

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

**GÜMÜŞHANE TORUL YÖRESİ SAF SARIÇAM MEŞCERELERİNDE KALIN
KÖK KÜTLESİ DEĞİŞİMİNİN VE BAZI TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kamil KIRIŞ

Artvin-2009

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

**GÜMÜŞHANE TORUL YÖRESİ SAF SARIÇAM MEŞCERELERİNDE KALIN
KÖK KÜTLESİ DEĞİŞİMİNİN VE BAZI TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kamil KIRIŞ

**Danışman
Doç. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU**

Artvin-2009

ÖNSÖZ

“Karadeniz Bölgesi Saf ve Karışık Sarıçam (*Pinus slyvestris* L.) Meşcereleri İçin Mekanistik Büyüme Modellerinin Geliştirilmesi, Biyokütle ve Karbon Depolama Miktarının Belirlenmesi” isimli TÜBİTAK projesinin bir parçası olan “**Gümüşhane Torul Yöresi Saf Sarıçam (*Pinus slyvestris*) Meşcerelerinde Kalın Kök Kütlesi Değişiminin ve Bazı Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi**” adlı bu çalışma, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim 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 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.

Akademik hayatı bize sevdirek bu uzun ve zorlu yolda faydalı eserler verebilme düşüncesini bize lisans 1. sınıfta aşıl原因 ve toprak analizlerinin yapılması aşamasında laboratuarda çalışma ortamı sağlayan Sayın Hocam Doç. Dr. Lokman ALTUN’a teşekkür ederim

Laboratuar çalışmalarında bilgileri ile beni yönlendiren Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Murat YILMAZ’a ve bana yardımcı olan Arş. Gör. Orman Yüksek Mühendisi Mehmet KÜÇÜK’e ve Arş. Gör. Orman Yüksek Mühendisi Engin GÜVENDİ hocalarıma ayrı ayrı teşekkür ederim. Arazi çalışmalarında, birlikte çalıştığımız arkadaşlarım Orman Mühendisi Ersin DURSUN’a ve Bilgisayar Mühendisi Yusuf UÇAN’a ayrı ayrı teşekkür ederim.

Tezimin yazılmasında yardımlarını esirgemeyen Gül AYDIN’a ve isimlerini sayamadığım diğer arkadaşlara ayrı ayrı teşekkür eder, bu çalışmanın ülkemiz ormancılığına ve araştırmacılara yardımcı olmasını dilerim

Kamil KIRIŞ

Artvin-2009

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	IV
SUMMARY	V
TABLolar DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	7
2.1. Konuyla İlgili Türkiye’de Yapılan Çalışmalar	7
2.2. Konuyla İlgili Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar	8
3. ARASTIRMA ALANININ GENEL TANITIMI	13
3.1. Coğrafi Konum	13
3.2. İklim	14
3.3. Araştırma Alanının Bitki Örtüsü Yönünden Durumu	16
3.4 Jeolojik Yapı	17
4. MATERYAL VE YÖNTEM	18
4.1. Materyal	18
4.2. Yöntem	19
4.2.1. Hazırlık Aşamasında Yapılan Çalışmalar	19
4.2.2. Arazi Aşamasında Yapılan Çalışmalar	20
4.2.2.1. Kök Örnekleme Yöntemi	21
4.2.2.2. Toprak Örnekleme Yöntemi	21
4.2.2.3. Meşcere Özelliklerinin Belirlenmesi	22
4.2.3. Deneylikte Yapılan Çalışmalar	23
4.2.3.1. Kök Örneklerinin Analize Hazırlanması	23
4.2.3.2. Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması	26
4.2.3.3 Toprak Örneklerinin Mekanik Analizi	26
4.2.3.4. pH Tayini	26
4.2.3.5 Organik Karbon (Corg) ile Organik Madde Tayini	26

4.2.4. Değerlendirme (Büro) Aşamasında Yapılan Çalışmalar.....	26
5. BULGULAR	28
5.1. Kök Kütlesine İlişkin Bulgular	28
5.1.1. Farklı Derinliklerdeki Kök Kütlesine İlişkin Bulgular	28
5.1.2. Kalın Kök Kütlesinin Kök Çap Sınıflarına Göre Dağılımı	29
5.1.3. Kalın Kök Kütlesinin Meşcere Yaş Sınıflarına Göre Değişimi	31
5.1.4. Kalın Kök Kütlesinin Bonitet Sınıfı-Yaş Sınıfına Göre Değişimi.....	33
5.2. Toprak Özelliklerine Ait Bulgular	35
5.2.1.Toprak Tekstürüne Ait Bulgular	35
5.2.2.Toprak pH'sına Ait Bulgular	36
5.2.3.Toprak Organik Maddesine Ait Bulgular	37
5.3 Toprak Üstü Servete İlişkin Bulgular	38
6. TARTIŞMA	40
6.1. Kök Kütlesine İlişkin Tartışma	40
6.1.1. Kök Kütlesi Miktarının Derinlik Kademelerine Göre Değişimine İlişkin Tartışma	40
6.1.2. Kök Kütlesi Miktarının Kök Çap Sınıfına Göre Değişimine İlişkin Tartışma	41
6.1.3 Kök Kütlesi Miktarının Yaş Sınıfına Göre Değişimine İlişkin Tartışma	41
6.1.4. Kök Kütlesi Miktarının Bonitet Sınıfı-Yaş Sınıfına Göre Değişimine İlişkin Tartışma	42
6.2. Toprak Özelliklerine İlişkin Tartışma.....	42
6.2.1.Toprak Tekstürüne İlişkin Tartışma.....	42
6.2.3.Toprak Organik Maddesine İlişkin Tartışma	43
6.2.2.Toprak pH'sına İlişkin Tartışma	44
6.3. Toprak Üstü Servete İlişkin Tartışma	44
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	46
KAYNAKLAR	49
EKLER	55
ÖZGEÇMİŞ	79

ÖZET

Bu çalışmada, Gümüşhane ili Torul yöresi saf sarıçam meşcerelerinde kalın kök (kök çapı > 5 mm) kütlesi belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada çeşitli meşcere ve mevki özellikleri yanında bazı toprak özellikleri de ölçülmüştür. Bu amaçla Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü, Torul Orman İşletme Müdürlüğü, Zigana Şefliği sınırları içerisinde 2. (20-40 yıl) yaş sınıfindan 8, 3. (40-60 yıl) yaş sınıfindan 11, 4. (60-80 yıl) yaş sınıfindan 10 ve 5. (80-100 yıl) yaş sınıfindan 6 olmak üzere rasgele yöntemle toplam 35 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 60x180 cm boyutlarında kök çukurlarından dört derinlik kademesinden (0-15 cm, 15-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm) kalın kök (kök çapı > 5 mm) örnekleri alınmıştır. Toprak özellikleri için dört derinlik kademesinden (0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm ve 60-80 cm) örneklemeler yapılmıştır. Alınan toprak örneklerinde toprak tekstürü, toprak organik maddesi ve toprak tepkimesi analizleri yapılmıştır. Meşcere özelliklerinin belirlenmesi için deneme alanlarındaki tüm ağaçların göğüs yüksekliği çapı, göğüs yüksekliği yaşı ve meşceredeki en boylu 3 ağaç boyu değerleri ölçülmüştür. 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 2, 3 ve 1 şeklinde sıralanmıştır. Kalın kök kütlesi miktarı en yüksek >20 mm çap sınıfında, sonra 5-10 mm çap sınıfında ve en az 10-20 mm çap sınıfında bulunmuştur. Deneme alanlarındaki ortalama kum miktarı üst topraklarda en fazla, ortalama kil miktarı ise üst topraklarda az bulunmuştur. Toprak organik maddesi derinlik arttıkça azalırken, toprak asitliği derinlik arttıkça düzensiz bir değişim göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kalın kök kütlesi, yaş sınıfı, bonitet sınıfı, Sarıçam, Gümüşhane

SUMMARY

COARSE ROOT BIOMASS AND SOME SOIL PROPERTIES IN SCOTCH PINE STANDS OF TORUL, GÜMÜŞHANE

In this study, coarse root biomass (>5 mm) of pure *Pinus sylvestris* stands were investigated in Zigana mountains, Gümüşhane, Turkey. A total of 35 sampling plots of which 8 belongs to site index II, 11 belongs to site index III, 10 belongs to site index IV and 6 belongs to site index V, were taken to determine coarse root biomass in the study area.

To determine coarse root biomass 60x180 cm sized soil pits were digged. Soil pits divided into depth classes as 0-15 cm, 15-30 cm, 30-60 cm and 60-90 cm. Soil samples were taken from depth classes of 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm, 60-80 cm. Root samples were oven-dried at 70 °C for 48 hours and weighed. Soil samples air dried, ground and sieved to pass 2 mm mesh. Soil samples were analyzed for pH, organic matter, and texture.

Our results indicate that coarse root biomass decreased with soil depth and increased with stand age. The greatest coarse root biomass were found in site index II and followed by III and I. In terms of root diameter size classes, the greatest amount of roots were in >20 mm size class and followed by 10-20 mm and 5-10 mm. Soil organic matter decreased with soil depth. Clay and sand content of soils were changed with soil depth.

Key Words: Coarse root biomass, stand age, site index, *Pinus sylvestris*, Gümüşhane

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Araştırma Alanına Ait Bazı Meteorolojik Değerler	15
Tablo 2. Derinlik Kademelerinde Ortalama Kalın Kök Kütlesi Değişimi.....	28
Tablo 3. Kök Çap Sınıflarına Göre Ortalama Kalın Kök Kütlesi Değişimi	29
Tablo 4. Derinlik Kademesi-Kök Çap Sınıfı İlişkisine Göre Kalın Kök Kütlesi Değişimi .	30
Tablo 5. Derinlik Kademesi-Kök Çap Sınıfına İlişkin Kalın Kök Kütlesinin % Dağılımı ..	30
Tablo 6. Yaş Sınıflarına Göre Ortalama Kalın Kök Kütlesi Değişimi	31
Tablo 7. Yaş Sınıfı-Derinlik Kademesi İlişkisine Göre Ortalama Kalın Kök Kütlesi Değişimi	32
Tablo 8. Yaş Sınıfı-Derinlik Kademesi İlişkisine Göre Ortalama Kalın Kök Kütlesinin % Dağılımı	32
Tablo 9. Bonitet Sınıfı-Yaş Sınıfına Göre Ortalama Kalın Kök Kütlesi Değişimi....	33
Tablo 10. Bonitet Sınıfı-Derinlik Kademesi İlişkisine Göre Kalın Kök Kütlesi Değişimi..	34
Tablo 11. Deneme Alanlarındaki Toprakların Ortalama Kum, Kil ve Toz İçerikleri Değişimi	35
Tablo 12. Derinlik Kademelerine Göre Ortalama pH Değişimi	36
Tablo 13. Derinlik Kademelerine Göre % Olarak Ortalama Organik Madde Değişimi	37
Tablo 14. Bonitet Sınıfı-Derinlik Kademesi İlişkisine Göre Ortalama Toprak Organik Maddesi Değişimi.....	38
Tablo 15. Deneme Alanlarına Göre Toprak Üstü Servet.....	39

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Araştırma Alanının Konumu	13
Şekil 2. Çalışma Alanlarından Bir Görünüş.....	14
Şekil 3. Walter Yöntemine Göre Araştırma Alanının Su Bilançosu.....	15
Şekil 4. Arazi Çalışmalarında Açılmış Olan Bir Toprak Profili	22
Şekil 5. Deneylikte Kalın Köklerin Çaplarının Belirlenmesi.....	24
Şekil 6. Deneylikte Kalın Köklerin Çap Sınıflarına Göre Sınıflandırılması.....	24
Şekil 7. Kese Kağıtlarına Yerleştirilmiş Olan Köklerin Kurutma Fırınlarında Kurutulması.....	25
Şekil 8. Fırın Kuru Halde Olan Kalın Köklerin Tartılarak Kütlelerinin Belirlenmesi	25
Şekil 9. Derinlik Kademelerine Göre Ortalama Kalın Kök Kütlesi Değişimi.....	29
Şekil 10. Kök Çap Sınıflarına Göre Ortalama Kalın Kök Kütlesi Değişimi	30
Şekil 11. Kök Çap Sınıfı-Derinlik Kademesi İlişkisine Göre Kalın Kök Kütlesi.....	31
Şekil 12. Yaş Sınıflarına Göre Ortalama Ortalama Kök Kütlesi Değişimi.....	32
Şekil 13. Yaş Sınıfı-Derinlik Kademesi İlişkisine Göre Kalın Kök Kütlesi Değişimi ...	33
Şekil 14. Bonitet Sınıfı-Yaş Sınıfı İlişkisine Göre Ortalama Kalın Kök Kütlesi Değişimi ..	34
Şekil 15. Derinlik Kademesi-Bonitet Sınıfı İlişkisine Göre Kalın Kök Kütlesi Değişimi ...	34
Şekil 16. Deneme Alanlarındaki Toprakların Ortalama Kum, Kil ve Toz İçerikleri Değişimi.	36
Şekil 17. Derinlik Kademelerine Göre Ortalama pH Değişimi	37
Şekil 18. Derinlik Kademelerine Göre % Olarak Ortalama Organik Madde Değişimi.....	38

1. GİRİŞ

Bilimsel gündemi hayli meşgul eden küresel ısınma ile öne çıkan karbon depolama konusu gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Küresel ısınmaya sebep olan sera gazlarından olan CO₂ gazının gün geçtikçe atmosferde birikmesi sonucu yerküre sürekli olarak ısınmaktadır. Bu olumsuz durumun ortadan kaldırılmasına en büyük katkıyı sağlayan bitkiler fotosentez yoluyla insan sağlığı için çok zararlı olan havadaki CO₂ gazını C ve O₂ şeklinde ayırarak O₂ gazını atmosfere serbest bırakmakta ve karbonu bünyesinde tutmaktadır.

Küresel ısınmanın engellenmesinin en önemli çözüm yollarından biri havadaki serbest CO₂ gazının azaltılmasıdır. Havadaki CO₂ oranının azaltılmasının en uygun yollarından biri de ağaçlandırma çalışmaları yolu ile gerçekleştirilebilir. Fakat bu durumda ne kadar ağaçlandırma yapılması gerektiği sorusu akla gelmektedir. İşte bunun belirlenebilmesi için mevcut olan bitkisel kütle depolayıcıları yani bitkisel kütlelerin mevcudiyetinin bilinmesi gerekmektedir. Bu bilindiği takdirde ne kadar ağaçlandırma yapılması gerektiği sorusu daha net bir şekilde cevaplanabilecektir. Bahsedildiği gibi daha önce yapılan çalışmalarda (Saraçoğlu, 1998a) belirlenmiş olan toprak üstü ağaç bitkisel kütlelerine ek olarak kök kütlelerinin de belirlenmesi ile bu çözüme katkı sağlanmış olur. Ayrıca biyogaz ve enerji üretimi konusunda önem kazanan bitkisel kütlelerin kayda değer bir kısmını oluşturan kök kütlelerinin belirlenmesi önem kazanmış durumdadır.

Ülkemizde ormancılık açısından yapılan birçok çalışmada; kök çalışmalarının zor ve zaman alıcı olması, kök konusu ile ilgili bilgi yetersizliği ve kolay olması nedeni ile 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. Bu nedenle bu eksikliğin giderilmesi ve bir ağacın toprak üstü ve toprak altı organları ile birlikte toplam ne kadar karbon depoladığının belirlenebilmesi için toprak altı kök kütlelerinin de bilinmesi gereği 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 (37^0-70^0 N ve 7^0-137^0 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 $38^0 34'$ - $41^0 48'$ kuzey enlemleri ile $28^0 00'$ - $43^0 05'$ doğu meridyenleri arasında 700-2500 m. yükselteler arasında yayılışını yapmaktadır. Sarıçam ülkemizde toplam 738192 ha yayılış alanına sahiptir (Anonim, 1994).

Türkiye'de yayılış gösteren sarıçam sahip olduğu ekonomik değer ve yüksek teknolojik özellikleri nedeniyle pek çok araştırmaya konu olmuştur. Fakat geniş yayılış gösteren bu ağaç türünde yaşa göre kalın kök kütlelerinin değişimi ile ilgili bir araştırma yapılmamıştır (Anonim, 1994).

Ülkemizde bu kadar geniş alana yayılması ile önem kazanmış olan sarıçam ağaç türünün bitkisel kütlelerinin ve dolayısıyla karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi ile bahsi geçen olumsuzlukların ortadan kaldırılmasına kısmen de olsa katkı sağlanacaktır. Sarıçam'ın belirlenmiş olan toprak üstü kütlelerine ek olarak net bir şekilde karbon depolama kapasitesinin belirlenebilmesi için toprak altı kök kütlelerinin de belirlenmesi gerekmektedir. Sarıçam'ın kök kütlelerinin belirlenmesi ile net olarak toplam karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi sonucu küresel ısınma probleminin çözülmesine ne kadar katkı yapabileceği belirlenmiş olacaktır. Ayrıca geniş bir alanda yayılış göstermiş olması, bu nedenle de çözüme büyük katkı sağlayacağı düşüncesiyle ülkemizde geniş bir yayılıma sahip sarıçam türü seçilmiştir.

Ormancılık açısından bitkisel kütle (Biyolojik 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 dönüştürülebilmektedir. 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. Dünya petrol kaynaklarında gözlenen azalmalar ve petrol fiyatlarının sürekli artması sonucu, yenilebilir enerji kaynaklarına ve bu arada bitkisel kütleyle karşı duyulan ilgi de artmaktadır. 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, 1998a).

Dünyamızda yakın gelecekte petrol ve doğal gaz kaynaklarının azalacağı bilim adamlarının ortak görüşü olarak belirlenmektedir (Saraçoğlu, 1997). Yenilenemeyen bu fosil yakıtlarının tükenmesi, yeni enerji kaynakları için seçeneklerin bulunmasını gerektirmektedir. Bir kaynak seçeneği olarak, yapay ve doğal meşcereler günümüzde yenilebilir bir enerji kaynağı olarak araştırılmaktadırlar. Şimdiden kendini hissettiren enerji kıtlığını gidermeye yardımcı olabilmek için son yıllarda işletmecilik ve orman bitkisel kütle kaynaklarının kullanılmasına yönelik yöntemler geliştirilmektedir. Ormanların enerji potansiyelinin araştırılmasında ağaçların bütün bileşenlerinin dikkate alınması gerekir. Ne yazık ki, günümüzde uygulanan orman envanterlerinde genel amaç, ticarî ağaç türlerinin yalnız kabuksuz tomruk hacimlerinin tahmin edilmesidir (Saraçoğlu, 1997). Hacim tabloları, alışılmış sekliyle, gövde odunu, kalın ya da ağaç odunu hacim değerlerini verirken, bu durumu ile bir ağacın tüm ürünü olan bitkisel kütlelerin belirlenmesinde yetersiz kalmıştır. Yalnız ağaçların odun varlığının bilinmesi yeterli olmayıp, ayrıca ekosistem araştırması ve orman ekosistemi içerisindeki biyolojik ilişkilerin açıklanmasında, ormanların toplam toprak üstü ve toprak altı üretiminin de bilinmesi gerekmektedir. Değişik meşcerelerin, ağaç türlerinin ve yetiştirme ortamlarının verim güçlerinin nitelendirilmesi ve kıyaslanmasında odun verileri tek başına yeterli ölçüde açıklayıcı olmamaktadır. Çünkü odun dışında kalan gövde kabuğu, dallar yapraklar/iğne yapraklar, kökler gibi ağaç bileşenleri dikkate alınmamaktadır. Bu nedenle odun miktarları tek başına yetiştirme ortamının tüm verimi olarak değerlendirilecek bitkisel kütleyle temsil edememektedir. Ayrıca yakın geçmişe kadar yalnız odun, çoğu yerde çoğu kez kabuksuz olarak geniş ölçüde kullanılmıştır (Saraçoğlu, 1998a).

