

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**





KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /

Tezin Savunma Tarihi : / /

Tez Danışmanı :

Trabzon

ÖNSÖZ

Karadağ Kütlesi Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link) ağaçlandırmalarında kök, toprak ve ölü örtüdeki karbon ve azot birikiminin ekolojik olarak değerlendirilmesi başlıklı bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır.

Her şeyden önce tez çalışmalarının yürütülmesinde bana yol gösteren, çalışmaların her aşamasında içerik ve kaynak bakımından destek sağlayan, yönlendiren tez danışman hocam Sayın Prof.Dr. Ömer KARA'ya teşekkürü borç bilirim.

Doktora tez jürimde yer alan ve tezime değerli katkılar sunan Prof. Dr. Mehmet MISIR, Doç.Dr. Mehmet KÜÇÜK, Prof.Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU ve Prof.Dr. Temel SARIYILDIZ'a çok teşekkür ederim.

Tez çalışmamın arazi çalışmalarına katılarak destek sağlayan Öğr.Gör. İrfan ÖZTÜRK'e, Öğr.Gör. Salih MALKOÇOĞLU'na, Öğr.Gör. Ergün KAHVECİ'ye, Arş.Gör. Esengül GENÇ'e, Mekatronik Mühendisi Mücahit KOCAMAN'a, İsmail KOCAMAN'a, Uğur KOCAMAN'a, Orman Mühendisi Hüseyin AYDIN'a, Orman Mühendisi Ali Osman KÖLEMEN'e ve Orman Mühendisi Hasan AKTUĞ'a, teşekkür ederim.

Çalışmamın yürütülmesinde 8568 kod numaralı proje ile maddi destek sağlayan Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi teşekkürlerimi sunarım.

Öğrenim hayatım boyunca desteğini esirgemeyen ve üzerimde büyük emekleri olan aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu araştırmanın, bilim dünyasına, ilgilenenlere ve ülkemize faydalı olmasını dilerim.

Yavuz Okunur KOCAMANOĞLU

Trabzon, 2022

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “Karadağ Kütlesi Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link) Ağaçlandırmalarında Kök, Toprak ve Ölü Örtüdeki Karbon ve Azot Birikiminin Ekolojik Olarak Değerlendirilmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof.Dr.Ömer KARA'nın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 13/01/2022

Yavuz Okunur KOCAMANOĞLU

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	IX
SUMMARY	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XIV
SEMBOLLER DİZİNİ	XVII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Genel Kısımlar	5
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	19
2.1. Materyal	19
2.2. Araştırma Alanının Genel Tanıtımı	19
2.2.2. İklim Özellikleri.....	21
2.2.3. Bitki Örtüsü.....	23
2.2.4. Jeolojik Yapı	23
2.3. Yöntem.....	24
2.3.1. Hazırlık Aşamaları	25
2.3.2. Arazi Çalışmaları	26
2.3.2.1. Örnek Alanlarda Yapılan Ölçümler	26
2.3.2.2. Kök Örneklerinin Alınması.....	27
2.3.2.3. Toprak Örneklerinin Alınması	28
2.3.2.4. Ölü Örtü Örneklerinin Alınması	29
2.3.3. Laboratuvar Çalışmaları.....	31

2.3.3.1.	Toprak Örneklerinde Yapılan İşlemler	31
2.3.3.1.1.	Toprak Örneklerinin Analize Hazır Hale Getirilmesi.....	31
2.3.3.1.2.	Mekanik Analiz ve Toprak Türü.....	31
2.3.3.1.3.	Toprak Reaksiyonunun (pH) Belirlenmesi	32
2.3.3.1.4.	Elektriksel İletkenliğin (EC) Belirlenmesi.....	32
2.3.3.1.5.	Toprak Nem Sabitleri	32
2.3.3.1.6.	Hacim Ağırlığı	33
2.3.3.1.7.	Toplam Organik Karbon ve Azotun Belirlenmesi	34
2.3.3.2.	Kök Örneklerinde Yapılan İşlemler.....	34
2.3.3.3.	Ölü Örtüde Yapılan İşlemler.....	35
2.3.4.	İstatiksel Yöntemler	37
3.	BULGULAR.....	38
3.1.	Meşcere Gelişme Çağları ve OT Alanlarına Ait Genel Bulgular	38
3.2.	Toprak Özelliklerine İlişkin Bulgular	38
3.2.1.	Toprak Derinliğine İlişkin Bulgular.....	38
3.2.2.	Toprağın Mekanik Bileşimine İlişkin Bulgular	41
3.2.3.	Toprak Reaksiyonuna İlişkin Bulgular	48
3.2.4.	Toprakların Elektriksel İletkenliğine İlişkin Bulgular	53
3.2.5.	Toprakların Nem Sabitelerine İlişkin Bulgular.....	55
3.2.6.	Toprakların Hacim Ağırlığına (gr/cm^3) İlişkin Bulgular	61
3.3.	Bitkisel Kütle Miktarına İlişkin Bulgular	63
3.3.1.	Ölü Örtü Biyokütlesine (t/ha) İlişkin Bulgular	63
3.3.2.	Kök Biyokütlesine (t/ha) İlişkin Bulgular.....	64
3.3.2.1.	0-2 mm Kök Biyokütlesine (t/ha) İlişkin Bulgular	64
3.3.2.2.	2-5 mm Kök Biyokütlesine (t/ha) İlişkin Bulgular	66
3.3.2.3.	>5 mm Kök Biyokütlesine (t/ha) İlişkin Bulgular	67
3.3.2.4.	Toplam Kök Biyokütlesine (t/ha) İlişkin Bulgular.....	68

3.4.	Karbon ve Azot Miktarlarına İlişkin Bulgular	71
3.4.1.	Ölü Örtü Karbon ve Azot Miktarına İlişkin Bulgular	71
3.4.1.2.	Ölü Örtü C/N Oranına İlişkin Bulgular	72
3.4.2.	Kök Karbon ve Azot Miktarına İlişkin Bulgular	74
3.4.2.1.	0-2 mm Kök Karbon ve Azot Miktarlarına İlişkin Bulgular	74
3.4.2.1.2.	0-2 mm C/N Oranına İlişkin Bulgular	78
3.4.2.2.	2-5 mm Kök Karbon ve Azot Miktarlarına İlişkin Bulgular	79
3.4.2.2.1.	2-5 mm C/N Oranına İlişkin Bulgular	82
3.4.2.3.	>5 mm Kök Karbon ve Azot Miktarlarına İlişkin Bulgular	83
3.4.2.3.1.	>5 mm C/N Oranına İlişkin Bulgular	85
3.4.2.4.	Toplam Kök Karbon ve Azot Stoklarına İlişkin Bulgular	87
3.4.2.5.	Toprak Karbon ve Azot Miktarlarına İlişkin Bulgular	88
3.4.2.5.1.	Toprak C/N Oranına İlişkin Bulgular	91
4.	TARTIŞMA	93
4.1.	Toprak Özelliklerine İlişkin Tartışma	93
4.1.1.	Toprak Derinliği	93
4.1.2.	Toprağın Mekanik Bileşimi	94
4.1.3.	Toprak Reaksiyonu ve Elektriksel İletkenliği	97
4.1.4.	Toprakların Nem Sabiteleri	100
4.1.5.	Toprakların Hacim Ağırlığı	102
4.2.3.	Toprakların Karbon ve Azot Miktarlarına İlişkin Tartışma	103
4.2.	Bitkisel Kütle ve Karbon, Azot Miktarlarına İlişkin Tartışma	110
4.2.1.	Ölü Örtü Özelliklerine İlişkin Tartışma	110
4.2.2.	Kök Özelliklerine İlişkin Tartışma	117
5.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	126
6.	KAYNAKLAR	130
7.	EKLER	158

ÖZGEÇMİŞ



Doktora Tezi

ÖZET

KARADAĞ KÜTLESİ DOĞU LADİNİ (*Picea orientalis* (L.) Link) AĞAÇLANDIRMALARINDA KÖK, TOPRAK VE ÖLÜ ÖRTÜDEKİ KARBON VE AZOT BİRİKİMİNİN EKOLOJİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Yavuz Okunur KOCAMANOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Ömer KARA
2022, 157 Sayfa, 27 Sayfa Ek

Orman ekosistemlerinde biyokütle, karbon ve azot miktarlarının belirlenmesi küresel ısınmanın artış gösterdiği çağımızda önemlidir. Bu çalışmada; Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link) ağaçlandırma alanlarında toprak, ölü örtü ve köklerin karbon ile azot miktarları üzerine farklı meşcere gelişme çağlarının, bakımın yanında arazi eğiminin etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla çalışma Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Akçaabat ve Vakfikebir Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindeki Karadağ dağlık kütlesinde 98 adet örnek alanda gerçekleştirilmiştir. Seçilen bu örnek alanlarda yükselti, eğim, bakı, kapalılık ve meşcere gelişme çağları belirlenerek, ağaçların çapları ($d_{1,3}$) ölçülmüştür. Ayrıca örnek alanlardan toprak, kök ve ölü örtü örnekleri alınarak laboratuvarda analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, Doğu Ladini ağaçlandırma alanları topraklarındaki ortalama karbon stoğu 35,7 t/ha, azot stoğu 2,7 t/ha olarak bulunmuştur. Ayrıca ölü örtü biyokütlesi, karbon ve azot stokları sırasıyla 12 t/ha, 4,1 t/ha ve 0,2 t/ha olarak tespit edilmiştir. Kök biyokütlesi karbon ve azot stokları ise sırasıyla 23,2t/ha, 9,8 t/ha, 0,2 t/ha olarak tespit edilmiştir. Güneyli bakılara gidildikçe ve arazi eğimi arttıkça topraklardaki kum oranlarının arttığı bulunmuştur. a çağı topraklarının karbon ve azot içeriği en düşük olduğu belirlenmiştir. OT (Orman içi açıklık) alanları toprak, kök (kılcal ve kalın) azot stok ve içerikleri ağaçlandırma alanlarından yüksek olduğu bulunmuştur. Meşcere gelişme çağının artışıyla kök ve ölü örtü biyokütlesi ayrıca kılcal kök karbon içeriği genel itibariyle arttığı belirlenmiştir. İnce kök azot ve karbon içeriği de en yüksek bc çağında belirlenmiştir. Tüm bu sonuçlara ek olarak güneyli bakılara gidildikçe bazı çap kademelerindeki kök biyokütlesi, depolanan karbon ve azot miktarının yanında topraklardaki azot içeriğinin arttığı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Biyokütle, Meşcere Gelişme Çağı, Topoğrafik Faktörler

PhD Thesis

SUMMARY

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF CARBON AND NITROGEN ACCUMULATION IN ROOT,
SOIL AND LITTER IN ORIENTAL SPRUCE AFFORESTATIONS (*Picea orientalis* (L.) Link)
OF KARADAG MOUNTAIN

Yavuz Okunur KOCAMANOĞLU

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Forest Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Ömer KARA
2022, 157 Pages, 27 Appendix

Determination of carbon and nitrogen amounts besides biomass in forest ecosystems is important in our century when global warming is increasing. In this study; in addition to the different stand development stages (SDS) and aspect, the effect of land slope on the carbon and nitrogen amounts of soil, litter and roots in oriental spruce (*Picea orientalis* (L.) Link) afforestation areas were investigated. For this purpose, the research was carried out in 98 samples in the Karadağ mountain mass within the borders of Trabzon Regional Directorate of Forestry, Akçaabat and Vakfikebir Forest Enterprise. The altitude, slope, aspect, canopy and ds of the sample areas were determined and the diameters of the trees ($d_{1,3}$) were measured during the field studies. In addition, soil, root, and litter samples were taken from the sample areas and analyzed in the laboratory. As a result of the study, the average carbon stock (Ct) was found to be 35,7 t/ha, and the nitrogen stock (Nt) was 2,7 t/ha in the soils of the oriental spruce afforestation areas. Litter biomass, Ct and Nt were determined as 12 t/ha, 4,1 t/ha and 0,2 t/ha, respectively. Root biomass, Ct and Nt were also determined as 23,2 t/ha, 9,8 t/ha and 0,2 t/ha, respectively. It was found that the sand ratios in the soils increased as the southerly aspects increased, and the slope of the land increased. It was determined that the carbon content and nitrogen content of the a stand development stages soils were the lowest. It was found that the carbon stock and content as well as the capillary, fine root carbon (FRC) stock and contents of the soils of the forest openings areas were higher than the afforestation areas. It was determined that the root and litter biomass and FRC content generally increased with the increasing in the stand SDS. Small root nitrogen and carbon content were also determined at the highest in the SDS of bc. In addition to all these results, it was found that the root biomass at some diameter levels, the amount of stored carbon and nitrogen, as well as the Nt of the soils increased in southern aspects.

Keywords: Biomass, Stand Development Stages, Topographic Factors

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Doğu Ladini (<i>Picea orientalis</i> (L.) Link.)'in Dünya üzerindeki yayılış alanları	17
Şekil 2. Araştırma alanının genel görünümü ve örnek alanlar	20
Şekil 3. Araştırma alanı Doğu Ladini ağaçlandırma sahalarından görünümeler	20
Şekil 4. Aylık yağış miktarlarının enterpolasyon haritası	21
Şekil 5. Karadağ Kütlesi Thornthwaite grafiği.....	22
Şekil 6. Araştırma alanının bitki örtüsü örneklerinden görünümeler	23
Şekil 7. Genel jeoloji haritası	24
Şekil 8. Araştırma alanın örnek alanlarından görünümeler.....	26
Şekil 9. Kök örneklerinin silindir ile alınması.....	28
Şekil 10. Örnek alanlarda açılan bazı toprak profillerinden görünümeler	29
Şekil 11. Ölü örtü örneklerinin alınması	30
Şekil 12. Örnekleme alanında toprak profili, ölü örtü, kök örnekleme şeması	30
Şekil 13. Toprak örneklerinin hava kurusu hale getirilmesi ve öğütülerek elekten geçirilmesi.....	31
Şekil 14. Toprak örneklerinin tane boyutlarının belirlenmesi.....	32
Şekil 15. Toprak nem sabitlerinin tayini	33
Şekil 16. Kök örneklerinde yapılan işlemler	35
Şekil 17. Ölü örtü örtü örneklerinde yapılan işlemler	36
Şekil 18. Fizyolojik toprak derinliklerinin farklı meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre değişimi	40
Şekil 19. Ağaçlandırma alanlarında FTD ile eğim arasındaki ilişki.....	40
Şekil 20. Toprakların kum (%) oranlarının farklı meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre değişimi	42
Şekil 21. Ağaçlandırma alanı topraklarının kum (%) oranları ile eğim ve bakı arasındaki ilişki	43
Şekil 22. Toprakların kil (%) oranlarının farklı meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre değişimi	44

Şekil 23. Ağaçlandırma alanı topraklarının kil (%) oranları ile eğim ve bakı arasındaki ilişki.....	45
Şekil 24. Toprakların toz (%) oranlarının farklı meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre değişimi.....	47
Şekil 25. Topraklarının toz (%) oranları ile eğim ve bakı arasındaki ilişki.....	48
Şekil 26. Toprakların pH (H ₂ O) değerlerinin farklı meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre değişimi.....	50
Şekil 27. Ağaçlandırma alanı topraklarının pH (H ₂ O) değerleri ile eğim arasındaki ilişki.....	50
Şekil 28. Toprakların pH (KCl) değerlerinin farklı meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre değişimi.....	52
Şekil 29. Ağaçlandırma alanı topraklarının pH (KCl) değerleri ile eğim arasındaki ilişki.....	53
Şekil 30. Üst toprakların EC (µS/cm) değerlerinin farklı meşcere gelişme çağlarına göre değişimi.....	54
Şekil 31. Ağaçlandırma alanı toprakları EC değerleri ile eğim arasındaki ilişki.....	55
Şekil 32. Alt toprakların tarla kapasitesi (%) oranlarının farklı meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre değişimi.....	56
Şekil 33. Ağaçlandırma alanı toprakları tarla kapasitesi (%) oranları ile bakı arasındaki ilişki.....	57
Şekil 34. Alt toprakların solma noktası (%) oranlarının farklı meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre değişimi.....	58
Şekil 35. Araştırma alanı alt topraklarının solma noktası (%) oranları ile bakı arasındaki ilişki.....	59
Şekil 36. OT alanı alt toprakları faydalanılabilir su kapasitesi (%) oranları ile bakı arasındaki ilişki.....	60
Şekil 37. Alt toprakların hacim ağırlıklarının farklı meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre değişimi.....	62
Şekil 38. Ağaçlandırma alanı alt toprakları hacim ağırlıkları ile bakı arasındaki ilişki.....	62
Şekil 39. Ölü örtü biyokütlelerinin (t/ha) farklı meşcere gelişme çağlarına göre değişimi.....	64
Şekil 40. Ağaçlandırma alanlarında 0-2 mm kök biyokütleleri (t/ha) ile bakı arasındaki ilişki.....	65
Şekil 41. 2-5 mm kök biyokütlelerinin (t/ha) farklı meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre değişimi.....	67

Şekil 42. Toplam kök biyokütlelerinin (t/ha) farklı gelişme çağı ve OT alanlarına göre değişimi.....	70
Şekil 43. Ağaçlandırma alanlarında toplam kök biyokütlesi ile bakı arasındaki ilişki	70
Şekil 44. Meşcere gelişme çağına göre ölü örtü azot ve karbon stoğu (t/ha) değişimi ...	72
Şekil 45. Ölü örtü C/N oranlarının meşcere gelişme çağına göre değişimi	74
Şekil 46. Ortalama 0-2 mm kök azot ve karbon içeriklerinin (%) meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre değişimi	76
Şekil 47. Ortalama 0-2 mm kök azot, karbon stoklarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre değişimi	77
Şekil 48. Ağaçlandırma alanlarında 0-2 mm kök karbon stoğu ile bakı arasındaki ilişki.....	77
Şekil 49. Ortalama 0-2 mm kök C/N oranlarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre değişimi	79
Şekil 50. Ortalama 2-5 mm kök azot, karbon içeriklerinin (%) meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre değişimi	81
Şekil 51. Ortalama 2-5 mm kök karbon stoklarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre değişimi	81
Şekil 52. Ortalama 2-5 mm kök C/N oranlarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre değişimi	83
Şekil 53. Ortalama >5 mm kök azot miktarlarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre değişimi	85
Şekil 54. Ortalama >5 mm kök C/N oranlarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre değişimi	86
Şekil 55. Toplam kök azot ve karbon stoklarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre değişimi	88
Şekil 56. Üst toprak karbon ve azot miktarlarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre ortalama değişimi	90
Şekil 57. Ağaçlandırma alanlarında toprak azot (%) içeriği ile bakı arasındaki ilişki	90
Şekil 58. Üst toprakların ortalama C/N oranlarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre değişimi	92
Şekil 59. OT alanlarında üst toprakların C/N oranları ile bakı arasındaki ilişki	92

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Araştırma alanına ait bazı iklim verileri.....	22
Tablo 2. Gelişim çağlarının sınıf aralıkları.....	25
Tablo 3. Örnek alanların faktörlere göre dağılımı.....	25
Tablo 4. Meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına ait genel özellikler	38
Tablo 5. Toprak derinliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler	39
Tablo 6. Toprak derinliklerinin meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları	39
Tablo 7. Toprakların ortalama kum (%) oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler	41
Tablo 8. Toprakların kum (%) oranlarının meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları	41
Tablo 9. Toprakların ortalama kil (%) oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler.....	43
Tablo 10. Toprakların kil (%) oranlarının meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları	44
Tablo 11. Toprakların ortalama toz (%) oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler	46
Tablo 12. Toprakların toz (%) oranlarının meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları	46
Tablo 13. Toprakların ortalama pH (H ₂ O) değerlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler	49
Tablo 14. Toprakların pH (H ₂ O) değerlerinin meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları	49
Tablo 15. Toprakların ortalama pH (KCl) değerlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler	51
Tablo 16. Toprakların pH (KCl) değerlerinin meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları	51
Tablo 17. Toprakların ortalama EC (µS/cm) değerlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ...	53
Tablo 18. Toprakların EC (µS/cm) değerlerinin meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları	54
Tablo 19. Toprakların ortalama tarla kapasitesi (%) oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler.....	55
Tablo 20. Toprakların tarla kapasitesi (%) oranlarının meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları.....	56

Tablo 21. Toprakların ortalama solma noktası (%) oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler.....	57
Tablo 22. Toprakların solma noktası (%) oranlarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları.....	58
Tablo 23. Toprakların ortalama faydalanılabilir su kapasitesi (%) oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler.....	59
Tablo 24. Farklı meşcere gelişme çağılarına göre faydalanılabilir su kapasitesi (%) oranlarına ilişkin varyans analizi sonuçları.....	60
Tablo 25. Toprakların ortalama hacim ağırlığına (gr/cm ³) ilişkin tanımlayıcı istatistikler.....	61
Tablo 26. Toprakların hacim ağırlığının (gr/cm ³) meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları.....	61
Tablo 27. Ölü örtü biyokütlesine (t/ha) ilişkin tanımlayıcı istatistikler.....	63
Tablo 28. Ölü örtü biyokütlesinin (t/ha) meşcere gelişme çağına göre varyans analizi sonuçları.....	63
Tablo 29. Ortalama 0-2 mm kök biyokütlelerine (t/ha) ilişkin tanımlayıcı istatistikler.....	64
Tablo 30. Ortalama 0-2 mm kök biyokütlelerinin (t/ha) meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları.....	65
Tablo 31. Ortalama 2-5 mm kök biyokütlelerine (t/ha) ilişkin tanımlayıcı istatistikler.....	66
Tablo 32. 2-5 mm kök biyokütlelerinin meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları.....	66
Tablo 33. Ortalama >5 mm kök biyokütlelerine (t/ha) ilişkin tanımlayıcı istatistikler.....	68
Tablo 34. Ortalama >5 mm kök biyokütlelerinin meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları.....	68
Tablo 35. Toplam kök kütlelerine (t/ha) ilişkin tanımlayıcı istatistikler.....	69
Tablo 36. Ortalama toplam kök kütlelerinin (t/ha) meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları.....	69
Tablo 37. Ortalama ölü örtü azot ve karbon miktarlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler...	71
Tablo 38. Ortalama ölü örtü azot ve karbon miktarlarının meşcere gelişme çağına göre varyans analizi sonuçları.....	72
Tablo 39. Ortalama ölü örtü C/N oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler.....	73
Tablo 40. Ölü örtü C/N oranlarının meşcere gelişme çağına göre varyans analizi sonuçları.....	73

Tablo 41. Ortalama 0-2 mm kök azot ve karbon miktarlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler.....	75
Tablo 42. Ortalama 0-2 mm kök azot, karbon miktarlarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları.....	75
Tablo 43. Ortalama kök C/N oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler	78
Tablo 44. Ortalama 0-2 mm kök C/N oranlarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları	78
Tablo 45. Ortalama 2-5 mm kök azot ve karbon miktarlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler.....	80
Tablo 46. Ortalama 2-5 mm kök azot, karbon miktarlarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları.....	80
Tablo 47. Ortalama 2-5mm kök C/N oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler.....	82
Tablo 48. Ortalama 2-5 mm kök C/N oranlarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları	82
Tablo 49. Ortalama >5 mm kök azot ve karbon miktarlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler.....	84
Tablo 50. Ortalama >5 mm kök azot, karbon miktarlarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları.....	84
Tablo 51. Ortalama >5 mm kök C/N oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler.....	85
Tablo 52. Ortalama >5 mm kök C/N oranlarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları	86
Tablo 53. Toplam kök azot ve karbon stoklarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler	87
Tablo 54. Toplam kök azot, karbon stoklarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları	87
Tablo 55. Ortalama üst toprak azot ve karbon miktarlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler.....	88
Tablo 56. Üst toprakların azot ve karbon miktarlarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları.....	89
Tablo 57. Ortalama üst toprakların C/N oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler	91
Tablo 58. Üst toprakların C/N oranlarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları.....	91

SEMBOLLER DİZİNİ

C	: Karbon
N	: Azot
EC	: Elektriksel İletkenlik
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
OBM	: Orman Bölge Müdürlüğü
OİŞ	: Orman İşletme Şefliği
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
ÖÖB	: Ölü Örtü Biyokütlesi
SN	: Solma Noktası
TK	: Tarla Kapasitesi
FSK	: Faydalanılabilir Su Kapasitesi
MGÇO	: Meşcere Gelişme Çağı ve OT Alanları
MTD	: Mutlak Toprak Derinliği
FTD	: Fizyolojik Toprak Derinliği
HA	: Hacim Ağırlığı
EC	: Elektriksel İletkenlik
GET	: Gerçek Evapotranspirasyon
IEA	: Ulusal Enerji Ajansı (International Energy Agency)
IPCC	: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel Climate Change)
NOAA	: National Oceanic and Atmospheric Administration
d _{1,3}	: Ağaçların göğüs yüksekliğindeki (130 cm) çapı (cm)
SS	: Standart sapma
Min.	: Minimum
Mak.	: Maksimum
n	: Örnek sayısı
mm	: Milimetre
cm	: Santimetre
ha	: Hektar
°C	: Santigrat Derece

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Ormanlar, odun hammaddesi ve yan ürünleri dışında, tüm canlılar için yaşamsal düzeyde önem taşıyan süreçlerde çok çeşitli işlevlere sahip dinamik sistemlerdir. Bu anlamda ormanlar, sadece insanlara değil tüm canlılara, hatta cansız çevreye yararlar sağlayan büyük bir ekosistemdir (Çepel, 1988). Ayrıca ormanlar, geniş alanlarda değişken edafik ve mikro iklim koşullarıyla ilişkili birden fazla ekosistemden oluşması bakımından önemli ekosistemlerdendir (Gibbs vd., 2007).

İnsanların ormanlar üzerinde olumsuz yönde etkileri bulunmaktadır. Bunlardan başlıcaları, alan kaybı, habitat parçalanması, toprak bozulması, biyokütlenin ve ilgili karbon stoklarının tüketilmesi, meşcere yaşının ve tür kompozisyonunun dönüşümü, tür kaybı ve yangın riskine daha fazla maruz kalma olarak sayılabilir (Uhl ve Kauffman, 1999; Gerwing, 2002). Bu sebeple küresel olarak, uzun süredir ormanların karbon depolama, gıda, temiz su ve rekreasyon vb. işlevleri üzerinde kaygılar bulunmaktadır. Bu endişe, iklim değişikliğinin bir sonucu olarak küresel ormanlarda meydana gelen değişiklikler sonucu artmıştır (Phillips, 1997; Kellomaki vd., 2008; Malhi vd., 2009; Phillips vd., 2009).

Ormanların karbon tutulması ve depolanmasındaki rolü uluslararası toplumu en çok ilgilendiren ekosistem hizmetidir (Gibbs vd., 2007). Karasal karbon stoklarının yaklaşık % 67'si orman ekosistemlerinde (FAO, 2000), geri kalanların çoğu turbalık ve sulak alanlarda bulunmaktadır (Gibbs vd., 2007). Orman ekosistemleri, dünya üzerinde en az 2.8 milyar yıldır varlığını sürdürmekte ve fotosentez için yeterli su, güneş radyasyonu olduğu sürece karbon depolamaya devam edeceklerdir (Des Marais, 2000). Fakat buna rağmen insanlar, atmosferik sera gazı havuzunu artırarak küresel karbon döngüsünü dengesizliğe zorlamaktadır (Gibbs vd., 2007).

18.yy'da sanayi devrimiyle birlikte fosil yakıtların aşırı kullanımı, arazi kullanımındaki değişiklikler, orman alanlarındaki tahribatlar sonucu atmosferdeki sera gazlarının (CO, H₂O, CH₄, NO, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆, O₃ v.b. ve özellikle CO₂) yoğunlukları artmış ve yeryüzü sıcaklıklarında hızlı artışlar meydana gelmiştir. Sera gazlarından karbondioksit (CO₂), küresel toplam sera gazı emisyonlarının yaklaşık %77'sini oluşturmaktadır (IPCC, 2007). Buna ek olarak insan faaliyetleri sonucunda yayılan CO₂, sera

gazı toplam küresel ısınma potansiyelinin %56'sını oluşturmaktadır (IPCC, 2007). Yerkürede meydana gelen sera gazları ve sıcaklıklardaki bu değişimler tüm dünyayı etkileyecek boyuta gelmesiyle insanoğlunun en büyük sorunu olan küresel iklim değişikliği kavramı ortaya çıkmıştır (Türkeş, 2001). İklim değişikliği, doğal nedenlerden ve/veya insan faaliyetlerinin bir sonucu olarak iklimin zamanla değişmesi şeklinde tanımlanmaktadır (IPCC, 2007).

İklim değişikliği üzerinde önemli bir doğal fren olan ormanlar, diğer tüm karasal ekosistemlerden daha fazla karbon depolamaktadır (Gibbs vd., 2007). Orman biyokütlesi, dünyadaki toprak üstü karbonun %80-%90'nını ve toprakaltı karbonun %30-%40'ını bünyesinde tutmaktadır (Landsberg ve Gower, 1997; Harvey, 2000). Ormanlık alanın artırılması, yüksek atmosferik karbondioksit (CO₂) konsantrasyonunu azaltmak ve dolayısıyla küresel ısınmanın önlenmesine katkıda bulunmak için etkili bir önlem olarak önerilmektedir (Kurz vd., 1996). Ormansızlaşma ve bunlarla ilişkili emisyonlardan kaçınmanın önemine rağmen, gelişmekte olan ülkelerde arazi kullanımından kaynaklanan emisyonları azaltmak için çok az ekonomik veya politika teşviki olmaktadır (Santilli vd., 2005). Ayrıca ormancılık sektörünün bu potansiyel değişikliklerden, farklı saha koşullarında farklı ağaç türlerinin verimliliğini etkileyeceğinden haberdar olmaları gerekmektedir. Çünkü bu sektörler ormancılık yönetim stratejilerini, gelecekte iklim senaryolarına uyarlamak zorunda kalacakları düşünülmektedir (Wellock, 2011).

Arazi kullanım değişikliğinin, bölgesel ekolojik süreçler ve küresel iklim değişikliği üzerinde önemli etkileri vardır (Ficetola vd., 2010; Deng vd., 2014'a; 2014b, 2016). Arazi kullanım değişikliklerinin, toprağın bozulmasına ve bunun sonucunda hidrolojik, biyolojik ve jeokimyasal döngülerin ayrıca toplumun yararlandığı mal, kaynak ve hizmet üzerine de etkileri bulunmaktadır (Keesstra vd., 2012; Berendse vd., 2015; Brevik vd., 2015).

Dünya üzerindeki karbon dengesindeki öneminin yanında, atmosferde yüksek oranda (%78) bulunmasına rağmen, bitkilerce topraktan ancak belli formlarda alınabilen ve en çok gereksinim duyulan besin elementi azottur. Çünkü azot, bitkide hayati derecede önemli fonksiyonları bulunan (protein, amino asit, amid, nükleik asit, klorofil gibi) organik bileşiklerin yapısına girmektedir. Bu sebeple topraklardaki azot kayıplarını azaltmak gerekmektedir. Bunun için en önemli uygulama, erozyon ve yıkanma kayıplarını azaltmak yani bitkilendirmeyi arttırmaktır. Bitkilendirme ile organik madde kazancı sağlanmakta ve hem suyun toprak içine çok hızlı girmesi hem de toprak içinde hareket etmesi önlenmektedir (Müftüoğlu ve Demirer, 1998).

Ağaçlandırma çalışmaları yaklaşık olarak son 50 yıldır, karbon azaltımı için potansiyel bir mekanizma olarak tanımlanmaktadır (Vitousek, 1991; Houghton vd., 1999; Wright vd., 2000; McCarl ve Schneider, 2001; Hoffert vd., 2002; Jackson vd., 2002; Jackson ve Schlesinger, 2004; Pacala ve Socolow, 2004; Lal, 2008). Ayrıca ağaçlandırma ile oluşturulan alanların ormansızlaşma sürecini tersine çevirebileceği ve potansiyel olarak topraklarda karbon ve azot birikimine neden olabileceği düşünülmektedir (Li vd., 2012). Fakat ağaçlandırmanın toprak karbon birikimi ve buna bağlı faktörler üzerindeki etkileri tam olarak anlaşılammıştır (Berthrong vd., 2009). Farklı çalışmalar için tutarsız sonuçlar, orman karbon ve azot dinamiklerinin kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını zorlaştırmaktadır (Deng ve Shanguan, 2017).

Atmosferdeki sera gazlarının yoğunluklarının artış göstermesi sonucunda ülkeler bu salınımları azaltmaya yönelik yasal anlaşmalar yapmıştır. Bu anlaşmalar gereği, ülkeler orman kaynaklarını ve bunların küresel karbon döngüsüne katkısını deklare etmekle yükümlüdür. Fakat ülkemizin deklare etmekle yükümlü olduğu orman alanlarındaki karbon konusunda ise yeterli sayısal veri bulunmamaktadır (Sargıncı, 2014; Tolunay vd., 2017; Tolunay 2019). Buna ek olarak Türkiye'nin 2006 yılından beri BMİDÇS sekreteryasına göndermiş olduğu ulusal sera gazları envanteri hesaplamalarında bazı hatalar olduğu, hesaplamada kullanılan katsayılar da yenileme yapılması gerektiği belirtilmektedir (Tolunay ve Çömez, 2007; Tolunay, 2011; Tolunay ve Karabayık, 2013). Bu bakımdan orman alanlarımızda bağlanan karbonun belirlenmesinde kullanılabilecek verilerin elde edilmesi önemlidir (Çömez, 2010). Ayrıca ülkemizde karbon depolama çalışmalarında, toprak altı çalışmaların zor ve zaman alıcı olması, kök konusu ile ilgili bilgi yetersizliği nedeni ile daha çok toprak üstü bitkisel kütle çalışmalarına ağırlık verilmektedir (Tüfekçioğlu ve Küçük, 2010; Yavuz vd., 2010; Ortaş, 2013). Bunun sonucu olarak toprak altında depolanan ve dolayısıyla orman ekosistemlerinde stok halde bulunan karbon ve azot miktarları tam olarak bilinmemektedir.

Bu çalışma ülkemizin asli bir türü olan ladin ormanları için ağaçlandırma sahalarındaki kök, toprak, ölü örtüde depolanmış olan karbon ve azot miktarları hakkında elde edilecek veri bakımından kayda değer bir çalışma olacağı düşünülmektedir. Bu düşünceyle çalışmanın amacı; Karadağ dağlık kütlesi Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) ağaçlandırma alanlarında; toprak, kök ve ölü örtüdeki karbon ve azot birikimi üzerinde meşcere gelişim çağı, arazi eğimi ve bakının etkisini araştırmaktır.

Çalışmanın hedefleri şu şekilde sıralanabilir:

Karadağ Dağlık kütlesi Ladin ağaçlandırma alanlarında;

1. Farklı derinlik kademelerinden alınan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek,
2. Toprak kütlesinde depolanan karbon ve azot miktarlarını belirlemek,
3. Ölü örtü Kütlesine bağlı olarak karbon ve azot depolama kapasitesindeki değişimi ortaya koymak,
4. Kılcal (<2mm), ince (2-5mm) ve kalın kök (>5mm) kütleleri ile depoladıkları karbon, azot miktarlarını belirlemek,
5. Doğu Karadeniz bölgesinde yapılan ladin ağaçlandırmalarında depolanan karbon ve azot envanteri için veri sağlamak

Kalıpsız (1976)'a göre ideal bir deneyde, incelenmek istenilen değişkenin etkisini gözlemleyebilmek için diğer bütün değişkenleri sabit tutmak gereklidir. Bu amaçla tezin farklı bakı (kuzey ve güney), eğim (%0-%20, %20 üzeri), gelişme çağları (a, b, bc) ve OT (Orman içi açıklık) alanlarında çalışılıp, bu faktörlerin farklı havuzlarda (toprak, ölü örtü ve kök) depolanan karbon ve azot miktarları üzerindeki etkilerinin araştırılması önemlidir. Ayrıca diğer ekolojik faktörlerin (anakaya formasyonunun tek ve araştırma alanının yükseltisi 1400m-1700m arasında olması) sınırlandırılması karbon ve azot depolanması üzerindeki meşcere gelişme çağları, bakı ve eğimin etkilerini görmede daha iyi sonuçlar vereceği düşünülmektedir.

Ülkemizin imzaladığı anlaşmalar gereği bildirmesi gereken sera gazı envanterinde, özellikle toprak altı karbon konusunda çalışma sayısının az olması sonucunda büyük problemler yaşanmaktadır (Tolunay ve Çömez, 2008). Ayrıca sadece uluslararası sözleşmeler gereği verilerin elde edilmesi değil orman alanlarındaki diğer ekolojik, silvikültürel ve planlama çalışmalarında kullanılmak üzere bu ekosistem verilerine şiddetle ihtiyaç duyulmaktadır (Sargıncı, 2014). Çalışma sonucunda elde edilecek veriler, ülkemizde özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi'nde geniş bir yayılış alanına sahip Doğu Ladini ağaçlandırma alanları hakkında karbon envanteri hazırlanmasına yardımcı olacaktır. Ayrıca araştırmamıza konu olan Doğu Ladini yetişme ortamı olarak dik ve sarp arazilerde yer alması, yağışın yılın her mevsimine dağılması ve sosyal baskı vb. nedenlerle bu alanlarda teknik ormancılığın uygulanmasında önemli engellerle karşılaşmaktadır (Anonim, 2008). Bu bakımdan doğu Ladini ormanlarında yapılacak her türlü ormancılık faaliyetinin bilim ve teknolojinin gereklerine göre yürütülmesi, bu ormanlarımızın devamlılığı yönünden son derece önemlidir (Anonim, 2008).

Orman alanlarının genişletilmesi, dolayısıyla yeryüzündeki karbon ve azot depolanmasının artırılması ancak ağaçlandırma çalışmalarıyla sağlanabilir. Bu nedenle, bu alanları izlemek ve gerekli hesaplamaları yapmak için öncelikle karbon ve azot bağlanması üzerinde etkili olan faktörlerin değerlendirilmesi gereklidir. Fakat ülkemizde ağaçlandırma çalışmalarının karbon ve azot depolama konularında yapılan çalışma sayısı oldukça sınırlı olması bu alanlardaki bilgilerin eksik olması sonucunu doğurmaktadır. Bu araştırma, ülkemizde özellikle daha önce orman olmayan arazilerin ağaçlandırılması ile oluşturulan arazi kullanım değişikliğinin toprak özellikleri değişimi ve karbon, azot bağlanmasına etkisinin ortaya konulması bakımından da önemlidir

1.2. Genel Kısımlar

Evrenin en zengin kimyasal elementlerinden biri olan 'Karbon', Dünya'daki canlı organizmalarda en bol bulunan ikinci elementdir (West, 2008). Yeryüzünde üç karbon türünden söz edilmektedir. Bunlar; 1-Element (odun kömürü, grafit, kurum vb.), 2-İnorganik (karbon dioksit, karbon monoksit, metan gibi mineraller; karbonatlar, bikarbonatlar vb. gibi mineraller) ve 3-Organik (karbonhidratlar, amino asitler, karboksilik asitler, alkoller, aldehidler, fenoller, yaşam için gerekli olan hemen hemen tüm yapısal ve fonksiyonel bileşikler) (Schumacher, 2002; Korhonen vd., 2002). Bu üç karbon formu, fotosentez, solunum, yanma, ayrışma gibi süreçlerle farklı kaynaklar (hidrosfer, biyosfer, atmosfer ve litosfer) arasında geri dönüştürülür (West, 2008). Karbon dolaşımı doğada, atmosfer ile deniz arasında karbon değişimi ve karasal ekosistemlerde fotosentez-solunum ile birlikte bağlanıp salınması olarak iki farklı şekilde oluşmaktadır (Korhonen vd., 2002).

Karasal karbon döngüsü atmosfer, bitki örtüsü ve toprak arasında gerçekleşir. Fotosentez sırasında bitkiler, gaz halindeki CO₂ formunu alır ve karbon açısından zengin kimyasal bileşiklere dönüştürür. Bitki metabolizma ve fizyolojisi çok sayıda farklı karbonca zengin organik bileşik üretimine izin verir. Bitki kuru ağırlığının yaklaşık yarısı karbondur. Bitki artıkları (yaşlanan yapraklar, kurumuş gövde parçaları, düşen çiçek ve meyveler, kök eksüdatları) periyodik olarak toprağa girer ve burada organik karbon olarak ayrışır ve depolanır (Kirankumar, 2016).

Yıllık atmosferden alınarak bitkisel veya hayvansal kütlede depolanan karbon 1990-1999 yılları arasında karalarda 1,4±0,5 milyar Mg (ton), okyanuslar ile denizlerde 1,7±0,7 milyar Mg (ton) olarak tahmin edilmektedir (IPCC, 2007). Ayrıca karasal ekosistemlerdeki

bitki örtüsünde depolanmış olan karbon miktarı ise 500 milyar Mg (ton) dolaylarındadır (Janzen, 2004).

Buzul örneklerinden edinilen bilgilere göre 20000 yıl öncesinde atmosferdeki CO₂ yoğunluğu 205 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ iken daha sonra bu değer 280 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ e yükselerek 10.000 yıl boyunca sabit kalmıştır (IPCC, 2007; IPCC, 2013; NOAA, 2020). Fakat atmosferdeki karbondioksit konsantrasyonu 90'lı yıllarda 358 ppm dolaylarında seyrederken (Freedman ve Keith 1996; Houghton, 1996), Mart 2018'de 410 ppm'e (Kanagaraj, 2019), Nisan 2020'de 416 ppm'e yükselmiştir (NOAA, 2020). Atmosferdeki C miktarının bu denli artışının nedenleri olarak sanayi devrimi ile birlikte fosil yakıt tüketimin artması, dünya nüfusunun artışıyla birlikte doğal alanlara yapılan baskılar sonucunda arazi kullanımındaki değişimler (tarımsal amaçlı açmalar, sulak alanların kurutulması, toprakların işlenmesindeki artışlar) ve çimento üretimi olarak sayılabilir (Guo ve Gifford, 2002; IPCC, 2013). İklim politikalarında bir değişiklik olmadığı takdirde, 2030 yılında küresel sera gazı emisyonunun 2000 yılına göre %25-90 artacağı ve atmosferdeki karbondioksit eşdeğeri konsantrasyonlarının 600–1560 ppm'e kadar çıkacağı tahmin edilmektedir (Kanagaraj, 2019). Bu görüşe rağmen Uluslararası Enerji Ajansı'na göre, küresel enerji ile ilgili CO₂ emisyonları, iki yıllık artışların ardından 2019 yılında yaklaşık 33 gigaton (Gt) seviyesine gerilemiştir. Bu, kömürden doğalgaz yakıtına geçişin ve daha yüksek nükleer güç üretiminin genişleyen rolü sayesinde, gelişmiş ekonomilerde enerji sektöründen kaynaklanan CO₂ emisyonlarında keskin bir düşüşe neden olmasının sonucu olarak görülmektedir. Fakat CO₂'deki bu duruklamanın bir tepe noktası olarak kabul edilebilmesi için daha çok çalışma ve veriye ihtiyaç duyulmaktadır (IEA, 2020).

İnsan kaynaklı aktiviteler, atmosferin bileşiminde değişikliklere neden olmaktadır. Karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve azot oksit (N₂O) gibi artan sera gazı (GHG) konsantrasyonları Dünya sistemlerine daha fazla baskı ekleme potansiyeline sahiptir (Asandei, 2014). 2090-2099 döneminde ortalama yüzey sıcaklığının, 1980-1999 dönemi ortalamasına göre 1.1- 6.4 °C artacağı öngörülmektedir (IPCC, 2013). Mevcut ısınmanın yanan fosil yakıtlardan kaynaklanan CO₂ emisyonları ve arazi kullanım değişiklikleri de dahil olmak üzere insan faaliyetleriyle ilgili olduğu düşünülmektedir (Houghton, 2001). Bu değişikliklerin kanıtı olarak, hava ve okyanus küresel ortalama sıcaklıklarındaki artışların gözlemlenmesi, buzulların erimesi ve deniz seviyelerinde yükselen küresel ortalaması da dahil olmak üzere ampirik verilerden derlenmiştir (IPCC, 2013). İlk kez 1896 yılında Nobel ödülü sahibi S. Arrhenius; küresel iklim değişikliğiyle karşı karşıya olduğumuzu

bildirmesine rağmen, ancak 1979 yılında Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından konunun önemi dünya ülkelerinin dikkatine sunulmuştur (Türkeş, 2001).

