göğüs yüzeyi ile çok anlamlı bir şekilde ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir. Kalın kök kütesinin toplam ağaç bitkisel kütesinin % 21.9'unu ve toprak üstü bitkisel kütenin %28'ini oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Deans (1981) *Picea sitchensis* ağaçlandırma sahalarında kalın kök ile ilgili yaptığı çalışmada, ortalama olarak ince köklerin toplam kök kütesine en büyük oranda katkıyı sağladığını ve kalın köklerden daha büyük radial gelişme gösterdiğini tespit etmiştir. 0.83 kg/ağaç olan ve kalınlığı 0.5 cm yi aşan köklerin yıllık üretiminin toplam yıllık kök üretim değeri olan 2.2 kg/ağaç değerinin, yaklaşık olarak % 34 ünü oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Bolte ve ark. (2004) Almanya'da Avrupa kayını ve Norveç ladini karışık meşçerelerinde yaptıkları çalışmada, kalın kök kütesi ( kuru ağırlık ) ile göğüs yüzeyi çapı arasında pozitif yönde kuvvetli bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir.

Taylor (2005) *Pinus taeda* ağaçlandırma sahalarında kalın kök kütesinin miktarının belirlenmesi ile ilgili yaptığı çalışmada, *yaşlı Pinus taeda* ormanlarında kök kütesinin çoğunluğunun kalın köklerde olduğunu ve kalın kök kütesinin toplam bitkisel kütenin % 19 ile 24 ünü oluşturduğunu belirlemiştir.

Tüfekçioğlu ve ark. (1999) Amerika'da kavaklık alanlarında yaptıkları çalışmada, 35 cm derinliğe kadar açtıkları çukurlardan aldıkları kök kütlesinin ortalama 6 ton/ha olduğunu belirlemişlerdir.

Soethe ve ark. (2004) denizden yksekliliğin kök kütlesine etkisini incelemişler ve yksekliliğin etkisinin düzenli olmayarak, yüksek rakımlarda bulunan kök kütlesinin dolayısıyla da depolanan karbon miktarının düşük rakımlardakinden daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Baker ve ark. (2001) Carolina'da alüvyal bir birikinti ovasında, farklı drenaj durumlarının ince kök ( $\leq 3$  mm) kütlesine etkisini incelemişler ve 45 cm derinlikteki düşey toprak profili içersinde toplam ince kök kütlesinin % 74 ünün 0-15 cm derinlikte bulunduğunu tespit etmiştir. Diğer yandan ince kök kütlesinin iyi drene olan toprakta fazla olduğunu ve drenaj kötüleştikçe ince kök kütlesinin azaldığını belirlemişlerdir.

Guedens ve ark. (2004) sıkışık sarıçam geliğinin kalın köklerini ( $> 1$  mm) incelemişler ve toprak üstü bitkisel kütleyi 7.03 ton/ha ve kalın kök ( $>1$  mm) kütlesini 0.88 ton/ha olarak belirlemişlerdir.

Jaramillo ve ark. (2003) Meksika'da herdem yeşil tropik ormanların otlak alanlarına dönüşümünün kök kütlesine ve karbon depolanmasına etkisini incelemişler; tropik ormanların otlak alanlarına dönüştürülmesi sonucu 1 m derinliğe kadar tropik ormanlarda, toplam kök kütlesinin 19-27 ton/ha, otlak alanlarda ise 3.1-5.4 ton/ha olduğunu; dönüşüm sonucu kökteki karbon birikiminin yaklaşık % 80 azaldığını ve bu kaybın ekosistem bitkisel kütlesinde % 94'lk bir karbon birikim kaybını temsil ettiğini bildirmişlerdir.

Vanninen ve Makela (1998) Finlandiya'da toprak verimliliğinin ince kök kütlesi üzerine etkisini incelemişler; humus tabakasındaki ince kök yoğunluğunun mineral topraktaki ince kök yoğunluğundan daha fazla olduğunu, düşük verimli arazilerdeki mineral toprak ve humus tabakasındaki ince kök yoğunluğundan daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Helmisaari ve ark. (2007) Finlandiya'da Avrupa ladini ve sarıçam ince kökleri ile ilgili yaptıkları çalışmada Norveç ladininin ince kök kütlesinin 184-370 g/m<sup>2</sup> olduğunu bildirmişlerdir. Avrupa ladin'i için ibre/ince kök oranının 2.1-6.4 Sarıçam için 0.8-2.2 olduğunu, bu oranın her iki ağaç türü için; verimli arazi tiplerinden daha verimsiz arazi tiplerine doğru azaldığı gibi güneyden kuzeye doğru da azalmakta olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca Kuzey ve Güneydeki arazilerdeki ormanlarda, ince kök kütlesinin göğüs yüzeyi ile önemli bir şekilde ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Makkonen ve Helmisaari (1997) Finlandiya'da Sarıçam ince kök kütlesinin mevsimsel ve yıllık değişimini incelemişler ve Sarıçam ince kök kütlesinin; yıllık ve mevsimsel olarak humus tabakasında 19±5 g/m<sup>2</sup> ile 139±22 g/m<sup>2</sup> arasında, yüksek mineral toprak tabakasında 90±14 g/m<sup>2</sup> ile 279±0 g/m<sup>2</sup> arasında ve düşük mineral toprak tabakasında 68±17 g/m<sup>2</sup> ile 217±73 g/m<sup>2</sup> arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Vanninen ve ark.(1995) Finlandiya'da sarıçam bitkisel kütlesini incelemişler ve ince kök kütlesinin yaprak kütlesine oranının yaş ile birlikte artan bir eğilim gösterdiğini belirlemişlerdir.

Luo ve ark.(2004) subtropikal zondan alpin zona kök kütlesinin değişimini incelemişler ve kök kütlesi yoğunluğunun önemli bir şekilde yükseklikle birlikte azaldığını ( $r^2=0.60$  P <0.001) ve sıcaklık ve/veya yağışın kök kütlesi yayılışını sınırlayan önemli faktör olduğunu bildirmişlerdir.

Vance ve Nadkarni (1992) Costa rica'da kök kütlesi yayılışı ile ilgili yaptıkları çalışmada; hem demir boru (10 cm çapında, n=15) hem de toprak çukurları ile (1 m<sup>2</sup>, n=4) elde ettikleri ince kök kütle değerlerinin (H+ A horizonlarında) benzer olduğunu ve toprak altı toplam kök kütlesinin % 13 ünün ve toprak altı ince kök kütlesinin % 5 inden fazlasının 85-185 cm derinlikte bulunan B horizonu içinde bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Leuschner ve ark. (2004) yağış miktarı ve toprak verimliliğinin ince kök kütlesi üzerine ilişkisini incelemişler; asidik verimsiz ve bazik verimli topraklardaki kayın meşçerelerinde toplam meşçere ince kök kütlesinin ve düşey ince kök yayılışının

benzer olduğunu; toprak tipine bakılmaksızın tüm profillerde ince kök yoğunluğun toprak derinliği ile birlikte azaldığını ve yağış miktarının *Fagus sylvatica*'nın meşçere ince kök kütlesini etkileyen diğer önemli çevresel bir faktör olduğunu bildirmişlerdir.

Yani ve ark. (2006) köklerin düşey ve yatay yayılışı ile ilgili yaptıkları çalışmada, canlı kök kütlesinin yaşlı meşçerelerde  $2900\pm 500$  g/m<sup>2</sup> ve genç meşçerelerde  $1500\pm 400$  g/m<sup>2</sup> olduğunu bildirmişlerdir. 2-20 mm çap sınıfındaki kök kütlesinin yaşlı meşçerelerde 2.7 kat daha fazla olduğunu (P=0.03), ince kök kütlesinin ise 1.5 kat daha fazla olduğunu (P=0.12) ve bu tip ormanlarda meşçere kapalılığının ve yaşının ilerledikçe ince kök kütlesinin arttığını belirlemişlerdir. Kök kütlesi yoğunluğunun toprak derinliği ile azaldığını bildirmişlerdir.

Yunhuan ve ark. (2006) Çin'de *Larix gmelinii* ağaçlandırma sahalarında ince kök kütlesinin toprak derinliğine göre değişimini incelemişler ve ortalama meşçere ince kök kütlesini (canlı ve ölü )  $189.1$  g/m<sup>2</sup>/a olduğunu ve bunun toprak derinlik kademelerindeki yayılışlarının sırasıyla; %50 sinin ( $95.4$  g/m<sup>2</sup>) 0-10 cm derinlikte, % 33 ünün ( $61.5$  g/ m<sup>2</sup>) 10-20 cm derinlikte ve %17 sinin ( $32.2$  g/ m<sup>2</sup>) 20-30 cm derinlikte olduğunu tespit etmişlerdir.

Millikin ve ark. (1997) Nevada'da kök kütlesine (kök çapı >2 mm) ilişkin yaptığı çalışmada  $1$  m<sup>3</sup> çukurlardan aldıkları kök örneklerinin kütlesinin 7-184 kg arasında değiştiğini ve kök kütlesinin ağacın yaşı, göğüs yüksekliği çapı ve ağaç gövdesi ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Tateno ve ark.(2003) Japonya'da toprak üstü ve toprak altı bitkisel kütle ile ilgili yaptıkları çalışmada; toplam bitkisel kütle  $8.8-14.1$  t/ha ve toprak altı ana bitkisel kütle  $15.2-55.1$  olduğunu ve bu oranın eğim arttıkça arttığını tespit etmişlerdir. Toprak üstü bitkisel kütle  $5.6-8.6$  t/ha olduğunu ve eğim arttıkça azaldığını, toprak altı bitkisel kütle  $1.5-7.7$  t/ha olduğunu ve eğim arttıkça arttığını tespit etmişlerdir. Bu artışa ince kök kütlesinin katkısı olduğunu bildirmişlerdir.

