

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ❖ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BURSA KARACABEY SUBASAR ORMANLARININ DIŞBUDAK VE
KIZILAĞAÇ TÜRLERİNİN KÖK KÜTLESİ VE KÖK KARBON VE AZOT
STOKLARININ ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mert TANI

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

HAZİRAN 2021

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ❖ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BURSA KARACABEY SUBASAR ORMANLARININ DIŞBUDAK VE
KIZILAĞAÇ TÜRLERİNİN KÖK KÜTLESİ VE KÖK KARBON VE AZOT
STOKLARININ ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Mert TANI
(19278035029)**

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ

HAZİRAN 2021

BTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 19278035029 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Mert TANI, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “BURSA KARACABEY SUBASAR ORMANLARININ DIŞBUDAK ve KIZILAĞAÇ TÜRLERİNİN KÖK KÜTLESİ ve KÖK KARBON ve AZOT STOKLARININ ARAŞTIRILMASI” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ**
Bursa Teknik Üniversitesi

.....

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Salih PARLAK**
Bursa Teknik Üniversitesi

.....

Doç. Dr. Meriç ÇAKIR
Çankırı Karatekin Üniversitesi

.....

Teslim Tarihi :/....../ 2021
Savunma Tarihi : 28/06/ 2021



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, Bursa Teknik Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Bu tez, 219O146 numaralı TÜBİTAK projesi ile desteklenmiştir.

İNTİHAL BEYANI

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

Mert TANI

İmzası :

(Handwritten signature of Mert Tani)



Aileme,

ÖNSÖZ

“Bursa Karacabey Subasar Ormanlarının Dişbudak ve Kızılağaç Türlerinin Kök Kütlesi ve Kök Karbon ve Azot Stoklarının Araştırılması” başlıklı bu çalışma Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Araştırmalarımın başlangıcından, sonuçlanmasına kadar bütün aşamalarında bilgisiyle önderlik ederek, her konuda veridiği katkılarıyla desteğini esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ’a teşekkürlerimi sunarım.

Toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analizlerinin gerçekleştirilmesine imkan sağladıkları için Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesine ve sayın hocam Dr. Öğretim Üyesi Gamze SAVACI’ya teşekkürlerimi sunarım.

Arazi çalışmalarına verdikleri katkılardan dolayı değerli meslektaşlarımdan Arş. Gör. İnanç TAŞ, Arş. Gör. Burhan GENCAL, Arş. Gör. S. Ahmet KAVAKLI, Arş. Gör. Emre KILINÇARSLAN ve Arş. Gör. A. Furkan İMAMOĞLU’na ve kök örneklerinin araziden temini, muhafazası ve analize hazır hale getirilmesi işlemlerinde yardımcı olan BTÜ Orman Fakültesi Orman Mühendisliği dördüncü sınıf SEP (Sektörel Eğitim Programı) öğrencisi Yasin SEMİZER’e teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmayı “219O146” proje numarası ile TÜBİTAK 1002 Hızlı Destek Programı kapsamında destekleyen TÜBİTAK’a ve çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın gerçekleşmesi için gerekli yasal izni sağlayan Orman Genel Müdürlüğü ile Dış İlişkiler, Eğitim ve Araştırma Dairesi Başkanlığı’na teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatım boyunca desteğini esirgemeyen değerli aileme teşekkürlerimi sunarım.

Haziran 2021

Mert TANI

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR	viii
SEMBOLLER	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
ŞEKİL LİSTESİ.....	xii
ÖZET.....	xiv
SUMMARY	xv
1. GİRİŞ...	1
1.1 Dişbudak Türünün Yayılışı ve Genel Özellikleri.....	2
1.2 Kızılağaç Türünün Yayılışı ve Genel Özellikleri.....	3
1.3 Çalışmanın Amaç ve Kapsamı	5
1.4 Literatür Özeti	6
2. MATERYAL VE METOT	10
2.1 Çalışma Alanının Tanıtımı	10
2.2 Çalışma Alanının İklimi	12
2.3 Çalışma Alanının Jeolojik Özellikleri ve Toprak Yapısı	15
2.4 Arazide Yapılan Çalışmalar	15
2.4.1 Kök örnekleme alanlarının tespiti ve örneklerin alınması	15
2.4.2 Meşçere özelliklerinin belirlenmesi	19
2.4.3 Toprak örneklerinin alınması	19
2.5 Laboratuvarında Yapılan Çalışmalar.....	20
2.5.1 Kök (ağaç, çalı, diri örtü kökleri) örneklerinde yapılan analizler	20
2.5.2 Toprak örneklerinde yapılan analizler	21
2.6 İstatistiksel Analiz	23
3. BULGULAR.....	24
3.1 Toprak Özelliklerine Ait Bulgular	24
3.1.1 Toprak organik maddesi.....	25
3.1.2 Toprak pH değeri	25
3.1.3 Elektriksel iletkenlik	25
3.1.4 Hacim ağırlığı	26
3.1.5 Yüzde boşluk yüzeyi	26
3.1.6 Toprak tekstürü	26
3.1.7 Ölü Örtü Miktarına Ait Bulgular	26
3.2 Tek Ağacın Kök Kütlesine Ait Bulgular.....	27
3.2.1 Örnek ağaçların genel özellikleri	27
3.2.2 Kök sınıflarının kütlesine ait bulgular	29
3.2.3 Hacim ile çap, yaş, boy ve d^2h ilişkisine ait bulgular	33
3.2.4 Kök sınıflarının kütlesi ile çap, yaş, boy, hacim ve d^2h ilişkisine ait bulgular	35

3.2.5 Kök sınıflarının oranları ile çap, yaş, boy, hacim ve d^2h ilişkisine ait bulgular	42
3.2.6 Kök sınıflarının karbon ve azot oranlarına ait bulgular	48
3.2.7 Kök sınıflarının karbon miktarına ait bulgular	50
3.2.8 Kök sınıflarına ait karbon miktarı ile çap, yaş, boy, hacim ve d^2h ilişkisine ait bulgular	54
3.2.9 Kök sınıflarının azot miktarına ait bulgular	62
3.2.10 Kök sınıflarına ait azot miktarı ile çap, yaş, boy, hacim ve d^2h ilişkisine ait bulgular	66
3.3 Birim Alandaki Kök Kütlesine Ait Bulgular.....	74
3.3.1 Hektardaki ağaç sayısına ait bulgular	74
3.3.2 Birim alanda kök sınıflarının kütlesine ait bulgular.....	75
3.3.3 Birim alanda kök sınıflarının karbon stokuna ait bulgular	77
3.3.4 Birim alanda kök sınıflarının azot stokuna ait bulgular	80
3.4 Diri örtüye ait bulgular.....	82
3.5 Toprak Organik Karbon (TOK) ve Toplam Azot (TA) Miktarı ve Stoklarına Ait Bulgular.....	82
4. TARTIŞMA	84
4.1 Kök Kütlesi Miktarına Yönelik Tartışma.....	85
4.2 Kök Karbon Miktarı ve Stokuna Yönelik Tartışma	90
4.3 Kök Azot Miktarı ve Stokuna Yönelik Tartışma	93
4.4 Toprak Özelliklerine Yönelik Tartışma	95
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	96
KAYNAKLAR.....	99
ÖZGEÇMİŞ.....	105

KISALTMALAR

ABD	: Anabilim Dalı
EC	: Elektriksel iletkenlik
HA	: Hacim ağırlığı
KB	: killi balçık
KuB	: kumlu balçık
KuK	: kumlu kil
KuKB	: kumlu killi balçık
Mak	: Maksimum
Min	: Minimum
Ort	: Ortalama
P	: Porosite
PE	: Potansiyel Evaporasyon
PET	: Potansiyel Evapotranspirasyon
S.S	: Standart sapma
TOM	: Toprak organik maddesi
vd.	: Ve diğerleri
ve ark.	: Ve arkadaşları

SEMBOLLER

C	: Karbon
cm	: Santimetre
CO₂	: Karbondioksit
d_{1.3}	: Göğüs çapı
h	: Ağaç boyu
ha	: Hektar
g	: Gram
kg	: Kilogram
m	: Metre
m²	: Metrekare
m³	: Metreküp
mm	: Milimetre
n	: Ağaç sayısı
N	: Azot
ppm	: Milyonda bir partikül
t	: Ton
Ø	: Çap
°C	: Derece santigrat
%	: Yüzde

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Çalışma alanına ait bazı meteorolojik veriler (MGM, 1988-2020).....	13
Çizelge 2.2 : Çalışma alanının Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu çizelgesi.	14
Çizelge 3.1: Çalışma alanlarındaki farklı derinlik kademelerinden (0-30 cm, 30-60 cm ve 60-100cm) alınan toprakların bazı özellikleri.	24
Çizelge 3.2: Meşcere tiplerine göre örnek ağaçların ortalama çap, boy, yaş ve hacim değerleri. (n=3), Dşe3 için n=2.	28
Çizelge 3.3: Meşcere tiplerine göre örnek ağaçlara ait kök sınıflarının kütlesi (kg/ağaç) (n=3), Dşe3 için n=2.	30
Çizelge 3.4: Kök çap sınıfları kütlesinin ağaç türü ve meşcere tiplerine göre değişimine ait varyans analizi sonuçları.	31
Çizelge 3.5: Kök sınıflarının kütlesinin toplam kök kütlesine oranları (%),(n=3), Dşe3 için n=2.	32
Çizelge 3.6: Kök sınıflarının kütlesinin toplam kök kütlesine oranlarının ağaç türü ve meşcere tiplerine göre değişimine ait varyans analizi sonuçları.....	33
Çizelge 3.7: Kök sınıflarının karbon (C) ve azot (N) oranları (%).	50
Çizelge 3.8: Meşcere tiplerine göre kök sınıflarının karbon miktarı (kg/ağaç), (n=3), Dşe3 için n=2.	51
Çizelge 3.9: Kök sınıfları karbon miktarının ağaç türü ve meşcere tiplerine göre değişimine ait varyans analizi sonuçları.	52
Çizelge 3.10: Meşcere tiplerine göre kök sınıflarının karbon miktarının toplam kök karbon miktarına oranları (%), (n=3), Dşe3 için n=2.	53
Çizelge 3.11: Kök sınıfları kütlesi karbon miktarının toplam kök kütlesi karbon miktarına oranlarının ağaç türü ve meşcere tiplerine göre değişimine ait varyans analizi sonuçları	54
Çizelge 3.12: Meşcere tiplerine göre kök sınıflarının azot miktarı (kg/ağaç), (n=3), Dşe3 için n=2.	63
Çizelge 3.13: Kök çap sınıfları kütlesi azot miktarının ağaç türü ve meşcere tiplerine göre değişimine ait varyans analizi sonuçları.	64
Çizelge 3.14: Meşcere tiplerine göre kök sınıflarının azot miktarının toplam kök azot miktarına oranları. (%), (n=3), Dşe3 için n=2.....	65
Çizelge 3.15: Kök çap sınıfları kütlesi azot miktarının toplam kök kütlesi azot miktarına oranlarının ağaç türü ve meşcere tiplerine göre değişimine ait varyans analizi sonuçları	66
Çizelge 3.16: Dişbudak türünün c, d ve e çağındaki meşcerelerine ait hektardaki ağaç sayısı.....	74
Çizelge 3.17: Kızılağaç türünün c ve d çağındaki meşcerelerine ait hektardaki ağaç sayısı.....	75
Çizelge 3.18: Meşcere tiplerine göre kök sınıflarının birim alandaki kütlesi (t/ha), (n=3), Dşe3 için n=2.	76

Çizelge 3.19: Birim alandaki kök sınıfları kütlelerinin ağaç türü ve meşcere tiplerine göre değişimine ait varyans analizi sonuçları.	77
Çizelge 3.20: Meşcere tiplerine göre kök sınıflarının birim alandaki karbon stoku (ton/ha), (n=3), Dşe3 için n=2.....	78
Çizelge 3.21: Birim alandaki kök sınıfları kütleleri karbon stokunun ağaç türü ve meşcere tiplerine göre değişimine ait varyans analizi sonuçları.....	79
Çizelge 3.22: Meşcere tiplerine göre kök sınıflarının birim alandaki azot stoku (ton/ha), (n=3), Dşe3 için n=2.....	80
Çizelge 3.23: Birim alandaki kök sınıfları kütleleri azot stokunun ağaç türü ve meşcere tiplerine göre değişimine ait varyans analizi sonuçları.	81
Çizelge 3.24: Farklı meşcere tiplerinde üç farklı toprak derinlik kademesinde bulunan toprak organik karbon (TOK) ve toplam azot (TA) miktarı (%) ile stoku (t/ha).	83
Çizelge 4.1: Farklı ağaç türlerinin kök kütle miktarlarının (t/ha) tez sonuçlarıyla karşılaştırılması.	88
Çizelge 4.2: Farklı ağaç türlerinin kök kütleleri karbon miktarlarının (t/ha) tez sonuçlarıyla karşılaştırılması.....	92

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Karacabey Subasar Ormanı yerbulduru haritası.....	10
Şekil 2.2 : Karacabey subasar alanı 2017 Haziran Landsat 8 OLI uydu görüntüsüne göre arazi kullanımı	11
Şekil 2.3 : Karacabey Subasar Ormanlarında kızılâğaç ve dişbudak türlerinin baskın olduğu alanlar.....	11
Şekil 2.4 : Walter yöntemine göre çalışma alanı su bilançosu grafiği.....	12
Şekil 2.5 : Kızılâğaç ve Dişbudak köklerinin çıkarılması işlemi.....	16
Şekil 2.6 : Kök örneklerinin toplanması ve sınıflandırılması işlemleri	17
Şekil 2.7 : Kök örneklerinin tartılma ve taşınma işlemleri.....	18
Şekil 2.8 : Otların köklerinin alınması işlemi.....	18
Şekil 2.9 : Kızılâğaç ve dişbudak meşcerelerinde yapılan çap ölçümü.....	19
Şekil 2.10 : Horizonlara göre çelik silindir ile toprak örneklerinin alınması.	20
Şekil 2.11 : Kök örneklerinin analize hazırlanması.....	21
Şekil 2.12 : Kök örneklerinin öğütülmesi işlemi.....	21
Şekil 2.13 : Toprak örneklerinin etüve yerleştirilmek üzere hazırlanışı.....	22
Şekil 3.1: Dişbudak türünde göğüs çapının boy ve yaş ile ilişkisi	28
Şekil 3.2: Kızılâğaç türünde göğüs çapının boy ve yaş ile ilişkisi	29
Şekil 3.3: Dişbudak türünde kabuklu gövde hacmi ile çap ($d_{1,3}$), boy, yaş ve $d_{1,3}^2h$ indeksleri arasındaki ilişkiler.	34
Şekil 3.4: Kızılâğaç türünde kabuklu gövde hacmi ile çap ($d_{1,3}$), boy, yaş ve $d_{1,3}^2h$ indeksleri arasındaki ilişkiler.	34
Şekil 3.5: Çap ($d_{1,3}$) ile kök sınıflarının kütlesi arasındaki ilişkiler.....	36
Şekil 3.6: Boy ile kök sınıflarının kütlesi arasındaki ilişkiler.	37
Şekil 3.7: Yaş ile kök sınıflarının kütlesi arasındaki ilişkiler.....	38
Şekil 3.8: Hacim ile kök sınıflarının kütlesi arasındaki ilişkiler.	40
Şekil 3.9: $d_{1,3}^2h$ ile kök sınıflarının kütlesi arasındaki ilişkiler.....	41
Şekil 3.10: Çap ($d_{1,3}$) ile kök sınıflarının oranları arasındaki ilişkiler.	43
Şekil 3.11: Boy ile kök sınıflarının oranları arasındaki ilişkiler.....	43
Şekil 3.12: Yaş ile kök sınıflarının oranları arasındaki ilişkiler.	45
Şekil 3.13: Hacim ile kök sınıflarının oranları arasındaki ilişkiler.....	46
Şekil 3.14: $d_{1,3}^2h$ ile kök sınıflarının oranları arasındaki ilişkiler.....	47
Şekil 3.15: Çap ($d_{1,3}$) ile kök sınıflarına ait karbon miktarı arasındaki ilişki.	56
Şekil 3.16: Boy ile kök sınıflarına ait karbon miktarı arasındaki ilişki.....	57
Şekil 3.17: Yaş ile kök sınıflarına ait karbon miktarı arasındaki ilişki.	59
Şekil 3.18: Hacim ile kök sınıflarına ait karbon miktarı arasındaki ilişki	60
Şekil 3.19: $d_{1,3}^2h$ ile kök sınıflarına ait karbon miktarı arasındaki ilişki.....	62
Şekil 3.20: Çap ($d_{1,3}$) ile kök sınıflarına ait azot miktarı arasındaki ilişki.....	68
Şekil 3.21: Boy ile kök sınıflarına ait azot miktarı arasındaki ilişki.	69
Şekil 3.22: Yaş ile kök sınıflarına ait azot miktarı arasındaki ilişki.....	71
Şekil 3.23: Hacim ile kök sınıflarına ait azot miktarı arasındaki ilişki.	72

Şekil 3.24: $d_{1,3}^{2h}$ ile kök sınıflarına ait azot miktarı arasındaki ilişki. 74



BURSA KARACABEY SUBASAR ORMANLARININ DIŞBUDAK VE KIZILAĞAÇ TÜRLERİNİN KÖK KÜTLESİ VE KÖK KARBON VE AZOT STOKLARININ ARAŞTIRILMASI

ÖZET

Yapılan çalışma ile birlikte ülkemizde gerçekleştirilen biyokütle çalışmalarında eksik bırakılmış bir konu olan subasar ormanlarındaki toprak altı kök miktarı ve kök karbonu ile kök azot stoklarına dair dışbudak ve kızılağaç saf meşcerelerinden ilk veriler elde edilmiş ve yapılan çalışma ile toprak üstü biyokütlenin yanında, toprak altı kök biyokütlesinin de subasar ormanlarda görülen yüksek orandaki organik karbon ve azot birikiminin önemli sebepleri arasında olduğu ortaya konulmuştur. Burada gerçekleştirilen tez çalışmasının temel amacı, Karacabey subasar ormanlarının toprak altı biyokütle üretiminin önemli bir bileşeni olan kök miktarı üzerine odaklanarak, subasar ormanlarının kök kütlesi, kök karbon ve kök azot stoklarının sayısal verilerle ortaya konulması yanında ağaç türünün ve meşcere gelişim çağlarının etkisinin belirlenmesine yöneliktir. Çalışmada örneklemeler kızılağaç için ince ağaçlık ve orta ağaçlık çağ sınıfı gösteren meşcerelerden, dışbudak için ince ağaçlık, orta ağaçlık ve kalın ağaçlık çağ sınıfı gösteren meşcerelerden alınmıştır. Bu amaçla, 5 meşcere tipinde (Kzc, Kzd, Dşc, Dşd, Dşe) ve her meşcere tipinden 3 olmak üzere toplam 15 ağacın kökleri ekskavatör yardımıyla sökülmüş, ağaç söküldükten sonra oluşan çukur içinde kalan kökler ise elle toplanmış, çuvala konularak BTÜ Orman Fakültesi Toprak İlmî ve Ekoloji ABD laboratuvarına taşınmıştır. Sonrasında kökler çaplarına göre <1 cm, 1-4 cm ve >4 cm olacak şekilde sınıflandırılmış ve tartılmıştır. Her bir çap sınıfının içerdiği karbon ve azot yüzdeleri belirlenmiş ve çap sınıfı kök miktarı ile çarpılarak önce örnek ağaçlardaki karbon ve azot miktarı, daha sonra bir hektar alandaki karbon ve azot stoku hesaplanmıştır. Dışbudak ve kızılağaç meşcerelerindeki kök karbon yüzdeleri, diğer çalışmalara kıyasla biraz daha az bulunmuştur, dışbudak ve kızılağaç meşcerelerindeki köklere ait azot yüzdeleri ise diğer çalışmalara kıyasla 1 cm'den ince çaplarda daha az bulunurken, 1-4 cm arasında çapa sahip köklerde benzer oranda bulunmuş. Çapı 4 cm'den kalın olan köklerde ise daha fazla bulunmuştur. Yapılan çalışma ile elde edilen verilere göre, subasar ormanların karasal ormanlara kıyasla çok daha fazla kök karbon ve azot stoku bulunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Karacabey subasar ormanları, dışbudak, kızılağaç, kök kütlesi, kök karbon ve azot stokları

INVESTIGATION OF ROOT BIOMASS AND ROOT CARBON AND NITROGEN STOCKS IN ASH TREE AND ALDER SPECIES IN BURSA KARACABEY FLOODPLAIN FORESTS

SUMMARY

With the study, the first data were obtained from pure ash and alder stands on the amount of roots and root carbon and root nitrogen stocks in floodplain forests, which is a subject ignored in biomass studies carried out in our country and in this study, it has been revealed that besides above-ground biomass, below-ground root biomass is among the important causes of high organic carbon and nitrogen accumulation in floodplain forests. This present study aimed at determining the root mass, root carbon and root nitrogen stocks of flooded forests with numerical data as well as to determine the effect of tree species and stand development ages Root amount. For this purpose, the roots of a total of 15 trees from 5 different stand types (Alc, Ald, Asc, Asd, Ase) were removed from the soil by using an excavator, and the remaining roots were collected by hand. After that, all root samples were brought to the Soil Science and Ecology Lab. The samples were classified into three categories (<1 cm, 1-4 cm, > 4 cm) and weighed. The carbon and nitrogen percentages contained in each diameter class were determined and the diameter class was multiplied by the root amount to calculate the carbon and nitrogen amount in the sample trees and then the carbon and nitrogen stock in 1-hectare area. Root carbon percentages in ash and alder stands were slightly lower than in other studies. While nitrogen percentages of roots in ash and alder stands were less than 1 cm in diameter compared to other studies, it was found similar in roots with diameters between 1-4 cm. It was found more in roots over 4 cm in diameter. According to the data obtained from the study, flooded forests have much more root carbon and nitrogen stocks compared to terrestrial forests. With the study, it has been determined that flooded forests have much more root carbon and nitrogen stocks compared to terrestrial forests.

Keywords: Karacabey floodplain forests, ash, alder, root biomass, root carbon and nitrogen stocks

1. GİRİŞ

Küresel iklim değişikliğinin varlığı artık bilinen bir olgu olmakla birlikte dünya üzerinde ciddi boyutlara ulaşmaya başladığı ve önlem alınmazsa geri dönülmez etkilerinin olduğu da kabul edilmektedir. Küresel iklim değişikliğine sebep olduğu düşünülen sera gazlarında CO₂ oranının önemli derecede etkisi olduğu yapılan bilimsel çalışmalarca ortaya konmuştur (Canadell ve ark., 2007; Ramanathan ve Carmichael, 2008; Güner ve Turan, 2017). Atmosferde bulunan karbondioksit oranının artışında beşerî faktörlerin etkisi oldukça fazladır. Örnek vermek gerekirse sanayi devriminden önce atmosferde bulunan CO₂ oranı 280 ppm civarında bulunurken, 2018 sonunda 410 ppm değerine ulaşmıştır (Tolunay, 2018). Bu rakamın 2019 yılında 420 ppm değerine ulaşmasıyla bazı önlemlerin alınması gerektiği gerçeği bir kez daha karşımıza çıkmıştır bu önlemlerden en önemli iki tanesinden birincisi gerekli düzenlemeler yapılarak sera gazı oranında artışa neden olan faaliyetlere kısıtlama getirmek diğeri ise mevcut orman varlığının korunarak yeni ormanlık alanlar oluşturmaktır. Bu önlemlerden ilki gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler tarafından pek dikkate alınmasa da ikinci önlemimiz orman varlığını korumak ve genişletmek CO₂ tüketimini arttırmayı amaçlayan önlemdir (Asan, 1995; 1999; Tolunay ve Çömez, 2007). Ancak artan nüfusla birlikte yeni orman alanları oluşturulması oldukça zordur hatta oluşan sosyal baskı yüzünden mevcut orman alanlarında da kayıplar meydana gelmektedir. Bu nedenle çözüm olarak yeni orman alanları oluşturmaktan ziyade mevcut alanların korunması ve rehabilitesi daha uygun olacaktır (Mısır ve ark., 2011). Orman ekosistemleri atmosferde artmakta olan karbondioksit miktarını azaltmada en etkili kaynak olarak görülmektedir, yapılan tüm toplantılar ve anlaşmalarda bu noktaya varılmıştır. Bu sebeptendir ki ormanların mevcut ve potansiyel karbon depolama miktarlarının ve bu depolamaya etki eden faktörlerin bilinmesi (Sarıyıldız ve ark., 2005; Sarıyıldız, 2008; Tolunay, 2011; Sarıyıldız, 2015) tüm ülkeler için elzem durum haline gelmiş, bu konular ve karbon döngüsünün belirlenmesi hakkında yapılan çalışmaların sonuçları tüm dünya ve ülkemiz için ihtiyaç haline gelmiştir (Tolunay, 2015; Sarıyıldız ve ark., 2016).

Yakın zamanda yapılan uluslararası çalışmalarda, biyoçeşitlilik bakımından özel olduğu kabul edilen subasar ormanlarının tüm dünya organik karbon stokunun %0,5 ile %8 kadarını oluşturduğu görülmüştür (Cseh, 2014; Sutfin ve ark., 2016). Bu konunun daha detaylı değerlendirilebilmesi ve evrensel gerçekliğinin kabul edilebilmesi içinse farklı ülkelerin farklı subasar ormanlarından elde edilecek verilerin gerekliliği ön plana çıkmaktadır. Çeşitli sebeplerle bu özel alanlar üzerinde oluşabilecek baskı ve stres faktörünün ne denli ve hangi yönde olacağının bugün ve yarın açısından öngörülebilmesi için hem dünya hem de ülkemiz subasar ormanlarına ait karbon stokunun bilinmesi önem arz etmektedir.

1.1 Dişbudak Türünün Yayılışı ve Genel Özellikleri

Dar yapraklı dişbudak ya da Anadolu dişbudağı (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) *Oleaceae* familyasına ait bir türdür. Kışın yaprağını döken dişbudaklar ağaç ve ağaççık formunda bulunabilirler. Bir cinsli bir evcikli olup tomurcukları 1 veya 2 çift pulla örtülüdürler. Tomurcukları sürgünlerde karşılıklı olarak sıralanmıştır. Yaprakları tek tüysü yapıdadır. Basit salkım şeklinde kurullar oluşturan dişi çiçekleri vardır. Eylül veya ekim aylarında tohumlar olgunlaşır ve bu olgunlaşma süresi 1 yıldır. 2-3 yılda tekrar eden bol tohum yılı döngüsü vardır (Yaltırık, 1978a).

Dünyada yayılışı Güney ve Doğu Avrupa'yı kapsayan dişbudak, Portekiz ve İspanya ile batı sınırını oluştururken kuzeyde Slovakya ile doğu yönünde ise Türkiye'nin Akdeniz bölgesi ve Karadeniz bölgesi yanında Suriye, Kafkaslar İran ve Rusya'nın güney bölgelerine kadar yayılış sınırlarını getirmektedir (Fraxigen, 2005). Ülkemizde ise Trakya bölgesi, Karadeniz kıyıları ve Doğu Karadeniz'den ege ve Akdeniz kıyı bölgelerine uzanan geniş bir yayılış coğrafyasına sahiptir (Çiçek ve Tilki, 2007).

Dar yapraklı dişbudak dünyada yaptığı en geniş yayılış ülkemiz ormanları içerisinde. Kavak ve kızılğacın ardından en hızlı gelişim gösteren yerli türümüzdür. Değerli odunu sebebiyle uzun yıllar boyunca doğal orman kuruluşları tahrip edilmiştir (Çiçek vd., 2005.)

Dar yapraklı dişbudak bazen riparian alanlarda saf meşcereler oluştursa da genelde gürgen, meşe, akça ağaç, kızıl ağaç, kara ağaç, söğüt, kavak gibi türlerle karışım yapmaktadır. Dar Yapraklı Dişbudak'ın Türkiye'de bulunan 8 subasar alanda saf meşcereler oluşturduğu bilinmektedir. Bunlar; Samsun Bafra, Sinop Sarıkum,

Kırklareli İğneada, Çanakkale Biga, Muğla Köyceğiz, Bursa Karacabey, Zonguldak Çaycuma-Perşembe, Sakarya Süleymaniye'dir (Koçer, 2018).

Dar yapraklı dişbudak genellikle rutubetli yamaç eteklerinde, dere kenarlarında ve sulak alanlarda yayılış göstermektedir. Havalanmış ya da hafif sıkışık kumlu killi topraklarda çok daha iyi gelişim göstermesine rağmen; balçık, kumlu balçık veya kumlu-killi-balçık topraklar da iyi gelişim gösterdiği toprak tipleri arasındadır. Yetiştigi topraklarda pH değeri 5 ile 8 arasında değişiklik göstermektedir. Toprak derinliği olarak 40-100 cm arasında gelişim göstermesine yeterlidir. 400-800 mm arasında gerçekleşen yağışların olduğu bölgelerde dişbudaklar 6-7 ay süren büyüme süreçleri vardır (Yaltırık, 1978).

Dişbudak gençlik döneminde gölgeye oldukça dayanıklı olsa da yaşlandıkça ışığa olan ihtiyacı artış göstermektedir. Bunun sonucunda da yaşlanan dişbudakların tepesi seyrekleşir ve toprakta oluşan diri örtü tabakası artış gösterir (Pamay, 1967).

Yetiştirme ortamının verimli olduğu sahalarda, oldukça sık bir gençlik oluşturan dişbudak aynı zamanda bu dönemde donlara karşı oldukça duyarlıdır. Şiddetli bir kış geçirilirse yaşlı ağaçların gövdelerinde don çatlağı oluşması riski de vardır (Aksoy, 1986).

Kolay ayrışan yaprakları ile de toprak organik maddesine büyük katkı sağlamaktadır (Aksoy, 1986).

1.2 Kızılağaç Türünün Yayılışı ve Genel Özellikleri

Adi Kızılağaç (*Alnus glutinosa* L.) Betulaceae familyasına ait bir türdür. Kışları yapraklarını döken hem ağaç hem de boylu çalı formunda gelişim gösterebilen odunsu bir türdür. Köşeli genç sürgünleri vardır. Tomurcukları belirgin ve saplıdır ve sürgünlerde almaçlı bir diziliş göstermişlerdir. Tomurcukların üzerleri bir çift gagayı andırırçasına pulla örtülüdür. Bu pulların üzerleri mumsu bir tabaka ile kaplıdır. Bu tomurcuk özellikleri kızılağaçların önem arz eden karakteristik özelliklerinden biridir. Kızılağaçlar simpodial büyüme yapmaktadırlar (Anşin ve Özkan, 2006).

Basit yapraklara sahip kızılağaçlarda yaprak kenarları kaba dişli yapıya sahiptir. Erkek çiçeklerin kurulları bir önceki yıl oluşmuş kısa sürgünlerin uç kısmında yer almaktadır. Sonbahar döneminde oluşur ve kışı açıkta geçirirler. Her bir erkek çiçek çevresinde dört adet periant yaprak bulunmaktadır ve bunların da önünde birer etamin yer

almaktadır. Ancak etaminler çatallı filament yapısına sahip olduğundan sekiz şeklinde görünür (Anşin ve Özkan, 2006).

Kızılağaçlar monoik yapıdadırlar. Dişi çiçekler olgunlaştığında 1–1,5 cm. uzunluğuna gelirken, erkek çiçekler 5–13 cm uzunluğuna ulaşmaktadırlar (McVean, 1955; Robinson, 1980). Dişi çiçekler son yıl sürgününün ucunda terminal bir oluşum gösterirler ve kış dönemini açıkta geçirmektedirler. Meyveler olgunlaştıkları vakit huşlar gibi dağılmazlar (Anşin ve Özkan, 2006).

Kızılağaç tohumları yapısı gereği çok hafif olduğundan, su ve rüzgâr etkisiyle geniş alanlara saçılabilirler. Kızılağaç tohumları 12 ay su altında kalsalar bile daha sonra çimlenme gösterebilmektedirler. Tohumlar eylülün sonları veya ekim ayının başında dökülmeye başlarlar. Bununla birlikte ilk dökülen tohumlar genellikle en iyi tohumlar olmaktadır. Tohumların yayılması ise tüm kış dönemi boyunca devam etmektedir (McVean, 1955).

Kızılağaç, avrupanın neredeyse tamamının yanında Akdeniz ülkelerinde, Fas ile Cezayir'in de kuzey bölgeleri de olmak üzere dünya üzerinde geniş bir doğal yayılış alanına sahiptirler (Meusel vd., 1965; Jalas ve Suominen, 1976; Kajba and Gracan, 2003). Ülkemizde ise yayılışını yoğun bir şekilde Karadeniz kıyı ormanlarında gösterirken bu bölgelerin yanında; Batı Anadolu'da ve Trakya'da da yayılış göstermektedir.

Kızılağaçların büyümesi genç yaşlarda oldukça hızlıdır (Ürgenç, 1992; Gürsu, 1967). En iyi meşcere kuruluşlarını 1-1000 metre arasında yapmakla birlikte 1500 metre yüksekliklerde de iyi meşcerelerine rastlanılmıştır (Eyüpoğlu ve Atasoy, 1991).

Rutubet yoğun olduğu müddetçe yayılış alanları arasında deniz ve kara iklimlerinin hâkim olması fark göstermemektedir. Ormanların iç bölgelerinde yer alan rutubetli, uzun süre su altında kalan ve kısmen bataklık haline gelen sahalarda da yayılış gösterebilirler (Saatçioğlu, 1976). Kızılağaç yayılışını genellikle yükseltisi 1800 metreleri bulan alanlarda, nemli ve serin yamaçlarda, dere içlerinde yahut sahil kısımlarında göstermektedir bunun en büyük nedenlerinden biri iste yüksek oranda neme ihtiyaç duymasıdır (Yaltırık, 1993).

Kızılağaç türü milledeme ve gübreleme yapılsa kumlu toprak üzerinde de yetişebilir ancak ihtiyaç duyduğu nemi karşılayabildiği sürece balçıklı topraklar üzerinde de doğal olarak gelişim göstermektedir (Ürgenç 1986).

Kızılağaç, kısa kazık köke ve hızlı gelişen yan kökleri vardır. Kızılağaç kökleri oksijene ihtiyacına olan dayanıklılığı sayesinde ıslak, kötü drenajlı, bataklık sahalarında, kıyılarda veya kıyıya yakın bölgelerde gelişim gösterebilir. Bu sebepten sahillerdeki dolgu alanlarında araziye stabilize etmek amacıyla, yüksek oranda alana tutunmasının da etkisiyle, kullanılmaktadır (Ürgeç 1992).

İklim istekleri açısından, su yönünden zengin veya yoğun sis oluşumuyla bitkilerin su ihtiyaçlarını karşılayabilecek alanlarda yayılış göstermektedirler (Akyüz 1998).

En ideal gelişimini ise; organik maddece zengin ve nemli balçık topraklarda gerçekleştirmektedirler. Bu ihtiyaçlarının karşılandığı açık alanlarda veya ham topraklarda da gelişim gösterme kabiliyeti yüksektir ve hızlı gelişim gösterirler (Yılmaz 1996).

Işık isteği bakımından yarı ışık ağacı olan kızılğaç, diğer isteklerinin uygun olduğu alanlarda ışık isteğinin toleransını arttırabilmektedir. Diğer yapraklı ağaç türleri ile kıyaslandığında daha dolgun ve düzgün gövdeler yapan kızılğaç, 30 metre boya ulaşabilen orman ağaçları arasında yer almaktadır (Aksoy, 1986).

1.3 Çalışmanın Amaç ve Kapsamı

Karbon tutma yönünden ve biyoçeşitlilik bakımından önem arz eden alanlar olan subasar ormanların ne Karacabey Longozu özelinde ne de ülkemizdeki diğer subasar ormanlar için genel özelliklerinin (toprak üstü ve toprak altı biyokütlesinin, toprak özelliklerinin, üretiminin, karbon ve azot stoklarının, yaş, boy, çap artım değerlerinin) diğer çevre ekosistemlere göre (karasal orman, tarım, otlak ve kumul) durumunu sayısal verilerle ortaya koyan detaylı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, Ülkemiz subasar ormanlarının genel özellikleri, toprak üstü ve toprak altı biyokütle miktarları, karbon ve azot stokları ve bunlar üzerinde etkili olan faktörlerin detaylı olarak araştırılması, izlenmesi ve bu konudaki çalışmaların yaygınlaştırılarak konu ile ilgili veri girişinin sağlanması gerekmektedir.

Günümüze kadar yapılan biyokütle çalışmalarının tamamı ülkemizin verimli ve karasal orman olarak nitelendirilen alanlarda gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle biyokütle çalışmalarında subasar alanların kök kütlesi miktarlarının ve kök karbon ve azot stokunun ne olduğu konusunda bir eksiklik olarak mevcudiyetini korumaktadır. Oysa son yıllarda yapılan uluslararası çalışmalar göstermektedir ki subasar ormanları

sadece ekolojik ve biyolojik çeşitliliğe sahip oldukları için değil, karbonun depolanması yönünden de önemli alanlardır (Sutfin ve ark., 2016).

Burada gerçekleştirilen tez çalışmasının temel amacı, Karacabey subasar ormanlarının toprak altı biyokütle üretiminin önemli bir bileşeni olan kök miktarı üzerine odaklanarak, subasar ormanlarının kök kütlesi, kök karbon ve azot stoklarının sayısal verilerle ortaya konulması yanında ağaç türünün ve meşcere gelişim çağlarının etkisinin belirlenmesine yöneliktir.

Çalışma, Bursa kent merkezine yaklaşık 1,5 saat mesafede, Karacabey ilçe sınırlarında, Susurluk ırmağının oluşturduğu, Karacabey subasar (longoz) ormanlarında gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında, Karacabey Subasar ormanlarının baskın ağaç türlerinden olan dişbudak ve kızılğaç türleri üzerinde çalışılmıştır. Çalışmada örneklemeler kızılğaç için ince ağaçlık ve orta ağaçlık çağ sınıfı gösteren meşcerelerden, dişbudak için ince ağaçlık, orta ağaçlık ve kalın ağaçlık çağ sınıfı gösteren meşcerelerden alınmıştır. Arazi ve laboratuvarında yapılan çalışmaların sonucunda elde edilen veriler bilgisayarda istatistiki yöntemlerle değerlendirilmiştir. Çalışmada, elde edilen sonuçlara göre, istatistiksel analizler yapılarak, meşcere gelişim çağlarının toprak altı kök kütle miktarı ve kök karbon ve azot stoklarına etkisi ortaya konulmuştur. Çünkü yapılan araştırmalar göstermiştir ki subasar ormanlardaki azot stoku da en az organik karbon stoku kadar önem arz etmektedir (Foster ve ark., 2012).

Böylece yapılan çalışmayla birlikte ülkemizde gerçekleştirilen biyokütle çalışmalarında eksik bırakılan bir konu olan subasar ormanlardaki toprak altı kök miktarı ve kök karbon ile azot stoklarına dair dişbudak ve kızılğaç saf meşcerelerinden ilk veriler elde edilmiştir

1.4 Literatür Özeti

Biyokütleyi tanımlamak gerekirse belirli bir ortamda yaşamlarını sürdüren canlı organizmalar ve onlara ait ölü artıklardan oluşan toplam kuru ağırlıktır diyebiliriz. Orman ekosistemlerinde biyokütleyi 5 bölüme ayırabiliriz. Bunlar, ormandaki ağaç ve ağaççıkların toprağın üstünde kalan kısımları, orman yüzeyinde yer alan düşmüş veya dökülmüş odunsu dokular, ormanın altındaki ölü örtü tabakası, mineral toprağın içerisinde yer alan bitki kısımları (kök yapıları) ve heterotrof organizmalara (ayrıştırıcı

veya tüketici) ait dokulardır (Tolunay, 2009). Bu bölümlerden biyokütleyi en fazla barındıran kısımlar ağaç ve ağaççıkların toprak üstünde kalan kısımları ile mineral toprak içerisinde bulunan kökleridir. Yapılan çalışmalar göstermektedir ki farklı ekosistemde ve farklı bölgelerde bu kısımların dağılım ve miktarları birbirinden farklılık göstermektedir (Barnes ve ark., 1998). Toprak altı biyokütle kaynağı köklere yönelik yapılan çalışmalar göstermiştir ki kök kütlesi üzerinde genel olarak bitki türü, yaşı ya da toprak derinliği ve nemi, toprağın içerdiği besin elementleri ya da toprak tekstürü yüksek oranda ilişki göstermektedir (Keyes and Grier, 1981; Cairns ve ark., 1997).