Ülkelerin 1979'dan beri iklim değişikliğinin önlenmesiyle ilgili yapmış olduğu en önemli girişimlerden biri Haziran 1992'de imzaya açılan BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) ve sonrasında kabul edilen Kyoto Protokolü'dür. Gelişmiş ülkelerin BMİDÇS altındaki temel yükümlülüğü, insan kaynaklı sera gazı salınımlarını 2000 yılına kadar 1990 düzeylerinde tutmak olmuştur. Ülkelerin 2000-2020 yılları arasında sera gazı salınımlarını azaltmaya yönelik yasal yükümlülükler ise, Kyoto Protokolü (KP)'nde düzenlemiştir. Türkiye, 24 Mayıs 2004 tarihinde BMİDÇS'eye, 26 Ağustos 2009 tarihinde ise Kyoto Protokolü'ne taraf olarak iklim değişikliğine yönelik yürütülen küresel mücadelede yerini almış bulunmaktadır (Türkeş, 2001).

Kyoto Protokolü'nün 2020 yılında süresinin sona erecek olması sebebiyle, ülkeler 2015 yılında, 2020'den sonra geçerli olacak Paris Anlaşmasını kabul etmiştir. Paris Anlaşması içeriğine bakıldığında tarihi bir Anlaşma niteliğindedir. Kyoto Protokolü'nde sera gazı azaltımı yükümlülüğü alan ülkeler sadece gelişmiş ülkeler olmuştur. Fakat Paris Anlaşmasında ise 196 ülkenin uzlaşmaya vardığı ve 187 ülkenin azaltım planı sunduğu bir anlaşma olmuştur. Ayrıca bu anlaşma ile toplam küresel emisyonların %96'sından fazlasına neden olan ülkeleri kapsayan bir anlaşma durumundadır. Bunun yanında bugüne kadar iklim değişikliği müzakerelerinde yerkürenin ısınması için kritik eşik 2°C seviyelerinde tutulması öngörülürken Paris Anlaşmasında ise 2° C derecenin oldukça altında ve mümkün olduğunca 1,5° de sınırlandırmayı hedeflemektedir (Karakaya, 2016).

Ülkeler arası anlaşmaların yanında küresel iklim değişikliği konusunda Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) ile Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından bilimsel bilgi kaynağı sağlama amacıyla kurulan (1988) Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) dönemsel olarak raporlar yayımlamaktadır. Bu kapsamda günümüze kadar 5 rapor yayınlanmış, 6. Değerlendirme Raporu (AR6), hazırlık süreci devam etmekte ve 2022 yılında onaylanarak yayınlanması beklenmektedir. Ayrıca IPCC özel olarak 3 tane de özel rapor hazırlamıştır. Bunlar 2018 tarihinde hazırlanan 1,5 Derecelik Küresel Isınma Özel Raporu, 2019 yılı Ağustos ve Eylül'de ise "İklim Değişikliği ve Arazi" ve "Değişen İklimde Okyanuslar ve Kriyosfer" özel raporlarıdır. 1,5 Derecelik Küresel Isınma Özel Raporu'na göre küresel ısınmayı 1,5°C'de sınırlandırmaya ülkelerin vermiş olduğu taahhütler yetmemektedir. Örneğin, 2019 yılı 0,95°C'lik sıcaklık anomalisi ile son 140 yıl içerisindeki 2. sıcak yıl olmuş ve son 5 sıcak yılın hepsi 2015 ve sonrasında gerçekleşmiştir (NOAA,

2020). Ayrıca sera gazı emisyonları bugünkü şekliyle devam ettiği takdirde dünya sıcaklık ortalaması 2030 ile 2052 yılları arasında, 1,5°C sınırını geçeceği tahmin edilmektedir (IPCC, 2018). Bu sebeple, küresel emisyonları 2030 yılında 2010 yılına göre %45 oranında azaltıp 2050 yılında ise net sıfır emisyona ulaşırsa bu sınır aşılmamış olacaktır (IPCC, 2018). Bu yüzden, tarım, enerji, sanayi, bina, ulaşım ve şehirlerde “hızlı ve geniş kapsamlı” dönüşümler yapılmalıdır (IPCC, 2018).

IPCC (Hükümetlerarası İklim Değişikliği) Paneli'nin “iklim değişikliği ve arazi” özel raporuna (IPCC, 2019) göre tarım alanlarında meydana gelen toprak erozyonunun şu anda toprak oluşum oranından 10 ila 20 kat daha yüksek olduğu tahmin edilmektedir. Ayrıca arazi Kullanım faaliyetlerinin (Tarım, ormancılık vb.), 2007-2016 döneminde insan faaliyetlerinden kaynaklanan %23'lük CO₂, %44'lük metan (CH₄) ve %82'lik azot oksit (N₂O) emisyonundan sorumlu olduğu düşünülmektedir. Buna ek olarak arazi kullanımı veya iklim değişikliğinden kaynaklanan arazi koşullarındaki değişiklikler, küresel ve bölgesel iklimi etkileyebilmektedir. Raporda küresel boyutta ısınmanın artmasıyla birlikte, sıcaklığa bağlı olay sıklığının, yoğunluğunun ve süresinin 21. yüzyıl boyunca artmaya devam edeceği öngörülmekte ve kuraklık sıklığının ve yoğunluğunun özellikle Akdeniz ve Güney Afrika'da artacağı tahmin edilmektedir (IPCC, 2019).

Ülkemiz Akdeniz havzasında bulunması sebebiyle Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) beşinci Değerlendirme Raporu'na göre, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinden en çok etkilenecek bölgeler arasında yer almaktadır (IPCC, 2014). Bu anlamda Meteoroloji Genel Müdürlüğü verilerine bakıldığında ülkemizde 2015-2017 yılları arasındaki 3 yıl ve 2019 yılı 1940'lardan beri ülke tarihinde en çok meteorolojik afetin görüldüğü yıllar olarak ön plana çıkmaktadır (MGM, 2016; MGM, 2017; MGM, 2018; MGM, 2019). Ayrıca 2019 yılında, Türkiye'de ortalama sıcaklığı 1970 yılına göre 1,2°C artarak 14,7°C olarak gerçekleşmiştir. Bu sonuçla, 2019 yılı 1971'den bu yana gerçekleşen dördüncü en sıcak yıl olmuştur (MGM, 2019).

İklim değişikliği ile ilgili taraf olunan anlaşmalar gereği, ülkeler orman kaynaklarını ve bunların küresel karbon döngüsüne katkısını deklare etmekle yükümlüdür. Bu kapsamda ülkemiz 22 Nisan 2016 tarihinde Paris Anlaşması'nı imzalamış fakat anlaşmaya taraf olmamakla birlikte, Niyet Edilen Ulusal Katkı Beyanını sekreteryaya sunmuştur. Beyana göre Türkiye sera gazı emisyonlarını 2030 yılında referans senaryoya (BAU) göre artıştan %21 oranına kadar azaltılacağını beyan etmiştir. Ülkemiz 7 Ekim 2021 tarihinde ise TBMM tarafından “Paris Anlaşmasının Onaylanmasının Uygun Bulduğuna Dair Kanun Resmî

Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir (URL-1).

Fakat bu kapsamda Türkiye’nin herhangi bir sayısallaştırılmış salınım sınırlama veya azaltım yükümlülüğü bulunmadığı için emisyon ticaretine konu olan esneklik mekanizmalarından yararlanamamaktadır (Binboğa, 2017). Fakat özellikle Paris Anlaşması ülkemizde önemli sonuçlar doğuracağı tahmin edilmekte olup bu yeni dönüşüme hazırlıklı olunması gerekmektedir (Karakaya, 2016).

Ormanlar karasal ekosistemdeki en önemli karbon havuzu olması nedeniyle, bu ekosistemin sahip olduğu karbon stoğu doğru belirlenmelidir. Orman ekosistemlerinin yapısal ve fonksiyonel özelliklerinin karşılaştırılmasında ve karbon depolama kapasitesinin belirlenmesinde kullanılacak önemli parametre ise biyokütledir (Brown vd.,1999). Bir orman ekosisteminde biyokütle; ormanda bulunan ağaç ve ağaççıkların toprak üstü kısımları, orman yüzeyine düşmüş odunsu dokular, ölü örtü, mineral toprakta bulunan kısımlar ve heterotrof organizmaların (ayrıştırıcı ve tüketici) dokuları şeklinde 5 ana grupta toplanmaktadır. Bu biyokütle kaynaklarından çalışma kolaylığı açısından çoğu araştırmacı, çalışmalarını orman ekosisteminin toprak üstü kısımları ile sınırlı tutmaktadır (Tüfekçioğlu ve Küçük, 2010). Fakat toprak altı biyokütlenin büyük bir kısmını oluşturan ince ve kaba kökler toplam ağaç biyokütlesinin %18-45’ini oluşturmaktadır (Zhang vd., 2015). Ayrıca, ormandaki ince köklerin besin çevrimlerinde ve karasal ekosistemlerdeki karbon tutumu, bunlardan toprağa giren büyük karbon miktarı ve elde edilen ilgili karbonun stabilizasyonu nedeniyle önemli bir rol oynadığı bilinmektedir (Matamala vd., 2003; Ruess vd., 2003; Kuzyakov ve Schneckenberger, 2004; Guo vd., 2007). Bu sebeple Yang vd. (2010), orman gelişimi sırasında besin bütçelerini anlamak için ince kök üretiminin dinamikleri üzerine daha fazla araştırma yapılması gerektiğini bildirmiştir.

Kök biyokütlesi analizlerinde 0-2 mm çapındaki kökler kılcal kök, 2-5 mm çapındaki kökler ince kök ve 5 mm’den büyük olan kökler kalın kök olarak tanımlanmaktadır. İnce kök biyokütlesi üzerinde iklim koşulları (coğrafi konum, yağış, yükseklik ve yıllık sıcaklık), toprak özellikleri (toprak tekstürü, toprak nemi, toprak kimyası, besin bulunabilirliği) ve meşcere özellikleri (bazal alan, meşcere kapalılığı, meşcere yaşı, ağaç türleri) gibi hem biyotik hem de abiyotik faktörlerin etkisi olduğu bilinmektedir (Farfağ, 2010; Jagodzin’ski, 2011; Cairns, 1997). Fakat bu etkilerin dereceleri ve ne yönde oldukları günümüzde hala araştırılmamıştır. Örneğin; meşcere yaşının kılcal kök biyokütlesi üzerindeki etkileri alana ve/veya türe özgü olabilmektedir (Chang vd., 2012). Buna ek olarak, kılcal kök biyokütlesinin meşcere kapalılığı oluşuncaya kadar arttığı ve daha sonra değişmediği (Yuan

ve Chen, 2010), azaldığı (Claus ve George 2005; Yuan ve Chen 2010) veya sürekli artış gösterdiği (Fine' r vd., 2007) çalışmalar bulunmaktadır. Nitekim, Yanai vd., (2006) köklerin düşey ve yatay yayılışı ile ilgili yaptıkları çalışmada, canlı kök biyokütlesinin yaşlı meşçerelerde 2900 ± 500 g/m² ve genç meşçerelerde 1500 ± 400 g/m² olduğunu bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda hem ince hem de kalın kök kütlesinin yaşlı meşçerelerde daha fazla olduğunu, meşçere kapalılığının ve yaşının ilerledikçe ince kök biyokütlesinin arttığını bulunmuştur. Ülkemizde ise kök biyokütlesinin ve karbon depolama miktarlarının belirlenmesine yönelik çalışmalar ancak 2000'li yıllardan sonra yapılmaya başlanmasının yanı sıra Ladin türü hakkında çalışmalar çok azdır. Mevcut çalışmalardan biri olan Tüfekçioğlu vd., (2002) kayın ve ladin meşçerelerinde yaptıkları çalışmada, kılcal (0-2 mm) ve ince (2-5 mm) köklerin toprak organik maddesine karbon girdisi sağladığını belirtmişlerdir. Kök (ince ve kalın kök) biyokütlesinin ladin meşçerelerinde kayın meşçerelerine göre daha fazla olduğunu, güneşli bakıların gölgeli bakılara göre daha fazla kök biyokütlesine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Güner vd., (2010), Murgul'da yalancı akasya (*Robinia L.*) ağaçlandırma alanlarında yaptıkları çalışmada ise, ortalama kılcal kök kütlesini 1449 kg/ha, ince kök biyokütlesini 389 kg/ha ve kalın kök biyokütlesini ise 4018 kg/ha olarak bulmuşlardır. Yavuz vd. (2010), Karadeniz Bölgesi saf ve karışık sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) meşçerelerinde yaptıkları çalışmada, toprak derinlik kademesine bağlı olarak bitki türlerindeki kök biyokütlelerinin 1266-13376 kg/ha arasında değiştiğini bulmuşlardır. Mısır vd., (2013), Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı saf kayın meşçerelerinde yapmış oldukları çalışmada, ortalama kılcal kök biyokütlesinin 4759 kg/ha, ortalama ince kök biyokütlesinin ise 2617 kg/ha olduğunu tespit etmişlerdir. Tüfekçioğlu ve Küçük (2010), farklı yaşlardaki sarıçam meşçerelerindeki kök biyokütlesi, kök üretimi ve kök karbon depolama miktarlarını araştırdığı çalışmada karbon depolama bakımından en fazla kök karbon depolaması ince ve kılcal köklerde 2. yaş sınıfında, kaba köklerde ise 5. yaş sınıfında bulmuşlardır.

Karasal ekosistemlerde karbon sadece bitki organlarında değil, topraklarda da depolanmaktadır. Hatta topraklar karasal ekosistemdeki en büyük organik karbon havuzudur (Jobbagy ve Jackson, 2000; ÇEM, 2018). Toprağın 1 metre derinliğinde toprak üstü bitki örtüsünde depolanan miktarın üç katı ve atmosferin 2 katı kadar karbon depolanmaktadır (Batjes ve Sombroek 1997, Schlesinger 1997). Wang vd., (2002), Çin'in kuzeydoğusunda yaptıkları araştırmada, bitki örtüsünde tutulan karbon miktarının toprakta tutulan karbondan daha az miktarda olduğunu bulmuşlardır. Kraenzel vd., (2003), Panama'da Tik ağacı

ağaçlandırmalarında yaptıkları araştırmada, ağaçlarda 120 t/ha, ölü örtüde 3,4 t/ha ve toprakta ise 225 t/ha karbon depolandığını bildirmektedirler. Ülkemiz orman topraklarında depolanan stok haldeki karbon miktarı hakkında ise yeterli veri bulunmamaktadır (Tolunay ve Çömez, 2008). Veri yetersizliğini gidermek için konuyla ilgili yapılan çalışmaları Tolunay ve Çömez (2008), derleyerek topraklarımızda depolanan karbon miktarını belirlemişlerdir. Buna göre Türkiye'deki orman topraklarında 1 ha alanda depolanan organik karbon miktarını 78.0 Mt, ölü örtülerde 5.8 Mt olmak üzere toplam 83.8 Mt olarak hesaplamışlardır. ÇEM (2018)'e göre ise Ülkemiz topraklarının 30 cm derinliğinde toplam organik karbon stok miktarı 3.5 Mt'dur. Aynı çalışmada bir hektarda depolanan karbon miktarı yaklaşık olarak ormanda 56 ton, mera alanlarında 50 ton, tarım alanlarında ise 36 ton olarak belirlenmiştir.

Topraktaki karbon akışı oranındaki küçük bir değişikliğin, küresel karbon döngüsünü ve atmosferde depolanan karbon miktarını derinden etkileyebileceği düşünülmektedir (Moreno-Hurtado, 2004). Bölgesel, ulusal ve küresel ölçekte toprak organik karbonunun belirlenmesi, karbon emisyonlarındaki değişiklikleri anlamak için önemlidir (Batjes ve Dijkshoorn, 1999; Yimer vd., 2006). Küresel iklim değişikliğine bağlı küresel karbon stoklarının risklerini anlamak için farklı toprak tiplerinde (Novaes Filho vd., 2007) ve farklı toprak derinliklerinin karbon stoklarının belirlenmesi gerekmektedir (Egbe ve Tabot, 2011). Örneğin organik maddenin girişi büyük ölçüde ölü örtüden olduğu için, orman toprağı organik maddesi üst toprak hrizonlarında yoğunlaşmaktadır (Kirankumar, 2016). Ayrıca topraktaki organik karbonunun yaklaşık yarısı 0-30 cm kalınlıktaki kısımda tutulur ve bu kalınlıkta tutulan karbon genellikle kimyasal olarak en ayrışabilir, doğrudan doğal, antropojenik rahatsızlıklara maruz kalmaktadır (Kirankumar, 2016).

Ülkemizin topografik yapısından ötürü, kırsal alanda yaşayan insanlar orman, mera ve tarım kaynaklarını yoğun kullanmakta ve bu nedenle toprak tahrip edilmekte, ekonomik değeri azalmaktadır (Küçükkaya, 2002). Özellikle toprak organik karbon stoklarının önemli bir kısmının üst yüzeyinde bulunması, toprak yüzeyindeki değişikliklerden kaynaklanan karbondioksit emisyonları açısından büyük risk oluşturmaktadır (Yimer et al., 2006). Araştırmalara göre topraktan atmosfere salınan özellikle yıllık CO₂ akışı, fosil yakıt yanmasından elde edilen miktarın yaklaşık 8-10 katıdır (Mooney vd., 1987). Bu sebeple toprakta yaşanan herhangi bir değişikliğin atmosferdeki CO₂ seviyeleri üzerinde önemli bir etkisi olabileceği düşünülmektedir (Dieleman vd., 2013). Örneğin yapılan çalışmalar ışığında 1850-2005 yılları arasında, bazı ülkelerdeki arazi kullanımı ve yönetimindeki

değişikliklerin atmosfere yaklaşık 160 Pg karbon saldığı, bunun toplamının %60'ının çoğunlukla ormansızlaşma nedeniyle tropikal bölgelerden salındığı tahmin edilmektedir (Houghton, 2003; Richter ve Houghton, 2011).

Toprak organik maddesinin kaynağını bitkiler ve toprak içinde yaşıyan canlı artıkları oluşturmaktadır (Çepel, 1998; Kantarcı,2000; Kramer ve Gleixner, 2006). Ormanda toprak organik maddesinin büyük bölümü ağaç, yaprak, meyve ve tohumlarla birlikte bunlara ait kozalak vd. organlar, kabuklar ve dallardan meydana gelmektedir (Kantarcı,2000). Bu organlara hayvan ve bitki artıkları da katılarak toprak üzerinde bir tabaka oluşturmakta ve bu tabakaya ölü örtü denilmektedir (Kantarcı,2000). Ölü örtü, orman zemininde yer üstü verimlilik, besin döngüsü ve toprak organik madde birikimi ile güçlü şekilde ilişkilidir (Berg ve McClaugherty 2008, Köhler vd., 2008).

Ölü örtünün ayrışması toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri ve dolayısıyla bitki büyüme ve gelişimi üzerinde büyük bir etkiye sahiptir (Kantarcı,2000). Orman ölü örtüsü yaprak, çürüntü ve humus tabakalarının tümünü kapsamakta ve toprağın üstünde yer almaktadır (Kantarcı,2000). Ölü örtü biyokütlesi üzerinde; mevki, iklim özellikleri, relief, yükselti, ağaç türü, meşcere yaşı ve kapalılık derecesi, toprağın fiziksel-kimyasal özelliklerinin ve toprak canlılarının büyük etkisi bulunmaktadır (Barnes vd., 1998; Kantarcı, 2000; Kara vd., 2014).

Ölü örtü, orman ekosisteminde meydana gelen toprak sıcaklığı ve nemi, erozyon, permabilite vb. fonksiyonel süreçlerin büyük bölümünü düzenlemektedir (Gallardo vd., 1998; Mo vd., 2003; Sayer, 2006). Ayrıca, solucanlar (Gonzalez ve Zou, 1999), mantarlar (Tyler, 1991) ve mikroorganizmalar için yaşam alanı sağlayan ölü örtü (Jordan vd., 2003) toprağın yapısını güçlü bir şekilde etkileyen ve stabilitesini artıran önemli bir organik madde kaynağıdır (Marshall vd., 1996).

Orman ölü örtüsünün birikmesi doğal bir süreç olmasının yanında orman biyokütlesinin bir parçasıdır. Ölü örtü genellikle bitki biyokütlesinin % 6-8'ini oluşturmaktadır (Whittaker ve Likens 1973; Bazilevich, 1974). Ölü örtü biyokütle verileri, orman ekosistemlerinin nasıl çalıştığını anlamak, küresel değişimin ormanlarda karbon ve besin döngüsü üzerine etkisini modellemek (Malhi vd., 1999) ve yönetilen ormanların işleyişini anlamak için önemlidir (Trofymow vd.,1999). Eski tarihli çalışmalar kozalaklı ormanların kuzey yarımküredeki yaprak döken ormanlardan daha yüksek ölü örtü üretimine sahip olduğunu göstermekteyken (Millar, 1974) daha yakın tarihli çalışmalar, geniş yapraklı ormanlardaki ölü örtünün daha yüksek olabileceğini belirtmektedir (Kavvadias vd., 2001).

Toprak karbonunun ayrışması veya dengelenmesi ile sıkı sıkıya bağlı olan azot ise, bitki verimliliğinde kilit bir rol oynamaktadır (Maquere vd., 2008). Azot bitkiler için, proteinleri ve proteinleri oluşturan amino asitlerin temel yapı maddesi olması sebebiyle çok önemlidir. Ayrıca topraktaki diğer bitki besin maddelerini verebilecek mineraller bulunduğu halde, azotu oluşturacak mineral bulunmamaktadır. Atmosferde hacmen %79,08 oranında bulunan azot topraktaki azotun da ana kaynağını oluşturmaktadır. Bitkiler havanın elementer azotunu doğrudan almak yerine bazı mikroorganizmaların toprak havasındaki azotu bağlamasıyla bu elementten yararlanabilmektedir (Makineci, 1999).

Toprak karbon/azot oranları ekosistem üzerinde ağaç türlerinin etkilerini değerlendirmede önemli parametrelerdir. Bu nedenle, herhangi bir ekosistemin karbon ve azot depolama kapasitelerinin hesaplanmasında azot miktarının önemli etkisi bulunmaktadır. Toprak kesitinde azotun bulunuş miktarları incelendiğinde ölü örtü ve Ah horizonundan itibaren azot miktarının belirgin olarak azaldığı görülmektedir (Kantarci, 1978; Kantarci, 2000).

Azotun bitkiler için kritik bir öneme sahip olmasına ve çoğu zaman karasal birincil üretkenliğini sınırlandırılmasına rağmen (Howarth ve Marino, 2006), küresel azot miktarları insan faaliyetleri sonucu son yüzyılda küresel olarak iki katından fazla artmıştır (Galloway vd., 2004). Küresel olarak azotun bu denli artışı, biyolojik çeşitlilik, göl, dere asidifikasyonu sonucu ekosistem işlevi üzerinde olumsuz etkilerin kademeli olarak ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Galloway vd., 2003, Asandei, 2014). Tüm bunlara ek olarak orman ekosistemleri arasında değişen azot mevcudiyeti ekosistemin karbon alımı ve depolanması oranlarını etkileyebilmektedir (Thomas vd., 2010; Fleischer vd., 2013). Orman ekosistemleri, ortamdaki fazla azotun tutulmasında da etkili olması (Templer vd., 2012; Fowler vd., 2013) sebebiyle günümüzde önemliliği artan bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır (Collins vd., 2013). İklim konusunda gelecekteki değişimin büyüklüğü, hem fosil yakıtların tüketimi, arazi yönetimi konusundaki devam etmekte olan insan tercihlerine hem de iklim değişikliğinin doğal ekosistemlerin antropojenik karbon ve azot emisyonlarını absorbe etme kapasitelerine olan etkilerine bağlı olacaktır (Collins vd., 2013).

Azot birikimi, atmosferden Dünya'nın yüzeyine reaktif azot (Nr) girişi olarak tanımlanır (IPCC, 2013). Azot birikimine katkıda bulunan kirleticiler esas olarak azot oksit (NO_x) ve amonyak (NH_3) emisyonlarından kaynaklanır (Asandei, 2014). Endüstriyel dönemden önce, reaktif olmayan atmosferik azottan reaktif azot (Nr) oluşturulması, yıldırım ve biyolojik azot fiksasyonu olarak iki doğal işlemle gerçekleşmekteydi (Asandei, 2014).

Fakat daha sonra, karasal ekosistemlerde insan faaliyetleri tarafından Nr üretilmekte ve ekosistemlere teslim edilmektedir (IPCC, 2013). Nr'nin üç ana antropojenik kaynağı bulunmaktadır. Bunlar; (1) N₂'den NH₃ yapmak (N gübreleri ve bazı endüstriler için hammadde olarak kullanılan Haber-Bosch endüstriyel prosesi), (2) bakliyat ve diğer mahsullerin yetiştirilmesi, (3) fosil yakıtların yanmasıdır (IPCC, 2013).

Nr biyosfere girdikten sonra, küresel ısınma, insan sağlığı, ekosistem hizmetleri üzerinde olumsuz etkileri olmaktadır (Galloway vd., 2008). Artan atmosferik N birikimi doğal ve tarımsal toprakları asitleştirebilir, mevcut besin maddelerinin ve organik maddenin (OM) tükenmesine yol açmaktadır. Ayrıca bu durum arazi bozulmasına ve erozyon riskinin artmasına neden olabilmektedir (Sutton vd., 2013). N'nin gübre etkileri nedeniyle bitki büyümesini uyarılmasından ötürü, Nr birikimi, küresel karbon (C) döngüsünü değiştirerek atmosferde dolaylı olarak etkileri olabilmektedir (Vitousek vd., 1997). Bununla birlikte, artan N birikiminin çeşitli ekosistemler üzerindeki etkisinin mevcut anlayışı, C-N etkileşimleri, iklim değişikliğinin ekosistemler üzerindeki olası etkileri de dahil olmak üzere daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Shibata vd., 2015, Thornton vd., 2009).

Yer yüzeyinin özelliklerini oluşturan yükselti, bakı, arazi eğimi gibi faktörler iklim elemanlarının dağılımını etkileyerek bitkilerin yayılışı ve biyokütle üzerinde önemli rol oynamaktadır (Atalay, 2014). Topografik faktörlerdeki değişiklikler ormanların birincil verimliliğini daha sonra da bunların karbon depolanmasını etkilemektedir (Luo vd., 2002; Malhi vd., 2017; Smith vd., 2016; Venter vd., 2017). Birçok çalışma, orman biyokütlesi ve topografik değişkenler arasındaki açık veya doğrudan ilişkileri göstermiştir (Wang vd., 2019). Nitekim çalışmalar, eğim arttıkça toprak üstü biyokütlenin azaldığını (Tateno vd., 2004; Dinç, 2017) veya arttığını (Monk., 1985; Özkaya, 2016), kılcal ve ince kök biyokütlenin arttığını (Tateno vd., 2004; Baysal, 2012), toplam kök miktarının azaldığını (Baysal, 2012), toprak altı biyokütle miktarının arttığını (Tateno vd., 2004; Dinç, 2017) ve toprak organik karbon içeriğinin düştüğünü (Enoki, 1996) göstermektedir. Buna ek olarak gölgeli bakıların güneşli bakılara göre, ince kök biyokütlesinin daha fazla (Tüfekçioğlu vd., 2005) veya daha az (Hendrick ve Pregitzer, 1993), kalın kök biyokütlesinin daha az (Yavuz vd., 2010; Zengin, 2010), toplam kök biyokütlesinin daha az (Tüfekçioğlu, 2004a), ölü örtü biyokütlesinin ise daha fazla (Çepel ve Tekerek, 1980; Pausas, 1997) veya daha az (Pase, 1972), toprak altı karbon miktarının daha az (Tüfekçioğlu, 2004b), toprak organik karbon miktarının daha az (Gülenay 2009; Dinç, 2017) veya daha fazla (Fang vd., 2018), toplam azot miktarının daha az (Küçük, 2013) olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır.

Çalışmalardaki bu farklılıklar göstermektedir ki, özellikle ülkemizdeki asli türlerde, topografik faktörlerin orman karbon havuzları üzerindeki etkilerinin daha fazla çalışma yapılarak ortaya koyulması gerektirmektedir.

Meşcere gelişim çağı karbonun orman ekosisteminde farklı bölümlere göre dağılımı konusunda önemli bir rol oynamaktadır (Walle vd., 2001). Toplam ekosistem karbonu (TEC) farklı havuzlarda (toprak üstü ve toprak altı ağaç biyokütlesi, ölü odun, ölü örtü ve toprak) depolanır ve bu havuzların dinamikleri meşcere gelişim çağına bağlıdır (Jacob vd., 2013). Karbonun orman bileşenlerindeki miktarı hususunda gelişim çağlarına göre farklılıklar gözlemlenmektedir. Nitekim, Çömez (2010) sarıçam orman ekosistemlerinde yapmış olduğu çalışmada toplam ölü örtü biyokütlesi ve karbon stoğunun bc gelişme çağına kadar artış olduğunu fakat daha sonra azaldığını tespit ederken Makineci vd., (2015) sadece a çağı ile c çağı arasında önemli ölçüde farklılık olduğunu gözlemişlerdir. Çetiner (2016) ise bozuk meşcere kuruluşlarına ait topraklarda ortalama karbon miktarı değerlerinin en yüksek, buna karşın a çağındaki topraklarda ortalama karbon miktarlarının en düşük değerleri aldığını belirlemiştir. Topraktaki organik karbon içeriğinde ise meşcere gelişim çağları arttıkça artan (Benham vd., 2012) çalışmalar bulunurken ilk meşcere çağlarında artan (Hooker ve Compton 2003; Pregitzer ve Euskirchen 2004; Peichl ve Arain, 2006) veya artan meşcere çağı ile birlikte önemli bir artışın olmadığı çalışmalarda bulunmaktadır (Richter vd., 1999; Schlesinger ve Lichter 2001; Paul vd., 2002; Peltoniemi vd., 2004).

Sanayileşmenin başlangıcıyla atmosferde bozulan doğal dengenin yeniden kurulabilmesi için önemli karasal karbon yutakları olan orman alanlarının artırılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bunun için ağaçlandırma çalışmalarıyla orman varlığının artırılması, bozuk ormanların rehabilite edilmesi, erozyonla mücadele edilerek toprakların göllere, barajlara ve denizlere taşınmasının önlenmesi gerekmektedir.

Ağaçlandırma çalışmaları, çoğunlukla odun üretimi, erozyon kontrolü olarak algılanmasına rağmen, atmosferdeki CO₂'in depolanması ve iklim değişimlerinin önüne geçilmesi bakımından ayrıca önem taşımaktadır. Ormanlardan küresel ısınmanın azaltılması konusunda elde edilecek başarı, büyük ölçüde potansiyel çıplak alanların veya bozulmuş alanların ağaçlandırılması ile depolanabilecek karbon miktarına bağlıdır (Silver vd., 2000; Tüfekçioğlu ve Güner, 2008). Farklı ağaç türlerinin toprak karbonu üzerindeki etkisi bazı faktörlere göre değişeceğinden, ağaçlandırmanın toprak karbon ve azot birikimi üzerindeki etkisi tam olarak bilinmemektedir (Davis ve Condrón, 2002; Guo ve Gifford, 2002; Paul vd., 2002). Bu amaçla yapılan araştırmaların bazılarında ağaçlandırma sonrası toprak karbon

miktarında değişiklik gözlenmezken (Davis, 2001; Davis vd., 2003; De gryze vd., 2004; Peri vd., 2010), bazılarında artış (Guo ve Gifford, 2002; Del Galdo vd., 2003; Hooker ve Compton, 2003; Mao vd., 2010), bir kısmında ise azalma (Perrott vd., 1999) gözlemlenmiştir. Bazı çalışmalarda ise, ağaçlandırmanın toprak organik karbonu ve toplam azotu artırabildiğini, ancak toprak altı toprak organik karbonu ve toplam azot başlangıçta azaldığı ve daha sonra arttığı bildirilmiştir (Deng vd., 2013; 2014; Wang vd., 2014). Ağaçlandırma sonrası toprak karbon değişiklikleri, ağaç türü, toprak işleme yöntemi, ağaçlandırma öncesi arazi kullanımı, toprak özellikleri, meşcere yaşı, topografya ve iklim gibi bir dizi faktörlerden etkilenmektedir (Guo ve Gifford, 2002; Paul vd., 2002; Jandl vd., 2007; Laganière vd., 2010). Bununla birlikte, her bir faktörün nispi etkisi belirsizdir. Bu sebeple bu faktörlerin toprak karbon stokları üzerindeki etkilerinin belirsizliği sürmektedir (Laganière vd., 2010). Ülkemizde ise ağaçlandırma alanlarının depoladığı karbon miktarları ve ekolojik faktörlerin etkileri konusunda yeterli çalışma bulunmamaktadır. Yapılan çalışmalara bakıldığında ise yurtdışı çalışmalarla benzer sonuçlar gözlenmektedir. Örneğin, Karataş vd. (2017) sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırma alanlarında gerçekleştirdiği çalışma sonucunda toprakların karbon stoklarının meşcere tipleri arasında önemli farklılıklar gösterdiğini belirtmiştir. Toprak karbon stoğu Sb3 meşcerelerinde (40,599 t/ha) en az, Sc3 meşcerelerinde (81,316 t/ha) ise en fazla bulunmuştur. Bu çalışma sonuçları daha önce doğal alanlarda yapılmış çalışmalar ile kıyaslandığında ise sedir ağaçlandırma sahalarının toprak karbon stoğu daha düşük çıkmıştır. Tolunay vd. (2017) ise İstanbul-Durusu kumulundaki sahil çamı (*Pinus pinaster* Ait.) ve fıstık çamı (*Pinus pinea* L.) ağaçlandırmalarında gerçekleştirdiği çalışma sonucunda toprak organik karbonunun ağaçlandırma sonucunda arttığı fakat toprak derinliklerinde tespit edilen organik karbon değerlerinin oldukça düşük olduğunu bildirmiştir. Bu araştırmaların yanında Çömez (2010)'in doğal sarıçam meşcerelerinde gerçekleştirdiği çalışma sonucunda, toprakta depolanan karbon miktarlarının meşcere tiplerine göre önemli farklar göstermediği bulunmuştur. Tüfekçioğlu ve Güner (2008) yalancı akasya ağaçlandırma alanlarında yapmış oldukları çalışmada toprakaltı karbon depolama bakımından ağaçlandırma alanlarının çayırılık alana kıyasla önemli oranda karbon depoladığını tespit etmişlerdir.

Araştırmamıza konu olan Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link) dünya üzerinde yerel bir yayılışa sahip olup Kafkasya ile Kuzey doğu Anadolu'nun 40° 23'-43° 50' enlemleri ile 37° 40'-44° 13' boylamları arasında doğal olarak yayılmaktadır. Kuzey sınırı, Glowinsk'in doğusundan başlayan Doğu Ladini, Büyük Kafkas dağlarının su ayırım hattını izleyerek

güney doğu yönde 450 km uzanır. Ayrıca Gori ile Tiflis arasından güneye yönelerek Küçük Kafkaslara bu alandan da güney batıya yönelerek Kuzey Doğu Anadolu dağlarına ulaşmaktadır (Şekil 1) (Kayacık, 1960).

Doğu Ladini ülkemizde Gürcistan sınırı ile Ordu-Melet ırmağı arasında, dağların denize bakan yamaçlarında saf ve karışık meşcereler kurmaktadır (Anşin 1988; Kayacık 1960). Doğuda Posof havzasına, Çoruh vadisi ile de Yusufeli'nin doğusundaki yüksek kesimlere kadar sokulmaktadır. Trabzon civarında saf doğu ladini ormanları 900- 1000 m lerden sonra başlamakta, Meryemana yöresinde 1500- 1650 metreye kadar ulaşmaktadır (Atalay, 1983). Dikey yayılış olarak sahil kesimleri olarak görülse de (Ordu- Ulubey, Giresun- Dereli ormanlarında 550- 650 m., Of- Sürmene Ormanları 10- 15 m) esas itibarıyla 1000 ile 2000 m., Şavşat- Ardanuç ve Posof havzalarında ise 1000- 2400 m ler arasında yayılmaktadır (Atalay, 1983; Saatçioğlu, 1979). Ladin; yağışlı, nisbi nemi yüksek, sisli ve su açığı olmayan nemli bölgeleri sevmektedir. Bu sebeple Karadeniz ardında özellikle güney yamaçlardan kaçınmakta, kuzey yamaçlarda sarıçam yer yer de göknarla karışık meşcereler kurmaktadır (Atalay, 1983).



Şekil 1. Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.)'in Dünya üzerindeki yayılış alanları (Kayacık 1960, Saatçioğlu 1969'dan değiştirilerek)

Ülkemizde, 365.845 ha'lık yayılış alanı olan Doğu Ladini, toplam orman alanının %1,60'ını kaplamaktadır (OGM, 2020). Doğu Karadeniz Bölgesi'nde ise, orman ağacı yetişebilecek tüm alanların yaklaşık 1/5'i ve toplam ormanlık alanın 1/3'ü ladinin oluşturduğu ya da karıştığı ormanlarla kaplıdır (Eroğlu vd., 2005).

Dünya üzerinde toprak ve bitki örtüsünde depolanan 2300 ± 350 milyar ton karbonun 120 milyar tonu fotosentez yoluyla atmosferden alınmakta ve 60 milyar tonu ise solunumla atmosfere tekrar geri verilmektedir. Küresel karbonun ormanlar vasıtasıyla depolanan bu denli yüksek miktarının hemen hemen yarısı ise ladin cinsinin büyük çoğunluğunu oluşturduğu boreal ormanlarda bulunmaktadır (Tüfekçioğlu, 2008; Stendahl et al., 2010, Vesterdal et al., 2013).

Boreal ormanları kuzey amerika ve avrasya boyunca 1,2 milyar ha alanda yayılan ve küresel karasal karbonun en büyük karasal rezervidir (%30-35) (Soja vd., 2007; IPCC, 2007). Bu ormanlara bakıldığında ülkemizdeki ladin ormanları ile büyük ölçüde benzerlik gösterdiği görülmektedir (Tüfekçioğlu, 2008; Tüfekçioğlu vd., 2008). Özellikle 2000 m'ye yakın yükseltilerde 5 °C yıllık ortalama sıcaklık değerleri bulunması, podzol özellikleri taşıyan topraklar geliştirmesi ve toprak yüzeylerinde 5-10 cm kalınlığında ham humus birikimi göstermesi ladin ormanlarının boreal ormanlarla ortak özellikleri olarak sayılabilir (Tüfekçioğlu, 2008).

Küresel ısınmanın dünyadaki tüm ekosistemler gibi ladin ekosistemlerinde de önemli değişimlere neden olması beklenmektedir. Özellikle ladin ekosistemlerinin yayılış gösterdiği alanlarda sıcaklıkların artışı ve yağışların azalmasına paralel olarak görülen böcek salgınları ve artım azalmaları bu duruma kanıt olarak gösterilmektedir. Küresel ısınmadaki artışın sürmesi durumunda ise ladin zonunun yukarı çekilmesi ve ağaç sınırının değişmesi, bu bölgelerdeki orman yanagılarının artışı, böcek zararlarının bugünkü seviyesinin çok üstüne çıkması, büyüme ve artımın daha fazla azalarak orman tür karışımının değişimi beklenen muhtemel senaryolardır. Bu sebeple ülkemizde yok denecek kadar az çalışma bulunan küresel ısınmanın ladin ekosistemleri üzerine etkilerini konu alacak bilimsel araştırmalara daha fazla önem verilmelidir (Tüfekçioğlu, 2008, Tüfekçioğlu vd., 2008).

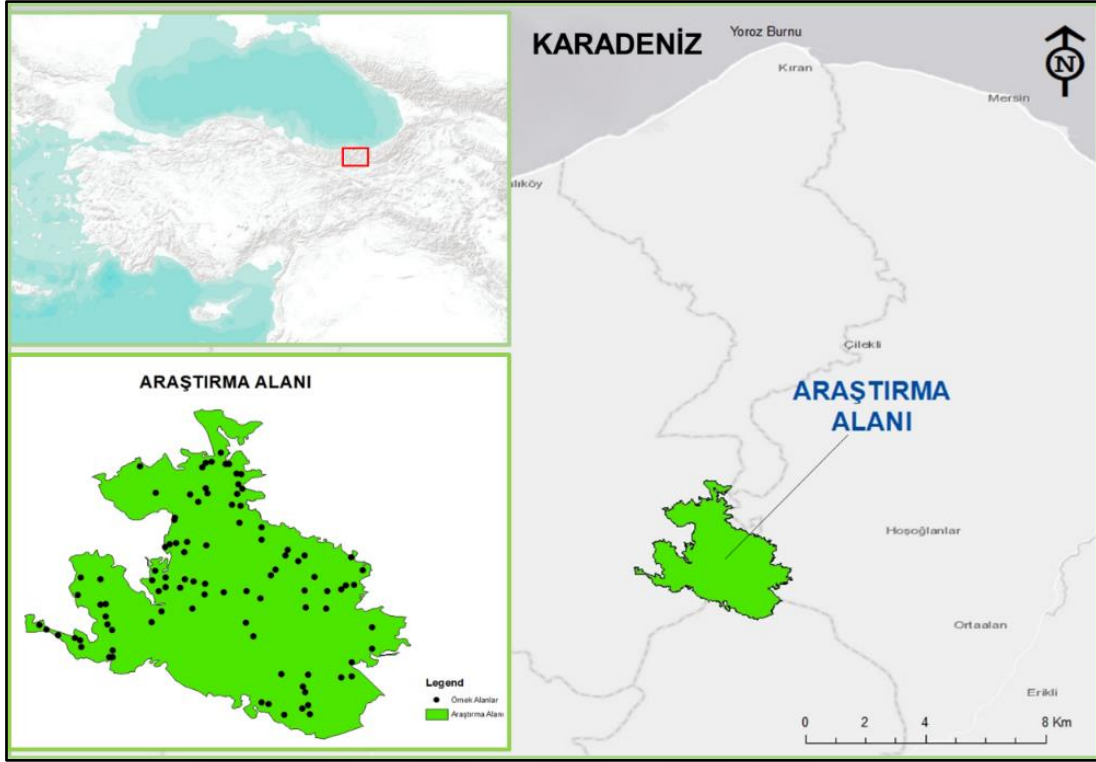
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

Araştırma materyalini, topoğrafik haritalar (1/25000 ölçekli haritalar), anakaya haritaları, amenajman planları oluşturmuştur. Ayrıca tüm bunlara ek olarak 98 adet örnek alandan elde edilen 822 adet toprak örneği (422 adet bozulmuş, 400 adet bozulmamış), 292 adet ölü örtü örneği, 392 adet kök silindir örneği, her bir örnek alandaki ağaçlarda yapılan çap boy ve yaş ölçüm değerleri araziden toplanan materyalleri oluşturmaktadır.

2.2. Araştırma Alanının Genel Tanıtımı

Araştırma alanı $39^{\circ} 22' 10''$ – $39^{\circ} 27' 10''$ doğu boylamları ile $40^{\circ} 58' 50''$ – $40^{\circ} 55' 20''$ kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. İdari yönden ise araştırma alanı Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü, Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü'nün Akçaabat ve Vakfikebir Orman İşletme Şeflik sınırları içerisinde bulunmakta olup 789,15 ha'lık alanı kapsamaktadır. Örneklemenin yapıldığı örnekleme alanların yükseltisi 1400-1700 m arasında değişmektedir. Çalışma alanının konumu ve sınırları, çalışma alanından görünüm Şekil 2 ve Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 2. Araştırma alanının genel görünümü ve örnek alanlar

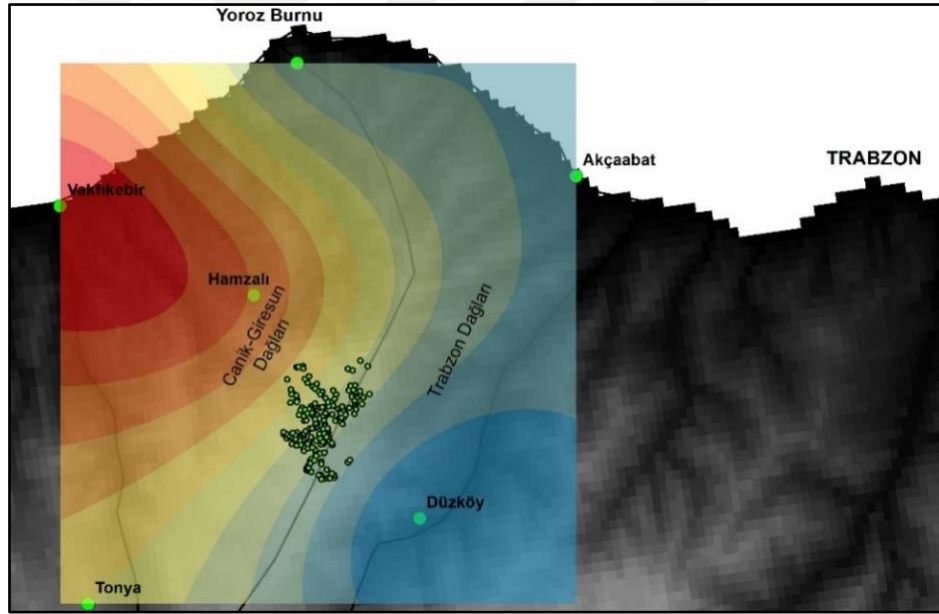


Şekil 3. Araştırma alanı Doğu Ladini ağaçlandırma sahalarından görünümeler

Araştırma alanında yapılan ağaçlandırma çalışmaları suni yolla gerçekleştirilmiş ve ilk olarak 1984 yılında başlamış olup 1994, 1996 yıllarında devam etmiştir. Alan ağaçlandırılmadan önce çok bozuk karışık baltalık vasfında olduğu amenajman planında belirtilmektedir (OGM, 1984; OGM, 2008).