Lilienfein ve ark. (1999) Brezilya'da toprak altı bitkisel kütle ile ilgili yaptıkları çalışmada ince kök kütlelerinin % 75'inin (176 mg/ha) toprağın 0.3 m derininde bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Zerihun ve Montagu (2004) Fosfor (P) gübrenmesinin toprak altı bitkisel kütleye etkisini incelemişler, *Pinus radiata* ağaçlandırma sahasında dikimlerinden 40 yıl sonraki P gübreli ağaçların toprak üstü bitkisel kütle ve kalın kök kütlelerinin gübresiz alana göre 4.5 kat daha fazla olduğunu, P gübrenmesinin kılcal ve ince kök biyo kütlelerini % 50 arttırdığını ve ayrıca fosfor gübrenmesinin, toprağın ilk 15 cm derinliğindeki ince kök kütlelerinin düşey yayılımını arttırdığını ve bu artışın % 41 den % 52 ye yükseldiğini tespit etmişlerdir.

Masako ve ark. (1999) Kyoto'da kök yüzey alanı ve kök kütle ile ilgili yaptıkları çalışmada; toplam kök kütlelerinin 23.41 t/ha, tepe/kök oranının 4.36 olduğunu, toplam kök yüzey alanının 3.50 m<sup>2</sup> olduğunu ve kök yüzey alanının %75'ini çapı 2mm den daha az olan ince köklerin oluşturduğunu tespit etmişlerdir.

Yanai ve ark. (2007) kök örneği alma yöntemleri ile ilgili yaptığı çalışmada; kök örnekleri almak için en yaygın metot olan demir boru yönteminin ince kök kütlelerinin belirlenmesinde, kök çukuru yönteminden %27 daha iyi olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Mei ve ark. (2006) kök kütlelerine ilişkin yaptığı çalışmada; toplam kök kütlelerinin 1.637 g/m<sup>2</sup> olduğunu ve bu değer % 85'ini canlı köklerin %15'ini ölü köklerin oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Canlı bitkisel kütlede de kalın köklerin (5-30 mm çapında) en yüksek yüzdeye (%69.95) sahip olduğunu, daha sonra sırasıyla kılcal köklerin (< 1 mm çapında) (% 13.53), orta ölçekli köklerin (2-5 mm çapında ) (% 7.21), ve ince ölçekli köklerin (1-2 mm çapında ) (%9.31) sahip olduğunu belirlemişlerdir. Bu dört çap sınıfı içerisinde kalın köklerin daha düşük kök uzunluğuna (0.08 m/g) sahipken ince köklerin daha yüksek özel kök uzunluğuna (32.20 m/g) sahip olduğunu belirlemişlerdir. Toplam kök uzunluk yoğunluğunun canlı köklerde 6602.54 m/m<sup>2</sup> olduğunu ve bu değer % 92.43 ünü ince köklerin oluşturduğunu belirlemişlerdir.

### 3. ARAŞTIRMA ALANININ GENEL TANITIMI

#### 3.1. Coğrafi Konum

Araştırma alanı Giresun İli Alucra ilçesinin yaklaşık 35 km kuzey batısındaki Espiye İşletme Müdürlüğü Esenli ve Tohumluk İşletme Şefliği sınırları içerisinde bulunmaktadır( Şekil 1 ). Araştırma alanı dağlık olup denizden ortalama yüksekliği 1800 m’dir.



Şekil 1. Araştırma alanının konumu

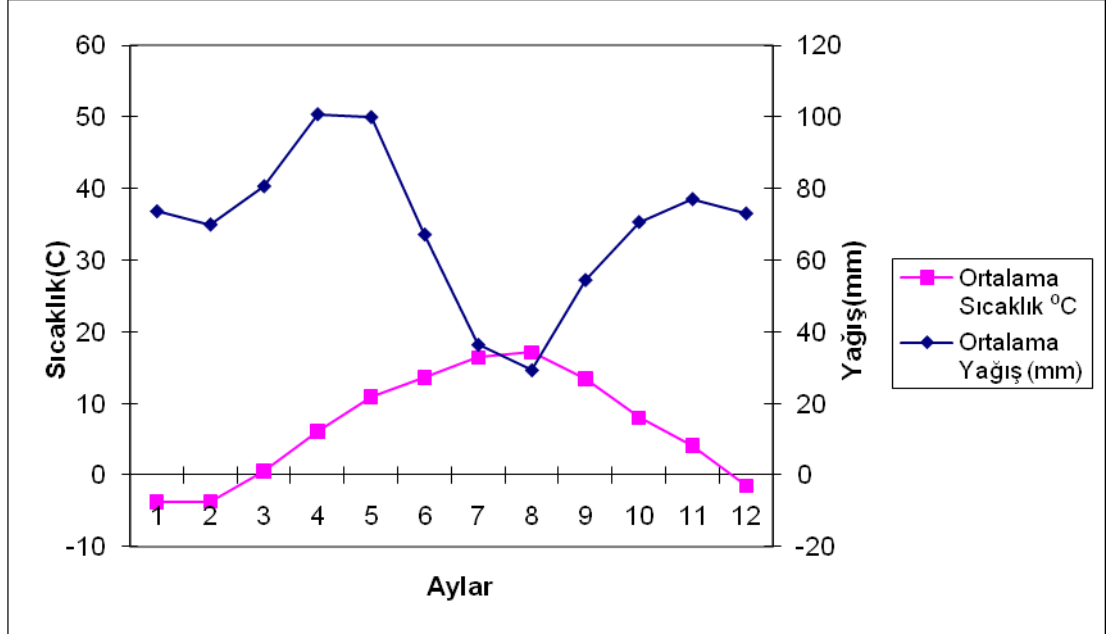
### 3.2.İklim

Çalışma alanı kışları soğuk ve karlı, yazları ise serin geçmektedir. Bölge en yüksek yağışı ilkbahar ve sonbahar aylarında almaktadır. Araştırma alanında, iklim özelliklerinin yükselti ve bakı farklarına göre incelenmesini sağlayacak uygun bir meteoroloji ağı mevcut değildir. Çalışma alanına en yakın olarak uzun süreli gözlem ve ölçümlerin yapıldığı Şebinkarahisar Meteoroloji istasyonu (1300m) bulunmaktadır. Bu veriler araştırma alanındaki orman toplumlarının bulunduğu yerlere enterpole edilmişlerdir. Gözlemevinden alınan bu değerler 1300 m'den araştırma alanının rakımı olan 1800 m'ye enterpole edilmiştir (Tablo 1). Yıllık yağışın her 100 m yükseltide 50-55 mm arttığı, ortalama sıcaklık miktarının ise her 100 m yükseltide 0.5°C azaldığı kabul edilmektedir (Çepel, 1988).

Yağış ve ortalama sıcaklık verileri kullanılarak Walter Yöntemine göre su bilançosu grafiğinde yağış eğrisi, sıcaklık eğrisi ile kesiştiğinden bu alanda kurak devre ve su noksanlığı bulunduğu yorumu çıkarılabilir (Çepel, 1988) (Şekil 2).

Tablo 1. Çalışma alanına ait bazı meteorolojik değerler

RAKIM:1800		ENLEM:40°17'											
		BOYLAM:38°26'											
		(1929-1970) YILLARI RASATLARINA AİT ORTALAMA VE EKSTREM DEĞERLER											
METEOROLOJİK	AYLAR												
GÖZLEMLER	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	YILLIK
Ortalama Sıcaklık °C	-3.8	-3.7	0.5	6.1	11	14	16	17	13	8	4.1	-1.5	6.8
EnYüksek Sıcaklık °C	10	15.9	17.2	26	28.1	31	34	34.2	31.2	26.8	20.8	12.1	34.5
Ortalama Yağış (mm)	73.7	70	81	101	100	67	36	29	55	71	77	73	833.5
Ortalama Nisbi Nem (%)	70	69	66	60	58	55	54	53	54	60	64	71	61



Şekil 2. Walter yöntemine göre araştırma alanının su bilançosu (1929-1970)

### 3.3. Araştırma Alanının Bitki Örtüsü Yönünden Durumu

Bölgenin hakim ve asli ağacı Sarıçam ( *Pinus sylvestris* )'dır. Bunu yanında Gök nar, Ladin, Kayın, Kızılağaç türleri de yer yer bulunmaktadır. Çalışma alanında bulunan başlıca ağaç ve çalı türleri şunlardır:

- Sarıçam (*Pinus sylvestris*)
- Gök nar (*Abies nordmanniana*)
- Ladin (*Picea orientalis*)
- Kızılağaç (*Alnus glutinosa*)
- Kayın (*Fagus orientalis*)
- Gürgen (*Carpinus betulus*)
- Çınar (*Platanus orientalis*)
- Titrek kavak (*Populus tremula*)
- Ormangülü ( *Rhodendron sp. L.*  )
- Böğürtlen (*Rubus sp. L.*)
- Eğreli (*Pteridium aquilinum*)
- Isırgan ( *Urtica dioica* )
- Yabani çilek ( *Fragaria vesca* )
- Ayı üzümü (*Vaccinium arctostaphylos L.*)



### **3.4. Jeolojik Yapı**

Çalışma alanın bulunduğu arazi parçası ikinci zamanın tebeşir devrinde volkanik olarak oluşmuştur. Genel olarak püskürük taşlı andezit ve bazaltik lav ve tüflerden oluşan kalın bir tabaka halindedir. Yüksek dağlık kısımlarda ise granit, granodiorit ana taşı hakim durumdadır.( Anonim, 2006.)

Minerolojik bileşimde alkali ve toprak alkalileri bulunan toprak koyu renkli, yer yer killi kumlu balçık veya balçıklı kum görünümünde, taşlı, çakıllı, dik yamaçlarda sıg, daha az eğimli yerlerde ve düzlüklerde ise derin yapıdadır.( Anonim, 2006.)

## 4. MATERYAL VE YÖNTEM

### 4.1. Materyal

Çalışma Giresun ili, Alucra ilçesi, Tohumluk ve Çakrak Köyü mevkiinde saf sarıçam ve karışık sarıçam ormanlarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın gerçekleştirilmesinde; kök çukurunun enini, boyunu ve derinliğini belirlemek için metre kullanılmıştır. Kök örneği almak amacı ile kök çukurunu açmak için kazma ve kürek, kalın köklerin kesilmesi için balta, ince köklerin kesilmesi için de bağ makası kullanılmıştır. Kök örneklerini koymak için 40x70 cm ebatlarında büyük siyah poşet kullanılmıştır. Örnek alanlarının eğimi % cinsinden eğimölçer ( Klizimetre ), yükselti “metre” olarak ve bakı ( 4 ana ve 4 ara yön olarak ) GPS ile saptanmış ve haritadaki bilgilerle uyumlu olup olmadığı kontrol edilmiştir. Kök örnekleri alınacak alanın X ve Y koordinatları GPS ( Küresel Konum Belirleme Sistemi ) cihazı ile belirlenmiştir. Araştırma alanının coğrafi yerinin tespiti için Orman Genel Müdürlüğünün 1/25000 ölçekli topografik haritalardan da yararlanılmıştır.