Evrensel boyutta izlenen hammadde kıtlığı ve yetersizliği, ormanların bütün kaynaklarının kapsamlı bir biçimde belirlenmesini zorunlu kılmakta ve bu nedenle de ormanın en büyük biyokütle kaynağı olan ağaçların toplam kapasitelerinin kavranmasına karşı görülen ilgiyi sürekli artırmaktadır. Ticari amaçlar için ağacın yalnız kerestelik gövdesi alınmakta, tepe bölümü genellikle ormanda bırakılmaktadır. Kerestelik olmayan bu tepe bölümünün bir enerji kaynağı olarak değerinin bilinmesi gerekmektedir. Endüstrileşmiş ülkeler iyi özellikteki ormanlarında bile, tek ağacın kullanılabilir gövde odunu ile birlikte dal, kabuk, ibre ve kök gibi artıkların boyutlarını ağaç türlerine göre saptayarak üretim süreçlerinde değerlendirirken, ülkemizde uygulanan orman işletmeciliği ile yalnız ağacın kabuksuz gövde odunu istihsal edilmekte ve ağacın diğer bileşenleri orman içerisinde çürümeye bırakılarak büyük bir servet kaybına neden olunmaktadır (Saraçoğlu, 1998b). Saraçoğlu bu kaybın kızılağaçtaki durumunu ortaya koymak için, 86 deneme ağacının verilerine göre hesaplanan sonuçlardan yararlanarak; kabuksuz fırın kurusu kerestelik gövde odunu (7509.1 kg) dışında ormanda bırakılan fırın kurusu ağaç bileşenleri (3293.6 kg) miktarının, toplam fırın kurusu ağaç ağırlığının (10802.7 kg) %30.49'unu oluşturduğunu bulmuştur. Bu sonuçlar göstermektedir ki azımsanmayacak kadar büyük bir kayıp olan bu % değer, ormanda bırakılan ağaç bileşenlerinin değerlendirilmesinin çok büyük bir önem taşımaktadır.

Bitkisel kütle çalışmalarının ekosistemlerdeki madde dolaşımının ve ekosistem dinamiklerinin anlaşılmasında 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 yönelinmiştir. Tüfekçioğlu ve ark. (2002) Casper ve Jakson (1997)'a atfen, toprak üstünde bitkilerin sadece ışık için rekabet ederken, toprak altında su ve 20 ye yakın bitki besin elementi için rekabet halinde olduğunu bildirmiştir. Dolayısı ile bitkilerin büyümesi üzerine toprak altı etmenlerin etkisi toprak üstü etmenlerden daha çok olmaktadır.

Tüfekçioğlu (2002), Okatan (1986) ve Saraçoğlu (1992)'na atfen ölkemizde 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 ölkemizde orman ağaçlarının kök profillerinin açılmasıyla ilgili makalesinde kök derinliğinin toprak türü, toprak geçirgenliği ve taban suyu ile yakından ilgili olduğunu belirtmektedir.

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).

Ölkemizde 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. Ölkemizde kalın kök konusu hakkında yapılmış olan herhangi bir çalışma yoktur. Bu çalışma ile bu konudaki boşluğun bir ölçüde giderilmesine katkıda bulunulmaya çalışılmıştır. Ayrıca gelecekte kök kütlesi ile ilgili verilerin amenajman planları hazırlanırken göz önünde bulundurulacağı ve bu değerlerin amenajman planlarına ekleneceği beklenmektedir. Çünkü toprak altı bitkisel kütle % olarak toprak üstü bitkisel kütleinin azımsanamayacak kadar büyük bir kısmını oluşturmaktadır.

Bu çalışmanın amacı; sarıçam kalın kök kütleinin, yaş sınıflarına, derinlik kademelerine, kök çap sınıflarına, toprak üstü servete ve bonitet sınıflarına göre değişimini belirlemek ve ayrıca karbon depolama işlemine katkı yapan kalın kök kütleinin miktarının belirlenmesi ve bu vesile ile de kalın köklerin ne kadar karbon depolayacağı hususunda veri sağlamaktır.

Bu çalışma Gümüşhane ili Torul ilçesi Zigana yöresi Köprübaşı Mahallesi sarıçam meşcerelerinde yapılmıştır. Sarıçam meşcerelerinden alınan kalın kök örnekleri ile kök miktarının yaşa, derinliğe, kök çap sınıfına göre değişimi araştırılmıştır. Söz

konusu çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünde konunun anlam ve öneminden bahsedilmiştir. İkinci bölüm olan literatür özeti kısmında araştırmayla ilgili Türkiye de ve diğer ülkelerde yapılan çalışmalar kısaca özetlenmiştir. Üçüncü bölümde araştırma alanının genel tanıtımı yapılmıştır. Dördüncü bölüm olan materyal ve yöntem kısmında araştırma esnasında kullanılan araç ve gereçler ile araziden örnek alım yöntemleri ve laboratuvar yöntemleri açıklanmıştır. Besinci 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 ortamı verimliliğini 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. Toplam bitkisel kütle % 25’inin toprak altında bulunmakta olduğunu tespit etmişlerdir.

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 anlamlı olarak azaldığını bulmuşlardır.

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

2.2. Konuyla İlgili Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar

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

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

Deans (1981) *Picea sitchensis* ağaçlandırma sahalarında kalın kök ile ilgili yaptığı çalışmada, ortalama olarak ince köklerin toplam kök kütlesine 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 tespit etmiştir.

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

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

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

Soethe ve ark. (2004) denizden yüksekliğin kök kütlesine etkisini incelemişler ve yüksekliğin 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 (≤ 3 mm) kütlesine etkisini incelemişler ve 45 cm derinlikteki düşey toprak profili içerisinde 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.

Geudens ve ark. (2004) sıkışık sarıçam geçliğinin 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' lük 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 yoğunluğunun, iyi 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/m², Sarıçam ince kök kütlesinin 149-386 g/m² 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 kütlelerinin göğüs yüzeyi ile önemli bir şekilde ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Makkonen ve Helmisaari (1997) Finlandiya'da Sarıçam ince kök kütlelerinin mevsimsel ve yıllık değişimini incelemişler ve Sarıçam ince kök kütlelerinin; yıllık ve mevsimsel olarak humus tabakasında 19 ± 5 g/m² ile 139 ± 22 g/m² arasında, yüksek mineral toprak tabakasında 90 ± 14 g/m² ile 279 ± 0 g/m² arasında ve düşük mineral toprak tabakasında 68 ± 17 g/m² ile 217 ± 73 g/m² arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

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

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

Vance ve Nadkarni (1992) Costa rica'da kök kütle yayılımı ile ilgili yaptıkları çalışmada; hem demir boru (10 cm çapında, n=15) hem de toprak çukurları ile (1 m², n=4) elde ettikleri ince kök kütle değerlerinin (H+ A horizonlarında) benzer olduğunu ve toprak altı toplam kök kütlelerinin % 13 ünün ve toprak altı ince kök kütlelerinin % 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 kütle üzerine ilişkisini incelemişler; asidik verimsiz ve bazik verimli topraklardaki kayın meşcerelerinde toplam meşcere ince kök kütlelerinin ve düşey ince kök yayılımının benzer olduğunu; toprak tipine bakılmaksızın tüm profillerde ince kök yoğunluğunun toprak derinliği ile birlikte azaldığını ve yağış miktarının *Fagus sylvatica*'nın meşcere ince kök kütlelerini etkileyen diğer önemli çevresel bir faktör olduğunu bildirmişlerdir.

Yanai ve ark. (2006) köklerin düşey ve yatay yayılışı ile ilgili yaptıkları çalışmada, canlı kök kütlesinin yaşlı meşcerelerde 2900 ± 500 g/m² ve genç meşcerelerde 1500 ± 400 g/m² olduğunu bildirmişlerdir. 2-20 mm çap sınıfındaki kök kütlesinin yaşlı meşcerelerde 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 meşcere 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 meşcere ince kök kütlesini (canlı ve ölü) 189.1 g/m²/a olduğunu, ve bunun toprak derinlik kademelerindeki yayılışlarının sırasıyla; %50 sinin (95.4 g/m²) 0-10 cm derinlikte, %33 ünün (61.5 g/m²) 10-20 cm derinlikte ve %17 sinin (32.2 g/m²) 20-30 cm derinlikte olduğunu tespit etmişlerdir.

Millikin ve ark. (1997) Nevada'da kök kütlesine (kök çapı >2 mm) ilişkin yaptığı çalışmada 1 m³ 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 toplam bitkisel kütleye yüzdesel oranının %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 kütlesinin % 75'inin (176 mg/ha) toprağın 0.3 m derininde bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Zerihun ve Montagu (2004) Fosfor (P) gübrenmesinin toprak altı bitkisel kütle etkisini incelemişler, *Pinus radiata* ağaçlandırma sahasında dikimlerinden 40 yıl sonraki P gübreli ağaçların toprak üstü bitkisel kütle ve kalın kök kütlesinin

gübresiz alana göre 4.5 kat daha fazla olduğunu, P gübrenmesinin kılcal ve ince kök biyokütlesini % 50 arttırdığını ve ayrıca fosfor gübrenmesinin, toprağın ilk 15 cm derinliğindeki ince kök kütlesinin düşey yayılışını arttırdığını ve bu artışın % 41 den % 52 ye yükseldiğini tespit etmişlerdir.

Masako ve ark. (1999) Kyoto'da kök yüzey alanı ve kök kütlesi ile ilgili yaptıkları çalışmada; toplam kök kütlenin 23.41 t/ha, tepe/kök oranının 4.36 olduğunu, toplam kök yüzey alanının 3.50 m² olduğunu ve kök yüzey alanının % 75'ini çapı 2 mm 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 kütlesinin belirlenmesinde, kök çukuru yönteminden % 27 daha iyi olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Mei ve ark. (2006) kök kütlesine ilişkin yaptığı çalışmada; toplam kök kütlesinin 1.637 g/m² olduğunu ve bu değerinin % 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/m² olduğunu ve bu değerinin % 92.43 ünü ince köklerin oluşturduğunu belirlemişlerdir.

3. ARASTIRMA ALANININ GENEL TANITIMI

3.1. Coğrafi Konum

Araştırma alanı Gümüşhane ili Torul ilçesi'nin yaklaşık 20 km kuzey batısındaki Torul İşletme Müdürlüğü Zigana Şefliği sınırları içerisinde bulunmaktadır (Şekil 1). Araştırma alanı genelde dağlık olup denizden ortalama yüksekliği 1820 m'dir.



Şekil 1. Araştırma Alanının Konumu



Şekil 2. Çalışma Alanlarından Bir Görünüş

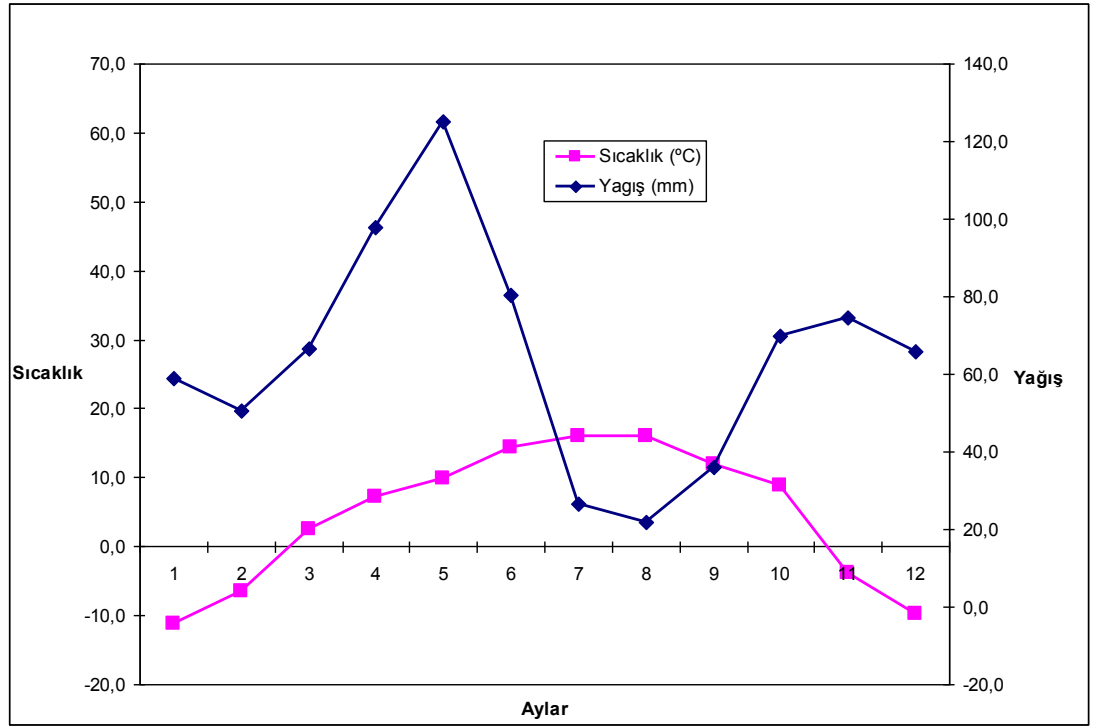
3.2. İklim

Araştırma alanı kışları soğuk, yazları serin olmakla birlikte, en yüksek yağışı ilkbahar mevsimi ve sonbaharda almaktadır. Gümüşhane ili merkez ilçesi Meteoroloji Gözlemevinden 1931-1990 yıllarına ait iklim verileri alınmıştır. Meteoroloji Gözlemevinden alınan bu değerler 1219 m den araştırma alanının rakımı olan 1820 m ye enterpole edilmiştir (Tablo 1). Çepel'in (1988) bildirdiğine göre yıllık yağışın her 100 m yükseltide 50-55 mm arttığı, ortalama sıcaklık miktarının ise her 100 m yükseltide 0.5 °C azaldığı kabul edilmektedir.

Söz konusu yağış ve ortalama sıcaklık verileri kullanılarak Walter yöntemine göre su bilançosu grafiğinde yağış eğrisi, sıcaklık eğrisi ile kesiştiğinden dolayı, bu grafikten araştırma alanında bir kurak devre ve su noksanı bulunduğu yorumu çıkarılabilir (Çepel, 1988) (Şekil 3).

Tablo 1. Araştırma Alanına Ait Bazı Meteorolojik Değerler

RAKIM: 1820 m	(1931-1990) Yılları rasatlarına ait ortalama ve ekstrem değerler												Enlem 40°28° Boylam39°28°
METEOROLOJİK GÖZLEMLER	AYLAR												YILLIK
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ortalama Sıcaklık °C	-11.2	-6.6	2.5	7.2	9.9	14.3	16.1	16	12	8.8	-3.8	-9.7	4.6
En Yüksek Sıcaklık °C	14.8	18	22.3	29	32	36.2	40	40	37	31	22.1	14.6	40
En Düşük Sıcaklık °C	-23.6	-25.7	-22.6	-8.9	-2.8	2.2	6.3	4.9	0.6	-4.8	-13.6	-18.4	-25.7
Ortalama Yağış mm	58.9	50.4	66.7	97.8	125	80.3	26.6	22	35.8	70	74.4	66	773.6
Ortalama nisbi nem (%)	67	64	62	59	60	58	57	58	63	67	67	69	62
En düşük nisbi nem (%)	16	15	14	8	9	4	5	5	7	5	14	15	4



Şekil 3. Walter Yöntemine Göre araştırma Alanının Su Bilançosu (1931-1990)

3.3. Araştırma Alanının Bitki Örtüsü Yönünden Durumu

Araştırma alanı bitki örtüsü yönünden incelendiğinde Anşin (1981), Davis (1965), Zohary (1973), Yaltırık (1974) ve İnandık (1979)' a atfen Anşin (1979) Euro-Siberian bölgenin Kolşik (Colchis) kesiminde bulunduğu bildirmiştir.

Anşin (1981), Saatçioğlu (1979) ve Lois (1939)'e atfen Anşin (1979), Kolşik kesimin Kuzeydoğu Anadolu yüksek kıyı dağlarını içeren kısımlarına nemli ormanlar adını vermektedir

İnandık (1979), Kolşik adının Kafkas dağları güneyindeki tarihsel Kolşik ülkesinden geldiği ve gür orman şeklinde olan bitki toplumlarını simgelediğini belirtmekte, bu flora kesiminde vejetasyonun tür zenginliğinde ana etmen olarak yerel çevre koşullarının özellikle iklim koşullarından yağışın bol oluşunun sonucu olduğuna değinmektedir. Yazar ilgili çalışmasında, Kafkasya dolaylarında deniz ile yüksek dağların yan yana bulunması subtropikal okyanussal bir iklimin oluşmasına ve buna koşut olarak, gür bir vejetasyonun gelişmesine yol açtığını belirtilmektedir. Anşin (1981), Yaltırık (1966), Lois (1939) ve Czechtz (1937)'a dayanarak Kolşik vejetasyonu deniz iklimi ve yağışla sıkı bir ilişki halinde olduğunu, Doğu Karadeniz Bölgesinde türce daha zengin, batıya gidildikçe fakirleştiğini açıklamaktadır. Davis (1965), Kolşik florayı simgeleyen taksonlar olarak aşağıdaki bitkilerden söz etmektedir (Anşin, 1979).