Genel olarak, orman ekosistemleri biyokütle çalışmalarında, toprak altı biyokütlesinin belirlenmesi, çalışma zorluğu sebebiyle sınırlı ve oldukça az sayıda çalışmaya konu edilmiştir (Tüfekçioğlu ve ark., 2004; Küçük, 2006; Çömez, 2010). Genellikle toprak üstü biyokütle çalışmaları yapılmış ve ilk biyokütle çalışmaları Uğurlu ve ark. (1976) (sarıçamda) ile Sun ve ark. (1980) (kızılçamda) gerçekleştirilmiştir. Sonrasındaki 20 yıl boyunca biyokütleyi tahmin etmeye yönelik çalışma yapılmamıştır, 1990'lı yılların sonlarına doğru çalışma sayısında artış görülmektedir (Pehlivan, 2014). Yapılan bu çalışmaların büyük çoğunluğu toprak üstü biyokütleyi tahmin etmeye yönelik yapılan çalışmalardır. Yine de sınırlı sayıda ve farklı ağaç türlerini (ladın, karaçam, kayın, sarıçam, sedir) toprak altı kök kütlesini ve kök karbon stoklarının hesaplanması üzerine de çalışmalar yapılmıştır. Örneğin; Tüfekçioğlu ve Küçük (2010), Artvin yöresindeki saf sarıçam meşcerelerinde toprak silindirleriyle örnekleme yöntemini kullanarak gerçekleştirdikleri çalışmalarda kök kütlesinin, kök üretiminin ve kök karbon stokunun yaş sınıfları ile nasıl değiştiğini incelemiş ve yaş sınıfları dikkate alındığında kılcal köklerin (< 2 mm) miktarını 4.493 ve 6.223 kg/ha arasında, ince köklerin (2-5 mm) miktarını ise 1.373 ve 2.401 kg/ha arasında bulurken, kaba köklerin (5-10 mm) miktarını ise 2298 ve 7061 kg/ha arasında değişen değerlerde bulmuştur. Sarıçam meşceresinde yaş sınıflarını 2. yaş için 21-40 yaşı, 3. yaş sınıfı için 41-60 yaşı, 4. yaş sınıfında 61-80 yaşı ve 5. yaş sınıfı içinse 80 yaşın üzerini aralık olarak belirledikleri çalışmalarında, Tüfekçioğlu ve Küçük (2010) en yüksek kök karbon stokunu ince kılcal köklerin 2. yaş sınıfına ait olanlarında, kaba köklerdeki en yüksek karbon stokunun ise 5. yaş sınıfında olduğunu bulmuşlardır Küçük (2006), karaçam meşcerelerini Kastamonu yöresinde incelemiş ve toplam kök kütlesini yaşlı meşcerede (100 yaş) 14.434 kg/ha olarak bulurken daha genç meşcerede (20 yaş) 9.513

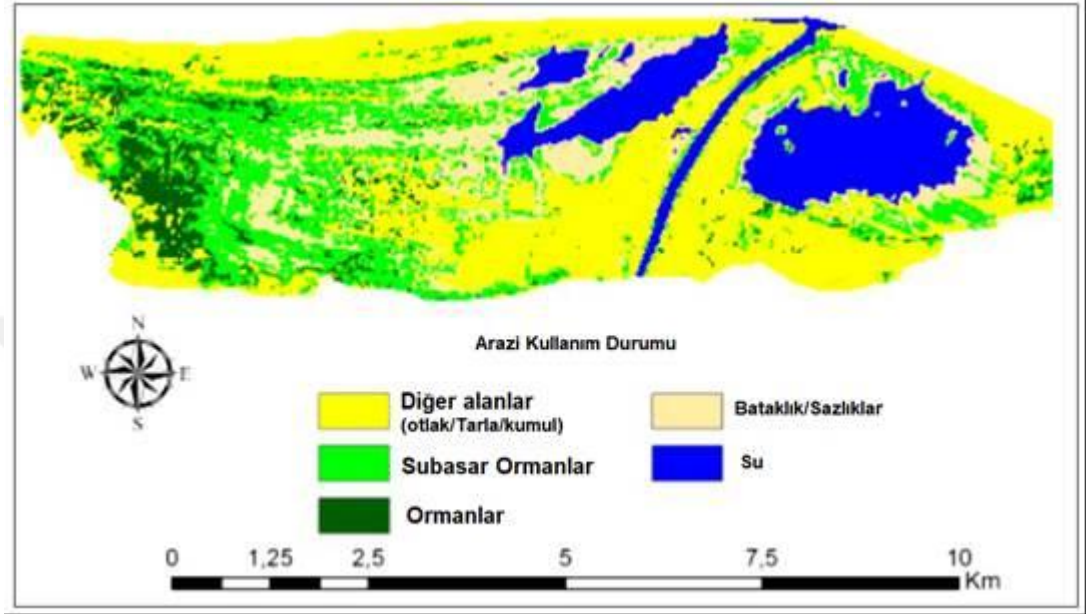
kg/ha toplam kök kütlesi bulmuştur. Özbayram (2006) gerçekleştirdiği çalışmada kavaklık, çayırılık ve elma bahçesi alanlarını incelemiş ve bu alanlardaki kök miktarlarını belirlemiştir. Çalışma sonunda en yüksek kök miktarı elma bahçesinde 11.714 kg/ha olarak bulunurken en az kök miktarı ise kavaklık alanda 6.348 kg/ha olarak belirlenmiştir. Tüfekçioğlu ve ark. (2004) gerçekleştirdikleri bir başka çalışmada, ladinin toplam kök kütlesi ile aynı ortamda yetişen kayının toplam kök kütlesini karşılaştırmış ve ladinin kök kütlesinin önemli oranda fazla olduğunu belirlemişlerdir. Aynı çalışmada ilkbahar mevsimindeki ince kök miktarının sonbahardaki ince kök miktarından da önemli oranda fazla olduğunu belirlemişlerdir. Tüm bu çalışmalar ülkemiz karasal orman ekosistemlerinde ve birkaç tür bazında (sarıçam, karaçam, kayın, sedir, ladin) tamamlanan çalışmalardır. Özbayram ve Güvendi (2016) Sinop yöresindeki kayın meşcerelerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında kalın kök (>5 mm) miktarını 16,7 t/ha olarak bulmuşlar ve bunun %93'ünün toprağın ilk 30 cm derinliğinde yayılış gösterdiğini belirtmişlerdir. Çömez (2010) Eskişehir- Sündiken dağlarındaki sarıçam meşcerelerinde karbon stokuna yönelik çalışma gerçekleştirmiş ve bu çalışma sonucunda ağaç kütlesindeki karbon stokunu 8,42- 2007,78 t/ha, diri örtünün karbon stokunu 0,04- 3,53 t/ha, ölü odunun karbon stokunu 0,46- 1,49 t/ha, ölü örtüye ait karbon stokunu 8,42- 20,93 t/ha olarak bulmuş ve son olarak toprak karbon stokunun ise 90,05- 108,45 t/ha arasında olduğunu belirtmiştir. Karataş ve ark. (2017) ise Sedir ağaçlandırma alanlarında gerçekleştirdikleri çalışma sonrası ortalama karbon stoklarının ağaçlarda 61,08 t/ha, çalılarda bu karbon stokunun 1,06 t/ha, otlardaki karbon stokunun 0,62 t/ha, ölü örtüdeki karbon stokunun 6,55 t/ha olduğunu belirtirken, topraktaki karbon stokunun 60,87 t/ha olduğunu ifade etmişlerdir.

Su birikimi ile bitki ve toprak üzerinde ne gibi değişiklikler meydana geldiğine dair yapılmış çalışmalar da incelendiğinde çeşitli bitkilerin canlılığını büyüme ve gelişimini etkileyen bir etmen olarak karşımıza çıkmaktadır. Topraktaki su miktarında aşırı artış, daha ilk birkaç saat içerisinde anoksi bir ortam meydana getirirken, kök gelişimini sınırladığı ve bitki büyüme ve gelişmesinin de bu ortamdan etkilendiği ifade edilmektedir (Liao ve Lin, 2001; Yavaş ve ark., 2011). Tüm bu parametrelerin, bitkinin bu tip bir ortamda yaşayabilme kapasitesini etkilediğini söylemek mümkündür. Stomatal dayanıklılıkta artış görülürken, fotosentezin ve kök hidrolik iletkenliğinin yanında fotosentez ürünlerinin de taşınmasında azalma olduğu bildirilmiştir. Hipoksi

veya anoksi koşullarda oksijenin sınırlı olması sonrası bitkilerde görölen en önemli adaptasyon yaygın olarak gözlemlenen biyokimyasal ve metabolik oluşumlardaki değişimdir (Yavaş ve ark., 2011). Tarımsal ürünler üzerinde yapılan çalışmalarla birlikte görölmüştür ki su birikmesi bitkilerde gelişimi yavaşlatırken, baklagillerde nodöl oluşumunu azaltmıştır. Bitkinin daha az besin maddesi almasıyla birlikte bitki köklerinde ölümlerin gerçekleştiğini, yıkanma ve denitrifikasyonun bitkinin azot miktarını azalttığını ve bu sebepten bitkinin yaşlı yapraklarında sararmaların meydana geldiğini ve azot eksikliği sonrası bitkinin maruz kaldığı stresin daha da arttığı, bu koşullar ile bitkide görölen kök ve yaprak hastalıklarında da artış olduğu gözlemlenmiştir. Su birikmesi görölen topraklarda bitkinin kök gelişiminin de sınırlı olduğu ve yüzeysel kök gelişimi sebebiyle birikmenin ortadan kalkması sonrası kuruyan topraklardan bitkilerin besin maddelerini alırken güçlük yaşadığı ifade edilmiştir (Yavaş ve ark., 2011).

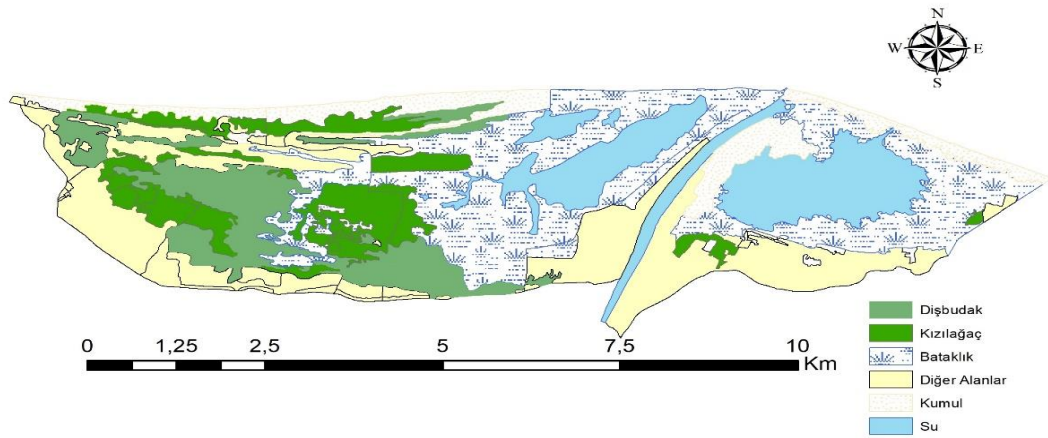
Yukarıda bahsedilen çalışmalar göz önüne alındığında Ülkemizde subasar ormanlardaki kök miktarına, kök karbon ve azot stokuna yönelik çalışmalara rastlanmamıştır. Yapılacak çalışma ile de literatüre bu yönde yapılacak çalışmalar için öncülük edilmesi ve ilk verilerin oluşturulması amaçlanmıştır.

longoz ormanlarıdır. Kocaçay deltası toplamda 5.968 ha ile tüm alanının %53,8'i kadar orman toprağına sahipken Karacabey Subasar ormanlarının toplam alanı ise 3800 ha olarak bildirilmektedir (Akay ve ark., 2017). Delta, otlak ve tarla olarak kullanılan alanların yanında kumul ve bataklık sahalarını da bünyesinde bulundurmaktadır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 : Karacabey subasar alanı 2017 Haziran Landsat 8 OLI uydu görüntüsüne göre arazi kullanımı

Karacabey Subasar Ormanlarında dişbudak (*Fraxinus angustifolia*) ve kızılğaç (*Alnus glutinosa*) egemen türler iken alanda meşe (*Quercus sp.*), kavak (*Populus alba*) ve çınar (*Platanus orientalis*) türleri de görülmektedir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 : Karacabey Subasar Ormanlarında kızılğaç ve dişbudak türlerinin baskın olduğu alanlar.

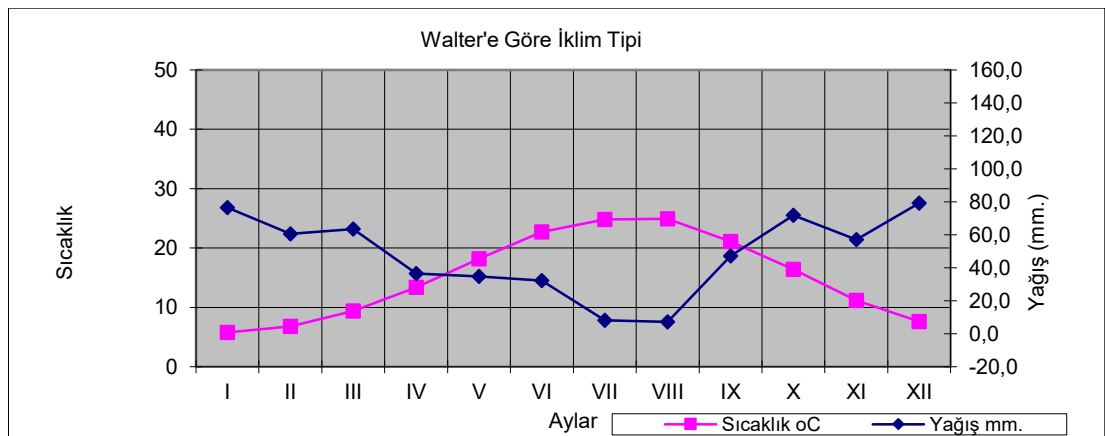
2.2 Çalışma Alanının İklimi

Çalışma olan Karacabey Subasar Ormanlarında Marmara iklimi görülmektedir. Bu iklime geçiş iklimi de denmektedir. Marmara bölgesinin güney kesimlerinde görülmekte bunun içerisinde Ege bölgesinin kuzeyi de bulunmaktadır. Marmara iklimi Akdeniz ve Karadeniz iklim tipleri arasında geçiş gösteren bir iklim tipidir ve bu iklim tipi geçiş iklimi olarak da isimlendirilmektedir. İklim tipinin en belirgin özelliği ise kışları Akdeniz iklimi kadar ılıman, kışları ise Karadeniz iklimi kadar yağışlı geçmemesidir.

Çalışma alanında etkin görülen yağış biçimi yağmurdur. Çalışma alanının iklim verileri çalışma alanına en yakın konumda bulunan Karacabey meteoroloji istasyonundan alınmış olup istasyon 15 m yükseltide kuruludur. Bu istasyondan alınan 1988-2020 yılı verilerine göre yaz (en fazla Ağustos) en kurak mevsim iken kış mevsimi (en düşük Şubat ayı) ise en fazla yağışın görüldüğü mevsimdir. Çalışma alanına düşen yıllık yağış 574,5 mm'dir. Ortalama aylık düşük sıcaklık 5,8°C olarak ocak ayında ölçülürken en yüksek ise 24,9°C ile ağustos ayında ölçülmüştür (Çizelge 2.1).

Thornthwaite yöntemi kullanılarak belirlenen iklim tipi C2 B'2 s2 b'3: Yarı Nemli, Orta sıcaklıkta (Mezotermal), Su noksanı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan, Okyanus iklimine yakın iklimdir (Çizelge 2.2).

Walter yöntemi kullanılarak oluşturulan iklim tipi grafiği incelendiğinde ise, Nisan ayıyla birlikte artan sıcaklık ve azalan yağışın etkisiyle Mart- Eylül ayları kurak geçen aylar olurken aynı zamanda bu dönemde su açığı da bulunmaktadır. Su noksanı Ekim ayıyla birlikte sonlanmakta ve tekrar su birikmeye başlamaktadır (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 : Walter yöntemine göre çalışma alanı su bilançosu grafiği.

Çizelge 2.1 : Çalışma alanına ait bazı meteorolojik veriler (MGM, 1988-2020).

Parametre	Rasat S. (Yıl)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ortalama/ Toplam
Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	32	5,8	6,8	9,4	13,4	18,2	22,7	24,8	24,9	21,1	16,4	11,2	7,6	15,19
Aylık Maksimum Sıcaklık (°C)	32	10,0	11,3	14,7	19,8	24,9	29,5	31,1	31,4	27,9	22,4	16,4	11,7	20,93
Aylık Minimum Sıcaklık (°C)	32	2,4	3,0	5,1	8,0	12,4	16,4	18,8	19,1	15,2	11,5	6,8	4,1	10,2
Aylık Toplam Yağış Ortalaması (mm=kg m ⁻²) OMGİ	15	76,4	60,6	63,5	36,6	34,7	32,2	8,1	7,3	47,1	71,8	57,0	79,2	574,5

Çizelge 2.2 : Çalışma alanının Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu çizelgesi.

Bilanço elemanları		A Y L A R												Vejetasyon devresi		YILLIK
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	İçi	Dışı	
Sıcaklık	°C	5,7	7,6	10,0	13,7	18,8	23,1	25,2	25,1	21,4	15,9	11,7	7,3			15,5
Sıcaklık indisi	i	1,2	1,9	2,9	4,6	7,4	10,1	11,6	11,5	9,0	5,8	3,6	1,8			71,4
Düzeltilmemiş PE	mm.	11,1	17,7	27,7	46,1	77,2	107,8	124,2	123,4	95,2	58,8	35,7	16,6			
Güneşlenme süresine göre PE tashih emsali		0,84	0,83	1,03	1,11	1,24	1,25	1,26	1,18	1,04	0,96	0,83	0,81			
Düzeltilmiş PE	PET	9,3	14,8	28,5	51,2	95,7	135,1	156,6	146,0	98,7	56,4	29,6	13,4	797,8	37,5	835,3
Yağış	y	90,4	80,5	76,9	56,6	39,7	44,2	6,7	9,3	52,2	89,6	62,0	111,3	437,0	282,1	719,1
Depo Değişikliği	Dd	-	-	-	-	-56,0	-44,0	-	-	-	33,2	32,4	34,5			
Depolama	D	100,0	100,0	100,0	100,0	44,0	-	-	-	-	33,2	65,5	100,0			100,0
Gerçek Evapotranspirasyon	GET	9,3	14,8	28,5	51,2	95,7	88,2	6,7	9,3	52,2	56,4	29,6	13,4	417,6	37,5	455,1
Su Noksanı	Sn	-	-	-	-	-	47,0	149,9	136,8	46,5	-	-	-	380,2	0,0	380,2
Su Fazlası	Sf	81,0	65,7	48,4	5,4	-	-	-	-	-	-	-	63,4	53,8	210,1	263,9
Yüzeysel Akış	Yü1	72,2	73,4	57,0	26,9	2,7	-	-	-	-	-	-	31,7	86,7	177,3	263,9
" "	Yü2	56,4	61,1	54,7	30,1	15,0	7,5	3,8	1,9	0,9	0,5	0,2	31,8	0,0	263,9	263,9
Nemlilik Oranı	Ne	8,7	4,4	1,7	0,1	-0,6	-0,7	-1,0	-0,9	-0,5	0,6	1,1	7,3			

İklim Tipi

C2 B'2 s2 b'3: Yarı Nemli, Orta sıcaklıkta (Mezotermal), Su noksanı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan, Okyanus iklimine yakın iklim

2.3 Çalışma Alanının Jeolojik Özellikleri ve Toprak Yapısı

Karacabey ovası tektonik kökenli ovaların “alüvyal dolgulu çöküntü ovaları” grubuna girmektedir. Jeolojik zamanlardan Kuvaterner döneminde gerçekleşen çökmeler sonucunda oluşmuştur. Bu çöküntülerle oluşan çukurların daha derinlerine doğuda ve batıda olmak üzere iki adet göl yer edinmiştir. Bu göllerin doğuda bulunanına Uluabat, batıda bulunanına ise Manyas (Kuş) gölü denmiştir (Doğaner, 2017; Eraslan, 2019).

Kocaçay deltası genelinde kireçsiz kahverengi orman toprakları, kahverengi orman toprakları, alüvyal, kolüvyal, alüvyal sahil toprakları ve rendzinalar bulunmaktadır. Çalışmanın gerçekleştirildiği alanda ise alüvyal, kolüvyal topraklar bulunmaktadır.

Çalışma alanının toprak tekstürü dışbudak türünün bulunduğu alanlarda kumlu kil ve kumlu killi balçık olarak bulunurken kızılağaç türünün bulunduğu alanda kumlu balçık kumlu killi balçık olarak bulunduğu gözlemlenmiştir.

2.4 Arazide Yapılan Çalışmalar

2.4.1 Kök örnekleme alanlarının tespiti ve örneklerin alınması

Arazi çalışmaları gerçekleştirilmeden önce Karacabey Subasar Ormanının baskın türleri olan dışbudak ve kızılağaç meşcerelerinde ön etüt çalışması gerçekleştirilmiş ve bu inceleme sonrasında kızılağaç türünde meşcere gelişiminin ince ağaçlık (1,30 çapları 20-35,9 cm arasında, c sınıfında) ve orta ağaçlık (göğüs yüzeyinde 1,30 cm deki çapları 36-51,9 cm arasında, d sınıfında) çağ sınıflarında olduğu, dışbudak meşcere gelişiminin ise ince ve orta ağaçlık çağlarının yanında kalın ağaçlık (1,30 cm çapları 52 cm’den yukarı, e sınıfında) çağ sınıfına da sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Deneme alanları Subasar orman özelliği taşıdığından, alanın iş makinası girecek büyüklükte, ulaşımı kolay ve kök sökme işlemleri sırasında en az tahribata uğrayacak şekilde ve insan etkisinin en az derecede görülmesi dikkate alınarak belirlenmiştir.

Örnek alanlar 5 meşcere tipinde (Kzc, Kzd, Dşc, Dşd, Dşe) ve her meşcere tipinden 3 alan olmak üzere toplam 15 alanda belirlenmiştir. Örnek alanlar 400 m² (20 m × 20 m) büyüklüğünde ve içerisine aynı ağaç çap sınıfından yeterli miktarda ağaç (en az 10 ağaç) girecek şekilde alınmıştır.

Kök örnekleri alınırken alanın özel durumu ve kök sökme işleminin maliyet ve iş gücü gereksinimleri de göz önüne alınarak her meşcere tipinden üç adet ağaç kökü

sökülmesi uygun görülmüştür ancak dişbudak türünde kalın ağaçlık (e sınıfı) çağ sınıfında arazide tahribatı önlemek adına yol kenarında bulunun 2 örnek alandan kök alınması işleminin yeterli olacağı kanaatine varılmıştır. Böylelikle toplam 14 ağacın köklerinin sökülmesine karar verilmiştir.

Her bir örnek alandan sağlıklı, tepesi ve dalları kırılmamış, baskı altında kalmamış, deneme alanını temsil edecek orta çapa sahip bir ağaç belirlenmiş ve kesilmiştir. Kesilmesine karar verilen ağaçların etrafındaki ölü örtü temizlenmiş. Tepe çatısı izdüşümü de dikkate alınarak ağacın etrafındaki toprak işaretlenmiş ve köklerin indiği derinliğe kadar kazma işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.5). Makine ile kazma işlemi bittikten sonrasında çıkarılan toprak kazma ile kazılarak kopan kökler toplanmış ve çap sınıflarına göre (<1 cm, 1-4 cm, >4 cm) ayrılmıştır (Şekil 2.6).



Şekil 2.5 : Kızılağaç ve Dişbudak köklerinin çıkarılması işlemi.



Şekil 2.6 : Kök örneklerinin toplanması ve sınıflandırılması işlemleri.

Kazılarak çıkarılan kök kütüğünde bulunan yan kökler testere yardımıyla ayrılmıştır ve kütükler arazide kütük haricindeki kökler sınıflanarak BTÜ Orman Fakültesi Toprak İlmi ve Ekoloji ABD laboratuvarına taşınmıştır (Şekil 2.7). Burada kökler basınçlı su, fırça ve leğenler kullanılarak toprak ve taşlarından arındırılmıştır. Yıkama suyunun sızmasından sonra kökler 50 g hassasiyetli terazide tartılacak, her tartılan kısımdan alt örnekler alınmıştır. Alt örnekler derhal 0,01 g hassasiyetli terazide tartılarak kütlesi belirlenmiştir.



Şekil 2.7 : Kök örneklerinin tartılma ve taşınma işlemleri.

Örnek alanda diri örtünün ot kısmı 1m^2 ($1 \times 1\text{ m}$) alanda kökleri ile birlikte sökülerek çıkartılmış ve yıkanarak topraklarından arındırılmıştır. Çalı türleri örnek alanda bulunmadığından ve alanı temsil edemeyeceği için alınmamıştır. Topraklarından arındırılan otlar daha sonrasında kök boğazlarından kesilerek toprak altı kısımlarının tamamı ayrı ayrı tartılmıştır (Şekil 2.8). Ayrıca diri örtünün örnek alanı kaplama oranı (%) hem çalı hem de ot kısmı için ayrı ayrı tahmin edilmiştir.



Şekil 2.8 : Otların köklerinin alınması işlemi.

2.4.2 Meşcere özelliklerinin belirlenmesi

Örnek alanlardaki tüm ağaçların göğüs yüksekliğindeki çapları($d_{1,3}$ cm) ve boyları (h) ölçülmüştür. Çap ölçümlerinde kumpas, boyların ölçülmesinde ise dijital boy ölçer kullanılmıştır. Örnek alan içerisinde kalan ağaçların ortalama çapları ise seçilen 3 farklı ağaçtan alınmış olan birbirine dik 2 artım burgusu üzerindeki yaş halkalarının ortalaması ile belirlenmiştir (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 : Kızılağaç ve dişbudak meşcerelerinde yapılan çap ölçümü.

Meşcere kapalılığını sınıflandırırken “Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine, Uygulanmasına ve Yenilenmesine Dair Yönetmelik” dikkate alınmıştır. İlgili yönetmelik gereğince kapalılık derece üzerinden yüzde ile ifade edilmiş ve sıra ile 0, 1, 2, 3, 4, 5 rakamları ile gösterilmiştir.

2.4.3 Toprak örneklerinin alınması

Çalışma gerçekleştirilirken örnek alanların tümünde bir adet toprak profili açılmıştır ve bu toprak profilinde oluşan kesitte toprak horizonları ayrılarak genetik toprak tipi belirlenmiştir. Açılan kesitten ayrılan her bir toprak horizonundan (A-B-C horizonları) çelik silindir yardımıyla doğal yapısı bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır (Kantarcı 2000, Kantarcı 2005). Bu işlemlerin sonrasında toprak özelliklerini belirlemek için açılan toprak profilinden doğal yapısı bozulmuş toprak örnekleme de yapılmıştır.



Şekil 2.10 : Horizonlara göre çelik silindir ile toprak örneklerinin alınması.

2.5 Laboratuvarında Yapılan Çalışmalar

2.5.1 Kök (ağaç, çalı, diri örtü kökleri) örneklerinde yapılan analizler

Arazide gerçekleştirilen çalışmalar sonucu elde edilen ağaç, çalı ve diri örtüye ait köklerden alt örnekler alınarak laboratuvara getirilmiş öncelikle suda bekletilerek topraklarından arındırılmaya çalışılan kök örnekleri sonrasında fırça yardımı ile de temizlenmiş ve tüm toprak yapısından arındırılmıştır (Şekil 2.11) ardından etüvde 70 °C sıcaklıkla sabit ağırlığa ulaşana dek kurutulmuştur. Alt örneklerin belirlenen nem değerleri tüm örneklerin kuru ağırlığını belirlemede kullanılmıştır. Bu işlemler tamamlandıktan sonra alt örnekler öğütülerek analize hazır hale getirilmiş (Şekil 2.12), karbon ve azot analizleri Eurovector EA3000-Single CNH-S elementer analiz cihazı ile yapılmıştır (Vesterdal ve Raulund- Rasmussen, 1998). Ağaç, çalı ve diri örtünün alındığı örnek çukurları hektara çevrilerek hektardaki kök kütleleri bulunmuş ardından

analizler ile bulunan karbon ve azot oranları ile çarpılarak 1 hektar alanda bulunma miktarları belirlenmiştir.



Şekil 2.11 : Kök örneklerinin analize hazırlanması.



Şekil 2.12 : Kök örneklerinin öğütülmesi işlemi.

2.5.2 Toprak örneklerinde yapılan analizler

Çelik silindirlerle alınan toprak örnekleri laboratuvara getirildikten sonra öncelikle yaş kütlesi tartılarak belirlenmiştir sonrasında ise 105°C sıcaklığındaki etüvde 24 saat kurutularak fırın kurusu kütlesi belirlenmiştir (Şekil 2.13). Toprağın hacim kütlesi (g/

cm^3); toprağın fırın kuru kütlesinin (g) çelik silindir örneğinin hacmine (cm^3) oranı ile hesaplanmıştır (Blake, 1986).



Şekil 2.13 : Toprak örneklerinin etüve yerleştirilmek üzere hazırlanışı.

Doğal yapısı bozulmuş toprak örnekleri ise laboratuvara getirildikten sonra kurutma raflarına serilmiş ve hava kuru hale gelene kadar bekletilmiştir. Sonrasında ise 2mm'lik eleklerden geçirilerek iskelet kısmı ayrılmış ve tartılmıştır. Çapı 2 mm'den küçük olan toprak örnekleri ise kısım pH, elektriksel iletkenlik (EC), tekstür ve CaCO_3 analizlerinin gerçekleştirilmesinde kullanılmıştır. Toprak örneklerinin asitliği 1:2,5 oranında saf su ile hazırlanan çözeltilerde cam elektrodlu pH metre kullanılarak, elektriksel iletkenlik (EC) iletkenlik ölçer ile, CaCO_3 Scheibler kalsimetresi ile ölçülmüştür (Gülçur, 1974). Toprak örneklerinin kum, kil ve toz oranları (toprak türleri) Bouyoucos hidrometre metodu (Bouyoucos, 1962) ve uluslararası toprak türleri üçgeni kullanılarak belirlenmiştir (Gülçur, 1974).

2.6 İstatistiksel Analiz

Arazi ve laboratuvar çalışmalarıyla edinilen veriler istatistik yöntemlerin bilgisayarda uygulanmasıyla değerlendirilmiştir. Tüm işlemlerin sonucunda edinilen sonuçlara göre yapılan istatistiksel analizler, ağaç ve meşcere tiplerine göre kök kütlesi, karbon ve azot oranları ve stokları arasındaki farklılıklar Varyans analizi ile değerlendirilmiştir. İstatistiksel bakımdan anlamlı ($p<0,05$) farklılıklar gösteren Varyans analizi sonuçları devamında Duncan testine tabi tutulmuştur. İstatistiksel işlemlerin tümü SPSS programından faydalanarak bilgisayar ortamında gerçekleştirilmiştir.



3. BULGULAR

3.1 Toprak Özelliklerine Ait Bulgular

Toprak özellikleri belirlenirken 0-30, 30-60 ve 60-100 cm toprak derinlikleri esas alınmıştır. Bu derinlik kademelerine göre alınan toprakların tekstürü (kum, toz, kil oranı), hacim ağırlığı, organik maddesi, pH, elektriksel iletkenlik, boşluk yüzeyi değerleri belirlenmiş ve ortalamaları ile birlikte Çizelge 3.1’ de verilmiştir.

Çizelge 3.1: Çalışma alanlarındaki farklı derinlik kademelerinden (0-30 cm, 30-60 cm ve 60-100cm) alınan toprakların bazı özellikleri.

Meşcere Tipi	Toprak Derinlik Kademesi (cm)	TOM (%)	pH	EC (dSm ⁻¹)	HA (g cm ⁻³)	P (%)	Kil (%)	Toz (%)	Kum (%)	Toprak türü
Dşc3	0-30	12,0	6,89	0,75	1,11	58	30	10	59	KuK
	30-60	4,45	7,00	0,98	1,31	51	22	6	72	KuKB
	60-100	3,23	7,50	0,96	1,67	56	22	10	68	KuKB
	Ortalama	6,56	7,13	0,90	1,36	55	25	9	66	KuKB
Dşd3	0-30	13,3	6,96	0,01	1,02	49	13	9	78	KuB
	30-60	3,39	7,72	0,15	1,26	46	16	5	79	KuB
	60-100	2,67	7,20	0,12	1,45	43	10	20	70	KuB
	Ortalama	6,45	7,29	0,09	1,24	46	13	11	76	KuB
Dşe3	0-30	16,2	6,22	0,14	1,23	47	21	22	57	KB
	30-60	5,75	7,05	0,17	1,66	44	24	20	56	KB
	60-100	4,65	7,55	0,34	1,75	42	25	16	59	KB
	Ortalama	8,87	6,94	0,22	1,55	44	23	19	57	KB
Kzc3	0-30	10,6	6,23	0,62	1,19	55	13	11	76	KuB
	30-60	3,86	7,53	0,88	1,34	46	23	9	68	KuKB
	60-100	3,23	7,70	0,94	1,43	48	25	11	64	KuKB
	Ortalama	5,90	7,15	0,81	1,32	50	20	10	69	KuKB
Kzd3	0-30	14,06	6,11	0,56	1,23	40	29	7	64	KuK
	30-60	7,50	6,63	0,56	1,60	36	30	5	65	KuK
	60-100	4,87	7,30	0,88	1,66	40	21	10	69	KuK
	Ortalama	8,81	6,68	0,67	1,50	39	27	7	66	KuK

TOM: Toprak organik maddesi, EC: Elektriksel iletkenlik, HA: Hacim ağırlığı, P: Porosite, KuK: kumlu kil, KuKB: kumlu killi balçık, KB: killi balçık, KuB: kumlu balçık,

3.1.1 Toprak organik maddesi

Toprak organik maddesi tüm meşcereler dikkate alınarak incelendiğinde değerler % 6 ile %9 arasında değişmektedir. En fazla toprak organik maddesi Dşe3 meşceresinde % 8,87 ortalama ile bulunurken en yüksek değer (% 16,2) aynı meşcerenin 0-30 cm derinliğinde görülmektedir. Dişbudak türündeki diğer Dşc3 ve Dşd3 meşcerelerinde değerler sırasıyla %6,56 ve %6,45 ile birbirine yakın bulunmuştur. Kızılağaç türündeki Kzc3 meşceresi %5,90 TOM ile en düşük değeri göstermiş iken Kzd3 meşceresi ise %8,81 ile en yüksek ikinci TOM değerine sahiptir (Çizelge 3.1).

Her iki tür için de çalışmanın gerçekleştirildiği meşcerelerin toprak derinlik kademesi arttıkça TOM değerlerinde azalma olduğu görülmüştür (Çizelge 3.1).

3.1.2 Toprak pH değeri

Çalışma alanında gerçekleştirilen örneklemeler sonucu elde edilen veriler incelendiğinde toprak pH değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu gözlemlenmiştir. En düşük ortalama pH değeri 6,68 ile Kzd3 meşceresinde görülürken en yüksek pH ortalaması ise Dşd3 meşceresinde 7,29 pH değeri ile gözlemlenmiştir. Diğer çalışma bölgelerindeki değerler bu iki değer arasındadır (Çizelge 3.1).

Çalışmanın gerçekleştirildiği tüm meşcereler incelenmiş toprak derinliği arttıkça genellikle pH değerinin de arttığı gözlemlenmiştir (Çizelge 3.1).

3.1.3 Elektriksel iletkenlik

Elektriksel iletkenlik değerlerinde her bir tür ve her bir derinlik kademesinde farklı değerler gözlemlenirken. Bu değerler 0,09 ile 0,90 arasındadır. En düşük değeri Dşd3 meşceresi gösterirken en yüksekini ise Dşc3 meşceresi göstermiştir (Çizelge 3.1).

Toprak derinliği arttıkça elektriksel iletkenlik değerinde de genellikle artış gerçekleştiği gözlemlenmiştir (Çizelge 3.1).

3.1.4 Hacim ağırlığı

Ortalama hacim ağırlığı değerleri 1,55 g/cm³ ve 1,24 g/cm³ arasındadır. En yüksek değer Dşe3 meşcerelerinde gözükürken en düşük değer ise Dşd3 meşcerelerinde görülmektedir.

Toprak derinliği ile hacim ağırlığı arasında bir ilişki gözlemlenmemiştir (Çizelge 3.1).

3.1.5 Yüzde boşluk yüzeyi

Çalışmanın gerçekleştirildiği alanların topraklarında yüzde boşluk yüzeyi değerleri % 39- 55 arasındadır. En yüksek değer Dşc3 (%55) meşcerelerinde görülürken en düşük değer ise Kzd3 (%39) meşcerelerinde görülmüştür (Çizelge 3.1).

3.1.6 Toprak tekstürü

Çalışmanın gerçekleştirildiği alanın toprak örneklerine tekstür analizi yapılmış bunun sonucunda kil, toz, kum oranları belirlenmiştir. En yüksek kum oranı Dşd3 (%76) meşcerelerinde görülürken en düşük kum oranı ise Dşe3 (%57) meşcerelerinde görülmüştür. En yüksek toz oranı Dşe3 (%19) meşcerelerinde görülmüş en düşük toz oranının %7 ile Kzd3 meşcereleri olduğu görülmüştür. Kil oranları incelendiğinde en yüksek değer %27 ile Kzd3 meşcerelerinde olduğu görülmüştür en düşük oran ise Dşd3 (%13) meşcerelerindedir (Çizelge 3.1).

Her çağ sınıfının bulunduğu alanların toprak türleri belirlenmiştir. Bu bağlamda 3 çağ sınıfı bulunan dişbudak meşcerelerinden Dşc3 meşcerelerinin toprak türü kumlu killi balçık Dşd3 meşcerelerinde kumlu balçık olarak bulunmuşken Dşe3 meşcerelerinin toprak türü ise killi balçıktır. Kızılağaç türündeki çağ sınıflarına göre toprak türü incelendiğinde Kzc3 meşcerelerinin kumlu killi balçık türünde toprağa sahip olduğu görülürken Kzd3 meşcerelerinde kumlu kil toprak türüne sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.1).

3.1.7 Ölü Örtü Miktarına Ait Bulgular

Her bir çağ sınıfından alınmış deneme alanlarından yapılmış ölü örtü örnekleme (50 cm × 50 cm) sonrası belirlenen kuru ağırlıkları üzerinden hektardaki ölü örtü miktarı ton olarak hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda kızılağaç meşcerelerinde dişbudak meşcerelerine göre daha yüksek değerler bulunmuştur. Kzd3 meşceresi 2,01 t/ha ile en yüksek değere sahipken Kzc3 meşceresinde 1,79 t/ha ölü örtü miktarı

belirlenmiştir. Dişbudak meşcereleri içerisindeki en yüksek değer Dşc3 meşceresinde 1,41 t/ha olarak bulunmuştur. Dşd3 meşceresi 1,22 t/ha ölü örtüye sahipken Dşe3 meşceresinin 0,85 t/ha ile en düşük ölü örtü miktarına sahip olduğu belirlenmiştir.

3.2 Tek Ağacın Kök Kütlesine Ait Bulgular

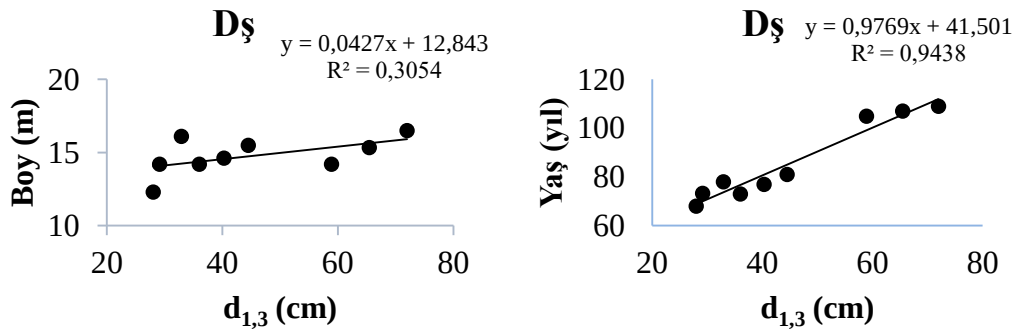
3.2.1 Örnek ağaçların genel özellikleri

Yapılan çalışmada dişbudak ve kızılâğaç türlerinin kök miktarının belirlenmesi amacıyla toplamda 14 ağaç kesilmiştir. Kesilen örnek ağaçların bulunduğu meşcere tiplerinin özellikleri Çizelge 3.2’de verilmiştir. Bu çizelgede meşcerelerin ortalama çap, boy, yaş ve ortalama hacim değerleriyle birlikte maksimum ve minimum değerleri de verilmiştir. Örnek ağaçların göğüs çapları ($d_{1,3}$) 28 cm ile 72 cm arasında değişmektedir. Boy değerleri 12,3 m ve 23,4 m arasında değişkenlik göstermiştir. Örnek ağaçların yaşları ise 42 ve 109 arasında yer almıştır. Hacim değerleri ise 0,3 cm^3 ve 2,79 cm^3 arasında değişmektedir. Tüm değerler meşcerelere göre sınıflandırıldığında en düşük çap ortalaması 29,13 cm ile Dşc3 meşceresinde görülmüştür en yüksek değer ise 40,3 cm ile Dşe3 meşceresinde görülmüştür. Boy ortalamaları incelendiğinde Dşc3 meşceresinde 14,2 m ile en az değer görülürken Kzd3 meşceresi 22,97 m boy ortalamasıyla en yüksek ağaçlara sahip olan meşceredir. En genç ağaçlara Kzc3 meşceresi sahipken en yaşlı ağaçlar Dşe3 meşcerelerinde görülmektedir.

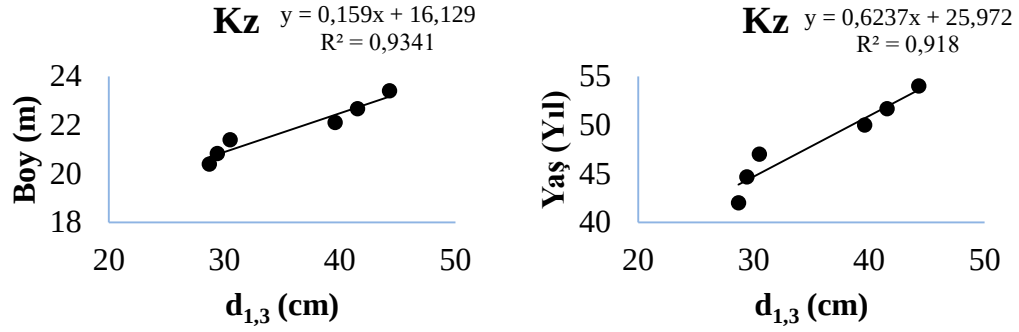
Çizelge 3.2: Meşcere tiplerine göre örnek ağaçların ortalama çap, boy, yaş ve hacim değerleri. (n=3), Dşe3 için n=2.