Çalışma materyalini araştırma bölgesine ait iklim verileri, 45 adet deneme alanında açılan toprak profillerinden elde edilen 90 adet kök örneği, belirlenen her bir deneme alanındaki ağaçlarda yapılan kalın kök kütlesi, üst boy ve yaş ölçüm değerleri oluşturmaktadır. Araştırma bölgesinin jeolojik verileri MTA, topografik haritalar ve Amenajman planı meşçere haritası Orman İşletme Şefliğinden temin edilmiştir.

Diğer materyaller, boy ölçer ( blume leisse), eğim ölçer, yaş ölçer (artım burgusu) ve yaşın belirlenmesi için artım kalemleri, kolaylık sağlanması için daha önceden şerit metre ile ölçülerek hazırlanan 20m uzunluğundaki kalın ip, toprak örneklerinin koyulacağı şeffaf polietilen poşetler ve baltadır. Araziden alınan örneklerin analizi için Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı Laboratuvarı kullanılmıştır.

## **4.2. Yöntem**

Çalışma, sırasıyla hazırlık, arazi, deneysel (laboratuvar) ve değerlendirme olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilmiştir. Söz konusu bu aşamaların her birinde yapılan çalışmalar ve çalışmaların dayandırıldığı yöntemler, çeşitli alt başlıklar halinde aşağıda açıklanmaya çalışılmıştır.

### **4.2.1. Hazırlık Aşamasında Yapılan Çalışmalar**

Bu aşamada, arazi çalışmaları sırasında çalışılacak meşcerelerin belirlenmesinde zaman kaybı olmaması için, arazi çalışmalarına başlanmadan söz konusu meşcerelere önceden gidilerek deneme alanları tespit edilmiştir.

Çalışmanın hazırlık aşamasında; önce bölgedeki sarıçam türünün bulunduğu alanların dökümleri yapılmıştır. Sarıçam saf ormanlarının yaygın olduğu yerlerde örnek alan alınabilecek yerleri belirlemek için bir ön çalışma yapılmıştır. Arazi çalışma yönteminin seçilmesinde daha önce gerçekleştirilen yurt içinde ve yurt dışında yapılan benzer çalışmalar göz önünde tutulmuştur. Örnek alanlar seçilirken farklı yaş sınıflarındaki saf ve karışık sarıçam meşcerelerinden yeterli sayıda örnek alan alınmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın ilk aşaması olan bu sürede, bir taraftan konu ile ilgili olarak yayın bilgileri araştırılırken, diğer taraftan da çalışmanın kapsadığı alana ait, jeolojik ve topoğrafik haritalar, amenajman planı gibi dokümanların yanı sıra, arazi aşamasında yapılacak çalışmalarda ihtiyaç duyulacak malzemeler (polietilen torba, bağ makası, kazma-kürek) ve teçhizat (fotoğraf makinesi, pusula, eğimölçer, boy ölçer, artım burgusu) temin edilmiştir.

Hazırlık aşamasında eşyükselti eğrili memleket haritası ve amenajman planı meşçere tipleri ve yaş sınıfları haritalarından yararlanılarak; yaşa göre örnek alınacak noktalar ve çalışma alanının sınırları belirlenmiştir. Ayrıca örnek alınması düşünülen noktaların yerlerinin spesifik olarak belirlenmesi için sayısallaştırılmış harita üzerine meşçere tiplerini ve çağlarını gösterir haritanın çakıştırılması ile oluşan sayısallaştırılmış haritadan yararlanılmıştır. Bunu takiben, arazi incelemelerine

yönelik hazırlık çalışmaları sürdürülmüştür. Bu aşamada her bir örnek noktaya ilişkin yükselti, bakı, deneme alanı no, meşçere tipi, eğimi ve koordinatları belirlenmiştir.

#### **4.2.2. Arazi Aşamasında Yapılan Çalışmalar**

Bu aşamada, doğrudan arazide veri toplama çalışmaları yapılmıştır. Bu aşamada hazırlık aşamasında sağlanan bilgi, belge, harita, alet/malzeme ve kırsal çalışmalarına destekte bulunan çalışanlarla birlikte çalışma alanına en yakın nokta olan Çakrak Köyü'ne gidilmiştir. Arazi çalışmaları bu köyde yürütülmüştür.

Bu amaçla 1/25000 ölçekli memleket haritasına sayısallaştırılmış haritanın çakıştırılması ile oluşan haritada belirlenen örnek alınması muhtemel meşçerelere gidilmiştir. Muhtemel denmesinin nedeni ise amenajman planları hazırlanırken oluşturulan haritalarda, bilindiği gibi her bir nokta 9 hektarlık bir alanı temsil etmektedir. Kaldı ki söz konusu olan her nokta alındığı yerin tüm özelliklerini temsil etmeyebilir. Örneğin meşçere çağlarını gösteren haritada 5. yaş sınıfında görülen meşçerede 3. veya 2. yaş sınıfında da meşçereler de olabilir. Diğer yandan yine meşçere tiplerini gösteren haritada karışım olarak görülen meşçerede kayda değer miktarda saf meşçereler de bulunabilir. Bu nedenle araziye bu düşüncelere çıkılmıştır. Burada bir hususu da belirtmek gerekir ki çalışılması ve örnek alınması gereken örnek alanların bulunduğu meşçerelerin ait olduğu şefliklerde daha önceden çalışılmış olan tecrübeli mühendis ve şeflerle yapılan görüşmelerde, söz konusu kişilerin belirttiğine göre haritada görülmemesine rağmen her çağ ve meşçere tipi arazide bulunabilmektedir. Bununla birlikte araziye eş yükselti eğrilerine paralel olarak tarayarak meşçere tipleri ve çağları aranmıştır.

Arazi çalışmaları 2009 yılı Haziran-Temmuz-Ağustos ayları arasında yapılmıştır. Bu çalışmada toprak profilleri açılarak kök örnekleri alınmış, ağaçlarda yapılan ölçmelerin yanı sıra arazi ölçümleri (yükselti, eğim vb.) de gerçekleştirilmiştir.

##### **4.2.2.1. Kök Örnekleme Yöntemi**

Kök örneği alınacak ağaç belirlendikten sonra metre yardımıyla kazılacak kök çukurunun ebatları (80x180 cm) belirlenmiştir. Kök çukurunun bir köşesinin ağaca

yakın olmasına özen gösterilmiştir. Kök çukurunun köşeleri belirlenip üzerindeki ölü örtü kazma ile uzaklaştırılmıştır. Belirlenen sınırların dışına taşmamaya dikkat edilerek kazmaya başlanmıştır. Kazma işlemi sırasıyla 0-15 cm, 15-30 cm, derinlik kademeleri kazılarak yapılmıştır. 30 cm altında kök kütlesine rastlanılmadığından bu derinlik kademesi değerlendirmeye katılmamıştır. Bu ayırımın nedeni derinliğe göre kök miktarının değişimini belirlemektir. Her bir deneme alanının her bir derinlik kademesinden çıkarılan kök örnekleri naylon torbalara koyulup etiketlenerek ağızları kapatılmış ve laboratuara getirilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Arazi çalışmalarında açılmış olan bir toprak profili

Etiketlin ıslanarak etiket bilgilerinin silinmemesi veya etiket kâğıdının yırtılmaması için çift poşetin daha güvenli olacağı düşüncesiyle, içine kök örneğinin koyulduğu polietilen poşet o şekilde tekrar başka bir polietilen poşete koyulmuştur. Bu iç içe koyulmuş olan iki poşetin arasına sözü edilen tanıtım etiketi yerleştirildikten sonra poşetlerin ağızları bağlanmıştır. Bu şekilde deneme alanlarından toplam 90 adet kök örneği alınarak laboratuara götürülmüştür.

Araştırma alanında alınan tüm örneklerin analizi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi'nin Toprak İlimi ve Ekoloji Ana Bilim Dalı Laboratuvarında yapılmıştır.

#### **4.2.2.2. Meşcere Özelliklerinin Belirlenmesi**

Örnek alanların büyüklükleri meşcere kapalılığına göre belirlenmiştir. Örnek alan büyüklüğü meşcere kapalılığına göre 200-400 m<sup>2</sup> olarak ölçülmüştür. Kök örnekleri alınması düşünülen uygun yer belirlendikten sonra 10x20m ve 20x20m'lik örnek alanların sınırları belirlenip, örnek alana giren ağaçlar saat ibresi yönünde numaralandırılarak deneme alanı içerisindeki bütün ağaçların göğüs hizası çapı ölçülmüştür. Örnek alanı temsil edecek şekilde en boylu 3 ağacın boyu, Blume Leiss boy ölçer aleti ile ölçülmüştür ve daha sonra yine örnek alanını temsil edecek ortalama kalınlıktaki 3 ağacın yaşları, göğüs hizası yüksekliğinden artım burgusu ile alınan artım kalemleri sayılarak belirlenmiştir (Kantarıcı, 1979).

#### **4.2.3. Deneylikte Yapılan Çalışmalar**

Araştırmanın bu aşamasında araziden laboratuara getirilen kök örnekleri üzerinde gerekli çalışmalar yapılmıştır. Bu bağlamda, ilk olarak kök örneklerinin analize hazır hale getirilmesi sağlanmıştır. Laboratuarda yapılan analizler ve bu analizlere ait bilgiler aşağıda özetlenmiştir.

##### **4.2.3.1 Kök Örneklerinin Analize Hazırlanması**

Araziden getirilen köklerin laboratuvar ortamında, ölçülmek üzere hazır hale getirilmesi zaman aldığından, köklerin çürümesini ve küflenmesini önlemek için köklerin içinde bulunduğu poşetlerin ağzı açık bırakılmıştır.