2.2.2. İklim Özellikleri

Çalışmada, Akçaabat (1986-2016), Çarşıbaşı-Yoroz (2015-2017), Vakfikebir-Hamzalı (2015-2017), Düzköy (1986-2003), Vakfikebir (1986-2010) ve Tonya (1986-1995) meteoroloji istasyonlarına ait yıllık sıcaklık (ortalama ve maksimum) ve yıllık yağış (ortalama) verileri CBS yardımıyla konumsal enterpolasyona tabi tutulmuştur. Konumsal enterpolasyon için radial basis fonksiyonları (RBF) enterpolasyon yöntemi tercih edilmiştir. Enterpolasyon sonucunda, Thornthwaite iklim analizinde kullanılmak üzere, çalışma alanının ortalama yükseltisi de dikkate alınarak 1550 m yükselti için iklim verileri (ortalama ve maksimum sıcaklık, ortalama yağış) elde edilmiştir (Şekil 4). Ortalama sıcaklık ve ortalama maksimum sıcaklık verileri 100 m yükselti artışına 0.5 °C düşecek şekilde enterpole edilmiştir.



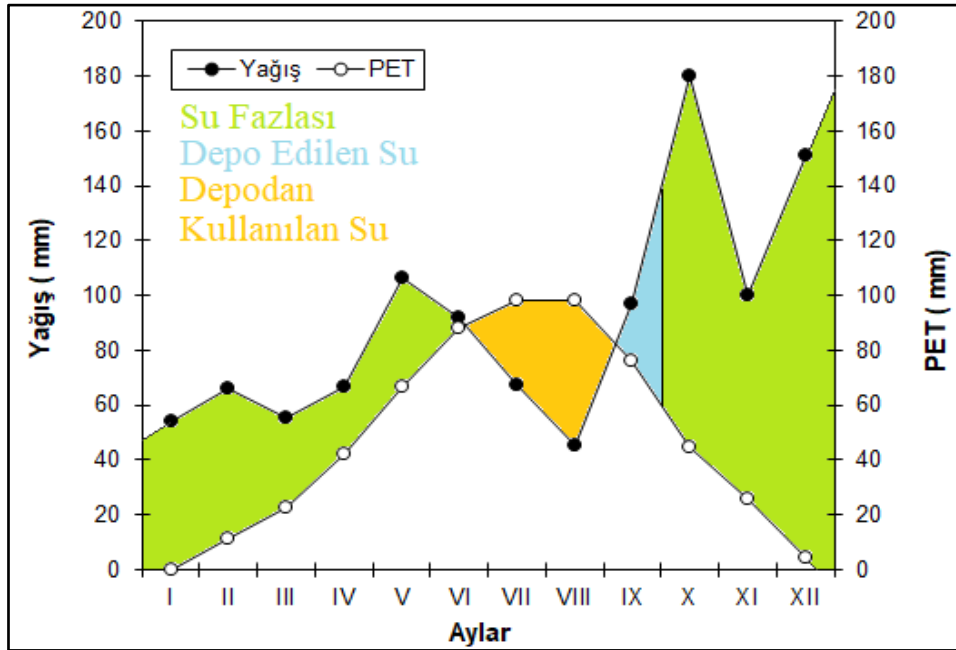
Şekil 4. Aylık yağış miktarlarının enterpolasyon haritası

Thornthwaite iklim analizine göre, Karadağ kütlesi üzerindeki araştırma alanının iklim tipi “B4 B'1 r b'4” sembolü ile ifade edilen “Nemli, Orta sıcaklıkta (Mezotermal), su noksanı olmayan veya pek az olan, okyanus iklimine yakın iklim” olarak belirlenmiştir (Thornthwaite, 1948) (Şekil 5).

Tablo 1. Araştırma alanına ait bazı iklim verileri

Bilanço Elemanları		A Y L A R												YIL.	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Sıcaklık	°C	0.0	2.6	4.2	7.3	10.4	13.6	15.1	16.1	14.3	9.1	6.1	1.1	8.3	
Sıcaklık İndisi	i	0.0	0.4	0.8	1.8	3.0	4.5	5.3	5.9	4.9	2.5	1.4	0.1	30.5	
Düzeltilmemiş PE	mm.	0.0	13.7	21.9	37.8	53.6	69.9	77.5	82.6	73.4	47.0	31.7	5.8		
Güneşlenme Süresine göre PE		0.83	0.83	1.03	1.11	1.25	1.26	1.27	1.19	1.04	0.96	0.82	0.80		
Düzeltilmiş PE	PET	0.0	11.3	22.6	42.1	66.8	88.1	98.5	98.0	76.2	45.0	26.1	4.7	579.4	
Yağış	y	53.8	65.9	55.3	66.7	106.5	91.8	67.4	45.2	96.7	179.8	100.2	151.4	1080.7	
Depo Değişikliği	Dd	-	-	-	-	-	-	-31.1	-52.8	20.5	63.4	-	-		
Depolama	D	100	100	100	100	100	100	68.9	16.1	36.6	100	100	100		
Gerçek Evapotranspirasyon	GET	-	11.3	22.6	42.1	66.8	88.1	98.5	98.0	76.2	45.0	26.1	4.7	579.4	
Su Noksanı	Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	
Su Fazlası	Sf	53.8	54.6	32.7	24.6	39.7	3.7	-	-	71.5	74.1	146.7	501.3		
Yüzeysel Akış	Yü1	100.3	54.2	43.6	28.7	32.2	21.7	1.8	-	-	35.7	72.8	110.4	501.3	
" "	Yü2	77.5	66.0	49.4	37.0	38.3	21.0	10.5	5.2	2.6	37.0	55.6	101.2	501.3	
Nemlilik Oranı	Ne	53.8	4.8	1.4	0.6	0.6	0.0	-0.3	-0.5	0.3	3.0	2.8	31.4		
Günlük PET		0.0	0.4	0.7	1.4	2.2	2.9	3.2	3.2	2.5	1.5	0.9	0.2	1.6	
Kurak gün Sayısı														0.0	
Kuraklık indisi İn=12*GET/Tom						31.8	37.0	33.1	45.1	32.0				15.0	
Su Blançosu (D.KANTARCI)	mm.													Su noksanı yok	301.6
D.Kantarci (İklim)						Y.N	Y.N	Y.N	N.	Y.N				Y.N.	
İklim Tipi		<i>B4 B'1 r b'4 : Nemli, Orta sıcaklıkta (Mezotermal), Su noksanı olmayan veya pek az olan, Okyanus iklimine yakın iklim</i>													
		<i>Y: Yarı Ç: Çok T: Tam K: Kurak S: Serin N: Nemli</i>													

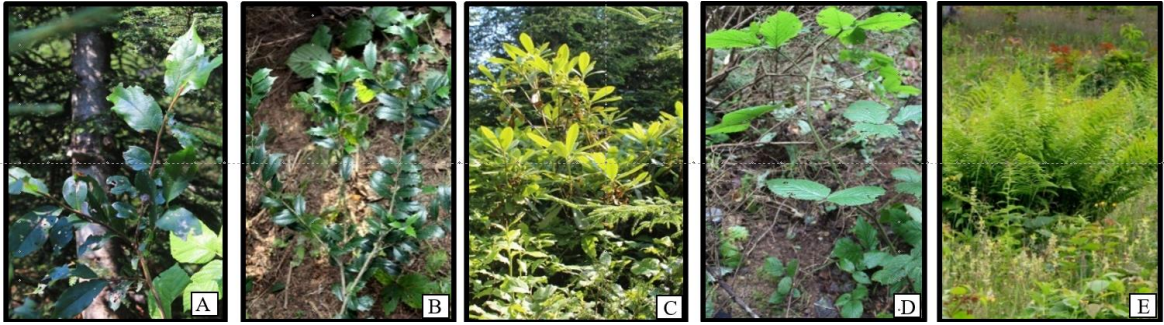
Yıl: Yıllık



Şekil 5. Karadağ Kütlesi Thornthwaite grafiği (1550 m)

2.2.3. Bitki Örtüsü

Dünya flora bölgelerinden Holarktik bölgenin Euro – Siberian (Euxine – Colchis) flora alanının Kolşik (Colchis) kesiminin kuzeyinde bulunan çalışma alanı, Davis (Davis, 1965-1988)’in grid sistemine göre A7 karesi içindedir. Araştırma alanı ağaçlandırma sahalarından oluşturulduğundan ötürü örnek alanların ağaç katmanı Ladin (*Picea orientalis* (L.) Link.)’den oluşmaktadır. Araştırma alanı çevresinde ise ana ağaç türleri son yapılan amenajman planına (2018-2028) göre; Ladin (*Picea orientalis* (L.) Link.) ve Kayın (*Fagus orientalis*) olarak yayılış göstermektedir. Ayrıca, Kızılağaç (*Alnus glutinosa*), Gürgen (*Carpinus betulus*), Göknaar (*Abies nordmanniana*), Kestane (*Castanea sativa*), türleri de küçük grup veya küme halinde, saf veya karışık olarak bulunurlar (OGM, 2018). Araştırma alanında daha önce herhangi bir silvikültürel müdahale bulunmadığından dolayı diri örtü yoğunluğu fazladır. Ağaççık, çalı ve ot tabakasında ise Ormangülü (*Rhododendron ponticum-Rhododendron luteum*), Orman Sarmaşığı (*Hedera helix*), Isırgan Otu (*Urtica dioica*), Böğürtlen (*Rubus canescens*), Yabani Üvez (*Sorbus torminalis*), Ayı Üzümü (*Vaccinium*), Çobanpüskülü (*Ilex aquifolium*), Kızılcık (*Cornus mas*), Karayemiş (*Prunus lauracerasus*), Eğrelti Otu (*Pteridium aquilinum*), çayır otları yaygındır (Şekil 6).

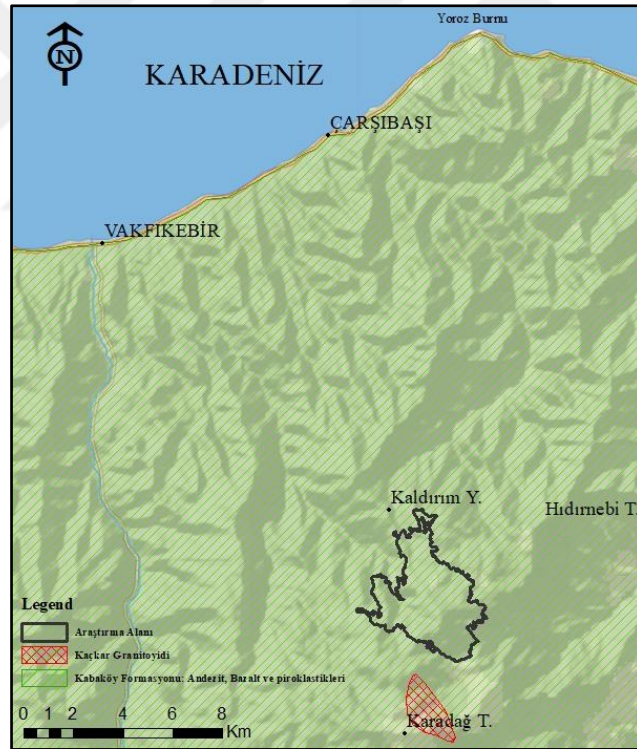


Şekil 6. Araştırma alanının bitki örtüsü örneklerinden görünüm (A: Ayı Üzümü (*Vaccinium*), B: Çobanpüskülü (*Ilex aquifolium*), C: Ormangülü (*Rhododendron ponticum*), D: Böğürtlen (*Rubus canescens*), E: Eğrelti Otu (*Pteridium aquilinum*))

2.2.4. Jeolojik Yapı

Doğu Karadeniz, Bölgesi Hamilton (1842) tarafından “Doğu Pontidler” olarak isimlendirilmekte ve Alpin Metalojenik kuşağında yer almaktadır. Doğu Pontidler jeolojik gelişime bağlı olarak Kuzey ve Güney zon olarak ikiye ayrılmaktadır. Araştırma alanının da

içinde bulunduğu kuzey zonda, Paleosen-Eosen yaşlı ve Güven (1993) tarafından Kabaköy Formasyonu olarak isimlendirilen birim genellikle bazaltlar, bazaltik andezitler, trakitler ve piroklastitlerinden meydana gelmektedir. Eosen volkanitlerinin kuzeyde (Trabzon-Tonya-Vakfıkebir hattı) Karadeniz kıyı şeridi boyunca yüzeylemekte ve bu birimlerin örtü kayacı özelliğini taşımaktadır (Güven, 1993). Kabaköy Formasyonu, Yomra (Trabzon)'dan Görele (Giresun)'nin batı sınırına kadar uzanan kıyı şeridi boyunca ve güneyde Tonya ve Sıdağı yörelerini kapsayan alanda yüzeyleme vermektedir (Güven, 1993). Aynı birimin Karadağ ve çevresinde bulunan Çal Yayla, Rısafa Obası, Taşboğazı Yayla, Arklı Yaylı, Düz Yayla ve Balıklı Oba yöre sınırlarına Korkmaz (1993) tarafından, Karadağ Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Bu formasyon andezit, bazalt ve piroklastitler Lütesiyen yaşlı Foldere Formasyonu, Karadağ çevresinde ise yüzeyleme veren olivin-ojitli bazalt ve piroklastik kayalardan oluşan Miyo-Pliyosen yaşlı birimleri olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 7).



Şekil 7. Genel jeoloji haritası (Güven 1993, Kurt vd., 2006'dan)

2.3. Yöntem

Araştırma, hazırlık aşamaları, arazi çalışmaları, laboratuvar ve değerlendirme çalışmaları olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilmiştir.

2.3.1. Hazırlık Aşamaları

Çalışmanın hazırlık aşamasında, öncelikle araştırmaya altlık sağlayacak çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bunun için, araştırma alanına ait jeoloji haritaları sayısallaştırılarak 1/25.000 ölçekli memleket haritaları ile alanın sayısal arazi modeli ve sayısal jeoloji haritası elde edilmiştir. Daha sonra, alınacak örnek alanlar ise, sayısal arazi modeli ve alana ait amenajman planı bilgileri yardımıyla belirlenmiştir (Şekil 2). Örnek alanlar farklı meşcere gelişme çağlarından (a, b, bc) ve OT (Orman içi açıklık) alanlarından seçilmiştir. c, d ve e çağları araştırma alanında bulunmadığından araştırmaya konu edilmemiştir. a, b ve bc gelişme çağları ağaç gövdesinin 1,3 m yükseklikteki çaplarına (göğüs çapı) göre sınıflandırılmaktadır (Tablo 3). Ayrıca örnek alanlar homojen bir şekilde faktörlere dağılabilmesi amacıyla %0-20, <%20 üzeri olacak şekilde 2 eğim grubu ve güneşli, gölgeli olacak şekilde 2 bakı grubuna ayrılarak belirlenmiştir. Arazi çalışmaları sırasında örnek alanlarda ölçülen bakı derece, eğim ise yüzde biriminden ölçülerek daha sonra istatistiksel analizlerde bu değerler kullanılmıştır.

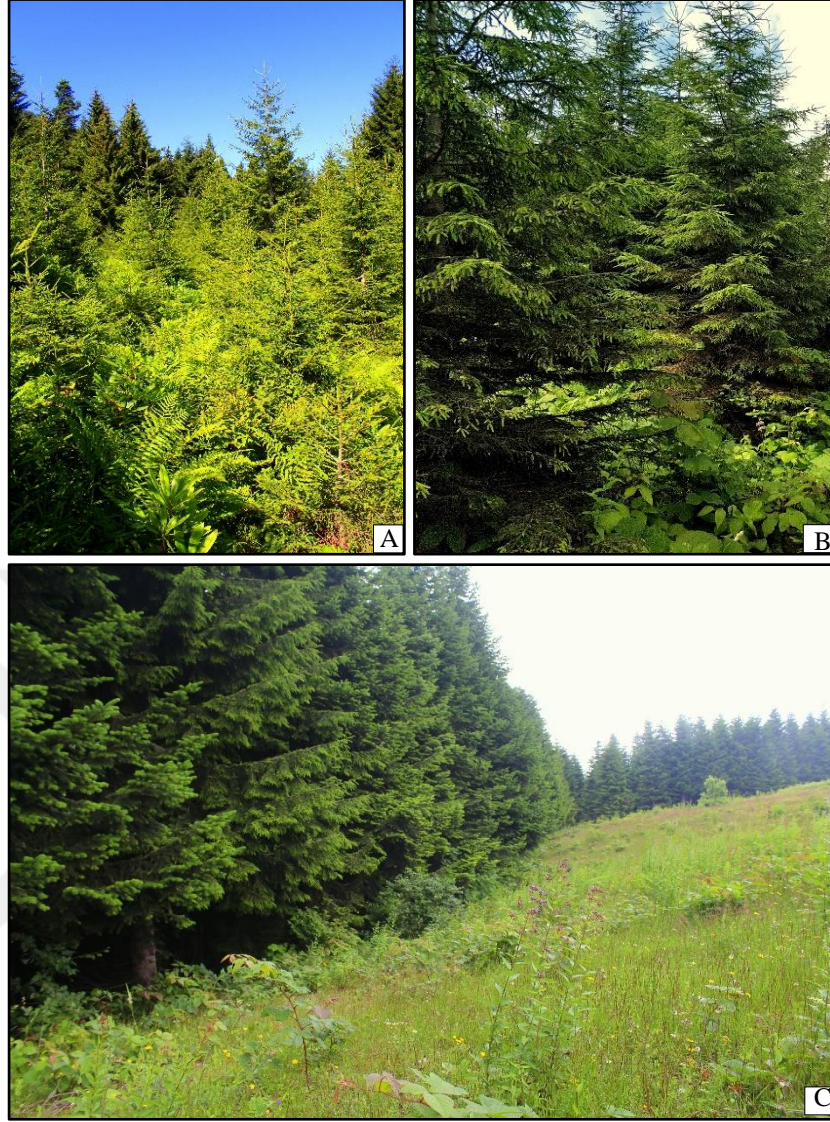
Tablo 2. Gelişim çağlarının sınıf aralıkları

Gelişim Çağı Rumuzu	1,3 m yükseklikteki çap (cm)
a	<0-7,9
b	8,0-19,9
c	20-35,9
d	36-51,9
e	>51,9

Hazırlık aşamasının ardından örnek alanların belirtilen faktörlere göre sayısal dağılımı Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 3. Örnek alanların faktörlere göre dağılımı

Topoğrafik Faktörler		OT Alanları	Meşcere Gelişme Çağları			Toplam	
			a	b	bc		
Eğim	0-20	Gölgeli Bakı	7	2	6	6	21
		Güneşli Bakı	3	3	6	5	17
	>20	Gölgeli Bakı	7	3	3	9	22
		Güneşli Bakı	6	3	7	22	38
Toplam		23	11	22	42	98	



Şekil 8. Araştırma alanının örnek alanlarından görünüm (A: a meşcere gelişme çağı; B: b meşcere gelişme çağı; C: bc meşcere gelişme çağı ve OT alanı)

2.3.2. Arazi Çalışmaları

2.3.2.1. Örnek Alanlarda Yapılan Ölçümler

Örnek alanlar, a ve b meşcere gelişme çağı için 5x5 m; bc çağı için 10x10 m boyutlarında alınmıştır. Bu örnek alanlarda tüm ağaçların göğüs çapı ($d_{1,3}$) ve meşcereyi temsil edecek 3-5 ağacın boyları ve yaşları ölçülmüştür. Boyları 1,3 m'den daha kısa olan fidanlarda ise dip çaplar ($d_{0,30}$) ölçülmüştür. Çap ölçümü, çap ölçer ile ağaçların göğüs yüksekliğinden birbirine dik yönde alınan iki ölçümün ortalaması alınarak milimetre hassasiyetinde hesaplanmıştır. Arazide her örnek alanda; yerel konum özellikleri (yeryüzü

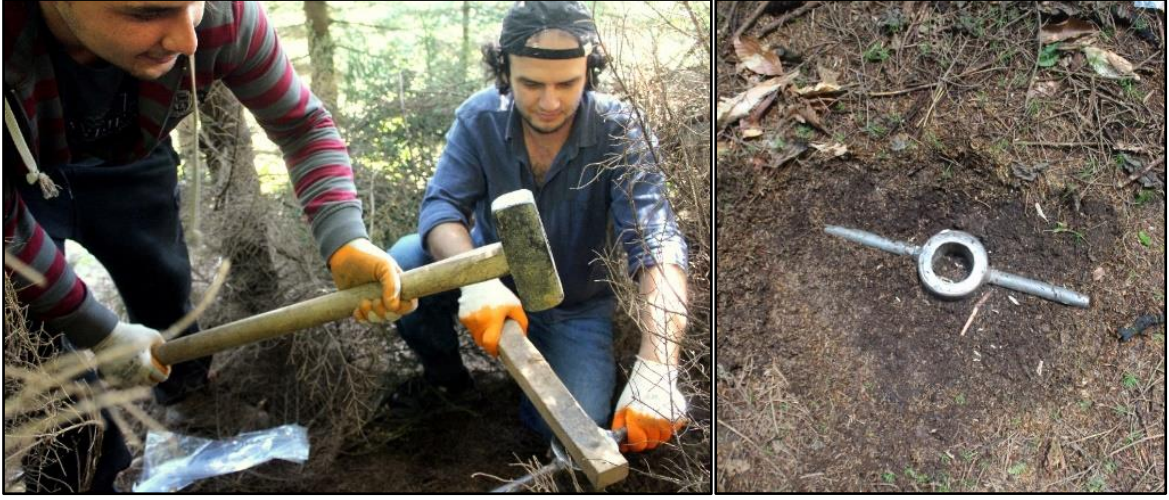
şekli, bakı, eğim (%), yükselti (m) ve komşu çevre) belirlenmiş ve envanter karnelerine kaydedilmiştir. Ayrıca pusula yardımıyla derece cinsinden belirlenen örnek alanların bakıları formül yardımıyla radyasyon indeksi değerine çevrilerek sayısal hale dönüştürülmüş ve istatistik analizlerde bu sonuçlar kullanılmıştır (1).

$$RI = \frac{[1 - \cos\left(\left(\frac{\pi}{180}\right)(Q-30)\right)]}{2} \quad (1)$$

Burada Q bakının kuzeyle olan açısıl değerini ifade etmektedir. Radyasyon indeksi (RI) değerleri 0 ile 1 arasında değişmektedir. Bu değer kuzey-kuzeydoğu yönündeki alanlarda 0'a yaklaşırken, daha sıcak ve kurak olan güney-güneybatı yönündeki alanlarda ise 1'e yaklaşmaktadır (Moisen ve Frescino, 2002; Aertsen vd., 2010). Arazide yapılan ölçümler sonucunda örnek alanların gelişim çağları, bakı ve eğim faktörlerine dağılımı son halini almıştır (Tablo 3).

2.3.2.2. Kök Örneklerinin Alınması

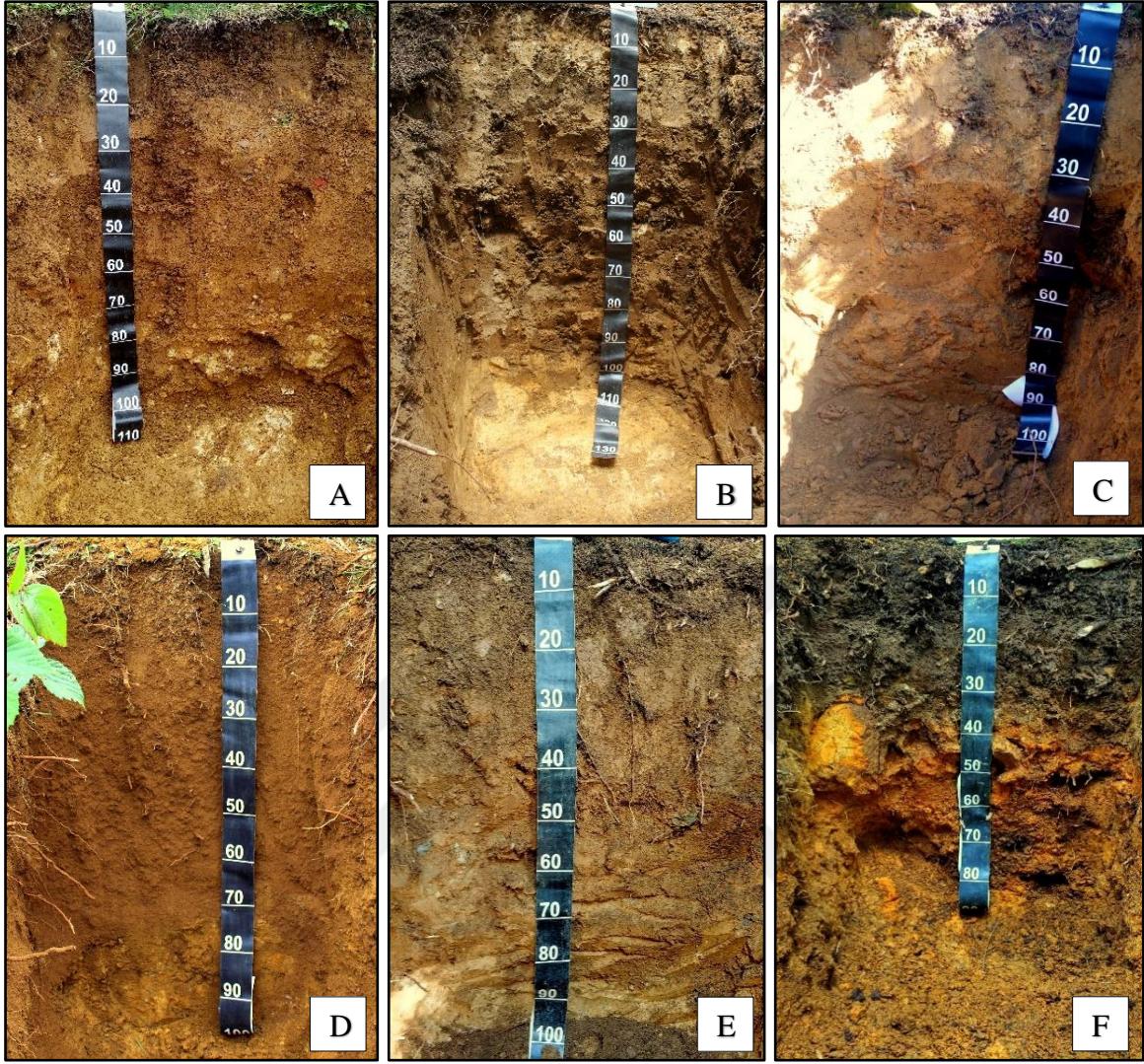
Kök örnekleri tüm örnek alanlarda tahrip edilmemiş ve yeri rasgele yöntemle belirlenen 4 noktadan alınmıştır (Şekil 11). Bu amaçla 6,4 cm çapında ve 30 cm boyunda çelik boru kullanılmıştır. Kök örneklerinin alınması için farklı metodlar bulunsada araştırmalara göre 0-30 cm derinlik kademesi mevcut kök kütlesinin %70-85'lik bir kısmını temsil edebilmektedir (Eissenstat ve Yanai, 1997; Tüfekçioğlu vd., 2002). Ayrıca ladinin genellikle sığ kök yapması ve c, d, e meşcere gelişme çağları alanda bulunmaması nedeniyle kök örneklerinin alınması için çelik boru yönteminin kullanılmasına karar verilmiştir. Çelik boru, ölü örtü örneklerinin alındığı yerlere çakılarak, ölü örtü örnekleri ile kök örneklerinin karışması engellenmiştir (Şekil 9, Şekil 12).



Şekil 9. Kök örneklerinin silindir ile alınması

2.3.2.3. Toprak Örneklerinin Alınması

Toprak örnekleri tüm örnek alanlarda meşcereyi temsil edecek noktada bir adet toprak profili açılarak alınmıştır. Bu amaçla örnek alanı temsil eden bir noktadan 1,00x1,20 m boyutlarında toprak çukuru açılmıştır (Şekil 10). Eğer anakaya 1,20 m'den daha yukarıda ise anakayaya kadar kazı yapılmış ve toprak örnekleri alınmıştır. Araştırma alanında yaptığımız ön çalışmalarda, ağaçlandırma öncesi uygulanan toprak işleme çalışmalarından dolayı toprakta genetik horizonlaşmaya rastlanılmamıştır. Bu sebeple açılan toprak profillerinde 0-10, 10-20, 20-50, 50-80, 80-120 derinlik kademelerine göre örnek alımı yapılmasının uygun olacağı kararlaştırılmıştır. Bazı örnek alanlarda toprak derinliklerinin az olması sebebiyle bu alanlarda her bir derinlik kademesinden toprak örneği alınamamıştır. Bu sebeple 0-20 cm toprak derinliğinden 195, >20 cm derinliğinden 227 toprak örneği alınmıştır. Ayrıca toprak profilinde toprak örnekleme için seçilen derinlik kademeleri özellikle toprak altındaki mikro organizma faaliyetlerinin yoğunluğunun 0-20 cm derinlik kademesinde olduğundan ilk 20 cm derinlik kademesini 2 ye bölerek, 10 cm derinlik kademelerinde değerlendirilmiştir. Toprak örnekleri hem torba (yaklaşık 1 kg kadar) hem de hacim örneği olacak şekilde ayrı ayrı alınmıştır (Kantarıcı, 2005) (Şekil 10, Şekil 12).



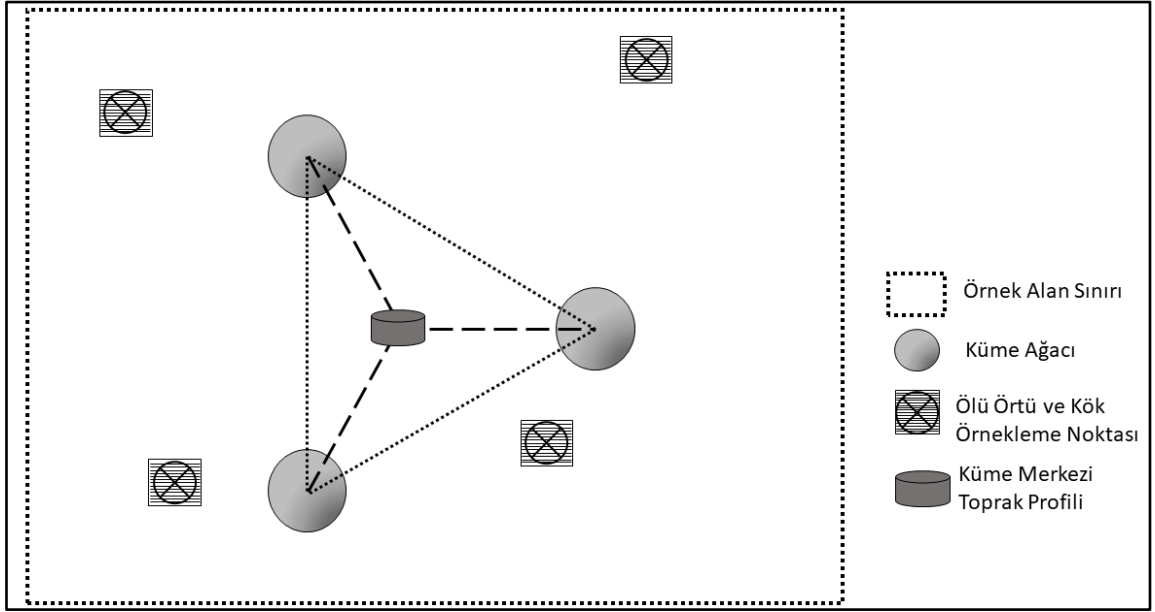
Şekil 10. Örnek alanlarda açılan bazı toprak profillerinden görünüşler (A: OT meşçere gelişme çağı, B:bc meşçere gelişme çağı, C:a meşçere gelişme çağı, D:OT alanı, E:b meşçere gelişme çağı, F:b meşçere gelişme çağı)

2.3.2.4. Ölü Örtü Örneklerinin Alınması

Ölü örtü biyokütlesi ve depolanan azot ile karbonun belirlenmesi amacıyla örnek alanlardan 4 farklı noktadan örnekler alınmıştır (25x25 cm) (Şekil 11). Meşçerelerde ölü örtü tabaka ayrımının zor olacağı ve doğal yapılarının bozulacağı düşüncesiyle ölü örtü örneklerinde yaprak, çürüntü ve humus tabakası birbirinden ayrılmadan, örnekler karışık olarak alınmıştır (Şekil 11, Şekil 12). Ölü örtü örneklerini alırken mineral toprak ile ölü örtünün karışmamasına dikkat edilmiştir.



Şekil 11. Ölü örtü örneklerinin alınması



Şekil 12. Örneklemeye alanında toprak profili, ölü örtü, kök örneklemeye şeması

2.3.3. Laboratuvar Çalışmaları

2.3.3.1. Toprak Örneklerinde Yapılan İşlemler

2.3.3.1.1. Toprak Örneklerinin Analize Hazır Hale Getirilmesi

Araziden getirilen tüm toprak örnekleri laboratuvarda kurutma raflarına serilerek hava kurusu hale gelinceye kadar bekletilmiştir. Hava kurusu hale gelmiş bozulmuş toprak örnekleri, porselen havanda usulüne uygun öğütülmüş ve 2mm'lik elekten geçirildikten sonra naylon torbalara doldurularak analize hazır hale getirilmiştir (Şekil 13).



Şekil 13. Toprak örneklerinin hava kurusu hale getirilmesi ve öğütülerek elekten geçirilmesi

2.3.3.1.2. Mekanik Analiz ve Toprak Türü

Analize hazır hale getirilmiş (2 mm'den ince kısım) toprak örneklerinin Bouyoucos'un hidrometre yöntemine göre mekanik analize tabi tutulmuş ve kum, toz, kil oranları bulunmuştur (Bouyoucos, 1951; Irmak, 1954; Gülçur, 1974; Kantarcı, 2005) (Şekil 14). Analiz sonucunda bulunan tane boyutları (%) toprak türü (tekstürü) sınıflarının ayrımı için hazırlanmış olan Amerikan Tekstür Üçgeni üzerine yerleştirilmek suretiyle toprak türü belirlenmiştir (Karaöz, 1989).



Şekil 14. Toprak örneklerinin tane boyutlarının belirlenmesi

2.3.3.1.3. Toprak Reaksiyonunun (pH) Belirlenmesi

Toprak örneklerinin reaksiyonları Orion 5 Star (aktüel ve potansiyel) marka cihaz yardımıyla cam elektrot yöntemiyle belirlenmiştir. Aktüel asitlik için yapılan analiz 1/2.5 oranında saf suda, potansiyel asitlik için ise 1/2,5 oranında 0,1 N KCl gerçekleştirilmiştir (Gülçur, 1974).

2.3.3.1.4. Elektriksel İletkenliğin (EC) Belirlenmesi

Toprakların elektriksel iletkenliği (EC), Orion 5 Star marka cihaz yardımıyla cam elektrot yöntemiyle belirlenmiştir. Elektriksel iletkenlik (EC) analizi 1/2,5 oranında saf suda yapılmış ve milisimens/cm olarak kaydedilmiştir (Gülçur, 1974).

2.3.3.1.5. Toprak Nem Sabitleri

Toprakların nem sabitlerinden olan tarla kapasitesi ve solma noktası analizleri seramik levhalı basınç cihazı ile belirlenmiştir (Şekil 15). Bunun için öncelikle 2 mm'lik elekten geçirilmiş toprak örnekleri basınca dayanıklı seramik levhalar üzerindeki lastik halkalara doldurularak, saf su ile doymun hale getirilmiştir. Seramik levhalar bir süre serbest

drenaja bakıldıktan sonra basınç kaplarına konulmuş ve tarla kapasitesi için 1/3 atm, solma noktası için ise 15 atm basınç uygulanmıştır (Şekil 15). Basınç uygulaması su çıkışı durduğu anda son verilmiştir. Basınç kaplarından çıkarılan toprak örnekleri hızla tartıldıktan sonra etüvde 105 °C' de 24 saat bekletilmiştir. Kaybolan nem, mutlak kuru toprağın tarla kapasitesi ve solma noktasında tuttuğu nem olarak % cinsinden ayrı ayrı hesaplanmıştır. faydalanılabilir su kapasitesi ise aynı toprak örneklerinin tarla kapasitesi miktarı, solma noktasındaki miktarından çıkartılarak % cinsinden hesaplanmıştır (Özyuvacı, 1971).



Şekil 15. Toprak nem sabitlerinin tayini

2.3.3.1.6. Hacim Ağırlığı

Toprağın hacim ağırlığı; toprağın fırın kurusu ağırlıklarının silindir örneğine hacmine oranıdır (Irmak, 1954; Gülçur, 1974). Araziden getirilen hacim örnekleri laboratuvarında hava kurusu hale getirilerek ağırlıkları tartılmıştır. Karbonun, toprakların ince (çap<2 mm) kısmında tutulması nedeniyle örnekler, porselen havanda öğütülerek 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. 2 mm'lik eleğin üzerinde kalan kısımlar (iskelet kısmı) ile kökler ayrılmış, iskelet kısmı ve kökler tekrar hava kurusu hale getirilerek tartılmıştır. Hava kurusu hacim ağırlığından taş ve kök ağırlıkları düşülerek ince toprak (çap<2 mm) ağırlıkları belirlenmiştir. Higroskopik nem analizi sonuçlarından yararlanılarak ince toprak kısmının fırın kurusu ağırlığı hesaplanmış ve silindir örneğinin hacmine oranı ile mutlak kuru hacim ağırlıkları hesaplanmıştır. İnce toprak hacim ağırlığı, ilişkin oldukları katmanların kalınlıkları (mm cinsinden) ile çarpılarak üst toprak (<20 cm) katmanındaki 1 m² alandaki ince toprak miktarları bulunmuştur (1 lt hacim değeri, 1 m² yüzeye sahip 1 mm kalınlığındaki toprak hacmini temsil eder) (Kantarcı, 1980).

2.3.3.1.7. Toplam Organik Karbon ve Azotun Belirlenmesi

Toprakların toplam karbonu (organik ve inorganik) Elementar Vario MICRO (Elementar Analysensysteme GmbH, Hanu, Almanya) marka elementel analiz cihaz yardımıyla belirlenmiştir. Araştırma alanı anakayasası andezit- bazalt olması sebebiyle toprak örneklerinin hiçbiri karbonat içermediği için toplam karbon değerleri organik karbon miktarı olarak alınmıştır (Çömez, 2010). Organik karbon ve azot 0-20 cm derinlikteki örneklerde hesaplanmıştır (organik karbon ve azotun büyük bir kısmı topraklarda üst katmanlarda bulunması sebebiyle (Kirankumar, 2016).

2.3.3.2. Kök Örneklerinde Yapılan İşlemler

Araziden laboratuvara getirilen kök silindir örnekleri 5 litrelik (lt) kovalara konularak üzerine bir miktar su ve %5'lik 25 ml kalgon çözeltisi eklenmiştir. Bir gece toprakların köklerden ayrılması için çözeltide bekletilen örnekler ertesi gün yıkanarak 5, 2 ve 0,3 mm'lik eleklerden topraktan ayrılana kadar süzölmüştür. Topraktan temizlenen kökler küçük kaplarda su içine konarak yüzdürme metodu ile ölü örtü parçaları ve varsa toprak kalıntılarından ayıklanmıştır. Ayıklanan kökler, kılcal (0-2 mm), ince (2-5 mm) ve kaba kök (>5mm) olarak üç sınıfa ayrılarak (Şekil 16), etüvde 65 °C' de sabit ağırlığa erişene dek kurutulmuş ve 0,01 gr hassasiyetindeki terazide tartılmıştır (Anderson ve Ingram, 1993). Gerekli dönüşümler yapıldıktan sonra hektardaki kök biyokütlesi belirlenmiştir (2). Daha sonra örnekler toz haline gelinceye kadar öğütölmüştür. Öğütme işleminin tamamlanmasından sonra kök örneklerinde depolanan karbon ve azot Elementar Vario MICRO (Elementar Analysensysteme GmbH, Hanu, Almanya) marka elementel analiz cihazı ile belirlenmiştir.

$$KB (t ha^{-1}) = \sum \frac{300 .m}{V .10^6 . 10^4} \quad (2)$$

Burada;

KB = Hektardaki kök biyokütlesi (ton)

m = silindirden çıkan fırın kurusu kök ağırlığı (gr)

V = Silindirin hacmi (0,964608 lt) ifade etmektedir.

10^6 = Dönüşüm Katsayısı (gr/ton)

10^4 = Dönüşüm Katsayısı (m^2/ha)



Şekil 16. Kök örneklerinde yapılan işlemler. Kök örneklerinin yıkanması ve hava kurusu hale getirilmesi (a), kök örneklerinin yüzdürülmesi (b), kök örneklerinin çap kademelerine ayrıldıktan sonra numaralandırılması (c)

2.3.3.3. Ölü Örtüde Yapılan İşlemler

Laboratuvara getirilen ölü örtüler, hava kurusu hale gelene kadar kurutulduktan sonra $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 48 saat süre etüvde bekletilmiştir. Değişmez ağırlığa gelecek bu örnekler ait kuru ağırlık değerleri 0,01 gr hassasiyetli tartıda ölçülmüştür (Kantarıcı, 2005). Daha sonra örnekler toz haline gelinceye kadar öğütülmüştür (Şekil 17). Gerekli dönüşümler yapıldıktan sonra hektardaki ölü örtü biyokütlesi belirlenmiştir (3). Biyokütlesi belirlenen ölü örtü örneklerinde depolanan karbon ve azot miktarı Elementar Vario MICRO (Elementar Analysensysteme GmbH, Hanu, Almanya) marka elementel analiz cihazı ile belirlenmiştir.

$$\text{ÖÖB (t ha}^{-1}\text{)} = \sum \frac{m \cdot 10^4}{0,0625 \cdot 10^6} \quad (3)$$

Burada;

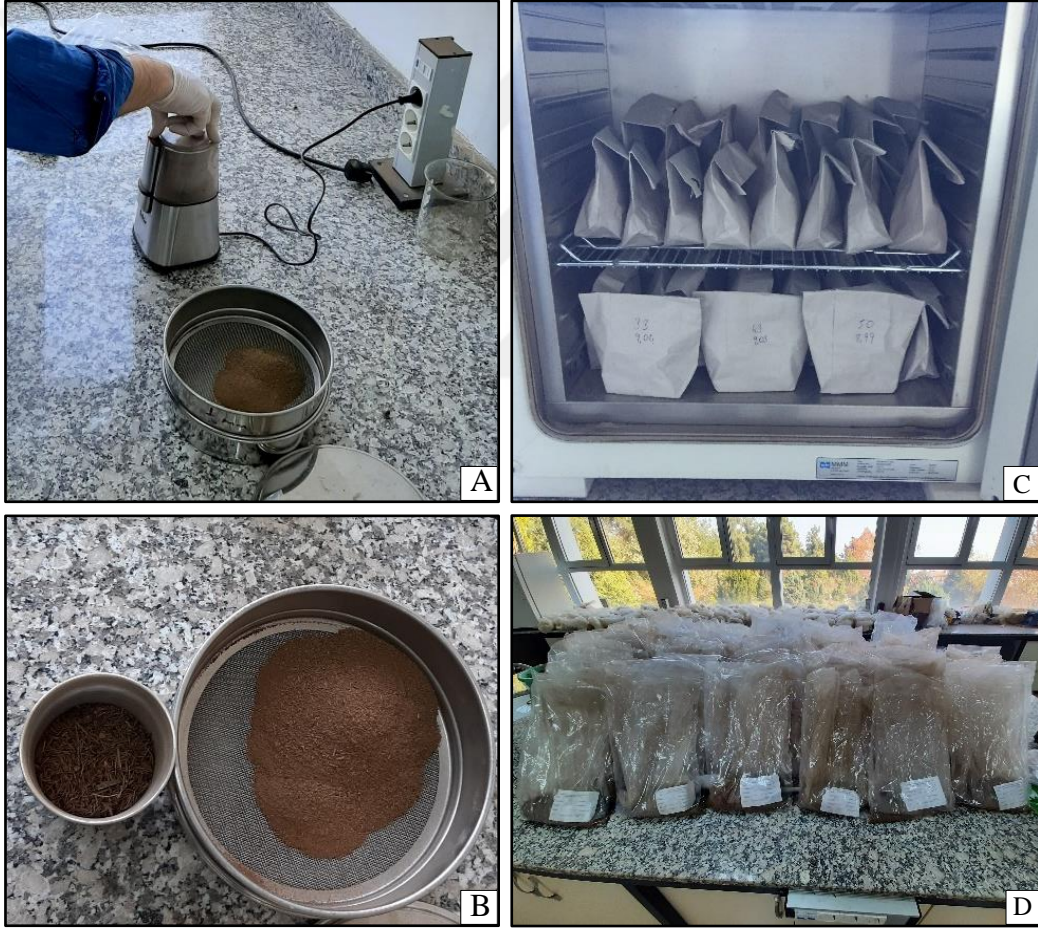
ÖÖB = Hektardaki ölü örtü biyokütlesi (t/ha)

m = Ölü örtü fırın kurusu ağırlığı (gr) ifade etmektedir.