Ağaçlar ve Çalılar

Abies nordmanniana
Acer cappadocium
Alnus barbata
Betula medwediewii
Picea orientalis
Quercus pontica
Phillyrea decora
Diospyros lotus
Rhododendron caucasicum
Rhododendron smirnovii

Otsu Taksonlar

Daphne glomerata
Draba hispida
Geranium psilostemon
Lathyrus roseus
Pachyphragma macrophyllum
Papaver lateritium
Lillium ponticum
Chamaesciadum acaule
Hypericum publeuroides
Primula cortusifolia

Rhododendron ungerii

Sorbus subfusca

Rhamnus imeretinus

Anşin (1979) Hndel-Mazzetti (1909)'a atfen Kolşik flora kesimindeki gezilerinde söz ederken, en göze batan yüksek dağların iki odunsu türü olan *Rhododendron ponticum* L. ile *Rhododendron luteum* Sweet.'ın hemen her yerde yaygın olduğuna değinmektedir

Anşin (1979) Walter (1956)'a atfen , Kolşik florayı yansıtan taksonlar olarak Kayın ormanı altında ve açıklarında *Rhododendron ponticum* L., *Rhododendron luteum* Don., *Prunus laurocerasus* L., *Vaccinium arctostaphylos* L., *Dahne pontica* L., *Hedera colchica* (C. Koch.) C. Koch., *Veronica filiformis* Smith., *Saxifraga caucasia* Som. ile , *Ilex aquifolium* L., özellikle batı kesimlerde *Buxus sempervirens* L.'i göstermektedir. Genel olarak yapraklı orman altında da *Asperula odorata* L., *Sanicula europea* L., *Circaea leutetiana* L., *Fragaria vesca* L., *Cardamine impatiens* L., *Aegopodium* sp. ve *Lamium maculatum* L.'dan söz etmektedir

3.4 Jeolojik Yapı

Araştırma alanında jeolojik yapı bakımından ikinci zaman (mesozoik) Kratesea devrine ait sahalalar mevcuttur. Genel olarak tersiyer yaşta granit, granodiorit, kuarslı diorit gibi kayalarla kaplıdır. Bu kayaların tecezzisi sonucu topraklar teşekkül etmiştir. Toprak genel olarak kumlu killidir. Yer yer balçıklı topraklara rastlanmaktadır. Vadi tabanlarında ufak sahalarda alüvyonal birikintiler bulunmaktadır (Anonim, 2006).

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Materyal

Çalışma Gümüşhane ili, Torul ilçesi Köprübaşı mahallesi mevkiinde Sarıçam ormanlarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın gerçekleştirilmesinde; kök çukurunun enini, boyunu ve derinliğini belirlemek için metre kullanılmıştır. Kök örneği almak amacıyla 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 poşetler kullanılmıştır. Toprak örneği almak için kazma ve kürek kullanılmıştır. Örnek alanların eğimi % cinsinden eğimölçer (Klizimetre), yükselti “metre” olarak GPS ve bakı (4 ana ve 4 ara yön olarak isimlendirilerek) GPS ile saptanmış ve haritadaki bilgilerle uyumlu olup olmadığı kontrol edilmiştir. Kök ve toprak örnekleri alınacak söz konusu alanın X ve Y koordinatları GPS (Küresel Konum Belirleme Sistemi) cihazı ile belirlenmiştir. Araştırma alanının coğrafi yerinin tespiti için Orman Genel Müdürlüğü'nün 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar ve bunun üzerine çakıştırılmış olan sayısallaştırılmış haritadan yararlanılmıştır.

Çalışmanın materyalini araştırma bölgesine (Zigana) ilişkin iklim verileri, 35 adet deneme alanında açılan toprak profillerinden elde edilen 122 adet toprak örneği, belirlenen her bir deneme alanındaki ağaçlarda yapılan kalın kök kütlesi, göğüs yüksekliği çapı, üst boy ve yaş ölçüm değerleri oluşturmaktadır. Araştırma bölgesinin jeolojik haritaları ve jeolojik verileri MTA, topoğrafik haritalar ile Amenajman Planı meşcere haritası Orman İşletme Şefliğinden ve sayısallaştırılmış harita ise Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Plan Proje Şube Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

Diğer materyallar çap ölçer, boy ölçer (blume leisse), eğimölçer, yaş ölçer (artım burgusu), ve yaşın belirlenmesi için artım kalemleri kolaylık sağlaması açısından daha önceden şerit metre ile ölçülerek hazırlanan 20 m uzunluğundaki kalın ip ve toprak örneklerinin koyulacağı şeffaf polietilen poşetler, baltadır. Arazide alınan

örneklerin analizi için Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi'nin Toprak İlimi ve Ekoloji Ana Bilim 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 alanı alınacak yerler tespit edilmiştir.

Çalışmanın hazırlık aşamasında; önce Doğu Karadeniz Bölgesindeki sarıçam türünün bulunduğu alanların dökümleri yapılmıştır. Sarıçamın 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 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 meşcere 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 meşcere

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, meşcere 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 Torul'a gidilmiştir. Arazi çalışmaları Gümüşhane ili Torul ilçesinde kalınarak yürütülmüştür.

1/25000 ölçekli memleket haritasına sayısallaştırılmış haritanın çakıştırılması ile oluşan haritada belirlenen örnek alınması muhtemel meşcerelere 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 meşcere çağlarını gösteren haritada 5. yaş sınıfında görülen bir meşcerede 3. veya 2. yaş sınıfında da meşcereler olabilir. Diğer yandan yine meşcere tiplerini gösteren haritada karışım olarak görülen meşcerede kayda değer miktarda saf meşcereler de bulunabilir. Bu nedenle araziye bu düşüncelerle çıkılmıştır. Burada bir hususu da belirtmek gerekir ki çalışılması ve örnek alınması gereken örnek alanların bulunduğu meşcerelerin ait olduğu şefliklerde daha önceden çalışmış olan tecrübeli mühendis ve şeflerle yapılan görüşmelerde, söz konusu kişilerin belirttiğine göre haritada görülmemesine rağmen her çağ ve meşcere tipi arazide bulunabilmektedir. Bununla birlikte araziye eş yükselti eğrilerine paralel olarak tarayarak meşcere tipleri ve çağları aranmıştır.

Arazi çalışmaları 2008 yılı Temmuz-Ağustos ayları arasında yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında, araştırma bölgelerinde örnek alan olarak alınmasına karar verilmiş yerlerde kök çukurları açılarak kök örnekleri, toprak profilleri açılarak, toprak örnekleri alınmış, ağaçlarda yapılan ölçmelerin yanı sıra arazi ölçümleri (yükselti, eğim vb) de gerçekleştirilmiştir.

4.2.2.1. Kök rneklemesi Yöntemi

Kök rneği alınacak ağağ belirlendikten sonra metre yardımıyla kazılacak kök çukurunun ebatları (60x180 cm) belirlenmiştir. Kök çukurunun bir köşesinin ağaca yakın olmasına zen gösterilmiştir, kök çukurunun köşeleri belirlenip üzerindeki l örtü kazma ile uzaklaştırılmıştır. Belirlenen sınırların dışına taşmamaya dikkat edilerek kazmaya başlanmıştır. Kazı derinliği 5 mm çapındaki köklerin ulaştığı derinliğe kadardır. Bu kalınlıktaki kökler genel olarak 90 cm den sonra görülmemektedir. Kazma işlemi sırasıyla 0-15 cm, 15-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm derinlik kademeleri kazılarak yapılmıştır. 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.

4.4.2.2. Toprak rneklemesi Yöntemi

Kök rneği almak için açılan 0.60x1.80 m boyutlarındaki dikdörtgen şeklinde olan çukurdan kök rneği alma işlemi tamamlandıktan sonra çukurun toprak rneği alınacak duvarı düzeltilerek fotoğraf çekilip 0–20 cm, 20–40 cm, 40–60 cm ve 60–80 cm şeklinde derinlik kademeleri belirlendikten sonra en üst kısımdan aşağıya doğru bahsedilen her derinlik kademesinden toprak örnekleri alınmıştır (şekil 4).



Şekil 4. Arazi Çalışmalarında Açılmış Olan Bir Toprak Profili

Etiketın ıslanarak etiket bilgilerinin silinmemesi veya etiket kağıdın yırtılmaması için çift poşetin daha güvenli olacağı düşüncesiyle, içine toprak örneğinin koyulduğu polietilen poşet o şekilde tekrar başka bir polietilen poşete koyulmuştur. Bu iç içe koyulmuş olan iki poşetin arasına sözü edilen tanııtım etiketi yerleştirildikten sonra poşetlerin ağızları bağlanmıştır. Bu şekilde deneme alanlarından toplam 122 adet toprak örnekleri alınmak suretiyle alınan topraklar laboratuara götürölmek üzere etiketlenerek naylon torbalara konulmuştur.

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

4.2.2.3. Meşcere Özelliklerinin Belirlenmesi

Örnek alanların büyüklükleri meşcere kapalılığına göre belirlenmiştir. Örnek alan büyüklüğü olarak 400 m² olarak ölçölmüştür. Kök örnekleri alınması düşünölen uygun yer belirlendikten sonra 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 alanı 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 ve toprak örnekleri üzerinde gerekli çalışmalar yapılmıştır. Bu bağlamda, kök ve toprak örneklerinin analize hazır hale getirilmesi sağlanmıştır. Laboratuarda yapılacak 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.

Beş mm ve daha kalın kökler cetvel veya küçük çap ölçer kullanılarak ölçülmüş, (Şekil 5) araziden getirilen ve değerlendirmeye alınmayacak olan 5 mm den daha ince kökler kök makası yardımıyla kesilerek uzaklaştırılmıştır. Ayrıca kalın köklerle birleşik olan 5 mm den daha ince kökler de tekrar kök makası ile kesilerek uzaklaştırılmışlardır. Yine makas yardımıyla 5 mm ve daha kalın kökler çap sınıflarına ayrılmak için kesilmiş, bu 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, 5-10 mm, 10-20 mm ve >20 mm (20 mm den daha kalın) olacak şekilde 3 çap sınıfına ayrılarak kese kağıtlarına yerleştirilmişlerdir (Şekil 6).



Şekil 5. Deneylikte Kalın Köklerin Çaplarının Belirlenmesi



Şekil 6. Deneylikte Kalın Köklerin Çap Sınıflarına Göre Sınıflandırılması

Bu şekilde kese kağıtlarına yerleştirilerek ölçüme hazır hale getirilen kök örnekleri, fırın kurusu hale getirilmek üzere 65 °C de 48 saat süre ile fırında kurutulmuş (Şekil 7), kurutulan kök örnekleri 0.01 hassasiyetteki terazide tartılmıştır (Şekil 8).



Şekil 7. Kese Kağıtlarına Yerleştirilmiş Olan Köklerin Kurutma Fırınlarında Kurutulması



Şekil 8. Fırın Kurusu Halde Olan Köklerin Tartılarak Kütlelerinin Belirlenmesi

Gerekli dönüşümler yapıldıktan sonra derinliğe, yaşa ve kök çap sınıfına göre hektardaki kalın kök kütlesi belirlenmiştir.

4.2.3.2. Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması

Araziden getirilen toprak örnekleri, tanıtıcı etiketleri kontrol edilerek laboratuvarların uygun bölmelerinde gazete kağıtları üzerine serilmiş ve her bir toprak örneğine ait etiketler toplu iğne ile ilgili gazete kağıdına tespit edilmiştir. Bu şekilde serilen örnekler, hava kurusu hale gelinceye kadar kurutulmuştur. Hava kurusu hale gelen örnekler, porselen havanlarda usulüne uygun olarak öğütülerek 2 mm'lik elekten geçirilip, ince kısmı tekrar aynı polietilen torbalara konularak analize hazır hale getirilmiştir.

4.2.3.3 Toprak Örneklerinin Mekanik Analizi

Usulüne uygun olarak analize hazır hale getirilmiş 2 mm den daha ince toprak örnekleri üzerinde mekanik analiz (Bouyoucos hidrometresi ile) Gülçür'e (1974) göre yapılmıştır.

4.2.3.4. pH Tayini

Toprakların tepkimesi cam elektrod metodu ile ölçülmüştür. Güncel asitlik için topraklar 1/2.5 oranında saf su ile ıslatılıp bir gece bekletildikten sonra ölçülerek bulunmuştur (Gülçür, 1974).

4.2.3.5 Organik Karbon (Corg) ile Organik Madde Tayini

Topraktaki organik karbon Walkley-Black ıslak yakma metodu ile tayin edilmiştir. Organik karbondan gidilerek toprağın organik maddesi hesaplanmıştır (Gülçür, 1974).

4.2.4. Değerlendirme (Büro) Aşamasında Yapılan Çalışmalar

Büro çalışmaları; arazide toplanan ve laboratuvarlarda 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 istatistiki olarak farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için varyans analizi, kök kütlesi ile toprak üstü etmenler arasında veya torak pH'sı ve tekstürü arasında ilişki olup olmadığını belirlemek için ise korelasyon ve regresyon analizi kullanılmıştır.

5. BULGULAR

5.1. Kök Kütlesine İlişkin Bulgular

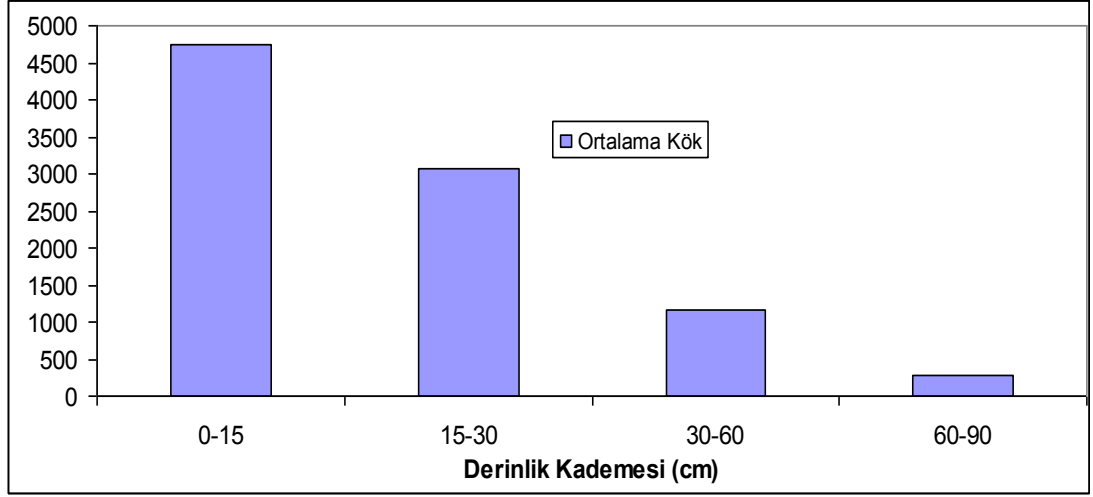
Kalın kök (>5 mm) kütlelerinin derinlik kademeleri, kök çap sınıfları, yaş sınıfları ve bonitet sınıflarına göre değişimlerine ilişkin bulgular aşağıda verilmiştir

5.1.1. Farklı Derinliklerdeki Kök Kütlesine İlişkin Bulgular

Derinlik kademeleri bakımından minimum ve maksimum kalın kök kütleleri sırasıyla; 1. (0-15 cm) derinlik kademesinde 744 ve 13791 kg/ha, 2. (15-30 cm) derinlik kademesinde 418 ve 11942 kg/ha, 3. (30-60 cm) derinlik kademesinde 20 ve 8164 kg/ha ve 4. (60-80 cm) derinlik kademesinde 12 ve 698 kg/ha'dır. Ortalama olarak en fazla kök kütlesi 1. derinlik kademesinde (4752 kg/ha) elde edilmiştir. Bunu sırasıyla ikinci (3080 kg/ha), üçüncü (1169 kg/ha) ve dördüncü (271 kg/ha) derinlik kademeleri takip etmektedir (Tablo 2). Kök kütlelerinin derinlik kademelerine bağlı olarak değişimi istatistiksel olarak incelenmiştir. Buna göre kök kütlesi bakımından 1. ile 2. derinlik kademeleri kendi arasında ve 3. ile 4. derinlik kademeleri de kendi arasında istatistiksel anlamda farklılığın olmadığı anlaşılmıştır ($P < 0.01$). Diğer yandan istatistiki olarak 4. ve 3. derinlik kademelerindeki ortalama kalın kök kütlesi 1. ve 2. derinlik kademelerinden daha az bulunmuştur.

Tablo 2. Derinlik Kademelerinde Ortalama Kalın Kök Kütlesi Değişimi

Derinlik Kademesi (cm)	Ortalama Kök (kg/ha)	% Dağılım
0-15	4752	51
15-30	3080	33
30-60	1169	13
60-90	271	3
TOPLAM	9272	100



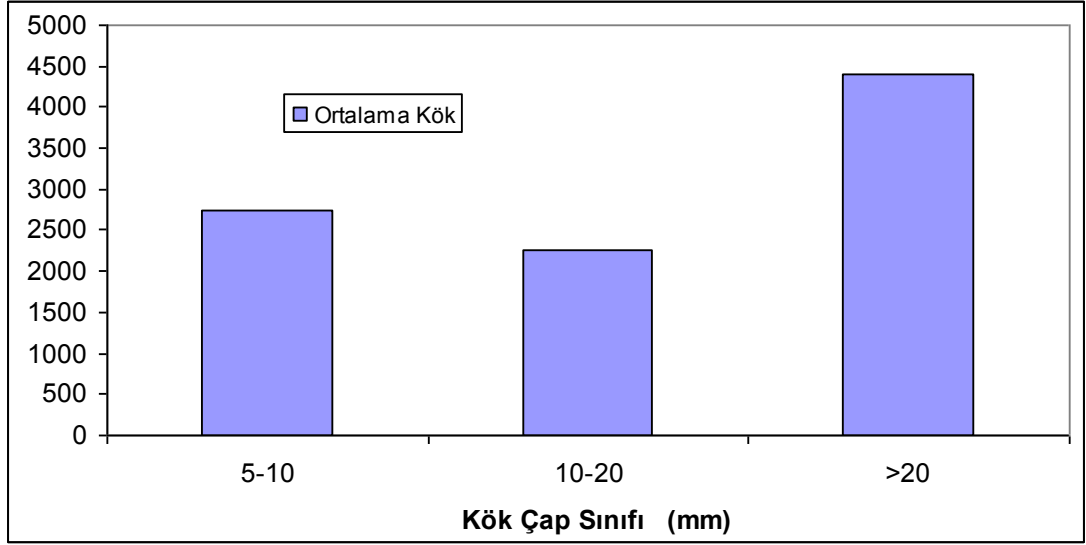
Şekil 9. Derinlik Kademelerine Göre Ortalama Kalın Kök Kütlesi Değişimi

5.1.2. Kalın Kök Kütlesinin Kök Çap Sınıflarına Göre Dağılımı

Kalın kök kütlesi, kök çap sınıfı bakımından minimum ve maksimum kalın kök kütleleri sırasıyla 1. (5-10 mm) çap sınıfında 1382 ve 4145 kg/ha, 2. (10-20 mm) çap sınıfında 310 ve 5230 kg/ha ve 3. (>20 mm) çap sınıfında 90 ve 17037 kg/ha'dır. Ortalama olarak en fazla kök kütlesi 3. çap sınıfında (4404 kg/ha), daha sonra 1. çap sınıfında (2749 kg/ha) ve en az 2. çap sınıfında (2254 kg/ha) bulunmuştur (Tablo 3). Kök kütlesi bakımından istatistikî olarak 1. ve 2. çap sınıfları arasında farklılık görülmemiştir. 3. çap sınıfı ile 1. ve 2. çap sınıfları arasında istatistikî olarak fark vardır.