Meşcere Tipi	Çap (cm) Ort. ± S.S. (Min.-Mak.)	Boy (m) Ort.±S.S. (Min.-Mak.)	Yaş (Yıl) Ort.±S.S. (Min.-Mak.)	Hacim (m ³ /ağaç) Ort.±S.S. (Min.-Mak.)
Dşe3	29,13 ± 3,35 (28,0- 32,9)	14,2 ± 1,90 (12,3-16,1)	73 ± 5,03 (68-78)	0,62 ± 0,29 (0,30-0,85)
Dşd3	40,30 ± 4,25 (36-44,5)	14,6±0,75 (14,2-15,5)	77 ± 4,00 (73-81)	1,05 ± 0,20 (0,84-1,24)
Dşe3	65,45 ± 9,27 (58,9-72)	15,4 ± 1,20 (14,2-16,5)	107 ± 2,83 (105-109)	2,37 ± 0,59 (1,95-2,79)
Kzc3	29,4 ± 0,96 (28,7-30,5)	20,8 ± 0,51 (20,4-21,4)	45 ± 2,52 (42-47)	0,50 ± 0,01 (0,47-0,51)
Kzd3	41,53 ± 0,67 (39,6-44,3)	22,7 ± 0,67 (22,1-23,4)	52 ± 2,08 (50-54)	1,05 ± 0,12 (0,92-1,17)

Ağaçların göğüs çapı değerleri arttıkça boyları da her iki meşcerede de artmaktadır aynı şekilde göğüs çapları arttıkça yaşları da artmaktadır ancak farklı türler için çap değerleri aynı olsa bile farklı yaş ve boy değerlerinin olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2).



Şekil 3.1: Dişbudak türünde göğüs çapının boy ve yaş ile ilişkisi



Şekil 3.2: Kızılağaç türünde göğüs çapının boy ve yaş ile ilişkisi

3.2.2 Kök sınıflarının kütlesine ait bulgular

Örnek ağaçların meşcere tipine göre kök sınıflarındaki (<1 cm, 1-4 cm, >4 cm, kök kütüğü ve toplam kök) kütle miktarı değişimleri Çizelge 3.3 ile gösterilmiştir. Tüm meşcereler incelendiğinde 1 cm’ den küçük çapa sahip kökler 1,9 kg/ağaç ve 13,40 kg/ağaç; 1 ve 4 cm arasında olanlar 11,78 kg/ağaç ve 38,58 kg/ağaç; 4 cm’ den daha büyük olan kökler 31,6 kg/ağaç ve 134,40 kg/ağaç arasında değişkenlik göstermiştir. Kök kütüğünün kütlesi incelendiğinde ise bu değerler 70 kg/ağaç ile 800 kg/ağaç arasında değişmektedir. Toplam kök kütlelerinde ise değerler 156,9 kg/ağaç ve 903,52 kg/ağaç arasındadır. Kök sınıflarında öyle olmasa da toplam kök kütlesinde çağ sınıfında sırasıyla c, d ve e çağlarına geçildikçe toplam kök kütlesi miktarı artış göstermiştir (Çizelge 3.3).

Kök çap sınıfları kütlesinin ağaç türü ve meşcere tiplerine göre değişimine ait varyans analizi yapılmıştır. Çizelge 3.4’ te gösterilen bu analiz sonuçlarına göre çapı 1 cm’den küçük kökler, kök kütüğü ve toplam kök miktarı ($p < 0,001$) ile çapı 4 cm’den büyük ($p < 0,05$) köklerin kütleleri ağaç türüne ve meşcere tiplerine göre istatistiksel olarak farklılık göstermektedirler. Bununla birlikte çapı 1-4 cm arasında olan köklerde ise ağaç türü ve meşcere tipine göre farklılık görülmemiştir ($p > 0,05$).

Farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunun tespiti için Duncan testi uygulanmıştır (Çizelge 3.3). Kök kütlelerinde çapı 1 cm’den küçük olan köklerde Dşd3 (11,11 kg) meşcereleri en fazla kökü bulundururken, en az kök kütlesi Kzc3 (2,30 kg) meşcerelerinde bulundurmaktadır. 1-4 cm arasında çapa sahip köklerde en fazla kök Dşd3 (27,47 kg) meşcerelerinde bulunurken en az kök ise Dşe3 (15,25 kg) meşcerelerinde görülmektedir. Kök sınıflarından çapı 4 cm’den fazla olanlara

gelindiğinde ise Dşc3 (110,71 kg) meşcereleri en fazla kök kütlesine sahipken en az kök kütlesi Kzc3 (58,80 kg) meşcerelerinde görülmüştür. Kök kütüğü incelendiğinde en yüksek değer Dşe3 (775,00 kg) meşcerelerinde görülürken en düşük değer Kzc3 (110,67 kg) meşcerelerinde görülmüştür. Toplam kök kütlesi incelendiği takdirde en fazla kök kütlesi Dşe3 (865,29 kg) meşcerelerinde görülürken en az kökün ise Kzc3 (189,10 kg) meşcerelerinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 3.3: Meşcere tiplerine göre örnek ağaçlara ait kök sınıflarının kütlesi (kg/ağaç) (n=3), Dşe3 için n=2.

Meşcere Tipi	Kök Ort.±SS (Min-Mak)			Kök kütüğü	Toplam
	Ø<1 cm	Ø 1-4 cm	Ø >4 cm		
Dşc3	10,03 ^c ± 2,08 (7,62-11,28)	21,25 ^{ab} ± 2,47 (18,82-23,76)	110,71 ^b ± 36,21 (69,02-134,40)	516,67 ^b ± 28,86 (500,00-550,00)	658,65 ^b ± 9,53 (651,36-669,44)
Dşd3	11,11 ^c ± 2,19 (9,02-13,40)	27,47 ^b ± 10,30 (18,24-38,58)	109,69 ^b ± 18,13 (89,68-125,04)	591,67 ^c ± 38,18 (550,00-625,00)	739,93 ^c ± 46,09 (702,30-791,34)
Dşe3	5,84 ^b ± 2,94 (3,76-7,92)	15,25 ^a ± 4,90 (11,78-18,72)	69,20 ^{ab} ± 10,86 (61,52-76,88)	775,00 ^d ± 35,35 (750,00-800,00)	865,29 ^d ± 54,06 (827,06-903,52)
Kzc3	2,30 ^a ± 0,45 (1,90-2,80)	24,67 ^{ab} ± 3,51 (21,00-28,00)	58,80 ^a ± 10,92 (51,10-71,30)	103,33 ^a ± 25,16 (80,00-130,00)	189,10 ^a ± 38,74 (156,90-232,10)
Kzd3	2,73 ^a ± 0,47 (2,20-3,10)	17,23 ^{ab} ± 5,15 (11,40-21,20)	59,47 ^a ± 24,53 (31,60-77,8)	110,67 ^a ± 35,23 (70,00-132,00)	190,10 ^a ± 65,19 (115,20-234,10)

Sütunlardaki aynı harfler aralarında fark olmayan grupları göstermektedir.

Çizelge 3.4: Kök çap sınıfları kütlelerinin ağaç türü ve meşcere tiplerine göre değişimine ait varyans analizi sonuçları.

Kök çap sınıfları	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi <i>p</i>
Ø <1 cm	Gruplar Arası	197,620	4	49,405	17,728	0,000
	Gruplar İçi	27,869	10	2,787		
	Toplam	225,489	14			
Ø 1-4 cm	Gruplar Arası	307,273	4	76,818	2,353	0,124
	Gruplar İçi	326,405	10	32,641		
	Toplam	633,678	14			
Ø >4 cm	Gruplar Arası	8399,743	4	2099,936	4,338	0,027
	Gruplar İçi	4840,835	10	484,084		
	Toplam	13240,58	14			
Kök Kütüğü	Gruplar Arası	1082407	4	270601,8	282,387	0,000
	Gruplar İçi	9582,667	10	958,267		
	Toplam	1091990	14			
Toplam Kök Miktarı	Gruplar Arası	1214330	4	303582,4	160,993	0,000
	Gruplar İçi	18856,87	10	1885,687		
	Toplam	1233187	14			

Kök sınıflarının toplam kök kütlelerine oranları hesaplanmış ve bunlar Çizelge 3.5’de verilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonrası görülmüştür ki çapı 1 cm’ den küçük olan köklerde bu oran %0,45 ile %1,91arasındadır. Çapı 1 ve 4 cm arasında olan kökler incelendiğinde ise en düşük kök oranı % 1,42 iken en yüksek kök oranı ise % 14,02 olarak belirlenmiştir. Çapı 4 cm ’nin üzerinde olan kökler incelendiğinde bu oranın % 7,44 ile % 31,26 arasında olduğu görülmektedir. Kök kütüğünün toplam kök kütlelerine

oranı incelendiğinde ise % 50,99 ile % 89,61 arasında değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir.

Kök çap sınıflarının toplam kök kütlesine oranının ağaç türü ve meşcere tipine göre değişimine ait varyans analizi Çizelge 3.6’da gösterilmiştir. Yapılmış olan analize göre çapı 1 cm’den ince ($p<0,01$) ve diğer 3 kök sınıfında ($p<0,001$) da ağaç türüne ve meşcere tiplerine göre istatistiksel olarak farklılık görülmektedir.

Farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunun tespiti için Duncan testi uygulanmıştır (Çizelge 3.5). Çapı 1 cm’den ince kökler incelendiğinde en düşük oran Dşe3 (% 0,67) meşcerelerinde görülürken en yüksek oran Dşc3 meşcerelerinde görülmektedir. Çapı 1-4 cm arasında olan kökler incelendiğinde en düşük oran Dşe3 (%1,75) iken en yüksek oran Kzc3 (%13,16) meşcerelerinde görülmektedir. Çapı 4 cm’den kalın olan kökler incelendiğinde en düşük oran Dşe3 (% 7,97) meşcerelerinde görülürken en yüksek oran Kzc3 (%31,26) meşcerelerinde görülmüştür. Kök kütüğü tüm meşcerelerce incelendiğinde en düşük oran Kzc3 (% 54,36) meşcerelerinde görülürken en yüksek oran ise Dşe3 (%89,61) meşcerelerinde görülmüştür.

Çizelge 3.5: Kök sınıflarının kütlesinin toplam kök kütlesine oranları (%),(n=3), Dşe3 için n=2.

Meşcere tipi	Kök Ort.±SS (Min-Mak)			Kök kütüğü
	Ø <1 cm	Ø 1-4 cm	Ø >4 cm	
Dşc3	1,52 ^b ± 0,31 (1,16-1,72)	3,22 ^b ± 0,34 (2,87-3,55)	16,77 ^b ± 5,35 (10,60-20,08)	78,49 ^b ± 5,22 (74,69-84,44)
Dşd3	1,49 ^b ± 0,20 (1,28-1,69)	3,66 ^b ± 1,15 (2,60-4,87)	14,87 ^b ± 2,75 (12,35-17,80)	79,98 ^b ± 2,32 (78,31-82,63)
Dşe3	0,67 ^a ± 0,30 (0,45-0,88)	1,75 ^a ± 0,46 (1,42-2,07)	7,97 ^a ± 0,76 (7,44-8,51)	89,61 ^c ± 1,51 (88,54-90,68)
Kzc3	1,22 ^b ± 0,01 (1,21-1,23)	13,16 ^d ± 0,10 (12,06-14,02)	31,26 ^c ± 2,92 (28,66-34,42)	54,36 ^a ± 2,92 (50,99-56,08)
Kzd3	1,51 ^b ± 0,34 (1,31-1,91)	9,20 ^c ± 0,64 (8,64-9,90)	30,63 ^c ± 2,95 (27,43-33,23)	58,66 ^a ± 2,19 (56,39-60,76)

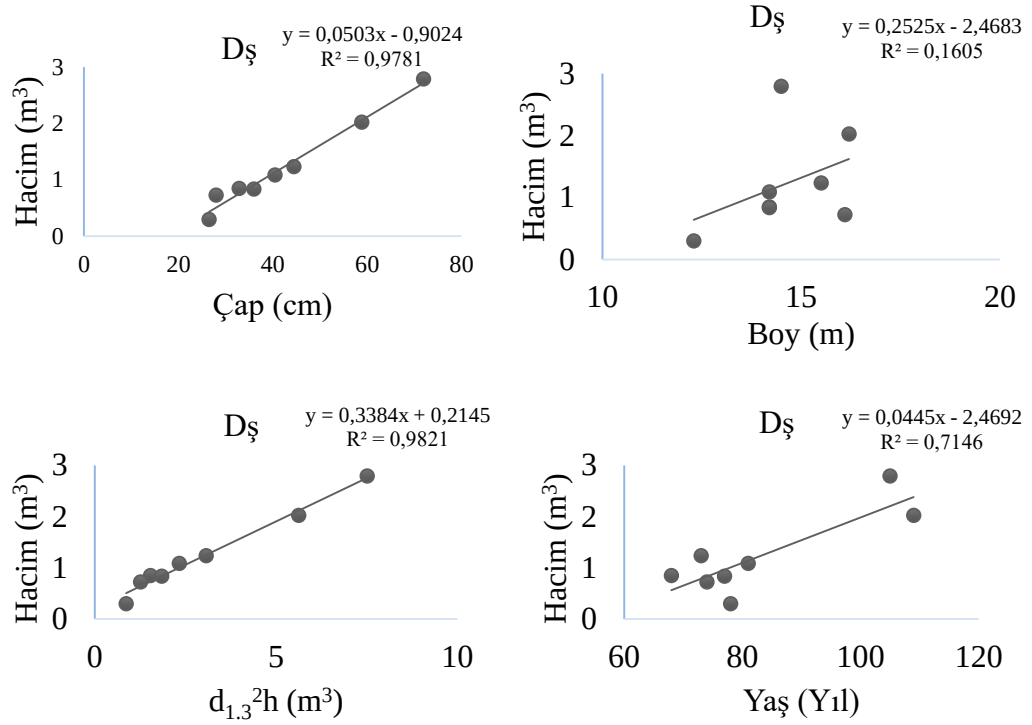
Sütunlardaki aynı harfler aralarında fark olmayan grupları göstermektedir.

Çizelge 3.6: Kök sınıflarının kütlesinin toplam kök kütlesine oranlarının ağaç türü ve meşcere tiplerine göre değişimine ait varyans analizi sonuçları.

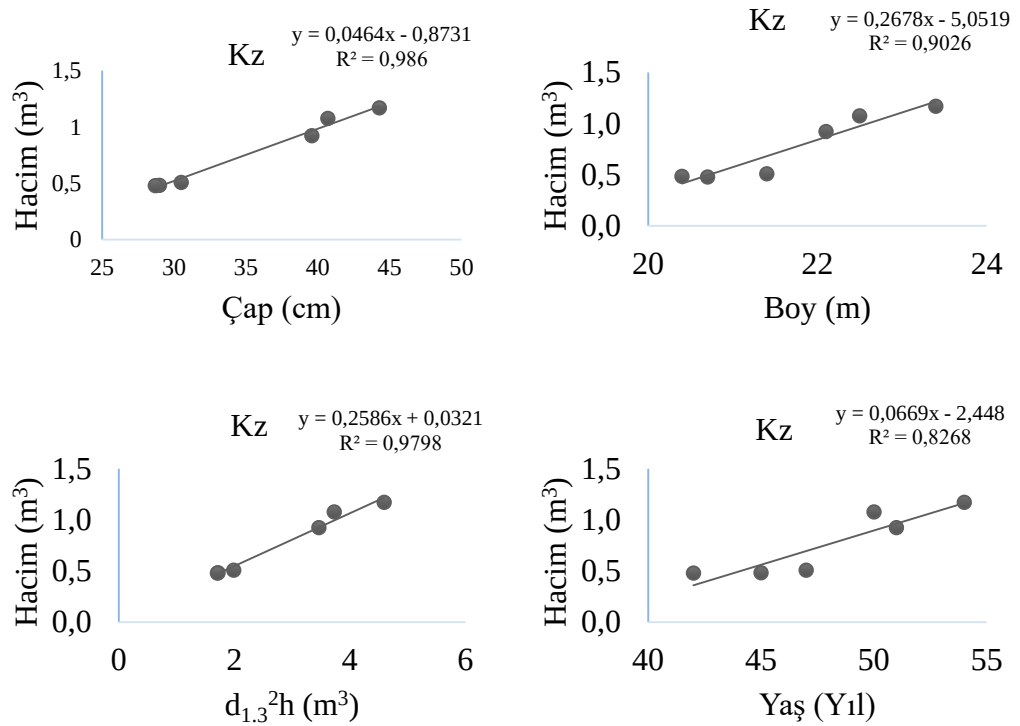
Kök çap sınıfları	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi <i>p</i>
<1 cm	Gruplar Arası	1,619	4	0,405	6,747	0,007
	Gruplar İçi	0,600	10	0,060		
	Toplam	2,219	14			
1-4 cm	Gruplar Arası	277,457	4	69,364	118,120	0,000
	Gruplar İçi	5,872	10	0,587		
	Toplam	283,329	14			
>4 cm	Gruplar Arası	1262,460	4	315,615	29,386	0,000
	Gruplar İçi	107,404	10	10,740		
	Toplam	1369,864	14			
Kök Kütüğü	Gruplar Arası	2714,170	4	678,542	71,951	0,000
	Gruplar İçi	94,307	10	9,431		
	Toplam	2808,477	14			

3.2.3 Hacim ile çap, yaş, boy ve d^2h ilişkisine ait bulgular

Kabuklu gövde hacmi (V) ile ağaçlarda ölçülen çap ($d_{1,3}$), $(d_{1,3})^2h$, boy ve yaş indeksi arasındaki ilişkiler dışbudak türü için Şekil 3.3 ve kızılğaç için Şekil 3.4’ de gösterilmiştir. Yukarıda bahsi geçen tüm indeksler artış gösterdiğinde hacim de artış göstermektedir. Her iki türde de çap ($d_{1,3}$) ve $(d_{1,3})^2h$ indekslerinin kabuklu gövde hacmi ile ilişkisi yaş ve boy indeksleri ile kıyaslandığında daha kuvvetli bir ilişkide oldukları görülmüştür. Kabuklu gövde hacmi en zayıf ilişkiyi dışbudak türünde boy indeksinde gösterirken kızılğaç türünde ise yaş indeksi ile göstermiştir.



Şekil 3.3: Dişbudak türünde kabuklu gövde hacmi ile çap ($d_{1,3}$), boy, yaş ve $d_{1,3}^2h$ indeksleri arasındaki ilişkiler.

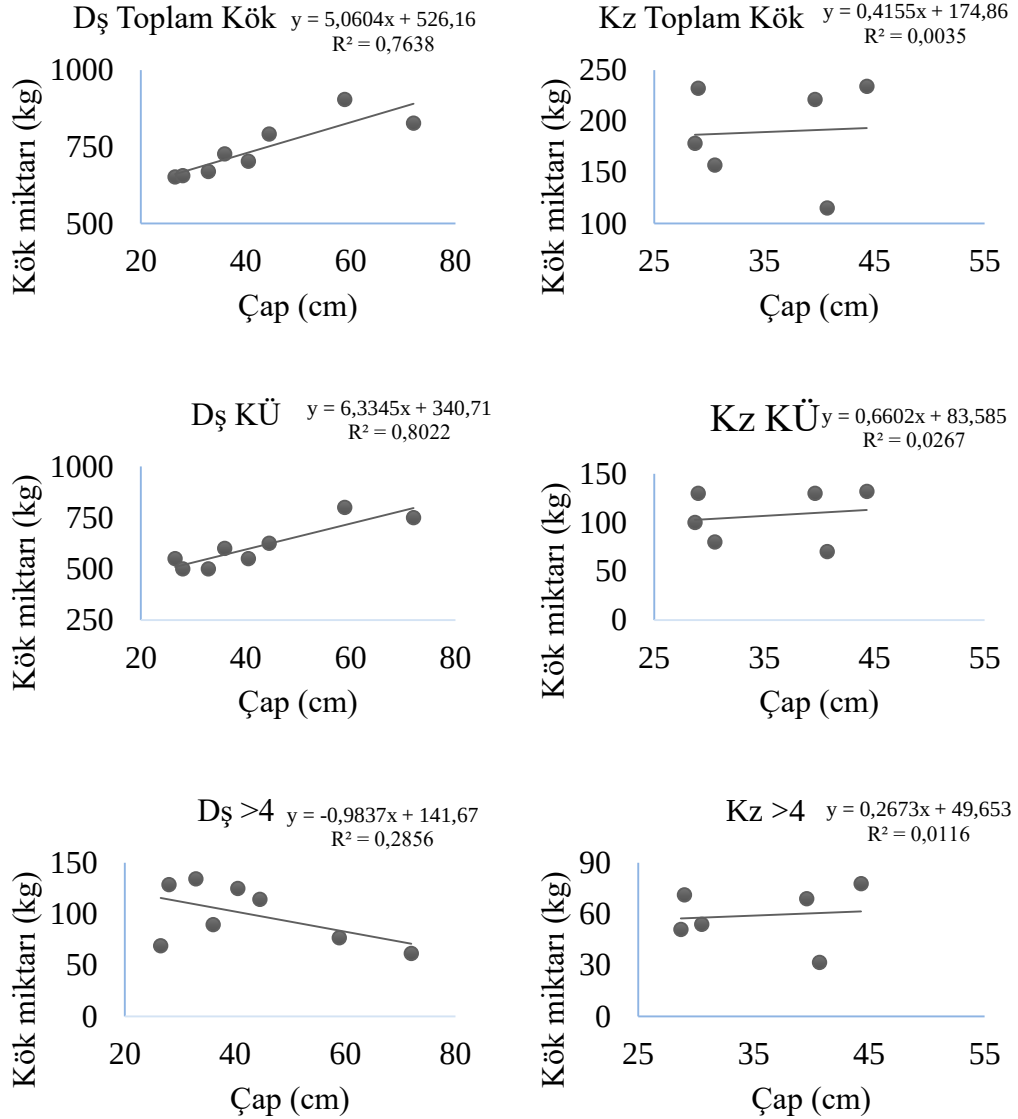


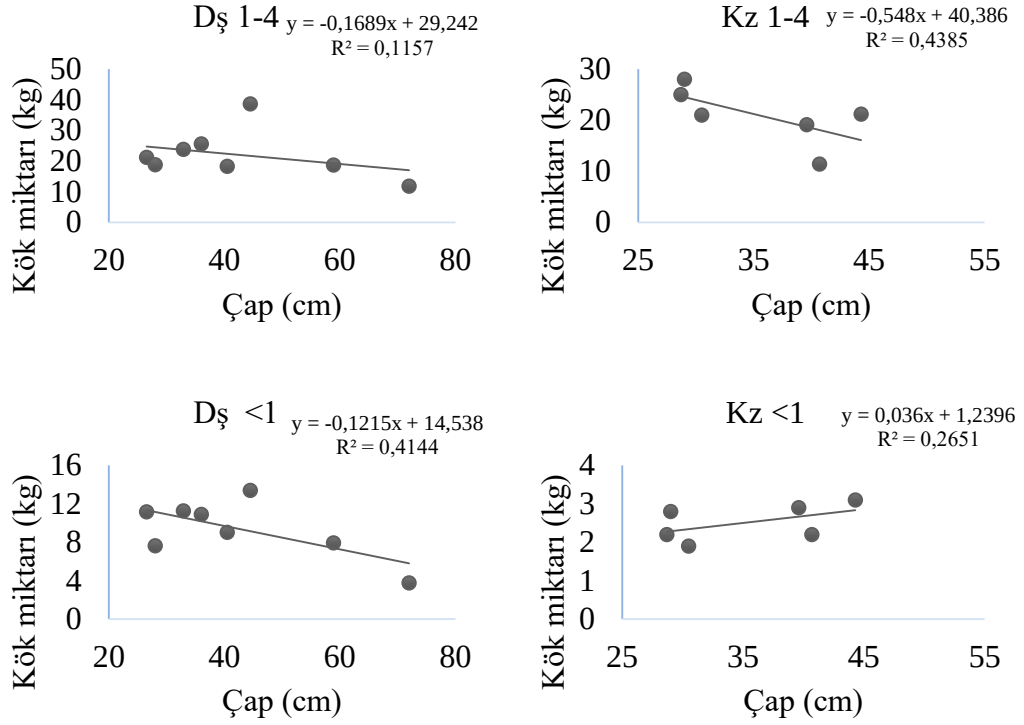
Şekil 3.4: Kızılağaç türünde kabuklu gövde hacmi ile çap ($d_{1,3}$), boy, yaş ve $d_{1,3}^2h$ indeksleri arasındaki ilişkiler.

3.2.4 Kök sınıflarının kütlesi ile çap, yaş, boy, hacim ve $d_{1,3}^2h$ ilişkisine ait bulgular

Her bir kök sınıfının kütlesiyle çap ($d_{1,3}$), boy, yaş, hacim ve $d_{1,3}^2h$ indekslerinin ilişkisi Şekil 3.5- 3.9’da gösterilmiştir. Şekiller incelendiğinde görülmektedir ki toplam kök kütlesi ve kök kütüğünün kütlesi ile söz konusu değişkenlerin artmasıyla artış göstermektedir. Bunlar dışında kalan kök sınıflarında değişkenlerle olan ilişkinin yönü farklılık göstermektedir.

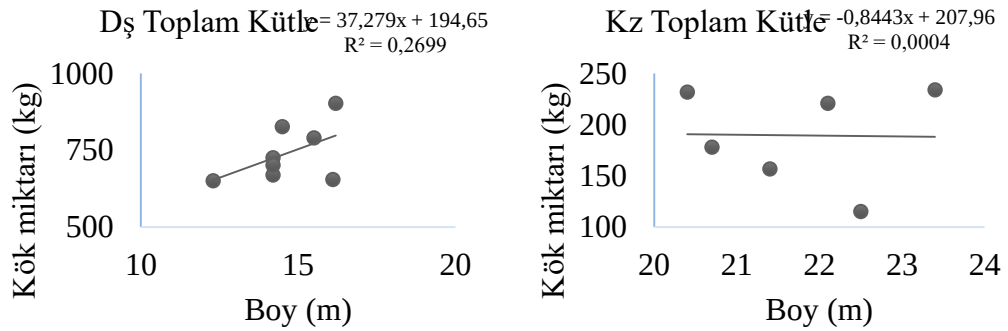
Ağaç çapı ile kök sınıfları arasındaki ilişkiler incelenmiş dişbudak türündeki toplam kök kütlesi ile kök kütüğü kütlesi en kuvvetli ilişkiyi gösterdiği gözlemlenmiştir. En zayıf ilişki ise kızılâğaç türünün toplam kök kütlesi ile bulunmaktadır (Şekil 3.5).

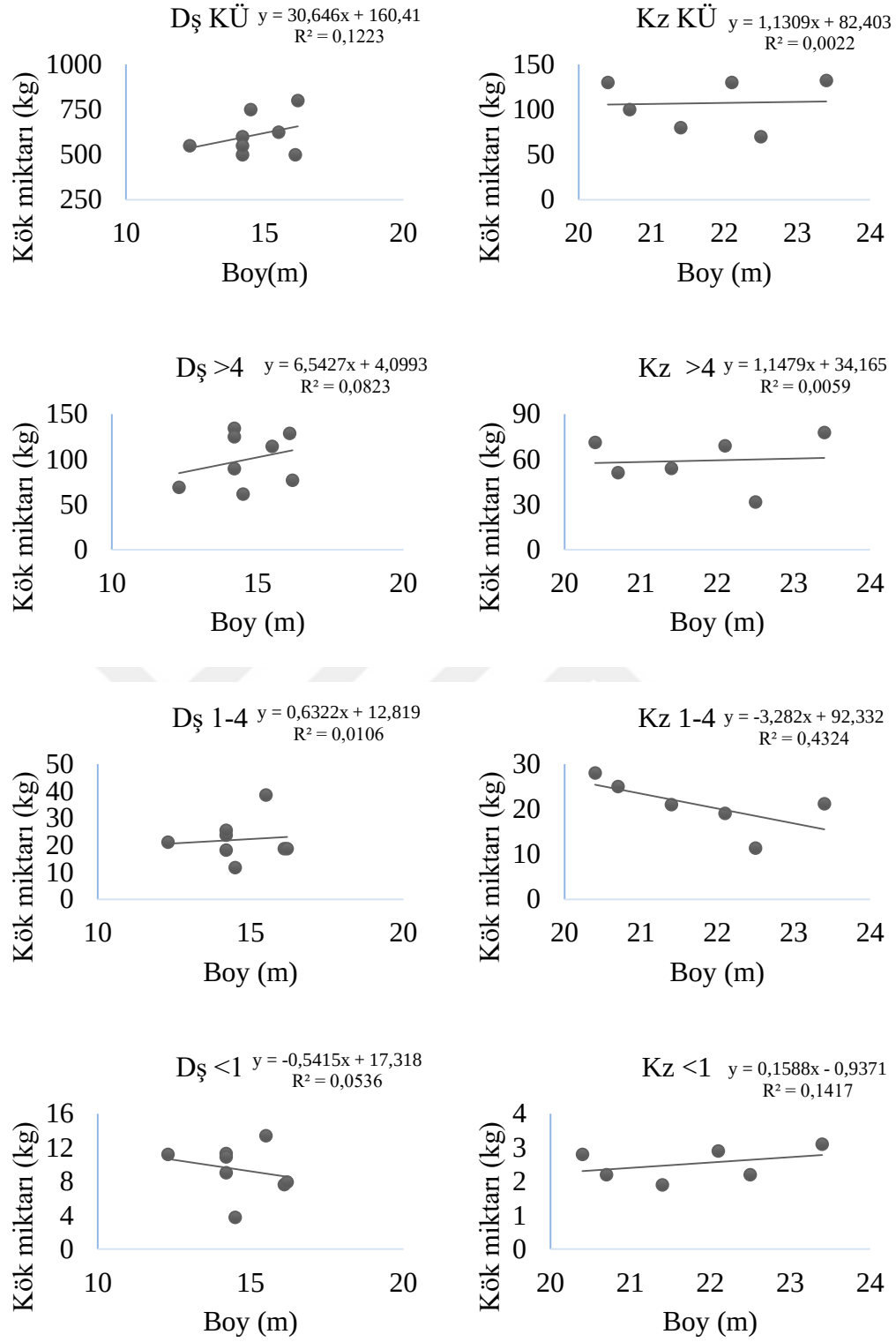




Şekil 3.5: Çap ($d_{1,3}$) ile kök sınıflarının kütlesi arasındaki ilişkiler.

Ağaç boyu ile kök sınıfları arasındaki ilişki çap ile gösterdikleri ilişki kadar kuvvetli değildir. Bununla birlikte kızılâğaç türünde kök çapı 1-4 cm arasında olan kökler diğerlerine göre boy ile daha kuvvetli ilişki göstermiştir (Şekil 3.6).

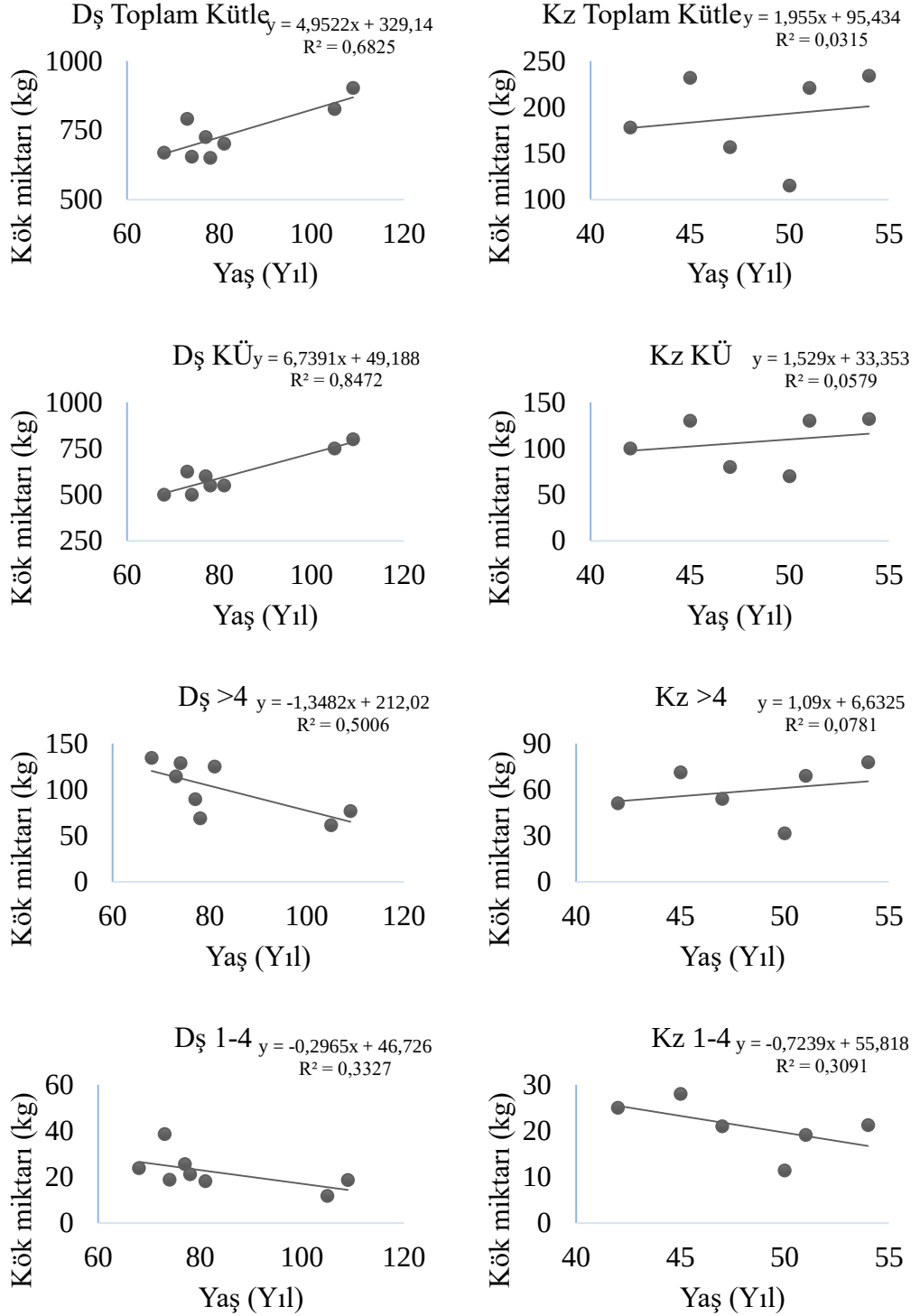


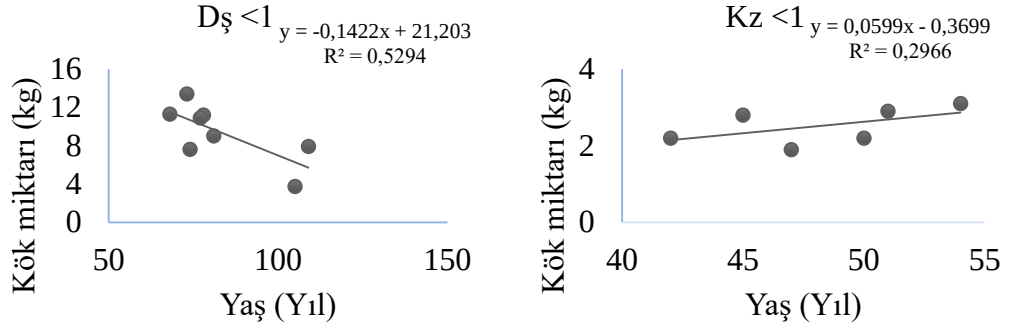


Şekil 3.6: Boy ile kök sınıflarının kütlesi arasındaki ilişkiler.

Yaş ile kök sınıfları kütlesi arasındaki ilişkiler incelendiğinde görülmüştür ki o da çap gibi boydan daha kuvvetli ilişkiler göstermiştir. En kuvvetli ilişki Dişbudak türünün

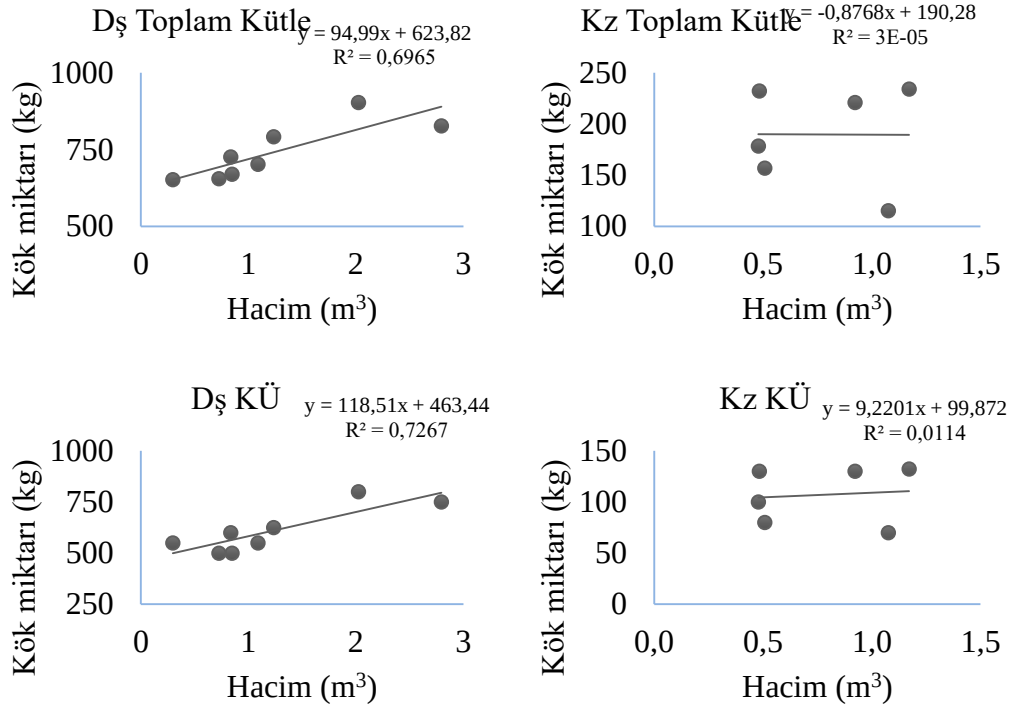
kök kütüğü kütlesi ile görülürken en zayıf ilişkiyi Kızılağaç türünde toplam kök kütlesi, kök kütüğü ve 4 cm'den kalın çapa sahip köklerde göstermiştir. Diğer kök sınıfları da birbirlerine yakın ilişkiler göstermiştir (Şekil 3.7).

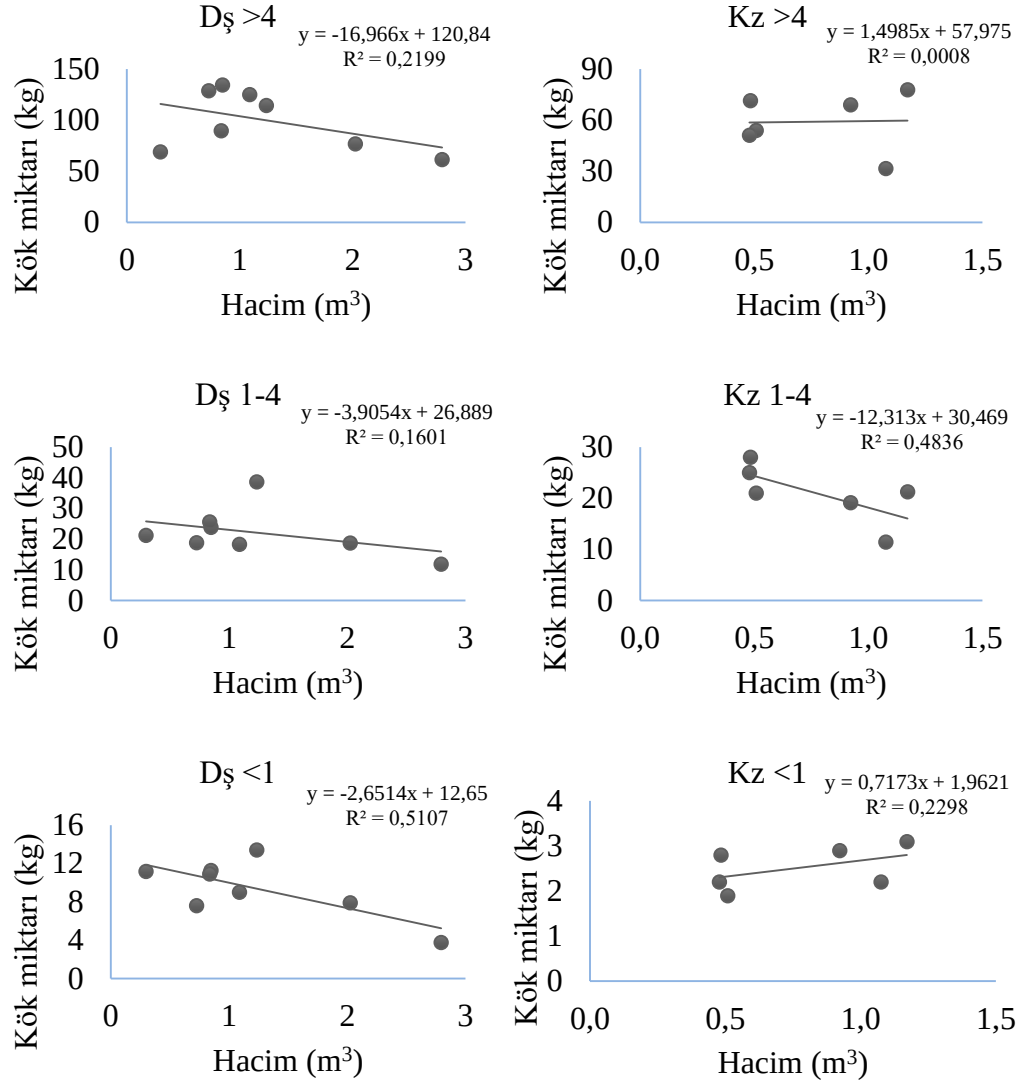




Şekil 3.7: Yaş ile kök sınıflarının kütlesi arasındaki ilişkiler.