0,0625= Ölü örtü kafes alanı (m²/ha)

10⁶= Dönüşüm Katsayısı (gr/ton)

10⁴= Dönüşüm Katsayısı (m²/ ha)



Şekil 17. Ölü örtü örtü örneklerinde yapılan işlemler (a) Örneklerin öğütülmesi, b) Örneklerin elekten geçirilmesi, c) Örneklerin etüvde fırın kurusu hale getirilmesi d) Örneklerin numaralandırılması

2.3.4. İstatiksel Yöntemler

Elde edile veriler üzerinde SPSS (2013) paket programıyla istatistik analiz yapılmıştır. Gelişme çağlarının toprak (fizikokimyasal özellikler, karbon ve azot miktarları (t/ha)), kök (biyokütle, karbon ve azot miktarları) ve ölü örtü (biyokütle, karbon ve azot miktarları) bakımından farklarının olup olmadığı Varyans analizi yapılarak belirlenmiştir. Buna ilave olarak Tukey testi yapılarak farklılıkların hangi gelişme çağları arasında olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca topoğrafik faktörler (eğim, bakı) ile toprak (fizikokimyasal özellikler, karbon ve azot miktarları), kök (biyokütle, karbon ve azot miktarları) ve ölü örtü (biyokütle, karbon ve azot miktarları) örnekleri arasında anlamlı ilişkilerin olup olmadığı korelasyon analizi ile belirlenmiştir



3. BULGULAR

3.1. Meşcere Gelişme Çağları ve OT Alanlarına Ait Genel Bulgular

Meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına ait genel özellikler Tablo 4'te verilmiştir. Belirtilen tabloya göre bakı değerleri büyükten küçüğe doğru bc, b, a, OT şeklindedir. Ayrıca ortalama eğim (%) büyükten küçüğe doğru bc, OT, a ve b şeklindedir. Tüm bunlara ek olarak ağaçların ortalama çap ($d_{1,3}$), boy ve yaş değerleri büyükten küçüğe doğru bc, b ve a şeklindedir.

Tablo 4. Meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına ait genel özellikler

Meşcere Parametreleri	Meşcere Gelişme Çağları			OT
	a	b	bc	
Örnek alan sayısı	13	21	41	23
Yaş	13	19	28	
Çap ($d_{1,3}$)	2,78	11,23	18,35	
Boy	3	8,8	14	
Bakı (RI)	0,44	0,47	0,53	0,38
Eğim (%)	24,69	21,43	41,81	25,65

3.2. Toprak Özelliklerine İlişkin Bulgular

3.2.1. Toprak Derinliğine İlişkin Bulgular

Örnek alanlar; toprak derinlikleri ve meşcere gelişme çağlarına göre değerlendirilmiştir. Araştırma alanının toprak derinliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 5'te verilmiştir. Buna göre ortalama fizyolojik toprak derinlikleri meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre büyükten küçüğe doğru bc, a, OT, b mutlak toprak derinliklerine göre ise a, OT, bc, b şeklinde sıralanmıştır.

Tablo 5. Toprak derinliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Toprak Derinlikleri	OT Alanları			Meşcere Gelişme Çağları								
				a			b			bc		
	n	Ort.	S.S.	n	Ort.	S.S.	n	Ort.	S.S.	n	Ort.	S.S.
MTD (cm)	23	57,48	21,65	13	56,54	27,20	21	49,10	16,77	41	49,56	16,66
FTD (cm)	23	68,70	22,59	13	71,00	14,16	21	68,10	17,67	41	82,39	19,62

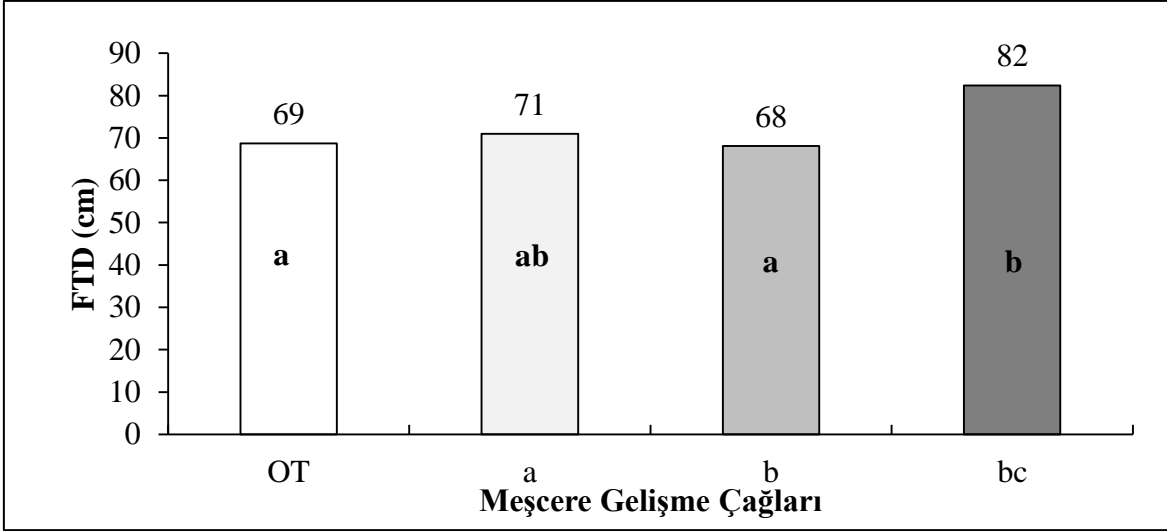
MTD: Mutak Toprak Derinliği, FTD: Fizyolojik Toprak Derinliği, n: Örnek Alan Sayısı, Ort.: Ortalama, S.S.: Standart Sapma

Ortalama toprak derinliklerinin meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre önemli farklar gösterip göstermediğini belirlemek için varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları ortalama mutlak toprak derinlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını buna karşın fizyolojik toprak derinlikleri arasında ise fark olduğunu göstermektedir (Tablo 6).

Tablo 6. Toprak derinliklerinin meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları

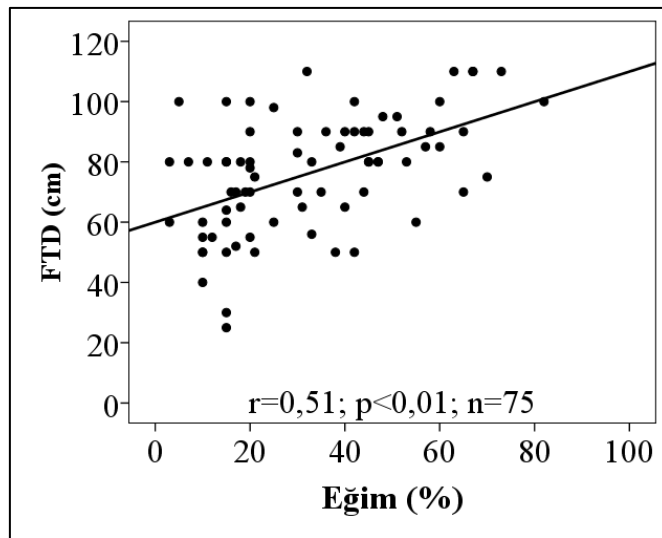
Toprak Derinlikleri (cm)	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
MTD	Gruplar Arası	1373,25	3	457,75	1,198	0,32
	Gruplar İçi	35912,88	94	382,05		
	Toplam	37286,122	97			
FTD	Gruplar Arası	4299,513	3	1449,015	3,862	0,01
	Gruplar İçi	35315,967	94	375,20		
	Toplam	39615,480	97			

Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, ortalama fizyolojik toprak derinliği arasındaki anlamlı farkın, bc ile b ve OT arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 18).



Şekil 18. Fizyolojik toprak derinliklerinin farklı meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre değişimi. Sütun içerisindeki değişik harfler ortalamalar arasında fark olduğunu, üzerindeki değerler ise ortalamaları göstermektedir

Araştırma alanı toprakları FTD ile topoğrafik faktörler arasında (eğim, bakı) bir ilişki olup olmadığını test etmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Korelasyon analiz sonuçları, ağaçlandırma alanlarında eğim ile FTD arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif ($r=0,51$) bir ilişki olduğunu, buna karşılık OT alanlarında ise anlamlı bir ilişki olmadığını göstermektedir (Ek Tablo 6, Şekil 19). Ayrıca hem ağaçlandırma hem de OT alanlarında bakı ile FTD ve MTD arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.



Şekil 19. Ağaçlandırma alanlarında FTD ile eğim arasındaki ilişki

3.2.2. Toprağın Mekanik Bileşimine İlişkin Bulgular

Arazideki incelemelere ve laboratuvarında yapılan mekanik analiz sonuçlarına göre araştırma alanı topraklarının balçıklı kumdan kil toprağına kadar değişen birçok toprak türüne sahip olduğu görülmektedir (Ek Tablo 1). Araştırma alanının kum (%) oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 7’de verilmiştir. Meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre ortalama kum (%) oranları üst topraklarda (0-20cm) büyükten küçüğe doğru bc, OT, b, a alt topraklarda (>20cm) ise bc, a, b, OT şeklinde sıralanmıştır.

Tablo 7. Toprakların ortalama kum (%) oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Toprak Derinliği (cm)	Meşcere Gelişme Çağları ve OT Alanları	Adet	Ortalama (%)	Standart Sapma	Min. (%)	Max. (%)
0-20	OT	46	68,30	10,69	46	84
	a	26	65,02	12,11	48	85
	b	42	67,14	10,31	43	90
	bc	81	75,99	8,90	49	91
>20	OT	57	55,88	14,91	31	83
	a	31	63,77	14,47	42	91
	b	42	59,45	13,43	30	87
	bc	97	66,12	13,08	20	84

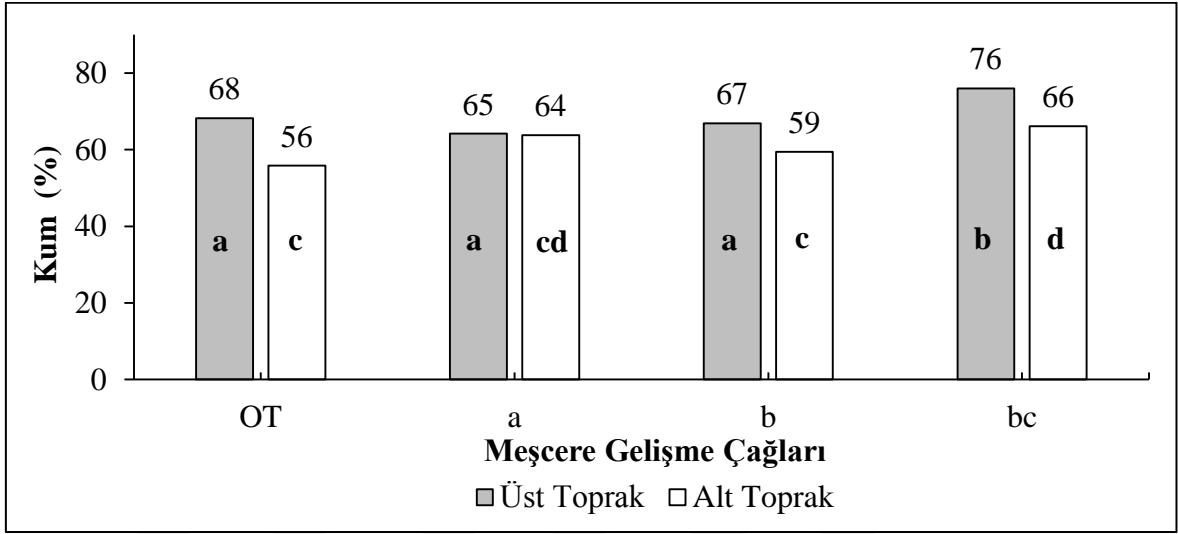
Ortalama kum (%) oranlarının meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre önemli farklar gösterip göstermediğini belirlemek için varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları hem üst hemde alt toprakların kum (%) oranlarında istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğunu göstermektedir (Tablo 8).

Tablo 8. Toprakların kum (%) oranlarının meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları

Toprak Derinliği (cm)	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
0-20 cm	Gruplar Arası	3896,928	1298,976	12,693	12,693	0,00
	Gruplar İçi	19546,110	102,336			
	Toplam	23443,038				
>20 cm	Gruplar Arası	4156,516	3	1385,505	7,261	0,00
	Gruplar İçi	42550,480	223	190,809		
	Toplam	46706,996	226			

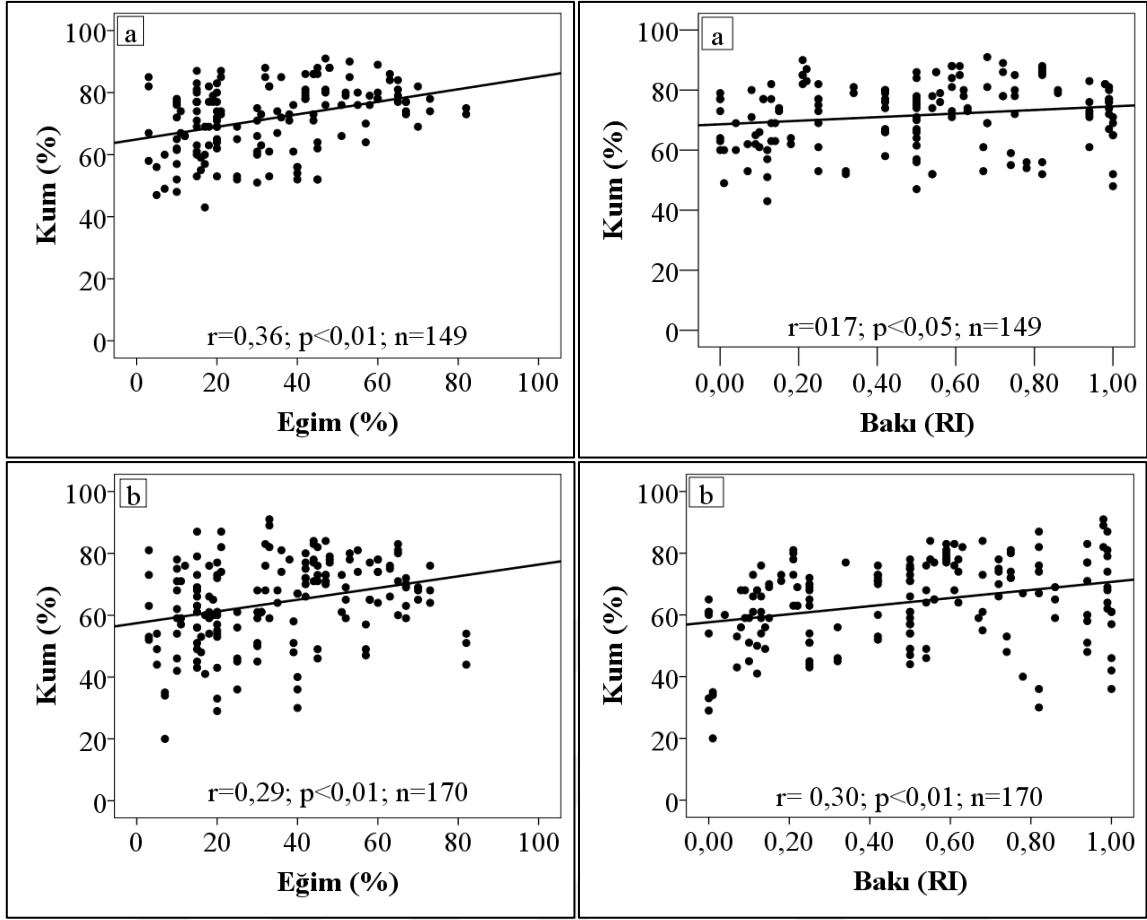
Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, ortalama kum (%) oranları arasındaki anlamlı farkın, üst topraklarda bc ile diğer meşcere gelişme çağları arasında, alt topraklarda

ise OT ve b ile bc meşcereleri arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 20).



Şekil 20. Toprakların kum (%) oranlarının farklı meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre değişimi. Sütun içerisindeki değişik harfler ortalamalar arasında fark olduğunu, üzerindeki değerler ise ortalamaları göstermektedir ($n_{\text{üst toprak}}=195$, $n_{\text{alt toprak}}=227$)

Araştırma alanı topraklarının kum (%) oranları ile topoğrafik faktörler arasında (eğim, bakı) bir ilişki olup olmadığını test etmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları, ağaçlandırma alanlarında bakı ($r=0,17$) ve eğim ($r=0,36$) ile üst toprakların kum (%) oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir (Ek Tablo 4, Şekil 21). Ayrıca ağaçlandırma alanlarında bakı ($r=0,30$) ve eğim ($r=0,29$) ile alt toprakların kum (%) oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir (Ek Tablo 4, Şekil 21). Buna karşılık bakı ve eğim ile OT alanları topraklarının kum (%) oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır (Ek Tablo 4).



Şekil 21. Ağaçlandırma alanı topraklarının kum (%) oranları ile eğim ve bakı arasındaki ilişki (a: üst toprak, b: alt toprak)

Araştırma alanının kil (%) oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 9'da verilmiştir. Meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre ortalama kil (%) oranları üst topraklarda (0-20cm) büyükten küçüğe doğru a, b, OT, bc, alt topraklarda ise a, b, OT, bc şeklinde sıralanmıştır.

Tablo 9. Toprakların ortalama kil (%) oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler

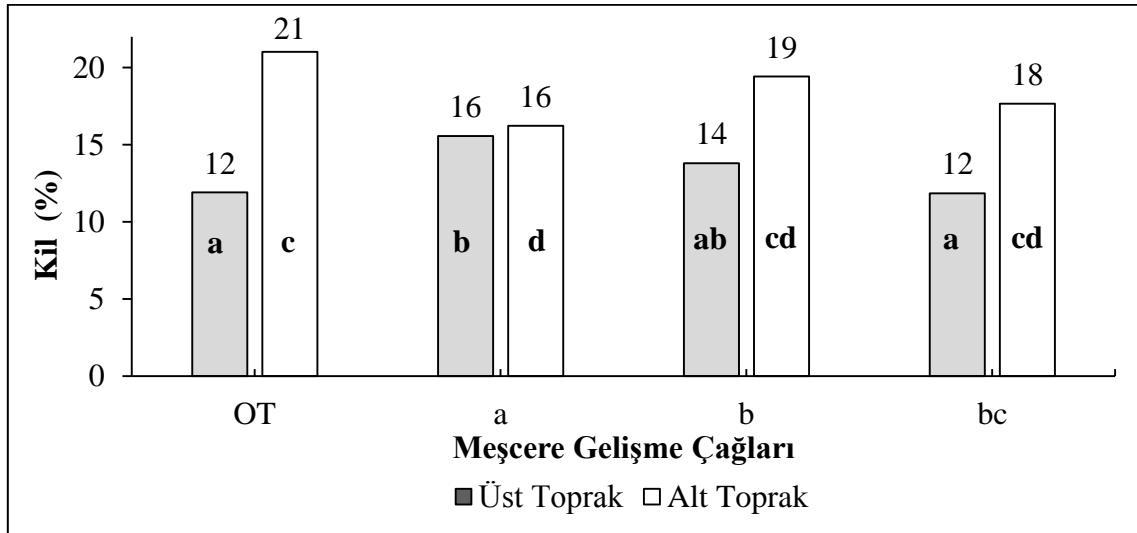
Toprak Derinliği (cm)	Meşcere Gelişme Çağları ve OT Alanları	Adet	Ortalama (%)	Standart Sapma	Min. (%)	Max. (%)
0-20	OT	46	11,94	4,19	6	23
	a	26	15,69	5,38	8	29
	b	42	13,76	4,68	5	24
	bc	81	11,86	5,61	5	33
>20	OT	57	21,04	8,47	7	40
	a	31	16,23	7,52	7	35
	b	42	19,43	7,74	6	37
	bc	97	17,66	9,12	7	47

Ortalama kil (%) oranlarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre önemli farklar gösterip göstermediğini belirlemek için varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları üst ve alt topraklarda ortalama kil (%) oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir (Tablo 10).

Tablo 10. Toprakların kil (%) oranlarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları

Toprak Derinliği (cm)	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
0-20	Gruplar Arası	361,732	3	120,577	4,668	0,00
	Gruplar İçi	4933,468	191	25,830		
	Toplam	5295,200	194			
>20	Gruplar Arası	626,971	3	208,990	2,884	0,04
	Gruplar İçi	16157,408	223	72,455		
	Toplam	16784,379	226			

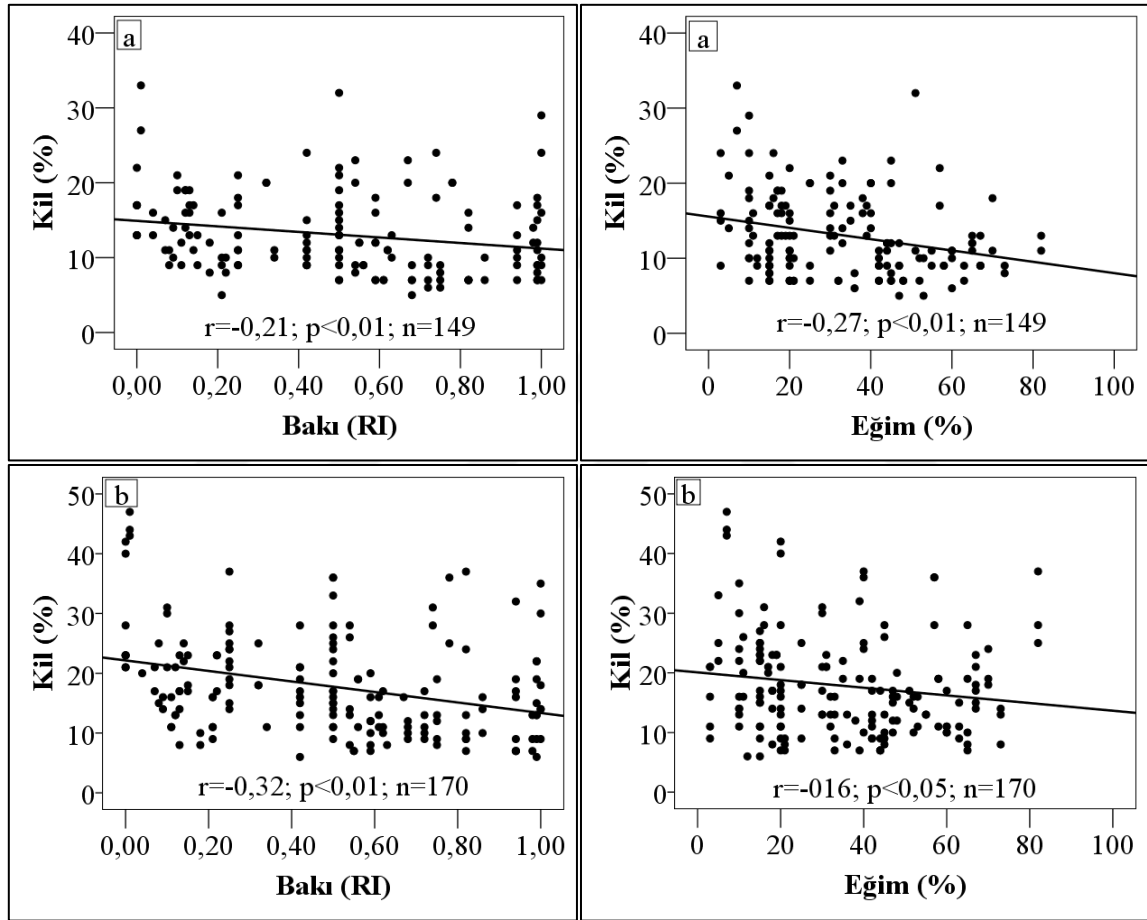
Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, ortalama kil (%) oranları arasındaki anlamlı farkın, üst topraklarda a ile OT, bc arasında alt topraklarda ise OT ile a arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 22).



Şekil 22. Toprakların kil (%) oranlarının farklı meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre değişimi. Sütun içerisindeki değişik harfler ortalamalar arasında fark olduğunu, üzerindeki değerler ise ortalamaları göstermektedir

Araştırma alanı topraklarının kil (%) oranları ile topoğrafik faktörler arasında (eğim, bakı) bir ilişki olup olmadığını test etmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz

sonuçları, ağaçlandırma alanlarında bakı ($r=-0,21$) ve eğim ($r=-0,27$) ile üst toprakların kil (%) oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bir ilişki oluşunu göstermektedir (Ek Tablo 4, Şekil 23). Ayrıca ağaçlandırma alanlarında bakı ($r=-0,32$) ve eğim ($r=-0,16$) ile alt toprakların kil (%) oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bir ilişki oluşu bulunmuştur (Ek Tablo 4, Şekil 23). Buna karşılık OT alanları topraklarının kil (%) oranları ile bakı ve eğim arasında bir ilişki bulunmamıştır (Ek Tablo 4).



Şekil 23. Ağaçlandırma alanı topraklarının kil (%) oranları ile eğim ve bakı arasındaki ilişki (a: üst toprak, b: alt toprak)

Araştırma alanının topraklarının toz (%) oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 11'de verilmiştir. Meşcere gelişme çağları ve OT alanına göre toz (%) oranları üst topraklarda (0-20cm) ortalama büyükten küçüğe doğru OT, a, bc, b, alt topraklarda (>20cm) ise OT, b, a, bc şeklinde sıralanmıştır.

Tablo 11. Toprakların ortalama toz (%) oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler

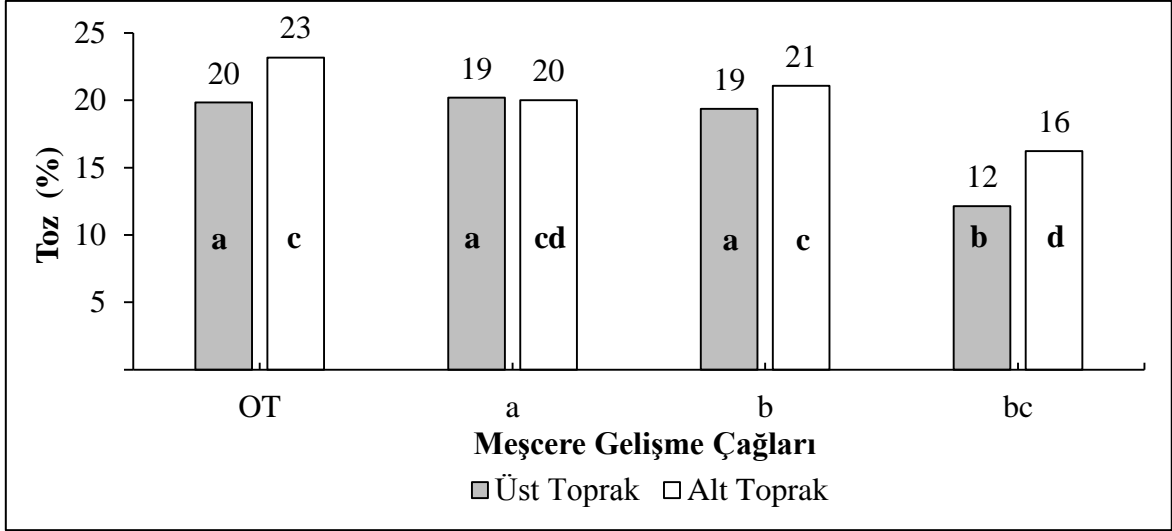
Toprak Derinliği (cm)	Meşcere Gelişme Çağları ve OT Alanları	Adet	Ortalama (%)	Standart Sapma	Min. (%)	Max. (%)
0-20	OT	46	19,77	19,76	9	39
	a	26	19,27	19,27	2	33
	b	42	19,11	19,12	5	38
	bc	81	12,14	12,14	2	28
>20	OT	57	23,18	7,93	8	41
	a	31	20,00	9,01	2	36
	b	42	21,07	8,99	6	50
	bc	97	16,24	6,86	2	42

Ortalama toz (%) oranlarının meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre önemli farklar gösterip göstermediğini belirlemek için varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları hem üst hem de alt topraklarda ortalama toz (%) oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($p < 0.01$, Tablo 12).

Tablo 12. Toprakların toz (%) oranlarının meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları

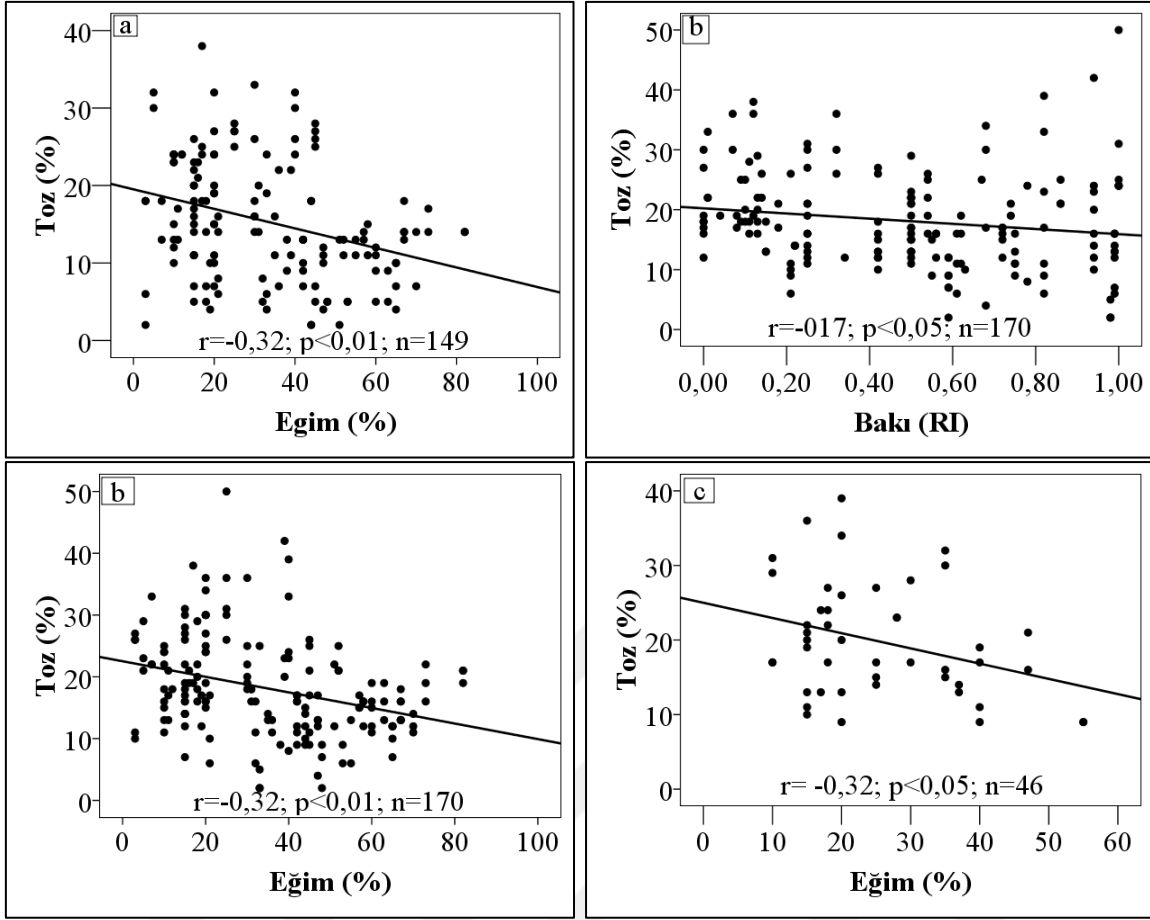
Toprak Derinliği (cm)	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
0-20	Gruplar Arası	2516,984	3	838,995	16,247	0,00
	Gruplar İçi	9863,396	191	51,641		
	Toplam	12380,379	194			
>20	Gruplar Arası	1911,308	3	637,103	10,299	0,00
	Gruplar İçi	13794,578	223	61,859		
	Toplam	15705,885	226			

Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, ortalama toz (%) oranları arasındaki anlamlı farkın, üst topraklarda bc ile diğer meşcereler arasında alt topraklarda ise bc ile OT, b meşcereleri arasında olduğu belirlenmiştir. Alt topraklarda a meşcere gelişme çağı ile diğer meşcereler arasında bir farklılık bulunmamıştır (Şekil 24).



Şekil 24. Toprakların toz (%) oranlarının farklı meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre değişimi. Sütun içerisindeki değişik harfler ortalamalar arasında fark olduğunu, üzerindeki değerler ise ortalamaları göstermektedir

Araştırma alanı topraklarının toz (%) oranları ile topoğrafik faktörler arasında (eğim, bakı) bir ilişki olup olmadığını test etmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları, ağaçlandırma alanlarında eğim ($r=-0,32$) ile üst toprakların toz (%) oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bir ilişki olduğunu buna karşılık bakı bir ilişki olmadığını göstermiştir (Ek Tablo 4, Şekil 25). Ayrıca ağaçlandırma alanlarında bakı ($r=-0,17$) ve eğim ($r=-0,32$) ile alt toprakları toz (%) oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bir ilişki bulunmuştur (Ek Tablo 4, Şekil 25). Buna ek olarak OT alanlarında eğim ($r=-0,32$) ile üst toprakların toz (%) oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bir ilişki bulunmuşken buna karşın bakı ve eğim ile alt toprakların toz oranları arasında bir ilişki bulunmamıştır (Ek Tablo 4)



Şekil 25. Topraklarının toz (%) oranları ile eğim ve bakı arasındaki ilişki (a: Ağaçlandırma alanı üst toprak, b: Ağaçlandırma alanı alt toprak, c: OT alanı üst toprak)

3.2.3. Toprak Reaksiyonuna İlişkin Bulgular

Araştırma alanının pH (H₂O) değerlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 13'te verilmiştir. Meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre pH (H₂O) değerleri üst topraklarda (0-20cm) ortalama büyükten küçüğe doğru b, a, OT, bc, alt topraklarda (>20cm) ise OT, a, b, bc şeklinde sıralanmıştır.

Tablo 13. Toprakların ortalama pH (H₂O) değerlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

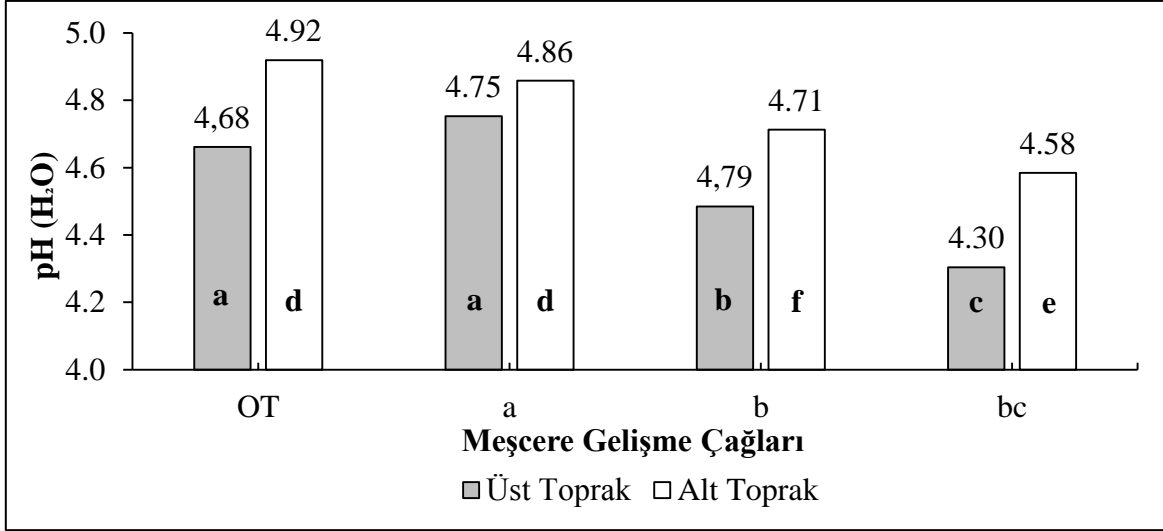
Toprak Derinliği (cm)	Meşcere Gelişme Çağları	Adet	Ortalama	Standart Sapma	Min.	Max.
0-20	OT	46	4,68	0,33	3,79	5,24
	a	26	4,75	0,23	4,28	5,20
	b	42	4,79	0,31	3,60	5,06
	bc	81	4,30	0,32	3,68	5,00
	Total	195	4,49	0,36	3,6	5,24
>20	OT	57	4,92	0,33	4,11	5,49
	a	31	4,86	0,25	4,41	5,33
	b	42	4,71	0,19	4,32	5,16
	bc	97	4,58	0,25	3,57	5,29
	Total	227	4,73	0,30	3,57	5,49

Ortalama pH (H₂O) değerlerinin meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre önemli farklar gösterip göstermediğini belirlemek için varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları hem üst hemde alt topraklarda ortalama (H₂O) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir (p<0.01, Tablo 14).

Tablo 14. Toprakların pH (H₂O) değerlerinin meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları

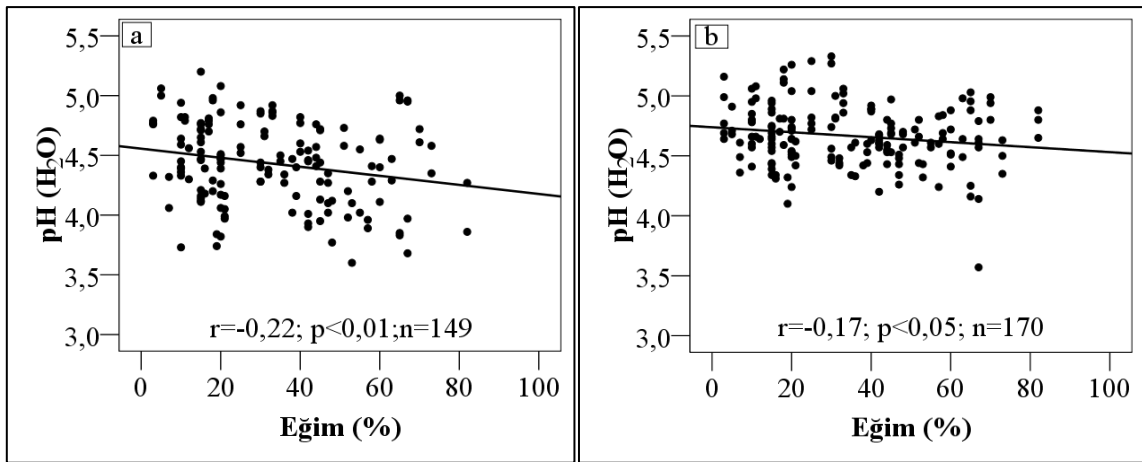
Toprak Derinliği (cm)	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
0-20	Gruplar Arası	6,216	3	2,072	21,302	0,00
	Gruplar İçi	18,577	191	0,097		
	Toplam	24,792	194			
>20	Gruplar Arası	4,615	3	1,538	22,536	0,00
	Gruplar İçi	15,221	223	,068		
	Toplam	19,836	226			

Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, ortalama pH (H₂O) değerleri arasındaki anlamlı farkın, üst topraklarda OT ile a aynı diğer meşcereler birbirinden farklı alt topraklarda ise a ile OT, b aynı diğer meşcereler birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir (Şekil 26).



Şekil 26. Toprakların pH (H₂O) değerlerinin farklı meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre değişimi. Sütun içerisindeki değişik harfler ortalamalar arasında fark olduğunu, üzerindeki değerler ise ortalamaları göstermektedir

Araştırma alanı topraklarının pH (H₂O) değerleri ile topoğrafik faktörler arasında (eğim, bakı) bir ilişki olup olmadığını test etmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları, ağaçlandırma alanlarında eğim ile hem üst ($r=-0,22$) hem de alt ($r=-0,17$) toprakların pH (H₂O) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bir ilişki olduğunu buna karşılık bakı ile ilişki olmadığını göstermiştir (Ek Tablo 4, Şekil 27). Buna ek olarak OT alanlarında eğim ve bakı ile topraklarının pH (H₂O) değerleri arasında bir ilişki bulunmamıştır (Ek Tablo 4).



Şekil 27. Ağaçlandırma alanı topraklarının pH (H₂O) değerleri ile eğim arasındaki ilişki (a: üst toprak, b: alt toprak)

Araştırma alanının pH (KCl) değerlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 15'te verilmiştir. Meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre pH (KCl) değerleri üst topraklarda (0-20cm) ortalama büyükten küçüğe doğru a, OT, b, bc, alt topraklarda (>20cm) ise OT, a, b, bc şeklinde sıralanmıştır.

Tablo 15. Toprakların ortalama pH (KCl) değerlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

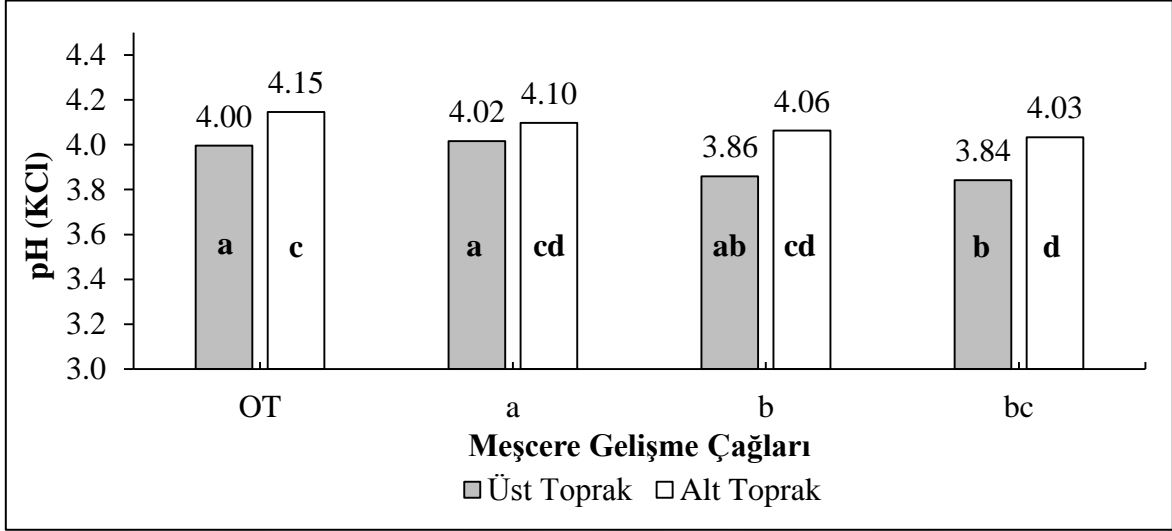
Toprak Derinliği (cm)	Meşcere Gelişme Çağları ve OT Alanları	Adet	Ortalama	Standart Sapma	Min.	Max.
0-20	OT	46	4,00	0,20	3,41	4,55
	a	26	4,02	0,13	3,82	4,31
	b	42	3,86	0,28	3,10	4,23
	bc	81	3,84	0,28	2,92	4,32
>20	OT	57	4,15	0,12	3,82	4,41
	a	31	4,10	0,13	3,83	4,34
	b	42	4,06	0,19	3,32	4,44
	bc	97	4,03	0,23	3,20	4,39

Ortalama pH (KCl) değerlerinin meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre önemli farklar gösterip göstermediğini belirlemek için varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları hem üst hem de alt topraklarda ortalama pH (KCl) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($p<0,01$, Tablo 16).