Tablo 3. Kök Çap Sınıflarına Göre Ortalama Kalın Kök Kütlesi Değişimi

Kök Çap Sınıfı (mm)	Ortalama Kök (kg/ha)	% Dağılım
5-10	2749	29
10-20	2254	24
>20	4404	47
TOPLAM	9407	100



Şekil 10. Kök Çap Sınıflarına Göre Ortalama Kalın Kök Kütlesi Değişimi (kg)

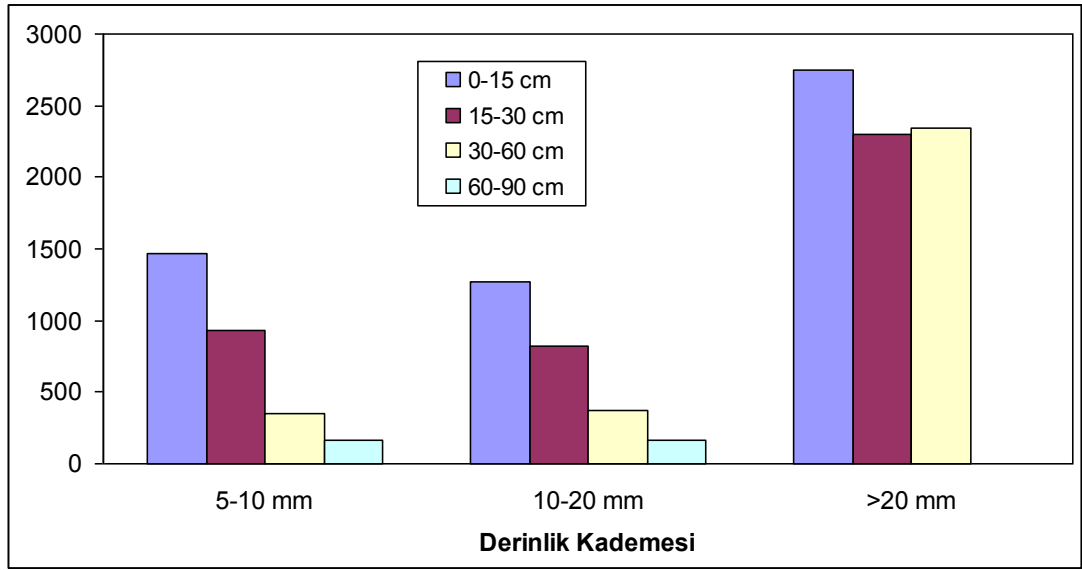
Derinlik kademesi-kök çap sınıfı ilişkisine ait ortalama kalın kök kütlelerinin dağılımı Tablo 4, 5'te ve Şekil 11'de verilmiştir.

Tablo 4. Derinlik Kademesi-Kök Çap Sınıfı İlişkisine Göre Kalın Kök Kütlesi Değişimi (kg/ha)

Derinlik Kademesi (cm)	Kök Çap Sınıfı (mm)		
	5-10	10-20	>20
0-15	1471	1275	2750
15-30	935	826	2297
30-60	347	360	2342
60-90	159	169	
TOPLAM	2912	2629	7389

Tablo 5. Derinlik Kademesi-Kök Çap Sınıfına İlişkin Kalın Kök Kütlesinin % Dağılımı

Derinlik Kademesi (cm)	Kök Çap Sınıfı (mm)		
	5-10	10-20	>20 mm
0-15	51	48	37
15-30	32	31	31
30-60	12	14	32
60-90	5	6	0
TOPLAM	100	100	100



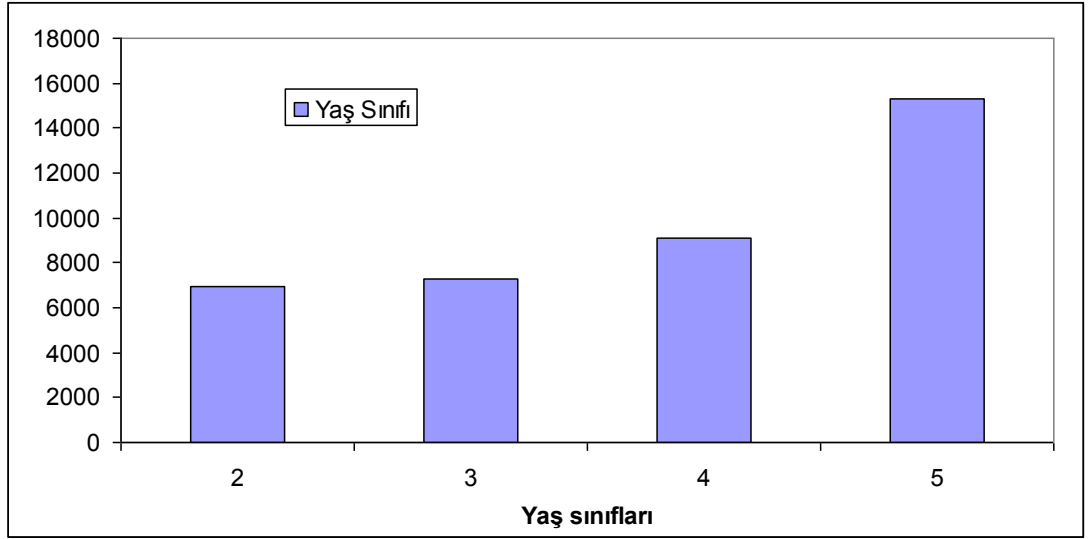
Şekil 11. Kök Çap Sınıfı-Derinlik Kademesi İlişisine Göre Kalın Kök Kütlesi (kg)

5.1.3. Kalın Kök Kütlesinin Meşcere Yaş Sınıflarına Göre Değişimi

Yaş sınıfları bakımından, minimum ve maksimum kalın kök kütleleri sırasıyla 2. yaş sınıfında 2762 ve 9049 kg/ha, 3. yaş sınıfında 2851 ve 25361 kg/ha, 4. yaş sınıfında 3401 ve 19857 kg/ha ve 5 yaş sınıfında 11230 ve 17898 kg/ha'dır. Ortalama olarak en fazla kalın kök kütlesi 5. yaş sınıfında (15328 kg/ha), sonra 4. yaş sınıfında (9105 kg/ha), daha sonra 3. yaş sınıfında (7285 kg/ha) ve en az 2. yaş sınıfında (6928 kg/ha) bulunmuştur (Tablo 6). İstatistikî olarak 2. ile 4. ve 3. ile 4. yaş sınıfları arasında fark bulunamamıştır. 4. yaş sınıfı ile 5. yaş sınıfları arasında da istatistikî olarak fark bulunmamıştır. Diğer taraftan 2, 3 ve 5. yaş sınıfları arasında istatistikî olarak fark bulunmuştur.

Tablo 6. Yaş Sınıflarına Göre Ortalama Kalın kök kütlesi değişimi

Yaş Sınıfı	Ortalama Kök (kg/ha)
2	6928
3	7285
4	9105
5	15328
Ortalama	9662



Şekil 12. Yaş Sınıflarına Göre Ortalama Kalın Kök Kütlesi Değişimi (kg)

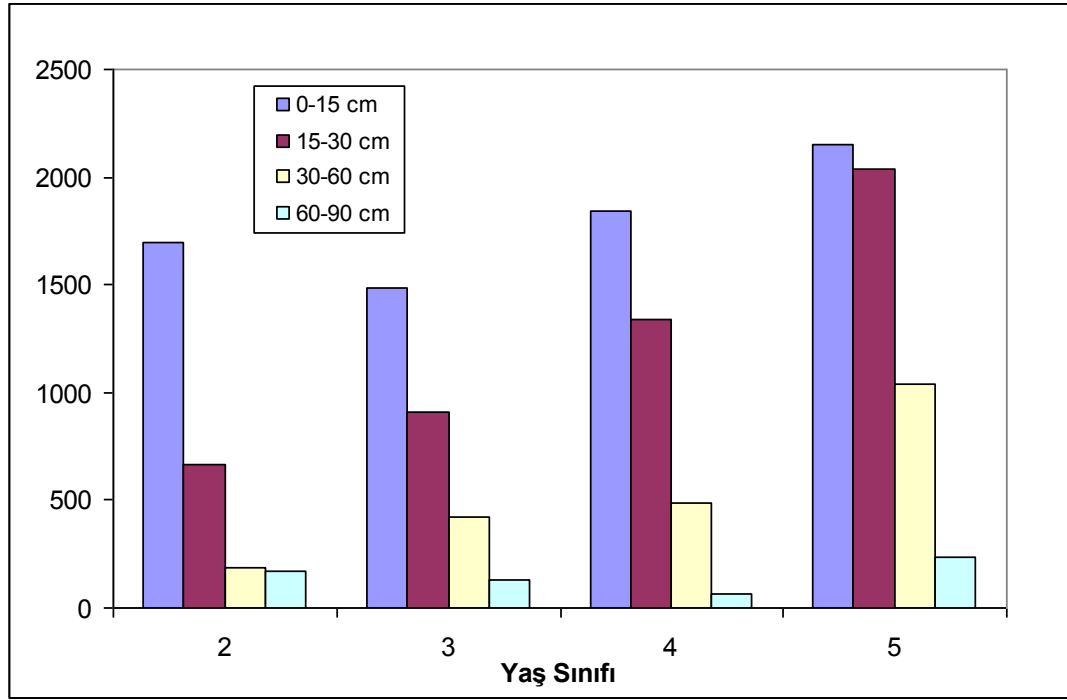
Yaş sınıfı-derinlik kademesine ilişkisine ait ortalama kalın kök kütlelerinin dağılımı Tablo 7, 8’de ve Şekil 13’de verilmiştir.

Tablo 7. Yaş Sınıfı-Derinlik Kademesi İlişkisine Göre Kalın Kök Kütlesi Değişimi (kg/ha)

Derinlik Kademesi (cm)	Yaş Sınıfları			
	2	3	4	5
0-15	1693	1482	1840	2154
15-30	663	910	1338	2038
30-60	184	419	473	1041
60-90	174	128	67	238
TOPLAM	2721	2939	3718	5472

Tablo 8. Yaş Sınıfı-Derinlik Kademesi İlişkisine Göre Kalın Kök Kütlesinin % Dağılımı

Derinlik Kademesi (cm)	Yaş Sınıfları			
	2	3	4	5
0-15	62	50	49	39
15-30	24	31	36	37
30-60	7	14	13	19
60-90	6	4	2	4
TOPLAM	100	100	100	100



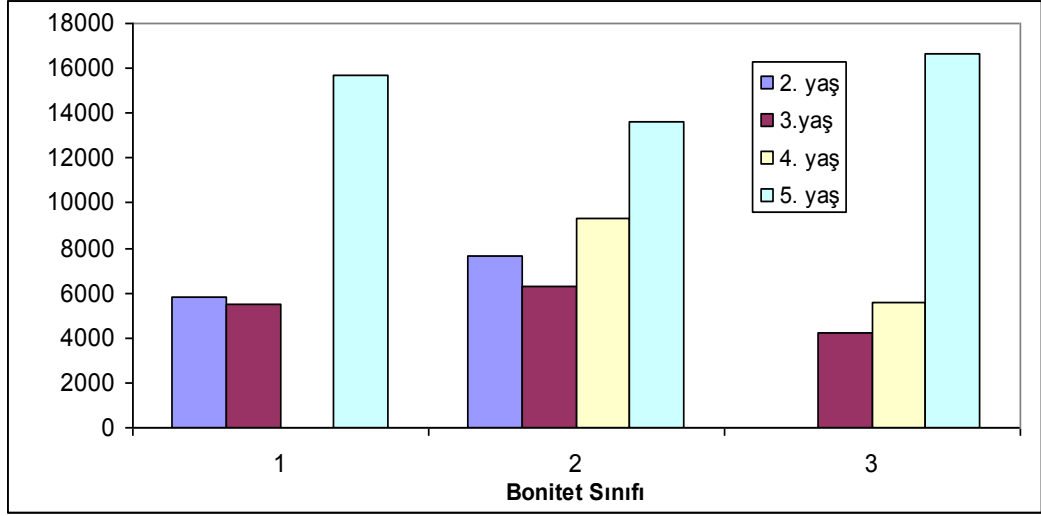
Şekil 13. Yaş Sınıfı-Derinlik Kademesi İlişisine Göre Kalın Kök Kütlesi Değişimi (kg)

5.1.4. Kalın Kök Kütlesinin Bonitet Sınıfına Göre Değişimi

Bonitet sınıfı bakımından minimum ve maksimum kalın kök kütleleri sırasıyla 1. bonitet sınıfında 2762 ve 25561 kg/ha, 2. bonitet sınıfında 2851 ve 19857 kg/ha ve 3. bonitet sınıfında 3401 ve 17898 kg/ha'dır. Bonitet, yaştan bir unsuru olduğundan bonitet sınıflarına göre ortalama kalın kök kütlelerinin belirlenmesinde yaş ile birlikte düşünülmüştür. Ortalama olarak en fazla kalın kök kütlesi 5. yaş sınıfında (16635 kg/ha) bulunmuştur. Çalışma alanlarında 2. yaş sınıfında olan 3. bonitet sınıfında ve 4. yaş sınıfında olan 1. bonitet sınıfında meşcere bulunamamıştır. Ortalama kalın kök kütlelerinin yaş sınıfı-bonitet sınıfını göre dağılımı Tablo 9' da verilmiştir. İstatistikî olarak bonitet sınıfları arasında kök kütlesi bakımından fark bulunamamıştır.

Tablo 9. Bonitet Sınıfı-Yaş Sınıfı İlişisine Göre Ortalama Kalın Kök Kütlesi Değişimi (kg)

Yaş Sınıfı	Bonitet Sınıfı		
	1	2	3
2	5836	7646	
3	5484	6256	4191
4		9299	5539
5	15724	13624	16635

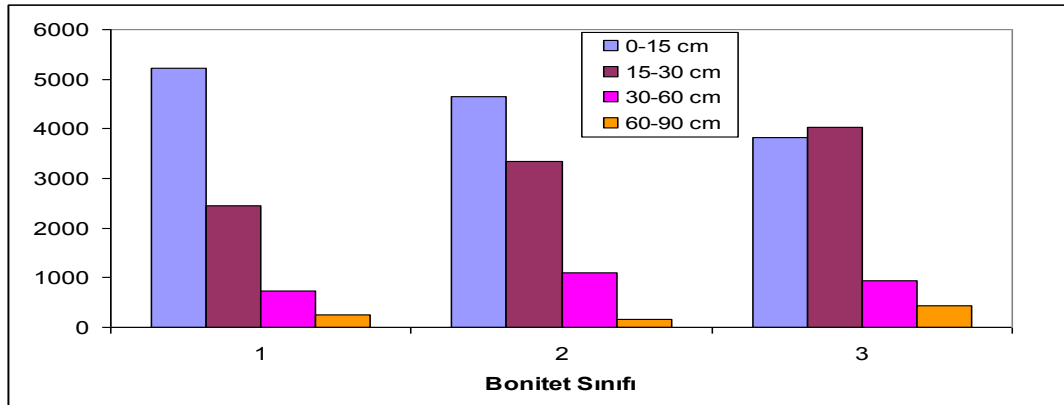


Şekil 14. Bonitet Sınıfı-Yaş sınıfı İlişkisine Göre Ortalama Kalın Kök Kütle Değişimi (kg)

Bonitet sınıfı-derinlik kademesi ilişkisine ait ortalama kalın kök kütlelerinin dağılımı Tablo 10'da ve Şekil 15'de verilmiştir.

Tablo 10. Bonitet Sınıfı-Derinlik Kademesi İlişkisine Göre Kalın Kök Kütle Değişimi (k/ha)

Derinlik Kademesi (cm)	Bonitet Sınıfı		
	1	2	3
0-15	5219	4648	3828
15-30	2454	3344	4029
30-60	744	1107	940
60-90	251	153	441
TOPLAM	8668	9252	9239



Şekil 15. Derinlik Kademesi-Bonitet Sınıfı İlişkisine Göre Kalın Kök Kütle Değişimi

5.2. Toprak Özelliklerine Ait Bulgular

Araziden getirilen toprak örnekleri üzerinde tekstür, organik madde ve pH analizleri yapılmıştır. Bunlara ilişkin bulgular aşağıda verilmiştir.

5.2.1. Toprak Tekstürüne Ait Bulgular

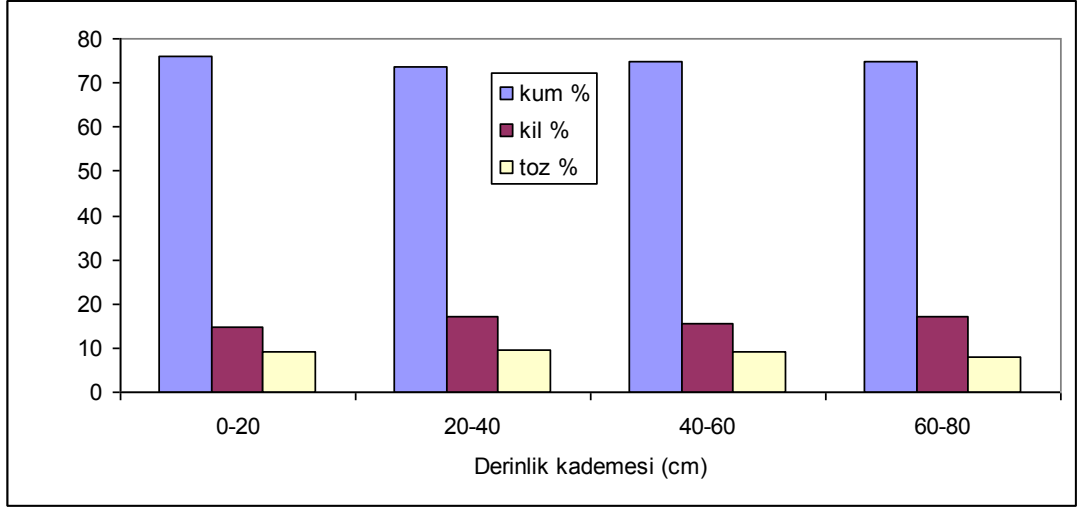
Topraklardaki kum içerikleri % 57.45 ile 88.64 arasında değişmektedir. Araştırma alanına ait toprak örneklerinin ortalama kum içeriği incelendiğinde en yüksek kum içeriği 0-20 cm derinlik kademesinde (% 75.99) elde edilmiştir, bunu sırasıyla 40-60 cm derinlik kademesi (% 75.01), 60-80 cm derinlik kademesi (% 74.99) ve 20-40 cm derinlik kademesi (% 73.59) takip etmektedir (Tablo 11).

Topraklardaki kil içerikleri % 7.64 ile 35.62 arasında değişmiştir. Araştırma alanına ait toprak örneklerinin ortalama kil içeriği incelendiğinde en yüksek kil içeriği 60-80 cm derinlik kademesinde (% 17.08) bulunmuştur, bunu 20-40 cm derinlik kademesi (% 17.05), daha sonra 40-60 cm derinlik kademesi (% 15.69) ve en az 0-20 cm derinlik kademesi (% 14.91) takip etmektedir (Tablo 11).