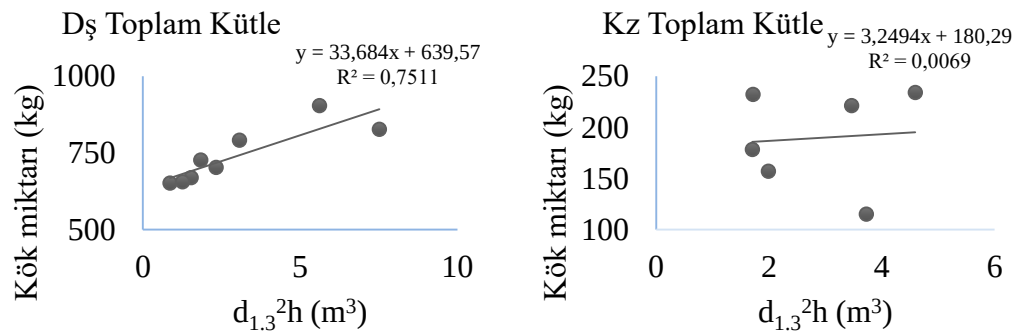
Hacim ile kök sınıfları arasındaki ilişkiler incelendiğinde görülmüştür ki bu ilişkiler çap ve yaş ile gösterdikleri ilişkiden daha zayıftır bu yönüyle boy ile kurduğu ilişkilere benzemektedir. En kuvvetli ilişkiyi dişbudak türünde toplam kök kütlesi ve kök kütüğü ile gösterirken en zayıf ilişki kızılgağaç türünün toplam kök kütlesi ile görülmüştür (Şekil 3.8).

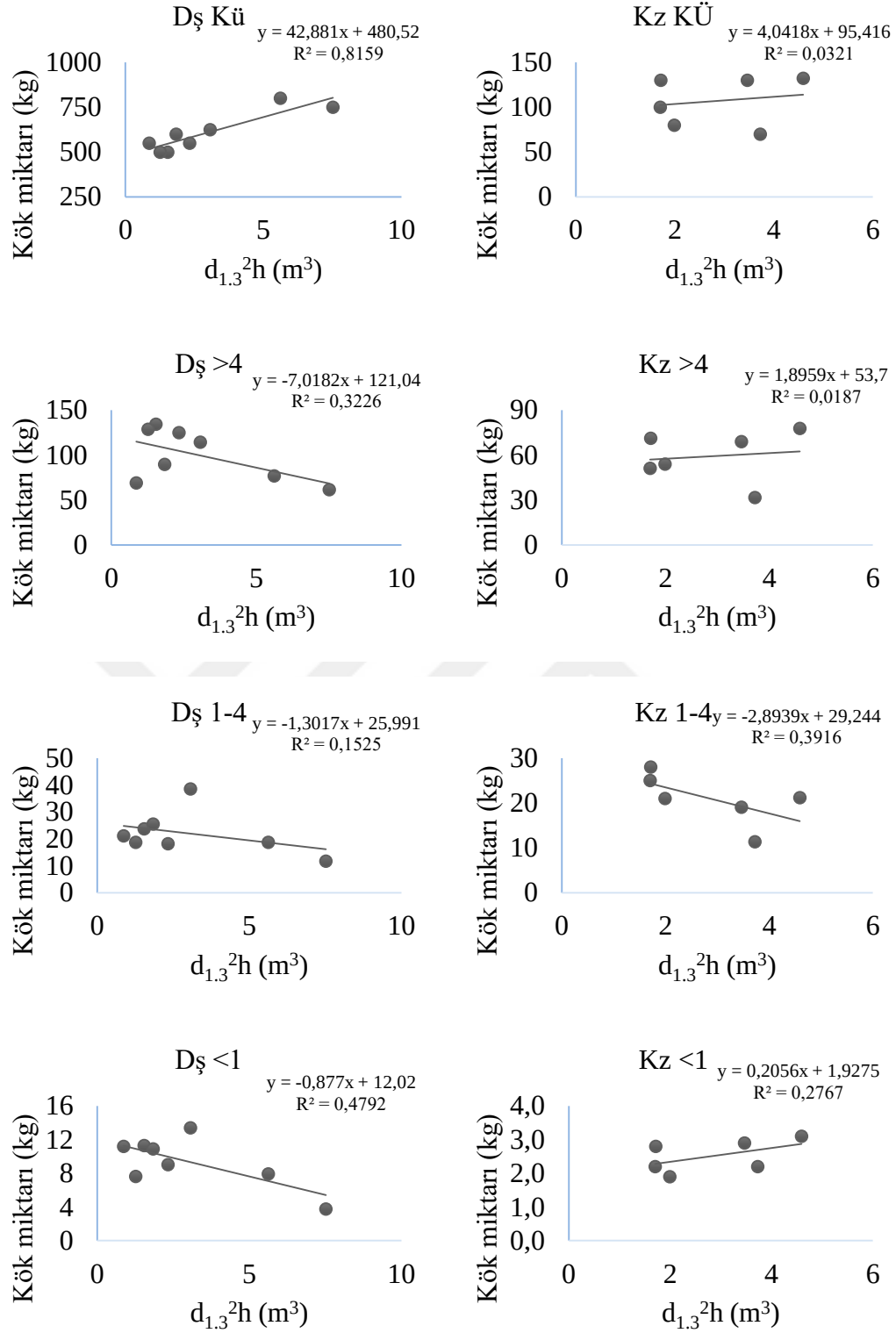




Şekil 3.8: Hacim ile kök sınıflarının kütlesi arasındaki ilişkiler.

Son olarak $d_{1,3}^2h$ değişkeninin kök sınıfları ile olan ilişkisi incelenmiş ve çap ve yaş gibi boy ile hacimden daha kuvvetli ilişkiler kurduğu gözlemlenmiştir. En kuvvetli ilişkiyi dişbudak türünde toplam kök kütlesi ve kök kütüğü ile kurarken en düşük ilişkiyi ise kızılğaç türünde toplam kök kütlesi ile kurmuştur (Şekil 3.9).





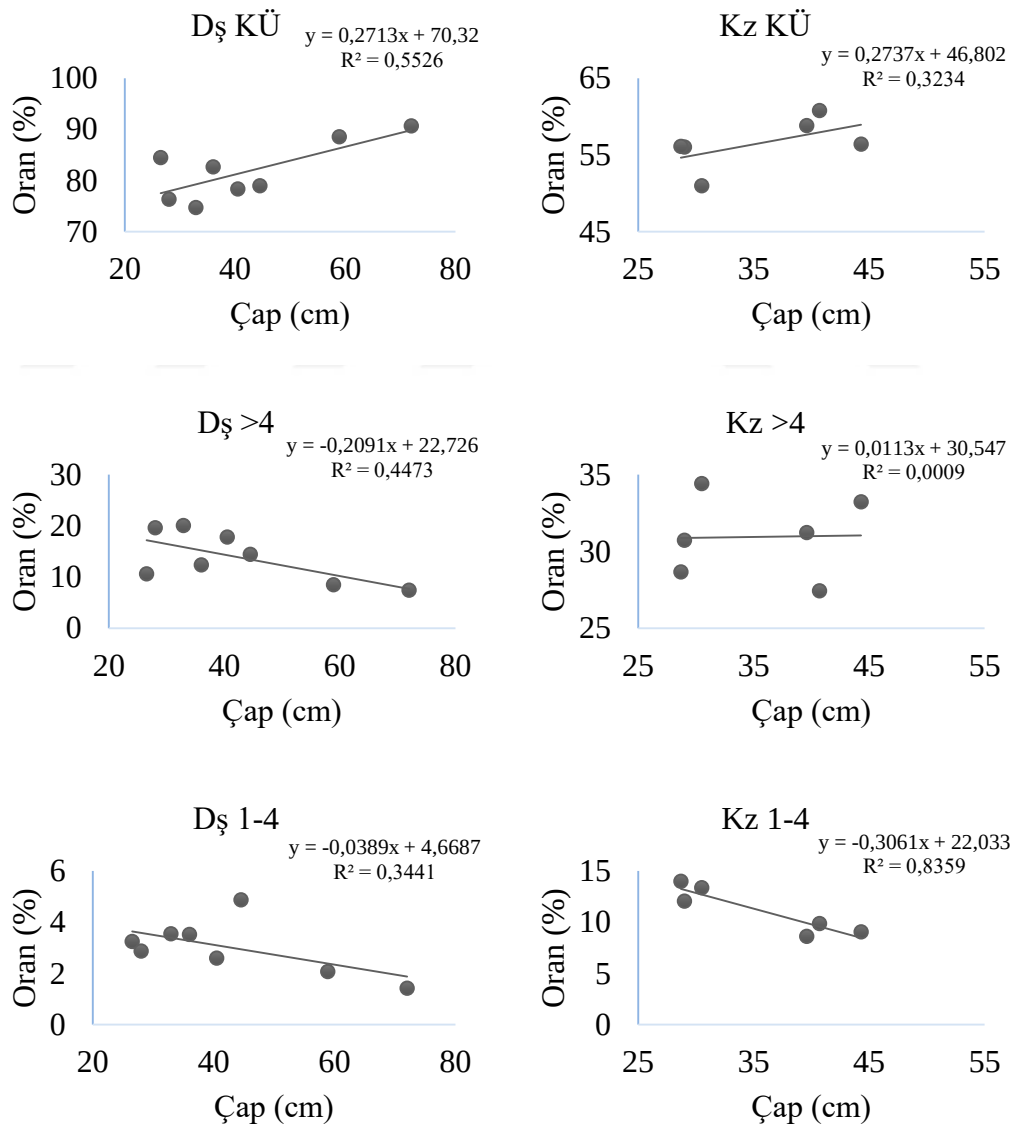
Şekil 3.9: $d_{1,3}^2h$ ile kök sınıflarının kütlesi arasındaki ilişkiler.

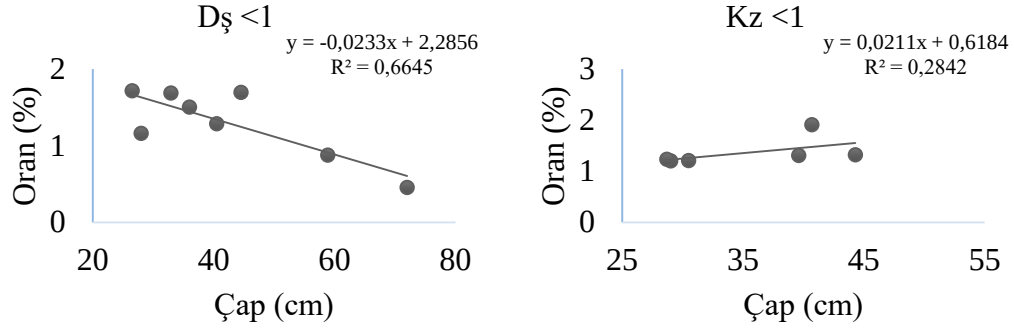
Tüm ilişkiler incelendiğinde her bir kök sınıfı ve tür için kuvvetli ilişkinin görüldüğü bağımsız değişken ve R^2 değerleri farklılık göstermektedir.

3.2.5 Kök sınıflarının oranları ile çap, yaş, boy, hacim ve d^2h ilişkisine ait bulgular

Bu bölümde her bir kök sınıfındaki kütlelerin toplam kök kütlesine bölünmesiyle elde edilen oranların çap, yaş, boy, hacim ve d^2h ile olan ilişkileri incelenmiş ve Şekil 3.10-3.14’de gösterilmiştir. Kök kütlesinde olduğu gibi bu bölümde de kök kütüğü oranı değişkenlerin artmasıyla artış göstermektedir. Diğer kök sınıflarında bu ilişkinin yönü farklılık göstermektedir.

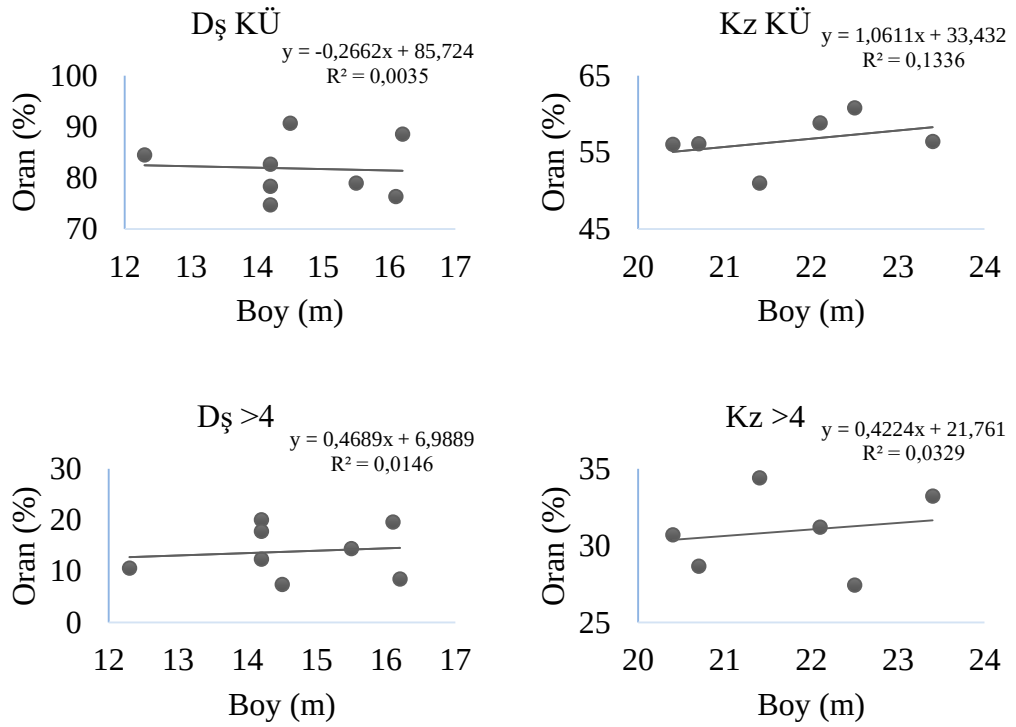
Çap ile kök sınıflarının oranları incelendiğinde en kuvvetli ilişki kızılâğaç türünde 1 ve 4 cm arasında çapa sahip köklerin oranında görülmektedir. En düşük ilişki ise yine kızılâğaç türünde çapı 4 cm’den kalın olan köklerde görülmüştür (Şekil 3.10).

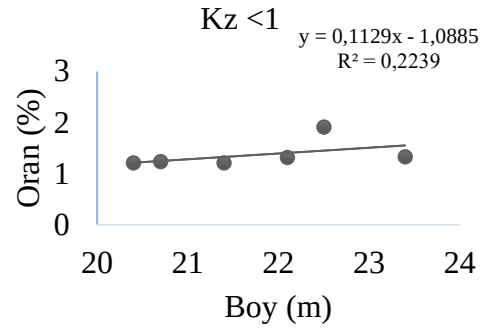
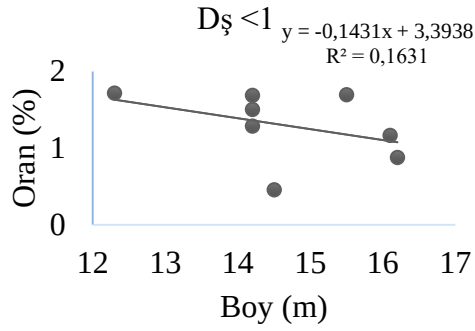
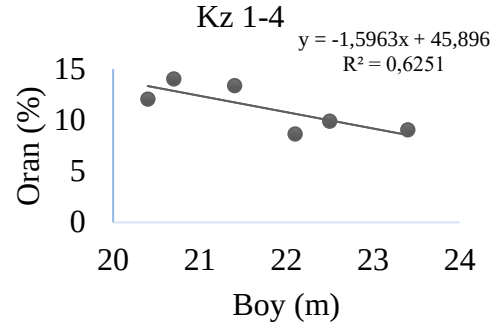
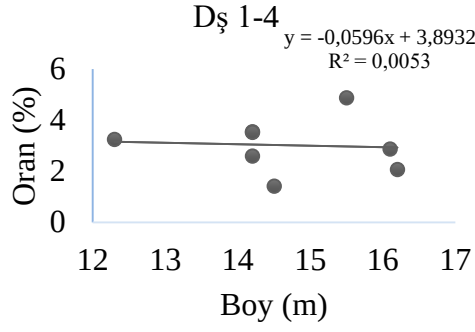




Şekil 3.10: Çap ($d_{1,3}$) ile kök sınıflarının oranları arasındaki ilişkiler.

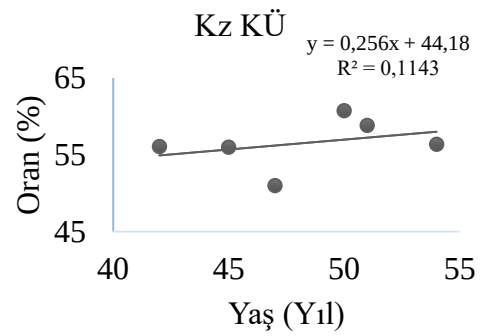
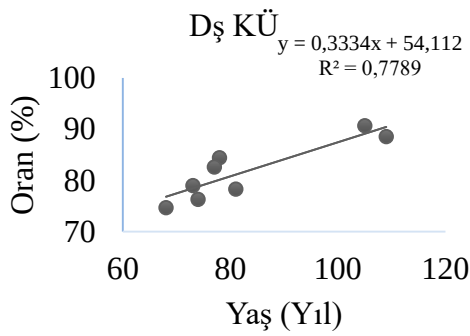
Boy ile kök sınıfları arasındaki ilişkiler de incelenmiş ve bu ilişkilerin çap kadar kuvvetli olmadığı gözlenmiştir. En kuvvetli ilişki kızılğaç türünün 1-4 cm arasında kök çapına sahip sınıfında gözlemlenirken en düşük ilişki ise dişbudak türünün kök kütüğü oranı ile olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.11).

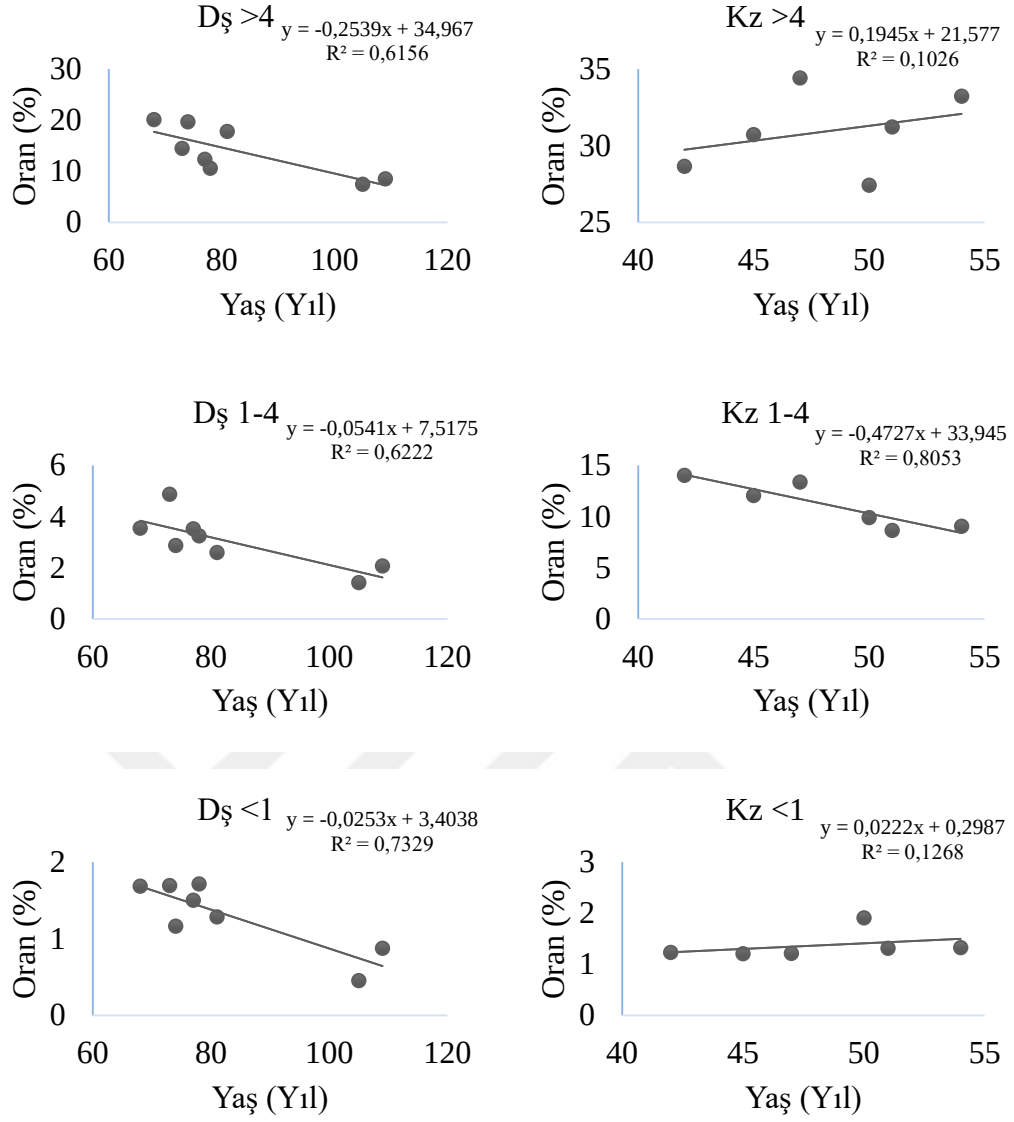




Şekil 3.11: Boy ile kök sınıflarının oranları arasındaki ilişkiler.

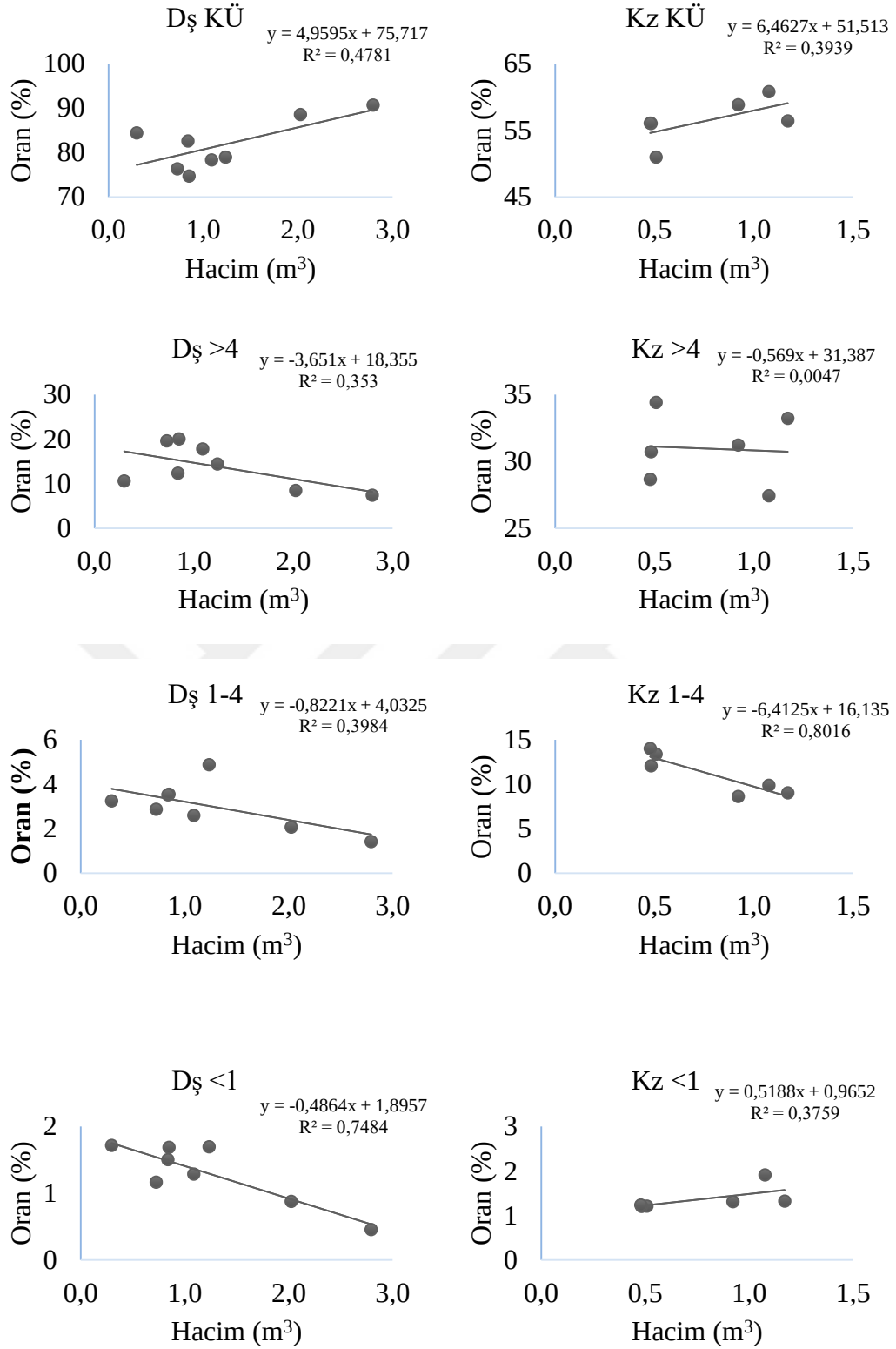
Yaş ile kök sınıflarının oranları arasındaki ilişki çap ve boya nispeten daha kuvvetli olduğu gözlemlenmiştir. Dişbudak türünün tüm kök sınıflarında ve kızılalağaç türünün 1-4 cm çapa sahip kök sınıfının boy ile kuvvetli ilişki kurduğu gözlemlenmiştir. Geriye kalan kızılalağaç türünün 1 cm'den küçük çap sınıfı, 4 cm'den kalın çap sınıfı ve kök kütüğü sınıfının oranları ise zayıf ilişki göstermiştir (Şekil 3.12).





Şekil 3.12: Yaş ile kök sınıflarının oranları arasındaki ilişkiler.

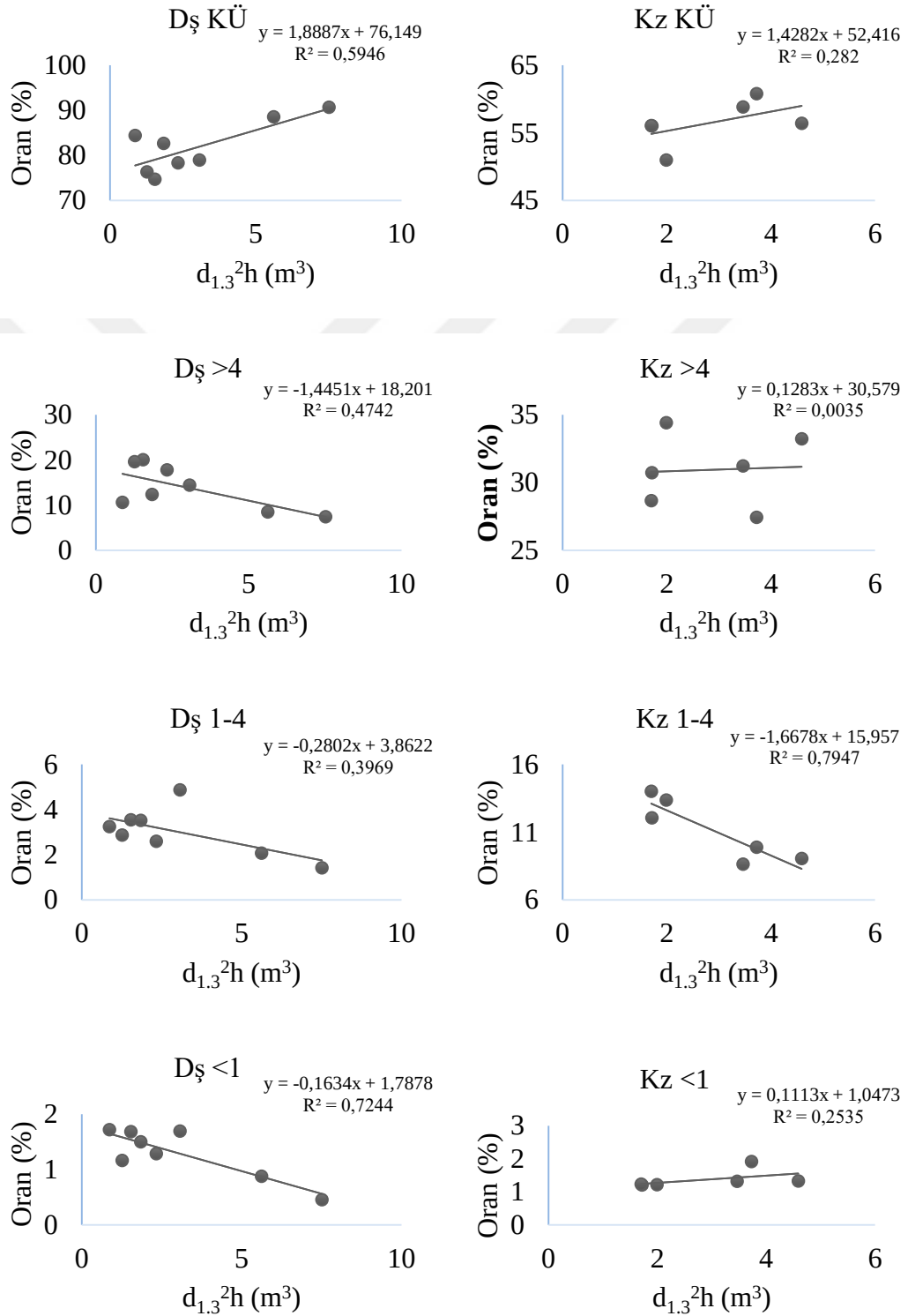
Hacim ile kök sınıflarının oranları arasındaki ilişki yaş ile kurduğu ilişki kadar kuvvetli olmasa da boydan daha kuvvetli ilişkiler kurmuş bu yönüyle de çapın kurduğu ilişkilere benzemektedir. En kuvvetli ilişkisini kıvrılağaç türünün 1-4 cm arasında çapa sahip kök sınıfında gösterirken kurduğu en zayıf ilişki ise yine kıvrılağaç türünde çapı 4 cm'den kalın köklerle görülmüştür (Şekil 3.13).



Şekil 3.13: Hacim ile kök sınıflarının oranları arasındaki ilişkiler.

Son olarak $d_{1,3}^2h$ ile kök sınıflarının oranları arasındaki ilişkiler incelendiğinde görülmektedir ki çap ve hacim ile benzer ilişkiler kurmuş bu nedenle yaştan daha zayıf boydan ise daha kuvvetli ilişkiler kurmaktadır. En kuvvetli ilişkileri dışbudak türünün

1cm'den inceapa sahip kök sınıfı ve kıızılağ türünün 1-4 cm arasında çapa sahip kök sınıfının oranları arasında görülmüştür. En zayıf ilişkinin ise kıızılağ türünün ağ türünün 4 cm'den kalın çapa sahip kök sınıfı oranı ile olduğu gözlemlenmiştir (şekil 3.14).



şekil 3.14: $d_{1,3}^2h$ ile kök sınıflarının oranları arasındaki ilişkiler.

Tüm ilişkiler incelendiğinde kızılâğaç türünde 1-4 cm arasında çapa sahip kök sınıfının oranı tüm değişkenlerle kuvvetli ilişki kursa da bunun dışında kalan her bir kök sınıfı ve tür için kuvvetli ilişkinin görüldüğü bağımsız değişken ve R2 değerleri farklılık göstermektedir.

3.2.6 Kök sınıflarının karbon ve azot oranlarına ait bulgular

Örnek ağaçların meşcere tipi ve kök sınıflarına göre karbon ve azot oranları Çizelge 3.7’de verilmiştir. Karbon oranları 47,5 ile 51,5 arasında değişirken azot oranı ise 1,11 ile 2,05 arasında değişmektedir. Kök sınıfları bakımından içerdikleri karbon miktarı incelendiğinde 1 cm’den ince çapa sahip kökler %47,5 ile %49,8 arasında değere sahiptir. 1-4 cm arasında çapa sahip köklerde %49,1 ile %51,1 arasında karbon oranı bulunurken. Çapı 4 cm’den kalın kökler ise yüzde olarak %48,6 ile %51,5 arasında karbona sahiptirler. Son olarak kök kütüğü ise karbon oranı olarak %49,6 ile %51,2 arasında değerlere sahiptir.

Kök sınıfları bakımından azot miktarı incelendiğinde ise çapı 1 cm’den ince olan kökler %1,28 ile %1,68 arasında azot yüzdesine sahipken 1-4 cm arasında olanlar %1,11 ile %1,82 arasında azot oranına sahiptirler. Çapı 4 cm’den yüksek olan kökler ise yüzde %1,36 ile %1,81 arasında değere sahiptir. Kök kütüğünün azot oranı ise yüzde olarak %1,47 ile %2,05 arasında değiştiği görülmüştür (Çizelge 3.7).

Karbon miktarının azota oranını kök sınıflarına göre incelediğimizde ise çapı 1 cm’den ince köklerin 30:1 ile 38:1 arasında oranlara sahip olduğu gözlemlenmiştir. Çap kalınlığı 1-4 cm arasında olan kökler incelendiğinde 28:1 ile 46:1 arasında orana sahip olduğu görülmüştür. 4 cm’den kalın çapa sahip kökler incelendiğinde 27:1 ile 36:1 arasında orana sahip olduğu görülürken kök kütüklerinde ise bu oran 25:1 ile 34:1 arasında değişmektedir (Çizelge 3.7).

Tüm bu veriler meşcere tiplerine göre incelendiğinde ise karbon oranı Dşc3 meşceresinde %48,7 ile %50,5 arasında değişmekte ve ortalama olarak %49,7 karbon oranı bulunmaktadır. Dşd3 meşceresi incelendiğinde karbon oranının %48,6 ile %50,3 arasında değişmekte ve ortalama olarak yüzde %49,2 değerine sahip olduğu görülmektedir. Dşe3 meşceresi incelendiğinde karbon oranı %47,7 ile %50,1 arasında değişirken ortalama olarak %49,2 değerine sahiptir. Kzc3 meşceresi incelendiğinde %49,8 ile %51,5 arasında karbon oranına sahipken bu değer ortalama olarak %50,9

olarak bulunmuştur. Kzd3 meşçeresi incelendiğinde ise karbon oranı %47,5 ile %50,4 arasında değişmekte ve ortalama olarak %49,1 değerine sahiptir. Meşçerelerin tümündeki karbon oranlarının en düşük değerleri çapı 1 cm'den ince olan köklerde bulunurken en yüksek değerler diğer kök sınıfları arasında farklılık göstermektedir (Çizelge 3.7).

Meşçere tipleri esas alınarak azot oranları incelendiğinde ise Dşc3 meşçeresinde %1,28 ile %1,74 arasında azot oranı varken bu değerlerin ortalaması %1,55 olarak görülmektedir. Dşd3 meşçeresi incelendiğinde azot oranı %1,35 ile %2,05 arasında bulunmuş ve ortalama değer yüzde %1,61 olduğu gözlemlenmiştir. Dşe3 meşçeresi incelendiğinde yüzde %1,45 ile %1,81 arasında azot oranına sahip olduğu gözlemlenmiş ortalama değer %1,63 olarak bulunmuştur. Kzc3 meşçeresi incelendiğinde azot oranının %1,61 ile %1,82 arasında olduğu gözlemlenmiş ortalama değer %1,69 olarak bulunmuştur. Kzd3 meşçeresi azot oranı bakımından %1,11 ile %1,58 arasında değerlere sahipken ortalama değer yüzde %1,43 olarak bulunmuştur (Çizelge 3.7).

Karbonun azota oranını meşçere tipleri esas alınarak incelediğimizde Dşc3 meşçeresinde bu oranın 29:1 ile 38:1 arasında olduğu görülmüş ortalama değer 32:1 olarak bulunmuştur. Dşd3 meşçereleri incelendiğinde 29:1 ile 36:1 arasında bulunmuş ortalama değer 31:1 olduğu tespit edilmiştir. Dşe3 meşçereleri incelendiğinde karbonun azota oranı 27:1 ile 33:1 arasında değişmekte olup ortalama değeri 30:1 olarak bulunmuştur. Kzc3 meşçereleri incelendiğinde bu oran 28:1 ile 32:1 arasında bulunmuş ortalama değer 30:1 olduğu tespit edilmiştir. Kzd3 meşçeresinde karbonun azota oranı 30:1 ile 46:1 arasında değişiklik gösterirken ortalama değer 34:1 olarak bulunmuştur (Çizelge 3.7).

Çizelge 3.7: Kök sınıflarının karbon (C) ve azot (N) oranları (%).

Meşcere tipi	Kök çap sınıfları														
	Ø<1 cm			Ø 1-4 cm			Ø >4 cm			Kök kütüğü			Ortalama		
	C	N	C:N	C	N	C:N	C	N	C:N	C	N	C:N	C	N	C:N
Dşc3	48,7	1,28	38:1	49,8	1,74	29:1	49,7	1,64	30:1	50,5	1,53	33:1	49,7	1,55	32:1
Dşd3	48,6	1,35	36:1	49,1	1,69	29:1	48,6	1,36	36:1	50,3	2,05	25:1	49,2	1,61	31:1
Dşec3	47,7	1,45	33:1	49,4	1,73	29:1	49,6	1,81	27:1	50,1	1,52	33:1	49,2	1,63	30:1
Kzc3	49,8	1,68	30:1	51,1	1,82	28:1	51,5	1,61	32:1	51,2	1,67	31:1	50,9	1,69	30:1
Kzd3	47,5	1,58	30:1	50,4	1,11	46:1	48,8	1,58	31:1	49,6	1,47	34:1	49,1	1,43	34:1

3.2.7 Kök sınıflarının karbon miktarına ait bulgular

Örnek ağaçların meşcere tipine göre kök sınıflarındaki (<1 cm, 1-4 cm, >4 cm, kök kütüğü ve toplam kök) karbon miktarındaki değişimleri Çizelge 3.8 ile gösterilmiştir. Bu çizelgeye göre 1 cm'den ince çapa sahip köklerde karbon miktarı 0,95 kg/ağaç ile 6,51 kg/ağaç arasında değişiklik göstermiştir. Çapı 1 ve 4 cm arasında olan köklerde ise 5,74 kg/ağaç ile 18,94 kg/ağaç karbon bulunurken çapı 4 cm'nin üzerinde bulunan köklerde bu değer 15,42 kg/ağaç ile 66,76 kg/ağaç arasında değişmektedir. Kök kütüğünün karbon miktarı incelendiğinde 34,75 kg/ağaç ile 401,15 kg/ağaç arasında değişiklik gösterdiği görülmektedir. Toplam kök kütlesine ait karbon miktarları incelendiğinde ise 56,55 kg/ağaç ile 444,70 kg/ağaç arasında değişiklik gösterdiği görülmüştür.

Kök sınıfları karbon miktarının ağaç türü ve meşcere tiplerine göre değişimine ait varyans analizi yapılmıştır. Çizelge 3.9’da gösterilen bu analiz sonuçlarına göre çapı 1 cm’den küçük kökler, kök kütüğü ve toplam kök miktarı ($p<0,001$) ile çapı 4 cm’den büyük ($p<0,05$) köklerin karbon miktarı ağaç türüne ve meşcere tiplerine göre istatistiksel olarak farklılık göstermektedirler. Bununla birlikte çapı 1-4 cm arasında olan köklerde bulunan karbon miktarında ise ağaç türü ve meşcere tipine göre farklılık görülmemiştir ($p>0,05$).

Çizelge 3.8: Meşcere tiplerine göre kök sınıflarının karbon miktarı (kg/ağaç), (n=3), Dşe3 için n=2.

Meşcere Tipi	Kök Ort.±SS (Min-Mak)				
	Ø<1 cm	Ø 1-4 cm	Ø >4 cm	Kök kütüğü	Toplam
Dşc3	4,89 ^c ± 1,01 (3,71-5,50)	10,58 ^{ab} ± 1,23 (9,37-11,83)	54,99 ^b ± 17,98 (34,28-66,76)	260,81 ^b ± 14,57 (252,39-277,63)	327,12 ^b ± 4,736 (323,50-332,48)
Dşd3	5,40 ^c ± 1,06 (4,38-6,51)	13,49 ^b ± 5,05 (8,96-18,94)	53,34 ^b ± 8,81 (43,61-60,80)	297,80 ^c ± 19,22 (276,82-314,57)	363,79 ^b ± 22,66 (345,29-389,06)
Dşe3	2,79 ^b ± 0,99 (1,79-3,78)	7,54 ^a ± 1,71 (5,82-9,25)	34,34 ^{ab} ± 3,81 (30,34-38,15)	388,62 ^d ± 12,53 (376,08-401,15)	425,88 ^c ± 18,81 (407,07-444,70)
Kzc3	1,14 ^a ± 0,22 (0,95-1,39)	12,60 ^{ab} ± 1,79 (12,77-14,30)	30,26 ^a ± 5,62 (26,29-36,69)	52,86 ^a ± 12,87 (40,92-66,50)	96,18 ^a ± 19,70 (79,80-118,05)
Kzd3	1,30 ^a ± 0,22 (1,05-1,47)	8,68 ^{ab} ± 2,59 (5,74-10,68)	29,02 ^a ± 11,97 (15,42-37,96)	54,94 ^a ± 17,49 (34,75-65,53)	93,31 ^a ± 32,00 (56,55-114,91)

Sütunlardaki aynı harfler aralarında fark olmayan grupları göstermektedir.

Farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunun tespiti için Duncan testi uygulanmıştır (Çizelge 3.8). Karbon miktarları incelendiğinde 1 cm’den ince çapa sahip köklerde en az karbon miktarı Kzc3 (1,14 kg) meşcerelerinde görülürken en fazla karbon miktarı ise Dşd3 (5,40 kg) meşcerelerinde görülmüştür. Çapı 1 ve 4 cm arasında olan köklerin karbon miktarları incelendiğinde en az karbon Dşe3 (7,54 kg) meşcerelerinde bulunurken en fazla karbon ise Dşd3 (13,49 kg) meşcerelerinde görülmüştür. Çapı 4 cm üzerinde olan kökler incelendiğinde en az karbon Kzd3 (29,02 kg) meşcerelerinde görülürken en fazla karbon ise Dşc3 (54,99 kg) meşcerelerinde görülmüştür. Kök kütüklerinin karbon miktarı incelendiğinde en az karbon miktarı Kzc3 (52,86 kg) meşcerelerinde görülürken en fazla karbon ise Dşe3 (388,62 kg) meşcerelerinde görülmektedir. Toplam karbon miktarını meşcere tiplerine göre kıyasladığımızda en az karbonun Kzd3 (93,31 kg) meşcerelerinde olduğu gözlemlenirken en fazla karbon ise Dşe3 (425,88 kg) meşcerelerinde görülmüştür (Çizelge 3.8).

Çizelge 3.9: Kök sınıfları karbon miktarının ağaç türü ve meşcere tiplerine göre değişimine ait varyans analizi sonuçları.

Kök çap sınıfları	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi <i>p</i>
Ø <1 cm	Gruplar Arası	46,929	4	11,732	17,997	0,000
	Gruplar İçi	6,519	10	,652		
	Toplam	53,449	14			
1-4 cm	Gruplar Arası	76,166	4	19,041	2,380	0,121
	Gruplar İçi	80,016	10	8,002		
	Toplam	156,182	14			
Ø >4 cm	Gruplar Arası	1948,542	4	487,135	4,123	0,032
	Gruplar İçi	1181,390	10	118,139		
	Toplam	3129,932	14			
Kök Kütüğü	Gruplar Arası	272777,682	4	68194,420	281,658	0,000
	Gruplar İçi	2421,182	10	242,118		
	Toplam	275198,863	14			
Toplam Kök Miktarı	Gruplar Arası	292226,696	4	73056,674	158,652	0,000
	Gruplar İçi	4604,834	10	460,483		
	Toplam	296831,531	14			

Meşcere tiplerine esas alınarak kök sınıflarına ait karbon miktarının toplam kök karbon miktarına oranları hesaplan ve bunlar Çizelge 3.10’da verilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonrası görülmüştür ki çapı 1 cm’den küçük köklerde bu oran %0,43 ile %1,84 arasında değişiklik göstermektedir. Çapı 1 ve 4 cm arasında olan kökler incelendiğinde %1,41 ile %13,99 arasında değişiklik gösteren değerler çapı 4 cm’nin üzerinde olan köklerde %7,37 ile %34,57 arasında değişiklik göstermiştir. Son olarak kök kütüklerindeki oranlar incelendiğinde değerlerin %50,91 ile %90,79 arasında değiştiği görülmüştür.

Kök sınıflarına ait karbon miktarının toplam kök kütlesi karbon miktarına oranlarının ağaç türü ve meşcere tiplerine göre değişimine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.11’de gösterilmiştir. Yapılmış olan analize göre çapı 1 cm’den ince ($p<0,01$) ve diğer 3 kök sınıfında ($p<0,001$) da ağaç türüne ve meşcere tiplerine göre istatistiksel olarak farklılık görülmektedir.

Farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunun tespiti için Duncan testi uygulanmıştır (Çizelge 3.10). Çapı 1 cm’den ince kökler incelendiğinde en düşük oran Dşc3 (% 0,64) meşcerelerinde görülürken en yüksek oran Dşc3 (% 1,48) meşcerelerinde görülmektedir. Çapı 1-4 cm arasında olan kökler incelendiğinde en düşük oran Dşc3 (%1,73) iken en yüksek oran Kzc3 (%13,12) meşcerelerinde görülmektedir. Çapı 4 cm’nin üzerinde olan kökler incelendiğinde en düşük oran Dşc3 (% 7,91) meşcerelerinde görülürken en yüksek oran Kzc3 (% 31,40) meşcerelerinde görülmüştür. Kök kütüğü tüm meşcereler esas alınarak incelendiğinde en düşük oran Kzc3 (% 54,29) meşcerelerinde görülürken en yüksek oran ise Dşc3 (%89,72) meşcerelerinde görülmüştür.

Çizelge 3.10: Meşcere tiplerine göre kök sınıflarının karbon miktarının toplam kök karbon miktarına oranları (%), (n=3), Dşc3 için n=2.

Meşcere tipi	Kök Ort.±SS (Min-Mak)			
	Ø <1 cm	1-4 cm	Ø >4 cm	Kök kütüğü
Dşc3	1,48 ^b ± 0,30 (1,13-1,66)	3,19 ^b ± 0,33 (2,84-3,52)	16,57 ^b ± 5,29 (10,46-19,84)	78,77 ^b ± 5,17 (75,01-84,67)
Dşd3	1,45 ^b ± 0,19 (1,25-1,65)	3,60 ^b ± 1,12 (2,55-4,79)	14,459 ^b ± 2,68 (12,00-17,32)	80,49 ^b ± 2,27 (78,88-83,09)
Dşe3	0,64 ^a ± 0,20 (0,43-0,84)	1,73 ^a ± 0,32 (1,41-2,05)	7,91 ^a ± 0,53 (7,37-8,43)	89,72 ^c ± 1,05 (88,69-90,79)
Kzc3	1,18 ^b ± 0,01 (1,17-1,20)	13,12 ^d ± 0,01 (12,03-13,99)	31,407 ^c ± 2,92 (28,79-34,57)	54,29 ^a ± 2,92 (50,91-55,94)
Kzd3	1,46 ^b ± 0,32 (1,26-1,84)	9,377 ^c ± 0,64 (8,81-10,08)	30,242 ^c ± 2,92 (27,07-32,83)	58,92 ^a ± 2,17 (56,67-61,01)

Sütunlardaki aynı harfler aralarında fark olmayan grupları göstermektedir.

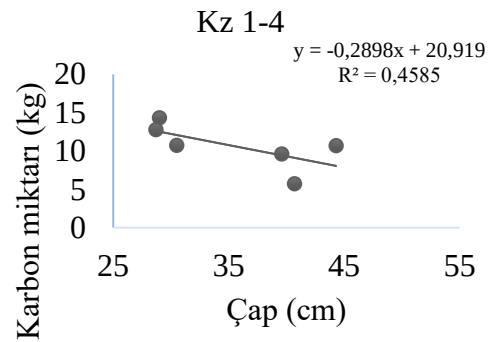
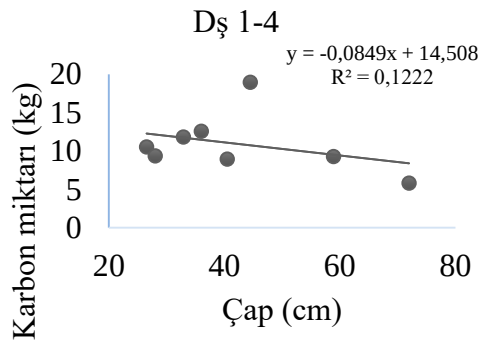
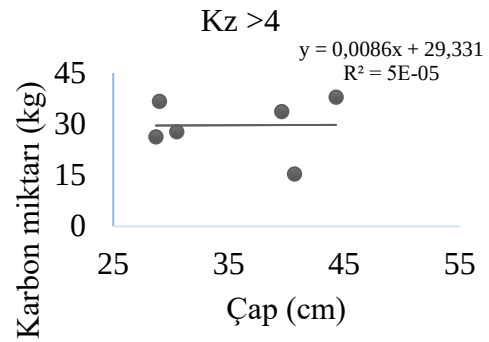
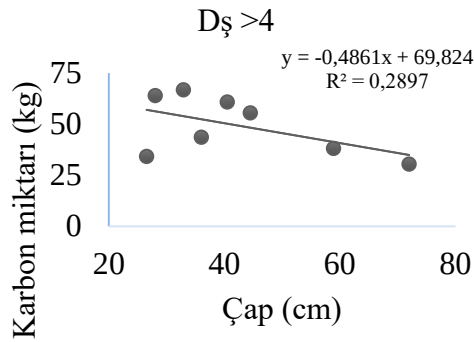
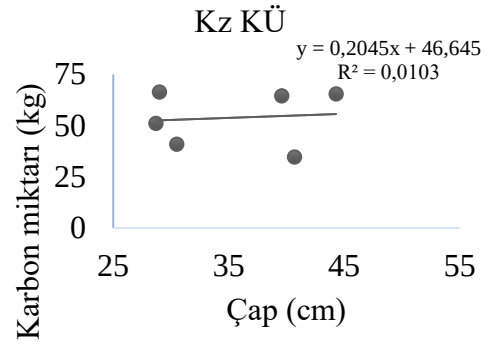
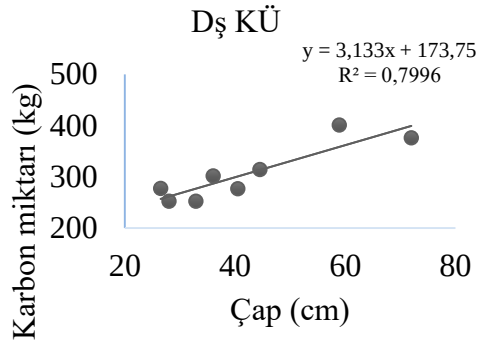
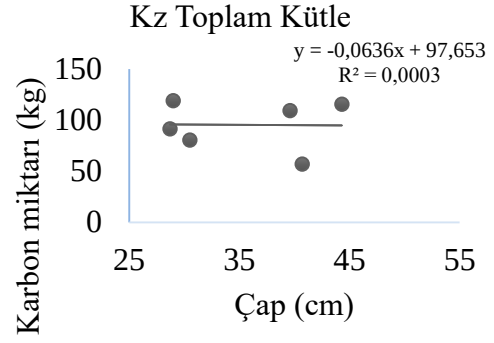
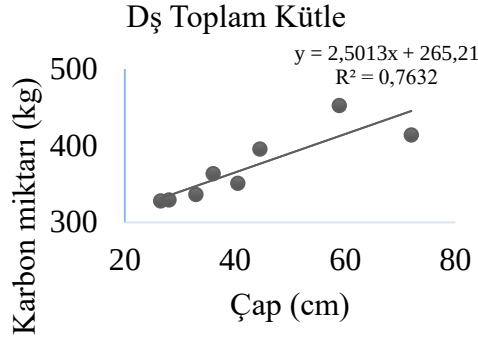
Çizelge 3.11: Kök sınıfları kütlesi karbon miktarının toplam kök kütlesi karbon miktarına oranlarının ağaç türü ve meşcere tiplerine göre değişimine ait varyans analizi sonuçları

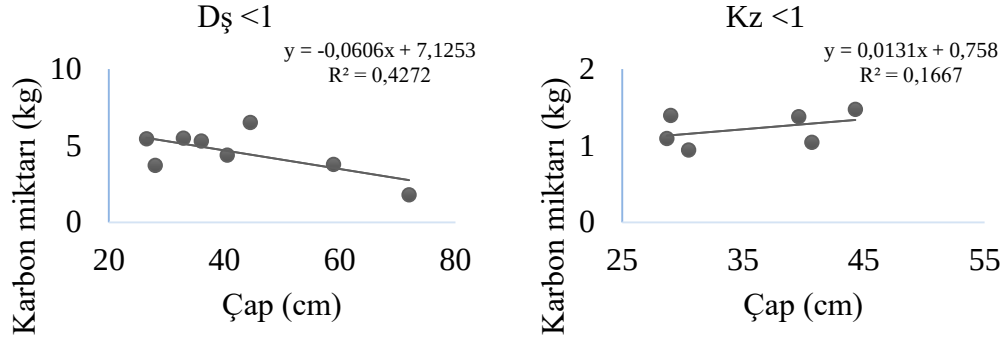
Kök çap sınıfları	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi <i>p</i>
Ø <1 cm	Gruplar Arası	1,541	4	,385	6,931	,006
	Gruplar İçi	,556	10	,056		
	Toplam	2,097	14			
1-4 cm	Gruplar Arası	281,382	4	70,345	121,603	,000
	Gruplar İçi	5,785	10	,578		
	Toplam	287,166	14			
Ø >4 cm	Gruplar Arası	1270,862	4	317,715	30,165	,000
	Gruplar İçi	105,327	10	10,533		
	Toplam	1376,189	14			
Kök Kütüğü	Gruplar Arası	2747,118	4	686,779	74,069	,000
	Gruplar İçi	92,721	10	9,272		
	Toplam	2839,839	14			

3.2.8 Kök sınıflarına ait karbon miktarı ile çap, yaş, boy, hacim ve $d_{1,3}^2h$ ilişkisine ait bulgular

Her bir kök sınıfına ait karbon miktarı ile çap ($d_{1,3}$), boy, yaş, hacim ve $d_{1,3}^2h$ indekslerinin ilişkisi Şekil 3.15- 3.19’da gösterilmiştir. Şekiller incelendiğinde görülmektedir ki toplam kökün karbon miktarı ile kök kütüğünün karbon miktarı değişkenlerin artmasıyla artış göstermektedir. Bunlar dışında kalan kök sınıflarında değişkenlerle olan ilişkinin yönü farklılık göstermektedir.

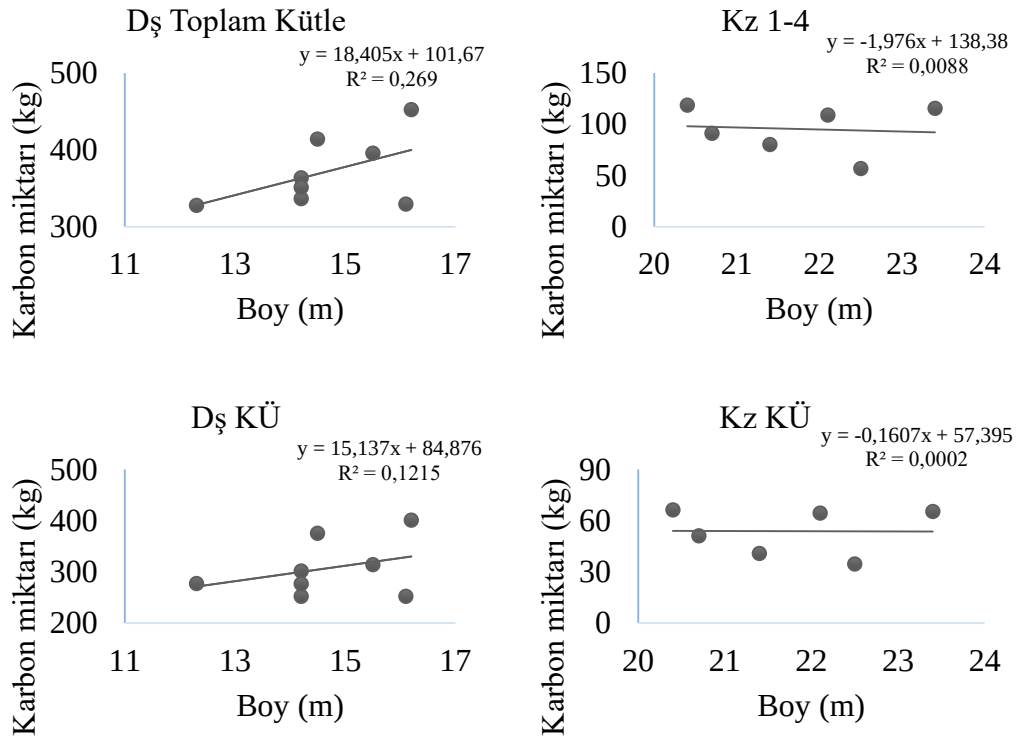
Ağaç çapı ile kök sınıflarına ait karbon miktarı arasındaki ilişkiler incelenmiş en kuvvetli ilişki dişbudak türünün toplam kök kütlesi ve kök kütüğüne ait karbon miktarları arasında görülürken en düşük ilişkiyi ise kızılâğaç türünün çapı 4 cm’den kalın köklerine ait karbon miktarı göstermiştir (Şekil 3.15).

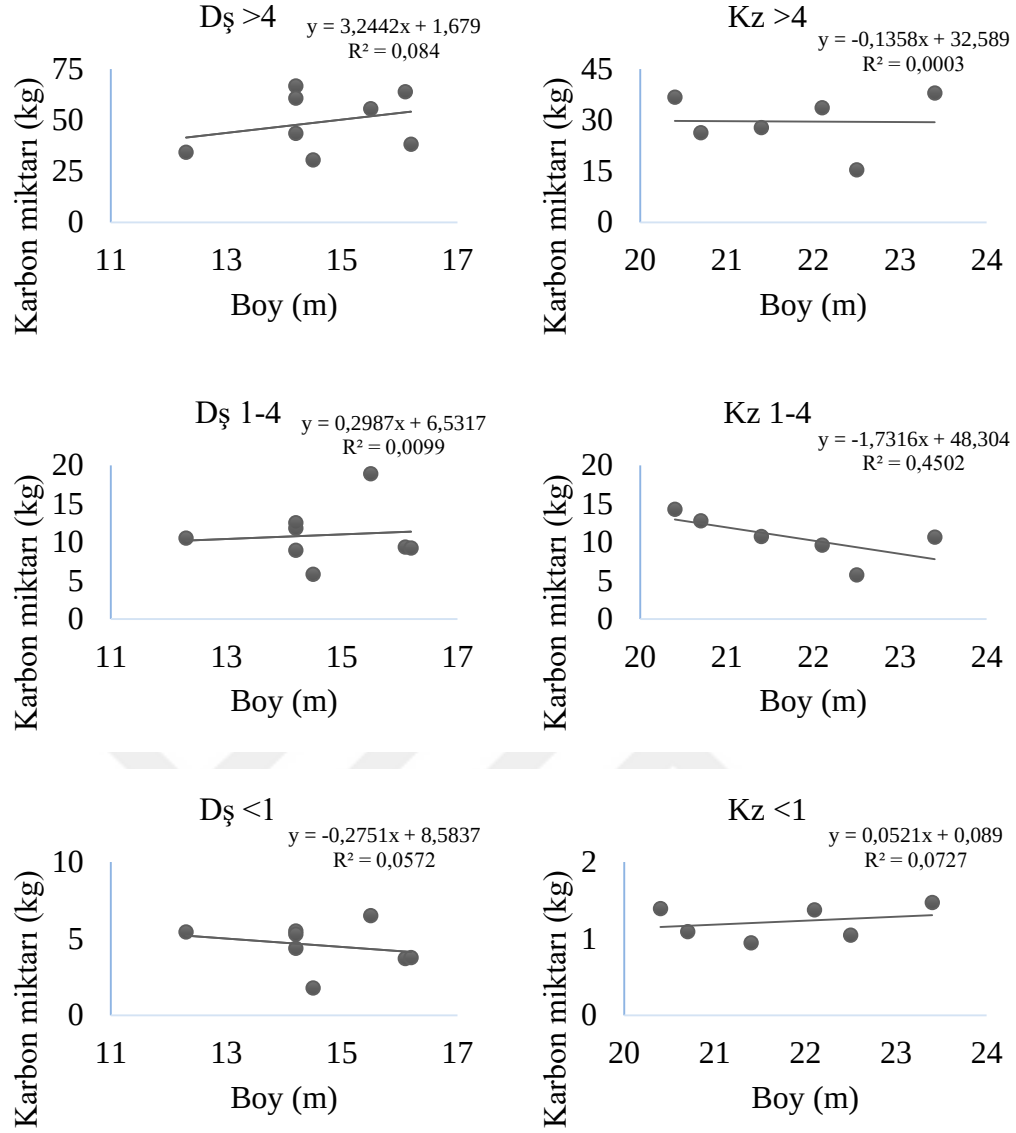




Şekil 3.15: Çap ($d_{1,3}$) ile kök sınıflarına ait karbon miktarı arasındaki ilişki.

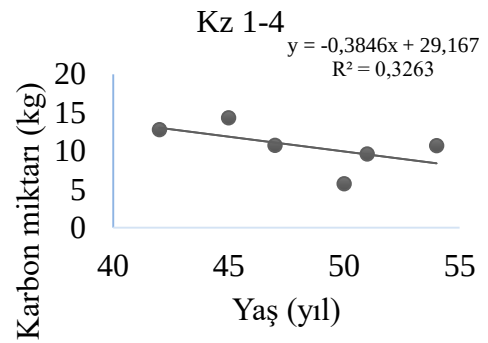
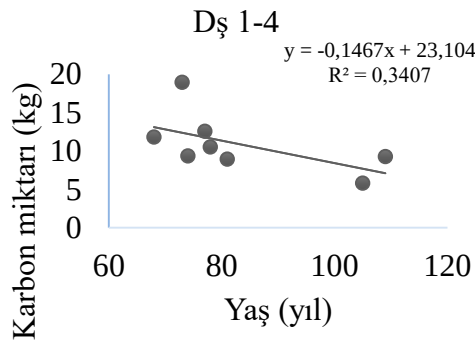
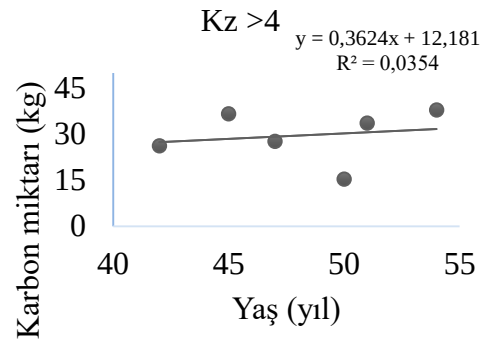
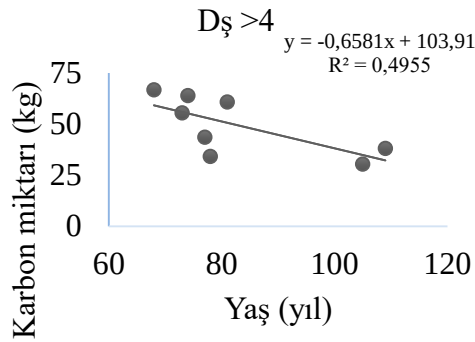
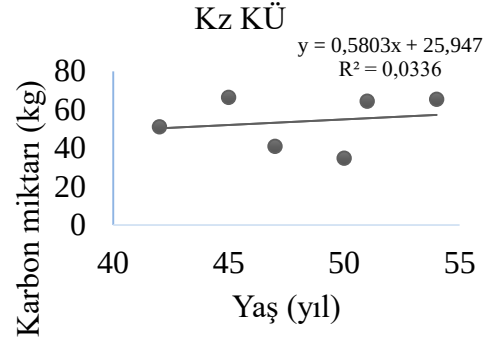
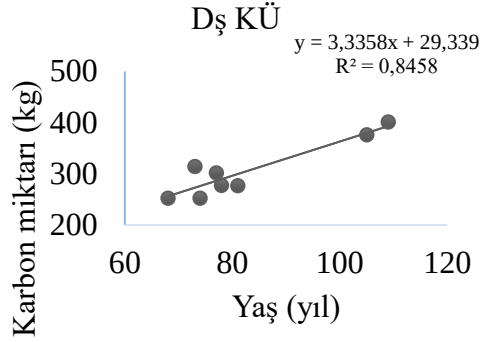
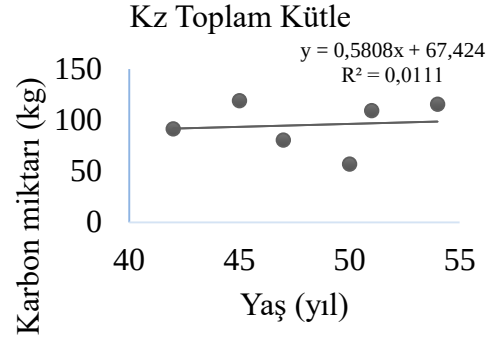
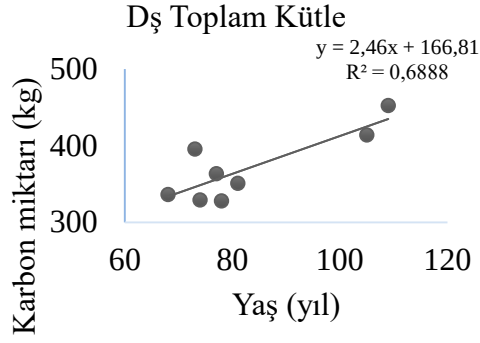
Ağaç boyu ile kök sınıflarına ait karbon miktarı arasındaki ilişki çap ile gösterdikleri ilişki kadar kuvvetli değildir. Bununla birlikte kıızılağaç türünde kök çapı 1-4 cm arasında olan köklere ait karbon miktarı diğerlerine göre boy ile daha kuvvetli ilişki göstermiştir (Şekil 3.16).

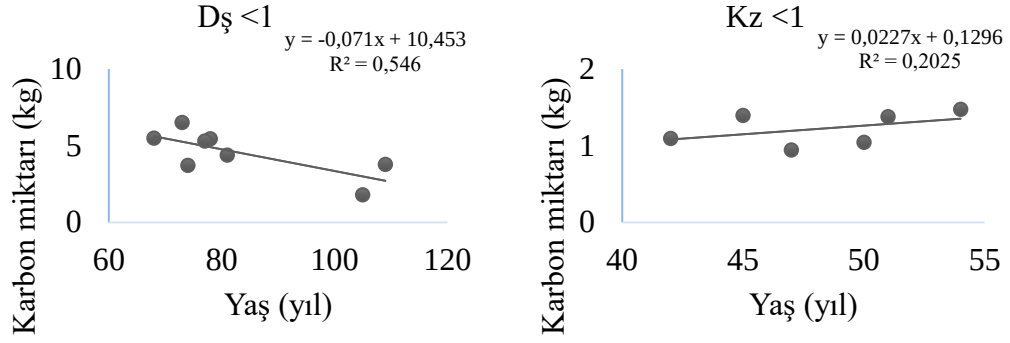




Şekil 3.16: Boy ile kök sınıflarına ait karbon miktarı arasındaki ilişki.

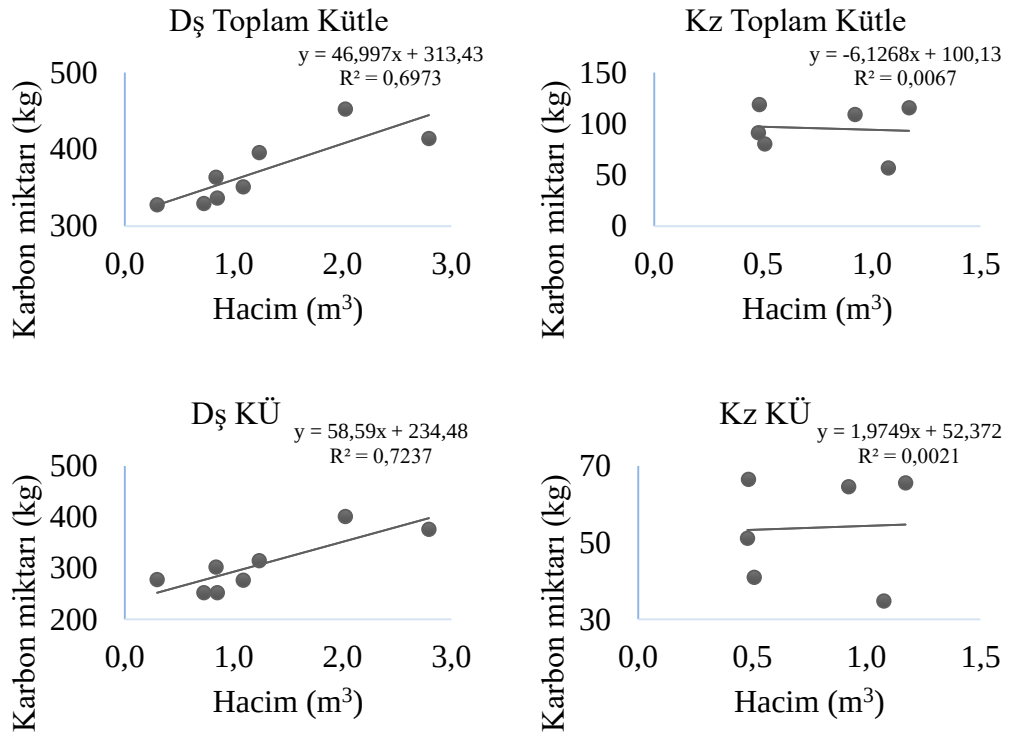
Yaş ile kök sınıflarına ait karbon miktarı arasındaki ilişkiler incelendiğinde görülmüştür ki o da çap gibi boydan daha kuvvetli ilişkiler göstermiştir. En kuvvetli ilişki Dışbudak türünün kök kütüğüne ait karbon miktarı ile görülürken en zayıf ilişki Kızılağaç türünde toplam kök kütlesi, kök kütüğü ve 4 cm'den kalın çapa sahip köklere ait karbon miktarlarında görülmüştür. Diğer kök sınıfları da birbirlerine yakın ilişkiler göstermiştir (Şekil 3.17).

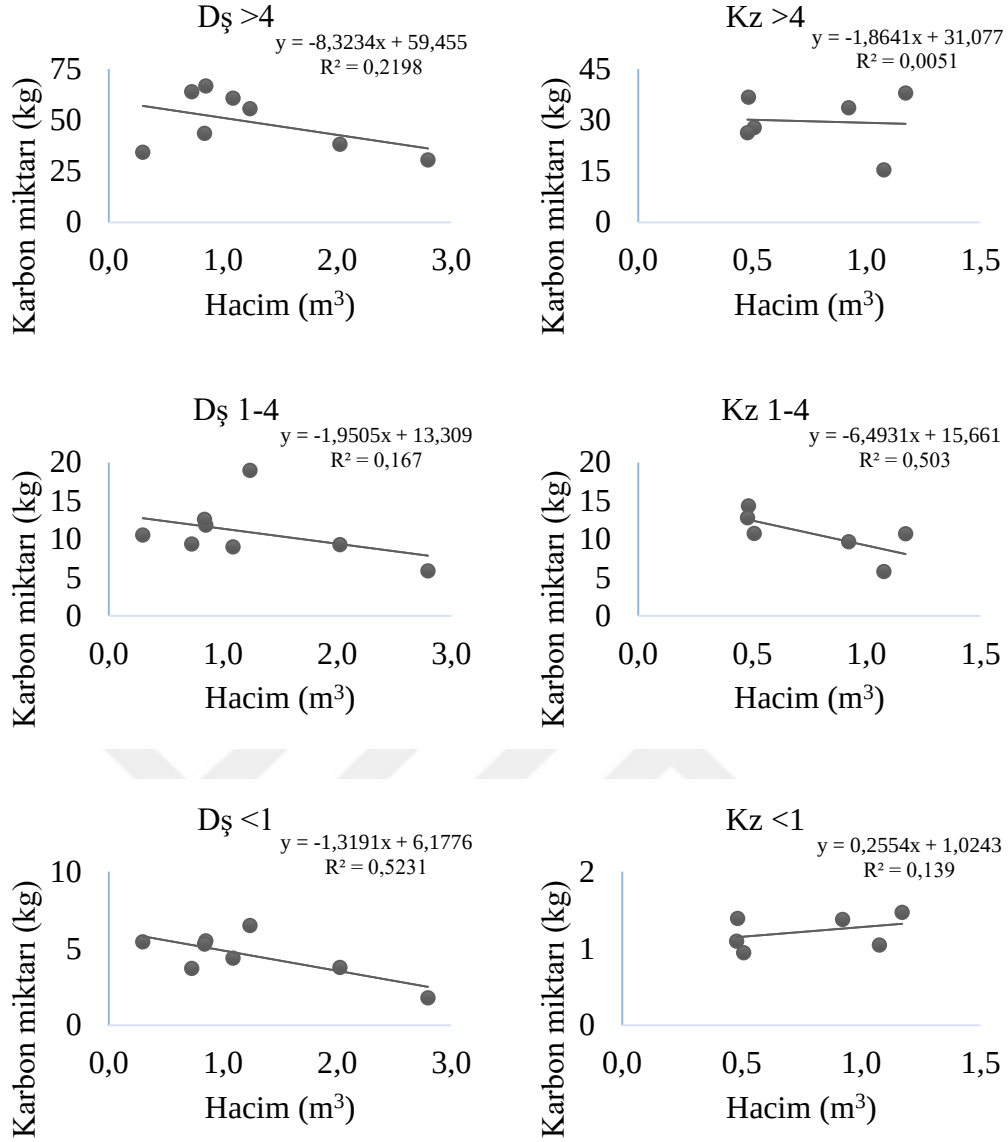




Şekil 3.17: Yaş ile kök sınıflarına ait karbon miktarı arasındaki ilişki.

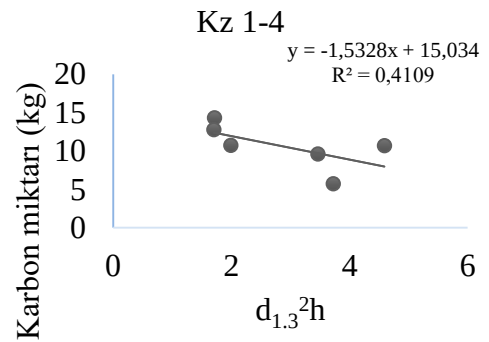
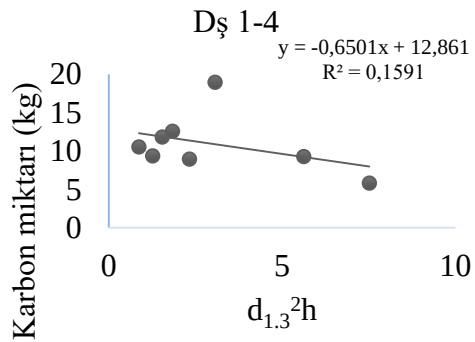
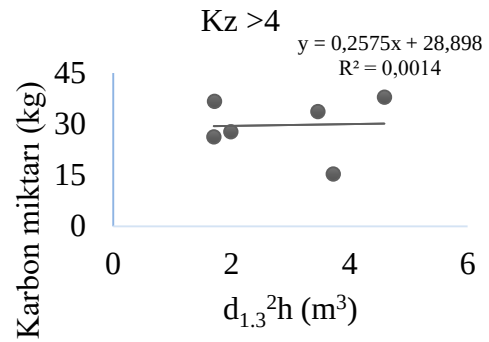
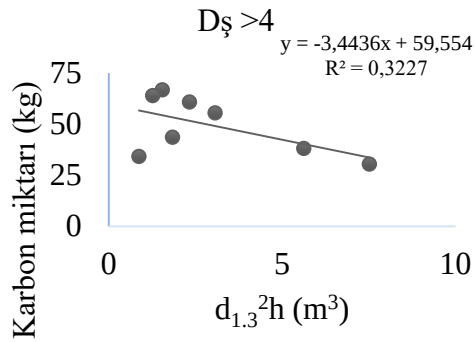
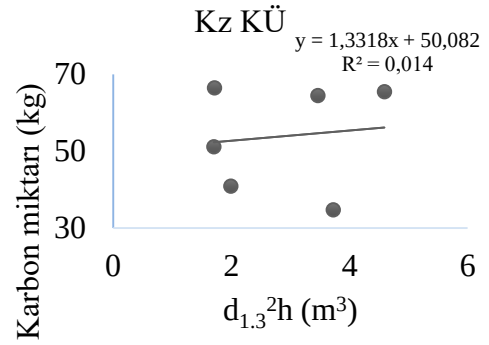
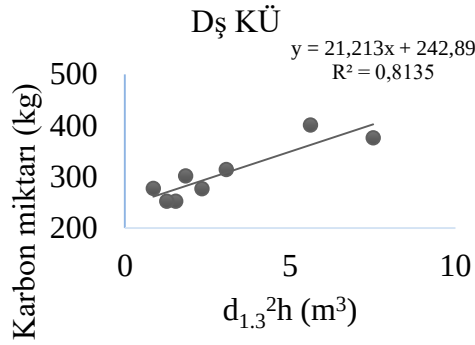
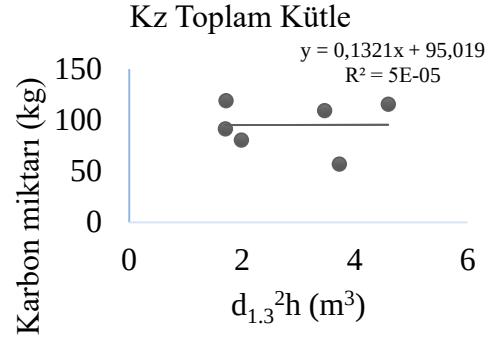
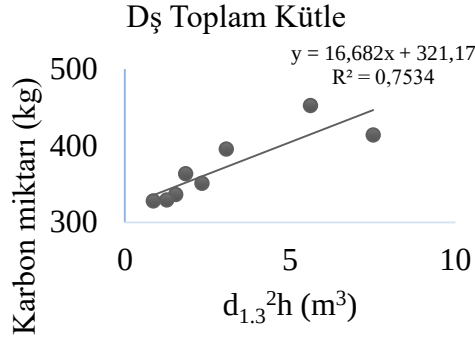
Hacim ile kök sınıflarına ait karbon miktarı arasındaki ilişkiler incelendiğinde görülmüştür ki bu ilişkiler boy ile gösterdiği ilişkilerden daha kuvvetlidir bu yönüyle çap ve yaşı kurduğu ilişkilere benzemektedir. En kuvvetli ilişkiyi dışbudak türünde toplam kök kütlesi ve kök kütüğüne ait karbon miktarları ile gösterirken en zayıf ilişki kızılğaç türünün toplam kök kütlesine ait karbon miktarı ile görülmüştür (Şekil 3.18).

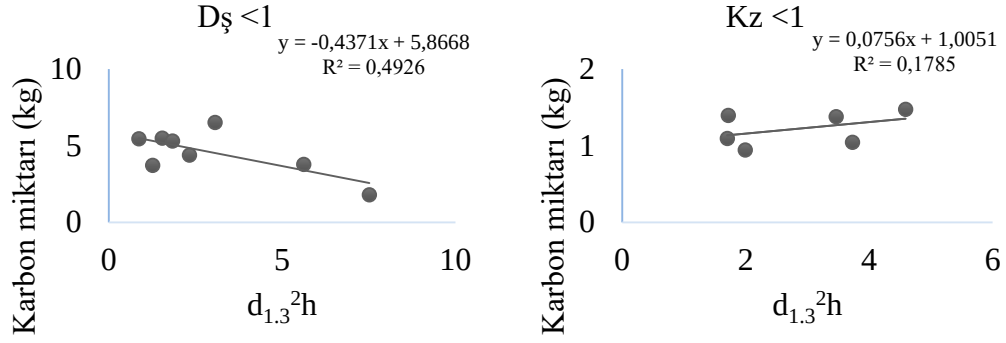




Şekil 3.18: Hacim ile kök sınıflarına ait karbon miktarı arasındaki ilişki

Son olarak $d_{1,3}^2h$ değişkeninin kök sınıflarına ait karbon miktarı ile olan ilişkisi incelenmiş ve çap, yaş ve hacim gibi boydan daha kuvvetli ilişkiler kurduğu gözlemlenmiştir. En kuvvetli ilişkiyi dışbudak türünde toplam kök kütlesi ve kök kütüğüne ait karbon miktarları ile kurarken en düşük ilişkiyi ise kızılâğaç türünde toplam kök kütlesine ait karbon miktarı ile kurmuştur (Şekil 3.19).





Şekil 3.19: $d_{1,3}^{2h}$ ile kök sınıflarına ait karbon miktarı arasındaki ilişki.

Tüm ilişkiler incelendiğinde her bir sınıf farklı R2 değerlerine sahip olmakla birlikte dışbudak türünün toplam kök kütlesi ve kök kütüğüne ait karbon miktarları boy harici parametrelerle en kuvvetli ilişkileri kurarken kızılâğaç türünün toplam kök kütlesine ait karbon miktarı en zayıf ilişkiyi göstermiştir. Diğer kök sınıflarına ait karbon miktarları için kuvvetli ilişkinin görüldüğü bağımsız değişken ve R2 değerleri farklılık göstermektedir.