Çalışma alanından alınan kökler, kök makasıyla temizlenip değerlendirmeye alınmayacak kökler çıkarılmıştır. Yine makas yardımıyla kökler de kesme işlemi yapılırken, köklerin içine koyulacağı, önceden temin edilmiş olan kese kağıtlarına sığacak şekilde parçalara ayrılmışlardır. Her bir deneme alanının her bir derinlik

kademesinden alınan kökler kök makası yardımıyla, yine derinlik kademesi dikkate alınarak kese kağıtlarına yerleştirilmişlerdir (Şekil 4).



Şekil 4. Deneylikte kalın köklerin kese kâğıdına yerleştirilmesi

Bu şekilde kese kâğıtlarına yerleştirilerek ölçüme hazır hale getirilen kök örnekleri, fırın kurusu hale getirilmek üzere 65 °C de 24 saat süre ile fırında kurutulmuş ve (Şekil 5), kurutulan kök örnekleri 0.01 gram hassasiyetteki terazide tartılmıştır.



Şekil 5. Kese kâğıtlarına yerleştirilmiş olan köklerin kurutma fırınlarında kurutulması

Gerekli dönüşümler yapıldıktan sonra derinliğe göre hektardaki kalın kök kütlesi belirlenmiştir.

#### **4.2.4. Değerlendirme (Büro) Aşamasında Yapılan Çalışmalar**

Arazide toplanan ve laboratuvarında elde edilen veriler, öncelikle örnek alan numaraları sırasına göre envanter tablolarına kaydedilmiştir. Elde edilen bulgular ile örnek alanlardan edinilen bilgiler bilgisayara aktarılmıştır. Böylece, bilgisayara yüklenmiş olan bu verilerin değerlendirme çalışmalarında ve istatistiksel analizlerde kullanılabilirliği kolaylaştırılmıştır.

Araştırma alanından alınan örneklerin laboratuvar işlemleri yapıldıktan sonra elde edilen sayısal verilerin istatistik analizinin yapılmasında SPSS programından yararlanılmıştır.

Sarıçam kalın kök kütlesinin yaşa, derinliğe, toprak üstü servete, bonitet sınıfına ve çap sınıfına göre istatistiksel olarak farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için varyans analizi, kök kütlesi ile toprak üstü etmenler arasında ilişki olup olmadığını belirlemek için ise korelasyon ve regresyon analizi kullanılmıştır.



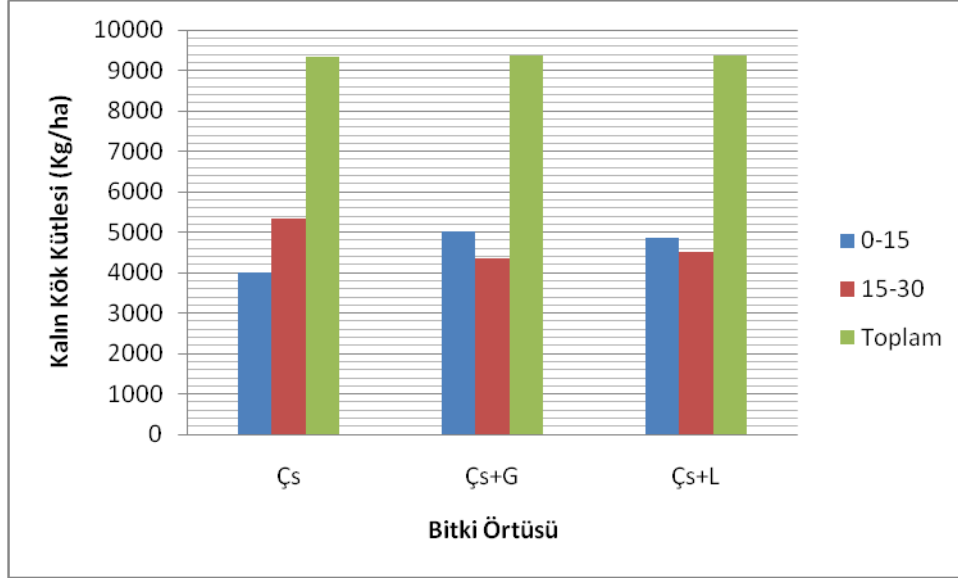
## 5. BULGULAR

### 5.1. Bitki Örtüsüne ve Derinlik Kademesine ait Bulgular

Derinlik kademelerine bağılı olarak bitki türlerindeki kök kütleleri 1266-13376 kg/ha arasında değişmektedir. Derinlik kademeleri bakımından ortalama kalın kök kütleleri sırasıyla; Çs türünde 0-15 cm de 4001 kg/ha, 15-30 cm derinlik kademesinde 5327 kg/ha olarak bulunmuştur. Çs+G türünde 0-15 cm derinlik kademesinde 5018 kg/ha, 15-30 cm derinlik kademesinde 4340 kg/ha bulunmuştur. Çs+L türünde ise 0-15 cm derinlik kademesinde 4864 kg/ha , 15-30 cm toprak derinlik kademesinde ise 4499 kg/ha olarak bulunmuştur (Tablo 2). Kök kütlelerinin derinlik kademelerine bağılı olarak değişimi istatistiksel olarak incelenmiştir. Buna göre en yüksek kök kütlelerinin 1. derinlik kademesinde olduğu belirlenmiştir. Yine Çs türünde derinlik kademesi arttıkça kök kütlelerinin de arttığı belirlenirken, diğer türlerde azalma olduğu görülmüştür (Şekil 6). Bitki örtüsüne göre varyans analizi sonucunda ise, üst kök alt kök ve toplam kök arasında istatistikî bakımdan da anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

Tablo 2. Derinlik kademesine göre bitki örtülerindeki kök kütlesi değişimi değerleri

Derinlik kademesi(cm)	Çs	Çs+G	Çs+L
0-15	4001	5018	4864
15-30	5327	4340	4499
<b>Toplam</b>	9328	9358	9362



Şekil 6. Derinlik kademesine göre bitki örtülerindeki kök kütlesi değişimi grafiği

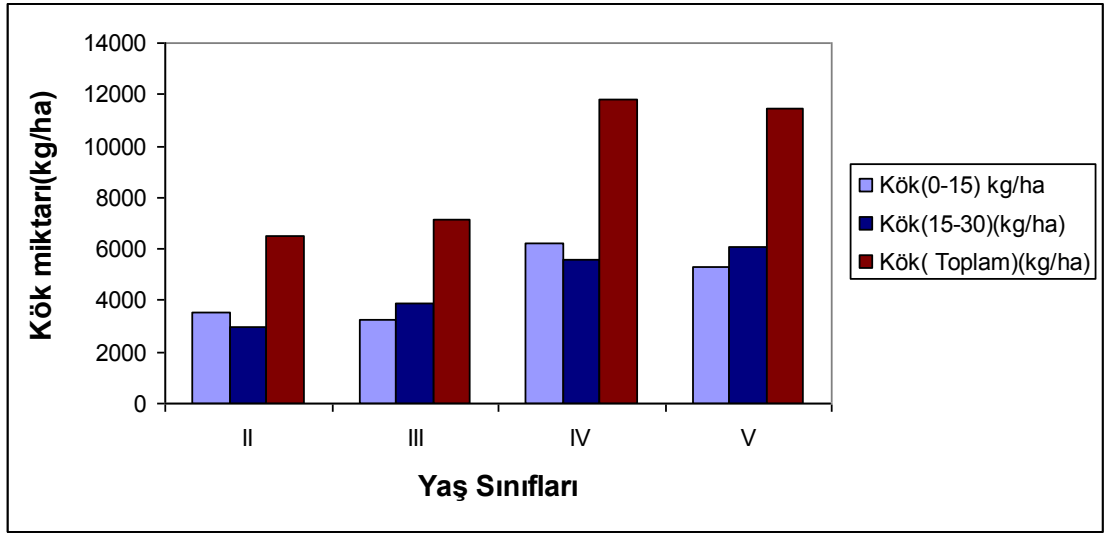
## 5.2. Yaş Sınıflarına Göre Kalın Kök Kütlesine Ait Bulgular

Yaş sınıfları bakımından, maksimum ve minimum kalın kök kütleleri sırasıyla; II. yaş sınıfında 12294 kg/ha ve 1507 kg/ha, III. yaş sınıfında 13076 kg/ha ve 1504 kg/ha, IV. yaş sınıfında 20656 kg/ha ve 2031 kg/ha, V. yaş sınıfında ise 17994 kg/ha ve 1366 kg/ha'dır. Ortalama olarak kalın kök kütlesi en fazla IV. yaş sınıfında (11808 kg/ha), sonra V. yaş sınıfı (11432 kg/ha), daha sonra III. yaş sınıfı (7159 kg/ha) ve en az II. yaş sınıfında (6519 kg/ha) bulunmuştur (Tablo 3). Varyans analizi sonuçlarına göre üst kök bakımından (0-15cm) yaş sınıfları arasında anlamlı farklılık bulunmuş ( $p=0.05$ ) ve aynı zamanda toplam kök ile yaş sınıfı arasında istatistikî anlamda farklılık bulunmuştur ( $p=0.026$ ). Alt kök (15-30 cm) bakımından yaş sınıfları arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır.

0-15 cm derinlikteki kök miktarı bakımından ikili karşılaştırma yapıldığında 3 ile 4 yaş sınıfı ile 3 ile 5. yaş sınıfları arasında anlamlı farklılık vardır ( $p=0.021$ ,  $p=0.037$ ). Alt kök bakımından karşılaştırıldığında ise 3 ile 5 yaş sınıfları arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p=0.41$ ). Toplam kök bakımından ikili karşılaştırılma yapıldığında, 2 ile 4 yaş sınıfı, 2 ile 5 yaş sınıfı, 3 ile 4 yaş sınıfı ve 3 ile 5 yaş sınıfları arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p=0.029$ ,  $p=0.047$ ,  $p=0.019$ ,  $p=0.030$ ).