Topraklardaki toz içerikleri %1.69 ile %14.99 arasında değişmiştir. Araştırma alanına ait toprak örneklerinin ortalama toz içeriği incelendiğinde en yüksek toz içeriği 20-40 cm derinlik kademesinde % 9.36, sonra 40-60 cm derinlik kademesinde % 9.30, daha sonra 0-20 cm derinlik kademesinde % 9.11 ve en az 60-80 cm derinlik kademesinde % 7.93 belirlenmiştir (Tablo 11).

Tablo 11. Deneme Alanlarındaki Toprakların Ortalama Kum, Kil ve Toz İçerikleri Değişimi

Derinlik (cm)	Ortalama (%)		
	Kum	Kil	Toz
0-20	75.99	14.91	9.11
20-40	73.59	17.05	9.36
40-60	75.01	15.69	9.3
60-80	74.99	17.08	7.93



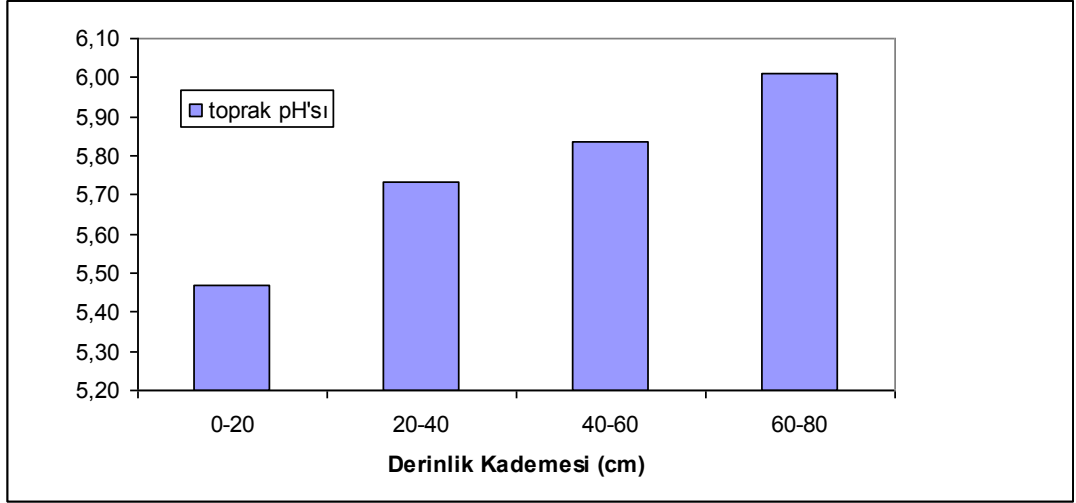
Şekil 16. Deneme Alanlarındaki Toprakların Ortalama Kum, Kil ve Toz İçerikleri Değişimi (%).

5.2.2. Toprak pH'sına Ait Bulgular

Toprakların pH miktarları 4.54 ile 7.52 arasında değişmiştir. Ortalama pH miktarları 0-20 cm derinlik kademesinde 5.47; 20-40 cm derinlik kademesinde 5.73; 40-60 cm derinlik kademesinde 5.84 ve 60-80 derinlik kademesinde 6.81 olarak ölçülmüştür. En yüksek pH değeri sırasıyla 4. (60-80 cm) derinlik kademesinde, sonra 3. (40-60 cm) derinlik kademesinde, daha sonra 2. (20-40 cm) derinlik kademesinde ve en az 1. (0-20 cm) derinlik kademesinde belirlenmiştir (Tablo 12).

Tablo 12. Derinlik Kademelerine Göre Ortalama pH Değişimi

Derinlik Kademesi (cm)	Ortalama pH
0-20	5.47
20-40	5.73
40-60	5.84
60-80	6.01



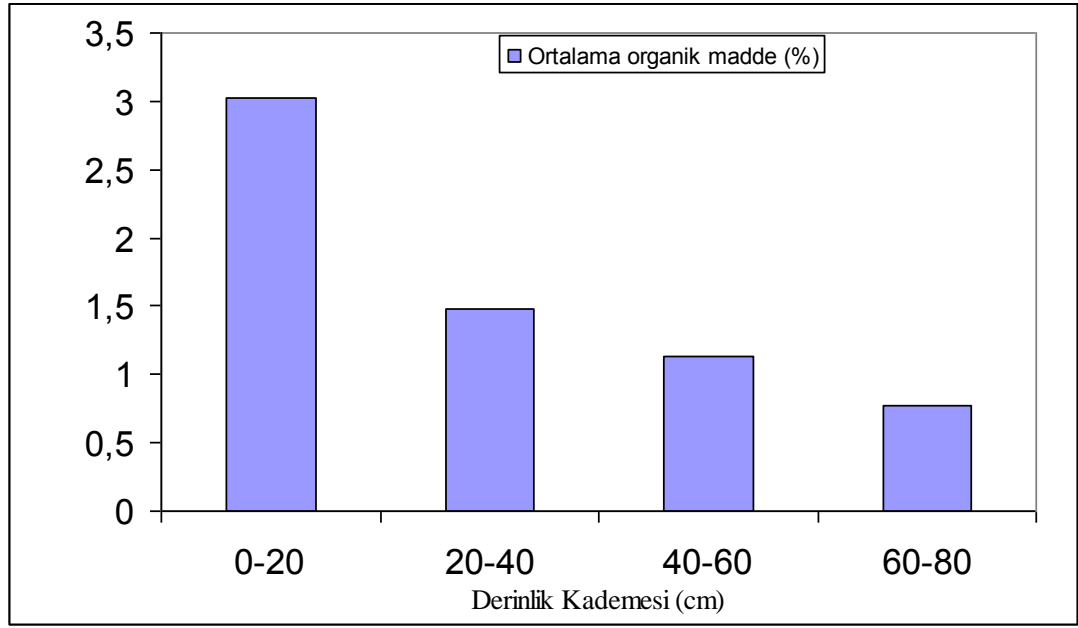
Şekil 17. Derinlik Kademelerine Göre Ortalama pH Değişimi

5.2.3. Toprak Organik Maddesine Ait Bulgular

Genelde üst toprağın organik madde miktarı alt toprağa nazaran daha yüksektir. Toprakların organik madde miktarı % 0.07 ile 6.11 arasında değişmiştir. Araştırma alanlarının farklı derinlik kademelerinden alınan toprakların ortalama organik madde içeriği; 0-20 cm derinlik kademesinde % 3.02, 20-40 cm derinlik kademesinde % 1.48, 40-60 cm derinlik kademesinde % 1.13 ve 60-80 cm derinlik kademesinde % 0.77 olarak ölçülmüş olup bu değerler aynı zamanda ortalama organik madde miktarının en fazladan en aza doğru sıralanmış şeklindedir (Tablo 13).

Tablo 13. Derinlik Kademelerine Göre % Olarak Ortalama Organik Madde Değişimi

Derinlik Kademesi (cm)	Ortalama Organik Madde (%)
0-20	3.02
20-40	1.48
40-60	1.13
60-80	0.77



Şekil 18. Derinlik Kademelerine Göre % Olarak Ortalama Organik Madde Değişimi

Tablo 14. Bonitet Sınıfı-Derinlik Kademesi İlişkisine Göre Ortalama Toprak Organik Maddesi Değişimi (%)

Derinlik Kademesi (cm)	Bonitet Sınıfı		
	1	2	3
0-20	3.15	3.13	2.36
20-40	1.36	1.56	1.54
20-60	1.1	1.24	0.84
60-80	0.95	0.72	0.42

5.3 Toprak Üstü Servete İlişkin Bulgular

Toprak üstü servet arttıkça kalın kök miktarı artmıştır. Ancak bu istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($R^2=0.0433$). Toprak üstü servete ilişkin değerler tablo 15'de verilmiştir.

Tablo 15. Deneme Alanlarına Göre Toprak Üstü Servet (m³/ha)

Den. Al. No	Yaş Sınıfı	Toplam servet m ³ /ha	Den. Al. No	Yaş Sınıfı	Toplam servet m ³ /ha
1	5	117	19	3	94
2	5	71	20	3	77
3	3	100	21	3	147
4	4	105	22	4	136
5	4	104	23	3	146
6	4	120	24	2	130
7	4	148	25	2	106
8	4	92	26	2	111
9	3	81	27	2	79
10	4	114	28	2	84
11	4	156	29	2	107
12	4	102	30	2	88
13	3	116	31	2	81
14	4	129	32	5	194
15	3	152	33	5	169
16	3	124	34	5	189
17	3	68	35	5	146
18	3	102			

6. TARTIŞMA

6.1. Kök Kütlesine İlişkin Tartışma

Kalın kök (>5 mm) kütlelerinin derinlik kademeleri, kök çap sınıfları, yaş sınıfları ve bonitet sınıflarına göre değişimlerine ilişkin tartışmalar aşağıda verilmiştir.

6.1.1. Kök Kütlesi Miktarının Derinlik Kademelerine Göre Değişimine İlişkin Tartışma

Araştırma alanında toprak derinliği arttıkça kalın kök kütlesi azalmaktadır. Her derinlik kademesindeki kalın kök kütlesi bir alt derinlik kademesine göre daha fazla bulunmuştur Bunun nedenleri olarak; derinliğin artmasıyla toprakta bazı besin maddelerinin azalması, biyolojik aktivitenin azalması, havalanmanın azalması ve toprak sıcaklığının azalması sayılabilmektedir. Kısaca, derinlik arttıkça kalın kök miktarı azalmaktadır şeklinde özetlemek mümkündür. Derinlik arttıkça kalın kök miktarının azalması beklenen bir durumdur. Yanai ve ark. (2006) derinliğin artması ile birlikte kök yoğunluğunun azaldığını rapor etmişlerdir. Saf sarıçam meşcerelerindeki kalın kök kütlesi, her kök çap sınıfı açısından da incelendiğinde her kök çap sınıfındaki kalın kök kütlesi derinlik arttıkça azalmıştır. Kalın kök kütlesi en çok üst derinlik kademelerinde (% 37-50) bulunmaktadır. Bu, bazı toprak besin maddelerinin üst toprak kısmında daha yüksek oranda bulunmasından ve üst toprak kısmının alt derinlik kademelerine göre daha gevşek yapıda olması ve daha alt kısımların ise daha sıkışık toprak yapısına sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. 60-90 cm derinlik kademesinde > 20 mm kök çap sınıfında kalın kök bulunmamıştır. Bunun nedeni, ana kütükten hem dikey hem de yatay yönde uzaklaştıkça köklerin incilmesi derinlik arttıkça toprağın taşlılığının ve sıkışıklığının artmasından dolayı kalın köklerin bu kısımlarda ilerleyebilme yeteneği gösterememesi ve ince köklerin (< 5 mm) toprağın derinlik kademelerine daha çok ilerleyebilmesine bağlanmaktadır. Bu derinlik kademesinde (60-90 cm) diğer kök çap sınıflarındaki kök kütlelerinin de (% 5-6) az olma nedeninin bu sebepten kaynaklandığı düşünülmektedir.

6.1.2. Kök Kütlesi Miktarının Kök Çap Sınıfına Göre Değişimine İlişkin Tartışma

Birinci (5-10 mm) ve 2. (10-20 mm) kök çap sınıflarındaki ortalama kök kütlesi 3. (>20 mm) çap sınıfından daha az bulunmuştur. Kök kütlesi bakımından istatistiki olarak 1. ve 2. çap sınıfları arasında farklılık görülmemiştir. 3. çap sınıfı ile 1. ve 2. çap sınıfları arasında istatistiki olarak fark vardır. Tüm deneme alanları açısından kalın kök kütlesi incelendiğinde ortalama olarak en fazla kalın kök kütlesi > 20 mm kök çap sınıfında bulunmuştur. Bunun nedeni toprak altı toplam kök kütlesinin asıl kısmını oluşturan kalın köklerin (> 20 mm) daha fazla yüzdelik (% 47) dilime sahip olmasına bağlanmaktadır. Diğer neden olarak; sarıçamın kazık kök yapması ve çalışılan alanlardaki meşcerelerin eğiminin yüksek olmasından dolayı ağaçların devrilmemeleri için köklerini kalınlaştırma yoluna gitmesi olduğu düşünülmektedir.

6.1.3 Kök Kütlesi Miktarının Yaş Sınıfına Göre Değişimine İlişkin Tartışma

İkinci, 3., 4., ve 5. yaş sınıflarının hepsinde de 0-15 cm derinlik kademesinde bulunan kalın kök yüzdesi diğer derinlik kademelerine göre daha fazladır. Bir başka ifade ile bütün yaş sınıflarının 0-15 cm derinlik kademesindeki kalın kök miktarı alt derinlik kademelerine göre daha fazladır. Yaş sınıfı-derinlik kademesi ilişkisinde her yaş sınıfında derinlik arttıkça kalın kök kütlesi azalmış ve yaş arttıkça kalın kök kütlesi genelde artmıştır. Bu iki durum beklenen bir durumdur. Çünkü derinlik arttıkça kalın kök miktarı azalır ve yaş arttıkça toprak üstü servet artışı için bununla birlikte kalın kök miktarı da artar. Ortalama olarak en fazla kalın kök kütlesi 5. yaş sınıfında (15328 kg/ha), sonra 4. yaş sınıfında (9105 kg/ha), sonra 3. yaş sınıfında (7285 kg/ha) ve en az 2. yaş sınıfında (6928 kg/ha) bulunmuştur. Yaş ilerledikçe kalın kök miktarının da arttığı bulunmuştur. Bunun nedeni yaş ilerledikçe toprak üstü servetin artması ve bu toprak üstü servetin dengelenmesi için ağaçlarının kök kütlesini arttırma yoluna gitmesi olduğu sanılmaktadır. 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 arttırma yoluna gitmesinin bir sebebi olduğu düşünülmektedir. Derinlik arttıkça kalın kök kütlesinin azalmasının diğer bir nedeninin, ağaçların büyürken kök oluşumunun ilk olarak üst derinlik kademelerinde meydana gelmesinden kaynaklandığı sanılmaktadır. Meşcere yaşı ilerledikçe kalın kök miktarı artmasına ilişkin Yanai ve

ark. (2006) yaptıkları bir çalışmada meşcere yaşı ilerledikçe ince kök kütlesinin hızlı bir şekilde arttığına ilişkin sonuçlar bulmuştur. Millikin ve ark. (1997) da kök kütlesinin (kök çapı >2 mm) ağacın yaşı ile ilişkili olduğunu bildirmiştir. Yaşlı meşcereler (5. yaş sınıfı) ile genç meşcereler (2. yaş sınıfı) kalın kök kütlesi (> 5 mm) açısından karşılaştırıldığında, kalın kök kütlesi yaşlı meşcerelerde 2,2 kat daha fazladır. Yanai ve Park (2006) 2-20 mm çap sınıfındaki kök kütlesinin yaşlı meşcerelerde genç meşcerelere göre 2,7 kat daha fazla olduğunu (P=0.03) belirtmişlerdir.

6.1.4. Kök Kütlesi Miktarının Bonitet Sınıfı-Yaş Sınıfına Göre Değişimine İlişkin

Tartışma

Ortalama olarak en fazla kalın kök kütlesi 5. yaş sınıfında 3. bonitet sınıfında bulunmuştur (16635 kg/ha). 5. yaş sınıfında ve 3. bonitet sınıfında en fazla kalın kök kütlesinin bulunması beklenen bir durumdur. Kötü yetiştirme koşullarında kök kütlesinin daha fazla olması beklenir. Çünkü verim gücü düşük olan yetiştirme ortamlarında ağaçların suya ve toprak besin maddelerine ulaşmak için köklerini arttırması beklenir. Yetiştirme ortamı verim gücü ile ilişkili olan bonitet sınıflarında 3. bonitetteki ağaçların toprak altı bitkisel kütlesinin daha fazla olması beklenir.

6.2. Toprak Özelliklerine İlişkin Tartışma

Toprak örneklerine ilişkin tekstür, organik madde ve pH analizleri yapılmıştır. Bunlara ilişkin tartışmalar aşağıda verilmiştir.

6.2.1. Toprak Tekstürüne İlişkin Tartışma

Okatan (1987) kum ve 2mm den küçük fraksiyonlar bakımından üst yükseklik (2200-2600 m) ile alt yükseklik kademesini (1800-2000 m) karşılaştırmıştır. Kil, toz ve 2 mm den büyük fraksiyonlar bakımından alt yükseklik kademesinin üst yükseklik kademesine oranla daha zengin olduğunu belirtmiştir. Araştırma alanına ait toprak örneklerinin ortalama kum içeriği incelendiğinde en yüksek kum içeriği 0-20 cm derinlik kademesinde (% 75.99) bulunmuştur Çepel ve Karaveli (1990) Uludağ Milli Parkı'nda yaptıkları bir çalışmada üst toprağın genellikle kaba ve orta tekstürlü

olduğu, buna iklim ve yükselti faktörlerinden çok, ana taşın baskın bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Çalışma alanlarının üst torak yapısı buna benzer yönde bir yapıdadır. Kum miktarı daha sonra 40-60 cm derinlik kademesinde (%75.01), daha sonra 60-80 cm derinlik kademesinde (%74.99) ve en az 20-40 cm derinlik kademesinde (%73.59) belirlenmiştir. Bu farklılığın yükseltiden kaynaklandığı sanılmaktadır. Çünkü bahsi geçen kum değerleri ortalama değerlerdir ve araştırma alanlarından seçilen deneme alanlarının farklı yükseltilerden alınmış olması buna sebep olmuş olabilir. Aynı şekilde bu şartların kil ortalama değerlerine etki etmiş olabileceği ve bu durumun kil miktarın derinlik arttıkça düzensiz olarak değiştiği görünümüne sebep olmuş olabilir. Çalışılan alanın yağışlı olması ve yağışlı alanlarda üst toprağın yıkanması ile üst topraktaki kil miktarı az olması beklenir. Çünkü üst topraktaki killer yağışlarla yıkanarak bir alt derinlik kademesine birikir. Çalışılan deneme alanlarında da bu durum tespit edilmiştir. Tüfekçioğlu (1995) yaptığı çalışmada arazi eğimi artıkça kum miktarının arttığı, kil ve toz miktarının azaldığını bildirmiştir. Çalışma alanlarından alınan denem alanlarının farklı eğimlerde olmasının da sözü geçen farklılığa sebep olabileceği düşünülmektedir.