3.2.9 Kök sınıflarının azot miktarına ait bulgular

Örnek ağaçların meşcere tipine göre kök sınıflarındaki (<1 cm, 1-4 cm, >4 cm, kök kütüğü ve toplam kök) azot miktarındaki değişimleri Çizelge 3.12 ile gösterilmiştir. Bu çizelgeye göre 1 cm'den küçük çapa sahip köklerde azot miktarı 0,03 kg/ağaç ile 0,18 kg/ağaç arasında değişiklik göstermiştir. Çapı 1 ve 4 cm arasında olan köklerde ise 0,13 kg/ağaç ile 0,65 kg/ağaç arasında azot bulunurken çapı 4 cm'den kalın olan köklerde ise 0,50 kg/ağaç ile 2,20 kg/ağaç arasında azot bulunmaktadır. Kök kütüğünün azot miktarı incelendiğinde 1,03 kg/ağaç ile 12,78 arasında değişiklik gösterdiği görülmüştür. Toplam kök kütlesine ait azot miktarı ise 1,65 kg/ağaç ile 14,70 arasında değişiklik göstermektedir.

Kök sınıflarına ait azot miktarının ağaç türü ve meşcere tiplerine göre değişimine ait varyans analizi yapılmıştır. Çizelge 3.13 ile gösterilen bu analiz sonuçlarına göre çapı 1 cm'den küçük kökler, kök kütüğü ve toplam kök miktarı ($p < 0,001$) ile çapı 1-4 cm arasında olan ($p < 0,05$) köklerin bulundurduğu azot miktarı ağaç türüne ve meşcere tiplerine göre istatistiksel olarak farklılık göstermektedirler. Bununla birlikte çapı 4 cm'den büyük olan köklerde ise ağaç türü ve meşcere tipine göre farklılık görülmemiştir ($p > 0,05$).

Farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunu tespiti için Duncan testi uygulanmıştır (Çizelge 3.12). Azot miktarları incelendiğinde çapı 1 cm'den küçük köklerde en az azot miktarı Kzc3 (0,04 kg/ağaç) meşceresinde en fazla azot miktarı ise Dşd3 (0,15 kg/ağaç) meşceresinde görülmüştür. Çapı 1-4 cm arasında olan kökler incelendiğinde ise en az azot miktarı Dşe3 (0,26 kg/ağaç) meşcerelerinde görülürken en fazla azot Dşd3 (0,46 kg/ağaç) meşcerelerinde görülmektedir. Çapı 4 cm'nin üzerinde olan kökler incelendiğinde en az azot Kzd3 (0,94 kg/ağaç) meşcerelerinde görülürken en fazla azot Dşc3 (1,82 kg/ağaç) meşcerelerinde görülür. Kök kütüğünün azot miktarı en az Kzd3 (1,63 kg/ağaç) meşcerelerinde görülürken en fazla Dşd3 (12,10 kg/ağaç) meşcerelerinde görülmüştür. Son olarak toplam kök kütlesine ait azot miktarı incelendiğinde en az azot Kzd3 (2,73 kg/ağaç) meşcerelerinde görülürken en fazla azot ise Dşe3 (14,08 kg/ağaç) meşcerelerinde görülmüştür.

Çizelge 3.12: Meşcere tiplerine göre kök sınıflarının azot miktarı (kg/ağaç), (n=3), Dşe3 için n=2.

Meşcere Tipi	Kök Ort.±SS (Min-Mak)				
	Ø<1 cm	1-4 cm	Ø >4 cm	Kök kütüğü	Toplam
Dşc3	0,13 ^{bc} ± 0,02 (0,10-0,14)	0,37 ^{bc} ± 0,04 (0,33-0,41)	1,82 ^b ± 0,59 (1,13-2,20)	7,92 ^b ± 0,44 (7,67-8,44)	10,20 ^b ± 0,14 (10,10-10,37)
Dşd3	0,15 ^c ± 0,02 (0,12-0,18)	0,46 ^c ± 0,17 (0,31-0,65)	1,50 ^{ab} ± 0,24 (1,22-1,71)	12,10 ^c ± 0,78 (11,25-12,78)	11,93 ^c ± 0,74 (11,32-12,76)
Dşe3	0,09 ^{ab} ± 0,03 (0,06-0,12)	0,26 ^{ab} ± 0,06 (0,20-0,32)	1,25 ^{ab} ± 0,13 (1,11-1,39)	11,77 ^c ± 0,37 (11,39-12,15)	14,08 ^d ± 0,62 (13,46-14,70)
Kzc3	0,04 ^a ± 0,00 (0,03-0,05)	0,45 ^c ± 0,06 (0,38-0,51)	0,95 ^a ± 0,17 (0,82-1,15)	1,73 ^a ± 0,42 (1,34-1,67)	3,20 ^a ± 0,65 (2,66-3,93)
Kzd3	0,04 ^a ± 0,0075 (0,04-0,05)	0,19 ^a ± 0,05 (0,13-0,24)	0,94 ^a ± 0,38 (0,50-1,23)	1,63 ^a ± 0,51 (1,03-1,94)	2,73 ^a ± 0,93 (1,65-3,36)

Sütunlardaki aynı harfler aralarında fark olmayan grupları göstermektedir.

Çizelge 3.13: Kök çap sınıfları kütlesi azot miktarının ağaç türü ve meşcere tiplerine göre değişimine ait varyans analizi sonuçları.

Kök çap sınıfları	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi <i>p</i>
Ø <1 cm	Gruplar Arası	2,970	4	,742	14,189	,000
	Gruplar İçi	,523	10	,052		
	Toplam	3,493	14			
1-4 cm	Gruplar Arası	16,810	4	4,202	4,868	,019
	Gruplar İçi	8,633	10	,863		
	Toplam	25,442	14			
Ø >4 cm	Gruplar Arası	167,922	4	41,981	3,415	,052
	Gruplar İçi	122,929	10	12,293		
	Toplam	290,851	14			
Kök Kütüğü	Gruplar Arası	31870,775	4	7967,694	285,732	,000
	Gruplar İçi	278,852	10	27,885		
	Toplam	32149,627	14			
Toplam Kök Miktarı	Gruplar Arası	32149,629	4	8037,407	177,384	,000
	Gruplar İçi	453,108	10	45,311		
	Toplam	32602,737	14			

Meşcere tiplerine esas alınarak kök sınıflarına ait azot miktarının toplam kök azot miktarına oranları hesaplanmış ve bunlar Çizelge 3.14’te verilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonrası görülmüştür ki çapı 1 cm’den küçük köklerde bu oran %0,43 ile %2,06 arasında değişiklik göstermektedir. Çapı 1 ve 4 cm arasında olan kökler incelendiğinde %1,60 ile %15,23 arasında değişiklik gösteren değerler çapı 4 cm’den kalın olan köklerde %8,70 ile %35,65 arasında değişiklik göstermiştir. Son olarak kök kütüklerindeki oranlar incelendiğinde değerlerin %51,03 ile %89,25 arasında değiştiği görülmüştür.

Kök sınıflarına ait karbon miktarının toplam kök kütlesi karbon miktarına oranlarının ağaç türü ve meşcere tiplerine göre değişimine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.15’de gösterilmiştir. Yapılmış olan analize göre çapı 1 cm’den küçük ($p<0,01$) ve diğer 3 kök sınıfında ($p<0,001$) da ağaç türüne ve meşcere tiplerine göre istatistiksel olarak farklılık görülmektedir.

Farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunun tespiti için Duncan testi uygulanmıştır (Çizelge 3.14). Çapı 1 cm’den ince kökler incelendiğinde en düşük oran Dşe3 (% 0,63) meşcerelerinde görülürken en yüksek oran Kzd3 (% 1,63) meşcerelerinde görülmektedir. Çapı 1-4 cm arasında olan kökler incelendiğinde en düşük oran Dşe3 (%1,96) iken en yüksek oran Kzc3 (%14,31) meşcerelerinde görülmektedir. Çapı 4 cm’den kalın olan kökler incelendiğinde en düşük oran Dşe3 (% 9,35) meşcerelerinde görülürken en yüksek oran Kzd3 (% 32,92) meşcerelerinde görülmüştür. Kök kütüğü tüm meşcereler esas alınarak incelendiğinde en düşük oran Kzd3 (% 54,36) meşcerelerinde görülürken en yüksek oran ise Dşe3 (%88,06) meşcerelerinde görülmüştür.

Çizelge 3.14: Meşcere tiplerine göre kök sınıflarının azot miktarının toplam kök azot miktarına oranları. (%), (n=3), Dşe3 için n=2.

Meşcere tipi	Kök Ort.±SS (Min-Mak)			Kök kütüğü
	Ø <1 cm	1-4 cm	Ø >4 cm	
Dşe3	1,25 ^{bc} ± 0,258 (0,96-1,42)	3,61 ^b ± 0,380 (3,21-3,97)	17,68 ^b ± 5,590 (11,23-21,13)	77,45 ^b ± 5,464 (73,52-83,69)
Dşd3	1,05 ^b ± 0,141 (0,91-1,19)	3,23 ^{ab} ± 1,007 (2,31-4,30)	10,58 ^a ± 2,042 (8,70-12,75)	85,15 ^c ± 1,766 (84,04-87,19)
Dşe3	0,63 ^a ± 0,198 (0,43-0,82)	1,96 ^a ± 0,360 (1,60-2,32)	9,35 ^a ± 0,614 (8,72-9,95)	88,06 ^c ± 1,172 (86,91-89,25)
Kzc3	1,22 ^{bc} ± 0,013 (1,21-1,24)	14,31 ^d ± 1,071 (13,13-15,23)	30,11 ^c ± 2,846 (27,55-33,18)	54,36 ^a ± 2,877 (51,03-56,05)
Kzd3	1,63 ^c ± 0,373 (1,41-2,06)	6,92 ^c ± 0,503 (6,49-7,47)	32,92 ^c ± 3,065 (29,61-35,65)	58,54 ^a ± 2,365 (56,14-60,87)

Sütunlardaki aynı harfler aralarında fark olmayan grupları göstermektedir.

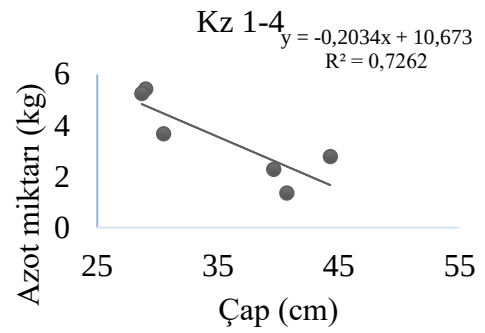
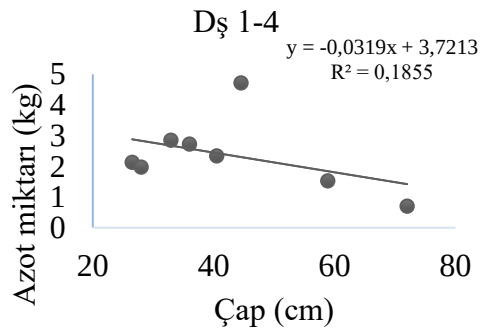
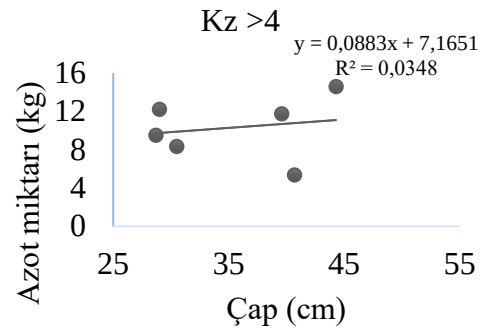
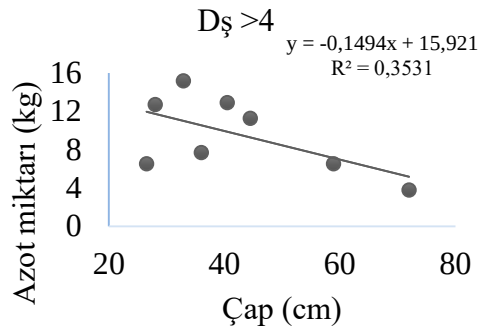
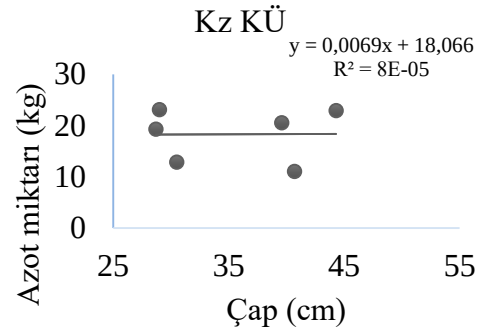
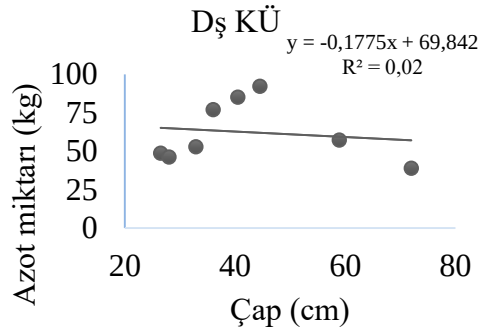
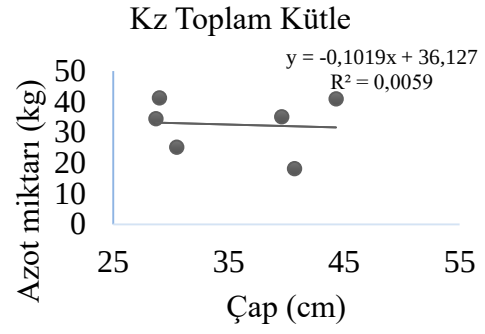
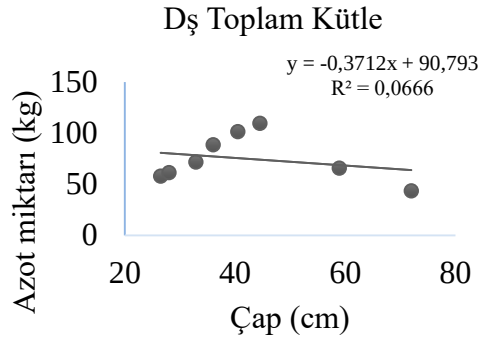
Çizelge 3.15: Kök çap sınıfları kütlesi azot miktarının toplam kök kütlesi azot miktarına oranlarının ağaç türü ve meşcere tiplerine göre değişimine ait varyans analizi sonuçları .

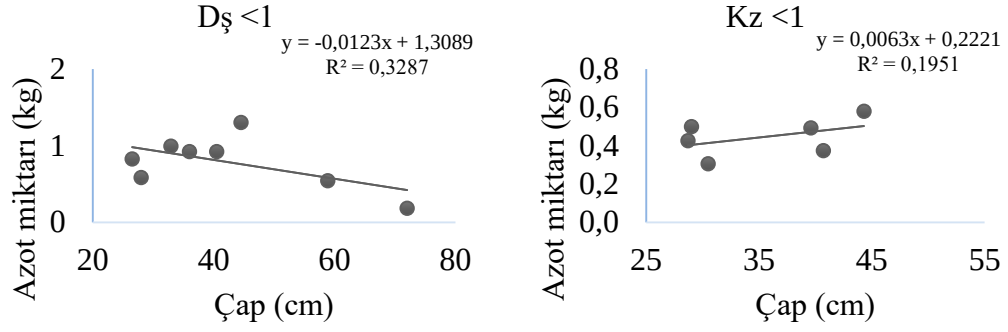
Kök çap sınıfları	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi <i>p</i>
Ø <1 cm	Gruplar Arası	1,574	4	,393	7,444	,005
	Gruplar İçi	,529	10	,053		
	Toplam	2,102	14			
1-4 cm	Gruplar Arası	298,837	4	74,709	138,982	,000
	Gruplar İçi	5,375	10	,538		
	Toplam	304,212	14			
Ø >4 cm	Gruplar Arası	1430,595	4	357,649	33,552	,000
	Gruplar İçi	106,594	10	10,659		
	Toplam	1537,189	14			
Kök Kütüğü	Gruplar Arası	2852,238	4	713,059	73,929	,000
	Gruplar İçi	96,452	10	9,645		
	Toplam	2948,690	14			

3.2.10 Kök sınıflarına ait azot miktarı ile çap, yaş, boy, hacim ve d^2h ilişkisine ait bulgular

Her bir kök sınıfına ait karbon miktarı ile çap ($d_{1,3}$), boy, yaş, hacim ve $d_{1,3}^2h$ indekslerinin ilişkisi Şekil 3.20- 3.24’de gösterilmiştir.

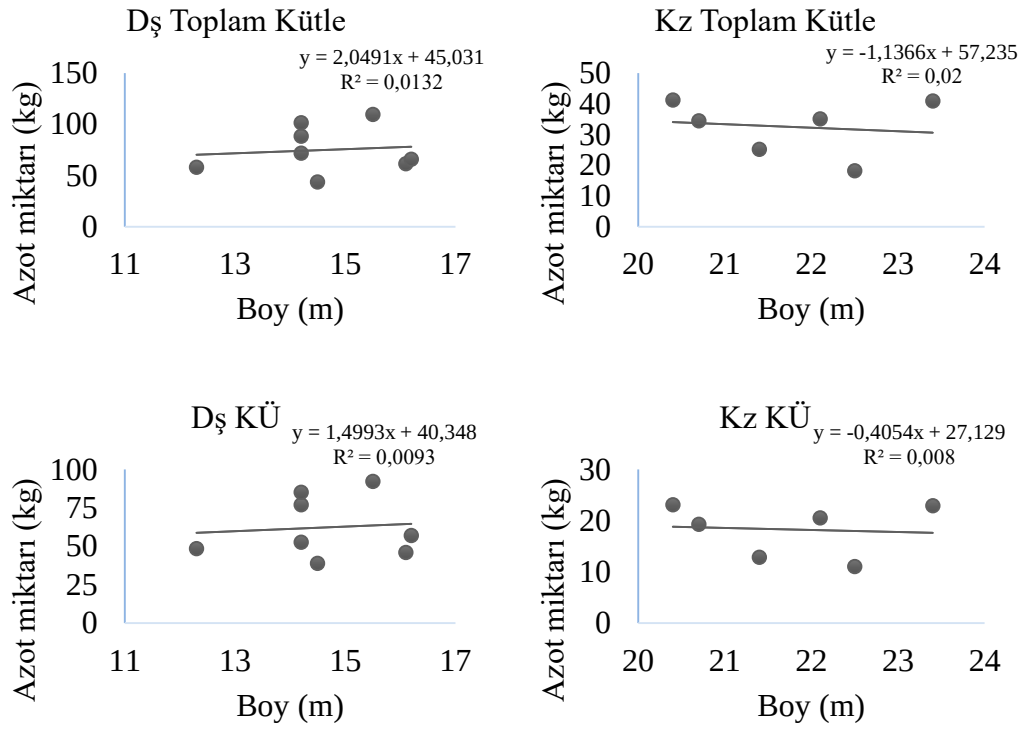
Ağaç çapı ile kök sınıflarına ait azot miktarı arasındaki ilişkiler incelenmiş en kuvvetli ilişki kızılâğaç türünün 1-4 cm arasında çapa sahip köklerine ait azot miktarı ile görülürken en düşük ilişkiyi ise kızılâğaç türünün kök kütüğüne ait azot miktarı göstermiştir (Şekil 3.20).

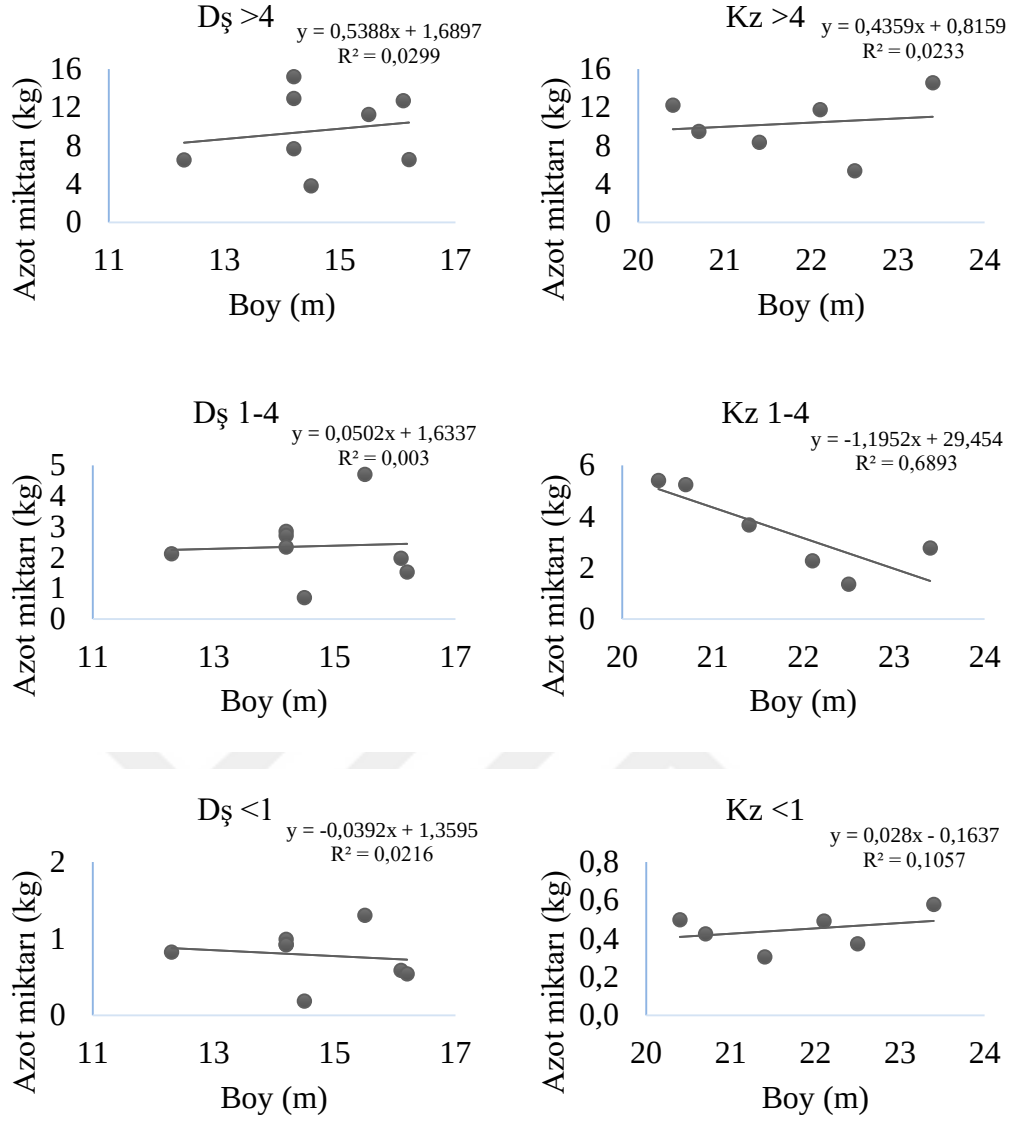




Şekil 3.20: Çap ($d_{1,3}$) ile kök sınıflarına ait azot miktarı arasındaki ilişki.

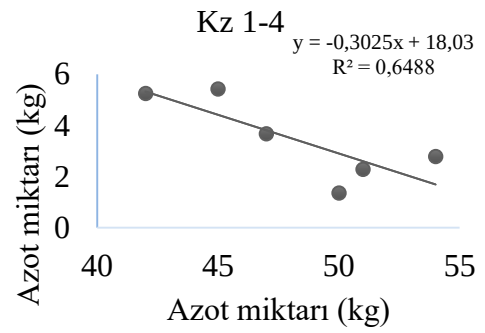
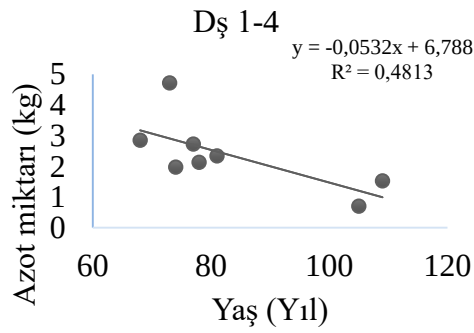
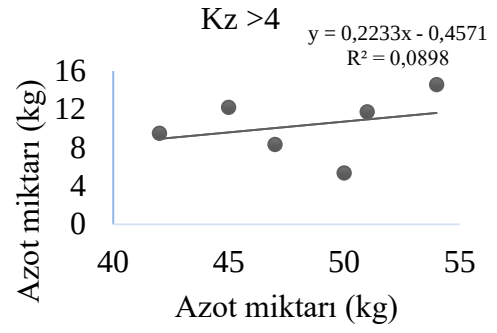
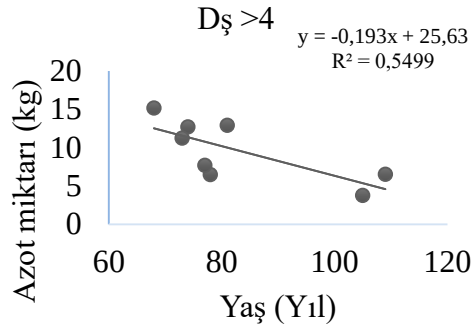
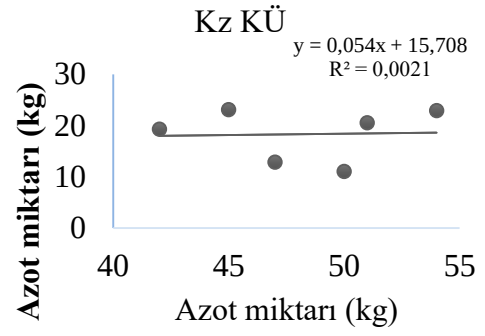
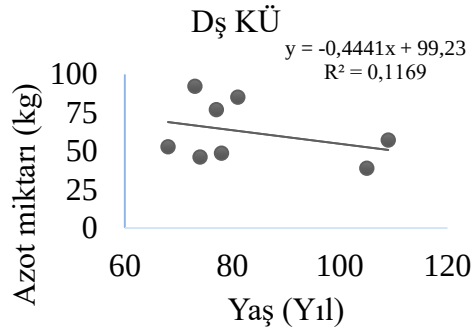
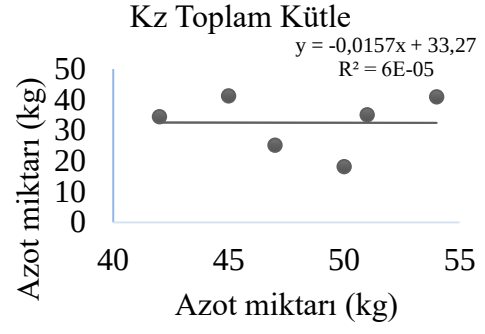
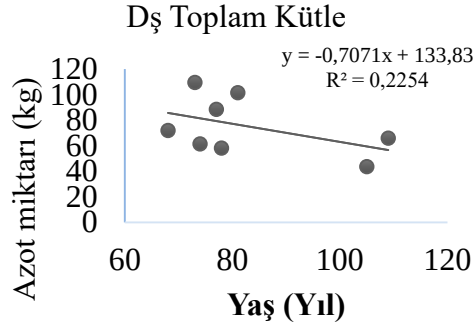
Ağaç boyu ile kök sınıflarına ait azot miktarı arasındaki ilişki de çap ile olduğu gibi kuvvetli ilişki göstermemiştir. Nispeten en kuvvetli ilişki kızılğaç türünün 1-4 cm arasında çapa sahip kökleriyle görülürken en zayıf ilişki ise dişbudak türünün 1-4 cm arasında çapa sahip köklerine ait azot miktarı ile olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.21).

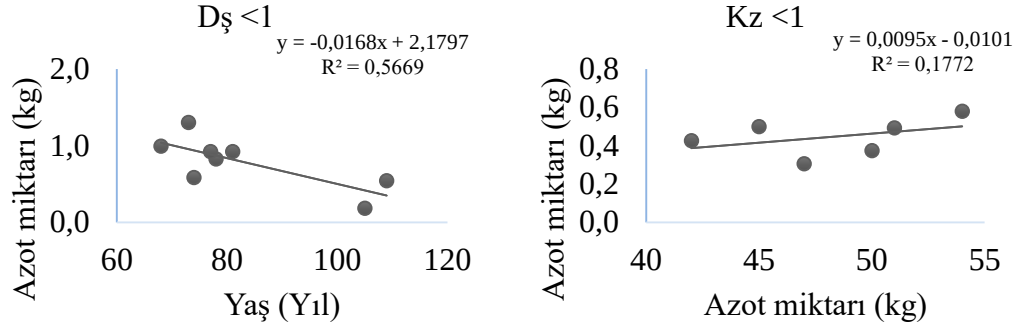




Şekil 3.21: Boy ile kök sınıflarına ait azot miktarı arasındaki ilişki.

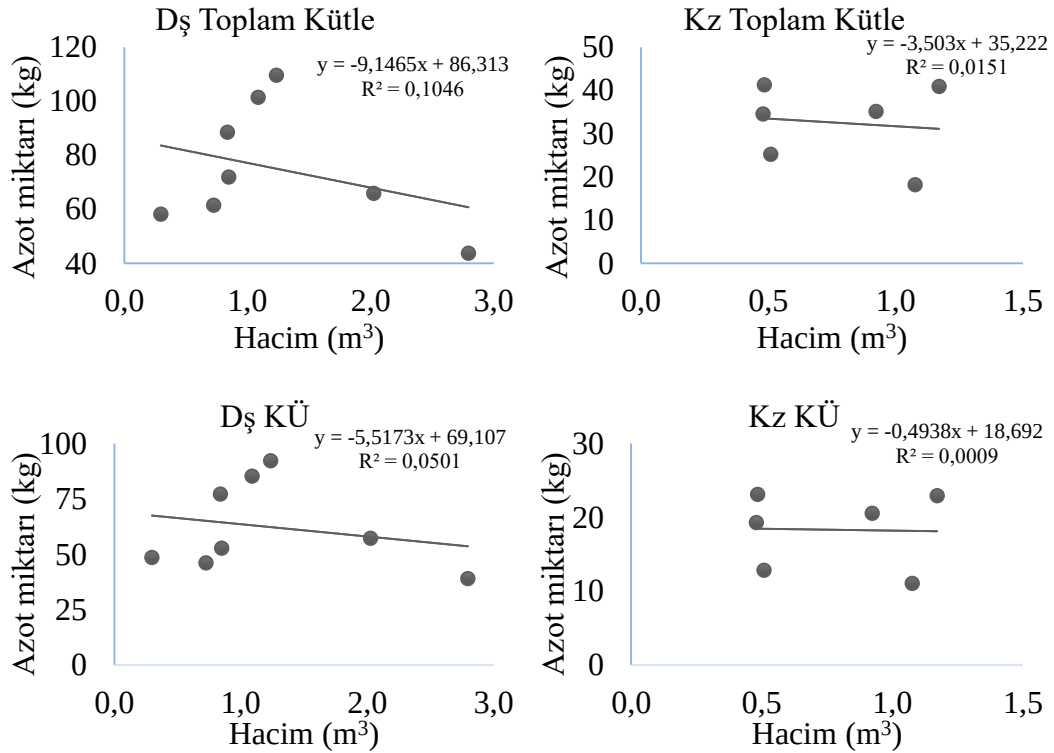
Yaş ile kök sınıflarına ait azot miktarı arasındaki ilişki incelendiğinde görülmüştür ki genel olarak çap ve boydan daha kuvvetli ilişkiler kurmuştur en kuvvetli ilişkisini kızılâğaç türünde çapı 1-4 cm arasında olan köklere ait azot miktarı ile kurarken en zayıf ilişkisi kızılâğaç türünün toplam kök kütlesine ait azot miktarı ile kurmuştur (Şekil 3.22).

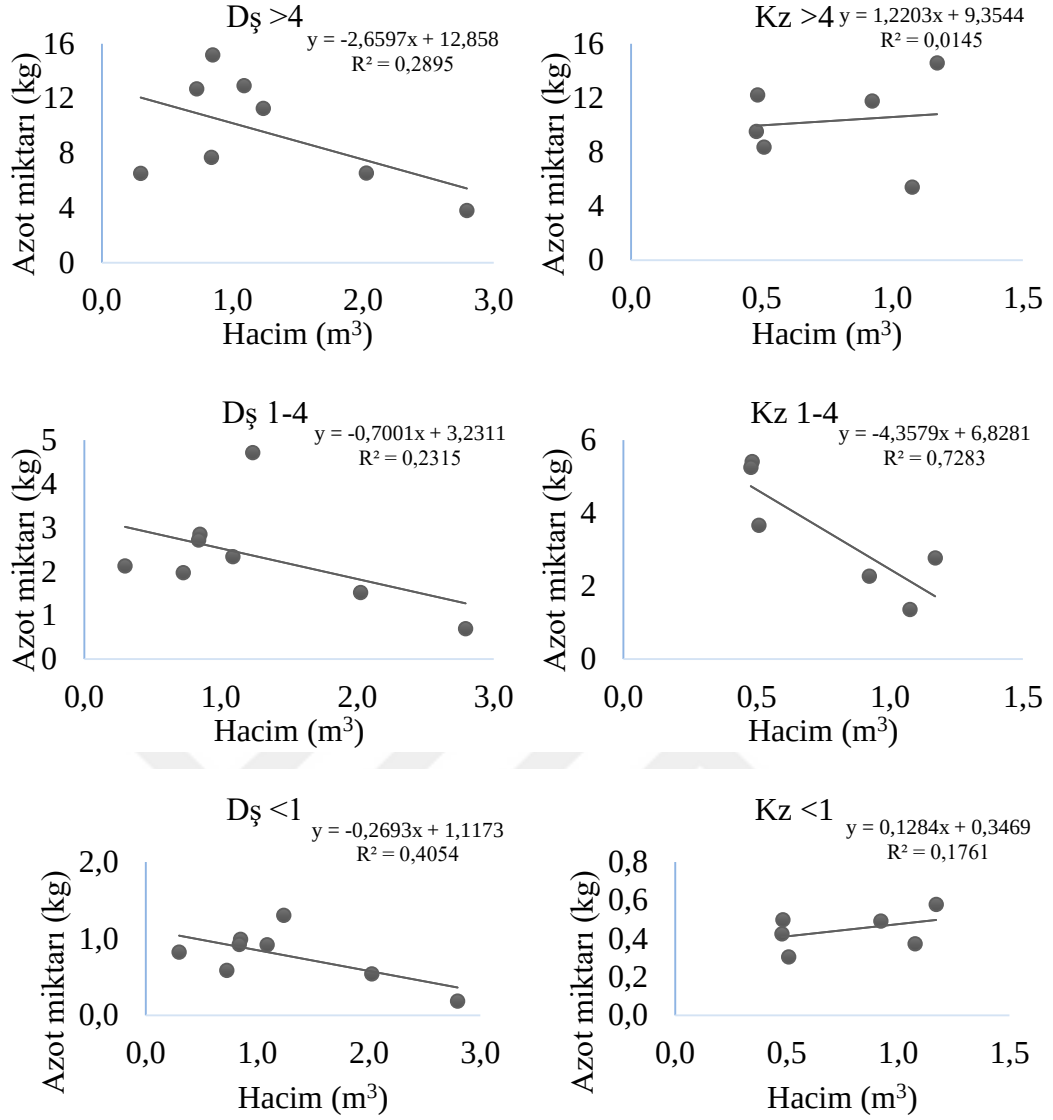




Şekil 3.22: Yaş ile kök sınıflarına ait azot miktarı arasındaki ilişki.

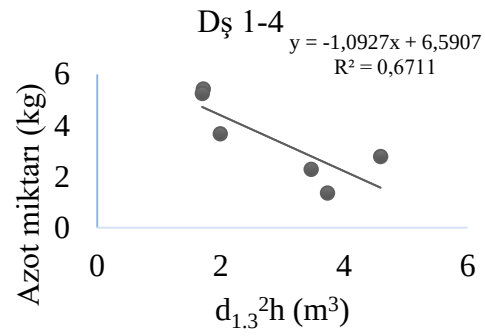
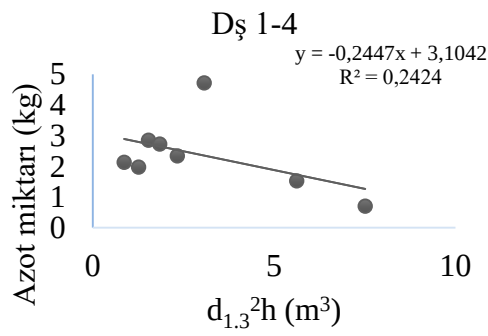
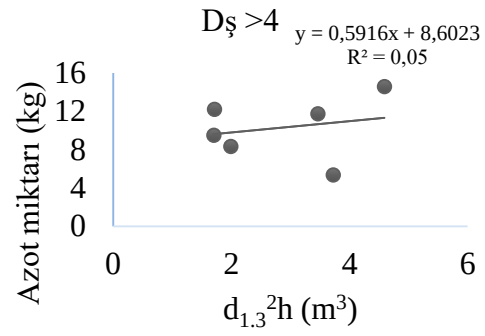
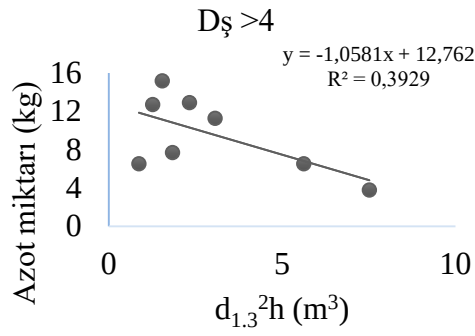
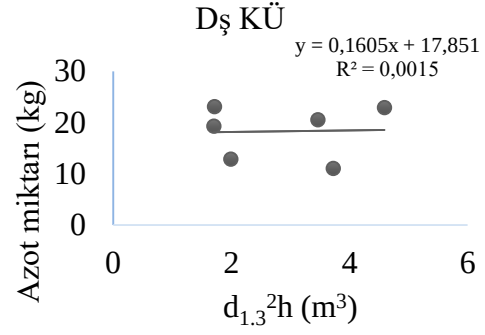
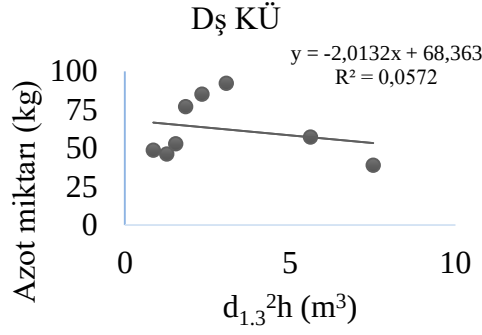
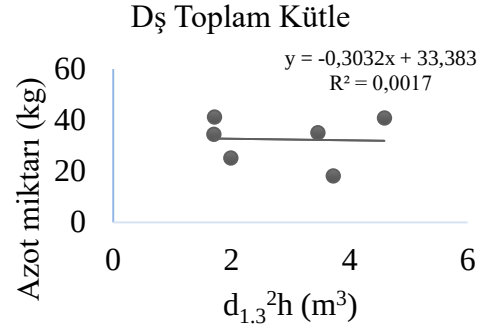
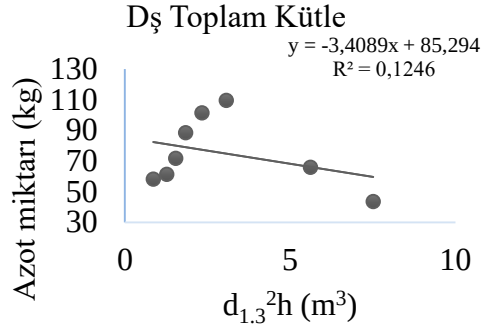
Hacim ile kök sınıflarına ait azot miktarı arasındaki ilişki incelendiğinde çap ve boya benzer ilişkiler geliştirdiği gözlemlenmiştir. En kuvvetli ilişki kızılâğaç türünün çapı 1-4 cm arasında olan köklerine ait azot miktarı ile görülürken en zayıf ilişki ise kızılâğaç türünün kök kütüğüne ait azot miktarı ile olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.23).

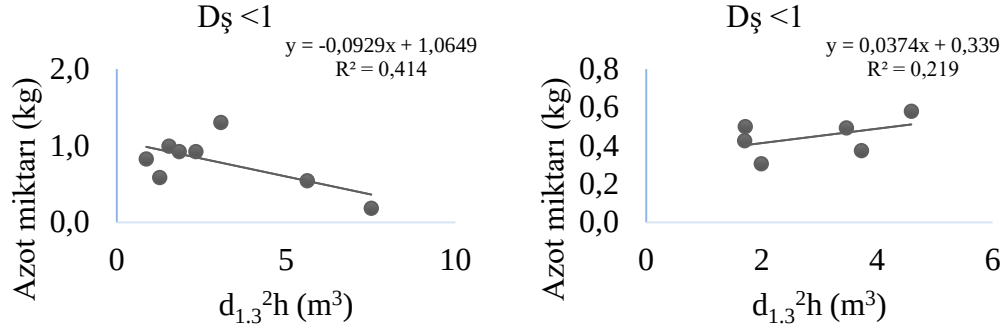




Şekil 3.23: Hacim ile kök sınıflarına ait azot miktarı arasındaki ilişki.

Son olarak $d_{1,3}^2h$ değişkeninin kök sınıflarına ait azot miktarı ile olan ilişkisi incelenmiş ve çap ve boydan daha kuvvetli ancak yaşa nispeten daha zayıf ilişkiler gösterdiği gözlemlenmiştir. En kuvvetli ilişki kızılâğaç türünün çapı 1-4 cm arasında olan köklerine ait azot miktarı ile gösterirken en zayıf ilişkisini ise kızılâğaç türünün kök kütüğüne ait azot miktarı ile göstermiştir (Şekil 3.24).





Şekil 3.24: $d_{1,3}^2h$ ile kök sınıflarına ait azot miktarı arasındaki ilişki.