Tablo 3. Yaş sınıflarına göre kalın kök kütlesi değerleri

Yaş sınıfı	Kök(0-15) kg/ha	Kök(15-30) kg/ha	Kök(Toplam)kg/ha)
II	3559	2960	6519
III	3256	3903	7159
IV	6229	5579	11808
V	5336	6096	11432



Şekil 7. Yaş sınıflarına göre kalın kök kütlesi değişimi grafiği

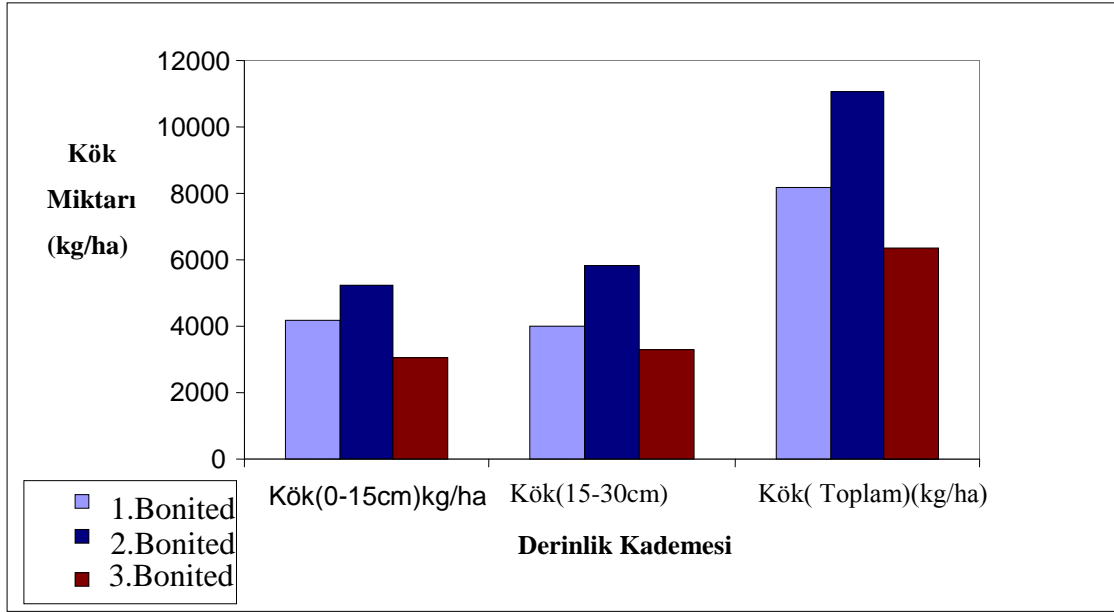
### 5.3. Bonitet Sınıfına Göre Kalın Kök Kütlesine Ait Bulgular

Bonitet bakımından, maksimum ve minimum kalın kök kütleleri sırasıyla 1. bonitet sınıfında 20656 kg/ha ve 1366 kg/ha, 2. bonitet sınıfında 19428 kg/ha ve 1574 kg/ha, 3. bonitet sınıfında 7227 kg/ha ve 2183 kg/ha'dır. Bonitet bakımından ortalama kalın kök kütlelerine bakıldığında en fazla 2.bonitet sınıfında (11039 kg/ha), daha sonra 1.bonitet sınıfında (8188 kg/ha) ve en az 3.bonitet sınıfında bulunmuştur (Tablo 4). Bonitet sınıflarına göre yapılan varyans analizi sonucunda ise üst kök, alt

kök ve toplam kök arasında istatistikî bakımdan anlamlı bir farklılık bulunamamıştır( $p>0.05$ ).

Tablo 4. Bonitet sınıflarına göre ortalama kalın kök kütlesi değerleri

Bonitet	Kök(0-15) kg/ha	Kök(15-30)(kg/ha)	Kök( Toplam)(kg/ha)
1	4187	4001	8188
2	5243	5796	11039
3	3052	3322	6374



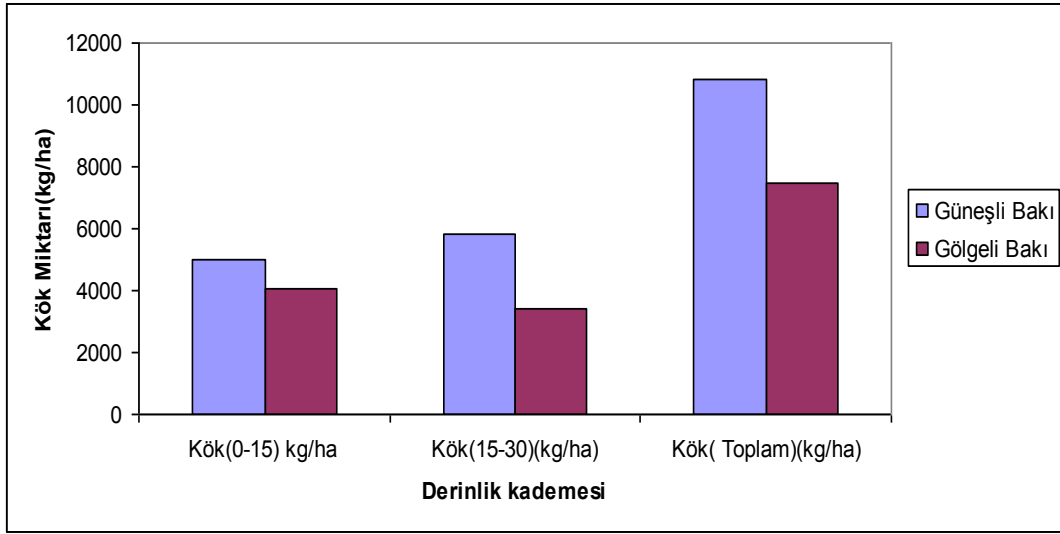
Şekil 8. Bonitet sınıflarına göre kalın kök kütlesi değişimi grafiği

#### 5.4. Bakıya Göre Kalın Kök Kütlesine Ait Bulgular

Bakılar bakımından, maksimum ve minimum kalın kök kütleleri sırasıyla, güneşli bakılarda 1504kg/ha ve 20656 kg/ha, gölgeli bakılarda ise 1366kg/ha ve 12294 kg/ha olarak bulunmuştur. Bakılara göre ortalama kalın kök ağırlığına bakıldığında güneşli bakılardaki kök ağırlığı (10823 kg/ha), gölgeli bakılardaki kök ağırlığından (7470 kg/ha) daha fazla olduğu belirlenmiştir (Tablo 5). Bakıya göre varyans analizi sonucunda ise, sadece bakı ile alt kök arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $p=0.024$ ) . Üst kök ve toplam kök bakımından varyans analizi sonucuna göre anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

Tablo 5. Bakılara ait kalın kök kütlesi değerleri

Bakı	Kök(0-15) kg/ha	Kök(15-30)(kg/ha)	Kök( Toplam)(kg/ha)
Güneşli Bakı	4985	5839	10823
Gölgeli Bakı	4040	3430	7470



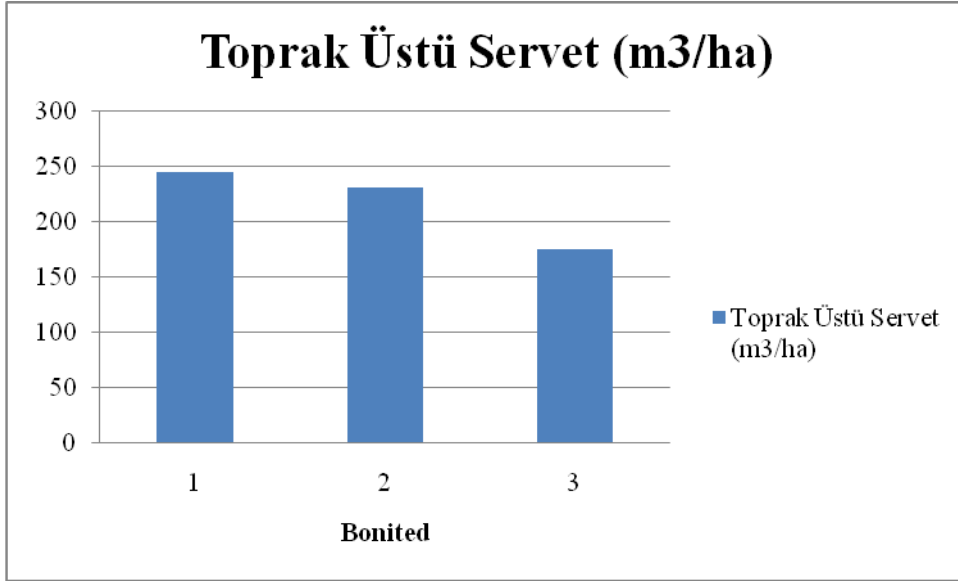
Şekil 9. Bakılara ait kalın kök kütlesi değerleri değişim grafiği

### 5.5. Toprak Üstü Servete İlişkin Bulgular

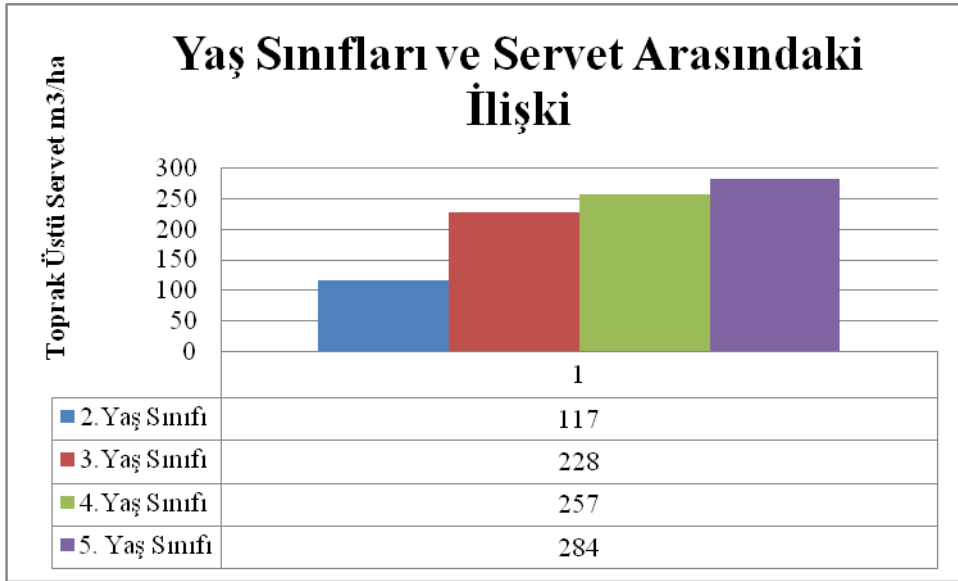
Bonitet ve servet arasında yapılan varyans analizi sonucunda istatistik anlamda bir ilişki bulunamamıştır ( $p>0.05$ ). Bonitet 1'den 3'e doğru gidildikçe servette azalma olduğu belirlenmiştir (Şekil 10). Yaş sınıflarına bağlı olarak ortalama toprak üstü servetin azaldığı belirlenmiştir (Şekil 11). Yaş ile servet arasında yapılan varyans analizi sonucunda istatistik anlamda ilişki bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Toprak üstü servete ilişkin değerler Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Deneme alanlarının toprak üstü servet değerleri