Tablo 16. Toprakların pH (KCl) değerlerinin meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları

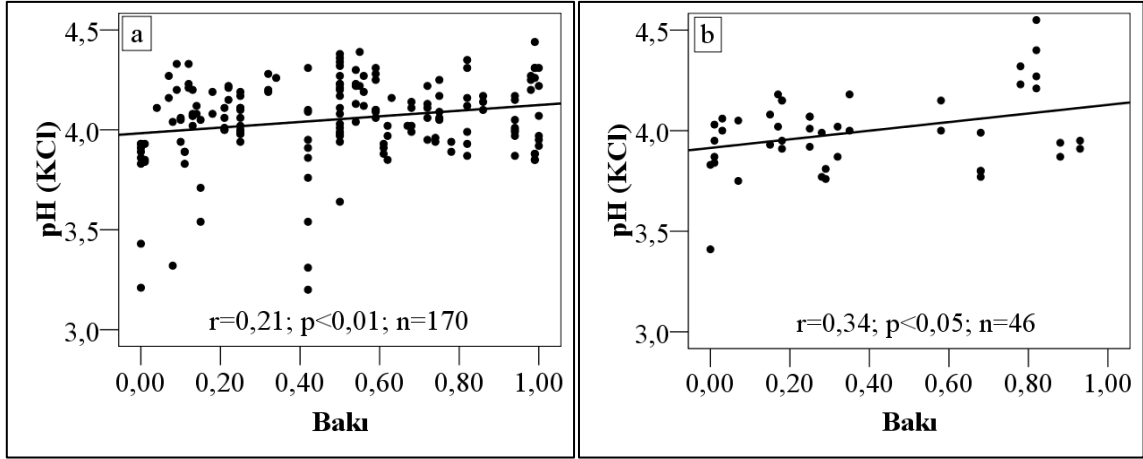
Toprak Derinliği (cm)	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
0-20 cm	Gruplar Arası	1,113	3	0,371	6,202	0,00
	Gruplar İçi	11,423	191	0,060		
	Toplam	12,536	194			
>20 cm	Gruplar Arası	0,469	3	,156	4,367	0,00
	Gruplar İçi	7,988	223	,036		
	Toplam	8,457	226			

Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, ortalama pH (KCl) değerleri arasındaki anlamlı farkın, üst topraklarda OT ile b ve bc meşcereleri arasında ve a ile bc meşcereleri arasında, alt topraklarda ise OT ile bc meşcereleri arasında olduğu belirlenmiştir. Üst topraklarda b meşceresi ile diğer meşcere gelişme çağı arasında ve alt topraklarda ise a ve b meşcere gelişme çağı ile diğer çağlar arasında bir farklılık bulunmamıştır (Şekil 28).



Şekil 28. Toprakların pH (KCl) değerlerinin farklı meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre değişimi. Sütun içerisindeki değişik harfler ortalamalar arasında fark olduğunu, üzerindeki değerler ise ortalamaları göstermektedir

Araştırma alanı topraklarının pH (KCl) miktarları ile topoğrafik faktörler arasında (eğim, bakı) bir ilişki olup olmadığını test etmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları, ağaçlandırma alanlarında bakı ile alt toprakların pH (KCl) miktarları ($r=0,21$) arasında pH (KCl) miktarları arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki olduğunu buna karşın üst topraklarda ilişki olmadığını göstermiştir. Ayrıca OT alanlarında bakı ile üst toprakların pH (KCl) miktarları ($r=0,34$) arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir ilişki olduğunu buna karşılık alt topraklarda bir ilişki olmadığı bulunmuştur (Ek Tablo 4, Şekil 29). Buna ek olarak eğim ile ağaçlandırma alanları topraklarının pH (KCl) miktarları arasında bir ilişki bulunmamıştır (Ek Tablo 4).



Şekil 29. Ağaçlandırma alanı topraklarının pH (KCl) değerleri ile eğim arasındaki ilişki (a: ağaçlandırma alanı alt toprak, b: OT alanı üst toprak)

3.2.4. Toprakların Elektriksel İletkenliğine İlişkin Bulgular

Araştırma alanının elektriksel iletkenliği (EC) ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 17’de verilmiştir. Meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre ortalama EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerleri üst topraklarda (0-20cm) büyükten küçüğe doğru bc, b, OT, a, alt topraklarda (>20cm) ise bc, OT, a, b şeklinde sıralanmıştır.

Tablo 17. Toprakların ortalama EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

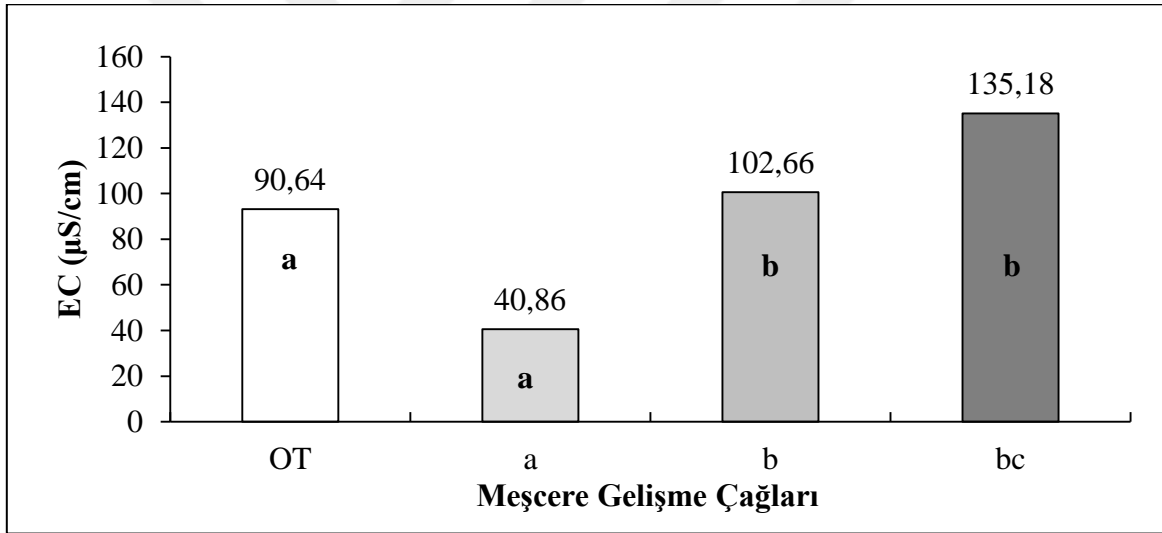
Toprak Derinliği (cm)	Meşcere Gelişme Çağı ve OT Alanları	Adet	Ortalama	Standart Sapma	Min.	Max.
0-20	OT	46	90,64	59,45	2,98	249,70
	a	26	40,86	25,43	8,25	131,00
	b	42	102,66	91,43	14,19	339,00
	bc	81	135,18	90,89	20,54	361,00
>20	OT	57	42,28	59,50	8,25	354,00
	a	31	25,49	51,36	6,66	299,00
	b	42	26,11	19,05	5,55	83,60
	bc	97	42,38	47,78	7,66	352,00

Ortalama EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerlerinin meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre önemli farklar gösterip göstermediğini belirlemek için varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları üst topraklarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu buna karşın alt topraklarda olmadığını göstermektedir (Tablo 18).

Tablo 18. Toprakların EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerlerinin meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları

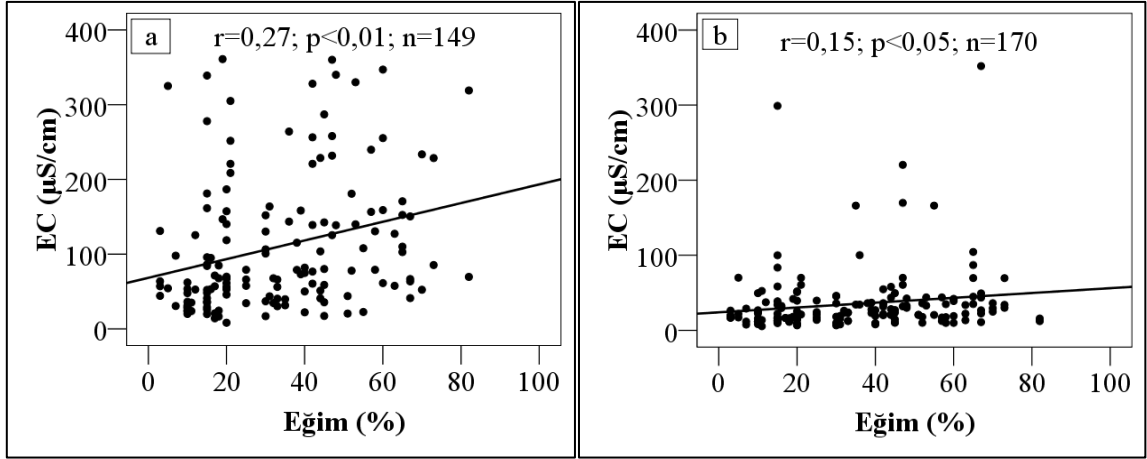
Toprak Derinliği (cm)	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
0-20 cm	Gruplar Arası	190468,611	3	63489,537	10,288	0,00
	Gruplar İçi	1178746,059	191	6171,445		
	Toplam	1369214,670	194			
>20 cm	Gruplar Arası	13492,298	3	4497,433	1,961	,121
	Gruplar İçi	511372,134	223	2293,149		
	Toplam	524864,431	226			

Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, ortalama EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerleri arasındaki anlamlı farkın, üst topraklarda a, OT ile b ve bc arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 30).



Şekil 30. Üst toprakların EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerlerinin farklı meşcere gelişme çağlarına göre değişimi (n=195). Sütun içerisindeki değişik harfler ortalamalar arasında fark olduğunu, üzerindeki değerler ise ortalamaları göstermektedir

Araştırma alanı topraklarının EC miktarları ile topoğrafik faktörler arasında (eğim, bakı) bir ilişki olup olmadığını test etmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları, ağaçlandırma alanlarında eğim ile hem üst toprakların ($r=0,27$) ve hem de alt toprakların ($r=0,15$) EC miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir ilişki olduğunu buna karşılık bakı ile anlamlı bir ilişki olmadığını göstermiştir (Ek Tablo 4, Şekil 31). Ayrıca OT alanlarında eğim ve bakı ile EC miktarları arasında bir ilişki bulunmamıştır (Ek Tablo 4).



Şekil 31. Ağaçlandırma alanı toprakları EC değerleri ile eğim arasındaki ilişki (a: Üst Toprak, b: Alt Toprak)

3.2.5. Toprakların Nem Sabitelerine İlişkin Bulgular

Araştırma alanının tarla kapasitesi (%) oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 19’da verilmiştir. Meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre tarla kapasitesi (%) oranları üst topraklarda (0-20cm) ortalama büyükten küçüğe doğru OT, b, bc, a, alt topraklarda (>20cm) ise bc, OT, b, a şeklinde sıralanmıştır.

Tablo 19. Toprakların ortalama tarla kapasitesi (%) oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler

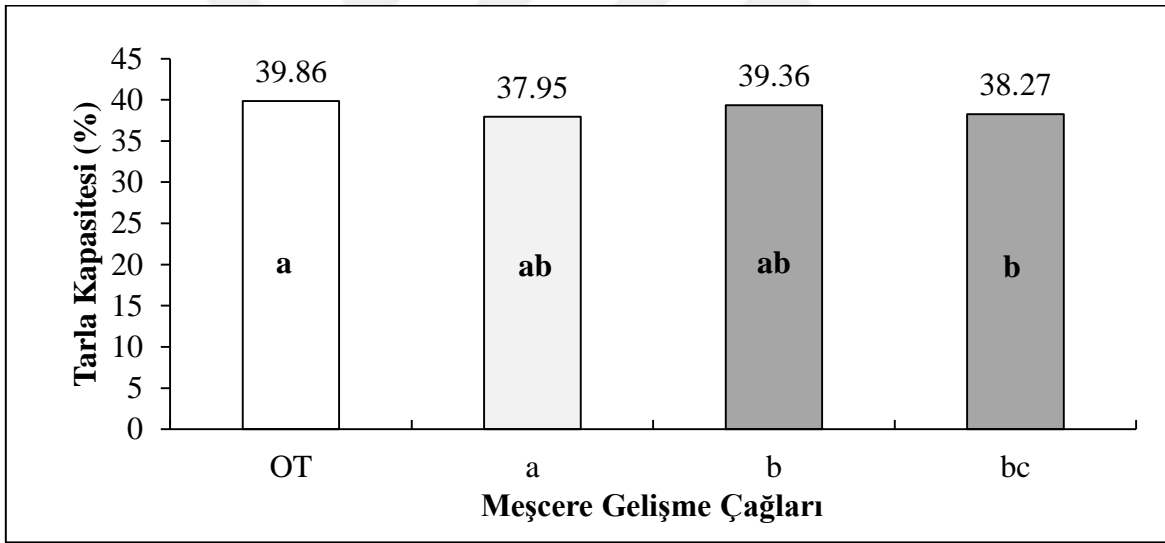
Toprak Derinliği (cm)	Meşcere Gelişme Çağı ve OT Alanları	Adet	Ortalama (%)	Standart Sapma	Min. (%)	Max. (%)
0-20	OT	46	39,86	5,19	29,20	55,90
	a	26	37,95	6,33	23,80	52,00
	b	42	39,36	7,05	24,90	56,30
	bc	81	38,27	5,72	24,30	56,90
>20	OT	57	35,45	4,59	27,00	45,90
	a	31	34,07	4,62	26,50	47,10
	b	42	35,43	5,63	22,70	49,40
	bc	97	37,18	4,81	21,60	50,30

Ortalama tarla kapasitesi (%) oranlarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre önemli farklar gösterip göstermediğini belirlemek için varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları üst topraklarda tarla kapasitesi (%) oranları istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını buna karşın alt topraklarda olduğunu göstermektedir (Tablo 20).

Tablo 20. Toprakların tarla kapasitesi (%) oranlarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları

Toprak Derinliği (cm)	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
0-20	Gruplar Arası	105,747	3	35,249	0,979	0,40
	Gruplar İçi	6876,656	191	36,003		
	Toplam	6982,403	194			
>20	Gruplar Arası	282,420	3	94,140	3,932	0,01
	Gruplar İçi	5338,769	223	23,941		
	Toplam	5621,189	226			

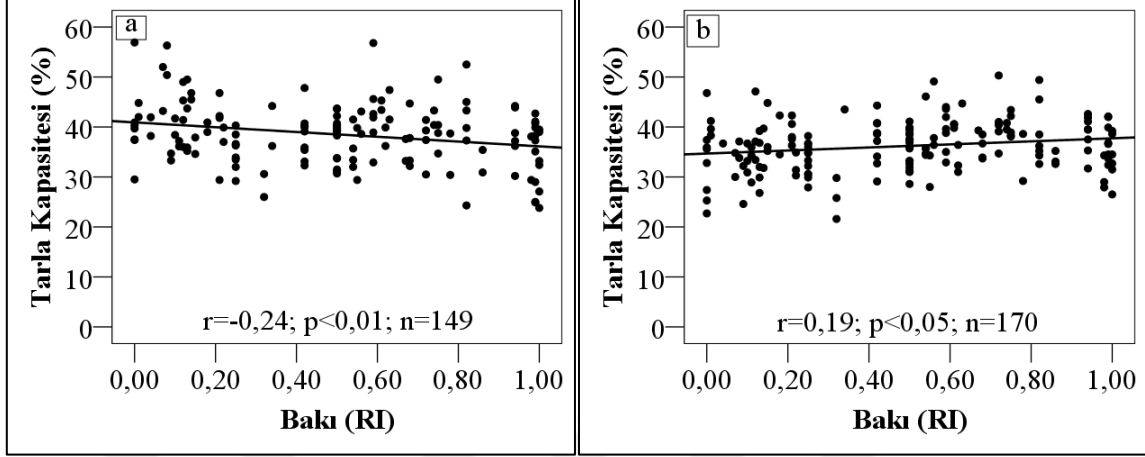
Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, ortalama tarla kapasitesi (%) oranları arasındaki anlamlı farkın, alt topraklarda OT ile bc arasında olduğu belirlenmiştir. Alt topraklarda a ve b meşcere gelişme çağı ile diğer meşcereeler arasında bir farklılık bulunmamıştır (Şekil 32).



Şekil 32. Alt toprakların tarla kapasitesi (%) oranlarının farklı meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre değişimi (n=227). Sütun içerisindeki değişik harfler ortalamalar arasında fark olduğunu, üzerindeki değerler ise ortalamaları göstermektedir

Araştırma alanı toprakları tarla kapasitesi (%) oranları ile topoğrafik faktörler arasında (eğim, bakı) bir ilişki olup olmadığını test etmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları, ağaçlandırma alanlarında bakı ile üst toprakların tarla kapasitesi (%) oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif ($r=-0,24$) bir ilişki olmasına karşın alt topraklarda ise pozitif ($r=0,19$) bir ilişki olduğunu göstermiştir (Ek Tablo 4, Şekil 33). Ayrıca eğim ile araştırma alanı topraklarının tarla kapasitesi (%) oranları arasında bir ilişki

bulunmamasının yanında bakı ile OT alanları topraklarının tarla kapasitesi (%) oranları arasında da bir ilişki bulunmamıştır (Ek Tablo 4).



Şekil 33. Ağaçlandırma alanı toprakları tarla kapasitesi (%) oranları ile bakı arasındaki ilişki (a: üst toprak; b: alt toprak)

Araştırma alanının solma noktası (%) oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 21’de verilmiştir. Meşcere gelişme çağıları ve OT alanlarına göre solma noktası (%) oranları üst topraklarda (0-20cm) ortalama büyükten küçüğe doğru b, bc, OT, a alt topraklarda (>20cm) ise bc, b, a, OT şeklinde sıralanmıştır.

Tablo 21. Toprakların ortalama solma noktası (%) oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Toprak Derinliği (cm)	Meşcere Gelişme Çağıları ve OT Alanları	Adet	Ortalama (%)	Standart Sapma	Min. (%)	Max. (%)
0-20	OT	46	23,22	4,97	9,8	33,80
	a	26	20,54	4,59	11,00	30,60
	b	42	23,49	6,62	14,70	46,00
	bc	81	23,35	6,21	10,80	36,20
>20	OT	57	18,25	4,29	10,50	29,30
	a	31	18,77	4,48	10,90	27,10
	b	42	19,75	5,79	9,90	36,60
	bc	97	21,54	4,19	10,60	30,00

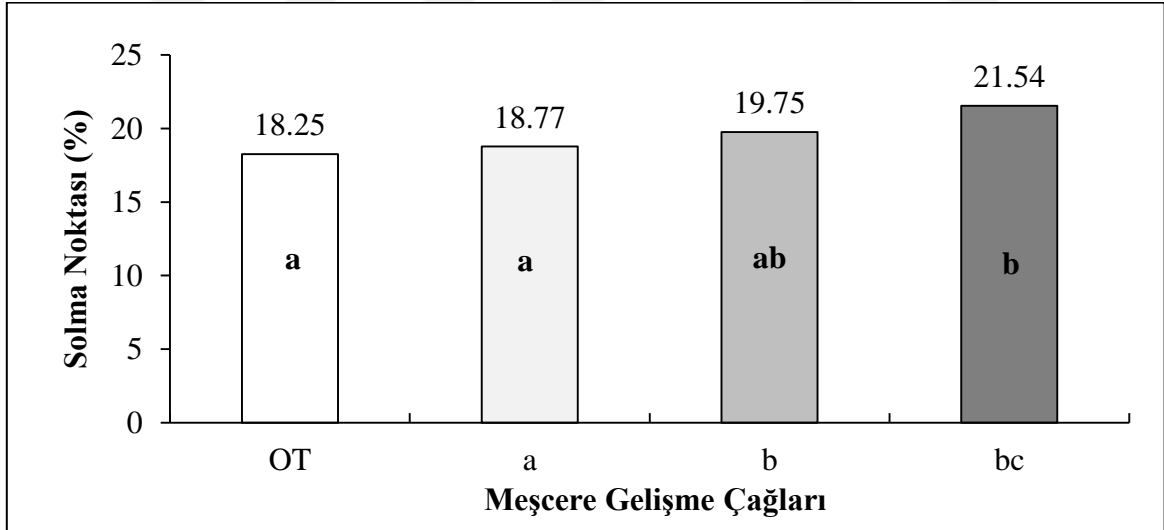
Ortalama solma noktası (%) oranlarının meşcere gelişme çağıları ve OT alanlarına göre önemli farklar gösterip göstermediğini belirlemek için varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları üst topraklarda ortalama solma noktası (%) oranları arasında istatistiksel

olarak anlamlı bir fark olduğunu buna karşın alt topraklarda fark olmadığını göstermektedir (Tablo 22).

Tablo 22. Toprakların solma noktası (%) oranlarının meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları

Toprak Derinliği (cm)	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
0-20	Gruplar Arası	179,940	3	59,980	1,758	0,16
	Gruplar İçi	6515,030	191	34,110		
	Toplam	6694,970	194			
>20	Gruplar Arası	453,431	3	151,144	7,181	,000
	Gruplar İçi	4693,656	223	21,048		
	Toplam	5147,086	226			

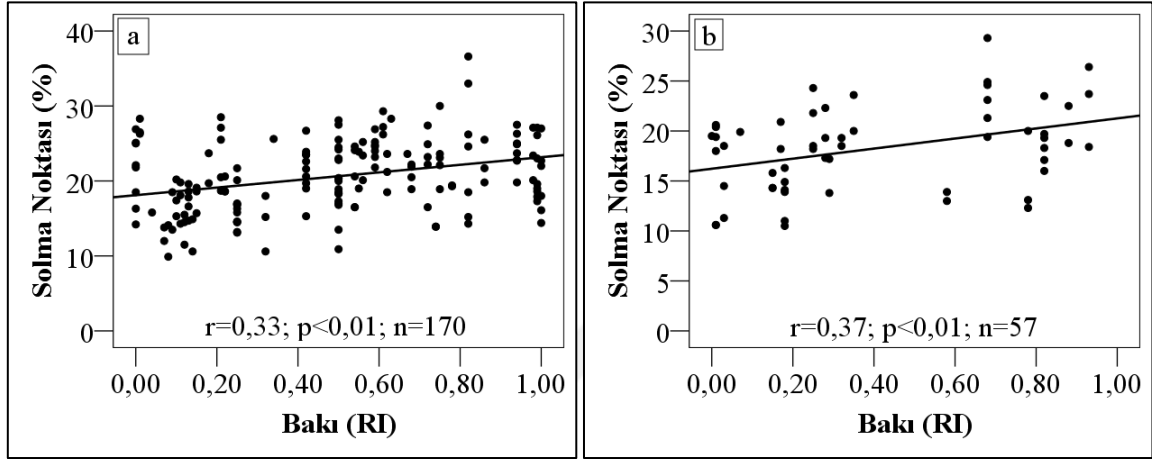
Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, ortalama solma noktası (%) oranları arasındaki anlamlı farkın, alt topraklarda bc ile OT ve a meşcere gelişme çağları arasında olduğu belirlenmiştir. Alt topraklarda b ile diğer meşcere gelişme çağları arasında bir farklılık bulunmamıştır (Şekil 34).



Şekil 34. Alt toprakların solma noktası (%) oranlarının farklı meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre değişimi (n=227). Sütun içerisindeki değişik harfler ortalamalar arasında fark olduğunu, üzerindeki değerler ise ortalamaları göstermektedir

Araştırma alanı topraklarının solma noktası (%) oranları ile topoğrafik faktörler arasında (eğim, bakı) bir ilişki olup olmadığını test etmek için korelasyon analizi yapılmıştır.

Analiz sonuçları, ağaçlandırma ($r=0,33$) ve OT ($r=0,37$) alanlarında bakı ile alt toprakların solma noktası (%) oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir ilişki olduğunu buna karşılık üst topraklarda bir ilişki olmadığını göstermiştir (Ek Tablo 4, Şekil 35). Ayrıca eğim ile toprakların solma noktası (%) oranları ile bir ilişki bulunmamıştır (Ek Tablo 4).



Şekil 35. Araştırma alanı alt topraklarının solma noktası (%) oranları ile bakı arasındaki ilişki (a: Ağaçlandırma alanı, b: OT alanı)

Araştırma alanının faydalanılabilir su kapasitesi (%) oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 23'te verilmiştir. Meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre ortalama faydalanılabilir su kapasitesi (%) oranları üst topraklarda (0-20cm) büyükten küçüğe doğru a, OT, b, bc, alt topraklarda (>20cm) ise OT, b, bc, a şeklinde sıralanmıştır.

Tablo 23. Toprakların ortalama faydalanılabilir su kapasitesi (%) oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler

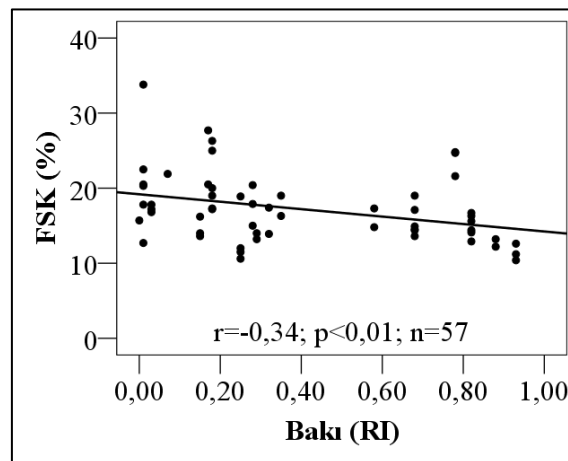
Toprak Derinliği (cm)	Meşcere Gelişme Çağı ve OT Alanları	Adet	Ortalama (%)	Standart Sapma	Min. (%)	Max. (%)
0-20	OT	46	16,64	5,16	9,00	34,90
	a	26	17,42	5,49	10,20	29,20
	b	42	15,84	5,89	2,50	29,50
	bc	81	14,93	4,64	3,80	32,00
>20	OT	57	17,20	4,61	10,40	33,80
	a	31	15,30	5,42	5,60	31,60
	b	42	15,68	4,86	4,20	24,80
	bc	97	15,65	4,51	7,80	29,00

Ortalama faydalanılabilir su kapasitesi (%) oranlarının meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre önemli farklar gösterip göstermediğini belirlemek için varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları üst ve alt topraklarda ortalama faydalanılabilir su kapasitesi (%) oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir (Tablo 24).

Tablo 24. Farklı meşcere gelişme çağlarına göre faydalanılabilir su kapasitesi (%) oranlarına ilişkin varyans analizi sonuçları

Toprak Derinliği (cm)	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
0-20	Gruplar Arası	161,789	3	53,930	2,022	0,11
	Gruplar İçi	5095,150	191	26,676		
	Toplam	5256,939	194			
>20	Gruplar Arası	113,315	3	37,772	1,686	0,17
	Gruplar İçi	4994,577	223	22,397		
	Toplam	5107,891	226			

Araştırma alanı toprakları FSK (%) oranları ile topoğrafik faktörler arasında (eğim, bakı) bir ilişki olup olmadığını test etmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları, bakı ile OT alanları alt topraklarının FSK (%) oranları arasında anlamlı ve negatif ($r=0,34$) bir ilişki olmasına karşın üst topraklar ile bir ilişki olmadığını göstermiştir (Ek Tablo 4, Şekil 36). Ayrıca bakı ile araştırma alanları üst topraklarının ve eğim ile araştırma alanı topraklarının FSK (%) oranları arasında bir ilişki bulunmamıştır (Ek Tablo 4).



Şekil 36. OT alanı alt toprakları faydalanılabilir su kapasitesi (%) oranları ile bakı arasındaki ilişki

3.2.6. Toprakların Hacim Ağırlığına (gr/cm³) İlişkin Bulgular

Araştırma alanının hacim ağırlıklarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 25’de verilmiştir. Meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre hacim ağırlıkları üst topraklarda (0-20cm) ortalama büyükten küçüğe doğru a, OT, bc, b, alt topraklarda (>20cm) ise OT, a, b, bc şeklinde sıralanmıştır.

Tablo 25. Toprakların ortalama hacim ağırlığına (gr/cm³) ilişkin tanımlayıcı istatistikler

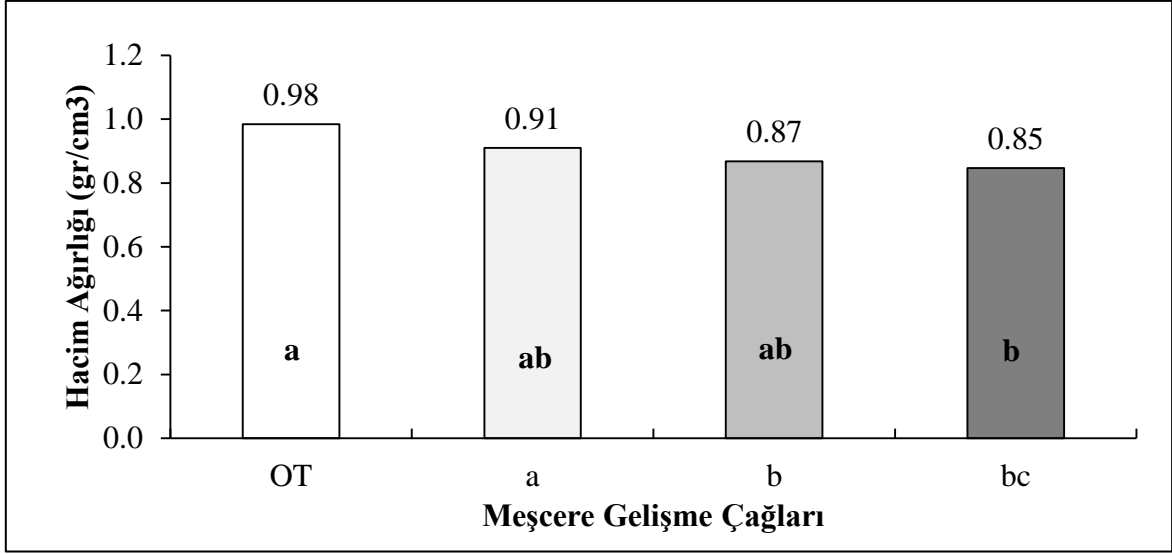
Toprak Derinliği (cm)	Meşcere Gelişme Çağı ve OT Alanları	Adet	Ortalama	Standart Sapma	Min.	Max.
0-20	OT	46	0,76	0,16	0,50	1,10
	a	26	0,83	0,20	0,50	1,30
	b	42	0,71	0,21	0,40	1,40
	bc	81	0,72	0,23	0,40	1,30
>20	OT	50	0,98	0,21	0,60	1,40
	a	29	0,91	0,25	0,60	1,50
	b	37	0,87	0,23	0,40	1,40
	bc	88	0,85	0,21	0,50	1,40

Toprakların ortalama hacim ağırlıklarının (gr/cm³) meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre önemli farklar gösterip göstermediğini belirlemek için varyans analizi yapılmıştır. Test sonucunda üst topraklarda ortalama hacim ağırlıkları istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemişken, alt topraklarda arasında fark bulunmuştur (Tablo 26).

Tablo 26. Toprakların hacim ağırlığının (gr/cm³) meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları

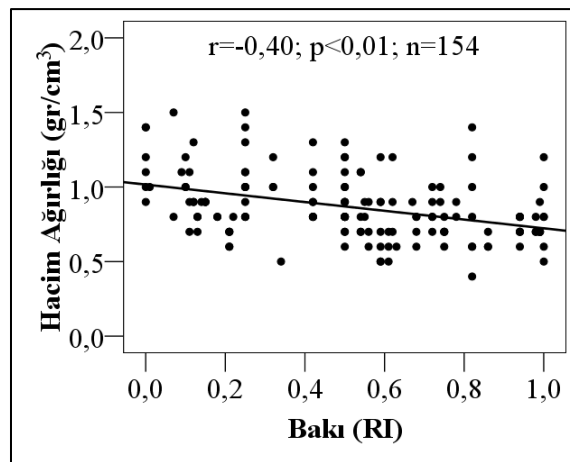
Toprak Derinliği (cm)	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
0-20	Gruplar Arası	0,31	3	0,103	2,378	0,07
	Gruplar İçi	8,303	191	0,043		
	Toplam	8,614	194			
>20	Gruplar Arası	,636	3	,212	4,477	,005
	Gruplar İçi	9,474	200	,047		
	Toplam	10,110	203			

Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, ortalama hacim ağırlıkları arasındaki anlamlı farkın, alt topraklarda OT ile bc arasında olduğu belirlenmiştir. Alt topraklarda a ve b gelişme çağı ile diğer meşcereler arasında bir farklılık bulunmamıştır (Şekil 37).



Şekil 37. Alt toprakların hacim ağırlıklarının farklı meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre değişimi (n=98). Sütun içerisindeki değişik harfler ortalamalar arasında fark olduğunu, üzerindeki değerler ise ortalamaları göstermektedir

Araştırma alanı toprakları hacim ağırlıkları ile topoğrafik faktörler arasında (eğim, bakı) bir ilişki olup olmadığını test etmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları, ağaçlandırma alanlarında bakı ile alt toprakların Hacim Ağırlıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif ($r=-0,4$) bir ilişki olmasına karşın üst topraklarda ise ilişki olmadığını göstermiştir (Ek Tablo 4, Şekil 38). Ayrıca eğim ile araştırma alanı topraklarının Hacim Ağırlıkları arasında bir ilişki bulunmamasının yanında bakı ile OT alanları topraklarının Hacim Ağırlıkları arasında da bir ilişki bulunmamıştır (Ek Tablo 4).



Şekil 38. Ağaçlandırma alanı alt toprakları hacim ağırlıkları ile bakı arasındaki ilişki

3.3. Bitkisel Kütle Miktarına İlişkin Bulgular

3.3.1. Ölü Örtü Biyokütlesine (t/ha) İlişkin Bulgular

Araştırma alanının ortalama ölü örtü biyokütlesine (t/ha) ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 27’de verilmiştir. Buna göre meşcere gelişme çağlarının ölü örtü biyokütlesi (t/ha) büyükten küçüğe doğru bc, b, a şeklinde sıralanmıştır. Ayrıca a çağında ölü örtü birikmesi olmayan 4 örnek alan istatistik analizlere dahil edilmemiştir.

Tablo 27. Ölü örtü biyokütlesine (t/ha) ilişkin tanımlayıcı istatistikler

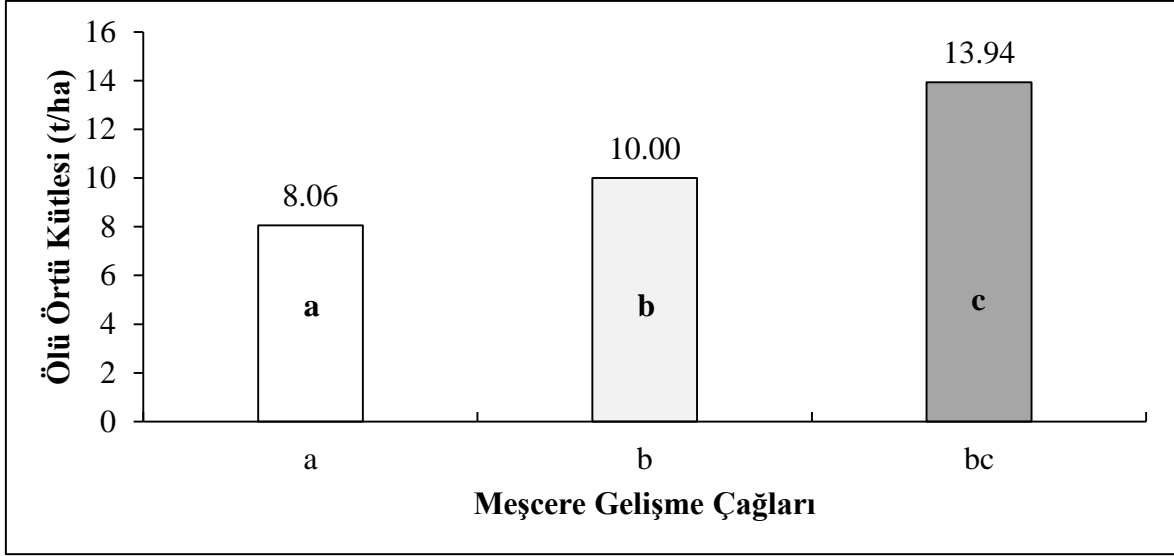
Meşcere Gelişme Çağları	Adet	Ortalama (t/ha)	Standart Sapma	Min. (t/ha)	Max. (t/ha)
a	9	8,06	1,78	5,85	11,38
b	21	10,00	3,10	5,40	16,49
bc	41	13,94	4,11	5,58	21,19

Ortalama ölü örtü biyokütlesi (t/ha) meşcere gelişme çağlarına göre önemli farklar gösterip göstermediğini belirlemek için varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları ortalama ölü örtü biyokütlesi (t/ha) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir (Tablo 28).

Tablo 28. Ölü örtü biyokütlesinin (t/ha) meşcere gelişme çağlarına göre varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gruplar Arası	377,015	2	188,507		
Gruplar İçi	892,180	68	13,120	14,368	0,00
Toplam	1269,195	70			

Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, ortalama ölü örtü biyokütlesi (t/ha) arasındaki anlamlı farkın, tüm meşcereler arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 39).



Şekil 39. Ölü örtü biyokütlerinin (t/ha) farklı meşcere gelişme çağlarına göre değişimi (n=71). Sütun içerisindeki değişik harfler ortalamalar arasında fark olduğunu, üzerindeki değerler ise ortalamaları göstermektedir

Araştırma alanının ölü örtü biyokütleri ile topoğrafik faktörler arasında (eğim, bakı) bir ilişki olup olmadığını test etmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları, ölü örtü biyokütleri (t/ha) ile eğim ve bakı arasında bir ilişki olmadığını göstermektedir. (Ek Tablo 6).

3.3.2. Kök Biyokütlesine (t/ha) İlişkin Bulgular

3.3.2.1. 0-2 mm Kök Biyokütlesine (t/ha) İlişkin Bulgular

Araştırma alanının ortalama 0-2 mm kök biyokütlerine (t/ha) ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 29’da verilmiştir. Meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre 0-2 mm kök biyokütleri (t/ha) büyükten küçüğe doğru bc, b, OT, a şeklinde sıralanmıştır.

Tablo 29. Ortalama 0-2 mm kök biyokütlerine (t/ha) ilişkin tanımlayıcı istatistikler

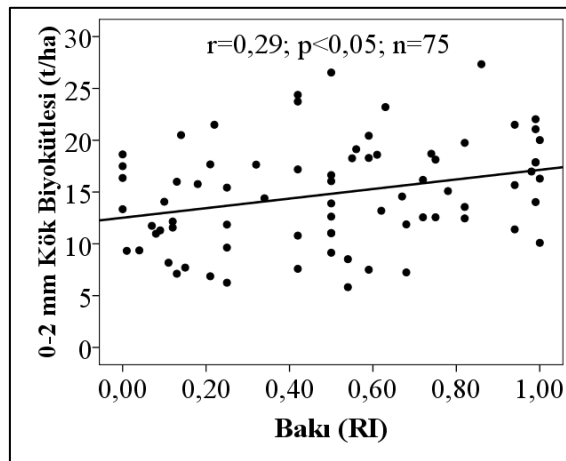
Meşcere Gelişme Çağları ve OT Alanları	Adet	Ortalama (t/ha)	Standart Sapma	Min. (t/ha)	Max. (t/ha)
OT	23	14,52	4,49	3,94	25,56
a	13	12,14	4,35	5,82	20,01
b	21	15,15	3,94	9,37	23,20
bc	41	15,50	5,51	6,25	27,34

Ortalama 0-2 mm kök biyokütellerinin (t/ha) meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre önemli farklar gösterip göstermediğini belirlemek için varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları ortalama 0-2 mm kök biyokütelleri (t/ha) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir (Tablo 30).

Tablo 30. Ortalama 0-2 mm kök biyokütellerinin (t/ha) meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gruplar Arası	116,077	3	38,692		
Gruplar İçi	2196,553	94	23,368	1,656	0,18
Toplam	2312,630	97			

Araştırma alanının 0-2 mm kök biyokütelleri (t/ha) ile topoğrafik faktörler arasında (eğim, bakı) bir ilişki olup olmadığını test etmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları, ağaçlandırma alanlarında ortalama 0-2 mm kök biyokütelleri (t/ha) ile bakı ($r=0,29$) (Şekil 40, Ek Tablo 5) arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir ilişki olmasına karşın eğim ile bir ilişki olmadığını göstermiştir (Ek tablo 5). Ayrıca OT alanlarında ortalama 0-2 mm kök biyokütelleri (t/ha) ile bakı ve eğim arasında bir ilişki bulunmamıştır (Ek Tablo 5).



Şekil 40. Ağaçlandırma alanlarında 0-2 mm kök biyokütelleri (t/ha) ile bakı arasındaki ilişki

3.3.2.2. 2-5 mm Kök Biyokütlerine (t/ha) İlişkin Bulgular

Araştırma alanının 2-5 mm kök biyokütlerine (t/ha) ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 31’de verilmiştir. Meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre ortalama 2-5 mm kök biyokütleri (t/ha) büyükten küçüğe doğru b, bc, a, OT şeklinde sıralanmıştır.

Tablo 31. Ortalama 2-5 mm kök biyokütlerine (t/ha) ilişkin tanımlayıcı istatistikler

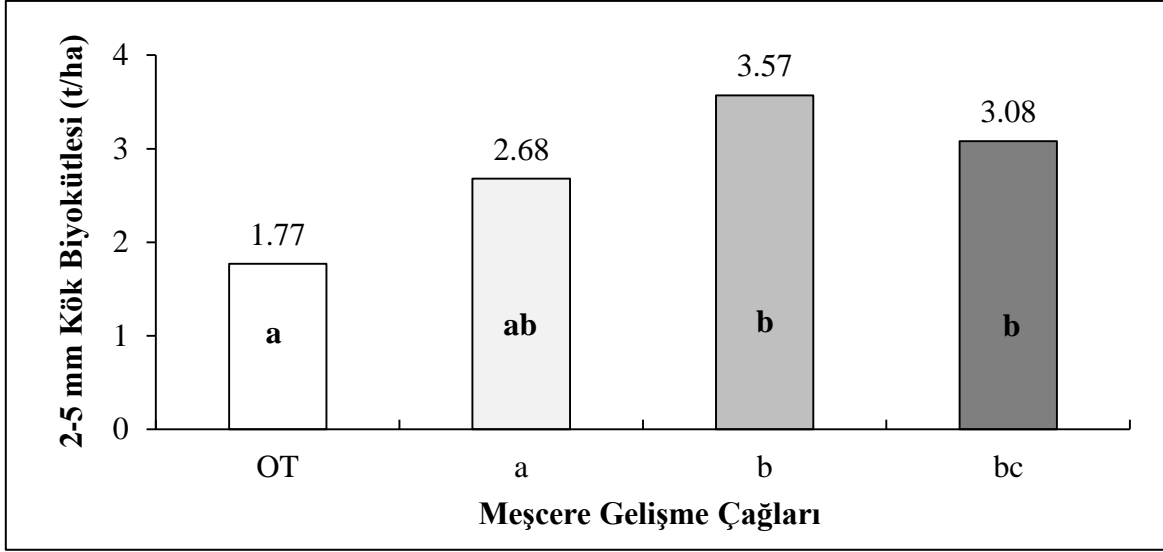
Meşcere Gelişme Çağı ve OT Alanları	Adet	Ortalama (t/ha)	Standart Sapma	Min. (t/ha)	Max. (t/ha)
OT	9	1,77	0,83	0,87	3,23
a	11	2,68	1,65	0,98	5,72
b	21	3,57	1,55	1,15	6,47
bc	41	3,08	1,09	0,78	6,17

Ortalama 2-5 mm kök biyokütlerinin (t/ha) meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre önemli farklar gösterip göstermediğini belirlemek için varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları 2-5 mm kök biyokütleri (t/ha) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir.

Tablo 32. 2-5 mm kök biyokütlerinin meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gruplar Arası	21,966	3	7,322		
Gruplar İçi	128,440	78	1,647	4,447	0,01
Toplam	150,406	81			

Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, ortalama 2-5 mm kök biyokütleri (t/ha) arasındaki anlamlı farkın, OT ile tüm meşcere gelişme çağı arasında ve a ile b çağı arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 41).



Şekil 41. 2-5 mm kök biyokütlerinin (t/ha) farklı meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre değişimi (n=82). Sütun içerisindeki değişik harfler ortalamalar arasında fark olduğunu, üzerindeki değerler ise ortalamaları göstermektedir

Araştırma alanının 2-5 mm kök biyokütleri (t/ha) ile topoğrafik faktörler arasında (eğim, bakı) bir ilişki olup olmadığını test etmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları, OT alanlarında ortalama 2-5 mm kök biyokütleri (t/ha) ile eğim anlamlı bir ilişki olmasına karşın örnek sayısı çok düşük olduğu için değerlendirmeye alınmamıştır. Buna ek olarak OT alanlarında ortalama 2-5 mm kök biyokütleri (t/ha) ile Bakı arasında bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir (Ek tablo 5). Ayrıca ağaçlandırma alanlarında ortalama 2-5 mm kök kütleri (t/ha) ile bakı ve eğim arasında bir ilişki bulunmamıştır (Ek Tablo 5).