6.2.3.Toprak Organik Maddesine İlişkin Tartışma

Çalışılan deneme alanlarında genelde üst toprağın organik madde miktarı alt toprağa nazaran daha yüksektir. Bu beklenen bir durumdur. Çünkü derinlik arttıkça toprak organik madde miktarı azalmaktadır. Bunun nedeni organik madde kaynağı olan humus tabakasının derinlik arttıkça azalmasıdır. Diğer bir neden ise derinlik arttıkça kalın kök miktarının azalmasıdır. Çünkü kökler öldüğünde toprağa organik madde katkısı yaparak toprak organik maddesi oranını yükseltmektedir. Üst derinlik kademelerinde kalın kök miktarı fazla olduğundan toprak organik madde miktarı daha fazla, alt derinlik kademelerinde kalın kök miktarı az olduğu için ölü kök miktarı da az olacağından ve toprak organik maddesine katkı olamayacağından dolayı derinlik arttıkça toprak organik maddesi miktarı azalmıştır. Boerner (1984) kuzey bakıların topraklarının güney bakılardan daha yüksek toprak organik maddesine sahip olduğunu belirtmiştir. Çalışma alanlarında kuzey bakıların toprak organik maddesinin güney bakılardan daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bunun ise

ayrışmayı kolaylaştıran nem miktarının güney bakıya göre daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

6.2.2. Toprak pH'sına İlişkin Tartışma

Derinlik kademeleri açısından incelendiğinde toprak tepkimesinin derinlik arttıkça arttığı belirlenmiştir. Bu beklenmeyen bir durumdur. Üst toprak kısmının asitliği kimyasal ayrışmaların daha çok üst toprak kısmında olmasından dolayı asitlik oranı fazla olduğundan pH oranı düşüktür. Çünkü toprağın daha alt derinlik kademelerinde sıcaklığın azalmasından dolayı kimyasal ayrışma azaldığından pH artar. Boerner (1984) kuzey bakıların topraklarının güney bakılardan daha yüksek pH'sahip olduğunu belirtmiştir. Çalışma alanlarında kuzey bakıya sahip olan deneme alanlarının pH'sı daha fazladır. Bunun sebebinin kuzey bakılardaki nem oranının güney bakılara göre fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kuzey bakılarda nem oranı fazla olduğundan kimyasal ayrışma güney bakılara göre daha fazla olmaktadır. Bu nedenle de kuzey bakılardaki pH değerleri güney bakılardan daha fazladır.

6.3. Toprak Üstü Servete İlişkin Tartışma

Toprak üstü servet arttıkça kalın kök miktarı da artmıştır. Bu beklenen bir durumdur. Ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bunun nedeninin; 1. yaş sınıftan deneme alanı bulunamaması ve toplam deneme alanı sayısının az olmasından kaynaklandığı sanılmaktadır.

Ağaç çapının toprak üstü servetin bir bileşeni olduğundan toprak üstü servet ile artış gösteren kalın kök kütlesi ağaç çapının artması ile de artış göstermesi durumundadır. Bu durum, toprak üstü servetle kalın kök kütlesi arasındaki ilişkiye benzer bir ilişkinin göğüs yüzeyi çapı ile kalın kök kütlesi arasında olduğu anlamına gelmektedir. Ancak bu ilişki toprak üstü servetle kalın kök kütlesi arasındaki ilişki istatistikî olarak anlamlı olmadığından, kalın kök kütlesinin göğüs yüzeyi çapı ile istatistiksel olarak anlamlı ilişki beklenmemelidir. Lin ve ark. (2006) toplam kalın kök kütlesinin göğüs yüzeyi ile çok anlamlı bir şekilde ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Bolte ve ark (2004) kalın kök kütlesi (kuru ağırlık) ile göğüs yüzeyi

apı arasında kuvvetli bir ilişki olduğunu rapor etmişlerdir. Millikin ve ark (1997) kök kütlesinin (kök çapı > 2 mm) göğüs yüksekliği çapı ve ağaç gövdesi ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Kalın kök kütlesi toprak üstü servetin (dallar ve yapraklar hariç) % 2.0-25.4'n oluşturmaktadır. Lin ve ark (2006) toplam ağaç kütlesinin % 13.4-30.2 sini oluşturduğunu belirtmişlerdir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Saf sarıçam meşcerelerinde yaşa göre kalın kök miktarının değişiminin ortaya konması amacıyla yapılan bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

- Derinlik kademeleri bakımından ortalama olarak en fazla kök kütlesi 1. (0-15 cm) derinlik kademesinde (4752 kg/ha), sonra 2. (15-30 cm) derinlik kademesinde (3080 kg/ha), daha sonra 3. (30-60 cm) derinlik kademesinde (1169 kg/ha) ve en az 4. (60-90 cm) derinlik kademesinde (271 kg/ha) bulunmuştur.
- Kalın kök kütlesinin derinlik kademelerine göre % dağılımı incelendiğinde %51'i 1. derinlik kademesinde, %33'ü 2. derinlik kademesinde, %13'ü 3. derinlik kademesinde ve %3'ü 4. derinlik kademesinde bulunmuştur.
- Derinlik kademesi-kök çap sınıfı ilişkisinde ortalama toplam kalın kök kütlesi; en fazla 3. (>20 mm) kök çap sınıfında 7389 kg/ha, daha sonra 1. (5-10 mm) kök çap sınıfında 2917 kg/ha ve en az 2. (10-20 mm) kök çap sınıfında 2638 kg/ha bulunmuştur.
- Kalın kök kütlesinin kök çap sınıflarına göre % dağılımı incelendiğinde %47'si 3. kök çap sınıfında, %29'u 1. kök çap sınıfında ve %24'ü 2. kök çap sınıfında bulunmuştur.
- Yaş sınıfları bakımından ortalama olarak en fazla kalın kök kütlesi 5. yaş sınıfında (15328 kg/ha), sonra 4. yaş sınıfında (9105 kg/ha), daha sonra 3. yaş sınıfında (7285 kg/ha), ve en az 2. yaş sınıfında (5677 kg/ha) bulunmuştur. Yaş sınıflarına göre tüm deneme alanlarındaki ortalama kök kütlesi 8904 kg/ha olarak bulunmuştur.
- Bonitet sınıfı bakımından ortalama olarak en fazla kalın kök kütlesi 2. bonitet sınıfında (9545 kg/ha), daha sonra 3. bonitet sınıfında (8788 kg/ha) ve en az 1. bonitet sınıfında (8352 kg/ha) bulunmuştur. Bonitet sınıflarına göre tüm deneme alanlarındaki ortalama kök kütlesi 8904 kg/ha olarak bulunmuştur.

Kalın kök kütlelerinin bonitet sınıflarına göre % dağılımı incelendiğinde % 36'sı 2. bonitet sınıfında, % 33'ü 3. bonitet sınıfında ve % 31'i 1. bonitet sınıfında bulunmuştur.

- Genel olarak toprak üstü servet arttıkça kalın kök miktarı da artmıştır.
- Araştırma alanına ait toprak örneklerinin ortalama kum içeriği incelendiğinde en yüksek kum içeriği 0-20 cm derinlik kademesinde, sonra 40-60 cm derinlik kademesinde, daha sonra 60-80 cm derinlik kademesinde ve en az 20-40 cm derinlik kademesinde ölçülmüştür.
- Araştırma alanına ait toprak örneklerinin ortalama kil içeriği incelendiğinde en yüksek kil içeriği 60-80 cm derinlik kademesinde, sonra 20-40 cm derinlik kademesinde, daha sonra 40-60 cm derinlik kademesinde ve en az 0-20 cm derinlik kademesinde ölçülmüştür.
- En yüksek pH değeri sırasıyla 2. (20-40 cm) derinlik kademesinde, sonra 1. (0-20 cm) derinlik kademesinde, daha sonra 4. (60-80 cm) derinlik kademesinde ve en az 3. (40-60 cm) derinlik kademesinde bulunmuştur.
- Araştırma alanında, toprak organik maddesinin derinlik arttıkça genelde azaldığı görülmüştür. Üst toprağın organik madde miktarı alt toprağa nazaran daha yüksek bulunmuştur.
- Ekosistemde madde dolaşımının önemli bileşenlerinden olan toprak altı bitkisel kütle, orman ekosistemlerinden faydalanmanın planlanmasında göz önünde bulundurulması gereken önemli değişkenlerden biridir. Bu çalışma ile toplam bitkisel kütlede kayda değer miktarda kısmını kalın kök kütlelerinin oluşturduğu ortaya koyulmuştur. Bu da ormancılık açısından planlar yapılırken kök kütlelerinin de göz önünde bulundurulması gerektiğinin önemini ortaya koymaktadır. Ayrıca, toprak üstü servetin % 25'e kadarlık kısmını oluşturan kök kütlelerinin biyokütle hesaplamalarında göz ardı edilemeyecek bir miktar olduğu bu çalışma ile bir kez daha ortaya konmuştur.
- Bu çalışmanın yüksek lisans çalışması olmasından dolayı arazi çalışmalarının en önemli sınırlayıcı unsurlarından olan maliyetin ve zamanın kısıtlı olması

nedeni ile deneme alanı sayısı az tutulmuş ve kök çukurları daha küçük ebatlarda açılmıştır. Bundan sonraki çalışmaların daha kapsamlı yapılması ile bu konu hakkında daha detaylı bilgiler elde edilebilir. Daha sağlıklı ve net ölçümler yapılabilmesi için yeni projelere ihtiyaç duyulmaktadır ve ekip çalışması halinde daha fazla örnek alan alınması ve kök çukurlarının daha geniş alınması önerilir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 1994. Sarıçam El kitabı dizisi: 7, Ormancılık araştırma enstitüsü yayınları muhtelif yayınlar sersisi 67, s 1-18.
- Anonim, 2006. Amenajman Planı, Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü, Torul İşletme Müdürlüğü Zigana Şefliği 2006-2025.
- Anşin, R., 1979. Trabzon-Meryemana Araştırma Ormanı Florası ve Saf Ladin Meşcerelerinde Floristik Araştırmalar, Karadeniz Gazetecilik ve Matbaacılık A.Ş., Trabzon.
- Baker, 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 forests 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.

- 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 regeneration. 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 and carbon in a tropical evergreen forest of Mexico: changes with secondary succession and forest conversion to pasture. J. Trop. Ecol., 19, 457–464.
- Kantarcı, M. D., 1973. Orman Ağaçlarının Kök Profillerinin Açılması. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi., 23, (2), 98-107.
- Kantarcı, M. D., 1979. Aladağ Kütlesinin (Bolu) Kuzey Aklanındaki Uludağ Göknarı Ormanlarındaki Yükselti-İklim Basamaklarına Göre Bazı Ölü Örtü Toprak Özelliklerinin Analitik Olarak Araştırılması, İ.Ü. Yayınları No: 2634, Orman Fak., Yayın No: 274, İstanbul
- 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 forests as 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. and Zech, W., 1999. Nutrient storage in soil and biomass of native Brazilian Cerrado. 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 root biomass and nutrient contents of trees in a subtropical broadleaf forest in Taiwan, J. Forest Sci., 21(2), 155-66.

- Luo, T., Brown, S., Pan, Y., Shi, P., Ouyang, H., Yu, Z. and Zhu, H., 2004. Root biomass long subtropical to alpine gradients: global implication from tibetian transect 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 root biomass and root surface area in a broad-leaved secondary forest in the southern 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 root length 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*) in 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 ile vejetasyon yapısı. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Fak., 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.*) Gaertn subsp. barbata (C.A. Mey.) Yalt. Biyokütle Tabloları. J. Agric. For., 24, 147-156.
- 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 in a tropical mountain forest in south ecuador. 4th International Workshop on Functional-Structural Plant Models, short presentations–session 1, 7-11, Montpellier, France Edited by C. Godin et al.
- Stover, D. B., Day, F. P., Butnor, J. R. and Drake B. G., 2007. Effect of elevated CO₂ on coarse-root biomass in florida scrub detected by ground-penetrating radar. J. Ecol. Soc. Am., 88(5), 1328–1334.
- Tateno, R., Hishi, T. and Takeda, H., 2003. Above and belowground biomass and net primary production in a cool-temperate deciduous forest in relation to topographical changes in soil nitrogen. J. For. Ecol. Manage., Laboratory of Forest Ecology., 193 (3), 297-306.
- Taylor, A. E. (Under the direction of H. Lee Allen.), 2005. Quantifying the coarse root Biomass of intensively managed loblolly pine plantations. A thesis submitted to the Graduate Faculty of North Carolina State University in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science.
- Tüfekçioğlu, A., 1995. Ordu Melet Irmağı Havzasındaki orman ekosistemlerinde yükselti ve bakı etmenlerine göre bitki örtüsü ve bakı özelliklerinin araştırılması.Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Fak., Trabzon.
- Tufekcioglu, A., Raich, J. W., Isenhardt, T. M. and Schultz, R. C., 1999. Fine root dynamics, coarse root biomass, root distribution, and soil respiration in a multispecies riparian buffer in Central Iowa. USA. J. Agroforest Syst., 44, 163–174 (12).
- Tüfekçioğlu, A., Güner, S., Altun, L., Kalay, H. Z., Yener, İ., 2002. Kayın ve Ladin meşcerelerinde ince ve kılcal kök biyokütlelerinin karşılaştırılması, II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Cilt II, s. 746-751.

- Tüfekçioğlu, A., Yüksek, T. ve Kalay, H. Z., 2004a. Gümüşhane İli Torul İlçesi Yalancı Akasya (Salkım Ağaç) ağaçlandırmalarının biyokütle ve bazı toprak özellikleri yönünden incelenmesi. 1-7.
- Tüfekçioğlu, A., Güner, S., Küçük, M., 2004b. Root biomass and carbon storage in oriental spruce and beech stands in Artvin, in Turkey. J. Environ. Biol., 25 (3), 317-20.
- Tüfekçioğlu, A., Sarıyıldız, T., Güner, S. and Küçük, M., 2005a. Artvin, Genya Dağı yöresi Doğu Ladini meşcerelerinde kök kütlesi, yıllık ibre dökümü ve toprak solunumu miktarının değişimleri, Ladin Sempozyumu., 1, 123-129, Trabzon.
- Tufekcioglu, A., Guner, S. and Tilki, F., 2005b. Thinning Effects on Production, Root Biomass and Soil Properties in a Young Oriental Beech Stand in Artvin, Turkey. J. Environ Biol., 26 (1), sayfa 1-17.
- Tufekcioglu, A., Kucuk, M., Saglam, B., Bilgili, E., Altun, L., and Kucuk, O., 2006. Influence of fire on root biomass dynamics and soil respiration rates in young corsican pine (*Pinus nigra*) stands in Turkey. J. For. Ecol. Manage., 1, 234, 195.
- Yanai, R. D., Vadeboncoeur, M. A., Hamburg, S. P. and Park, B. B., 2007. Estimating root biomass in rocky soils using pits, cores, and allometric equations. J. Soil Sci. Soc. Am., 71, 206-213.
- Vance, E. D. and Nadkarni, N. M., 1992. Root biomass distribution in a moist tropical 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 site quality on the distribution of biomass in Scots pine (*Pinus sylvestris L.*). J. Trees – Struc. Funct., 10, 231-238.
- Vanninen, P. and Makela A., 1998. Fine root biomass of Scots pine stands differing in age and soil fertility in southern Finland. J. Tree Physiol., 19, 823-830.

- 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 ALANI NO	EĞİM (%)	BAKI	YÜKSELTİ (m)	YAŞ SINIFI	BONİTET SINIFI
1	60	güney batı	1781	5	2
2	60	kuzey batı	1796	5	3
3	38	kuzey batı	1770	3	2
4	50	kuzey batı	1780	4	3
5	55	kuzey doğu	1820	4	2
6	40	güney	1800	4	2
7	60	kuzey batı	1776	4	2
8	45	güney batı	1764	4	2
9	45	güney doğu	1720	3	3
10	85	doğu	1816	4	2
11	65	kuzey batı	1811	4	2
12	70	güney batı	1830	4	2
13	70	güney batı	1853	3	1
14	65	kuzey doğu	1820	4	2
15	70	kuzey doğu	1825	3	1
16	65	güney doğu	1865	3	1
17	70	kuzey doğu	1870	3	3
18	65	kuzey doğu	1870	3	1
19	68	kuzey doğu	1902	3	1
20	60	kuzey doğu	1920	3	1
21	70	kuzey doğu	1890	3	2
22	60	kuzey batı	1881	4	3
23	48	kuzey doğu	1870	3	2
24	50	kuzey doğu	1855	2	1
25	42	kuzeydoğu	1861	2	1
26	45	kuzey doğu	1850	2	1
27	60	kuzey batı	1830	2	1
28	65	kuzey doğu	1820	2	1
29	50	kuzey doğu	1842	2	1
30	55	kuzey doğu	1848	2	1
31	60	kuzey doğu	1832	2	2
32	70	kuzey doğu	1737	5	2
33	70	kuzey doğu	1726	5	1
34	40	kuzey doğu	1725	5	1
35	40	kuzey batı	1738	5	3

Ek 2. Kalın Kök Kütlelerinin Derinlik Kademeleri ve Çap Sınıflarına Göre Dağılımı

DENEME ALANI NO	DERİNLİK KADEMESİ (cm)	KÖK ÇAP SINIFI (mm)	KÖK ÖRNEĞİ FIRIN KURUSU AĞIRLIĞI (gr)	KÖK KÜTLESİ (g/ha)	KÖK KÜTLESİ (kg/ha)
1	0-15	5-10	162,8	1507407,53	1507,41
		10-20	186,3	1725370,51	1725,37
		>20	12,4	115092,60	115,09
	15-30	5-10	78,5	727222,28	727,22
		10-20	122,1	1130555,65	1130,56
		>20	286,0	2648148,36	2648,15
	30-60	5-10	101,1	936018,59	936,02
		10-20	93,3	863703,77	863,70
		>20	687,4	6364722,73	6364,72
2	0-15	5-10	92,3	854537,11	854,54
		10-20	250,3	2317129,82	2317,13
		>20	537,2	4974444,84	4974,44
	15-30	5-10	61,9	573425,97	573,43
		10-20	300,9	2785648,37	2785,65
		>20	649,4	6013333,81	6013,33
	30-60	5-10	27,3	252592,61	252,59
		10-20	13,8	127314,83	127,31
		>20			
3	0-15	5-10	60,4	559166,71	559,17
		10-20	28,7	265833,35	265,83
		>20	36,7	340185,21	340,19
	15-30	5-10	70,0	647777,83	647,78
		10-20	52,8	488888,93	488,89
		>20	48,3	447129,67	447,13
	30-60	5-10	33,2	307592,62	307,59
		10-20	33,0	305555,58	305,56
		>20	221,3	2049259,42	2049,26
4	0-15	5-10	208,7	1932129,78	1932,13
		10-20	129,5	1198796,39	1198,80
		>20	112,5	1041944,53	1041,94
	15-30	5-10	100,0	925833,41	925,83
		10-20	87,5	809722,29	809,72
		>20	26,5	245462,98	245,46
	30-60	5-10	73,2	677314,87	677,31
		10-20	91,2	844351,92	844,35
		>20			
5	0-15	5-10	211,4	1957592,75	1957,59
		10-20	242,9	2248889,07	2248,89
		>20	737,2	6826111,66	6826,11
	15-30	5-10	125,2	1159074,17	1159,07
		10-20	237,8	2202037,21	2202,04
		>20	399,2	3696204,00	3696,20
	30-60	5-10	32,8	303518,54	303,52
		10-20	46,0	425740,77	425,74
		>20	112,1	1037870,45	1037,87