Tüm ilişkiler incelendiğinde en kuvvetli ilişkinin her zaman kızılâğaç türünde çapı 1-4 cm arasında olan köklere ait azot miktarı ile olduğu gözlemlenmiştir. En düşük ilişkinin değişkenlik göstermekle birlikte genellikle kızılâğaç türünün kök kütüğü ve toplam kök kütlesinin ait azot miktarı ile olduğu gözlemlenmiştir.

3.3 Birim Alandaki Kök Kütlesine Ait Bulgular

3.3.1 Hektardaki ağaç sayısına ait bulgular

Çalışma yapılırken örnek 20×20 m büyüklüğünde örnek alanlar alınmış ve buradaki veriler kullanılarak hektardaki ağaç sayısı belirlenmiştir. Bu değerler dışbudak ve kızılâğaç için ayrı ayrı olacak şekilde Çizelge 3.16 ve Çizelge 3.17’de gösterilmiştir. Örnek alanlar alınırken kızılâğaç türünün bulunduğu alanlarda baskın çağ sınıfının c ve d olduğu alanlarda 3’er örnek alan alınırken dışbudak türünün bulunduğu alanlarda çağ sınıfına ayırmak mümkün olmadığı için rastgele örnek alanlar alarak ağaç sayıları bulundukları çağ sınıfına göre ayrılmıştır.

Çizelge 3.16: Dışbudak türünün c, d ve e çağındaki meşcerelerine ait hektardaki ağaç sayısı.

Meşcere tipi	Ağaç sayısı (adet/hektar)	Dşc3 (adet/hektar)	Dşd3 (adet/hektar)	Dşe3 (adet/hektar)
Dşc3, Dşd3, Dşe3 karışık meşcereler	325	250	50	25
	375	225	100	50
	400	300	75	25
Ortalama	367	258	75	34

Çizelge 3.17: Kızılağaç türünün c ve d çağındaki meşcerelerine ait hektardaki ağaç sayısı.

Meşcere tipi	Ağaç sayısı (adet/hektar)	Kzc3 (adet/hektar)	Kzd3 (adet/hektar)
Kzc3 baskın meşcereler	650	475	175
	650	525	125
	800	625	175
Ortalama	700	542	158
Kzd3 baskın meşcereler	225	25	200
	400	75	325
	400	175	225
Ortalama	342	92	250

3.3.2 Birim alanda kök sınıflarının kütlelerine ait bulgular

Birim alanda meşcere tipine göre kök sınıflarındaki (<1 cm, 1-4 cm, >4 cm, kök kütüğü ve toplam kök)kütle miktarı değişimleri çizelge 3.18 ile gösterilmiştir. Tüm meşcerelerin birim alandaki kök kütleleri incelendiğinde 1 cm'den küçük çapa sahip kökler 1,29 t/ha ve 9,68 t/ha; 1 ve 4 cm arasında çapa sahip kökler 4,03 t/ha ile 29,79 t/ha; çapı 4 cm'den kalın olan kökler 21,06 t/ha ve 94,76 t/ha; kök kütüğü ise 75,36 t/ha ve 451,35 t/ha arasında bulunurken toplam kök kütleleri ise birim alanda 124,01 t/ha ile 571,47 t/ha arasında değişkenlik göstermektedir (Çizelge 3.18).

Kök çap sınıflarının birim alandaki kütlelerinin ağaç türü ve meşcere tiplerine göre değişimine ait varyans analizi yapılmıştır. Çizelge 3.19'da gösterilen analiz sonuçlarına göre çapı 1 cm'den küçük kökler, 1-4 cm arasında olanlar, çapı 4 cm'nin üzerinde olanlar ($p<0,05$) ve kök kütüğü ile toplam kök kütlesi ($p<0,001$) birim alanda ağaç türüne ve meşcere tiplerine göre istatistiksel olarak farklılık göstermektedirler.

Çizelge 3.18: Meşcere tiplerine göre kök sınıflarının birim alandaki kütlesi (t/ha), (n=3), Dşe3 için n=2.

Meşcere Tipi	Kök Ort.±SS (Min-Mak)			Kök kütüğü	Toplam
	Ø <1 cm	Ø 1-4 cm	Ø >4 cm		
Dşc3	6,27 ^b ± 1,5995 (4,59–7,77)	13,30 ^{ab} ± 2,6933 (11,33–16,3697)	69,96 ^b ± 27,1885 (39,80–92,60)	320,89 ^b ± 21,9703 (301,01–344,48)	410,42 ^{bc} ± 44,9846 (375,63–461,22)
Dşd3	7,79 ^b ± 1,6343 (6,84–9,68)	19,26 ^{bc} ± 7,5358 (13,82–27,86)	77,92 ^b ± 19,5919 (56,42–94,76)	415,20 ^c ± 36,9763 (377,45–451,35)	520,1656 ^c ± 58,2715 (456,81–571,47)
Dşe3	2,51 ^a ± 1,7281 (1,29–3,73)	6,43 ^a ± 3,3844 (4,03–8,82)	28,64 ^a ± 10,7181 (21,06–36,22)	316,83 ^b ± 84,9422 (256,76–376,89)	354,40 ^b ± 100,7729 (283,14–425,66)
Kzc3	2,45 ^a ± 0,5819 (1,83–2,98)	26,29 ^c ± 5,3039 (20,19–29,79)	62,28 ^b ± 12,2968 (51,92–75,87)	110,27 ^a ± 31,0487 (76,92–138,33)	201,2975 ^a ± 48,2387 (150,85–246,98)
Kzd3	3,06 ^a ± 0,6539 (2,37–3,67)	19,31 ^{bc} ± 6,5058 (12,27–25,10)	66,81 ^b ± 29,7642 (34,02–92,12)	123,87 ^a ± 42,8005 (75,35–156,30)	213,0377 ^a ± 79,5612 (124,01–277,19)

Sütunlardaki aynı harfler aralarında fark olmayan grupları göstermektedir.

Farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunun tespiti için Duncan testi uygulanmıştır (Çizelge 3.18). Birim alandaki kök kütleleri incelendiğinde 1 cm'den küçük olan köklerde Dşd3 (7,79 t/ha) meşcereleri en fazla kök bulundururken, en az kök kütlesi Kzc3 (2,45 t/ha) meşcerelerinde bulunmaktadır. 1-4 cm arasında çapa sahip köklerde en fazla kök Kzc3 (26,29 t/ha) meşcerelerinde bulunurken en az kök ise Dşe3 (6,43 t/ha) meşcerelerinde görülmektedir. Kök sınıflarından çapı 4 cm'den fazla olanlara gelindiğinde ise Dşd3 (77,92 t/ha) meşcereleri en birim alanda en fazla kök kütlesine sahipken en az kök kütlesi Dşe3 (28,64 t/ha) meşcerelerinde görülmüştür. Kök kütüğü incelendiğinde en yüksek değer Dşd3 (415,20 t/ha) meşcerelerinde görülürken en düşük değer Kzc3 (110,27 t/ha) meşcerelerinde görülmüştür. Toplam kök kütlesi incelendiğinde ise birim alandaki en fazla kök kütlesi Dşd3 (520,17 t/ha) meşcerelerinde görülürken en az kökün ise Kzc3 (201,30 t/ha) meşcerelerinde olduğu görülmüştür (Çizelge 3.18).

Çizelge 3.19: Birim alandaki kök sınıfları kütlesinin ağaç türü ve meşcere tiplerine göre değişimine ait varyans analizi sonuçları.

Kök çap sınıfları	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi <i>p</i>
Ø <1 cm	Gruplar Arası	71,923	4	17,981	12,003	,001
	Gruplar İçi	14,980	10	1,498		
	Toplam	86,903	14			
1-4 cm	Gruplar Arası	659,546	4	164,887	5,877	,011
	Gruplar İçi	280,583	10	28,058		
	Toplam	940,129	14			
Ø >4 cm	Gruplar Arası	6113,807	4	1528,452	7,499	,005
	Gruplar İçi	2038,154	10	203,815		
	Toplam	8151,961	14			
Kök Kütüğü	Gruplar Arası	211862,937	4	52965,734	30,469	,000
	Gruplar İçi	17383,365	10	1738,336		
	Toplam	229246,302	14			
Toplam Kök Miktarı	Gruplar Arası	218244,156	4	54561,039	13,919	,000
	Gruplar İçi	39199,752	10	3919,975		
	Toplam	257443,908	14			

3.3.3 Birim alanda kök sınıflarının karbon stokuna ait bulgular

Birim alanda meşcere tipine göre kök sınıflarında (<1 cm, 1-4 cm, >4 cm, kök kütüğü ve toplam kök) karbon miktarındaki değişimler Çizelge 3.20 ile gösterilmiştir. Bu çizelgeye göre 1 cm'den ince köklerde karbon miktarı 0,61 t/ha ile 4,70 t/ha arasında değişiklik göstermiştir. Çapı 1 ve 4 cm arasında olan köklerde ise 1,99 t/ha ile 15,22 t/ha karbon bulunurken çapı 4 cm'den kalın bulunan köklerde bu değerler 10,45 t/ha ile 46,07 t/ha arasında değişmektedir. Kök kütüğünün karbon miktarı incelendiğinde 60,87 t/ha ile 280,97 t/ha arasında değişiklik gösterdiği görülmektedir. Toplam kök

kütlesine ait karbon miktarları incelendiğinde ise 61,32 t/ha ile 285,71 t/ha arasında değişiklik gösterdiği görülmüştür (Çizelge 3.20).

Kök çap sınıflarının birim alandaki karbon miktarının ağaç türü ve meşcere tiplerine göre değişimine ait varyans analizi yapılmıştır. Çizelge 3.21’de gösterilen bu analiz sonuçlarına göre toplam kök karbon miktarı ve kök kütüğü karbon miktarı ($p<0,001$) ile çapı 1 cm’den küçük kökler ve 1-4 cm arasında olan köklerin karbon miktarı ağaç türüne ve meşcere tiplerine göre istatistiksel olarak farklılık göstermektedirler. Bununla birlikte çapı 4 cm’nin üzerinde olan köklerde bulunan karbon miktarında ise ağaç türü ve meşcere tipine göre farklılık görülmemiştir ($p>0,05$).

Çizelge 3.20: Meşcere tiplerine göre kök sınıflarının birim alandaki karbon stoku (ton/ha), (n=3), Dşe3 için n=2.

Meşcere Tipi	Kök Ort.±SS (Min-Mak)			Kök kütüğü	Toplam
	Ø <1 cm	1-4 cm	Ø >4 cm		
Dşe3	3,06 ^b ± 0,780 (2,24-3,79)	6,62 ^{ab} ± 1,341 (5,64-8,15)	34,75 ^b ± 13,505 (19,77-45,99)	161,98 ^b ± 11,090 (151,95-173,89)	203,84 ^b ± 22,838 (186,56-229,068)
Dşd3	3,79 ^b ± 0,780 (3,32-4,70)	9,46 ^{bc} ± 3,700 (6,79-13,68)	37,89 ^b ± 9,526 (27,43-46,07)	208,98 ^c ± 18,611 (224,59-280,97)	255,74 ^c ± 28,740 (228,64-285,71)
Dşe3	1,22 ^a ± 0,584 (0,61-1,78)	3,23 ^a ± 1,187 (1,99-4,36)	14,08 ^a ± 3,768 (10,45-17,97)	152,81 ^b ± 31,895 (139,359-209,50)	168,43 ^b ± 36,578 (141,81-213,10)
Kzc3	1,22 ^a ± 0,290 (0,91-1,48)	13,43 ^c ± 2,709 (10,31-15,22)	32,05 ^{ab} ± 6,327 (26,71-39,04)	56,41 ^a ± 15,883 (76,728-125,62)	102,39 ^a ± 24,536 (77,28-126,50)
Kzd3	1,45 ^a ± 0,311 (1,13-1,74)	9,73 ^{bc} ± 3,278 (6,18-12,65)	32,60 ^{ab} ± 14,523 (16,60-44,95)	61,49 ^a ± 21,248 (60,87-116,78)	104,57 ^a ± 39,052 (61,32-136,93)

Sütunlardaki aynı harfler aralarında fark olmayan grupları göstermektedir.

Farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunun tespiti için Duncan testi uygulanmıştır (Çizelge 3.20). Karbon miktarları incelendiğinde 1 cm’den ince çapa sahip köklerde en az karbon miktarı Kzc3 (1,22 t/ha) meşcerelerinde görülürken en fazla karbon miktarı ise Dşd3 (3,79 t/ha) meşcerelerinde görülmüştür. Çapı 1 ve 4 cm arasında olan köklerin karbon miktarları incelendiğinde en az karbon Dşe3 (3,23 t/ha) meşcerelerinde bulunurken en fazla karbon ise Kzc3 (13,43 t/ha) meşcerelerinde görülmüştür. Çapı 4 cm üzerinde olan kökler incelendiğinde en az karbon Dşe3 (14,08 t/ha) meşcerelerinde görülürken en fazla karbon ise Dşd3 (37,89 t/ha) meşcerelerinde

görülmüştür. Kök kütüklerinin karbon miktarı incelendiğinde en az karbon miktarı Kzc3 (56,41 t/ha) meşcerelerinde görülürken en fazla karbon ise Dşd3 (208,98 t/ha) meşcerelerinde görülmektedir. Toplam karbon miktarını meşcere tiplerine göre kıyasladığımızda en az karbonun Kzc3 (56,41 t/ha) meşcerelerinde olduğu gözlemlenirken en fazla karbon ise Dşd3 (255,74 t/ha) meşcerelerinde görülmüştür (Çizelge 3.20).

Çizelge 3.21: Birim alandaki kök sınıfları kütlesi karbon stokunun ağaç türü ve meşcere tiplerine göre değişimine ait varyans analizi sonuçları.

Kök çap sınıfları	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi p
<1 cm	Gruplar Arası	17,140	4	4,285	12,170	,001
	Gruplar İçi	3,521	10	,352		
	Toplam	20,660	14			
1-4 cm	Gruplar Arası	174,082	4	43,521	6,220	,009
	Gruplar İçi	69,970	10	6,997		
	Toplam	244,052	14			
>4 cm	Gruplar Arası	1046,729	4	261,682	2,431	,116
	Gruplar İçi	1076,560	10	107,656		
	Toplam	2123,289	14			
Kök Kütüğü	Gruplar Arası	53625,738	4	13406,434	30,604	,000
	Gruplar İçi	4380,656	10	438,066		
	Toplam	58006,394	14			
Toplam Kök Miktarı	Gruplar Arası	51919,678	4	12979,919	13,563	,000
	Gruplar İçi	9570,036	10	957,004		
	Toplam	61489,714	14			

3.3.4 Birim alanda kök sınıflarının azot stokuna ait bulgular

Birim alanda meşcere tipine göre kök sınıflarına ait (<1 cm, 1-4 cm, >4 cm, kök kütüğü ve toplam kök) azot miktarındaki değişimler Çizelge 3.22 ile gösterilmiştir. Bu çizelgeye göre 1 cm'den ince çapa sahip köklerde azot miktarı 0,02 t/ha ile 0,13 t/ha arasında değişiklik göstermiştir. Çapı 1 ve 4 cm arasında olan köklerde ise 0,07 t/ha ile 0,54 t/ha arasında azot bulunurken çapı 4 cm'den kalın olan köklerde ise 0,38 t/ha ile 1,52 t/ha arasında azot bulunmaktadır. Kök kütüğünün azot miktarı incelendiğinde 1,11 t/ha ile 9,23 t/ha arasında değişiklik gösterdiği görülmüştür. Toplam kök kütlesine ait azot miktarı ise 1,78 t/ha ile 9,21 t/ha arasında değişiklik göstermektedir.

Kök çap sınıflarının birim alandaki azot miktarının ağaç türü ve meşcere tiplerine göre değişimine ait varyans analizi yapılmıştır. Çizelge 3.23 ile gösterilen bu analiz sonuçlarına göre çapı 1 cm'den küçük kökler, 1-4 cm arasında çapı olan kökler ($p<0,05$) ile kök kütüğü ve toplam kök kütlesine ($p<0,001$) ait azot miktarı ağaç türüne ve meşcere tiplerine göre istatistiksel olarak farklılık göstermektedirler. Bununla birlikte çapı 4 cm'den büyük olan köklerde ise ağaç türü ve meşcere tipine göre farklılık görülmemiştir ($p>0,05$).

Çizelge 3.22: Meşcere tiplerine göre kök sınıflarının birim alandaki azot stoku (ton/ha), (n=3), Dşe3 için n=2.

Meşcere Tipi	Kök Ort.±SS (Min-Mak)				
	Ø <1 cm	Ø 1-4 cm	Ø >4 cm	Kök kütüğü	Toplam
Dşe3	0,08 ^b ± 0,02 (0,06-0,10)	0,23 ^{ab} ± 0,05 (0,20-0,29)	1,15 ^a ± 0,44 (0,65-1,52)	4,92 ^b ± 0,34 (4,62-5,28)	6,36 ^b ± 0,70 (5,82-7,14)
Dşd3	0,11 ^b ± 0,02 (0,09-0,13)	0,33 ^b ± 0,13 (0,23-0,47)	1,06 ^a ± 0,27 (0,77-1,29)	8,49 ^c ± 0,76 (7,72-9,23)	8,39 ^{bc} ± 0,94 (7,36-9,21)
Dşe3	0,04 ^a ± 0,01 (0,02-0,05)	0,11 ^a ± 0,04 (0,07-0,15)	0,51 ^a ± 0,14 (0,38-0,66)	4,63 ^b ± 0,97 (3,90-5,72)	5,57 ^b ± 1,21 (4,61-6,93)
Kzc3	0,04 ^a ± 0,01 (0,03-0,05)	0,48 ^c ± 0,10 (0,37-0,54)	1,02 ^a ± 0,20 (0,84-1,22)	1,84 ^a ± 0,52 (1,29-2,31)	3,41 ^a ± 0,82 (2,55-4,18)
Kzd3	0,05 ^a ± 0,01 (0,04-0,06)	0,21 ^{ab} ± 0,07 (0,14-0,28)	1,06 ^a ± 0,47 (0,53-1,46)	1,82 ^a ± 0,63 (1,11-2,30)	3,06 ^a ± 1,14 (1,78-3,98)

Farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunun tespiti için Duncan testi uygulanmıştır (Çizelge 3.22). Azot miktarları incelendiğinde çapı 1 cm'den ince köklerde en az azot miktarı Dş3 (0,04 t/ha) meşceresinde en fazla azot miktarı ise Dşd3 (0,11 t/ha) meşceresinde görülmüştür. Çapı 1-4 cm arasında olan kökler incelendiğinde ise azot miktarı en az Dş3 meşcerelerinde görülürken en fazla azot miktarı ise Kzc3 (0,48 t/ha) meşceresinde görülmüştür. Çapı 4 cm'den kalın olan kökler incelendiğinde en az azot Dş3 (0,51 t/ha) meşceresinde görülürken en fazla azot ise Dşc3 (1,15 t/ha) meşceresinde görülmektedir. Kök kütüğünün azot miktarı en az Kzd3 (1,82 t/ha) meşceresinde görülürken en fazla azot miktarı Dşd3 (8,49 t/ha) meşceresinde görülmektedir. Son olarak kök kütlesine ait azot miktarı incelendiğinde en az azot Kzd3 (3,06 t/ha) meşceresinde görülürken en fazla azot ise Dşd3 (8,39 t/ha) meşceresinde görülmüştür.

Çizelge 3.23: Birim alandaki kök sınıfları kütlesi azot stokunun ağaç türü ve meşcere tiplerine göre değişimine ait varyans analizi sonuçları.

Kök Kütleleri	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi <i>p</i>
<1 cm	Gruplar Arası	1,026	4	,257	9,016	,002
	Gruplar İçi	,285	10	,028		
	Toplam	1,311	14			
1-4 cm	Gruplar Arası	22,676	4	5,669	8,177	,003
	Gruplar İçi	6,933	10	,693		
	Toplam	29,609	14			
>4 cm	Gruplar Arası	76,944	4	19,236	1,749	,216
	Gruplar İçi	110,000	10	11,000		
	Toplam	186,945	14			
Kök Kütüğü	Gruplar Arası	9066,336	4	2266,584	49,662	,000
	Gruplar İçi	456,406	10	45,641		
	Toplam	9522,742	14			
Toplam Kök Miktarı	Gruplar Arası	5792,875	4	1448,219	15,086	,000
	Gruplar İçi	959,964	10	95,996		
	Toplam	6752,839	14			

3.4 Diri örtüye ait bulgular

Dişbudak ve kızılâğaç meşcerelerindeki diri örtüye (ot) ait kök miktarı ağaç türleri bakımından kıyaslandığında istatistiksel olarak önemli ($p<0,01$) farklılıkların bulunduğu belirlenmiştir. Dişbudak meşcerelerinde diri örtü miktarı 0,40 ile 2,50 t/ha arasında değişiklik gösterirken ortalama olarak 1,12 t/ha kök bulunmaktadır. Kızılâğaç meşcereleri dikkate alındığında bu değerlerin 1,90 ile 2,03 t/ha arasında değişiklik gösterdiği ve ortalama olarak 1,97 t/ha kök miktarına sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Her iki meşcerenin de diri örtüsünün köklerinde bulunan karbon miktarı yüzde olarak %49,6 ortalamaya sahipken azot yüzdesinin ise ortalama %0,62 olduğu gözlemlenmiştir. Dişbudak meşcerelerine ait diri örtünün karbon stoku ortalama olarak 0,56 t/ha olarak belirlenirken kızılâğaç meşceresinde bulunan diri örtünün ortalama karbon stoku ise 0,98 t/ha olarak belirlenmiştir. Azot stokları incelendiğinde görülmüştür ki dişbudak meşceresine ait diri örtü 0,007 t/ha azot içerirken kızılâğaç meşceresine ait diri örtü ise 0,012 t/ha azot içermektedir.

3.5 Toprak Organik Karbon (TOK) ve Toplam Azot (TA) Miktarı ve Stoklarına Ait Bulgular

Toprak profilinin tamamına (0-100 cm) ait TOK ve TA miktarları incelendiğinde dişbudak meşceresinde en yüksek değerler ortalaması Dşd3 meşceresinde TOK için % 4,79 ve TA için % 0,29 olarak görülürken en düşük değerler ise Dşe3 meşceresinde TOK için % 1,87 ve TA için % 0,19 olarak görülmektedir. Kızılâğaç meşceresi incelendiğinde ise en yüksek değerler Kzc3 meşcerelerinde TOK için % 4,06 ve TA için %0,33 olarak görülürken, Kzd3 meşceresinde ise TOK değeri %2,36 ve TA değeri ise % 0,20 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.24).

Meşcere tipine göre değişen TOK ve TA stokları incelendiğinde ise dişbudak türünde en yüksek değerler Dşd3 meşceresinde TOK için 350,2 t/ha ve TA için 29,7 t/ha ile görülürken en düşük değerlerin ise Dşe3 meşceresinde TOK için 227,5 t/ha ve TA için 23 t/ha olduğu görülmektedir. Kızılâğaç meşcerelerinde ise en yüksek değerler Kzc3 meşcerelerinde TOK için 320,9 t/ha ve TA için 28,1 t/ha en düşük değerler Kzd3 meşceresinde TOK için 279,9 t/ha ve TA için 27,8 t/ha olarak görülmektedir.

Meşcere tipine göre değişen C:N oranı kıyaslandığında dişbudak türünün en düşük C:N oranı Dşe3 meşceresinde 9,9 olarak belirlenirken en yüksek oran ise Dşd3

meşçeresinde 11,8 olarak belirlenmiştir. Kızılağaç meşcerelerinde Kzc3 meşçeresi 11,4 ile en yüksek orana sahipken en düşük oran Kzd3 meşçeresinde 10,1 değeri ile görülmektedir (Çizelge 3.24).

Çizelge 3.24: Farklı meşçere tiplerinde üç farklı toprak derinlik kademesinde bulunan toprak organik karbon (TOK) ve toplam azot (TA) miktarı (%) ile stoku (t/ha).

Meşçere Tipi	Toprak Derinlik Kademesi (cm)	TA miktarı (%)	TOK miktarı (%)	TN-Stoku (ton N ha ⁻¹)	TOK-Stoku (ton C ha ⁻¹)	C:N
Dşc3	0-30	0,455	5,037	16,5	181,5	11,0
	30-60	0,139	1,193	5,37	54,68	10,2
	60-100	0,052	0,631	4,78	66,04	13,8
	0-100	0,215	2,287	26,7	302,2	11,3
Dşd3	0-30	0,666	6,900	17,2	178,1	10,4
	30-60	0,134	2,715	6,59	92,94	14,1
	60-100	0,058	4,753	5,96	79,15	13,3
	0-100	0,286	4,789	29,7	350,2	11,8
Dşe3	0-30	0,400	4,222	13,4	141,4	10,6
	30-60	0,091	0,735	3,42	27,63	8,1
	60-100	0,068	0,642	6,21	58,48	9,4
	0-100	0,186	1,866	23,0	227,5	9,9
Kzc3	0-30	0,625	7,991	18,3	155,7	8,5
	30-60	0,280	3,183	6,0	96,2	16,0
	60-100	0,089	0,996	3,76	69,1	18,4
	0-100	0,331	4,056	28,1	320,9	11,4
Kzd3	0-30	0,453	5,537	18,6	189,5	10,2
	30-60	0,112	1,154	4,79	49,38	10,3
	60-100	0,040	0,376	4,33	40,99	9,5
	0-100	0,202	2,356	27,8	279,9	10,1

4. TARTIŞMA

Ülkemiz orman ekosistemleri arasında önemli bir yere sahip olan Karacabey Subasar ormanlarında tamamlanan çalışmada, Karacabey Subasar ormanlarının baskın ağaç türlerinden olan dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) ve kızılâğaç (*Alnus glutinosa* L.) türlerinin oluşturduğu meşcerelerin toprak altı kök kütlesi ile köklere ait karbon ve azot stokları 5 meşcere tipinin (Dşc3, Dşd3, Dşe3, Kzc3, Kzd3) yanında üç farklı kök sınıfı ile (<1 cm, 1-4 cm, >4 cm) kök kütüğü esas alınarak belirlenmiştir. Çalışma sonunda elde edilen verilere göre toprak altı kök kütlesi ile kök karbon ve azot stokları; ağaç türü, meşcere tipi ve kök çapı ile ilişki içerisinde.

Birim alanda meşcere tipine göre toplam kök kütlesi (t/ha) en çoktan en aza doğru sırası ile Dşd3, Dşc3, Dşe3, Kzd3 ve Kzc3 şeklinde bulunmuştur. Kök kütüğünün kütlesine dair sıralama toplam kök kütlesine ait sıralama ile eşdeğer dizilmiştir. Çapı 4 cm'den kalın olan köklerde en çoktan en aza doğru sıralandığında ise Dşd3, Dşc3, Kzd3, Kzc3 ve Dşe3 dizilişi ortaya çıkmaktadır. Kalınlığı 1-4 cm arasında olan köklerin miktarı incelendiğinde ise sıralama çoktan aza doğru sırası ile Kzc3, Kzd3, Dşd3, Dşc3 ve Dşe3 şeklinde bulunmuştur. Çapı 1 cm'den ince olan kökler incelendiğinde bu sıralama çoktan aza doğru Dşd3, Dşc3, Kzd3, Dşe3 ve Kzc3 şeklinde ifade edilebilir (Çizelge 3.18). Birim alanda meşcere tipine göre kök sınıflarındaki karbon ve azot stoku (t/ha) kök kütlesinin miktarı ile eş sıralamayı göstermektedir (Çizelge 3.20 ve Çizelge 3.22).

Dişbudak meşcereleri incelendiğinde, kök kütüğünün kütlesinin ile karbon ve azot stokları, toplam kök kütlesi ve karbon, azot stokunun büyük çoğunluğunu (%90 - %88 arasında) oluştururken, aynı mukayese kızılâğaç meşcereleri için yapıldığında bu oranın çok daha düşük (%58 - %54 arasında) olduğu görülmüştür. Çapı 4 cm'den kalın olan kökler üzerindeki aynı kıyaslamada kızılâğaç meşcereleri (%31.3 – %30.6), dişbudak meşcerelerinden (%16,8 - %7,97 arasında) daha yüksek oranlara sahiptir. Kalınlığı 1-4 cm arasında olan köklerde de aynı şekilde kızılâğaç meşcereleri (%13,2 – %9,20), dişbudak meşcerelerinden (%3,66 - %1,75 arasında) daha yüksek orana sahiptir. Çapı 1 cm'den ince olan kökler incelendiğinde bu oranlar birbirine oldukça yakındır. Dişbudak meşcereleri için bu oran %1,52 - %0,666 arasında değişirken, kızılâğaç meşcereleri için bu oranlar %1,52 - %1,22 arasında bulunmuştur.

Çalışmanın gerçekleştirildiği kızılâğaç ve dişbudak türlerinde ileri ve orta yaşlı meşcereler dikkate alındığında kök kütüğü toplam kök kütlesinin önemli bir miktarını oluştururken, nispeten daha genç meşcerelerde bu oranın farklı olabileceğine dair ifadeler bulunmaktadır. Örnek vermek gerekirse Bårdulis ve ark. (2015) kızılâğacın farklı bir türünde (*Alnus incana* (L.) Moench) genç meşcerelerinde farklı yaşlardaki (4, 6, 7 ve 9 yaşında) gerçekleştirdikleri bir çalışmada kök kütüğü toplam kök kütlesinin % 28'ini oluştururken, ince köklerde bu oran % 8'dir. Kalan %64 gibi bir oranı ise kaba kökler oluşturmaktadır. Aosaar ve ark. (2013) aynı kızılâğaç türünün (*Alnus incana* (L.) Moench) 17 yaşındaki kök kütüğü kütlesini 9,0 t/ha olarak belirtmiş ve bu kök kütüğünün toplam kök kütlesinin % 40,4'ünü oluşturduğunu belirtmiştir. Aynı çalışma ile elde edilen verilere göre çapı 1 cm'den kalın olan kökler 7,8 t/ha ile kök kütlesinin %35,1'ini oluştururken, diğer kökler ise 5,5 t/ha ile toplam kök kütlesinin % 24,5'ini oluşturduğunu belirtmiştir.

Yapılan birçok çalışma sonucu görülmüştür ki ağaç bileşenlerinin ağaç türü, yaşı, yetiştirme ortamı ve uygulanan silvikültürel işlemlere göre bitkisel kütledeki oranları değişiklik göstermektedir (Pardé, 1980). Brække ve Håland (1995) gerçekleştirdikleri toprak üstü biyokütle çalışmasında bitkinin organlarındaki kütle dağılımının gelişim çağlarına göre değişiklik gösterdiğini ifade etmiştir. Gençlik döneminde dal ve ibrelerin oluşturduğu kütle oranının daha yüksek olduğunu belirtirken kapalılığın oluşması ile gövdenin kütle oranının diğer kısımların üstüne çıktığını ve kapalılık durumunda bu oranların sabit kaldığını ifade etmiştir. Benzer durumun toprak altındaki kök bileşenlerinde de geçerli olabileceği düşünülmekle beraber bu konu ile alakalı detaylı bir çalışma bulunmamaktadır.

4.1 Kök Kütlesi Miktarına Yönelik Tartışma

Çalışma sonunda elde edilen verilerin diğer çalışmalarla kıyaslanmasındaki en büyük problem, toprak altı tüm kök kütlesini belirlemeye yönelik detaylı çalışmaların sayısı oldukça azdır. Örnek vermek gerekirse Çömez (2010) ve diğer yapılan çalışmalar genellikle farklı kök sınıflarına ayrılrsa da sonunda 1 cm'den ince kökler üzerinde yapılan çalışmalardır. Bu çalışmaların genelinde de 2 mm'den ince çapa sahip köklerin kütlesini belirlemeye yönelik çalışmalardır. Karşılaşılan bir diğer problem ise dişbudak ve kızılâğaç türleri bildiğimiz kadarıyla ne uluslararası ne de ulusal çalışmalarda konu edinilmiştir. Subasar ormanlardaki kök kütlesine yönelik çalışmalar

Ülkemizde bulunamamışken uluslararası yapılan çalışmalar yetersizdir (Reiger ve ark., 2013). Bu nedenle çalışmaya konu olan dişbudak ve kıızılağa türlerinin kök kütlesi miktarının karşılaştırılması için yeterli kaynak bulunamamıştır.

İbrelili ve geniş yapraklı ağaç türlerinin konu edildiği ve 1 cm'den ince çaptaki kök miktarının belirlendiği hem ulusal hem de uluslararası çalışmaların sonuçları izelge 4.1'de verilmiştir. Böylece yapılan çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştırılması amaçlanmıştır. Tabloda yer alan çalışmalardan sadece biri (mez, 2010) yapılan çalışmaya benzerlik gösteren (<1 cm, 1-4 cm ve >4 cm) ap sınıflamasına sahiptir. Çizelge 4.1'de yer bulan iki çalışmada çapı 5 mm'den kalın kök kütlesi miktarını, kök silindir yöntemini kullanarak belirlemişlerdir. Çizelge 4.1'de yer bulan diğer çalışmalar ise yalnızca 1 cm'den ince çapa sahip kök sınıfını kıyaslamak için faydalı olabilmışlerdir.

mez (2010) gerçekleştirdiği çalışmada farklı meşcere tiplerindeki sarıçam meşcerelerinin kök miktarını belirlemeyi amaçlamış ve bu bağlamda kök kütlesi miktarının ağaç yaşı ve meşcere ağ sınıfı ile arttığını bulmuş, yaşını 95 olarak belirlediği sarıçam meşcerelerinin kök kütlesini (şc3) 51,5 t/ha yaşının 125 olduğunu tespit ettiği meşcerede (şd3) ise 65,7 t/ha olarak bildirmiştir.

Subasar ormanlarında yetişen dişbudak ve kıızılağa türlerinin oluşturduğu meşcerelerde (Dşe3 hariç) kök kütlesi, mez (2010) tarafından gerçekleştirilen karasal ortamda sarıçam meşcerelerine ait kök kütlesinden daha fazla olduğu tespit edilmiştir (izelge 4.1). Dşe3 meşceresinde ise kök kütlesi 37,5 t/ha olarak belirlenmiş olup, sarıçam meşceresinin kök kütlesinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Meşcere yaşına bağlı kök kütlesinde değişim incelendiğinde ise dişbudak ve kıızılağa meşcerelerinin, sarıçam meşcerelerinde görülenin aksine yaşın artmasıyla kök kütlesi miktarında azalma gözlemlenmiştir (izelge 4.1). Birbirine yakın yaşlarda olan meşcerelerin (Dşc3 ve Dşd3 meşcereleri ile Kzc3 ve Kzd3 meşcereleri) toplam kök kütlesi değerleri birbirine yakın bulunurken, yaş farkının yüksek olduğu Dşe3 meşceresinde toplam kök kütlesi önemli miktarda azalma göstermiştir.

Yapılan çalışmada 1 cm'den ince çapa sahip köklerin kütlesi dişbudak türünde 2,51 t/ha ile 7,79 t/ha arasında bulunurken, kıızılağa türünde 2,45 t/ha ile 3,05 t/ha arasında bulunmuştur. Elde edilen değerler, Reiger ve ark. (2013) tarafından başka bir subasar ormanda ve farklı türlerde (*Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Populus alba*, *Salix*

alba) gerçekleştirilmiş çalışma sonucu elde edilen veriler (1,57 ile 2,80 t/ha) ile kıyaslanmış ve daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Karasal ekosistemlerdeki kök miktarları ise karaçam dikkate alındığında 9,51 t/ha ile 14,4 t/ha (Küçük, 2006), kavak dikkate alındığında 6,35 t/ha (Özbyayram, 2006), ladinde 17,1 t/ha ile 20,0 t/ha ve kayın için ise 13,3 t/ha ile 17,2 t/ha (Tüfekçioğlu ve ark., 2004), Avrupa kayını dikkate alındığında 6,34 t/ha ile 13,6 t/ha (Grygoruk, 2016), kızılçam dikkate alındığında 5,78 t/ha (Bilmiş, 2010), meşe dikkate alındığında 21,8 t/ha (Baysal, 2012), ladinde 4,85 t/ha, karaçamda 2,58 t/ha, göknarda 6,04 t/ha sarıçamda 4,49 t/ha ve meşede 5,75 t/ha (Akburak ve ark., 2013) olduğu ifade edilmiştir. Özbyayram ve Güvendi (2016) kayın türünde 74 yaşındaki meşcereler için çapı 5 mm'den kalın olan kök kütlesini 6,7 t/ha ile 34 t/ha olarak bildirirken, Zengin (2010) saf sarıçam meşcereleri ile sarıçam-göknar ve sarıçam-ladin karışık meşcerelerinde çapı 5 mm'den kalın olan kök kütlesini sırasıyla 9,33 t/ha, 9,36 t/ha ve 9,36 t/ha olarak ifade etmiştir.

Karasal ekosistemde yayılış gösteren ormanları ifade eden bu veriler, çalışma sonunda belirlenen dişbudak ve kızılağaç türlerinin çapı 1 cm'den ince olan kök kütlesinden daha yüksektir. Bu farklılığın oluşmasında kök kütlesinin elde edilış yönteminin etkili olup olmadığını anlamak için farklı yöntemle de aynı alanda çalışma gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Çünkü çalışmada ekskavatör ile kök sökümü işlemi yapılırken yukarıda elde edilen veriler kök silindiri yardımı ile elde edilen kök kütlesi verilerdir. Yapılacak detaylı çalışmalardan sonra bu konuda beyanda bulunmak daha doğru olacaktır.

Kök kütlesini miktarını belirlemeye yönelik yapılan çalışmalar genellikle çapı 1 cm'den ince olan köklerin, meşcere yaşıyla birlikte artış gösterdiğini ifade etmektedir. Kırış (2009), Tüfekçioğlu ve Küçük (2010) yaptıkları çalışmalar sonucunda sarıçam meşcerelerindeki kök kütlesi miktarının (<1 cm) yaşı artması ile önemli oranda artış gösterdiğini ifade etmiştir. Kırış (2009) gerçekleştirdiğı çalışmasında genç meşcerelerin (21-40 yaş) kök kütlesini 6,93 t/ha olarak belirtirken yaşı 80'in üzerinde olan meşcerelerin kök kütlesinin neredeyse iki katına (15,3 t/ha) çıktığını ifade etmiştir. Tüfekçioğlu ve Küçük (2010) ise gerçekleştirdikleri çalışmada genç sarıçam meşcerelerinin (21-40 yaş) kök kütlesini 9,89 t/ha olarak belirtirken, yaşı 80'in üzerinde olan meşcerelerdeki kök kütlesini ise 14,9 t/ha olarak belirtmiştir.

Yapılan çalışmada yaşı değişimiyle kök kütlesindeki değişimi en iyi dişbudak meşcereleri göstermiştir. Ancak bu çalışmada elde edilen veriler göstermektedir ki bu

alandaki kök miktarı yaşa bağlı artış göstermekten ziyade bir azalma söz konusudur (Çizelge 4.1). Yapılan çalışma ile yaş gruplarına göre kök kütlesinin ilişkisini belirlemek mümkün değildir. Ancak yaşın artması ile kök kütlesinde bir azalma olduğu da görülmektedir.

Küresel orman biyokütlesinin % 20 ile % 40 oranını ağaç köklerinin oluşturduğu tahmin edilmektedir (Grygoruk, 2016). Vogt ve ark. (1986) gerçekleştirdikleri çalışmada, ılıman orman kuşağı içerisinde, herdem yeşil ormanların, geniş yapraklı ya da iğne yapraklı türler fark etmeksizin toplam kök kütlesi bakımından birbirine benzediğini, geniş yapraklı ormanların toplam kök kütlesinin, iğne yapraklı ormanlardan 5 t/ha daha az olduğunu ifade etmiştir.

Vogt ve ark. (1986) iğne yapraklı ormanların, geniş yapraklı ormanlardan daha fazla kök kütlesine sahip olduğunu bildirmiştir. Ancak Çizelge 4.1’de yer alan çalışmanın konusunu oluşturan dişbudak ve kızılğaç türleri ile diğer ağaç türlerinin verileri karşılaştırıldığında bu ifadenin doğru olmadığına ulaşılmaktadır. Bu karşılaştırmanın ağaç türü, kök alma yöntemi, köklerin çap sınıfları veya çalışmanın yapıldığı ekosistemin genel özellikleriyle (kapalılık, yaş, karasal veya subasar ortam) değişkenlik gösterebileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.1: Farklı ağaç türlerinin kök kütle miktarlarının (t/ha) tez sonuçlarıyla karşılaştırılması.