3.3.2.3. >5 mm Kök Biyokütlerine (t/ha) İlişkin Bulgular

Araştırma alanının >5 mm kök biyokütlerine (t/ha) ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 33'te verilmiştir. Meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre ortalama >5 mm kök biyokütleri (t/ha) büyükten küçüğe doğru a, bc, OT, b şeklinde sıralanmıştır.

Tablo 33. Ortalama >5 mm kök biyokütlerine (t/ha) ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Meşcere Gelişme Çağları ve OT Alanları	Adet	Ortalama (t/ha)	Standart Sapma	Min. (t/ha)	Max. (t/ha)
OT	6	6,35	2,41	3,45	10,27
a	7	8,41	6,12	3,08	18,23
b	19	4,77	1,92	2,02	8,12
bc	38	6,60	3,81	1,90	17,48

Ortalama >5 mm kök biyokütlerinin (t/ha) meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre önemli farklar gösterip göstermediğini belirlemek için varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları ortalama >5 mm kök biyokütleri (t/ha) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir (Tablo 34).

Tablo 34. Ortalama >5 mm kök biyokütlerinin meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gruplar Arası	79,018	3	26,339		
Gruplar İçi	855,568	66	12,963	2,032	0,12
Toplam	934,586	69			

Araştırma alanının >5 mm kök biyokütleri (t/ha) ile topoğrafik faktörler arasında (eğim, bakı) bir ilişki olup olmadığını test etmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları hem OT hem de ağaçlandırma alanlarında ortalama >5 mm kök biyokütleri (t/ha) ile bakı ve eğim arasında bir ilişki bulunmamıştır (Ek Tablo 5).

3.3.2.4. Toplam Kök Biyokütlerine (t/ha) İlişkin Bulgular

Araştırma alanının toplam kök kütlelerine (t/ha) ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 35'te verilmiştir. Meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre toplam kök kütleleri (t/ha) büyükten küçüğe doğru bc, b, a, OT şeklinde sıralanmıştır.

Tablo 35. Toplam kök kütlelerine (t/ha) ilişkin tanımlayıcı istatistikler

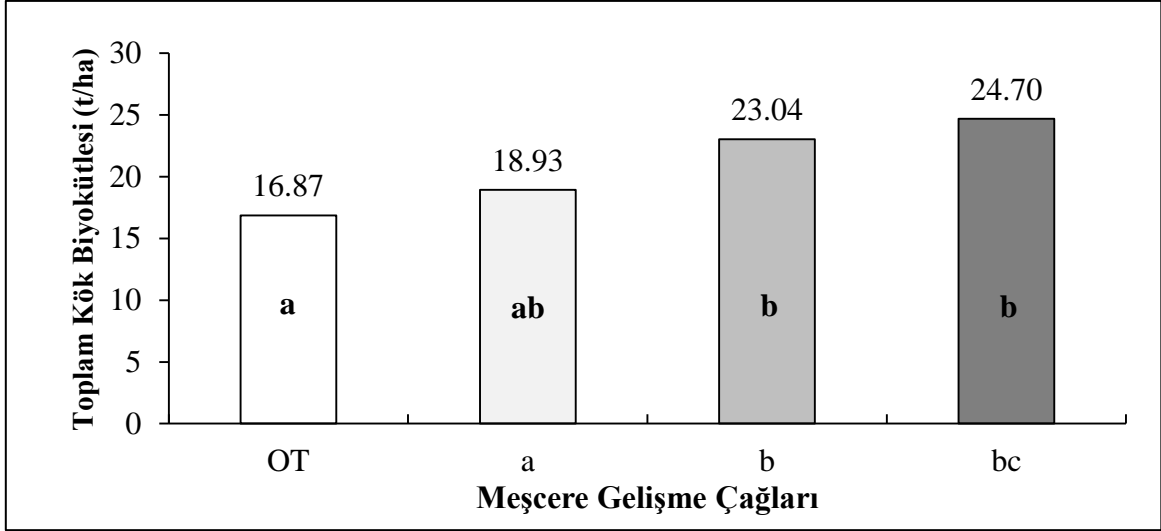
Meşcere Gelişme Çağları ve OT Alanları	Adet	Ortalama (t/ha)	Standart Sapma	Min. (t/ha)	Max. (t/ha)
OT	23	16,87	4,73	3,94	25,74
a	13	18,93	9,53	8,18	35,50
b	21	23,04	5,42	14,12	31,76
bc	41	24,70	8,03	7,03	40,97

Ortalama toplam kök kütlelerinin (t/ha) meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre önemli farklar gösterip göstermediğini belirlemek için varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları toplam kök biyokütlerine (t/ha) ait ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir.

Tablo 36. Ortalama toplam kök kütlelerinin (t/ha) meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları

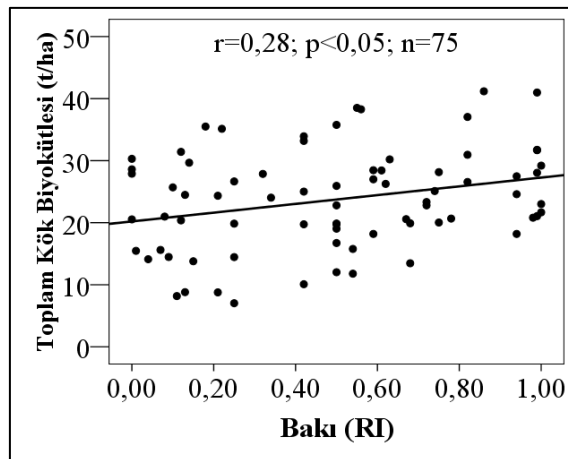
Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gruplar Arası	1042,452	3	347,484		
Gruplar İçi	4748,816	94	50,519	6,878	0,00
Toplam	5791,267	97			

Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, toplam kök biyokütlerine (t/ha) ait ortalamaları arasındaki anlamlı farkın, üst topraklarda OT ile b, bc meşcere gelişme çağları arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 42).



Şekil 42. Toplam kök biyokütlerinin (t/ha) farklı gelişme çağları ve OT alanlarına göre değişimi (n=98). Sütun içerisindeki değişik harfler ortalamalar arasında fark olduğunu, üzerindeki değerler ise ortalamaları göstermektedir

Araştırma alanının toplam kök biyokütlesi (t/ha) ile topoğrafik faktörler arasında (eğim, bakı) bir ilişki olup olmadığını test etmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları, ağaçlandırma alanlarında toplam kök biyokütlesi (t/ha) ile bakı ($r=0,26$) arasında istatistiksel olarak anlamlı (Şekil 43, Ek Tablo 5) ve pozitif bir ilişki olmasına karşın eğim ile bir ilişki olmadığını göstermiştir (Ek Tablo 5). Ayrıca OT alanlarında toplam kök biyokütleri (t/ha) ile bakı ve eğim arasında bir ilişki bulunmamıştır (Ek Tablo 5).



Şekil 43. Ağaçlandırma alanlarında toplam kök biyokütlesi ile bakı arasındaki ilişki

3.4. Karbon ve Azot Miktarlarına İlişkin Bulgular

3.4.1. Ölü Örtü Karbon ve Azot Miktarına İlişkin Bulgular

Araştırma alanının ortalama ölü örtü azot ve karbon içeriklerine (%) ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 37’de verilmiştir. Meşcere gelişme çağılarına göre ortalama ölü örtü azot içerikleri (%) büyükten küçüğe doğru a, b, bc ve karbon içerikleri (%) bc, b, a şeklinde sıralanmıştır.

Araştırma alanının ortalama ölü örtü azot ve karbon stoklarına (t/ha) ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 37’de verilmiştir. Meşcere gelişme çağılarına göre ortalama ölü örtü azot stokları (t/ha) büyükten küçüğe doğru bc, b, a ve karbon stokları (t/ha) bc, b, a şeklinde sıralanmıştır.

Tablo 37. Ortalama ölü örtü azot ve karbon miktarlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Parametre	M.G.Ç.	n	%				t/ha			
			Ort.	± SS	Min.	Max.	Ort.	± SS	Min.	Max.
Azot	a	9	1,81	0,40	1,19	2,30	0,15	0,06	0,08	0,26
	b	21	1,69	0,29	1,11	2,22	0,17	0,05	0,11	0,32
	bc	41	1,58	0,33	1,03	2,89	0,22	0,07	0,08	0,41
Karbon	a	9	32,46	5,69	20,19	38,86	2,64	0,81	1,36	3,99
	b	21	34,26	5,26	20,57	42,54	3,36	1,02	2,02	7,00
	bc	41	34,37	5,96	21,68	44,72	4,70	1,36	1,97	7,74

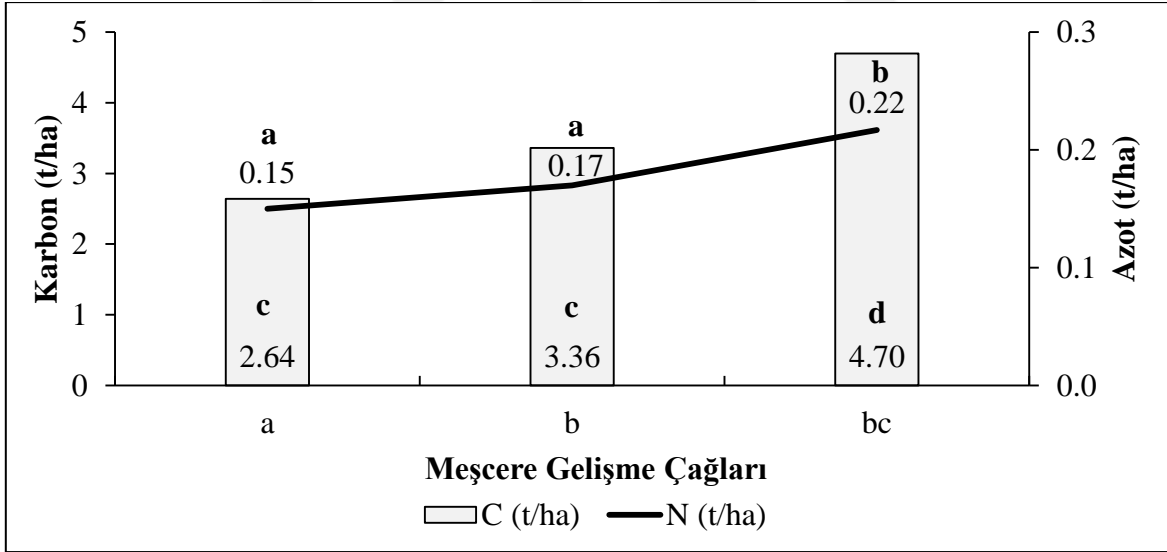
M.G.Ç.: Meşcere Gelişme Çağları, Ort.: Ortalama, ± SS: Standart Sapma, Min.:En düşük, Max.: En Yüksek, Top: Toplam

Ortalama ölü örtü azot ve karbon miktarlarının meşcere gelişme çağılarına göre önemli farklar gösterip göstermediğini belirlemek için varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları ortalama ölü örtü azot ve karbon yüzdeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını buna karşın stoklar arasında olduğunu göstermektedir (Tablo 38).

Tablo 38. Ortalama ölü örtü azot ve karbon miktarlarının meşcere gelişme çağılarına göre varyans analizi sonuçları

Parametre	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Azot (%)	Gruplar Arası	0,479	2	0,239291	2,27	0,11
	Gruplar İçi	7,163	68	0,105342		
	Toplam	7,642	70			
Karbon (%)	Gruplar Arası	27,810	2	13,90491	0,42	0,66
	Gruplar İçi	2231,62	68	32,818		
	Toplam	2259,43	70			
Azot (t/ha)	Gruplar Arası	0,058	2	0,029114	7,57	0,00
	Gruplar İçi	0,262	68	0,003848		
	Toplam	0,320	70			
Karbon (t/ha)	Gruplar Arası	45,194	2	22,59724	15,41	0,00
	Gruplar İçi	99,747	68	1,466872		
	Toplam	144,942	70			

Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, ortalama ölü örtü azot ve karbon stokları arasındaki farkın bc ile a, b çağıları arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 44).



Şekil 44. Meşcere gelişme çağılarına göre ölü örtü azot ve karbon stoğu (t/ha) değişimi (n=71). Sütun içerisindeki ve çizgi üzerindeki değişik harfler ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. Sütun içerisindeki sayılar ortalama karbon (t/ha) stoklarını çizgi üzerindeki ise ortalama azot stoklarını göstermektedir

3.4.1.2. Ölü Örtü C/N Oranına İlişkin Bulgular

Araştırma alanının ortalama ölü örtü C/N oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 39'da verilmiştir. Meşcere gelişme çağılarına göre ölü örtü ortalama C/N oranları

büyükten küçüğe doğru bc, b, a şeklinde sıralanmıştır.

Tablo 39. Ortalama ölü örtü C/N oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler

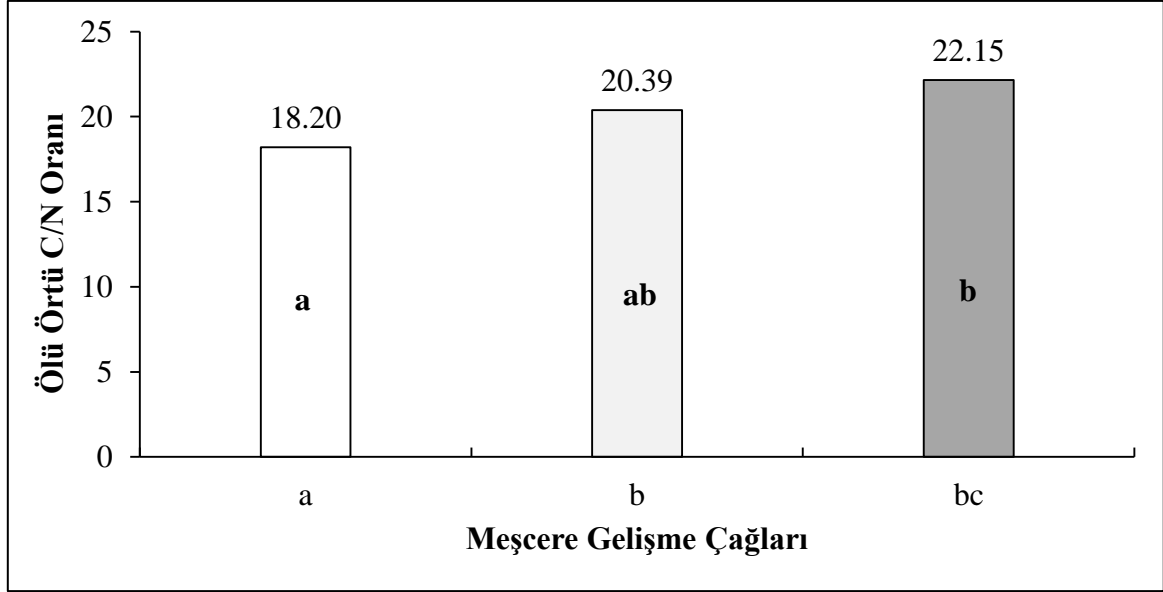
Meşcere Gelişme Çağları	Adet	Ortalama	Standart Sapma	Min. (t/ha)	Max. (t/ha)
a	9	18,20	2,18	15,55	22,37
b	21	20,39	2,21	16,18	25,79
bc	41	22,15	3,23	10,37	29,52

Ortalama ölü örtü C/N oranlarının meşcere gelişme çağlarına göre önemli farklar gösterip göstermediğini belirlemek için tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları ortalama C/N oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir (Tablo 40).

Tablo 40. Ölü örtü C/N oranlarının meşcere gelişme çağlarına göre varyans analizi sonuçları

Parametre	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
C/N	Gruplar Arası	131,343	2	65,672	8,074	,000
	Gruplar İçi	553,101	68	8,134		
	Toplam	684,444	70			

Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, ölü örtü ortalama C/N oranları arasındaki anlamlı farkın, a ile bc meşcere çağları arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 45).



Şekil 45. Ölü örtü C/N oranlarının meşcere gelişme çağlarına göre değişimi (n=71). Sütun içerisindeki değişik harfler ortalamalar arasında fark olduğunu, sütun içindeki değerler ise C/N oranlarını göstermektedir

Araştırma alanının ölü C/N oranları ile topoğrafik faktörler arasında (eğim, bakı) bir ilişki olup olmadığını test etmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları ölü örtü C/N oranları ile topoğrafik faktörler arasında bir ilişki tespit edilmemiştir (Ek Tablo 6).

3.4.2. Kök Karbon ve Azot Miktarına İlişkin Bulgular

3.4.2.1. 0-2 mm Kök Karbon ve Azot Miktarlarına İlişkin Bulgular

Araştırma alanının ortalama 0-2 mm kök azot ve karbon içeriklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 41’de verilmiştir. Meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre ortalama 0-2 mm kök azot içerikleri (%) büyükten küçüğe doğru OT, bc, b, a karbon içerikleri (%) bc, b, a ve OT şeklinde sıralanmıştır.

Araştırma alanının ortalama 0-2 mm kök azot ve karbon stoklarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 41’de verilmiştir. Meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre ortalama 0-2 mm kök azot stokları büyükten küçüğe doğru OT, bc, b, a ve karbon stokları bc, b, OT, a şeklinde sıralanmıştır.

Tablo 41. Ortalama 0-2 mm kök azot ve karbon miktarlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Parametre	MGÇO	n	%				t/ha			
			Ort.	± SS	Min.	Max.	Ort.	± SS	Min.	Max.
Azot	OT	23	1,44	0,29	0,73	1,9	0,21	0,08	0,04	0,39
	a	13	0,96	0,14	0,7	1,24	0,12	0,04	0,06	0,17
	b	21	1,02	0,13	0,74	1,32	0,16	0,05	0,09	0,29
	bc	41	1,10	0,20	0,29	1,38	0,17	0,07	0,04	0,32
Karbon	OT	23	36,96	3,71	30,75	46,62	5,35	1,73	1,48	9,99
	a	13	38,35	3,28	31,47	41,78	4,67	1,77	2,17	7,91
	b	21	39,04	2,77	31,51	45,1	5,88	1,43	3,64	8,59
	bc	41	40,84	2,93	33,85	45,91	6,28	2,14	2,51	10,55

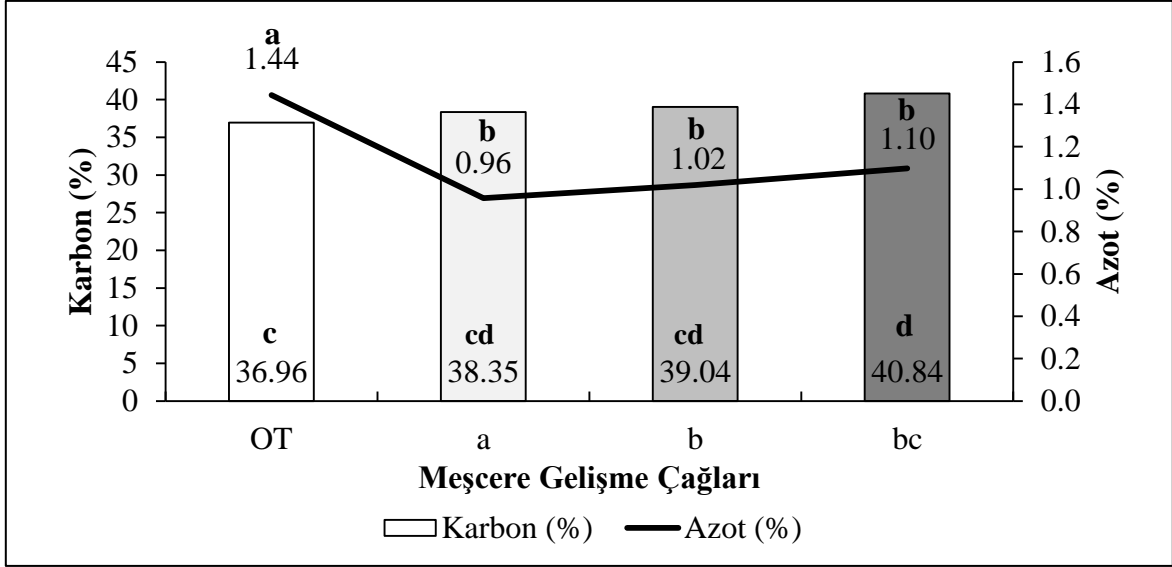
MGÇO.: Meşçere Gelişme Çağları ve OT Alanları, Ort.: Ortalama, Stan. Sap.: Standart Sapma, Min.: En düşük, Max.: En Yüksek, Top: Toplam

Ortalama 0-2 mm kök azot ve karbon miktarlarının meşçere gelişme çağları ve OT alanlarına göre önemli farklar gösterip göstermediğini belirlemek için tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları ortalama 0-2 mm kök azot ve karbon miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir (Tablo 42).

Tablo 42. Ortalama 0-2 mm kök azot, karbon miktarlarının meşçere gelişme çağları ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları

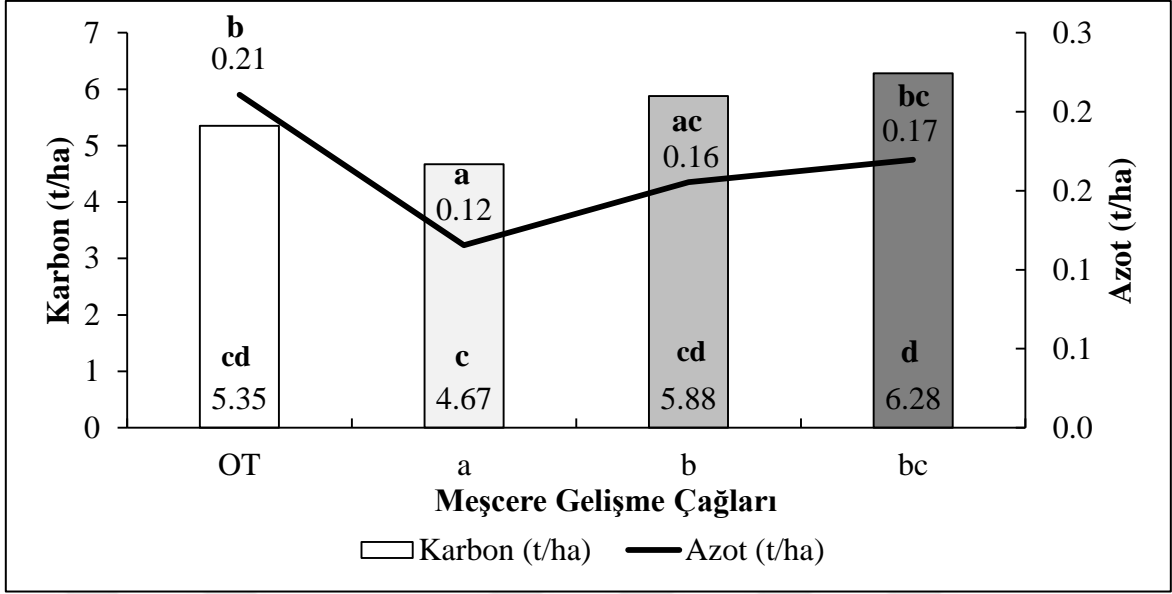
Parametre	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Azot (%)	Gruplar Arası	2,933	3	,978	22,703	0,00
	Gruplar İçi	4,048	94	,043		
	Toplam	6,980	97			
Karbon (%)	Gruplar Arası	235,881	3	78,627	7,947	0,00
	Gruplar İçi	930,060	94	9,894		
	Toplam	1165,941	97			
Azot (t/ha)	Gruplar Arası	0,081	3	,027	6,442	0,00
	Gruplar İçi	0,395	94	,004		
	Toplam	0,477	97			
Karbon (t/ha)	Gruplar Arası	30,767	3	10,256	2,950	0,04
	Gruplar İçi	326,816	94	3,477		
	Toplam	357,583	97			

Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, ortalama 0-2 mm köklerde anlamlı farkın, azot içeriklerinde OT ile diğer meşçereler arasında, karbon içeriklerinde ise OT ile bc meşçereleri arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 46).



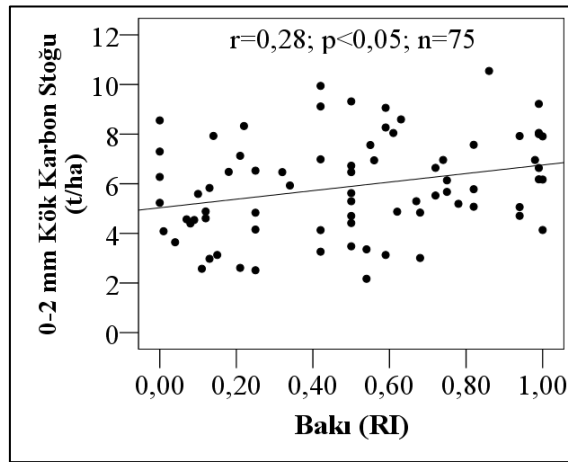
Şekil 46. Ortalama 0-2 mm kök azot ve karbon içeriklerinin (%) meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre değişimi (n=98). Sütun içerisindeki ve çizgi üzerindeki değişik harfler ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. Sütun içerisindeki sayılar ortalama karbon (%), çizgi üzerindeki ise ortalama azot (%) oranlarını göstermektedir

Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, ortalama 0-2 mm kök karbon ve azot arasındaki anlamlı farkın, azot stoklarında OT ile a ve b meşcereleri arasında ve a ile bc meşcereleri arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 49). Karbon stoklarında ise a ile bc meşcereleri arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 47).



Şekil 47. Ortalama 0-2 mm kök azot, karbon stoklarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre değişimi (n=98). Sütun içerisindeki değişik harfler ortalamalar arasında fark olduğunu, çizgi üzerindeki değerler azot ve sütun altındaki değerleri ise karbon ortalama miktarlarını göstermektedir

Araştırma alanının ortalama 0-2 mm kök azot ve karbon miktarları ile topoğrafik faktörler arasında (eğim, bakı) bir ilişki olup olmadığını test etmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları yalnızca ağaçlandırma alanlarında ortalama 0-2 mm kök karbon stoğu ile bakı ($r=0,28$) arasında istatistiksel olarak anlamlı (Şekil 48, Ek Tablo 5) ve pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir (Ek Tablo 5).



Şekil 48. Ağaçlandırma alanlarında 0-2 mm kök karbon stoğu ile bakı arasındaki ilişki

3.4.2.1.2. 0-2 mm C/N Oranına İlişkin Bulgular

Araştırma alanının C/N oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 43'da verilmiştir. Meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre ortalama kök C/N oranları büyükten küçüğe doğru a, bc, b, OT şeklinde sıralanmıştır.

Tablo 43. Ortalama kök C/N oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler

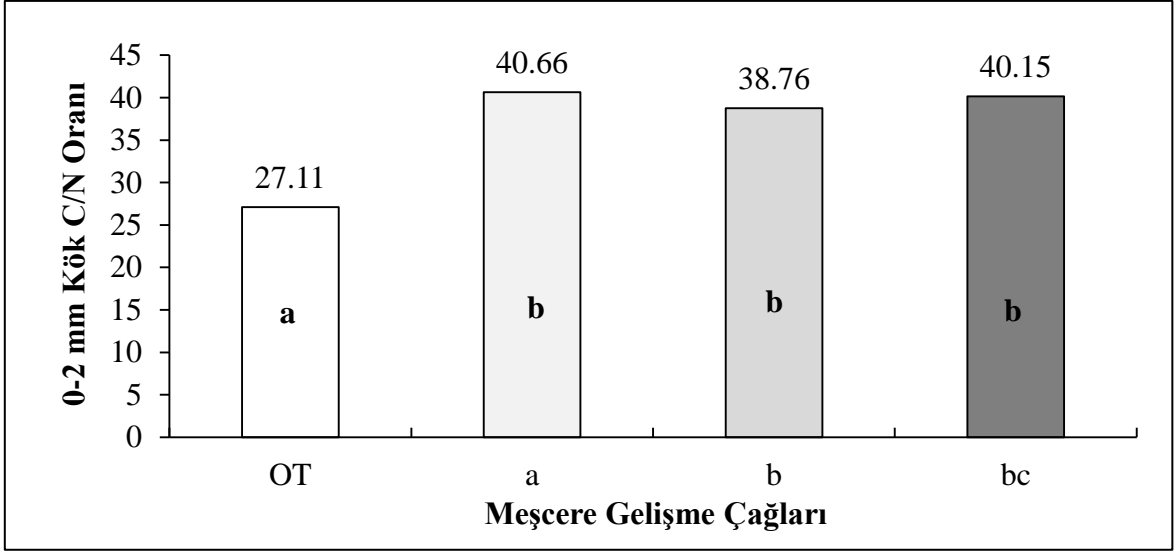
Meşcere Gelişme Çağları ve OT Alanları	Adet	Ortalama	Standart Sapma	Min. (t/ha)	Max. (t/ha)
OT	23	27,11	9,45	20,03	64,04
a	13	40,66	4,96	32,24	45,92
b	21	38,76	4,64	29,39	47,09
bc	41	40,15	19,46	28,04	151,33

Ortalama kök C/N oranlarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre önemli farklar gösterip göstermediğini belirlemek için tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları ortalama C/N oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir (Tablo 44).

Tablo 44. Ortalama 0-2 mm kök C/N oranlarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları

Parametre	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
C/N	Gruplar Arası	2893,743	3	964,581	5,084	0,00
	Gruplar İçi	17833,03	94	189,713		
	Toplam	20726,78	97			

Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, kök ortalama C/N oranları arasındaki anlamlı farkın, OT ile diğer meşcere çağı arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 49).



Şekil 49. Ortalama 0-2 mm kök C/N oranlarının meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre değişimi (n=71). Sütun içerisindeki değişik harfler ortalamalar arasında fark olduğunu, üzerindeki değerler ortalama C/N oranlarını göstermektedir

Araştırma alanının 0-2 mm kök C/N oranları ile topoğrafik faktörler arasında (eğim, bakı) bir ilişki olup olmadığını test etmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları 0-2 mm kök C/N oranları ile topoğrafik faktörler arasında bir ilişki olmadığını göstermektedir (Ek Tablo 5).

3.4.2.2. 2-5 mm Kök Karbon ve Azot Miktarlarına İlişkin Bulgular

Araştırma alanının ortalama 2-5 mm azot ve karbon içeriklerine (%) ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 45’te verilmiştir. Meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre ortalama 2-5 mm kök azot içerikleri (%) büyükten küçüğe doğru OT, a, bc, b, karbon içerikleri b, bc, OT, a şeklinde sıralanmıştır.

Araştırma alanının ortalama 2-5 mm kök azot ve karbon stoklarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 45’te verilmiştir. Meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre ortalama 2-5 mm kök azot stokları (t/ha) büyükten küçüğe doğru b, bc, a, OT ve karbon stokları (t/ha) b, bc, a, OT şeklinde sıralanmıştır.

Tablo 45. Ortalama 2-5 mm kök azot ve karbon miktarlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Parametre	MGÇO	n	%				t/ha			
			Ort.	± SS	Min.	Max.	Ort.	± SS	Min.	Max.
Azot	OT	9	0,79	0,21	0,48	1,14	0,01	0,01	0,01	0,02
	a	11	0,62	0,17	0,46	1,02	0,02	0,01	0,00	0,04
	b	21	0,58	0,12	0,39	0,82	0,02	0,01	0,01	0,04
	bc	41	0,62	0,13	0,42	0,92	0,02	0,01	0,00	0,04
Karbon	OT	9	45,52	2,42	42,11	50,19	0,80	0,35	0,44	1,36
	a	11	43,78	2,78	37,94	46,67	1,19	0,76	0,45	2,61
	b	21	46,34	1,45	43,79	50,67	1,66	0,72	0,52	2,92
	bc	41	45,93	2,03	40,05	49,32	1,42	0,52	0,34	2,94

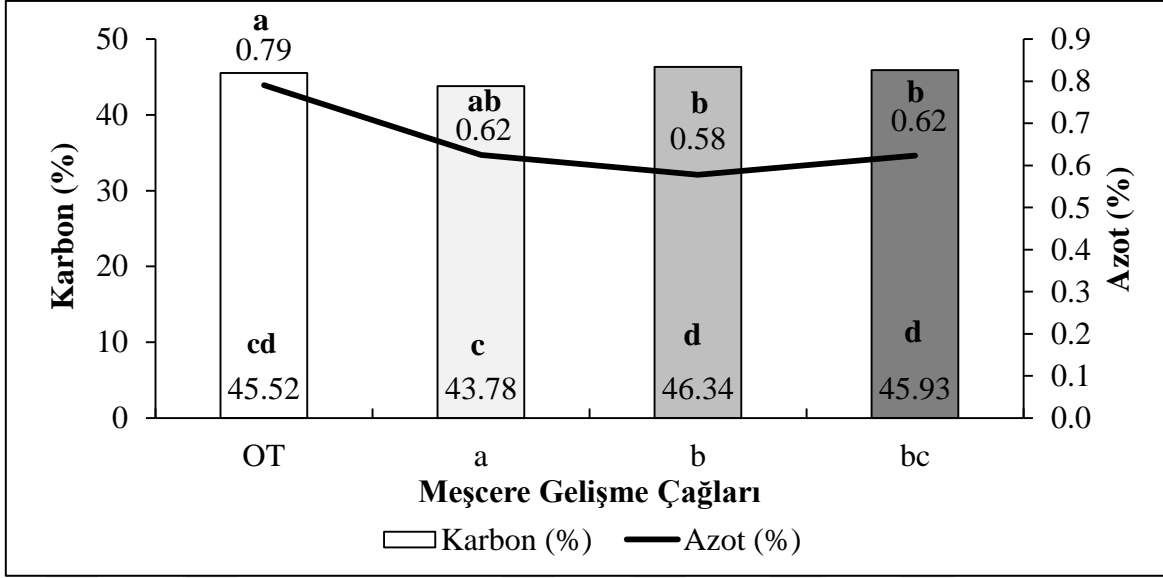
MGÇO.: Meşçere Gelişme Çağları ve OT Alanları, Ort.: Ortalama, Stan. Sap.: Standart Sapma, Min.: En düşük, Max.: En Yüksek, Top: Toplam

Ortalama 2-5 mm kök azot ve karbon miktarlarının meşçere gelişme çağlarına göre önemli farklar gösterip göstermediğini belirlemek için tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları ortalama 2-5 mm kök azot stoğu hariç diğer parametreler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir (Tablo 46).

Tablo 46. Ortalama 2-5 mm kök azot, karbon miktarlarının meşçere gelişme çağları ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları

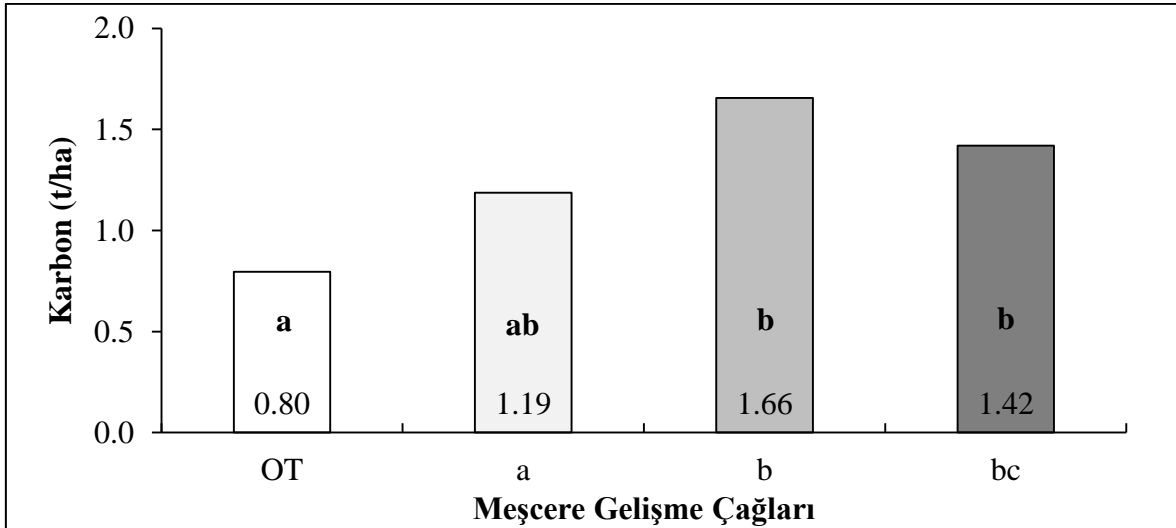
Parametre	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Azot (%)	Gruplar Arası	0,291	3	0,097	4,525	0,01
	Gruplar İçi	1,672	78	0,021		
	Toplam	1,964	81			
Karbon (%)	Gruplar Arası	51,373	3	17,124	4,038	0,01
	Gruplar İçi	330,747	78	4,24		
	Toplam	382,12	81			
Azot (t/ha)	Gruplar Arası	0	3	0	1,434	0,24
	Gruplar İçi	0,006	78	0		
	Toplam	0,006	81			
Karbon (t/ha)	Gruplar Arası	5,144	3	1,715	4,793	0,00
	Gruplar İçi	27,905	78	0,358		
	Toplam	33,049	81			

Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, ortalama 2-5 mm kök içerikleri arasındaki anlamlı farkın azot (%)’da OT ile b ve bc meşçereleri arasında karbon (%)’da ise a ile b ve bc çağları arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 50).



Şekil 50. Ortalama 2-5 mm kök azot, karbon içeriklerinin (%) meşcere gelişme çağıları ve OT alanlarına göre değişimi (n=82). Sütun içerisindeki ve çizgi üzerindeki değişik harfler ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. Sütun içerisindeki sayılar ortalama karbon (%), çizgi üzerindeki ise ortalama azot (%) oranlarını göstermektedir

Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, ortalama 2-5 mm kök karbon stokları (t/ha) arasındaki anlamlı farkın OT ile b ve bc çağıları arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 51).



Şekil 51. Ortalama 2-5 mm kök karbon stoklarının meşcere gelişme çağıları ve OT alanlarına göre değişimi (n=82). Sütun içerisindeki değişik ortalamalar arasında fark olduğunu, sütun altındaki değerler ise karbon ortalama miktarlarını göstermektedir

Araştırma alanının ortalama 2-5 mm kök azot ve karbon miktarları ile topoğrafik faktörler arasında (eğim, bakı) bir ilişki olup olmadığını test etmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları 2-5 mm kök azot ve karbon miktarları (t/ha) ile topoğrafik faktörler arasında bir ilişki olmadığını göstermektedir (Ek Tablo 5).

3.4.2.2.1. 2-5 mm C/N Oranına İlişkin Bulgular

Araştırma alanının C/N oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 47’de verilmiştir. Meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre ortalama kök C/N oranları büyükten küçüğe doğru b, bc, a, OT şeklinde sıralanmıştır.

Tablo 47. Ortalama 2-5mm kök C/N oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler

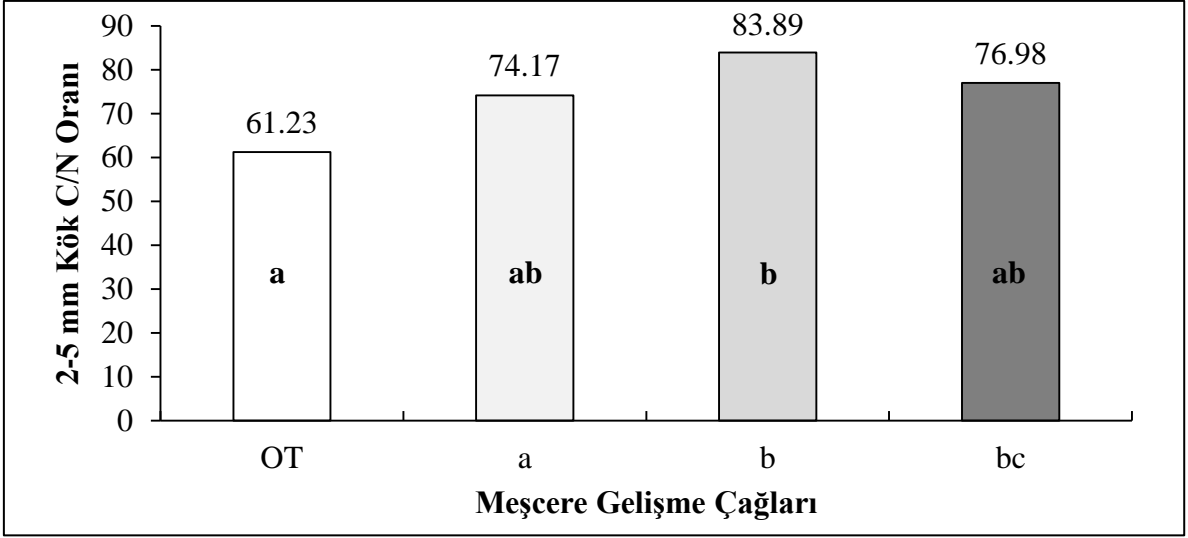
Meşcere Gelişme Çağları ve OT Alanları	Adet	Ortalama	Standart Sapma	Min. (t/ha)	Max. (t/ha)
OT	9	61,23	16,78	42,12	98,85
a	11	74,17	18,01	42,45	98,66
b	21	83,89	18,49	56,59	120,73
bc	41	76,98	16,71	49,30	113,38

Ortalama kök C/N oranlarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre önemli farklar gösterip göstermediğini belirlemek için tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları ortalama C/N oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($p < 0,01$, Tablo 48).

Tablo 48. Ortalama 2-5 mm kök C/N oranlarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları

Parametre	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
C/N	Gruplar Arası	3310,68	3,00	1103,56	3,66	0,02
	Gruplar İçi	23496,53	78,00	301,24		
	Toplam	26807,21	81,00			

Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, kök ortalama C/N oranları arasındaki anlamlı farkın, OT ile diğer meşcere çağı arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 52).



Şekil 52. Ortalama 2-5 mm kök C/N oranlarının meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre değişimi (n=82). Sütun içerisindeki değişik harfler ortalamalar arasında fark olduğunu, sütun üstündeki değerler ise ortalama C/N oranlarını göstermektedir

Araştırma alanının 2-5 mm kök C/N oranları ile topoğrafik faktörler arasında (eğim, bakı) bir ilişki olup olmadığını test etmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları 2-5 mm kök C/N oranları ile topoğrafik faktörler arasında bir ilişki olmadığını göstermektedir (Ek Tablo 5).

3.4.2.3. >5 mm Kök Karbon ve Azot Miktarlarına İlişkin Bulgular

Araştırma alanının ortalama >5 mm azot ve karbon içeriklerine (%) ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 49'da verilmiştir. Meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre ortalama >5 mm kök azot içerikleri (%) büyükten küçüğe doğru OT, bc, b, a; karbon içerikleri (%) a, bc, b, OT şeklinde sıralanmıştır.

Araştırma alanının ortalama >5 mm kök azot ve karbon stoklarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 49'da verilmiştir. Meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre ortalama >5 mm kök azot stokları (t/ha) büyükten küçüğe doğru OT, bc, a, b ve karbon stokları (t/ha) a, bc, OT, b şeklinde sıralanmıştır.