Ek 2'nin devamı

6	0-15	5-10	111,3	1030740,82	1030,74
		10-20	79,4	735370,43	735,37
		>20	133,7	1237500,10	1237,50
	15-30	5-10	140,7	1302685,29	1302,69
		10-20	86,2	798518,58	798,52
	30-60	5-10	52,8	488888,93	488,89
10-20		98,0	907500,07	907,50	
7	0-15	5-10	161,3	1493148,27	1493,15
		10-20	233,0	2157222,39	2157,22
		>20	942,8	8729722,92	8729,72
	15-30	5-10	136,1	1259907,51	1259,91
		10-20	108,6	1005277,86	1005,28
	30-60	5-10	21,3	197592,61	197,59
10-20		4,0	36666,67	36,67	
8	0-15	5-10	237,3	2196944,62	2196,94
		10-20	171,1	1583796,42	1583,80
		>20	533,5	4939815,21	4939,82
	15-30	5-10	102,4	948240,82	948,24
		10-20	60,9	564259,30	564,26
		>20	772,3	7151019,09	7151,02
30-60	5-10	52,1	482777,82	482,78	
	10-20	1,1	10185,19	10,19	
9	0-15	5-10	228,0	2111389,06	2111,39
		10-20	14,5	134444,46	134,44
	15-30	5-10	58,7	543888,93	543,89
		10-20	10,2	94722,23	94,72
		>20	38,4	355462,99	355,46
	30-60	5-10	14,4	133425,94	133,43
10-20		32,5	300462,99	300,46	
60-90	5-10	7,0	65185,19	65,19	
	10-20	12,9	119166,68	119,17	
10	0-15	5-10	40,6	375833,36	375,83
		10-20	90,6	839259,33	839,26
		>20	128,7	1191666,76	1191,67
	15-30	5-10	58,6	542870,41	542,87
		>20	3,0	27500,00	27,50
	30-60	5-10	50,1	463425,96	463,43
10-20		41,7	386018,55	386,02	
11	0-15	5-10	80,3	743518,58	743,52
	15-30	5-10	143,9	1332222,33	1332,22
		10-20	192,1	1778333,48	1778,33
		>20	65,9	610092,64	610,09
12	0-15	5-10	130,7	1210000,10	1210,00
		10-20	6,2	57037,04	57,04
		>20	85,0	787314,88	787,31
	15-30	5-10	197,3	1827222,37	1827,22
		10-20	150,4	1392314,93	1392,31
		>20	116,2	1075555,64	1075,56
30-60	5-10	50,4	466481,52	466,48	
	10-20	28,8	266851,87	266,85	

Ek 2'nin devamı

13	0-15	5-10	126,2	1168240,83	1168,24	
		10-20	103,7	960463,04	960,46	
		>20	1029,4	9531297,06	9531,30	
	15-30	5-10	214,8	1989166,83	1989,17	
		10-20	264,3	2447500,20	2447,50	
		>20	810,6	7505463,56	7505,46	
	30-60	5-10	135,6	1255833,43	1255,83	
		10-20	42,0	389074,11	389,07	
	60-90	5-10	20,0	185370,39	185,37	
10-20		14,0	129351,86	129,35		
14	0-15	5-10	182,4	1688703,84	1688,70	
		10-20	52,9	489907,45	489,91	
	15-30	5-10	121,1	1121388,98	1121,39	
		10-20	135,5	1254814,92	1254,81	
	30-60	5-10	93,1	861666,74	861,67	
	60-90	5-10	7,3	67222,23	67,22	
	15	0-15	5-10	161,6	1496203,82	1496,20
			10-20	243,9	2258055,74	2258,06
>20			231,3	2141944,62	2141,94	
15-30		5-10	86,0	796481,55	796,48	
		10-20	88,7	820925,99	820,93	
30-60		5-10	17,2	158888,90	158,89	
		10-20	26,2	242407,43	242,41	
16	0-15	5-10	167,1	1547129,75	1547,13	
		10-20	174,1	1612314,94	1612,31	
		>20	331,2	3066759,50	3066,76	
	15-30	5-10	151,8	1405555,67	1405,56	
		10-20	33,3	308611,14	308,61	
		>20	32,2	298425,95	298,43	
	30-60	5-10	45,5	421666,70	421,67	
	17	0-15	5-10	80,4	744537,10	744,54
10-20			166,5	1542037,16	1542,04	
>20			6,6	61111,12	61,11	
15-30		5-10	136,2	1260926,03	1260,93	
		10-20	29,2	269907,43	269,91	
		>20	44,1	408425,96	408,43	
30-60		5-10	25,5	236296,32	236,30	
18	0-15	5-10	130,8	1211018,62	1211,02	
		10-20	103,5	958426,00	958,43	
		>20	46,5	430833,37	430,83	
	15-30	5-10	57,4	531666,71	531,67	
		10-20	29,9	277037,06	277,04	
	30-60	5-10	11,1	102870,38	102,87	
		10-20	3,0	27500,00	27,50	
	60-90	5-10	17,4	160925,94	160,93	

Ek 2'nin devamı

19	0-15	5-10	136,2	1260926,03	1260,93
		10-20	139,2	1288426,03	1288,43
		>20	13,3	123240,75	123,24
	15-30	5-10	45,9	424722,26	424,72
		10-20	4,8	44814,82	44,81
	30-60	5-10	15,7	145648,16	145,65
10-20		50,7	469537,07	469,54	
20	0-15	5-10	112,1	1037870,45	1037,87
		10-20	96,1	890185,26	890,19
	15-30	5-10	63,9	591759,31	591,76
		10-20	62,2	575463,01	575,46
		>20	9,7	89629,64	89,63
	30-60	5-10	21,7	200648,16	200,65
21	0-15	5-10	170,5	1578703,83	1578,70
		10-20	208,7	1932129,78	1932,13
		>20	262,7	2432222,42	2432,22
	15-30	5-10	165,1	1528796,42	1528,80
		10-20	153,7	1422870,48	1422,87
		>20	5,0	45833,34	45,83
	30-60	5-10	71,9	666111,16	666,11
		10-20	71,3	660000,05	660,00
	60-90	5-10	20,8	192500,02	192,50
		10-20	5,1	46851,86	46,85
22	0-15	5-10	222,3	2058426,09	2058,43
		10-20	72,6	672222,28	672,22
		>20	27,4	253611,13	253,61
	15-30	5-10	22,4	207777,79	207,78
		10-20	22,7	209814,83	209,81
23	0-15	5-10	140,5	1300648,25	1300,65
		10-20	52,3	483796,34	483,80
	15-30	5-10	73,6	681388,94	681,39
		10-20	9,5	87592,60	87,59
	30-60	5-10	14,5	134444,46	134,44
		10-20	17,7	163981,49	163,98
24	0-15	5-10	120,2	1113240,83	1113,24
		10-20	7,3	67222,23	67,22
	15-30	5-10	112,9	1045000,08	1045,00
		10-20	37,5	347314,84	347,31
	30-60	5-10	20,5	189444,46	189,44
25	0-15	5-10	113,9	1054166,75	1054,17
		10-20	300,3	2780555,78	2780,56
		>20	291,2	2696018,73	2696,02
	15-30	5-10	62,8	581574,12	581,57
		10-20	66,8	618240,79	618,24
		>20	129,1	1195740,84	1195,74
	30-60	5-10	13,3	123240,75	123,24

Ek 2'nin devamı

26	0-15	5-10	236,4	2188796,47	2188,80
		10-20	137,9	1277222,32	1277,22
		>20	134,5	1245648,25	1245,65
	15-30	5-10	62,7	580555,60	580,56
		10-20	37,5	347314,84	347,31
	30-60	5-10	26,8	248518,54	248,52
		10-20	42,4	392129,66	392,13
	60-90	5-10	29,3	270925,95	270,93
		10-20	25,7	238333,35	238,33
27	0-15	5-10	226,6	2098148,32	2098,15
		10-20	228,3	2113426,10	2113,43
		>20	277,3	2567685,39	2567,69
	15-30	5-10	52,5	485833,37	485,83
28	0-15	5-10	209,2	1937222,38	1937,22
		10-20	257,1	2380277,97	2380,28
	15-30	5-10	103,2	955370,45	955,37
		10-20	125,1	1158055,65	1158,06
29	0-15	5-10	149,7	1386203,81	1386,20
		10-20	33,4	309629,65	309,63
	15-30	5-10	105,6	977777,86	977,78
	30-60	5-10	18,2	168055,57	168,06
	60-90	5-10	1,3	12222,22	12,22
30	0-15	5-10	208,7	1932129,78	1932,13
		10-20	129,5	1198796,39	1198,80
		>20	112,5	1041944,53	1041,94
	15-30	5-10	70,7	654907,46	654,91
		10-20	15,6	144629,64	144,63
31	0-15	5-10	263,5	2439352,05	2439,35
		10-20	333,0	3083055,80	3083,06
		>20	70,2	649814,87	649,81
	15-30	5-10	86,2	798518,58	798,52
		10-20	13,0	120185,19	120,19
		>20	57,8	534722,27	534,72
30-60	5-10	2,2	20370,37	20,37	
32	0-15	5-10	165,0	1527777,90	1527,78
		10-20	110,9	1026666,75	1026,67
		>20	170,4	1577939,94	1577,94
	15-30	5-10	203,2	1881203,85	1881,20
		10-20	68,5	634537,09	634,54
		>20	210,0	1944352,01	1944,35
	30-60	5-10	20,2	187407,42	187,41
		10-20	38,7	358518,55	358,52
		>20	225,9	2092037,20	2092,04

Ek 2'nin devamı

33	0-15	5-10	73,9	684444,50	684,44
		10-20	141,1	1306759,36	1306,76
		>20	230,8	2136852,02	2136,85
	15-30	5-10	96,7	895277,85	895,28
		10-20	108,8	1007314,90	1007,31
		>20	487,7	4516111,47	4516,11
	30-60	5-10	16,8	155833,35	155,83
		10-20	53,6	496018,56	496,02
		>20	304,8	2822315,04	2822,32
34	0-15	5-10	141,9	1313888,99	1313,89
		10-20	122,0	1129537,13	1129,54
		>20	1225,5	11347315,72	11347,32
	15-30	5-10	72,3	669166,72	669,17
		10-20	58,9	544907,45	544,91
		>20	134,9	1248703,80	1248,70
	30-60	5-10	38,6	357500,03	357,50
		10-20	21,0	194537,05	194,54
		>20	39,5	365648,18	365,65
	60-90	5-10	19,0	176203,72	176,20
		10-20	8,6	79444,45	79,44
	35	0-15	5-10	297,6	2755092,81
10-20			34,3	317777,80	317,78
15-30		5-10	94,5	874907,48	874,91
		10-20	79,4	735370,43	735,37
		>20	849,0	7860926,55	7860,93
30-60		5-10	23,3	215925,94	215,93
		10-20	27,0	249537,06	249,54
		>20	179,7	1664259,39	1664,26
60-90		5-10	32,3	299444,47	299,44
		10-20	43,0	398240,77	398,24

Ek 3. Deneme Alanlarında Ölçülen Çap Değerleri

DENEME ALANI NO	ÇAP DEĞERLERİ (cm)						
	1	23	26	8	13	32	27
22		25	29	39	29	25	26
37		26	36	30	13	26	30
25		22					
2	20	27	22	31	19	20	30
	24	29	14	20	28	20	14
	14	19	23	21	15		
3	19	13	14	13	15	22	24
	22	10	21	18	21	33	19
	22	21	11	23	7	22	21
	22	17	23	8	29	8	28
	21	13	24	21	18	20	21
	15	23	27	22			
4	21	9	9	19	13	24	10
	21	30	25	10	8	10	15
	19	13	18	19	19	11	21
	24	21	21	17	21	13	22
	16	8	14	18	29	16	19
	25	16	12	12	23	23	23
	27	18	35	8			
5	20	14	24	9	14	17	10
	25	16	21	15	14	23	8
	26	24	24	10	10	12	8
	24	31	15	9	11	8	13
	12	15	15	11	9	22	26
	15	10	11	9	12	9	20
	11	15	11	11	22	10	18
	15	12	11	10	9	12	15
	16	10	9	8	22	9	12
8	21	17	27				
6	27	31	20	11	18	18	18
	16	8	23	26	15	27	14
	24	12	14	18	14	21	24
	18	17	10	15	17	19	13
	27	18	18	20	15	8	16
	16	12	15	14	10	14	10
	23	11	9	17	10	11	13
	9	21	16	10	25	25	18
	9	13	9	21	21	13	23
16							
7	19	18	12	20	10	12	21
	26	19	28	20	20	23	24
	19	26	19	28	23	9	34
	13	31	20	38	16	10	22
	21	10	28	21	8	22	9
	11	25	33	23	19	19	28
	22	18	10	18	17	14	17
11	15	18	12				

Ek 3'ün devamı

8	9	13	11	9	10	13	10
	9	20	17	33	13	12	23
	12	8	24	9	10	19	9
	20		11	19	9	9	18
	12	26	18	9	11	22	22
	21	20	9	17	22	11	26
	20	17	14	19	15	9	14
	14	14	21	15	9	23	10
	8	11					
9	28	18	11	15	15	22	26
	17	22	18	11	30	20	27
	12	9	13	22	18	17	20
	15	10	11	20	8	18	26
	29	16	27	29	9		
10	27	16	15	18	22	10	33
	46	25	24	14	25	11	14
	16	20	9	23	32	25	27
	14	22	12	19	10	27	10
	14	22	23	24	19	13	9
	10	13	10	25	21	25	
11	26	35	12	14	28	11	18
	12	13	21	19	27	18	13
	11	23	14	23	13	17	16
	13	15	14	18	11	18	17
	13	14	15	13	15	19	10
	17	14	33	20	12	20	19
	24	21	8	11	29	22	10
	10	9	22	27	14	22	23
	12	19	16	16	12	18	25
	12	20	21	21	17	11	18
	14	14	10	17	12	9	11
18	13	13					
12	19	9	30	9	13	23	26
	16	8	27	8	22	27	25
	17	22	22	25	25	23	34
	15	12	11	28	28	28	26
	13	21	6	22	24	15	10
	24						
13	14	17	25	10	21	19	26
	24	16	16	14	23	19	13
	17	14	10	10	16	12	16
	19	10	20	25	9	23	17
	19	14	10	17	6	24	11
	18	20	14	18	22	13	11
	17	21	17	30	13	18	23
	10	18	12	17	23	9	10
	17	11	13	17	16	12	8
	17	9					

Ek 3'ün devamı

14	24	12	10	15	19	17	27
	8	12	25	10	10	17	17
	14	18	16	24	17	8	20
	23	12	10	16	14	26	14
	25	13	15	19	18	12	10
	10	21	10	17	13	8	20
	8	9	8	19	15	10	12
	24	25	19	14	18	13	26
	12	16	21	13	21	29	14
	17	23	9	17	25	16	17
	15	20					
15	18	18	11	17	14	18	17
	12	12	23	10	16	14	14
	18	15	8	26	10	10	12
	24	19	23	12	14	24	21
	10	18	10	14	12	18	20
	16	20	24	13	9	13	11
	20	11	12	15	8	11	12
	20	12	22	12	25	20	22
	10	14	13	9	10	17	9
	14	23	27	18	20	8	15
	20	14	10	9	21	14	21
	9	10	19	21	19	20	13
13	18	17	17	10			
16	19	10	18	20	8	13	21
	21	11	20	20	15	18	11
	18	12	14	11	13	13	19
	9	18	16	9	14	11	14
	14	12	21	12	16	19	21
	21	19	12	15	25	8	16
	8	19	28	11	11	23	9
	14	14	15	17	11	14	18
	13	9	20	13	10	15	18
	10	14	18	13	20	11	12
	10	11	10	8	12	20	9
	22	9	18	15	11	19	17
10	15						
17	26	26	9	10	9	12	16
	8	18	8	8	13	10	18
	12	9	11	9	11	10	17
	11	11	15	12	12	21	23
	9	10	12	10	20	10	14
	19	13	9	9	8	8	17
	13	17	9	10	16	18	32
	10	15	14	9			

Ek 3'ün devamı

18	23	16	17	18	29	20	11
	15	19	8	14	12	20	13
	12	21	20	13	16	14	13
	11	15	14	14	21	22	16
	18	17	19	21	12	13	12
	17	21	14	22	17	13	10
	19	16	14	13	12	16	17
	12	8	20	19	11	18	16
	18	25	22				
19	11	21	16	16	20	10	13
	23	17	14	32	11	19	21
	18	14	8	19	24	9	23
	15	9	9	16	18	22	18
	21	9	11	23	8	12	17
	11	10	10	12	8	22	13
	15	22	9	14	21	18	16
	17	11	9	11	8	9	13
	9	23	6	16			
20	16	11	31	10	26	13	39
	12	11	13	16	17	26	30
	10	12	14	19	22	26	26
	14	17	14	19	10	17	25
	13	23	10	16	21		
21	23	22	23	14	17	14	18
	37	18	22	37	11	24	19
	14	22	20	22	22	18	19
	23	13	18	33	26	19	16
	16	11	25	25	24	17	13
	15	14	22	24	11	24	10
	9	23	18	21	19	18	19
	25	11	24	19	27	14	
22	22	10	17	18	24	16	18
	11	9	16	22	20	22	25
	11	25	8	8	24	21	13
	10	13	18	24	19	16	18
	21	18	12	17	14	16	17
	12	10	21	15	20	16	25
	19	10	15	11	11	22	15
	29	10	17	18	21	20	24
	21	11	9	16	28	23	22
	22	15					

Ek 3'ün devamı

23	11	9	8	10	12	14	14
	11	8	15	16	19	15	10
	22	15	15	15	8	30	10
	17	20	23	20	9	15	26
	13	9	15	9	11	11	10
	8	10	17	26	12	15	8
	13	23	19	22	20	24	21
	8	14	11	16	10	23	18
	11	12	11	11	17	12	23
	16	11	6	8	9	12	10
	12	10	15	9	15	12	31
	11	14	12	16	10	14	10
	9	10	12	9	8	9	14
	16	9	12	12	15	9	10
	9	9	11	12	10	11	16
	12	9	12	12	26	14	15
	18	9	13	14			
	24	18	9	10	15	10	8
9		9	9	12	8	10	10
13		9	18	11	15	31	17
17		8	15	12	9	7	11
9		14	18	8	10	16	17
10		14	17	8	15	8	16
11		10	25	9	19	8	9
12		9	13	16	11	10	6
11		20	30	11	12	8	11
9		16	18	13	12	16	14
13		15	11	8	14	16	12
16		10	11	8	9	10	18
20		12	9	8	13	22	22
18		12	11	8	9	11	11
14		13	13	11	9	8	13
14		12	8	12	10	10	19
13		12	12	11	11	17	18
10		14	14	12	19	8	
25	14	12	11	12	15	12	16
	17	14	9	19	8	8	10
	16	9	11	31	24	8	18
	12	11	7	10	14	15	14
	17	11	8	16	15	17	12
	16	17	14	8	13	14	18
	12	26	11	14	10	18	17
	11	14	12	20	12	12	8
	10	11	12	10	11	10	12
	8		10	12	10	11	15
	16	13	17	15	12	10	15
	8	23	12	14	14	15	12
	14	12	15	20	15	17	