Tür	Meşcere çağ sınıfı / yaşı	< 1 cm	1-4 cm	>4 cm	Toplam	Kök kütüğü	Kaynaklar
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	Dşç3 (73 y)	6,27	13,30	69,96	89,53	320,89	Tez çalışması değerleri
	Dşd3 (77 y)	7,79	19,26	77,92	104,97	415,20	
<i>Alnus glutinosa</i> L.	Dşç3 (107 y)	2,51	6,43	28,64	37,54	316,82	Tez çalışması değerleri
	Kzc3 (45 y)	2,45	26,29	62,28	91,02	110,27	
	Kzd3 (52 y)	3,05	19,31	66,81	89,17	123,87	
Subasar orman karışık ağaç türleri <i>Quercus robur</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Populus alba</i> , <i>Salix alba</i>		1,57 ile 2,80 arasında					Reiger ve ark. (2013)
<i>Pinus sylvestris</i> L.	Çsc3 (95 y)	-	-	-	51,48	-	Çömez, 2010 Doktora Tezi

	Çsd3 (125 y)	-	-	-	65,71	-	
<i>Pinus nigra</i> Arnold	20 (y)	9,51	-	-	-	-	Küçük, 2006 Y. Lisans Tezi
	100 (y)	14,43	-	-	-	-	
<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	5 (y)	2,55					
	10 (y)	9,57					Aosaar ve ark., 2013
	17 (y)	23,1					
<i>Populus</i> spp.	20-25 (y)	6,35	-	-	-	-	Özbayram (2006) Y.Lisans Tezi
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky >5mm den büyük kökler	74 (y)	-	-	-	6,7 – 34 (ort.16,7)		Özbayram ve Güvendi (2016)
<i>Pinus sylvestris</i> L. <i>P. sylvestris</i> + <i>Abies nordmanniana</i>					9,33		
<i>P. sylvestris</i> + <i>Picea orientalis</i>					9,36		Zengin, 2010 Y.Lisans Tezi
<i>karışık meşcerelerinin</i> <i>>5 mm kökleri</i>					9,36		
<i>Picea orientalis</i> L.	Güney bakı	20,02					Tüfekçioğlu ve ark. (2004)
	Kuzey bakı	17,14					
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky	Güney bakı	17,19					Tüfekçioğlu ve ark. (2004)
	Kuzey bakı	13,26					
<i>Fagus sylvatica</i> L.	112 (y)	6,34					
	140 (y)	13,64					Grygoruk, 2016
<i>Pinus brutia</i> Ten.	-	5,78					Bilmiş, 2010 Y.Lisans Tezi
<i>Pinus sylvestris</i> L.	<20 (y)	9,88					
	21-40 (y)	12,65					
	41-60 (y)	12,91					Tüfekçioğlu ve Küçük, 2010
	61-80 (y)	12,54					

	>80 (y)	14,85	
<i>Quercus spp.</i>	-	21,76	Baysal, 2012 Y.Lisans Tezi
<i>Pinus sylvestris L.</i>	21-40 (y)	6,93	
	41-60 (y)	7,28	
	61-80 (y)	9,10	Kırış, 2009 Y.Lisans Tezi
	>80 (y)	15,33	
<i>Picea orientalis L.</i>	İğne yapraklı	4,85	
<i>Pinus nigra Arnold</i>	türler	2,58	
<i>Abies bornmulleriana L.</i>	yaklaşık 50 yaşında	6,04	
<i>Pinus sylvestris L.</i>	Meşe 75 yaşında	4,49	
<i>Quercus petraea L.</i>		5,75	Akburak ve ark. (2013)

4.2 Kök Karbon Miktarı ve Stokuna Yönelik Tartışma

Çalışma sonucu edinilen verilere göre ortalama karbon yüzdeleri incelenmiş, dışbudak meşcerelerinde %49,2 (Dşe3) ile %49,7 (Dşc3) arasında olduğu belirlenirken, kızılğaç meşcerelerinde bu oran %49,1 (Kzd3) ile %50,9 (Kzc3) arasında bulunmuştur. Yapılan araştırmalarda farklı ağaç türlerinin karbon yüzdeleri çalışma verileriyle kıyaslanmış ve çalışma yapılan alandaki dışbudak ve kızılğaç meşcerelerinin karbon yüzdesi daha düşük bulunmuştur. Örnek vermek gerekirse Aosaar ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada ise 17 yaşında olan kızılğacın (*Alnus incana* (L.) Moench) kök kütüğüne ait karbon miktarını % 51,5, çapı 1 cm'den kalın olan köklerin karbon miktarını ise % 49,9 olarak belirtirken, çapı 1 cm'den ince olan köklere ait karbon miktarını ise % 49,7 oranında bulmuşlardır. Diğer çalışmalarda ise Çömez (2010) yaptığı çalışmada sarıçam meşcerelerinden Çsc3 meşceresinin köklerine ait karbon yüzdesini % 52 olarak belirlerken, Çsd3 meşcerelerinin köklerine ait karbon yüzdesinin % 51 olduğunu bildirmiştir. Akburak ve ark. (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışma sonunda farklı ağaç türlerine ait çapı 1 cm'den ince köklerin karbon yüzdelerini, göknarda % 45, karaçamda % 46, ladinde % 45, sarıçamda % 46 ve meşe türünde %45 olarak belirlemiştir.

Toprak altı kök kütlesini belirlemeye yönelik olan çalışmalar incelendiğinde, çalışmalarında sadece kılcal, ince ve kaba kökleri inceleyen çalışmaların çoğunluğunda köklere ait karbon miktarına yönelik bir veriye rastlanmamıştır (Çizelge 4.2). Çömez (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmada sarıçam meşcerelerindeki birim alanda kök karbon stokunu belirlenmiş ve Çsc3 meşceresinde 26,8 t/ha, Çsd3 meşceresinde 33,3 t/ha karbon stoku olduğunu ifade etmiştir. Gerçekleştirilen çalışma sonuçları ile mukayese edildiğinde görülmüştür ki Dşc3 (44,5 t/ha) ve Dşd3 (51,1 t/ha) meşcereleri, sarıçam meşcereleri ile aynı çağ sınıflarında olmasına rağmen neredeyse 2 katı kök karbon stokuna sahiptirler. Bu hesaplamada kök kütüğüne ait karbon miktarı denklem dışında tutulmuştur eğer kök kütüğü karbon stoku da eklenirse subasar ortamda gelişmiş dışbudak meşcereleri karasal ortamda gelişen sarıçam meşcerelerinden neredeyse 8-10 kat daha fazla kök karbon stokuna sahiptirler. Dşe3 meşcerelerinde kök karbon stoku, kök kütüğü dahil edilince sarıçam meşcerelerinden fazla (152,8 t/ha) olurken, harici bırakıldığında ise (18,5 t/ha) sarıçam meşcerelerinden daha az olduğu belirlenmiştir.

Kök kütlesinin miktarında olduğu gibi dışbudak türüne ait meşcerelerde kök karbon stoku meşcere yaşı arttıkça bir azalma göstermiştir (Çizelge 4.2). Çömez (2010) yaptığı çalışmada sarıçam meşcerelerinde yaşı artmasıyla toplam kök karbon stokunda da önemli artışın olduğunu ifade etmiştir. Bu ifadeye benzer nitelikte bir başka çalışma ise Tüfekçioğlu ve Küçük (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmadır. Bu çalışmada da sarıçam meşcerelerinde bir üst yaş sınıfına geçildikçe çapı 1 cm'den ince olan köklerin karbon stokunun arttığı ifade edilmiştir.

Gerçekleştirilen çalışmada 1 cm'den ince çapa sahip köklerin karbon stokları dışbudak için 1,22 t/ha ile 3,79 t/ha arasında bulunurken, kızılğaç için 1,22 t/ha ile 1,45 t/ha arasında olduğu bulunmuştur. Aynı çap kalınlığına sahip köklerin karbon stokları, Tüfekçioğlu ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada ladin (6,84 t/ha – 7,86 t/ha) ve kayın (5,20 t/ha – 6,69 t/ha) meşcereleri için ifade edilenden az, Akburak ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada karaçam (1,15 t/ha), ladin (2,14 t/ha), göknar (2,72 t/ha), meşe (2,55 t/ha) ve sarıçam (2,05 t/ha) meşcereleri için ifade edilen karbon stokuna yakın hatta çok az miktarda da yüksektir demek mümkündür.

Çizelge 4.2: Farklı ağaç türlerinin kök kütlesi karbon miktarlarının (t/ha) tez sonuçlarıyla karşılaştırılması.

Tür	Meşcere çağ sınıfı / yaşı	< 1 cm	1-4 cm	>4 cm	Toplam	Kök kütüğü	Kaynaklar
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	Dşc3 (73 y)	3,06	6,62	34,75	44,43	161,98	Tez çalışması değerleri
	Dşd3 (77 y)	3,79	9,46	37,88	51,13	208,98	
	Dşe3 (107 y)	1,22	3,23	14,07	18,53	152,81	
<i>Alnus glutinosa</i> L.	Kzc3 (45 y)	1,22	13,43	32,04	46,31	56,41	Tez çalışması değerleri
	Kzd3 (52 y)	1,45	9,73	32,59	43,78	61,49	
<i>Pinus sylvestris</i> L.	Çsc3 (95 y)	-	-	-	26,76	-	Çömez (2010)
	Çsd3 (125 y)	-	-	-	33,33	-	
<i>Pinus nigra</i> Arnold	20 (y)			Belirlenmemiş			Küçük (2006)
	100 (y)			Belirlenmemiş			
<i>Populus</i> spp.	20-25 (y)			Belirlenmemiş			Özbayram (2006)
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky >5mm den büyük kökler	74 (y)			Belirlenmemiş			Özbayram ve Güvendi (2016)
<i>Pinus sylvestris</i> L. <i>P. sylvestris</i> + <i>Abies nordmanniana</i> <i>P. sylvestris</i> + <i>Picea orientalis</i> karışık meşcerelerinin >5 mm kökleri				Belirlenmemiş			Zengin (2010)
<i>Picea orientalis</i> L.	Güney bakı	7,86					Tüfekçioğlu ve ark. (2004)
	Kuzey bakı	6,84					
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky	Güney bakı	6,69					Tüfekçioğlu ve ark. (2004)
	Kuzey bakı	5,20					
<i>Fagus sylvatica</i> L.	112 (y)			Belirlenmemiş			Grygoruk (2016)
	140 (y)						
<i>Fagus sylvatica</i> L.	18 - 38 yaş arasında						Curt ve Prevosto (2003)
	< 2mm	2,30					
	2-5 mm	1,17					
	5-20 mm ile	2,90					
	>2 cm	0,81					
	Toplam	7,18					
<i>Pinus sylvestris</i> L.	39 – 73 yaş arasında						
	< 2mm	1,82					
	2-5 mm						

	5-20 mm ile	1,30		
	>2 cm	4,10		
	Toplam	0,65		
		7,87		
<i>Pinus brutia</i> Ten.	-		Belirlenmemiş	Bilmiş (2010)
	<20 (y)	3,95		
	21-40 (y)	5,06		
<i>Pinus sylvestris</i> L.	41-60 (y)	5,16		Tüfekçioğlu ve Küçük (2010)
	61-80 (y)	5,02		
	>80 (y)	5,94		
<i>Quercus</i> spp.	-		Belirlenmemiş	Baysal (2012)
	21-40 (y)			
<i>Pinus sylvestris</i> L.	41-60 (y)		Belirlenmemiş	Kırış (2009)
	61-80 (y)			
	>80 (y)			
<i>Picea orientalis</i> L.		2,14		
<i>Pinus nigra</i> Arnold	İğne yapraklı türler yaklaşık	1,15		
<i>Abies bornmulleriana</i> L.	50 yaşında	2,72		Akburak ve ark. (2013)
<i>Pinus sylvestris</i> L.	Meşe 75 yaşında	2,05		
<i>Quercus petraea</i> L.		2,55		

4.3 Kök Azot Miktarı ve Stokuna Yönelik Tartışma

Çalışma sonucu edinilen verilere göre ortalama azot yüzdeleri incelenmiş, dişbudak meşcereleri için %1,63 (Dşe3) ve %1,55 (Dşc3) arasında olan değerler, kızılğaç meşcerelerinde %1,44 (Kzd3) ve % 1,70 (Kzc3) arasında değişiklik göstermektedir. Yapılan araştırmalarda farklı ağaç türlerinin azot yüzdeleri çalışma verileriyle kıyaslanmış ve çalışma yapılan alandaki dişbudak ve kızılğaç meşcerelerinin azot yüzdesi daha yüksek bulunmuştur. Örnek vermek gerekirse Camire ve ark. (1991) tarafından 5 yaşında olan kızılğaç (*Alnus glutinosa* (L.) plantasyonlarında gerçekleştirilen çalışmada, kızılğaçta 0-2 mm, 2-5 mm ve 5-10 mm çapa sahip köklerin azot yüzdeleri araştırılmış ve 0-2 mm için %1,28, 2-5 mm için % 0,88 ve 5-10 mm için % 0,77 azot yüzdesi belirlenmiştir. Bir başka çalışmada Aosaar ve ark. (2013) 17 yaşındaki kızılğaçlar (*Alnus incana* (L.) Moench) üzerine çalışmış ve sonunda kök kütüğüne ait azot oranını 0,4 g/kg, çapı 1 cm'den kalın olan köklerde 7,9 g/kg ve çapı 1 cm'den ince olan köklerde ise 9,5 g/kg olarak ifade etmiştir. Akburak

ve ark. (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada çapı 1 cm'den ince olan köklerin azot yüzdeleri; karaçamda %0,74, ladinde %0,56, sarıçamda %0,65, göknarda %0,56 ve meşede %0,61 olarak bulunmuştur. McClaugherty ve ark. (1984) yaptıkları çalışma sonrası sarıçam türüne ait çapı 1 cm'den ince köklerdeki azot yüzdesinin % 0,25 ile % 0,57 arasında olduğunu ifade etmiştir.

Bu ve diğer çalışmalardaki değerlerin farklılıkları ağaç türü, yaşı, kök çap sınıfı veya yetiştirme ortamı toprak özelliklerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Usman ve ark. (2000) yaptıkları araştırmada meşe ormanına ait köklerin çam ormanının köklerine kıyasla daha yüksek oranda azota sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Yang ve ark. (2010) iğne yapraklı türlere ait köklerin azot oranının geniş yapraklı türlerin köklerine ait azot oranından daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Miller ve Cramer (2004) yaptıkları çalışmayla toprak içinde azot alımını sağlayan köklerin dağılımının, azot kazanımında etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Zhang ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada kılcal kök dokularındaki azot oranının, toprağın bazı kısımlarında daha yüksek değerde bulunduğunu ve bunun o bölgede toprak içerisinde bulunan besin maddelerinin kullanılabilirliği ile ilişkili olabileceğini ifade etmişlerdir.

Yapılmış olan kök çalışmaları incelendiğinde, köklerde depo edilen azot miktarına yönelik çalışma oldukça sınırlı sayıda bulunmaktadır. Sınırlı sayıdaki veriler ile çalışma verileri kıyaslanmış ve Akburak ve ark. (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada çapı 1 cm'den ince köklerin azot miktarına yönelik çalışma yapılmış ve karaçamda 0,202 t/ha, ladinde 0,309 t/ha, sarıçamda 0,314 t/ha, göknarda 0,340 t/ha ve meşede 0,402 t/ha olarak belirlenmiştir. Bu değerler gerçekleştirilen çalışma verileriyle kıyaslandığında çapı 1 cm'den ince köklerin azot miktarı, dişbudak ve kızılğaç meşcerelerindeki köklerin azot miktarından yüksektir. Çapı 1 cm'den ince olan köklerdeki azot miktarı çalışmamızda Dşc3 meşcerelerinde 0,08 t/ha, Dşd3 meşcerelerinde 0,10 t/ha, Dşe3 meşcerelerinde 0,04 t/ha, Kzc3 meşcerelerinde 0,04 t/h ve Kzd3 meşcerelerinde 0,05 t/ha olarak bulunmuştur. Ancak Akburak ve ark. (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ifade ettikleri kök azot değerleri, 1-4 cm arasında çapa sahip köklerde hem dişbudak hem kızılğaç türünde benzerlik gösterirken, çapı 4 cm'den kalın olan köklerde ise daha düşüktür (Çizelge 3.22).

4.4 Toprak Özelliklerine Yönelik Tartışma

Karacabey subasar ormanlarının çalışma konusunu oluşturan iki ağaç türü olan kızılâğaç ve dişbudak meşcerelerinde topraktaki organik madde miktarı, birbirlerine yakın olarak; dişbudak meşcereleri için ortalama % 7,29 iken kızılâğaç meşcerelerinde bu değer %7,36 olarak bulunmuştur (Çizelge 3.1). Toprak pH değerleri de birbirine yakın bulunurken bu değerler, dişbudak meşcereleri için ortalama 7,12 ve kızılâğaç meşcereleri için ortalama 6,92 olarak belirlenmiştir. Ortalama toprak hacim ağırlıkları kıyaslandığında yine meşcereleri oluşturan 2 tür arasında farklılık bulunamamıştır (dişbudak 1,38 g/m³ ve kızılâğaç 1,41 g/m³). Elektriksel iletkenlikleri karşılaştırılan 2 ağaç türünün meşcerelerinden, kızılâğaç meşceresi 0,74 dS/m ile dişbudak meşceresinden (0,40 dS/m) daha yüksek değere sahiptir. Toprak porosite değerleri kıyaslandığında dişbudak meşcereleri % 48 ile kızılâğaç meşcerelerinin % 45 değerinden az da olsa yüksek değere sahiptir. Her iki ağaç türüne ait meşcerelerde de toprak tekstürü kumlu killi balçık olarak bulunmuştur. Meşcere topraklarının içerdiği kum, toz ve kil oranı sırası ile % 67, % 10 ve % 23 olarak belirlenmiştir.

Yapılan değerlendirme sonucu toprak özelliklerinin, her iki ağaç türünün oluşturduğu meşcerelerde benzer olduğu ve birbirine yakın değerler gösterdiği belirlenmiştir.

Çalışmanın gerçekleştirildiği alanın toprak özellikleri ile karşılaştırma yapabileceğimiz verilere Tecimen ve Kavgacı (2010) tarafından İgneada, İstanbul, subasar ormanlarında gerçekleştirdikleri ulusal bir çalışma ile ulaşabiliyoruz. Bu çalışma sonuçlarına göre İgneada, İstanbul, subasar ormanlarında 0-5 cm toprak derinliğinde pH değeri 5,2 (4,3- 6,0), hacim ağırlığı 0,91 g/cm³ ve kum toz kil oranı ise sırasıyla % 53, % 28 ve % 19 olarak bulunmuştur. Bu verilere göre pH değeri her iki meşcerede de daha yüksek bulunmuştur. Hacim ağırlığı da benzer bir ilişki göstererek Tecimen ve Kavgacı (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmadan daha yüksek değere sahiptir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bursa Karacabey subasar ormanlarında tamamlanan çalışma, Karacabey subasar ormanlarının dişbudak ve kızılğaç türlerinde kök kütlesi ile kök karbon ve azot stoklarının 5 farklı meşcere tipi (Dşc3, Dşd3, Dşe3, Kzc3 ve Kzd3) ve 4 farklı kök çap sınıfı (<1 cm, 1-4 cm, >4 cm ve kök kütüğü) esas alınarak detaylı bir araştırılmasını sağlamış öncü bir çalışma olmuştur.

Subasar ormanlarda gelişim gösteren dişbudak ve kızılğaç meşcerelerinin toplam kök kütlesinin (kök kütüğü hariç) hem ağaç hem de birim alan esasında karasal ekosistem içerisindeki alanlardan önemli oranda kök kütlesi ile kök karbon ve azot stoku fazlalığına sahiptir. Yapılan mukayeseye kök kütüğü de katıldığında bu oran 8 katında kadar daha fazla değerlere ulaşabilmektedir.

Tüm meşcere tipleri dikkate alındığında kök kütüğü, her bir meşcere için toplam kök kütlesinin en yüksek oranına sahiptir. Bu oranlar dişbudak meşceresinde Dşc3 (%78,48), Dşd3 (%79,97) ve Dşe3 (%89,61) sırası ile olurken, kızılğaç meşcereleri için Kzc3 (%54,6) ve Kzd3 (%58,66) sırası ile bulunmuştur.

Kök kütüğünün de dahil olduğu toplam kök kütlesi sırası ile çoktan aza doğru Dşd3 (520 t/ha), Dşc3 (410 t/ha), Dşe3 (354 t/ha), Kzd3 (213 t/ha) ve Kzc3 (201 t/ha) şeklinde sıralanmıştır.

Kök kütüğünün de dahil olduğu toplam kök karbon stoku sırası ile çoktan aza doğru Dşd3 (256 t/ha), Dşc3 (204 t/ha), Dşe3 (168 t/ha), Kzd3 (105 t/ha) ve Kzc3 (102 t/ha) şeklinde sıralanırken, kök azot stoku sırası ile çoktan aza doğru Dşd3 (8,4 t/ha), Dşc3 (6,4 t/ha), Dşe3 (5,6 t/ha), Kzc3 (3,4 t/ha) ve Kzd3 (3,1 t/ha) şeklinde sıralanmıştır.

Yapılan çalışmada, ağaç boyu bu etkiyi sağlamasa da ağaç çapı ($d_{1,30}$), yaş ve $d_{1,3}^2h$ indeksi değişkenlerinde artış olması halinde dişbudak meşcerelerinde kök kütlesi ve kök kütüğü kütlesi ile kök karbon ve azot stokunda da artış meydana geldiği gözlemlenmiştir. Kızılğaç meşcerelerinde bu artış sadece çapı 1 cm'den ince olan köklerde görülürken, 1-4 cm çapa sahip köklerde ise azalma söz konusudur. Bu olgulardan bir genelleme ile bahsetmek örnek sayısının yetersiz olduğu düşünüldüğünden yanlış olacaktır. Daha doğru ve detaylı sonuca varmak için meşcere değişkenleri (çap, boy, yaş vd.) daha geniş tutularak daha çok örnekleme yapmak gerekmektedir.

Çalışmanın gerçekleştirildiği subasar ormanlardaki dişbudak ve kızılâğaç meşcerelerinde çapı 1 cm'den ince olan köklerin kütlesi, karasal ekosistemler içerisinde yetişen orman ağaçlarına yakın, daha yüksek ya da düşük bulunmuştur (Çizelge 4.1). Bu farklılık, örnekleme yapılan ağaçların özelliklerinden (yaş, çağ sınıfı) veya yetiştirme ortamı özelliklerinden kaynaklanabileceği gibi kök kütlesini belirlemede seçilen yöntem ve hesaplamalardan da kaynaklanabilir. Bununla birlikte, çalışmamızın konusunu oluşturan subasar ormanda yer alan dişbudak ve kızılâğaç meşcerelerinin çapı 1 cm'den ince olan köklerinin genel olarak karasal ekosistemlerde yetişen meşcerelerden daha az olduğu belirlenmiştir.

Dişbudak ve kızılâğaç meşcerelerindeki kök karbon yüzdeleri, diğer çalışmalara kıyasla biraz daha az bulunmuştur, dişbudak ve kızılâğaç meşcerelerindeki köklere ait azot yüzdeleri ise diğer çalışmalara kıyasla 1 cm'den ince çaplarda daha az bulunurken, 1-4 cm arasında çapa sahip köklerde benzer oranda bulunmuş. Çapı 4 cm'den kalın olan köklerde ise daha fazla bulunmuştur.

Yapılan çalışma ile toprak üstü biyokütlenin yanında, toprak altı kök biyokütlesinin de subasar ormanlarda görülen yüksek orandaki organik karbon ve azot birikiminin önemli sebepleri arasında olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışma ile elde edilen verilere göre, subasar ormanların karasal ormanlara kıyasla çok daha fazla kök karbon ve azot stoku bulunmaktadır. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü (ÇEM) tarafından yayınlanan 2018 yılına ait rapora göre Türkiye sulak alanları ve su yüzeylerinden itibaren 30 cm toprak derinliği için ortalama karbon stoku değeri 49,71 t/ha olarak ifade edilmiştir. Ancak yapılan çalışma ile bu değer oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada, 30 cm toprak derinliğindeki karbon stoku miktarı dişbudak meşcerelerinde 181,5 ile 141,4 t/ha olarak belirlenirken, kızılâğaç meşcerelerindeki karbon stoku miktarı ise 155,7 ile 189,5 t/ha arasında olduğu belirlenmiştir.

Dişbudak ve kızılâğaç meşcerelerinde görülen yüksek toprak organik karbon ve azot stoklarının, kök karbon ve azot stokları ile pozitif yönlü bir ilişki içerisinde olduğu yapılan çalışmaca belirlenmiştir.

Biyçeşitliliğin yanında toprak altı kök karbon ve azot stokları ile de özel alanlar olduğu ispatlanan ve bir kez daha vurgulanan bu alanlar insanların turistik ve diğer faaliyetleri sonucunda baskı altında kalmakta ve her geçen gün tahrip olmaktadır. Bu

nedenle subasar alanlarda yönetim, planlama ve restorasyon işlemleri yapılırken, toprak altı kök karbon ve azot stoklarını koruyabilmek için bu alanların özel alanlar olduğu ve arazi kullanım durumlarında farklılık gerektirdiği göz önüne alınmalıdır.



KAYNAKLAR

- Akay, A.E., Gencal, B., Taş, İ.** (2017). Spatiotemporal change detection using landsat imagery: the case study of Karacabey flooded forest, Bursa, Turkey, ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. *4th International GeoAdvances Workshop*, Volume IV-4/W4, Safranbolu, Karabuk, Turkey, October 14–15.
- Akburak, S., Hasan, V. O., Emrah, O., Ender, M.** (2013). Temporal variations of biomass, carbon and nitrogen of roots under different tree species. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 28 (1), 8-16.
- Aksoy, H.** (1986). Silvikültür I ders notu. İstanbul, Rota baskı.
- Akyüz, M.** (1998). Kızılağacın Odun Özellikleri ve Kullanım Özellikleri. *Orman Mülkiyet Sorunları Sempozyumu*, (Poster Bildiri), Trabzon: K.T.Ü. Orman Fakültesi, Ekim 6-8.
- Anşin, R., Özkan, Z.C.** (2006). *Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta)*, Orman Fakültesi, Genel Yayın No: 167, Fakülte Yayın No: 19, Trabzon, Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi.
- Aosaar, J., Varik, M., Lõhmus, K., Ostonen, I., Becker, H., Uri, V.** (2013). Long-term study of aboveand below-ground biomass production in relation to nitrogen and carbon accumulation dynamics in a grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench) plantation on former agricultural land. *European Journal of Forest Research*, 132 (5), 737–749.
- Asan, Ü.** (1995). Global İklim Değişimi ve Türkiye Ormanlarında Karbon Birikimi, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 45 (1-2), 23-37.
- Asan, Ü.** (1999). Climate change, carbon sinks and the forests of Turkey. *Proceedings: International Conference on Tropical Forests and Climate Change: Status, Issues and Challenges (TFCC '98)*, (pp. 157-170). Makati City, The Philippines , October 12-22.
- Bārdulis, A., Lazdiņa, D., Daugaviete, M., Bārdule, A., Daugavietis, U., Rozītis, G.** (2015). Above ground and below ground biomass in grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench.) young stands on agricultural land in central part of Latvia, *Agronomy Research*, 13 (2), 277–286.
- Barnest, B.V., Zak, D.R., Denton, S.R., Spurr, S. H.** (1998). *Forest Ecology*, 4 th Edition. John Willey and Sons Newyork.
- Baysal, A.** (2012). *Farklı eğim gruplarında ve farklı bakılardaki meşe meşçerelerinde ve bitişiğindeki çayırılık alanlarda ince kök kütlesinin mevsimsel olarak değişiminin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi), Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Artvin.
- Bilmiş, T.** (2010). *Edirne-Keşan Korudağ orman işletme şefliği yangın sahasında yangının toprak özellikleri ve kök kütlesi dinamiklerine etkileri* (Yüksek lisans tezi), Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Artvin.

- Blake, G. R., Hartge, K. H.** (1986). Bulk density. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.H. (Eds.) *Methods of soil analysis. Part I. Physical and mineralogical methods*, second ed. Am. Soc. Agron., *Agronomy* (pp. 363-375). Wisconsin : Madison.
- Brække, F.H., Håland, B.** (1995). Above-ground biomass and mineral element distribution in a Scots pine stand of a virgin low-shrub pine bog. *Norwegian Forest Research Institute*, 47 (7), Norway.
- Cairns, M.S., Brown, E.H., Boumgardner G.** (1997). Root Biomass Allocation in The World's Up land Forests. *Oecologia*, 111, 1-11.
- Camire, C., Cote, B., Brulotte, S.** (1991). Decomposition of roots of black alder and hybrid poplar in short-rotation plantings: Nitrogen and lignin control. *Plant and Soil*, 138, 123-132.
- Canadell, J., Le Quere, C., Raupacha, M., Fielde, C., Buitenhuis, E., Ciais, F. vd.** (2007). Contributions to accelerating atmospheric CO₂ growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks. in: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104 (47), 18866-18870.
- Çiçek, N., Çiçek, E., and Bilir, N.** (2005). Dar Yapraklı Dişbudak'ta (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) bazı tohum ve fidecik özellikleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1, 17-24.
- Çiçek, E., and Tilki, F.** (2007). The effect of stumping back on survival and growth of planted *Fraxinus angustifolia* Vahl, *Asian Journal of Plant Sciences*, 6 (3), 546-549.
- Çömez, A.** (2010). *Sündiken dağlarında sarıçam (Pinus sylvestris L.) meşcerelerinde karbon birikiminin belirlenmesi* (Doktora Tezi), İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Cseh, V., Kiss, M. and Tanács, E.** (2014). Carbon sequestration of floodplain forests: a case study from Hungary. Maros river valley, *Tiscia*, 40, 3-10.
- Doğaner, M.S.** (2017). Türkiye Kıyı Bölgeleri. Yayımlanmamış ders notu, Coğrafya Lisans Programı, İstanbul Üniversitesi, İstanbul. Erişim adresi: http://auzefkitap.istanbul.edu.tr/kitap/cografya_lisans_ao/turkiye_kiyi_bolgeleri.pdf.
- Eraslan, İ.S.** (2019). *Karacabey (Bursa) Havzasının Hidrojeoloji ve Hidrojeokimyasal İncelemesi* (Yüksek lisans tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Eyüpoğlu, K., Atasoy, H.** (1991). Kızılağacın dikim tekniği. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik Bülten No:128.
- Fraxigen.,** (2005). Ash species in Europe: biological characteristics and practical guidelines for sustainable use. *Oxford Forestry Institute*, University Oxford, United Kingdom, pp. 128.
- Foster, J., Evans, L., Curtin, A., Hill, B., vd.** (2012). The Role of Wetlands in the Carbon Cycle. the Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities in consultation with the Wetlands and Waterbirds Taskforce. Australian Government.

- Grygoruk, D.** (2016). Root biomass of *Fagus sylvatica* L. stands depending on the climatic conditions. *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry*, 58 (4), 220–227.
- Gülçur, F.** (1974). *Toprağın fiziksel ve kimyasal analiz metodları*. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 1970/201, İstanbul, Kutulmuş Matbaası.
- Güner, E. D., Turan, E. S.** (2017). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Küresel İklim Değişikliği Üzerine Etkisi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 48-55.
- Gürsu, İ.** (1967). Meryemana araştırma ormanı kızılâğaçlarının teknolojik özellikleri üzerine araştırmalar. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik Bülten No: 23.
- Huş, S.** (1962). Türkiye Selüloz ve Kâğıt Sanayiinin İlmi ve Teknik Yönlerden İncelenmesi, *Orman Fakültesi Dergisi, Seri A*, 12 (2), 6-18.
- Jalas, J., Suominen, J.** (1976). *Atlas Florae Europaeae 3: Salicaceae to Balanosporaceae*. Helsinki, Finland, p. 59.
- Kajba, D., Gracan, J.** (2003). EuFORGEN Technical Guidelines for Genetic Conservation and Use for Black Alder (*Alnus glutinosa*). *International Plant Genetic Resources Institute*, Rome, Italy, p. 6.
- Kantarci, M. D.** (2000.) *Toprak İlmi*. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 4261/462, İstanbul, Santay Basımevi.
- Kantarci, M.D.** (2005). *Orman Ekosistemleri Bilgisi*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 4594/488, İstanbul.
- Karataş, R., Çömez, A., ve Güner, Ş. T.** (2017). Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırma alanlarında karbon stoklarının belirlenmesi. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 4 (2), 107-120.
- Keyes, M.R., Grier, C.C.** (1981). Above and Below Ground Net Production in 40-Year-Old Douglas-Fir Stands on Low and High Productivity Sites. *Canadian Journal of Forest Research*, 11, 599-605.
- Kırış, K.** (2009). *Gümüşhane Torul yöresi saf sarıçam meşcerelerinde kalın kök kütlesi değişiminin ve bazı toprak özelliklerinin belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi), Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Artvin.
- Koçer, N.** (2018). *Türkiye’de doğal olarak yetişen dar yapraklı dişbudak taksonları odunlarının anatomik özellikleri ve farklı yetiştirme koşullarının bu özellikler üzerine etkisi* (Doktora tezi), Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.
- Küçük, M.** (2006). *Genç karaçam meşcerelerinde yangının toprak solunumu, kök kütlesi ve toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkileri* (Yüksek lisans tezi), Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Liao, C., C. Lin.** (2001). Physiological Adaptation of Crop Plants to Flooding Stress. *Proc. Natl. Sci. Counc.* 25 (3), 148-157.
- McClaugherty, C.A., Aber, J.D., Melillo, J.M.** (1984). Decomposition dynamics of fine roots in forested ecosystems. *Oikos*, 42, 378-386.

- McVean, D.N.** (1955). Ecology of *Alnus glutinosa* (L.), Gaertn. III, Seedling establishment, *Journal of Ecology*, 44, 195-218.
- Meusel, H., Jager, E., Weinert, E.** (1965). *Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora* (120 pp). Jean, Gustav Fisher Verlag.
- Mısır, N., Mısır, M., Ülker, C.** (2011). Karbon Depolama Kapasitesinin Belirlenmesi. *I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*, Kahramanmaraş : Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ekim 26-28.
- Miller, A. J., Cramer, M. D.** (2004). Root nitrogen acquisition and assimilation. *Plant and Soil*, 274, 1-36.
- Müller, H.** (1998). Dilek/Güroluk Hidroelektrik Projesi, Fırtına Deresi Havzası, Rize İli, DHKD Adına Mayıs 1998’de Yapılan alan Gezisi raporu ve ÇED’in Bazı Yönlerinin Analizi.
- Özbayram, A.K.** (2006). *Farklı arazi kullanımlarının toprak solunumuna olası etkilerinin araştırılması* (Yüksek lisans tezi), Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Özbayram, A., Güvendi, E.** (2016). Sinop Yöresi Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Meşcerelerinde Kalın Kök Biyokütlesi ile Yetiştirme Ortamı ve Meşcere Özellikleri Arasındaki İlişkiler. *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 12 (2), 27-33.
- Pamay, B.** (1967). *Demirköy- İğneada Longoz ormanlarının silvikültürel analizi ve verimli hale getirilmesi için alınması gereken silvikültürel tedbirler üzerine araştırmalar*. O.G.M. Yayın No: 451/43.
- Pardé, J.** (1980). Forest biomass. *Forestry Abstracts*, 41 (8), 343-362.
- Pehlivan, S.** (2014). Türkiye’deki Bitkisel Kütle Çalışmalarının Değerlendirilmesi. *II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu Akdeniz ormanlarının geleceği: Sürdürülebilir toplum ve çevre*, Isparta, Ekim 22-24.
- Ramanathan, V., Carmichael, G.** (2008). Global and regional climate changes due to black carbon. *Nature geoscience*, 1 (4), 221-227.
- Rieger I., Lang, F., Kleinschmit, B., Kowarik, I., Cierjacks, A.** (2013). Fine root and aboveground carbon stocks in riparian forests: the roles of diking and environmental gradients, *Plant Soil*, 370, 497–509.
- Robinson T. L.** (1980). *Controlled pollination, grafting and vegetative propagation of Alnus glutinosa* (Doctoral dissertation), Iowa State University, Science and Technology, Ames.
- Saatçioğlu, Ö.** (1976). Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri (Silvikültür I) (s. 22) İstanbul Üniversitesi, *Orman Fakültesi Yayınları*, İstanbul.
- Sarıyıldız, T.** (2015). Effects of tree species and topography on fine and small root decomposition rates of three common tree species (*Alnus glutinosa*, *Picea orientalis* and *Pinus sylvestris*) in Turkey. *Forest Ecology and Management*, 335, 71-86.
- Sarıyıldız, T., Anderson, J.M., Kucuk, M.** (2005). Effects of tree species and topography on soil chemistry, litter quality and decomposition in Northeast Turkey. *Soil Biology and Biochemistry*, 37 (9), 1695-1706.

- Sarıyıldız, T.** (2008). Effects of gap size on long-term litter decomposition rates of Beech, Oak and Chestnut species in a high elevation of northeast Turkey. *Ecosystems*, 11 (6), 841-853.
- Sarıyıldız, T., Savaci, G., Kravkaz, I. S.** (2016). Effects of tree species, stand age and land-use change on soil carbon and nitrogen stock rates in northwestern Turkey, *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 9 (1), 165.
- Sun, O., Uğurlu, S., Özer, E.** (1980). Kızılçam (*Pinus brutia* ten.) ait biyolojik kütlenin saptanması. *Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik Bülten Serisi, No: 104.
- Sutfin, N. A., Wohl, E. E., Dwire, K. A.** (2016). Banking carbon: a review of organic carbon storage and physical factors influencing retention in floodplains and riparian ecosystems. *Earth Surf. Proc. Land.*, 41, 38–60.
- Tarım ve Orman Bakanlığı 2. Bölge Müdürlüğü.** (2019). Bursa İli Kocaçay Deltası Sulak Alan Yönetim Planı Nihai Raporu. Bursa. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2. Bölge Müdürlüğü.
- Tecimen, H.B., Kavgacı, A.** (2010). Comparison of soil and forest floor properties of floodplain and surrounding forests in Igneada, Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 31, 129-134.
- Tolunay, D.** (2009). Carbon concentrations of tree components, forest floor and understorey in young *Pinus sylvestris* stands in north-western Turkey. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 24, 394-402.
- Tolunay, D.** (2011). Total carbon stock and carbon accumulation in living tree biomass in forest ecosystems of Turkey. Turkish. *Journal of Agriculture and Forestry*, 35 (3), 265-279.
- Tolunay, D.** (2015). Türkiye’de ormansızlaşma ile kaybedilen karbon miktarları. 6. *Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu*, İzmir, Ekim 7-9.
- Tolunay, D.** (2018). 10. Küresel Isınma Kurultayı Sonuç Bildirgesi, İstanbul, Kasım 22.
- Tolunay, D., Çömez, A.** (2007). Orman topraklarında karbon depolanması ve Türkiye’deki durum. *Küresel İklim Değişimi ve Su Sorunlarının Çözümünde Ormanlar Sempozyumu*, İstanbul, Aralık 13-14.
- Tüfekçioğlu, A., Güner, S., Küçük, M.** (2004). Root biomass and carbon storage in oriental spruce and beech stands in Artvin, Turkey. *J. Environ. Biol.* 25, 317–320.
- Tüfekçioğlu, A., ve Küçük, M.** (2010). Saf sarıçam meşcerelerinde kök kütlesi, kök üretimi ve kök karbon depolama miktarlarının yaş sınıflarına göre değişimi. III. *Ulusal Karadeniz Ormançılık Kongresi*, Artvin, Mayıs 20-22.
- Uğurlu, S., Araslı, B., Sun, O.** (1976). Stepe geçiş yörelerindeki sarıçam meşcerelerinde biyolojik kütlenin saptanması. *Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik Bülten Serisi, No: 80.
- Usman, S., Singha, S.P., Rawata, Y.S., Bargalib, S.S.** (2000). Fine root decomposition and nitrogen mineralisation patterns in *Quercus*

- leucotrichophora and Pinus roxburghii forests in central Himalaya. *Forest Ecology and Management*, 131, 191-199.
- Ürgeç, S.** (1986). *Ağaçlandırma Tekniği*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 3314/375, İstanbul.
- Ürgeç, S.** (1992). *Ağaç ve Süs Bitkileri - Fidanlık ve Yetiştirme Tekniği* – İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 3676/418, İstanbul.
- Vesterdal, L., Raulund-Rasmussen, K.** (1998). Forest floor chemistry under seven tree species along a soil fertility gradient. *Canadian Journal of Forest Research*, 28 (11), 1636-1647.
- Vogt K.A., Grier C.C., Vogt D.J.** (1986). Production, turnover, and nutrient dynamics of above- and belowground detritus of world forests. *Advances in Ecological Research*, 15, 303–378.
- Yaltırık, F.** (1978). Türkiye’deki doğal Oleaceae taksonlarının sistematik revizyonu. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- Yaltırık, F.** (1978a). Fraxinus L. In: Davis PH (ed.) *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, 6, Edinburgh; *Edinburgh University Press*, 147-154.
- Yaltırık, F.** (1993). *Dendroloji II, Angiospermae (Kapalı Tohumlular) Bölüm I* (s. 420). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Yaltırık, F.** (1998). *Dendroloji Ders Kitabı II, Angiospermae (Kapalı tohumlular)* (s.109-114). İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 4104/420, İstanbul.
- Yang, L., Wu, S., Zhang, L.** (2010). Fine root biomass dynamics and carbon storage along a successional gradient in Changbai Mountains. *Forestry*, 83 (4), 379-387.
- Yavaş, İ., Ünay A., Şimşek, S.** (2011). Su birikmesinin bitki ve toprak üzerine etkisi. *Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8 (2), 57–61.
- Yılmaz, M.** (1996). *Artvin-Rize Yöresindeki Kızılağaç Orman Ekosistemlerinin Verimliliği ile Bazı Edafik ve Fizyografik Etmenler Arasındaki İlişkiler* (Yüksek lisans tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Müh. Anabilim Dalı, Trabzon.
- Zengin, N.** (2010). *Giresun ili Alucra yöresi saf ve karışık sarıçam meşçerelerinde bazı toprak özelliklerinin belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi), Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Artvin.
- Zhang, Y., Zhou, Z., Ma, X., Jin, G.** (2010). Foraging ability and growth performance of four subtropical tree species in response to heterogeneous nutrient environments. *Journal Forest Research*, 15, 91-98.

ÖZGEÇMİŞ

TARANMIŞ
VESİKALIK
FOTOĞRAF

Ad-Soyad : Mert TANI

Doğum Tarihi ve Yeri :

E-posta :

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2018, Çankırı Karatekin Üni., Orman Fak., Orman Müh. Bölümü
- **Yüksek Lisans** : 2021, Bursa Teknik Üni., Orman Müh. Anabilim Dalı