Tablo 49. Ortalama >5 mm kök azot ve karbon miktarlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Parametre	MGÇO	n	%				t/ha			
			Ort.	± SS	Min.	Max.	Ort.	± SS	Min.	Max.
Azot	OT	6	0,90	0,31	0,40	1,26	0,06	0,04	0,02	0,13
	a	7	0,44	0,13	0,27	0,66	0,03	0,02	0,02	0,06
	b	19	0,44	0,09	0,30	0,68	0,02	0,01	0,01	0,05
	bc	38	0,53	0,22	0,26	1,64	0,03	0,02	0,01	0,09
Karbon	OT	6	44,31	2,10	42,06	46,77	2,78	0,94	1,61	4,32
	a	7	47,42	2,44	45,98	52,87	4,08	3,16	1,42	9,64
	b	19	45,71	2,06	40,18	48,50	2,17	0,87	0,95	3,83
	bc	38	45,77	2,96	37,08	51,41	3,03	1,78	0,81	8,36

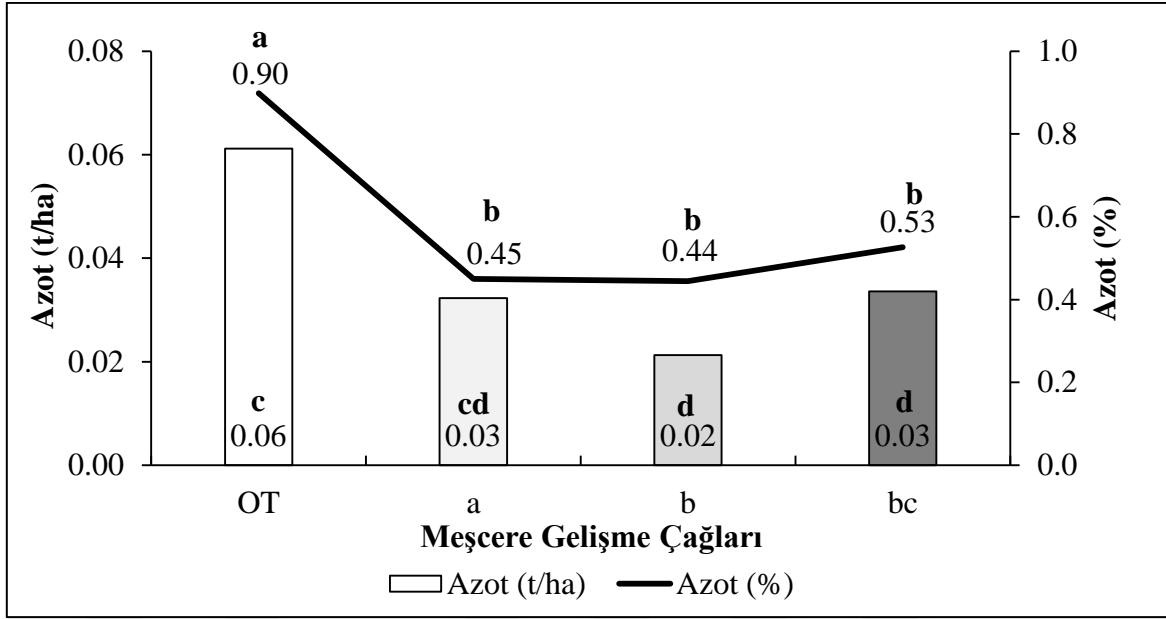
MGÇO.: Meşçere Gelişme Çağları ve OT Alanları, Ort.: Ortalama, Stan. Sap.: Standart Sapma, Min.: En düşük, Max.: En Yüksek, Top: Toplam

Ortalama >5 mm kök azot ve karbon miktarlarının meşçere gelişme çağları ve OT alanlarına göre önemli farklar gösterip göstermediğini belirlemek için tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları ortalama >5 mm kök karbon miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını buna karşın azot miktarları arasında anlamlı farkın olduğunu göstermektedir (Tablo 50).

Tablo 50. Ortalama >5 mm kök azot, karbon miktarlarının meşçere gelişme çağları ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları

Parametre	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Azot (%)	Gruplar Arası	1,007	3	0,336	8,717	0,00
	Gruplar İçi	2,542	66	0,039		
	Toplam	3,55	69			
Karbon (%)	Gruplar Arası	31,846	3	10,615	1,525	0,22
	Gruplar İçi	459,52	66	6,962		
	Toplam	491,366	69			
Azot (t/ha)	Gruplar Arası	0,007	3	0,002	5,878	0,00
	Gruplar İçi	0,028	66	0		
	Toplam	0,035	69			
Karbon (t/ha)	Gruplar Arası	20,491	3	6,83	2,305	0,09
	Gruplar İçi	195,579	66	2,963		
	Toplam	216,069	69			

Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, ortalama >5 mm kök azot içerikleri arasındaki anlamlı farkın OT ile diğer meşçereler arasında, stoklarında ise OT ile b ve bc meşçere çağları arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 53).



Şekil 53. Ortalama >5 mm kök azot miktarlarının meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre değişimi (n=70). Sütun içerisindeki ve çizgi üzerindeki değişik harfler ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. Sütun içerisindeki sayılar ortalama azot (t/ha) stoklarını çizgi üzerindeki ise ortalama azot (%) oranlarını göstermektedir

Araştırma alanının >5 mm kök karbon ve azot miktarları ile topoğrafik faktörler arasında (eğim, bakı) bir ilişki olup olmadığını test etmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları >5 mm kök karbon ve azot miktarları ile topoğrafik faktörler arasında bir ilişki olmadığını göstermektedir (Ek Tablo 5).

3.4.2.3.1. >5 mm C/N Oranına İlişkin Bulgular

Araştırma alanının >5 mm kök C/N oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 51'de verilmiştir. Meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre ortalama kök C/N oranları büyükten küçüğe doğru a, b, bc, OT şeklinde sıralanmıştır (Tablo 51)

Tablo 51. Ortalama >5 mm kök C/N oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler

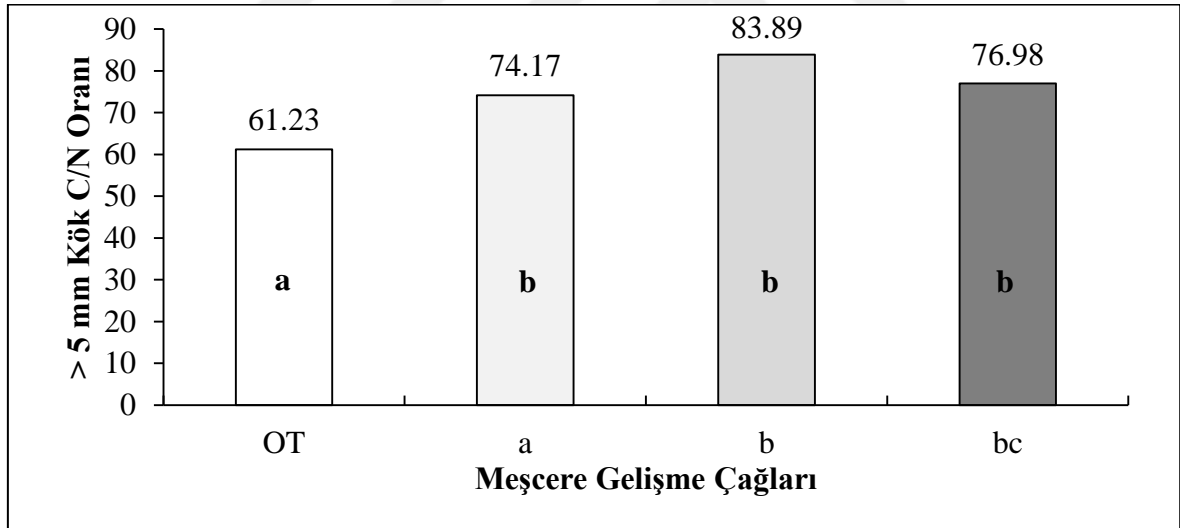
Meşcere Gelişme Çağları ve OT Alanları	Adet	Ortalama	Standart Sapma	Min. (t/ha)	Max. (t/ha)
OT	6	57,67	30,73	33,48	116,63
a	7	116,51	39,98	71,35	193,65
b	19	107,12	22,91	65,07	149,77
bc	38	96,92	30,33	24,01	182,74

Ortalama >5 mm kök C/N oranlarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre önemli farklar gösterip göstermediğini belirlemek için tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları >5 mm C/N oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($p<0,01$, Tablo 52).

Tablo 52. Ortalama >5 mm kök C/N oranlarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları

Parametre	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
C/N	Gruplar Arası	13777,73	3	4592,578	5,243	0,00
	Gruplar İçi	57807,56	66	875,872		
	Toplam	71585,29	69			

Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, kök ortalama C/N oranları arasındaki anlamlı farkın, OT ile diğer meşcere çağı arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 54).



Şekil 54. Ortalama >5 mm kök C/N oranlarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre değişimi (n=70). Sütun içerisindeki değişik harfler ortalamalar arasında fark olduğunu, sütun üstündeki değerler ise ortalama >5 mm kök C/N oranlarını göstermektedir

Araştırma alanının >5 mm kök C/N oranları ile topoğrafik faktörler arasında (eğim, bakı) bir ilişki olup olmadığını test etmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları OT alanlarında >5 mm kök C/N oranları ile eğim arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmasına karşın örnek sayısı çok düşük olduğu için değerlendirmeye alınmamıştır.

3.4.2.4. Toplam Kök Karbon ve Azot Stoklarına İlişkin Bulgular

Araştırma alanının toplam kök azot ve karbon stoklarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 53'te verilmiştir. Meşçere gelişme çağı ve OT alanlarına göre toplam kök azot stokları büyükten küçüğe doğru OT, bc, b, a ve karbon stokları bc, b, a, OT şeklinde sıralanmıştır.

Tablo 53. Toplam kök azot ve karbon stoklarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler

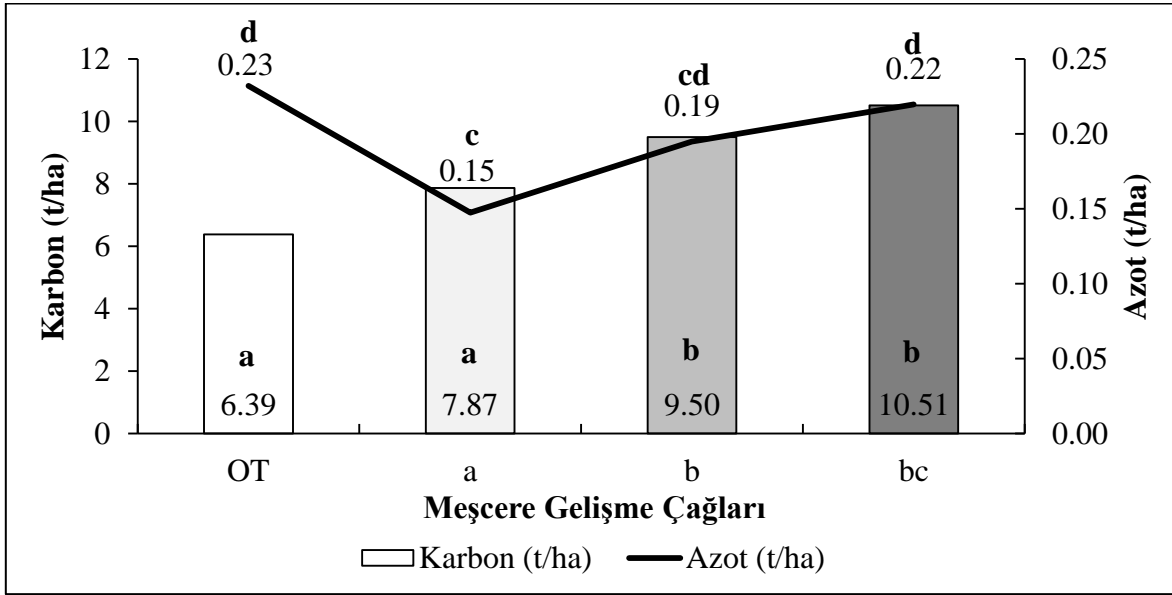
Parametre	Meşçere Gelişme Çağları ve OT Alanları	Adet	Ortalama	Standart Sapma	Min.	Max.
Azot (t/ha)	OT	23	0,23	0,08	0,04	0,39
	a	13	0,15	0,06	0,06	0,24
	b	21	0,19	0,06	0,11	0,33
	bc	41	0,22	0,08	0,08	0,37
Karbon (t/ha)	OT	23	6,39	1,92	1,48	9,99
	a	13	7,87	4,38	2,57	15,51
	b	21	9,50	2,24	5,85	14,55
	bc	41	10,51	3,34	2,85	17,83

Toplam kök azot ve karbon stoklarının meşçere gelişme çağı ve OT alanlarına göre önemli farklar gösterip göstermediğini belirlemek için tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları toplam kök azot ve karbon ortalama stokları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir (Tablo 54).

Tablo 54. Toplam kök azot, karbon stoklarının meşçere gelişme çağı ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları

Parametre	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Azot (t/ha)	Gruplar Arası	0,070	3	0,023	4,713	0,00
	Gruplar İçi	0,468	94	0,005		
	Toplam	0,539	97			
Karbon (t/ha)	Gruplar Arası	272,853	3	90,951	9,967	0,00
	Gruplar İçi	857,785	94	9,125		
	Toplam	1130,638	97			

Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, toplam kök azot ortalama stokları arasındaki anlamlı farkın a ile OT ve bc meşçere gelişme çağı arasında, karbon stoklarında OT ile b ve bc arasında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ortalama karbon stoklarında a ile bc meşçereleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu da bulunmuştur (Şekil 55).



Şekil 55. Toplam kök azot ve karbon stoklarının meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre değişimi (n=98). Sütun içerisindeki ve çizgi üzerindeki değişik harfler ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. Sütun içerisindeki sayılar ortalama karbon (t/ha), çizgi üzerindeki ise ortalama azot (t/ha) stoklarını göstermektedir

Araştırma alanının toplam kök azot (t/ha) ve karbon (t/ha) miktarı ile topoğrafik faktörler arasında (eğim, bakı) bir ilişki olup olmadığını test etmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları kök azot (t/ha) ve karbon (t/ha) miktarı ile topoğrafik faktörler arasında bir ilişki olmadığını göstermektedir (Ek Tablo 5).

3.4.2.5. Toprak Karbon ve Azot Miktarlarına İlişkin Bulgular

Araştırma alanının ortalama toprak azot ve karbon içeriklerine (%) ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 55’te verilmiştir. Meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre ortalama üst toprak azot içerikleri büyükten küçüğe doğru OT, b, bc, a, karbon içerikleri b, bc, OT, a şeklinde sıralanmıştır.

Araştırma alanının üst toprak azot ve karbon stoklarına (t/ha) ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 49’da verilmiştir. Meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre ortalama üst toprak azot stokları (t/ha) büyükten küçüğe doğru OT, b, bc, a ve karbon stokları b, OT, bc, a şeklinde sıralanmıştır.

Tablo 55. Ortalama üst toprak azot ve karbon miktarlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Parametre	MGÇO	n	%				t/ha			
			Ort.	± SS	Min.	Max.	Ort.	± SS	Min.	Max.
Azot (t/ha)	OT	46	0,58	0,15	0,30	0,90	3,30	0,86	0,99	5,64
	a	26	0,43	0,14	0,24	0,78	2,42	0,69	1,12	4,65
	b	42	0,57	0,21	0,27	1,06	2,97	1,17	1,06	6,46
	bc	81	0,56	0,18	0,20	0,99	2,68	0,95	1,04	6,08
Karbon (t/ha)	OT	46	6,91	2,25	2,59	12,99	38,23	9,29	17,55	62,34
	a	26	5,77	2,72	2,19	10,99	32,23	11,69	18,50	65,95
	b	42	7,82	3,66	2,15	15,58	39,46	18,10	14,27	82,89
	bc	81	7,45	2,71	2,45	14,25	34,94	12,02	11,79	78,42

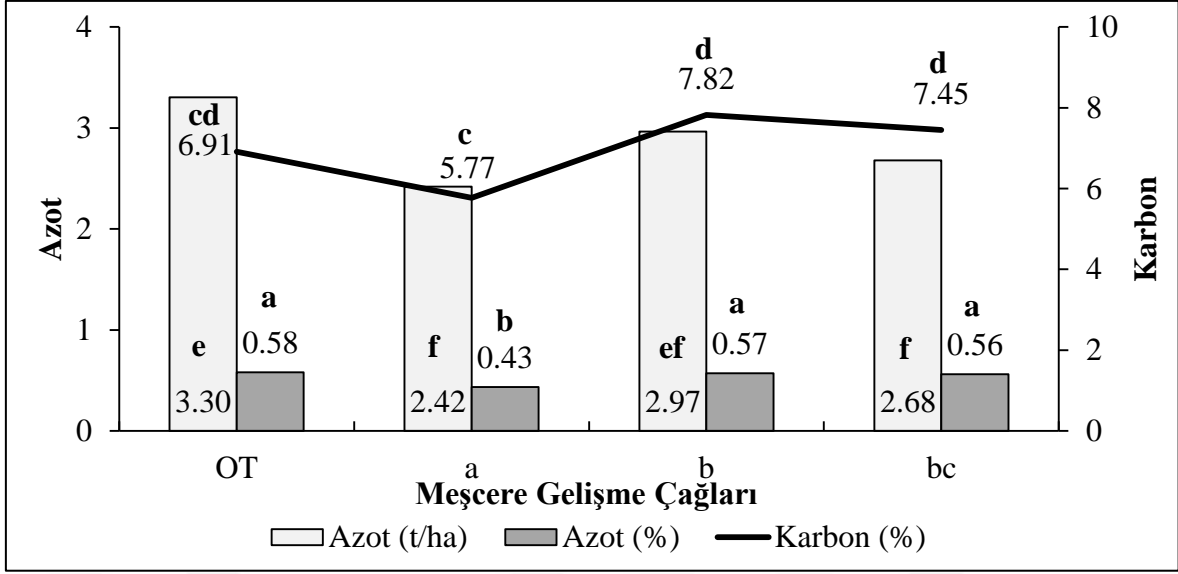
MGÇO: Meşçere Gelişme Çağları ve OT Alanları, Ort.: Ortalama, Stan. Sap.: Standart Sapma, Min.: En düşük, Max.: En Yüksek, Top: Toplam

Ortalama üst toprak azot ve karbon miktarlarının meşçere gelişme çağları ve OT alanlarına göre önemli farklar gösterip göstermediğini belirlemek için tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları ortalama üst toprak karbon ve azot içerikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. Ayrıca üst toprak azot stokları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmişken buna karşın karbon stokları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (Tablo 56).

Tablo 56. Üst toprakların azot ve karbon miktarlarının meşçere gelişme çağları ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları

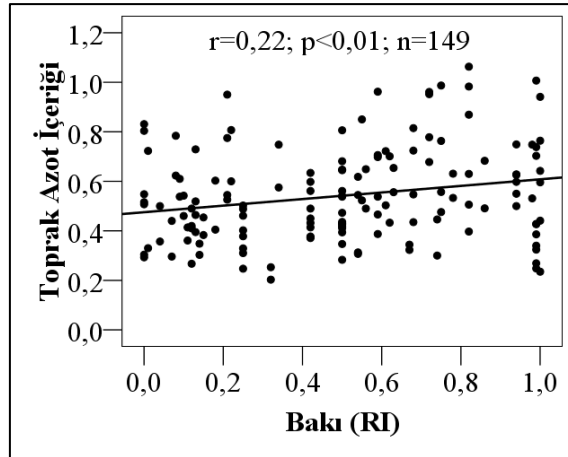
Parametre	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Azot (%)	Gruplar Arası	,424	3	,141	4,518	,004
	Gruplar İçi	5,981	191	,031		
	Toplam	6,406	194			
Karbon (%)	Gruplar Arası	78,394	3	26,131	3,222	,024
	Gruplar İçi	1549,021	191	8,110		
	Toplam	1627,414	194			
Azot (t/ha)	Gruplar Arası	17,158	3	5,719	6,269	0,00
	Gruplar İçi	174,245	191	0,912		
	Toplam	191,403	194			
Karbon (t/ha)	Gruplar Arası	1171,185	3	390,395	2,309	0,08
	Gruplar İçi	32294,721	191	169,082		
	Toplam	33465,906	194			

Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, ortalama üst toprak azot içerikleri arasındaki anlamlı farkın a ile diğer meşçere gelişme çağları arasında, azot stoklarında OT ile a ve bc meşçereleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca karbon içerikleri arasındaki farkın a ile b, bc meşçereler arasında olduğu bulunmuştur (Şekil 56).



Şekil 56. Üst toprak karbon ve azot miktarlarının meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre ortalama değişimi (n=195). Sütun içerisindeki ve çizgi üzerindeki değişik harfler ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. Sütun içerisindeki ve üstündeki sayılar ortalama azot miktarlarını, çizgi üzerindeki ise ortalama karbon (%) oranlarını göstermektedir.

Araştırma alanının üst topraklarının azot ve karbon miktarları ile topoğrafik faktörler arasında (eğim, bakı) bir ilişki olup olmadığını test etmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları yalnızca ağaçlandırma alanında ortalama üst toprak azot içeriği ile bakı ($r=0,22$) arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir (Şekil 57).



Şekil 57. Ağaçlandırma alanlarında toprak azot (%) içeriği ile bakı arasındaki ilişki

3.4.2.5.1. Toprak C/N Oranına İlişkin Bulgular

Araştırma alanının üst toprak ortalama C/N oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 57’de verilmiştir. Meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre üst toprak ortalama C/N oranlarının büyükten küçüğe doğru b, bc, a, OT şeklinde sıralanmıştır.

Tablo 57. Ortalama üst toprakların C/N oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler

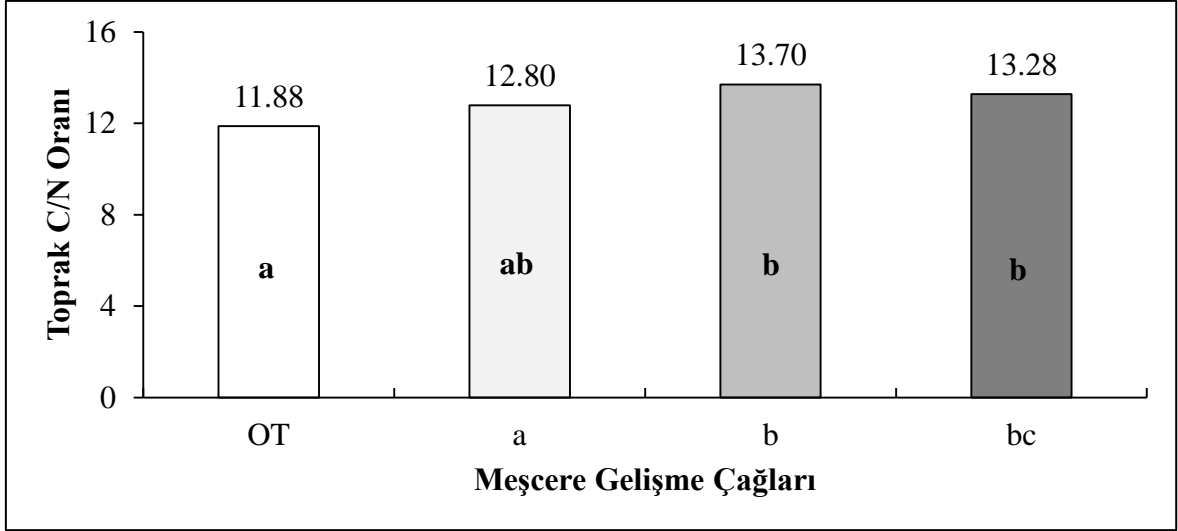
Meşcere Gelişme Çağı ve OT Alanları	n	Ort.	± SS	Min.	Max.
OT	46	11,88	2,34	7,64	19,09
a	26	12,80	2,69	7,47	17,71
b	42	13,69	3,86	5,06	22,99
bc	81	13,28	2,54	8,65	20,67

Üst toprakların ortalama C/N oranlarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre önemli farklar gösterip göstermediğini belirlemek için tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları üst toprak ortalama C/N oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir (Tablo 58).

Tablo 58. Üst toprakların C/N oranlarının meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre varyans analizi sonuçları

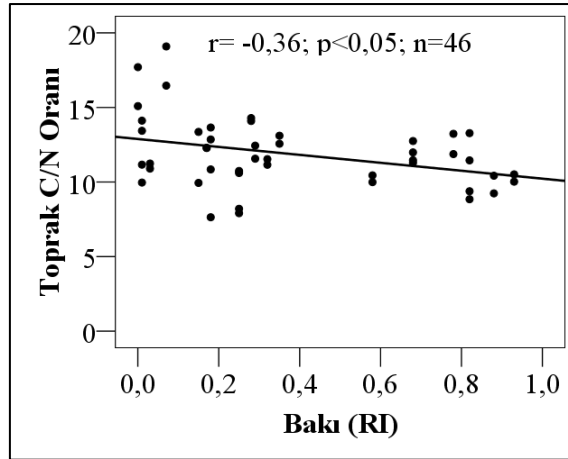
Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gruplar Arası	85,22	3	28,41	3,49	0,02
Gruplar İçi	1555,86	191	8,15		
Toplam	1641,08	194			

Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, üst toprak ortalama C/N oranları arasındaki anlamlı farkın OT ile b ve bc meşcere gelişme çağı arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 58).



Şekil 58. Üst toprakların ortalama C/N oranlarının meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre değişimi (n=195). Sütun içerisindeki değişik harfler ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir

Araştırma alanının üst toprakların ortalama C/N oranları ile topoğrafik faktörler arasında (eğim, bakı) bir ilişki olup olmadığını test etmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları yalnızca OT alanında ortalama üst toprakların ortalama C/N oranları ile bakı ($r = -0,36$) arasında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bir ilişki olduğunu göstermektedir (Şekil 59).



Şekil 59. OT alanlarında üst toprakların C/N oranları ile bakı arasındaki ilişki

4. TARTIŞMA

4.1. Toprak Özelliklerine İlişkin Tartışma

4.1.1. Toprak Derinliği

Bitki yetiştiriciliği ve ormancılık literatüründe toprak derinliği, mutlak toprak derinliği ve fizyolojik toprak derinliği olarak 2 tür derinlikten söz edilmektedir. Toprak genetiğinde toprağın B horizonunun alt sınırına kadar olan kalınlığına mutlak toprak derinliği, orman ağaç köklerinin yayılmış olduğu derinliği de fizyolojik toprak derinliği olarak nitelendirilir (Çepel, 1988'a; Kantarcı 2000).

Araştırma alanında farklı meşcere gelişme çağıları ve OT alanları altındaki toprakların ortalama toprak derinliklerinin arasında fark olup olmadığını sınamak için varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre; meşcere gelişme çağıları ve OT alanları farklılığının istatistiksel olarak MTD bakımından anlamlı olmadığı, FTD bakımından ise anlamlı olduğu belirlenmiştir. Ortalama MTD (cm), OT alanında 57,48; a çağında 56,54; b çağında 49,10; bc çağında ise 49,54 olarak belirlenmiştir. Ortalama FTD (cm) ise OT meşcere çağında 68,7; a çağında 71; b çağında 68,10 ve bc çağında ise 82,39 olarak belirlenmiştir.

Çalışmanın yürütüldüğü alan Karadağ formasyonu olarak adlandırılmakta ve bu formasyon andezit-bazalt ve piroklastitlerden oluşmaktadır. Andezit-bazalt dış püskürük taşlar olup nötr veya bazik karakterdedir. Bu anakayalar arazi ve laboratuvar sonuçlarına bakıldığında ayrışmaları hızlı olduğundan (Kantarcı, 2000), havalanma ve geçirgenlik koşulları iyi, derin ve orta derin topraklar meydana getirdiği görülmektedir.

Örnek alanlar mutlak toprak derinliği bakımından incelendiğinde; tüm örnek alanlar derin ve orta derin sınıfta yer alması yetiştirme ortamındaki su ve besin ekonomisini olumlu yönde etkilediği düşünülmektedir. Toprak derinliklerinden özellikle mutlak toprak derinliği topoğrafya, anakaya, iklim, biyolojik, kimyasal ve fiziksel süreçler gibi birçok faktörün etkileşimlerinden değişime uğrayabilmektedir (Jenny, 1941; Hoover ve Hursh, 1943; Summerfield, 1997). Araştırma alanı bu özellikler bakımından homojen bir saha olduğundan ötürü mutlak toprak derinliği ile bakı arasında herhangi bir ilişki bulunmamıştır. Ayrıca meşcere gelişme çağıları ve OT alanları arasında mutlak toprak derinliği bakımından bir fark görülmemiştir (Ek çizelge 1, tablo 2). Ayrıca bu sonuçlar; faktörlerin (eğim, bakı, meşcere

gelişme çağları), çalışma kapsamında incelenen diğer parametreler üzerindeki etkilerini doğru yorumlayabilme açısından da önemlidir.

Genel olarak, bitki yaşının veya çapının artması sonucu ağaçlar daha büyük bir tepe tacına sahip olur. Bu nedenle bitkilerin sürdürülebilir büyümesi için daha derin topraktan daha yüksek su talebi etmektedirler (Song vd., 2018). Bu sebeple meşcere yaşı veya çapı arttıkça daha derine giden kök sistemleri geliştirmektedir (Song vd., 2018). Benzer şekilde Zhang vd., (2011), Ma vd., (2013), Song vd., (2018) meşcere yaşının artmasına paralel olarak kök derinliğinin arttığını bildirmişlerdir.

Yapılan korelasyon analizine göre ağaçlandırma alanlarında eğim ile FTD arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif ($r=0,51$) bir ilişki bulunmuşken, buna karşılık OT alanlarında ise ilişki tespit edilmemiştir. Bu sonuç, eğim miktarı arttıkça ağaçlandırma alanlarında mutlak toprak derinliğinde bir değişim olmazken, fizyolojik toprak derinliğinde artışın olduğunu göstermektedir. Doğu Ladini bitki besin elementlerini daha fazla üst toprakta bulabildiğinden ötürü genellikle ilk 60 cm derinlikte yoğun, sık kök yayılımı yapmaktadır (Anonim, 2008). Fakat Doğu Ladini elverişli toprak koşullarında köklerini derine indirdiği de ifade edilmektedir (Altun, 1995). Araştırma sonuçlarına bakıldığında eğimin artışıyla beraber ağaçlandırma alanları topraklarında kum miktarları artmakta ve bu durumun sonucu olarak, alandaki bitkiler daha derine giden kök sistemi oluşturdukları düşünülmektedir. Çünkü arazi eğim derecesinin artışıyla yağış sularının yüzeysel akışı yükselir ve iskelet içeriği zengin, sık ve kurak topraklar oluşmaktadır (Çepel, 1989). Bu durum besin maddesi ve su ekonomisi bakımından zayıf ve kurak alanlar oluşturmaktadır (Çepel, 1989). Özellikle gevşek ve permeabiliteleri fazla olan ve yağış sularının sürekli süzülmesi, bu sebeple oksijen itibariyle zengin topraklarda tüm bitkilerde olduğu gibi ladin de derine giden kök sistemlerini oluşturabildiği belirtilmektedir (Sevim, 1961). Ayrıca ladin türü OT sahalarındaki bitkilerden daha fazla derine giden kök sistemi oluşturmasından ötürü bu etkinin istatistiksel olarak ağaçlandırma alanlarında görüldüğü düşünülmektedir.

4.1.2. Toprağın Mekanik Bileşimi

Araştırma alanlarındaki toprakların ortalama kum oranları üst topraklarda, OT alanlarında %68, a çağında %65, b çağında %67 ve bc çağında ise %76 olarak belirlenmiştir. Ortalama kum oranları, alt topraklarda ise OT alanında %56, a çağında %64, b çağında %60 ve bc çağında %66 olarak belirlenmiştir. Ortalama kil oranları, üst topraklarda OT alanında

%12, a çağında %16, b çağında %14, bc çağında ise %12 olarak belirlenmiştir. Ortalama kil oranları alt topraklarda ise OT alanında %21, a çağında %16, b çağında %19 ve bc çağında %18 olarak belirlenmiştir. Ortalama toz oranları, üst topraklarda OT alanlarında %20, a çağında %19, b çağında %19 ve bc çağında %12 olarak belirlenmiştir. Ortalama toz oranları alt topraklarda ise OT alanlarında %23, a çağında %20, b çağında 21, bc çağında ise %16 olarak belirlenmiştir.

Farklı meşçere gelişme çağları ve OT alanları altındaki toprakların ortalama kum (%), toz (%) ve kil (%), oranları arasında fark olup olmadığını sınamak için varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre üst ve alt topraklarda ortalama kum (%), toz (%), kil (%) oranları açısından meşçere gelişme çağları ve OT alanlarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır. Ayrıca araştırma alanı topraklarının mekanik analiz sonuçları incelendiğinde toprakların kum oranı en yüksek bc çağında tespit edilmiş ve bu durum istatistiki olarak da anlamlı olduğu belirlenmiştir. Bu durumun sebebi olarak aşırı yağışlarla birlikte ince materyalin (kil ve toz) toprak yüzeyinden yıkanıp taşınması ve ladin ölü örtüsü ayrışmasında asit ürünlerin meydana gelerek (Kantarıcı, 2000; Sarıyıldız, 2011) toprağı asitleştirmesi olarak gösterilebilir. Çünkü araştırma alanının Thornthwaite iklim analizi sonucu elde edilen yıllık yağış miktarı 1081 mm'dir. Ayrıca araştırma alanının iklim tipi "Nemli, Orta sıcaklıkta (Mezotermal), su noksanı olmayan veya pek az olan, okyanus iklimine yakın iklim" olarak belirlenmiştir. Buna ek olarak araştırma alanına en yakın Vakfıkebir-Hamzalı meteoroloji istasyonunda uzun yıllar yıllık yağış ortalaması 1366 mm'dir. Bu veriler ışığında alanın fazla yağış aldığı söylenebilir. Ilıman iklim tiplerinin etkisi altında ve toprak reaksiyonun pH 4,5-6,5 arasında bulunduğu ortamda toprakta bulunan katyonlar yıkanması ile kil, serbest kalarak sızıntı suyu ile daha derinlere doğru taşınmaktadır (Kantarıcı, 1986). Kilin taşınması ile yıkanma zonu kil bakımından fakirleşir ve birikme zonu ise zenginleşmektedir (Kantarıcı, 1986). Toprak reaksiyonunun pH 4,2' den aşağı düşmesi sonucunda ise kil taşınıp birikmemekte, aksine tahrip olup ayrışmaktadır (Kantarıcı, 2000). Araştırma alanı toprak reaksiyonları hem bu pH değerlerine yakın hemde şiddetli ve çok şiddetli asit sınıflarında olduğu görülmektedir. En düşük pH ortalamasının bc çağında olması ölü örtü biyokütlesininin bu çağlarda en fazla (13,94 t/ha) olmasından ötürü olduğu düşünülebilir. Çünkü Ladin gibi bazı koniferlerin ölü örtülerinin ayrışması sonucunda, meydana gelen organik asitler üst toprak reaksiyonunun hızla asitleşmesine ve toprağın yıkanmasına (podsolloşme) neden olabilmektedir (Ranger ve Nys, 1994; Kantarıcı, 2000; Sarıyıldız, 2011). Buna ek olarak ölü örtü biyokütlesi ile kum (%) oranının arasında

pozitif ($p<0,01$) ve toz (%) oranı arasında negatif ($p<0,01$) olması bu durumu desteklemektedir. Bu konuda çeşitli ağaç türleri üzerinde yapılan çalışmalarda benzer sonuçlar bulunmuştur. Savacı (2017), Sarıçam ve Gökmar türleri üzerine yapmış olduğu çalışmada, her iki ağaç türü içinde yaşa bağlı olarak yüzde kum miktarında bir artış, yüzde kil ve toz oranlarında ise bir azalma olduğunu belirlemiştir. Çömez (2010) Sarıçam üzerine yapmış olduğu çalışmada, Ah horizonunda en yüksek kum oranı c çağında en düşük kum oranını ise a meşcere çağında bulmuştur. Turfan vd. (2016), Uludağ Gökmarı ve Sarıçam üzerine yapmış olduğu çalışmada yaşa bağlı olarak her iki ağaç türü içinde yüzde kum oranında artış, yüzde kil ve toz oranlarında ise azalma olduğunu belirlemişlerdir.

Araştırma alanı toprakları ortalama kil oranları bakımından incelendiğinde a çağındaki meşcereler OT alanlarına göre daha yüksek orana sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ortalama kum oranları bakımından istatistiki olmasada nisbi olarak a çağı OT alanından daha düşük miktara sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durumun nedeni olarak, ağaçlandırma çalışmasından önce uygulanan arazi hazırlığını (örtü temizliği+toprak işleme) göstermek mümkündür. Ağaçlandırma çalışmalarında toprak işleminin yapılması toprağın özellikle fiziksel özelliklerini etkilediği pek çok çalışmada belirtilmektedir (Çepel, 1985; Querejeta vd., 2000; Ramos vd., 2007; Yüksek vd., 2009).

Topoğrafik etkenler (eğim, bakı) ile toprakların mekanik bileşimi arasında bir ilişkinin olup olmadığını ortaya koymak için korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre ağaçlandırma alanlarında bakı ile üst toprakların ortalama kum (%) ($r=0,17$) ve ortalama kil (%) ($r=0,21$) alt toprakların ise ortalama kum (%) ($r=0,30$), ortalama kil (%) ($r=-0,32$) ve ortalama toz (%) ($r=-0,17$) oranları arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Ayrıca eğim ile üst toprakların ortalama kum (%) ($r=0,36$), ortalama kil (%) ($r=-0,27$) ve toz ($r=-0,32$) alt toprakların ise ortalama kum (%) ($r=0,29$), ortalama kil (%) ($r=-0,16$) ve ortalama toz (%) ($r=-0,32$) oranları arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Buna ek olarak OT alanlarında ise yalnızca eğim ($r=-0,32$) ile üst toprakların ortalama toz (%) oranları arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

Korelasyon analizi sonuçları ağaçlandırma alanlarında arazi eğim derecesi ve bakının toprakların tane çapı dağılımını etkilediğini göstermektedir. Eğim derecesinin artışı yağış sularının yüzeysel akışını artırır. Bu etki erozyon şiddetinin etkisini artırarak iskelet içeriği zengin, kaba tekstürlü toprakların oluşmasına neden olmaktadır (Çepel, 1988; Kimmins, 2004). Bu konuda yapılan birçok çalışmada eğimin artışıyla beraber kum (%) oranının arttığını belirtmiştir (Tüfekçioğlu, 1995; Ekberli ve Dengiz, 2017; Özdemir, 2019).

Bakı faktörü eğimle birlikte toprağın tekstür, strüktür, derinlik vb. fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkilemektedir (Altun, 1995; Socha, 2008). Araştırma alanı topraklarının korelasyon sonuçları, ağaçlandırma alanlarında radyasyon indeksi arttıkça yani kuzey bakıdan güney bakılara gidildikçe ortalama kum (%) oranlarının arttığını göstermektedir. Güney bakılı yamaçların kuzey bakılı yamaçlara göre daha fazla ısı almaları topraklarında farklı ısınmalarına neden olmaktadır (Kantarıcı, 2000). Bu etkinin sonucu olarak; kuzey yamaçlarda yer alan topraklarda donma ve çözülme arasındaki değişimin dolayısıyla fiziksel ayrışmanın güney yamaçlardaki topraklara oranla daha az olmaktadır (Wildin vd., 1985). Bu şartlara bağlı olarak güneye bakan yamaçlarda sıg, kuzeye bakan yamaçlar üzerinde daha kalın ve organik madde bakımından zengin, asit reaksiyon gösteren topraklar egemen olmaktadır (Atalay, 2012). Nitekim, yapılan birçok çalışmada güney bakılarda toprakların kum oranları kuzey bakılara göre daha fazla olduğu belirtilmiştir (Tüfekçioğlu, 1995; Erol ve Hızal, 2006; Plat vd., 2013).

4.1.3. Toprak Reaksiyonu ve Elektriksel İletkenliği

Araştırma alanlarındaki toprakların ortalama pH (H₂O) değerleri, üst topraklarda, OT alanlarında 4,68; a çağında 4,75; b çağında 4,79 ve bc çağında ise 4,30 olarak belirlenmiştir. Ortalama pH (H₂O) miktarları, alt topraklarda ise OT alanında 4,92; a çağında 4,86; b çağında 4,71; bc çağında 4,58 olarak belirlenmiştir. Ortalama pH (KCl) değerleri, üst topraklarda OT alanında 4,00, a çağında 4,02; b çağında 3,86; bc çağında ise 3,84 olarak belirlenmiştir. Ortalama pH (KCl) değerleri, alt topraklarda ise OT alanlarında 4,15, a çağında 4,10, b çağında 4,06 ve bc çağında 4,03 olarak belirlenmiştir. Ortalama EC (μ S/cm) değerleri üst topraklarda OT alanlarında 90,64; a çağında 40,86; b çağında 102,66; bc çağında ise 135,18 olarak belirlenmiştir. Ortalama EC (μ S/cm) değerleri, alt topraklarda ise OT alanlarında 42,28; a çağında 25,49; b çağında 26,11 ve bc çağında 42,38 olarak belirlenmiştir.

Farklı meşcere gelişme çağları ve OT alanları altındaki toprakların ortalama pH ve EC değerleri arasında fark olup olmadığını sınamak için varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre hem üst hem de alt topraklarda ortalama pH (H₂O ve KCl) değerleri açısından meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark belirlenmişken EC (μ S/cm) miktarları bakımından ise sadece üst topraklarda anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir. Toprak reaksiyonu sonuçları incelendiğinde üst topraklarda hem H₂O'da hem de KCl'de a çağı OT alanından daha yüksek değerlere sahip olduğu

görülmektedir. Bu sonuç H₂O’da nispi, KCl’de ise istatistiki olarak bir farklılık olduğunu göstermektedir. Bu sonucun nedeni olarak ağaçlandırma çalışmasından önce uygulanan arazi hazırlığını (örtü temizliği+toprak işleme) göstermek mümkündür. Çünkü işleme ile toprak alt üst edildiğinde bazik elementlerin üst katmanlara çıkabildiği bilinmektedir. Balesdent vd. (2000) toprak işlemenin, topraktaki organik karbon kaynaklarını, mikroorganizma faaliyetlerini, canlıları ve mikroklimasını etkileyerek pH’nın yükselmesine neden olabileceğini belirtmiştir.

Ağaçlandırma alanları toprak reaksiyonu bakımından incelendiğinde a çağından bc çağına doğru gidildikçe asitleşmektedir. En düşük ortalama pH değeri (H₂O ve KCl) hem üst hem alt topraklarda bc çağına en yüksek pH ise a çağına görülmektedir. Ağaçlandırma, besin döngülerini etkileyebilme, ölü örtü kalite ve miktarını etkileyerek toprak hidrojen iyonlarının miktarını değiştirebilmektedir (Hong vd., 2018). Ağaçlandırmanın genel itibarıyla pH değerini düşürdüğüyle ilgili birçok çalışma bulunmaktadır (Rhoades ve Binkley 1996; Parfitt ve Ross 2011; Rigueiro - Rodríguez vd., 2012). Ayrıca Ladin gibi bazı koniferlerin ölü örtülerinin ayrışması sonucunda, meydana gelen organik asitler üst toprak reaksiyonunun hızla asitleşmesine ve toprağın yıkanmasına (podsolloşme) neden olabilmektedir (Ranger ve NYC, 1994; Kantarcı, 2000; Sarıyıldız, 2011). Nitekim çalışma sonucunda bulunun değerler incelendiğinde ölü örtü biyokütlesi a çağına 8,06 t/ha’dan bc çağına 13,94 t/ha’ya yükselmiştir.

Araştırma alanı topraklarının ortalama EC değerlerine bakıldığında tuzluluk sorunu olmadığı görülmektedir. Genel olarak 4 dS m⁻¹ sınır değerinden daha yüksek elektriksel iletkenliğe sahip topraklar “tuzlu” olarak sınıflandırılmaktadır (Richards, 1954). EC (µS/cm) değerlerinin istatistik sonuçları incelendiğinde en yüksek EC (µS/cm) değerine bc çağı sahip olduğu görülmektedir. Bu durum bu çağda biriken ölü örtü ve organik maddeye bağlı olarak ayrışma sonucu serbest kalan besin maddeleri ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Her ne kadar ladin ölü örtüsü asidik oranlar versede, b ve bc çağlarında toprak karbon içeriğinin a çağına göre yüksek olması açığa çıkan katyon miktarında artışa neden olarak elektriksel iletkenlik miktarında arttırmış olabilir. Benzer şekilde yapılan birçok çalışmada da ölü örtü birikiminin en yüksek olduğu alanlarda EC (µS/cm) değerleri diğer alanlara göre yüksek çıkmıştır (Atmaca ve Yılmaz 2006; Özalp, 2015)

Topoğrafik etkenler (eğim, bakı) ile toprakların pH ve EC (µS/cm) arasında bir ilişkinin olup olmadığını ortaya koymak için korelasyon analizi yapılmıştır. Yapılan analize göre ağaçlandırma alanlarında eğim ile hem üst hem de alt toprakların pH (H₂O) değerleri

arasında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif, EC değerleri arasında ise anlamlı ve pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Buna karşılık bakı ile pH ve EC değerleri arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir. Ayrıca OT alanlarında eğim, bakı ile pH (H₂O) ve EC değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Analiz sonuçları, ağaçlandırma alanlarında bakı ile alt toprakların pH (KCl) miktarları arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki olduğunu buna karşın üst topraklarda ilişki olmadığını göstermiştir. Ayrıca OT alanlarında bakı ile üst toprakların pH (KCl) miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir ilişki olduğunu buna karşılık alt topraklarda bir ilişki olmadığı bulunmuştur.