D Alan No	Bitki Türü	Bonitet	Yaş sınıfı	Toprak Üstü Servet (m <sup>3</sup> /ha)
1	Çs	1	3	278.499
2	Çs	1	3	278.499
3	Çs	1	4	289.034
4	Çs	3	3	122.417
5	Çs	1	2	62.695
6	Çs	1	2	62.695
7	Çs	1	2	62.695
8	Çs	2	5	247.95
9	Çs	1	4	289.034
10	Çs	2	5	159.747
11	Çs	2	4	157.942
12	Çs	2	5	247.95
13	Çs	2	5	351.096
14	Çs	1	5	351.096
15	Çs	1	5	351.096
16	Çs+G	1	3	254.22
17	Çs+G	1	4	370.914
18	Çs+G	2	4	92.548
19	Çs+G	1	5	236.336
20	Çs+G	1	5	236.336
21	Çs+G	1	5	281.647
22	Çs+G	2	5	184.041
23	Çs+G	1	5	281.647
24	Çs+G	1	4	370.914
25	Çs+G	2	2	126.928
26	Çs+G	2	2	126.928
27	Çs+G	2	2	80.329
28	Çs+G	2	3	178.117
29	Çs+G	2	3	216.679
30	Çs+G	2	3	216.679
31	Çs+L	1	2	198.958
32	Çs+L	1	2	198.958
33	Çs+L	1	2	135.243
34	Çs+L	2	4	316.248
35	Çs+L	2	4	316.248
36	Çs+L	3	3	201.077
37	Çs+L	2	5	240.023
38	Çs+L	2	4	112.474
39	Çs+L	1	3	316.253
40	Çs+L	2	5	378.606
41	Çs+L	2	3	245.302
42	Çs+L	3	3	201.077
43	Çs+L	2	5	314.778
44	Çs+L	2	5	314.778
45	Çs+L	2	5	336.198



Şekil 10. Bonitede ait ortalama toprak üstü servetin değişim grafiği



Şekil 11. Yaş sınıflarına ait ortalama toprak üstü servetin değişim grafiği

## **6. TARTIŞMA**

### **6.1. Kök Kütlesine İlişkin Tartışma**

Kalın kök kütlelerinin derinlik kademeleri, yaş sınıfları ve bonitet sınıflarına göre değişimlerine ilişkin tartışmalar aşağıda verilmiştir.

#### **6.1.1.Kök Kütlesi Miktarının Bitki Örtüsüne ve Derinlik Kademesine Göre Değişimine İlişkin Tartışma**

Araştırma alanında toprak derinliği arttıkça kalın kök kütlesi, Çs bitki türünde artmakta iken, Çs+G ve Çs+L türlerinde azalmaktadır. Saf sarıçam meşçeresinin de toprak derinlik kademelerine inildikçe kalın kök kütlelerinin arttığı bulunmuştur. Bunun nedenleri olarak; taban suyunun düşük olması ve alanın derin toprağa sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Buna bağlı olarak Çs bitki türü genel özelliği olan kazık kök oluşturarak, toprak alt derinliklerine kadar kalın kök gelişimi yapmıştır. Sarıçam derinlere giden kazık kök yapar. Toprak niteliği (nem, taban suyu, toprak derinliği) kök şeklini etkiler. Taze derin topraklarda kazık kök uzar ve köklerin yatay yönde yayılışı sınırlı kalır. Çs+G ve Çs+ L türlerinde ise toprak derinliği arttıkça kalın kök kütlelerinin azalması nedenleri; Gökmar türünün yürek kök oluşturması, Ladin türünün yayvan kök oluşturması, derinlik arttıkça topraktaki bazı besin elementlerinin azalması, biyolojik aktivitenin ve havalandırmanın azalması yanı sıra, sıcaklığında azalması sayılabilir. Kısaca toprak derinlik kademesi arttıkça; saf sarıçam meşçerelerinde kalın kök kütlesi artmakta, ladin ve gökmar ile karışım oluşturan sarıçam meşçerelerinde azalmaktadır.

#### **6.1.2. Yaş Sınıflarına Göre Kalın Kök Kütlelerinin Değişimine İlişkin Tartışma**

İkinci ve 4. yaş sınıflarında 0-15 cm derinlik kademesinde bulunan kalın kök yüzdesi, diğer derinlik kademesine göre daha fazladır. Bir başka ifade ile bu yaş sınıflarının 0-15 cm derinlik kademesindeki kalın kök miktarı alt derinlik kademesine göre daha fazladır. 3. ve 5. yaş sınıflarında ise 0-15 cm derinlik kademesindeki kalın kök



yüzdesi diğer derinlik kademesine göre daha azdır. Burada da bu yaş sınıflarında derinlik kademesi arttıkça kalın kök miktarı azalmaktadır. Yaş sınıfı derinlik kademesi ilişkisinde yaş sınıfı arttıkça, derinlik kademesine bağlı olarak kalın kök kütlesi genelde artmıştır. Genelinde kalın kök kütlesinin artması beklenen bir durumdur. Çünkü yaş sınıfı arttıkça toprak üstü servette artmakta ve buna bağlı olarak kök kütlesinde de artış olmaktadır. Ortalama olarak en fazla kalın kök kütlesi 4. yaş sınıfında (11808 kg/ha), 5. yaş sınıfında (11432 kg/ha), 3. yaş sınıfında (7159 kg/ha), 2. yaş sınıfında ise (6519 kg/ha) bulunmuştur. Geneline bakıldığında yaş ilerledikçe kalın kök miktarının da arttığı bulunmuştur. Kırış (2009) yaptığı çalışmada yaş sınıfı ilerledikçe kalın kök kütlesinin miktarının arttığını belirtmiştir. Bunun nedeni toprak üstü servetin artması ve bu toprak üstü servetin dengelenmesi için ağaçların kök kütlesini arttırma yoluna gitmesi olduğu düşünülmektedir. Çünkü yaş ilerledikçe yaşam için gerekli olan toprak besin maddesi ve su ihtiyacının artması ile bu ihtiyacı karşılamak için ağaçların toprak besin maddesi ve suya ulaşma dürtüsü ile köklerini artırma yoluna gitmesinin bir sebebi olduğu düşünülmektedir.

### **6.1.3 Bonitet Göre Kalın Kök Kütlesinin Değişimine İlişkin Tartışma**

Ortalama olarak en az kalın kök kütlesi 3. bonitet de olduğu görülmektedir. Bunun nedeni, araştırma alanımızda deneme alanları farklı alanlardan alınmış olması, bu alanlarda toprak üstü servetin azlığı ve buna paralel olarak toprak altı kök kütlesinin yetersizliği, yetiştirme koşullarında etkileri düşünülebilir. En yüksek kök kütlesi 2. bonitet te bulunmuştur. Kötü yetiştirme koşullarında kök kütlesinin daha fazla olması beklenen bir durumdur. Çünkü verim gücü düşük olan yerlerde bitki, besin ve suya ulaşmak için köklerini artırması gerekmektedir.

### **6.1.4 Bakıya Göre Kalın Kök Kütlesine Ait Tartışma**

Güneşli bakılardaki kalın kök kütle miktarı, gölgeli bakılara nazaran daha fazladır. Bu beklenen bir sonuçtur. Bitkiler yetiştirme ortamında su yetersizliği karşısında toprak derinlik kademelerine doğru köklerini geliştirmektedirler. Güneşli bakılarda bu olağan bir durumdur. Gölgeli bakılar da ise su oranı daha yüksektir. Böylece bitki toprak yüzeyinde gerekli su ihtiyacını karşılayabilir. Bu nedenle gölgeli bakılarda kalın kök miktarı güneşli bakılara nazaran daha azdır.

### **6.1.5. Yaş Sınıfları ve Servet Arasındaki İlişkin Tartışma**

Toprak üstü servet arttıkça kalın kök miktarı da artmıştır. Ağaç çapının toprak üstü servetin bir bileşeni olduğundan toprak üstü servet ile artış gösteren kalın kök kütlesi ağaç çapının artması ile de artış göstermektedir. Bu durum, toprak üstü servetle kalın kök kütlesi arasındaki ilişkiye benzer bir ilişkinin göğüs yüzeyi çapı ile kalın kök kütlesi arasında olduğu anlamına gelmektedir. Lin ve ark. (2006 ) toplam kalın kök kütlelerinin göğüs yüzeyi ile çok anlamlı olduğunu belirtmişlerdir.

## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Saf ve karışık sarıçam meşçerelerinde yaşa göre kalın kök miktarının değişiminin ortaya konması amacıyla yapılan bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur:

- Bitki örtüsü ve derinlik kademesi bakımından ortalama olarak en fazla kök kütlesi saf sarıçam meşçeresinde 2. derinlik kademesinde(5327 kg/ha) bulunmuştur.Çs+L, meşçeresinde ise 1. derinlik kademesindeki ortalama kök(5018 kg/ha) 2. derinlik kademe(4340 kg/ha)ine göre daha fazla bulunmuştur. Çs+G,meşçeresinde ise 1. derinlik kademesindeki ortalama kök(4864 kg/ha) 2. derinlik kademe(4499 kg/ha)ine göre daha fazla bulunmuştur.
- Yaş sınıflarına göre kalın kök kütlesi (0-15cm) kg/ha kök kütlesi en fazla 4. yaş sınıfında (6229 kg/ha), en az ise 3. yaş sınıfında(3256 kg/ha), (15-30cm) kg/ha kök kütlesi en fazla 5. yaş sınıfında(6096 kg/ha), en az ise 2. yaş sınıfında(2960kg/ha) bulunmuştur. Toplam kök kütlesi miktarı kg/ha en fazla 5. yaş sınıfında(11432 kg/ha), en az ise 2. yaş sınıfında(6519 kg/ha) bulunmuştur.
- Bonitet sınıflarına göre kalın kök kütlesi (0-15cm) kg/ha kök kütlesi en fazla 2. bonitette (5243 kg/ha), en az ise 3. bonitette (3052 kg/ha), (15-30cm) kg/ha kök kütlesi en fazla 2.bonitette (5796 kg/ha), en az ise 3. bonitette (3322kg/ha) bulunmuştur. Toplam kök kütlesi miktarı kg/ha en fazla 2. bonitette (11039 kg/ha), en az ise 3.bonitette (6374 kg/ha) bulunmuştur.
- Bakıya göre kalın kök kütlesi (0-15cm) kg/ha kök kütlesi en fazla güneşli bakıda(4985 kg/ha), en az ise gölgeli bakıda (4040 kg/ha) (15-30cm) kg/ha kök kütlesi en fazla güneşli bakıda (5839 kg/ha), en az ise gölgeli bakıda (3430 kg/ha) bulunmuştur. Toplam kök kütlesi miktarı kg/ha en fazla 2. güneşli bakıda (10823 kg/ha), en az ise gölgeli bakıda (7470 kg/ha) bulunmuştur.

- Toprak üstü servet bakımından ortalama olarak en fazla servet 1. bonitet de, en az servet ise 3. bonitet de bulunmuştur. Yaş sınıfları artıkça servetinde ona bağlı olarak arttığı bulunmuştur.

Toprak altı bitkisel kütle, ekosistemden planlı olarak faydalanmak için gerekli bir bileşendir. Bu çalışma, toplam bitkisel kütlede önemli bir kısmını kalın kök kütlelerinin oluşturduğunu ortaya koymuştur. Fonksiyonel ormancılık açısından yeni yapılan veya yapılacak olan planlar için gereklilik oluşturmaktadır. Aynı zaman da toprak üstü servetin yaklaşık %25'lik kısmını oluşturan kök kütlelerinin biyokütle hesaplamalarında göz ardı edilemeyecek bir miktar olduğu bu çalışma ile bir kez daha ortaya konmuştur.

## KAYNAKLAR

- Alemdağ, İ. Ş. 1981. Aboveground-Mass Equations For Six Hardwood Species From Natural Stands Of The Research Forest At Petawawa, Canadian Forestry Service, Information Report, PI-X-6, P9, Canada.
- Anonim, 1987. Amenajman Planı, Giresun Orman Bölge Müdürlüğü, Espiye İşletme Müdürlüğü Esenli ve Tohumluk Şefliği 1987-2006.
- Anonim, 1994. Sarıçam El kitabı dizisi: 7, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları Muhtelif Yayınlar Sersisi 67, s 1-18.
- Anşin, R., 1979. Trabzon-Meryemana Araştırma Ormanı Florası ve Saf Ladin Meşcerelerinde Floristik Araştırmalar, Karadeniz Gazetecilik ve Matbaacılık A.Ş., Trabzon
- Bakar, T. T., Conner, W.h., Lockaby, B.G., Stanturf, J. A. And Burke, M. K., 2001. Fine Root Productivity And Dynamics on a Forested Floodplain in South Carolina. J. Soil . Sci. Soc. Am., 65, 545-556
- Bolte, A., Rahmann, T., Kuhr, M., Pogoda, P., Murach, D. and 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.). J. Plant and Soil., 264, 1-11
- Borner, R. E., 1984. Nutrient Fluxes in Litterfall and Decomposition in Four forest along a Gradient of Soil Fertility in Southern Ohio. Can. J. For Res., 14, 794-802
- Deans, J. D., 1981. Dynamics of Coarse Root Production in a Young Plantation of *Picea Sitchensis*. J. Forestry., 54, No 2, 139-155.
- Çepel, N., 1978. Orman Ekolojisi. İ.Ü. Orman Fakülteleri Yayınları, O.F. Yayın No: 287, İstanbul
- Çepel, N. Ve Karaveli, A., 1990. Uludağ Milli Parkı'nın Üst Toprağına Ait tekstür ve Asitlik Özellikleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi., Seri:A, 1, 40.
- Durkaya , B., Durkaya, A., 2008. Türkiye Toprak Üstü Tek Ağaç Ve Meşçere Biyokütle Tabloları. Bartın Orman Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Fak., Bartın.
- Geudens, G., Staelens, J., Kint, V., Goris, R. And Lust N., 2004. Allometric Biomass Equations For Scots Pine (*Pinus Sylvestris* L.) Seedlings During The First Years Of Establishment In Dense Natural Regenerations. J. Ann. For. Sci., 61, 653-659

- Gülçur, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Yöntemleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, O.F Yayın No:201, Kurtuluş Matbaası, İstanbul, 225 s
- Helmisaari, H-S., Derome, J., Nöjd, P. And Kukkola, M., 2007. Fine Root Biomass In Relation To Site And Stand Characteristics In Norway Spruce And Scots Pine Stands. *J. Tree Physiol.*, 27, 1493-1504
- Jaramillo, V. J., Ahedo-Herna'ndez, R. And Kauffman, J. B., 2003. Root Biomass Andcarbon In A Tropical Evergreen Forest Of Mexico: Changes With Secondary Succession And Forest Conversion To Pasture. *J. Trop. Ecol.*, 19, 457-464
- Kantarıcı, M. D., 1973. Orman Ağaçlarının Kök Profillerinin Açılması. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi., 23, (2), 98-107
- Kantarıcı, M. D., 1979. Aladağ Kütlesinin (Bolu) Kuzey Aklarındaki Uludağ Göknarı Ormanlarındaki Yükselti-İklim Basamaklarına Göre Bazı Ölü Örtü Toprak Özelliklerinin Analitik Olarak Araştırılması, İ.Ü. Yayınları No: 2634, Ormanfak., Yayın No: 274, İstanbul
- Kırış,K. 2009. Gümüşhane Torul Yöresi Saf Sarıçam Meşçerelerinde Kalın Kök Kütlesi Değişiminin Ve Bazı Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Fak.,Artvin
- Leuschner, C., Hertel, D., Schmid, I., Koch, O.,Muhs, A. And Hölcsher, D., 2004.Stand Fine Root Biomass And Fine Root Morphology In Old-Growth Beech Forestsas A Function Of Precipitation And Soil Fertility. *J.Plant Soil.*, 258, (1), 43-56.
- Lilienfein, J., Wilcke, W., Zimmermann, R., Gerstberger, P., Araújo, G. M. Andzech, W., 1999. Nutrient Storage In Soil And Biomass Of Native Braziliancerrado. *J. Soil. Sci. Plant Nutr.*, 164, 487-495.
- Lin, K. C., Duh, C.T., Huang, C. M. And Wang, C. P., 2006. Estimate Of Coarse Rootbiomass And Nutrient Contents Of Trees In A Subtropical Broadleaf Forest İntaiwan, *J.Forest Sci.*, 21(2), 155-66
- Luo, T., Brown, S., Pan, Y., Shi, P., Ouyang, H., Yu, Z. And Zhu, H., 2004. Rootbiomass Long Subtropical To Alpine Gradients: Global İmlication From Tibetaniantransect Studies. *J. For. Ecol. And Manage.*, 206, 349-363.
- Makkonen, K. And Helmisaari, H-S., 1997. Seasonal And Yearly Variations Of Fine-Root Biomass And Necromass In A Scots Pine (Pinus Sylvestris L.) Stand. *J. For.Ecol. And Manage.*, 102, (2-3), 283-290.
- Masako, D., Mayumi, S., Yuji, K., Yoshiaki, G., Yoichi, K., 1999. Estimation Of Rootbiomass And Root Surface Area In A Broad-Leaved Secondary Forest In Thesouthern Part Of Kyoto Prefecture. *J. Jap. Forestry Soc.*, 88,(2), 120-125

- Mei, L., Wang, Z., Han, Y., Gu, J., Wang, X., Cheng, Y. And Zhang, X-J., 2006. Distribution Patterns Of Fraxinus Mandshurica Root Biomass, Specific Rootlength And Root Length Density. *J. Appl Ecol.*, 17 (1), 1-4.
- Millikin, C. S., Bledsoe, C. S. And Tecklin, J., 1997. Woody Root Biomass Of 40-To 90-Year-Old Blue Oaks (*Quercus Douglasii*) İn Western Sierra Nevada Foothills. Symposium On Oak Woodlands: Ecology, Management, And Urban Interface Issues,
- Okatan, A., 1987. Trabzon Meryemana Deresi Yağış Havzası Alpin Meralarının Bazı Fiziksel Ve Hidrolojik Toprak Özellikleri İle Vejetasyon Yapısı. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Fak., Trabzon
- Saraçoğlu, N. 1992. Kayın Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi, Proje Sonuç Raporu, KTÜ, Trabzon.
- Saraçoğlu, N., 1997. Bir Enerji Kaynağı Olarak Orman Biyokütlesi. *Ekoloji*, 22, 9-13.
- Saraçoğlu, N., 1998a. Kayın (*Fagus Orientalis* Lipsky) Biyokütle Tabloları. *J. Agric. For.*, 22, 93-100
- Saraçoğlu, N., 1998b. Sakallı Kızılağaç ( *Alnus Glutinosa* L. ) Gaerth Subsp. *Barbata* (C.A.Mey.) Yalt Biyokütle Tabloları. *J. Agric. For.*, 24, 147-15
- Saraçoğlu, N., 2003. Biyokütlenin Enerji Üretiminde Değerlendirilmesi, TMMOB Türkiye 4. Enerji Sempozyumu Bildirileri, Ankara
- Soethe, N., Lehmann, J. And Engels, C., 2004. Predicting Coarse Root Biomass From Branching Patterns Of Native Tree Species İn A Tropical Mountain Forest İn South Ecuador. 4th International Workshop On Functional-Structural Plant Models, Short Presentations-Session 1, 7-11, Montpellier, France Edited By C. Godin Etal.
- Stover, D. B., Day, F. P., Butnor, J. R. And Drake B. G., 2007. Effect Of Elevated CO<sub>2</sub> On Coarse-Root Biomass İn Florida Scrub Detected By Ground-Penetrating Radar. *J. Ecol. Soc. Am.*, 88(5), 1328-1334
- Tateno, R., Hisni, T. And Takeda, H., 2003. Above And Belowground Biomass And Net Primary Production İn A Cool-Temperate Deciduous Forest İn Relation To Topographical Changes İn Soil Nitrogen. *J. For. Ecol. Manage.*, Laboratory Offorest Ecology., 193(3), 297-306
- Taylor, A. E. (Under The Dircetion Of H. Lee Allen.), 2005. Quantifying The Coarseroot Biomass Of İntensively Managed Loblolly Pine Plantations. A Thesis Submitted To The Graduate Faculty Of North Carolina State University İn Partial Fulfillment Of The Requirements Fort He Degree Of Master Science.