Ek 3'ün devamı

26	12	12	15	14	8	9	9
	8	21	8	23	15	18	12
	10	18	8	4	9	15	20
	13	13	8	8	13	11	9
	8	15	12	8	18	15	10
	15	16	25	12	10	16	9
	12	11	15	8	14	12	9
	15	16	9	8	15	11	11
	12	12	11	8	9	12	8
	12	14	12	16	17	13	11
	11	20	14	10	9	14	20
	8	16	8	9	8	18	12
	11	20	15	27	9	15	9
	8	11	12	24	15	8	8
	14	16	8	15	15		
27	13	13	12	19	11	11	8
	17	16	17	20	13	21	13
	9	9	13	10	10	12	13
	8	11	13	19	9	21	8
	15	11	10	12	20	19	15
	9	12	15	8	23	13	16
	14	9	17	17	8	20	11
	11	20	16	19	10	21	17
	12	11	12	23	15	8	9
	10	12	8				
28	16	16	12	8	9	18	9
	22	14	16	8	11	10	17
	9	14	8	16	15	10	18
	22	8	9	17	8	7	11
	9	11	18	10	9	14	15
	23	11	8	17	17	10	12
	9	11	19	16	8	16	10
	11	9	16	8	9	10	8
	16	8	8	9	26	9	8
	12	18	8	20	19	11	10
	14	11	12	15	10	8	17
29	14	12	16	20	9	15	8
	15	8	8	9	20	26	17
	8	20	13	24	26	9	23
	11	9	8	17	24	10	13
	27	8	12	16	11	8	17
	18	15	10	9	8	11	8
	21	26	12	11	8	16	8
	10	14	10	10	9	12	9
	13	18	16	11	13	23	16
	18	15	10	14	16	8	10
	16	14	15	13	13	12	14
	12	12					

Ek 3'ün devamı

30	9	8	15	16	19	8	12
	6	11	11	13	8	12	9
	9	15	13	16	16	25	13
	17	15	8	8	14	10	13
	9	14	17	14	9	12	10
	16	13	10	16	14	8	12
	14	15	8	13	8	10	9
	9	14	17	10	14	8	10
	12	20	9	17	11	14	23
	8	18	11	12	17	11	13
	18	18	22	8	9	10	18
	14	10	15	11	8	14	12
	16	9	14				
	31	12	10	8	34	12	16
10		9	14	11	13	14	8
8		17	18	13	10	9	8
12		10	9	8	9	8	20
9		12	12	11	13	12	8
11		8	16	12	11	8	8
8		9	19	13	9	18	13
10		9	8	13	10	12	14
10		8	11	9	12	13	10
15		10	8	11	11	20	11
14		9	13	13	8	13	13
15		13	8	11	9	9	11
11	10	11					
32	24	26	29	22	32	37	30
	28	27	17	19	19	21	32
	22	23	27	30	20	36	32
	15	29	26	18	37	32	26
	24	27	16	36	36	37	25
	11						
33	39	44	35	34	20	36	30
	37	34	13	35	29	42	35
	32	30	41	31	34	38	23
34	47	41	20	18	30	37	16
	28	35	29	33	38	23	31
	14	20	34	26	13	56	33
	35	26	35	29	20	23	
35	35	41	17	23	24	16	19
	10	24	18	11	18	31	17
	22	19	20	20	21	33	21
	10	19	24	30	18	20	27
	18	32	10	17	21	30	19
	24	26	22	23	22	13	23
18	15						

Ek 4. Deneme Alanlarının Bazı Toprak Özellikleri

DENEME ALANI NO	DERİNLİK KADEMESİ (cm)	TOPRAK TÜRÜ	KUM %	KİL %	TOZ %
1	0-20	Kumlu Kil	67,96	30,35	1,69
	20-40	Kumlu Kil	57,45	35,62	6,93
	40-60	Kumlu Killi Balçık	68,97	24,86	6,16
	60-80	Kumlu Kil	68,18	27,28	4,54
2	0-20	Kumlu Balçık	76,53	12,54	10,92
	20-40	Kumlu Killi Balçık	70,03	17,77	12,20
	40-60	Kumlu Balçık	74,19	15,53	10,27
3	0-20	Kumlu Balçık	77,37	14,60	8,02
	20-40	Kumlu Killi Balçık	76,11	15,93	7,96
	40-60	Kumlu Killi Balçık	70,16	17,83	12,01
4	0-20	Kumlu Killi Balçık	68,70	20,45	10,85
	20-40	Kumlu Killi Balçık	65,43	23,44	11,14
	40-60	Kumlu Balçık	76,21	13,62	10,16
	60-80	Kumlu Killi Balçık	68,04	19,41	12,55
5	0-20	Balçıklı Kum	88,38	7,81	3,80
	20-40	Kumlu Balçık	79,72	12,09	8,19
	40-60	Kumlu Balçık	73,51	14,12	12,37
6	0-20	Kumlu Killi Balçık	71,31	16,28	12,40
	20-40	Kumlu Killi Balçık	70,72	17,49	11,78
	40-60	Kumlu Killi Balçık	74,11	15,87	10,01
	60-80	Kumlu Balçık	76,22	13,41	10,38
7	0-20	Kumlu Balçık	78,55	13,11	8,35
	20-40	Kumlu Balçık	80,09	13,66	6,25
8	0-20	Kumlu Balçık	81,04	12,95	6,01
	20-40	Kumlu Balçık	82,69	11,54	5,77
	40-60	Kumlu Balçık	82,45	13,17	4,38
9	0-20	Kumlu Balçık	77,63	12,49	9,87
	20-40	Kumlu Balçık	82,69	11,17	6,14
	40-60	Kumlu Balçık	81,32	11,91	6,77
	60-80	Kumlu Balçık	83,25	13,07	3,68
10	0-20	Kumlu Balçık	77,92	13,64	8,44
	20-40	Kumlu Killi Balçık	72,92	18,93	8,16
	40-60	Kumlu Balçık	79,12	12,75	8,12
	60-80	Kumlu Killi Balçık	76,50	15,37	8,13
11	0-20	Kumlu Balçık	76,90	12,49	10,61
	20-40	Kumlu Balçık	78,37	13,44	8,19
	40-60	Balçıklı Kum	88,64	7,64	3,72

Ek 4'ün devamı

12	0-20	Kumlu Balçık	78,00	13,44	8,56
	20-40	Kumlu Balçık	78,46	11,34	10,20
	40-60	Kumlu Killi Balçık	77,29	16,94	5,77
	60-80	Kumlu Balçık	79,34	13,35	7,32
13	0-20	Kumlu Balçık	79,55	11,89	8,56
	20-40	Kumlu Balçık	74,25	14,78	10,97
	40-60	Kumlu Balçık	78,44	11,63	9,94
	60-80	Kumlu Balçık	77,97	13,99	8,05
14	0-20	Kumlu Balçık	79,60	14,00	6,40
	20-40	Kumlu Balçık	79,37	14,28	6,36
	40-60	Kumlu Killi Balçık	78,23	15,59	6,18
	60-80	Kumlu Killi Balçık	77,84	15,87	6,30
15	0-20	Kumlu Balçık	78,54	13,80	7,66
	20-40	Kumlu Killi Balçık	75,58	15,90	8,52
	40-60	Kumlu Killi Balçık	73,45	15,98	10,57
	60-80	Kumlu Killi Balçık	75,27	16,56	8,17
16	0-20	Kumlu Balçık	82,52	11,72	5,76
	20-40	Kumlu Balçık	75,64	14,14	10,22
	40-60	Kumlu Balçık	76,06	13,75	10,20
17	0-20	Kumlu Balçık	78,82	9,39	11,78
	20-40	Kumlu Balçık	75,33	14,16	10,51
18	0-20	Kumlu Balçık	76,23	13,06	10,71
	20-40	Kumlu Killi Balçık	73,54	17,84	8,62
	40-60	Kumlu Balçık	75,36	13,98	10,66
	60-80	Kumlu Killi Balçık	74,69	15,15	10,15
19	0-20	Kumlu Killi Balçık	73,50	15,72	10,77
	20-40	Kumlu Killi Balçık	73,93	15,69	10,38
	40-60	Kumlu Balçık	78,58	13,60	7,82
	60-80	Kumlu Balçık	78,05	13,41	8,54
20	0-20	Kumlu Killi Balçık	76,63	15,21	8,16
	20-40	Kumlu Killi Balçık	72,71	17,01	10,27
	40-60	Kumlu Balçık	75,48	14,61	9,92
	60-80	Kumlu Balçık	76,77	14,99	8,24
21	0-20	Kumlu Balçık	76,35	13,79	9,86
	20-40	Kumlu Killi Balçık	71,95	15,64	12,41
	40-60	Kumlu Killi Balçık	72,20	17,92	9,88
	60-80	Kumlu Killi Balçık	72,11	17,61	10,29
22	0-20	Kumlu Killi Balçık	78,25	15,57	6,18

Ek 4'ün devamı

23	0-20	Kumlu Balçık	84,81	10,68	4,51
	20-40	Kumlu Balçık	78,38	14,96	6,66
	40-60	Kumlu Killi Balçık	72,09	17,20	10,71
	60-80	Kumlu Killi Balçık	78,58	17,02	4,40
24	0-20	Kumlu Balçık	71,47	13,80	14,73
	20-40	Kumlu Killi Balçık	69,18	16,28	14,53
	40-60	Kumlu Killi Balçık	68,09	19,52	12,38
25	0-20	Kumlu Balçık	75,78	11,92	12,30
	20-40	Kumlu Killi Balçık	72,90	16,31	10,79
	40-60	Kumlu Killi Balçık	66,89	18,12	14,99
	60-80	Kumlu Killi Balçık	66,91	17,93	15,16
26	0-20	Kumlu Killi Balçık	71,09	16,61	12,30
	20-40	Kumlu Killi Balçık	68,08	21,48	10,45
	40-60	Kumlu Killi Balçık	74,68	16,70	8,62
	60-80	Kumlu Killi Balçık	77,07	19,17	3,76
27	0-20	Kumlu Balçık	77,91	13,86	8,23
28	0-20	Kumlu Killi Balçık	70,24	19,54	10,22
	20-40	Kumlu Killi Balçık	70,08	20,01	9,90
29	0-20	Kumlu Killi Balçık	76,47	15,75	7,77
	20-40	Kumlu Killi Balçık	68,76	17,46	13,78
	40-60	Kumlu Killi Balçık	66,68	21,18	12,15
	60-80	Kumlu Killi Balçık	72,53	21,26	6,21
30	0-20	Kumlu Killi Balçık	73,79	16,15	10,06
31	0-20	Kumlu Killi Balçık	71,61	17,69	10,70
	20-40	Kumlu Killi Balçık	70,50	19,15	10,35
	40-60	Kumlu Balçık	79,79	12,05	8,16
32	0-20	Kumlu Killi Balçık	72,05	15,96	12,00
	20-40	Kumlu Killi Balçık	76,08	17,81	6,11
	40-60	Balçıklı Kum	80,46	13,41	6,13
	60-80	Kumlu Killi Balçık	78,14	15,75	6,11

Ek 4'ün devamı

33	0-20	Kumlu Balçık	73,99	13,96	12,05
	20-40	Kumlu Balçık	78,44	11,63	9,94
	40-60	Kumlu Killi Balçık	70,02	17,63	12,36
34	0-20	Kumlu Killi Balçık	72,45	20,42	7,14
	20-40	Kumlu Kil	58,93	27,59	13,48
	40-60	Kumlu Killi Balçık	64,52	24,58	10,90
	60-80	Kumlu Kil	66,69	27,24	6,08
35	0-20	Kumlu Killi Balçık	67,64	21,03	11,33
	20-40	Kumlu Killi Balçık	76,54	21,01	2,45
	40-60	Kumlu Balçık	78,25	13,29	8,46
	60-80	Kumlu Balçık	75,62	13,83	10,54

Ek 5. Deneme Alanlarının Toprak Organik Maddesi

DENEME ALANI NO	DERİNLİK KADEMESİ (cm)	TOPRAK ORGANİK MADDESİ (%)
1	0-20	0,73
1	20-40	0,86
1	40-60	3,19
1	60-80	0,13
2	0-20	2,66
2	40-60	1,39
2	60-80	0,40
3	0-20	3,45
3	20-40	2,26
3	40-60	1,26
4	0-20	2,26
4	20-40	2,19
4	40-60	1,00
4	60-80	0,40
5	0-20	2,26
5	20-40	2,19
5	40-60	2,26
5	60-80	1,06
6	0-20	6,11
6	20-40	2,32
6	40-60	1,59
6	60-80	0,73
7	0-20	3,32
7	20-40	1,26
7	40-60	0,73
7	60-80	0,66
8	0-20	3,06
8	20-40	0,86
8	40-60	1,06
9	0-20	2,66
9	20-40	0,73
9	40-60	0,69
9	60-80	0,46
10	0-20	3,72
10	20-40	1,39
10	40-60	0,27
10	60-80	0,80
11	0-20	2,72
11	20-40	2,59
11	40-60	1,26
12	0-20	3,65
12	20-40	1,73
12	40-60	1,59
12	60-80	0,53
13	0-20	2,39
13	20-40	0,73
13	40-60	0,40
13	60-80	0,40

Ek 5'in devamı

14	0-20	2,06
14	20-40	0,93
14	40-60	0,53
14	60-80	0,86
15	0-20	2,32
15	20-40	1,99
15	40-60	1,26
15	60-80	0,27
16	0-20	1,59
16	40-60	0,80
17	0-20	3,32
17	20-40	2,59
18	0-20	6,11
18	20-40	2,46
18	40-60	1,73
18	60-80	1,66
19	0-20	1,86
19	40-60	1,26
19	60-80	1,39
20	0-20	2,99
20	20-40	0,73
20	40-60	1,00
20	60-80	1,39
21	0-20	4,12
21	20-40	2,59
21	40-60	1,39
21	60-80	1,86
22	0-20	1,73
22	20-40	0,60
23	0-20	5,18
23	20-40	0,93
23	40-60	0,80
23	60-80	0,33
24	0-20	3,85
24	20-40	2,72
24	40-60	1,79
24	60-80	1,06
25	0-20	5,45
25	20-40	1,73
25	40-60	0,73
25	60-80	1,26
26	0-20	1,99
26	20-40	1,20
26	40-60	1,20
27	0-20	4,58
28	0-20	1,99
28	20-40	1,53
29	0-20	5,65
29	20-40	1,13
29	40-60	1,53
29	60-80	1,00

Ek 5'in devamı

30	0-20	0,33
30	20-40	0,07
31	0-20	2,59
31	20-40	1,33
31	40-60	1,15
32	0-20	1,33
32	20-40	0,60
32	40-60	0,33
32	60-80	0,20
33	0-20	2,19
33	20-40	1,13
34	0-20	3,92
34	20-40	0,93
34	40-60	0,40
34	60-80	0,13
35	0-20	1,53
35	20-40	1,59
35	40-60	0,27

Ek 6. Deneme Alanlarının pH Değerleri

DENEME ALANI NO	DERİNLİK KADEMESİ (cm)	pH
1	0-20	7,47
1	20-40	7,32
1	40-60	7,35
1	60-80	7,42
2	0-20	7,41
2	20-40	6,52
2	40-60	6,72
2	60-80	6,55
3	0-20	6,32
3	20-40	6,03
3	20-40	5,66
3	40-60	5,71
4	0-20	7,15
4	20-40	7,08
4	40-60	7,11
4	60-80	7,97
5	0-20	7,44
5	20-40	7,61
5	40-60	7,52
5	60-80	7,97
6	0-20	6,68
6	20-40	6,88
6	40-60	6,70
6	60-80	7,10
7	0-20	6,66
7	20-40	6,75
7	40-60	6,43
7	60-80	6,23
8	0-20	6,97
8	20-40	6,53
8	40-60	6,29
9	0-20	6,82
9	20-40	7,97
9	40-60	7,75
9	60-80	6,69
10	0-20	6,27
10	20-40	6,09
10	40-60	6,59
10	60-80	6,58
11	0-20	6,28
11	20-40	6,20
11	40-60	6,29
12	0-20	7,45
12	20-40	7,51
12	40-60	7,32
12	60-80	7,03

Ek 6'nın devamı

13	0-20	7,18
13	20-40	7,42
13	40-60	6,81
13	60-80	6,80
14	0-20	7,64
14	20-40	7,61
14	40-60	7,47
14	60-80	7,51
15	0-20	6,50
15	20-40	6,33
15	40-60	6,93
15	60-80	6,76
16	0-20	6,85
16	20-40	7,30
16	40-60	7,72
16	60-80	7,30
17	0-20	6,94
17	20-40	7,26
18	0-20	6,33
18	20-40	6,44
18	40-60	6,30
18	60-80	6,63
19	0-20	6,66
19	20-40	6,96
19	40-60	6,41
19	60-80	6,40
20	0-20	6,67
20	20-40	6,75
20	40-60	6,56
20	60-80	6,74
21	0-20	7,45
21	20-40	7,51
21	40-60	7,67
21	60-80	6,68
22	0-20	7,14
22	20-40	6,83
22	40-60	6,34
23	0-20	6,75
23	20-40	7,34
23	40-60	7,51
23	60-80	6,37
24	0-20	6,88
24	20-40	6,47
24	40-60	7,46
24	60-80	6,73

Ek 6'nın devamı

25	0-20	6,27
25	20-40	7,49
25	40-60	6,42
25	60-80	6,50
26	0-20	7,42
26	20-40	6,46
26	40-60	7,24
26	60-80	7,79
27	0-20	7,35
28	0-20	7,35
28	20-40	7,41
29	0-20	6,68
29	20-40	6,86
29	40-60	6,79
29	60-80	6,90
30	0-20	6,76
31	0-20	7,30
31	20-40	7,28
31	40-60	6,49
32	0-20	7,39
32	20-40	7,67
32	40-60	7,49
32	60-80	7,58
33	0-20	7,38
33	20-40	7,63
34	0-20	6,25
34	20-40	6,70
34	40-60	6,62
34	60-80	7,55
35	0-20	7,67
35	20-40	6,94
35	40-60	6,29
35	60-80	6,09

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : KIRIŞ, Kamil
Uyruğu : T.C
Doğum tarihi ve yeri : 03/05/1982-Tokat
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 535 823 44 02
e-mail : kiriskamil@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	KTÜ/Orman Mühendisliği Bölümü	2006
Lise	Affan Kitapçıoğlu Lisesi	2001

Yabancı Dil

İngilizce