- Tüfekçioğlu, A., 1995. Ordu Melet Irmağı Havzasındaki Orman Ekosistemlerindeyükselti Ve Bakı Etmenlerine Göre Bitki Örtüsü Ve Bakı Özelliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Fak., Trabzon
- Tüfekçioğlu, A., Raich, J. W., Isenthart, T. M. And Schultz, R. C., 1999. Fine Rootdynamics, Coarse Root Biomass, Root Distribution, And Soil Respiration İn A Multispecies Riparian Buffer İn Central Iowa. USA. *J. Agroforest Syst.*, 44, 163-174 (12)
- Tüfekçioğlu, A., Güner, S., Altun, L., Kalay, H. Z., Yener, İ., 2002. Kayın Ve Ladinmeşcerelerinde İnce Ve Kılcal Kök Biyokütellerinin Karşılaştırılması, II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Cilt II, S. 746-751.
- Tüfekçioğlu, A., Yüksek, T. Ve Kalay, H. Z., 2004a. Gümüşhane İli Torul İlçesiyalancı Akasya ( Salkım Ağaç ) Ağaçlandırmalarının Biyokütle Ve Bazı Toprak Özellikleri Yönünden İncelenmesi. 1-7
- Tüfekçioğlu, A., Güner S., Küçük, M., 2004b. Root Biomass And Carbon Storage İn Oriental Spruce And Beech Stands İn Artvin, İn Turkey. *J. Environ. Biol.*, 25 (3),317-20.
- Tüfekçioğlu, A., Sarıyıldız. T., Güner, S. And Küçük, M., 2005a. Artvin, Genya Dağıyöresi Doğu Ladini Meşcerelerinde Kök Kütlesi, Yıllık İbre Dökümü Ve Toprak Solunumu Miktarının Değişimleri, Ladin Sempozyumu., 1, 123-129, Trabzon.
- Tüfekçioğlu, A., Güner, S. And Tilki, F.,2005b. Thinning Effects On Production,Root Biomass And Soil Properties İn A Young Oriental Beech Stand İn Artvin,Turkey. *J. Envirol Biol.*, 26 (1), Sayfa 1-17.
- Tufekçioğlu, A., Küçük, M., Sağlam, B., Bilgili, E., Altun, L., And Küçük, O., 2006.Influence Of Fire On Root Biomass Dynamics And Soil Respiration Rates İn Young Cosican Pine (*Pinus Nigra*) Stands İn Turkey. *J. For. Ecol. Manage.*, 1, 234,195.
- Vance, E. D. And Nadkarni, N. M., 1992. Root Biomass Distribution İn A Moisttropical Montane Forest, Plant And Soil. *J. Plant And Soil.*, 142, 31-39.
- Vanninen, P., Yitalo, H., Sievanen, R. And Makela A., 1995. Effects Of Age And Sitequality On The Distribution Of Biomass İn Scots (*Pinus Sylvestris L.*). *J.Trees – Struc. Funct.*, 10, 231-238.
- Vanninen, P. And Makela A., 1998. Fine Root Biomass Of Scots Pine Stands Differingin Age And Soil Fertility İn Southern Finland. *J. Tree Physiol.*, 19 , 832-830
- Yanai, R. D., Vadeboncoeur, M. A., Hamburg, S. P. And Park, B. B., 2007. Estimating Root Biomass İn Rocky Soils Using Pits, Cores. And Allometric Equations. *J. Soil Sci. Soc. Am.*, 71, 206-213.



- Yanai, R. D., Park, B. B. And Hamburg, S. P., 2006. The Vertical And Horizontal distribution Of Roots In Northern Hardwood Stands Of Varying Age. Can. J. For. Res., 36 (2), 450-459.
- Yunhuan, C., Youzhi, H., Qingcheng, W., Zhengquan, W., 2006. Seasonal dynamics Of Fine Root Biomass, Root Length Density, Specific Root Length, And Soil resource Availability In A Larix Gmelinii Plantation. J. Front. Biol. China., 1, (3), 310-317.
- Zerihun, A. And Montagu, K. D., 2004. Belowground To Aboveground Biomass Ratio and Vertical Root Distribution Responses Of Mature Pinus Radiata Stands To phosphorus fertilization At Planting. Can. J. For. Res., 34, (9), 1883-1894.

## EKLER

Ek 1. Deneme alanlarının fizyografik özellikleri

Deneme Alanı No	Eğim (%)	Bakı	Yükselti (m)	Yaş Sınıfı	Bonitet Sınıfı
1	64	Güney Batı	1445	3	1
2	49	Güney Batı	1454	3	1
3	52	Güney Doğu	1485	4	1
4	55	Kuzey Doğu	1479	3	3
5	54	Güney Batı	1608	2	1
6	46	Güney Batı	1601	2	1
7	40	Güney Batı	1577	2	1
8	46	Güney	1835	5	2
9	28	Batı	1822	4	1
10	54	Güney Doğu	1687	5	2
11	58	Güney Doğu	1664	4	2
12	49	Güney Doğu	1673	5	2
13	53	Doğu	1602	5	2
14	56	Kuzey Doğu	1639	5	1
15	52	Doğu	1620	5	1
16	67	Batı	1942	3	1
17	58	Güney Batı	1896	4	1
18	64	Kuzey Doğu	1874	4	2
19	56	Güney Batı	1868	5	1
20	62	Kuzey Doğu	1876	5	1
21	52	Kuzey Doğu	2035	5	1
22	54	Güney Batı	2120	5	2
23	46	Kuzey Batı	2085	5	1
24	58	Güney Batı	2064	4	1
25	28	Güney Batı	1988	2	2
26	64	Güney Batı	1993	2	2
27	56	Batı	1981	2	2
28	68	Batı	1982	3	2
29	44	Kuzey Doğu	1965	3	2
30	57	Doğu	1948	3	2
31	46	Kuzey Batı	1386	2	1
32	54	Kuzey Batı	1378	2	1
33	48	Güney Batı	1351	2	1
34	49	Güney Batı	1354	4	2
35	64	Güney Batı	1363	4	2
36	57	Kuzey	1494	3	3
37	65	Güney Doğu	1481	5	2
38	58	Kuzey Doğu	1462	4	2
39	52	Batı	1455	3	1
40	48	Kuzey Batı	1405	5	2
41	49	Doğu	1547	3	2
42	63	Kuzey Doğu	1554	3	3
43	57	Güney Doğu	1471	5	2
44	38	Güney Doğu	1452	5	2
45	40	Güney Doğu	1470	5	2

Ek 2. Kalın kök kütlelerinin derinlik kademelerine göre dağılımı

Deneme Alanı No	Bitki Örtüsü	Kök Kütlesi (0-15) (Kg/Ha)	Kök Kütlesi (15-30) (Kg/Ha)	Kök Kütlesi Toplam (Kg/Ha)
1	Çs	1504		1504
2	Çs	1266	815	2080
3	Çs	7087	7647	14734
4	Çs	2130	4261	6391
5	Çs	1556		1556
6	Çs	2058		2058
7	Çs	1507		1507
8	Çs	5373		5373
9	Çs	3314	2897	6210
10	Çs	1590	10301	11892
11	Çs	9043	10384	19428
12	Çs	8677	5083	13761
13	Çs	7651	4555	12206
14	Çs	2392	4322	6714
15	Çs	4864		4864
16	Çs+G	3820	2880	6700
17	Çs+G	13376	7280	20656
18	Çs+G	9318		9318
19	Çs+G	9508	5189	14696
20	Çs+G	1729	2011	3740
21	Çs+G	1366		1366
22	Çs+G	10625		10625
23	Çs+G	4284		4284
24	Çs+G	2031		2031
25	Çs+G	8196		8196
26	Çs+G	2019		2019
27	Çs+G	1599		1599
28	Çs+G	3052		3052
29	Çs+G	2778		2778
30	Çs+G	1574		1574
31	Çs+L	3375	2066	5441
32	Çs+L	8525	3769	12294
33	Çs+L	3198	3044	6242
34	Çs+L	4374		4374
35	Çs+L	4046	2887	6933
36	Çs+L	2183		2183
37	Çs+L	12714	5279	17994
38	Çs+L	3470	2377	5847
39	Çs+L	6987	6089	13076
40	Çs+L	6257	5124	11382
41	Çs+L	1935	0	1935
42	Çs+L	4843	2384	7227
43	Çs+L	2953		2953
44	Çs+L	3142		3142
45	Çs+L	4952	11969	16921

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı: ZENGİN, Onur

Uyruğu: T.C

Doğum Tarihi ve Yeri: 12.05.1980-Trabzon

Medeni Hali :Evli

Telefon: 05062040081

e-mail: [onuray61@hotmail.com](mailto:onuray61@hotmail.com)

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lise	Torul Lisesi	1997
Lisans	KAÜ / Orman Mühendisliği Bölümü	2004

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2006 -	Espiye Orman İşl. Müd.	İşletme Şefi

### Yabancı Dil

İngilizce