Korelasyon analizi sonuçlarına göre arazi eğim derecesinin araştırma alanı topraklarının ortalama pH değerlerini etkilediğini göstermektedir. Eğim derecesinin artışı toprak reaksiyonunun azalmasına neden olmaktadır. Bu durum artan eğim derecesinin artışı ile birlikte taşlılık ve dolayısıyla kum oranının artmasına, yıkanma ve katyon kaybı ile toprak reaksiyonunun azalması ile ilgili olabilir. Değişik tür ve alanlarda yapılan çalışmalar bu sonucu desteklemektedir (Garcia vd., 1990; Hendershot vd., 1992; Sarıyıldız ve Duman 2008; Özalp vd., 2015; Wubie vd., 2020). Eğimin toprak reaksiyonu üzerindeki bu şekildeki etkisi toprağın EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerlerini etkilemektedir. Toprak elektriksel iletkenliği doğrudan tuzluluk ile ilgilidir (Pathak ve Rao, 1998). Toprak reaksiyonunun azalışı daha fazla miktarda çözünür tuza sahip olmasını sağlamaktadır (Provin ve diğerleri, 2001; Şenol vd., 2018). Bruckner'a (2012) göre, düşük toprak pH'ı, toprakta daha fazla sayıda hidrojen iyonu olduğunu gösterir. Bu nedenle, topraktaki çok sayıda hidrojen iyonu nedeniyle düşük toprak pH'ı toprağın elektriksel iletkenliğini artırabilir (Aizat vd., 2014). Topraktaki elektriksel iletkenliği etkileyen toprak minerali, gözeneklilik, toprak nemi ve toprak sıcaklığı gibi birçok başka faktör olduğundan ötürü toprak pH'ı, toprak elektriksel iletkenliği ile doğrusal bir ilişki içinde değil, güç fonksiyonu şeklinde negatif olarak ilişkilidir (USDA, 2011).

Araştırma alanının arazi bakışının toprak reaksiyonu üzerinde alt topraklarda etkili olduğu görülmektedir. Korelasyon sonuçlarına göre radyasyon indeksi arttıkça yani güneşli bakılara doğru gidildikçe alt toprakların reaksiyonu artmaktadır. Güneşe maruz kalma süresi, toprak sıcaklıklarını ve dolayısıyla toprak suyu mevcudiyetini etkilemektedir (Barnes ve diğerleri, 1998; McNab, 1993). Gölge bakılarda güneşe maruz kalma süresi düşük olduğundan toprak daha serin olacağı için güneşli bakılara göre daha nemlidir (Çepel, 1989). Ayrıca gölge bakılarda kar örtüsü daha yavaş eridiği için toprağa sızan su miktarı fazla olmaktadır (Çepel, 1989). Bu olay sonucunda kuzeye bakan yamaçlarda üst toprakta bulunan

katyonların yıkanarak alt horizonlara inmesi ve bu katmanlarda toprak asitliğinin artmasına neden olduğu düşünülmektedir.

4.1.4. Toprakların Nem Sabiteleri

Araştırma alanlarındaki toprakların ortalama tarla kapasitesi (%) oranları, üst topraklarda, OT alanlarında 39,86; a çağında 37,95; b çağında 39,36 ve bc çağında ise 38,27 olarak belirlenmiştir. Ortalama tarla kapasitesi (%) oranları, alt topraklarda ise OT alanında 35,45; a çağında 34,07; b çağında 35,43; bc çağında 37,18 olarak belirlenmiştir. Ortalama solma noktası (%) oranları, üst topraklarda OT alanında 23,22; a çağında 20,54; b çağında, 23,49; bc çağında ise 23,35 olarak belirlenmiştir. Ortalama solma noktası (%) oranları, alt topraklarda ise OT alanlarında 18,25; a çağında 18,77; b çağında 19,75 ve bc çağında 21,54 olarak belirlenmiştir. Ortalama Faydalanılabilir Su Kapasitesi (%) oranları üst topraklarda OT alanlarında 16,64; a çağında 17,42; b çağında 15,84; bc çağında ise 14,93 olarak belirlenmiştir. Ortalama faydalanılabilir su kapasitesi (%) oranları, alt topraklarda ise OT alanlarında 17,20; a çağında 15,30; b çağında 15,68 ve bc çağında 15,65 olarak belirlenmiştir.

Farklı meşcere gelişme çağları ve OT alanları altındaki toprakların ortalama tarla kapasitesi, solma noktası ve faydalanılabilir su kapasitesi oranlarının arasında fark olup olmadığını sınamak için varyans analizi yapılmıştır. Buna göre alt toprakların ortalama tarla kapasitesi, solma noktası oranları açısından meşcere gelişme çağları ve OT alanları göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark belirlenmişken üst topraklarda ortalama tarla kapasitesi, solma noktası oranları, faydalanılabilir su kapasitesi alt topraklarda ise faydalanılabilir su kapasitesi ($p<0.05$) bakımından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Araştırma sonuçlarına göre, tarla kapasitesi ve solma noktası, ağaçlandırılmış alanlarda a çağından bc çağına gidildikçe üst topraklarda bir fark görülmezken alt topraklarda nisbi olarak artış göstermiştir. Ayrıca alt topraklarda bc çağı OT alanından istatistiki anlamda daha yüksek tarla kapasitesi ve solma noktasına sahip olduğu görülmektedir. Meşcere çağ sınıfı arttıkça kök miktarı artışı ve devamlı organik madde katkısından toprak hacim ağırlığı düşmektedir (Kahle 2007; Korkanç vd., 2018). Nitekim araştırma sonuçlarına bakıldığında toprakların karbon içerikleri (%), ölü örtü ve kök miktarları arttığı görülmektedir. Düşen hacim ağırlığıyla birlikte alt topraklarda tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri arttığı düşünülmektedir. Hacim ağırlığının düşüşüyle beraber toprakların tarla kapasitesi ve solma noktasının arttığını

gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (De Macedo ve ark., 2002; Tüfekçioğlu vd., 2002; Özdemir, 2019).

Topoğrafik etkenler (eğim, bakı) ile toprakların ortalama tarla kapasitesi, solma noktası ve faydalanılabilir su kapasitesi arasında bir ilişkinin olup olmadığını ortaya koymak için korelasyon analizi yapılmıştır. Yapılan analize göre ağaçlandırma alanlarında bakı ile üst toprakların T tarla kapasitesi oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bir ilişki olmasına karşın alt topraklarda ise pozitif bir ilişki olduğunu göstermiştir. Ayrıca eğim ile ağaçlandırma alanları topraklarının tarla kapasitesi oranları arasında bir ilişki bulunmamasının yanında bakı ile OT alanları topraklarının tarla kapasitesi oranları arasında da bir ilişki bulunmamıştır. Ağaçlandırma ve OT alanlarında bakı ile alt toprakların solma noktası oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir ilişki olduğunu buna karşılık üst topraklarda bir ilişki olmadığını göstermiştir. Bunun yanında eğim ile OT alanları topraklarının solma noktası oranları ile bir ilişki bulunmamıştır. Bakı ile OT alanları alt topraklarının FSK oranları arasında anlamlı ve negatif bir ilişki olmasına karşın üst topraklar ile bir ilişki olmadığını göstermiştir. Ayrıca bakı ile araştırma alanları üst topraklarının ve eğim ile araştırma alanı topraklarının FSK oranları arasında bir ilişki bulunmamıştır.

Korelasyon analizi sonuçları bakı ile ortalama toprak nem sabiteleri arasında bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bu ilişki güneyli bakılara gidildikçe üst topraklarda tarla kapasitesinin düştüğünü, alt topraklarda ise solma noktasıyla beraber artarken faydalanılabilir su kapasitesinin düştüğünü göstermektedir. Mekanik analiz sonuçlarının tartışıldığı kısımda da belirtildiği üzere güneyli bakılara gidildikçe kum oranlarının artması sonucunda üst topraklardaki tarla kapasitesi ve alt topraklardaki faydalanılabilir su kapasitesinin düşmesine neden olduğu düşünülmektedir (Buckman ve Brady, 1969; Çepel, 1988; Kantarcı 2000). Ayrıca güneyli bakılara gidildikçe üst topraklarda hacim ağırlığında bir değişim olmazken alt topraklarda azalmaya neden olmakta bu durum alt toprakların tarla kapasitesi ve solma noktası değerlerinin artmasına neden olduğu düşünülmektedir. Hacim ağırlığının düşüşüyle beraber toprakların tarla kapasitesi ve solma noktasının arttığını gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (Karagül, 1994; De Macedo ve ark., 2002; Wall ve Heiskanen, 2003; Tüfekçioğlu vd., 2002; Özdemir, 2019). Bu çalışmalarda organik madde artışının hacim ağırlığını düşürdüğü ve solma noktalarındaki nem miktarını arttırdığı ifade edilmektedir.

4.1.5. Toprakların Hacim Ağırlığı

Araştırma alanlarındaki toprakların ortalama hacim ağırlığı (gr/cm^3), üst topraklarda, OT alanlarında 0,76; a çağında 0,83; b çağında 0,71 ve bc çağında 0,72 olarak belirlenmiştir. Ortalama hacim ağırlığı, alt topraklarda ise OT alanında 0,98; a çağında 0,91; b çağında 0,87; bc çağında 0,85 olarak belirlenmiştir.

Farklı meşcere gelişme çağıları ve OT alanları altındaki toprakların hacim ağırlıklarının arasında fark olup olmadığını sınamak için varyans analizi yapılmıştır. Buna göre hem üst toprakların hacim ağırlıkları açısından meşcere gelişme çağıları ve OT alanlarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamışken alt toprakların hacim ağırlıkları açısından tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları, hacim ağırlığı OT alanından bc meşcere çağına gidildikçe üst topraklarda bir fark görülmezken alt topraklarda azalma olduğunu bu azalmanın bc ve b ile OT arasında istatistiki olarak önemli olduğunu göstermiştir. Ayrıca üst topraklarda meşcere gelişme çağıları ve OT alanlarına göre hacim ağırlıklarında istatistiksel anlamda bir fark olmasında nisbi olarak farklılık görülmektedir. Alan ağaçlandırıldıktan sonra üst topraklarda hacim ağırlığında bir yükselme ölçülmekte, meşcere b meşcere gelişme çağına geldiğinde tekrar düşüş yaşandığı tespit edilmektedir. Araştırma alanı ağaçlandırılıp meşcere gelişim çağı ilerledikçe orman toprağına eklenen ölü örtü miktarı artmakta, bu durum topraktaki organik maddenin, gözeneklilik ve geçirgenlik değerlerini arttırarak hacim ağırlığında azalmasına neden olduğu düşünülmektedir (Tüfekçioğlu vd.,2002). Toprakta organik karbon ile hacim ağırlığı arasındaki ilişki birçok çalışmada ortaya konulmuştur (Küçük, 2013; Savacı, 2017; Korkanç, 2018). Araştırma sonuçlarına bakıldığında üst topraklarda karbon içeriği (%) alan ağaçlandırıldıktan sonra düştüğü daha sonra artışa geçtiği görülmektedir.

Topoğrafik etkenler (eğim, bakı) ile toprakların ortalama hacim ağırlığı arasında bir ilişkinin olup olmadığını ortaya koymak için korelasyon analizi yapılmıştır. Yapılan analize göre ağaçlandırma alanlarında bakı ile alt toprakların hacim ağırlıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bir ilişki olmasına karşın üst topraklarda ise ilişki olmadığını göstermiştir. Bunun yanında eğim ile araştırma alanı topraklarının hacim ağırlıkları arasında bir ilişki bulunmamasının yanında bakı ile OT alanları topraklarının hacim ağırlıkları arasında da bir ilişki bulunmamıştır. Bu sonuçlar güneyli bakılara gidildikçe alt topraklarda hacim ağırlıklarının azaldığını göstermektedir. Araştırma sonuçlarında güneyli bakılara gidildikçe üst topraklardaki azot içeriğinin (%) ve kök biyokütlelerinde arttığı

görülmektedir. Bu parametreler üzerine olan etkiler hacim ağırlıklarında etkilediği düşünülmektedir (Kantarıcı, 2000; Çepel, 1988). Daha önce de değinildiği gibi topraklarda karbon ve kök miktarlarının artması hacim ağırlıklarının düşmesine neden olmaktadır. Nitekim güneyli bakılarda hacim ağırlığının kuzeyli bakılara göre daha yüksek olduğu çalışmalar da bulunmaktadır (Aydın, 2000; Küçük 2013).

4.2.3. Toprakların Karbon ve Azot Miktarlarına İlişkin Tartışma

Araştırma alanlarındaki topraklarının üst topraklarında ortalama azot içerikleri (%) OT alanında 0,58; a meşcere gelişme çağıında 0,43, b meşcere gelişme çağıında 0,57 ve bc meşcere gelişme çağıında 0,56 olarak belirlenmiştir. Ortalama karbon içerikleri ise OT alanında 6,91; a meşcere gelişme çağıında 5,77, b meşcere gelişme çağıında 7,82 ve bc meşcere gelişme çağıında 7,45 olarak belirlenmiştir. Akgül (1975) Türkiye'de Doğu Ladininin yayılış sahası topraklarında organik karbonun, çeşitli derinliklerde %0.15-0,801 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Yine aynı çalışmada toplam azot içeriğinin ise çeşitli derinliklerde %0.004-0.465 arasında değiştiğini bulmuştur. Fakat bu çalışmada üst toprakların ortalama karbon ve azot miktarları ayrı olarak hesaplanmamıştır. Akbaş (2014) Artvin Kafkasör yöresinde Doğu Ladini meşçereleri ve bitişiğindeki çayırılık alanlarda gerçekleştirdiği çalışmada temmuz ayı ortalama karbon içeriğini (%) 0-15 cm toprak derinliğinde yaşlı Ladin meşcerlerinde 5,52; genç Ladin meşcerlerinde 5,28; çayırılık alanda 6,66 olarak tespit etmiştir. Yine aynı çalışmada toplam azot içeriği (%) ortalama değerini 0-15 cm toprak derinliğinde, genç ladin meşceresinde 0,44; yaşlı ladin meşceresinde 0,41; çayırılık alanda 0,60 olarak bulmuştur. Doğan (2012) yine aynı bölgede topraklardaki azot içeriğini (%) ortalama olarak, genç ladin meşceresinde 0,30; yaşlı ladin meşceresinde 0,36; çayırılık alanda 0,41 olarak tespit etmiştir. Çebi (2017) Düzköy (Trabzon) Yöresinde Yapılan Ladin ağaçlandırma alanında topraktaki azot içeriğini (%) genç Ladin meşceresinde 0,22 olarak tespit etmiştir. Daha önce yapılan çalışmalar büyük oranda araştırma sonucunda bulduğumuz sonuçlar ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Farklı meşcere gelişme çağıları ve OT alanları altındaki toprak azot ve karbon içeriklerinin (%) arasında fark olup olmadığını sınamak için varyans analizi yapılmıştır. Buna göre toprakların azot ve karbon içerikleri (%) açısından meşcere gelişme çağıları ve OT alanlarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark belirlenmiştir. Meşcere gelişme çağıları ve OT alanları farklılığının azot içeriklerinde (%) a ile diğer çağılar arasında, karbon

içerikleri (%) arasındaki farkın a ile b, bc meşcereler arasında olduğu belirlenmiştir. a meşcere gelişme çağına hem karbon hem de azot içeriği (%) en düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durum azot miktarına (t/ha) istatistiki karbon miktarına (t/ha) nisbi olarak yansıdığı da çalışma sonuçlarında görülmektedir. Ağaçlandırmanın ilk yıllarında toprak yüzeyine düşen düşük ibre miktarı nedeniyle meşcereye giren karbon miktarı az olmaktadır (Wilde, 1964). Bununla birlikte, önceki ağaçlandırma öncesinden kalan artıklarından meşcereye giren karbon, bu süre boyunca ayrışmaya devam etmektedir. Bu nedenle, toprak karbon ve azot miktarlarında ilk düşüş, ölü örtü üretiminden kaynaklanan karbondaki kazançlardan daha ağır basan, ayrışma yoluyla karbon kaybından kaynaklandığı da çalışmalarda belirtilmektedir (Paul vd., 2002). Bu noktada ağaçlandırmada kullanılan türün ölü örtü ve kök ayrışma hızı ayrıca içeriğide önemli hale gelmektedir. Bilindiği üzere ladin ölü örtüsü ayrışmasında asit ürünlerin meydana gelerek (Kantarıcı, 2000; Sarıyıldız, 2011) toprağı asitleştirmektedir. Topraktaki asitlik miktarının artmasının yanında meşcere içine giren ışık şiddetinin meşcere gelişme çağı arttıkça düşmesi ve ölü örtüdeki C/N oranının artışı topraktaki karbon ve azot ayrışmasının yavaşlattığını düşünülmektedir. Ölü örtünün ışık ve dolayısıyla sıcaklık alamadığı, çok nemli yetişme ortamlarının hâkim olduğu ormanlarda organik maddenin ayrışması yavaşlamakta, C/N oranı artmaktadır (Kantarıcı, 2000). C/N oranı arttıkça ayrışmanın yavaşladığı ve 15'ten küçük olması durumunda ise ayrışma ve mineralizasyonun çok hızlı olduğu belirtilmektedir (Kantarıcı, 2000). Ölü örtü ayrışma oranlarının (yani mikroklimatik koşullar ve kalıntı girdilerinin kalitesi yoluyla) toprak karbonundaki değişiklikleri etkileyeceği konusunda çalışmalar bulunmaktadır (Paul vd., 2002). Sarıyıldız (2003) Artvin'de yetişen ladin, sarıçam ve kestane yapraklarının bileşimlerinin ayrışma oranları üzerine olan etkisini araştırdığı bir çalışma yayınlamıştır. Söz konusu çalışmada ayrışma yüzdesi en düşük ladin türü bulunmuştur. Bu durumun nedeni olarak kütle kaybını etkileyen en önemli kimyasal bileşim olan ligninin ladin türünde en fazla bulunmasından kaynaklanabileceğini belirtmiştir. Sarıyıldız vd. (2010) Artvin-Kafkasör mevkiinde Sarıçam, Doğu ladini ve Kızılağaç türlerinin kılcal ve ince kökleri ayrışma süreçlerini iki yıl süreyle araştırılmıştır. Çalışmada Kızılağaç kılcal ve ince kökleri en hızlı ayrışmayı gösterirken, bunu sarıçam ve doğu ladini izlemiştir. Türler arasındaki ayrışma farklılıklarında türlerin başlangıçta içerdiği kimyasal yapı etkili olurken azot oranı en fazla olan kızılağaç köklerinin ayrışması en hızlı iken, N oranı en az olan doğu ladininde ayrışma en yavaş gerçekleştiği tespit edilmiştir. Kök karbon ve azot miktarlarının tartışma kısmında belirtildiği üzere, araştırma alanı OT sahalarının 0-2 mm kök azot miktarları

ağaçlandırma sahalarından daha yüksek çıktığı tespit edilmiş ve bunun nedeni olarak bu sahaların azotça zengin bitkilerden oluşabileceği belirtilmiştir. Bu durum toprakta depolanan azot miktarları üzerinde etkisinin fazla olduğu düşünülmektedir. Nitekim Küçük (2010) yapmış olduğu çalışmada toplam azot miktarı bakımından mera alanları meşe alanlarına oranla daha fazla çıkmış ve bunun sebebi olarak mera alanlarındaki bitki örtüsünün baklagil türlerini içermesi ve dolayısı ile azotça daha zengin olma ihtimali olabileceği belirtilmektedir. Guo vd. (2008) Avustralya’da Themeda triandra’nın hâkim olduğu doğal bir otlak ve 1987’de otlakta kurulan monteri çamında yaptığı çalışmada çam ağaçlarının altındaki toprak C ve N stokları, çamların 16 yıl önce dikildiği bitişik doğal mera altındakilere göre önemli miktarda az olduğunu tespit etmiştir. Bu durumun nedeni olarak meraya ağaç diktikten sonra net birincil üretimdeki yer altı hâkimiyetinden yer üstü hâkimiyetine geçiş ve plantasyondaki bitki kalıntılarının (ölü örtü, kök) daha yavaş dönüşü, plantasyon ekosisteminde toprak karbonunun azalmasında anahtar rol oynadığını belirtmiştir. Akbaş (2014) yapmış olduğu çalışmada toplam karbon ve azot miktarları ortalama değerlerini Ladin türünde çayırılık alanına göre daha düşük tespit etmiş bu durumun nedeni olarak alanlardaki mikroorganizma miktarlarındaki farklılıklar ve mevsim koşullarındaki değişimler olabileceğini belirtmiştir. Ağaçlandırma sonucunda toprak karbon ve azot miktarındaki düşüşün etkilerinin ne kadar sürdüğünü bildiren çalışmalarda bulunmaktadır. Paul vd. (2002) 204 bölgeyi kapsayan 43 çalışmada bulunan ağaçlandırmanın ardından toprak karbonundaki değişiklikler hakkındaki küresel verileri sunduğu bir çalışma yayınlamıştır. Bu çalışmada ortalama olarak, ağaçlandırmanın ilk 5 yılında <10 cm (veya <30 cm) tabakalarındaki toprak karbonu, ağaçlandırma olmayan toprak karbon içeriğine göre genellikle yılda %3,46 (veya yılda% 0,63) azalmış, ardından artışa geçerek ancak 30 yaş civarında eski karbon miktarına dönebildiğini bildirmiştir. Ağaçlandırmadan sonra toprak karbonunda ilk düşüşü ve ardından kademeli bir artış gözlemlendiği ve ilk düşüşün, ağaçlandırmayı takiben 3-35 yıl sürdüğü gözlemlendiğini belirten başka çalışmalar da bulunmaktadır (Aweto, 1981; Zak vd., 1990; Richter vd., 1999). Toprak karbonunun ağaçlandırma öncesindeki denge durumunun gelmesi için geçen zaman, Nijerya’daki doğal ormanda takiben 10 yıl (0-10 cm, Aweto, 1981), Kongo’da okaliptüs ve çam plantasyonlarında 30 yıl (0-5 cm, Trouve vd., 1996), Massachusetts’te çam-meşe ağaçlarının altında 40-60 yıl (0-15 cm, Compton vd., 1998), Wisconsin’de kozalaklı ormanlarda 45-60 yaş (0-15 cm, Wilde, 1964), ve Minnesota’daki doğal orman oluşumunu takip eden 60 yıldan fazla bir süre (0-10 cm, Zak vd., 1990) olarak hesaplanmıştır. Bunlara

rağmen toprak tarafından kaybedilen veya kazanılan karbon miktarları, ağaç biyokütlesindeki karbon birikimi ile karşılaştırıldığında genellikle küçük ve hesaplamalara ölü örtünün dahil edilmesiyle, toprakta gözlenen ortalama azalmayı tersine çevirmekte, böylece toprak ve altlık tabakasındaki karbon miktarı, önceki merada olduğundan daha fazla olduğu bilinmektedir (Paul vd., 2002).

Araştırma alanlarındaki toprakların üst topraklarının ortalama azot stokları (t/ha) OT alanında 3,30 t/ha; a meşcere gelişme çağıında 2,42 t/ha; b meşcere gelişme çağıında 2,97 t/ha; bc meşcere gelişme çağıında 2,68 t/ha ve karbon (t/ha) miktarları ise OT alanında 38,23 t/ha; a meşcere gelişme çağıında 32,23 t/ha; b meşcere gelişme çağıında 39,46 t/ha; bc meşcere gelişme çağıında 34,94 t/ha şeklinde sıralanmıştır. Doğan (2012) Artvin-Kafkasör yöresinde yapmış olduğu çalışmada topraktaki karbon miktarını genç Ladin meşcerelerinde 37,99 t/ha, yaşlı ladin meşcerelerinde 38,55 t/ha, azot miktarını genç ladin meşcerelerinde 1,65 t/ha, yaşlı ladin 1,90 t/ha olduğunu tespit etmiştir. Becvárová vd. (2018) Avrupa Ladininde yapmış olduğu çalışmada yüzey mineral (A) horizonundaki organik karbon miktarını 3,68 ila 260,64 t/ha aralığında ve ortalama 24.38 t/ha olarak belirlemiştir. Daha önce yapılan çalışma sonuçları araştırma sonucunda bulduğumuz sonuçlar ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Farklı meşcere gelişme çağıları ve OT alanları altındaki toprakları ortalama azot ve karbon miktarlarının (t/ha) arasında fark olup olmadığını sınamak için varyans analizi yapılmıştır. Buna göre toprakların azot stoklarında (t/ha) açısından meşcere gelişme çağıları ve OT alanlarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuşken karbon stoklarında (t/ha) tespit edilmemiştir. Meşcere gelişme çağıları ve OT alanları farklılığının ortalama azot stoklarında (t/ha) OT ile a ve bc meşcereleri arasında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca karbon stokları (t/ha) bakımından meşcereler arasında farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Meşcere gelişme çağıları ve OT alanları arasındaki topraktaki azot ve karbon miktarları (t/ha) bakımından farklılığın hesaplamalarda kullanılan konsantrasyonlar ve toprakların hacim ağırlıklarının etkileyen faktörlerden ileri geldiği düşünülmektedir. Burada dikkat çeken noktalardan biri meşcere gelişiminin toprak karbon miktarına (t/ha) bir etkisinin olmamasıdır. Küçük (2013) yapmış olduğu çalışmada organik madde değerleri bakımından, bitki örtüsü farklılığının organik madde üzerinde etkili olmadığını tespit etmiştir. Güner ve Çömez (2014) Karaçam ağaçlandırma alanlarında gerçekleştirdiği çalışmada toprakların karbon stoklarının meşcere gelişme çağıları arasında önemli farklılıklar göstermediğini tespit etmiştir. Bu durumun nedeni olarak aynı meşcere gelişme çağıları içerisindeki örnek

alanların, farklı iklim, yeryüzü şekli ve toprak özelliklerine sahip olması nedeniyle karbon stoklarının geniş bir varyasyon göstermesinden kaynaklandığını belirtmiştir. Çömez (2010) sarıçam meşcerelerinde gerçekleştirdiği çalışmada toprakların 1 m derinliğe kadar olan karbon stokları meşcere gelişme çağlarına göre önemli farklılıklar göstermediğini tespit etmiştir. Bu duruma toprak organik karbonunu etkileyen birçok faktörün olmasının yanında örnek alanların farklı iklim, yükselti, bakı ve meşcere yapısına sahip yerlerde olması, toprakların taşlılıklarındaki farklar, toprak organik karbon stoğunda aynı meşcere gelişme çağları içerisinde geniş varyasyonlara sebep olabilir şeklinde açıklamıştır. Marın-Spiotta vd. (2009) 80 yıllık ağaçlandırma sahasında gerçekleştirdiği çalışmada ağaçlandırma sonrasında toprak karbon miktarında bir değişikliğin olmadığını tespit etmiştir. Brown vd. (1984) Porto Riko'daki farklı yaşam bölgelerinde mera ve orman toprağı karbon havuzları arasında önemli bir fark olmadığını tespit etmiştir. Belirtilen bu çalışmalar daha çok orta yaşlı veya yaşlı meşcerelerde gerçekleştirilen araştırmalardır. Bu çalışmada ise bc gelişme çağına kadar olan alanlar için ağaçlandırmanın toprak karbon stokları üzerinde önemli bir etkiye sahip olması için daha uzun zaman gerektirebileceği de düşünülmektedir. Nitekim Hoogmoed vd. (2012) meralara ağaç dikildikten sonra topraktaki karbon ve azotta meydana gelen değişiklikleri bildiren yayınlanmış makaleler ile bir çalışma yayınlamıştır. Söz konusu çalışmaya göre Akdeniz iklimine sahip bölgelerde otlakların otuz yıllık ağaçlandırılmasından sonra opraktaki karbon veya azot konsantrasyonlarında bir değişiklik olduğuna dair bir kanıt bulamamışlardır. Aynı çalışmada bu meraların ağaçlandırılmasının toprak karbon seviyelerinde bir artışa yol açabileceğini, ancak daha uzun zaman ölçeklerinde verilere ihtiyaç duyulduğunu belirtmişlerdir. Tüfekçioğlu ve Güner (2008) Artvin-Murgul yöresinde dikimle oluşturulmuş yalancı akasya meşcerelerinde gerçekleştirdiği çalışmada toprak organik maddesi bakımından akasya ile çayırılık alan arasında önemli farklılık bulmuşlardır.

Araştırma alanlarındaki toprakların üst topraklarının ortalama C/N oranları OT alanında 11,88; a gelişme çağıında 12,80; b gelişme çağıında 13,70; bc gelişme çağıında 13,28 şeklinde sıralanmıştır. Akbaş (2014) Artvin Kafkasör yöresinde Doğu Ladini meşcereleri ve bitişiğindeki çayırılık alanlarda gerçekleştirdiği çalışmada toprakların organik karbonun toplam azota oranları (C_{org}/N_{total}) üst toprakta ortalama olarak, genç ladin meşceresinde 9,16; yaşlı ladin meşceresinde 10,65 olarak bulmuştur. Çebi (2017) Düzköy (Trabzon) yöresinde Ladin ağaçlandırma sahalarında yaptığı çalışmada C/N oranının genç meşcerelerde 16,9 olarak bulmuştur. Oostra vd. (2006) İsveçte 1930'larda kurulan botanik bahçesinde ha'da 460 ferdi bulunan Avrupa ladini türünde yapmış olduğu çalışmada C/N oranını 0-3 cm'de

20,6; 3-10 cm'de 17,3; 10-20 cm'de ise 14,2 olarak tespit etmiştir. Akgül (1975) Türkiye'de Doğu Ladininin yayılış sahası topraklarında C/N değerleri çeşitli derinliklerde 1.03-7,63 arasında değiştiğini belirtmiştir. Akbaş (2014) Artvin Kafkasör yöresinde Doğu Ladini meşcereleri ve bitişiğindeki çayırılık alanlarda gerçekleştirdiği çalışmada temmuz ayı ortalama karbon içeriğini (%) yaşlı meşcerelerde 11,6; genç meşcerelerde 10,2 olarak tespit etmiştir. Yapılan çalışmalardan görüleceği üzere aynı tür içinde dahi C/N oranı farklı olabilmektedir. Çünkü toprakta C/N oranı ağaç türü, yükselti, iklim, toprak özellikleri, anakaya türü, kapalılık vb. etkenlerle değişebilmektedir (Kantarcı, 2000). Dolayısıyla bu çalışmada bulunan değerler literatürdeki çalışmalar sonucunda belirlenen veriler ile uyumlu olduğu düşünülmektedir.

Meşcere gelişme çağı ve OT alanları altındaki toprakların ortalama C/N oranları arasında fark olup olmadığını sınamak için varyans analizi yapılmıştır. Buna göre toprakların ortalama C/N oranları açısından meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Meşcere gelişme çağı ve OT alanları farklılığının C/N oranları bakımından OT ile b ve bc meşcereleri arasında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca OT alanları C/N oranı ağaçlandırma alanlarından düşük çıkmıştır. Bu durumun nedeni olarak toprakların, ölü örtü karbon azot içerikleri tartışılmasında belirtildiği üzere OT sahalarının azotça zengin bitkilerden oluşabileceği düşünülmektedir. Daha önce de belirtildiği üzere C/N oranı arttıkça ayrışmanın yavaşladığı ve 15'ten küçük olması durumunda ise ayrışma ve mineralizasyonun çok hızlı olduğu belirtilmektedir (Kantarcı, 2000). Toprakların C/N oranları incelendiğinde organik maddenin genelde hızlı ayrıştığı görülmektedir. Buna ek olarak OT sahalarının C/N oranının ağaçlandırma sahalarından daha düşük çıkması bu alanlarda ayrışmanın daha iyi olduğunu göstermektedir. Nitekim Ünver vd. (2012) Artvin-Genya Dağı yöresinde genç, yaşlı, altında orman gülü yetişmiş ladin ve bitişiğindeki çayırılık alanda toprakların mineralleşme potansiyelini araştırmak için çalışma yapmışlardır. Söz konusu çalışma sonucunda toplam azot en yüksek çayırılık alanda tespit edilmiş, mineralleşme potansiyelinin bir göstergesi olan C/N oranı en düşük olan çayırılık alanlar tespit edilmiştir. Bu durumun nedeni olarak çayırılık bitkilerinin daha fazla azot içermesinden kaynaklandığını belirtmektedirler. Savacı (2017) yapmış olduğu çalışmada C/N oranının bitişiğindeki farklı yaşlı göknar meşcereleri altındaki topraklara göre çok düşük değere sahip olduğunu bulmuştur. Parfitt vd., (1997), yapmış olduğu çalışmada orman topraklarına kıyasla mera topraklarında düşük C/N oranı elde etmişlerdir. Bunun sebebini ise; alanda mera bitkilerinden oluşan ve simbiyotik fiksasyondan ortaya çıkan azot girdilerinin olmasında

olduğunu belirtmiştir. Karatepe (2005) ağaçlandırma sahasında yapmış olduğu çalışmada Karaçam altındaki topraklarda açık alanlara göre C/N oranının yüksek olduğunu tespit etmiştir. Bu durumun sebebi olarak Karaçam ölü örtüsünün güç ayrışmasından ve açık alandaki örnek alanda organik karbon miktarı sahanın açık olması sonucunda organik madde ayrışmasının hızlı seyretmesi neden olabileceğini belirtmiştir. Ayrıca Üçgül (*Trifolium sp p* .) bitkisinin açık alanda bulunması nedeniyle de açık alanın C/N oranının düşük olabileceğini belirtmiştir. Çünkü hızlı büyüyen tarım bitkileri karbonlarının çoğunu yüksek nitrojen içeriğine sahip ve kolayca ayrışan fotosentetik olarak aktif dokulara tahsis ederken, yavaş büyüyen çok yıllık bitkiler ise yüksek C/N oranlarına sahip, inatçı ve ayrıştırılması zor dokular üretir (Aerts ve Chapin, 2000). Ağaçlandırma alanları topraklarının ortalama C/N oranı nisbi olarak b meşcere gelişme çağı a çağından yüksek, bc çağından düşük görülmektedir. Bu durumun nedeni ölü örtü ve kök ayrışması sonucu topraklardaki asitlik derecelerinin değişiminden olabilir. Bilindiği üzere topraklardaki asitlik oranının artması biyolojik faaliyeti yavalatabilir veya durdurabilir (Kantacı, 2000). Fakat bu etki istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Çünkü toprakların ortalama karbon ve azot içeriklerinin (%) meşcere gelişme çağı arttıkça aynı değişimi ve b ile bc meşcerelerinde istatistiki anlamda bir farklılık göstermemesi bu duruma neden olmuştur. Kısaca belirtmek gerekirse karbon ve azot içeriklerini etkileyen etmenler C/N oranlarının meşcere gelişme çağlarındaki durumuna neden olmuştur. Benzer bir şekilde Doğan (2012) yapmış olduğu çalışmada genç ve yaşlı Ladin meşcereleri altındaki topraklarda C/N oranlarında istatistiki anlamda bir farklılık tespit etmemiştir. Hoogmoed vd. (2012) meralara ağaç dikildikten sonra topraktaki karbon ve nitrojende meydana gelen değişiklikleri bildiren yayınlanmış makaleler ile bir çalışma yayınlamıştır. Söz konusu çalışmaya göre Akdeniz iklimine sahip bölgelerde otlakların otuz yıllık ağaçlandırılmasından sonra topraktaki C/N oranlarında bir değişiklik olmadığını tespit etmiştir.

Araştırma sonuçları ağaçlandırma alanları üst toprakların ortalama azot içeriği ve OT alanları üst toprakların ortalama C/N oranları ile bakı arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler olduğunu göstermektedir. Söz konusu analiz sonuçlarına göre güneye gidildikçe ağaçlandırma alanları üst topraklarında ortalama azot içeriği artmakta, OT alanları üst topraklarında ise ortalama C/N oranı azalmakta dolayısıyla ayrışma artmaktadır. Güneşe maruz kalma süresi, hava ve toprak sıcaklıklarını ve dolayısıyla topra suyu mevcudiyetini ve bitki gelişimini etkilemektedir (Barnes ve diğerleri, 1998; McNab, 1993). Güneyli bakılar yüksek miktarda güneş radyasyonuna maruz kalması sonucu bu bölgeler sıcak, mevsimsel

ve günlük mikro iklimde hızlı değişikliklere yaşamaktadır (Sarıyıldız, 2015). Hava sıcaklığında 10 °C'lik bir artış ölü örtü ve kök ayrışma hızının 4-11 kat arttırdığını ve topraktada bu artışın olduğu belirtilmektedir (Vitousek vd., 1994). Bu sebeple güneye gidildikçe artan kök kütlesi ve ayrışma oranı bu alanlardaki topraktaki azot içeriğinin artmasına neden olabilir. Nitekim; Sarıyıldız (2015) yapmış olduğu çalışmada tüm ince köklerin güneye bakan yamaçta kuzeye bakan yamaca göre daha hızlı ayrıştığını tespit etmiştir. Küçük (2013) yapmış olduğu çalışmada mera alanlarında güneşli bakıdaki topraktaki azot miktarının gölgeli bakıya göre daha fazla olduğunu tespit etmiş ve bunun sebebinin güneşli bakıda ayrışma hızı ve miktarının gölgeli bakıya göre daha fazla gerçekleşmesinden kaynaklanabileceğini belirtmiştir.

4.2. Bitkisel Kütle ve Karbon, Azot Miktarlarına İlişkin Tartışma

4.2.1. Ölü Örtü Özelliklerine İlişkin Tartışma

Araştırma alanlarındaki ölü örtülerin ortalama biyokütleleri a meşcere gelişme çağında 8,06 t/ha, b meşcere gelişme çağında 10,00 t/ha ve bc meşcere gelişme çağında 13,94 t/ha olarak belirlenmiştir. Doğu Ladini ağaçlandırma alanlarında ölü örtü bitkisel kütle, karbon ve azot miktarları konusunda daha önce yapılmış çok az çalışma bulunmaktadır. Ayrıca söz konusu bu çalışmalar orta yaşlı, yaşlı meşcerelerde gerçekleştirilmiş olup genç meşcereler hakkında pek bilgi bulunmamaktadır. Örneğin, Sevgi vd. (2011) Doğu Ladini plantasyonu (50 yaş) sahalarında gerçekleştirdiği çalışmada ölü örtü biyokütlesini 11 ton/ha, Karaöz (1993) (31 yaş) aynı biyokütleyi 16,2 ton/ha olarak bulmuştur. Bülbül (2012) orta yaşlı, yaşlı doğal Ladin meşcerelerinde ölü örtü biyokütlesi 19,8 ton/ha ile 33,8 ton/ha arasında değiştiğini belirlemiştir. Karaöz (1993) (30 yaş) Avrupa Ladini plantasyon sahasında ölü örtü kütlesini 16,2 ton/ha olarak bulmuştur. Ayrıca Tolunay ve Çömez (2008) yaptıkları çalışmada Türkiye ormanlarında ibrelili tür ağaçlandırma sahalarında ölü örtü biyokütlesini ortalama 18,5 ton/ha belirlemiştir. Daha önce yapılan çalışmalar büyük oranda araştırma sonucunda bulduğumuz sonuçlar ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Farklı meşcere gelişme çağları altındaki ortalama ölü örtü biyokütlesinin arasında fark olup olmadığını sınamak için varyans analizi yapılmıştır. Buna göre ölü örtü biyokütleleri açısından meşcere çağlarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuş ve bu farkın tüm çağlar arasında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ortalama ölü örtü biyokütlesinin bc meşcere gelişme çağına gidildikçe arttığını ve bu artışın istatistiki olarak

önemli olduğunu göstermiştir. Bu durumun sebebi olarak meşcerenin gelişim süreci boyunca ölü örtü biyokütlesini etkileyen faktörlerin değişmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Genel olarak ormanlarda a meşcerelerinde, az miktarda bitkisel kütle olması sebebiyle ibre dökülmesiyle ölü örtüye katılım az olmakta, meşcerenin içindeki nem ve sıcaklık koşulları mevcut ölü örtünün daha hızlı ayrışmasını sağlamaktadır. Bu sebeple La meşcerelerinde ölü örtü kütlesi daha az bulunmuştur. Meşcerenin gelişmesiyle artan ibre biyokütlesi, ölü örtüye katılımı arttırmış, bu artış aynı zamanda kapalılığında artışıyla ölü örtünün ayrışmasının yavaşlamasına neden olarak biyokütle miktarını arttırmıştır (Çömez, 2008). Nitekim Çömez vd. (2016) Sarıçam meşcerelerinde yapmış olduğu çalışmada en az dökülmenin 1.39 kg/ha/yıl ile Çsa, en fazla dökülmenin ise 4.49 kg/ha/yıl ile Çsc3 meşcerelerinde olduğunu belirlemiştir. Araştırma sonuçlarından ölü örtü C/N oranı da bu durumu desteklemektedir. Ölü örtünün ayrışma hızı üzerinde etkili bir faktör olan C/N oranının yükselmesi ölü örtünün güç ayrıştığını göstermektedir. Nitekim ölü örtü C/N oranı en düşük a meşcere gelişme çağıında en yüksek ise bc çağıında olduğu görülmektedir. Farklı türlerde yapılan çalışmalarda bu sonucu desteklemektedir. Çömez (2008) sarıçam türünde yapmış olduğu çalışmada toplam ölü örtü biyokütlesini, a meşcere gelişme çağıından bc çağıına kadar arttığını tespit etmiştir. Güner ve Çömez (2014) Karaçam meşcerelerinde gerçekleştirdiği çalışmada birim alandaki ölü örtü biyokütlesini Çka3 meşcerelerinde en az (3,85 t/ha), Çkc3 meşcerelerinde ise en fazla (27,03 t/ha) bulmuştur. Savacı ve Sarıyıldız (2020a) Kastamonu ilinde Kazdağı göknarında gerçekleştirdiği çalışmada 100 yaşından büyük göknar meşcerelerinin, genç göknar meşcerelerinden daha fazla ölü örtüye sahip olduğu tespit etmişlerdir. Sharma ve Ambasht (1987) Doğu Himalaya'da kızılâğaç meşcerelerinde gerçekleştirdiği çalışmada ölü örtü biyokütlesinin meşcere yaşı ile birlikte 7 yıllık meşcere için 14 t/ha'dan 56 yıllık meşcere için 30 t/ha yükseldiğini tespit etmiştir. Cseresnyés vd. (2006) Macaristan'daki dolomit tepelerindeki Karaçamda gerçekleştirdiği çalışmada ölü örtü biyokütlesinin meşcere yaşı ile önemli ölçüde arttığını, bu kütleinin 61-80 yaş sınıfında maksimum değere ulaştığını daha sonra bu değer azaldığını ve bu azalmanın meşcerenin verimliliğinin düşmesinden kaynaklandığını tespit etmişlerdir. Tolunay vd. (2017) Sahil Çamı ağaçlandırma alanlarında gerçekleştirdiği çalışmada ölü örtü biyokütlesinin a meşcere gelişme çağıından cd çağıına doğru arttığını tespit etmiştir. Ölü örtü biyokütlesi meşcerelerin üretkenliği ile büyük ölçüde ilişkilidir (Kavvadias vd, 2001). Meşcerelerin belli bir yaşından sonra topraktaki hareketsiz azot konsantrasyonu artması sonucu mevcudiyeti giderek daha sınırlı hale gelir ve ağaçların fotosentez oranının azalmasına neden olur. Fotosentetik aktivitedeki azalma, üretkenliğin de

düşmesine neden olmaktadır (Cseresnyés vd., 2006). Kuzeybatı Rusya'daki bir boreal *Picea abies* meşceresinde, maksimum üretkenlik oranı 68 yıllık meşcere yaşında meydana gelmiştir (Gower vd., 1996). Bray ve Gorham (1964), 50 ile 75 ve 60 ve 80 yaşları arasındaki *Pinus sylvestris* ve *Pices abies* için maksimum üretkenliklerini bulmuşlardır. Araştırma sonuçlarımız meşcerelerin ölü örtü biyokütlesi bakımından maksimum üretkenlik çağına henüz gelmediğini göstermektedir.

Araştırma alanlarındaki ölü örtülerin ortalama azot içerikleri a meşcere gelişme çağına %1,81; b meşcere gelişme çağına %1,69; bc meşcere gelişme çağına ise %1,58'dir. Karbon içerikleri ise a meşcere gelişme çağına %32,46; b meşcere gelişme çağına %34,26; bc meşcere gelişme çağına %34,37'dir. Karaöz (1993) ortalama 31 yaşında olan Doğu Ladini ağaçlandırma sahalarından L, F, H tabakalarından ayrı ayrı aldığı ölü örtü örneklerinde karbon içeriklerinin %28,12 ile %56,75 arasında azot içeriklerinin ise %0,89 ile %1,34 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Yine aynı çalışmada ortalama yaşı 30 olan Avrupa Ladini ağaçlandırma alanlarından L, F, H tabakalarından ayrı ayrı aldığı ölü örtü örneklerinde karbon içeriklerinin %21,16 ile %44,46 arasında azot içeriklerinin ise %0,66 ile % 1,28 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Sarıyıldız (2008) ortalama yaşı 100-110 olan doğu ladinin meşcerelerinde ölü örtü karbon içeriğini %46,4; azot içeriğini %1,16, Duman (2008) 100 yaşının üstündeki saf Ladin meşcerelerinde yapmış olduğu çalışmada ise ölü örtü karbon içeriğini ortalama %47; azot içeriğini ortalama %1,3 olarak tespit etmiştir. Sarıyıldız vd. (2004) ortalama yaşı 90-100 olan saf doğu ladinin meşcerelerinde yapmış olduğu çalışmada ölü örtü karbon içeriğini ortalama %46,4; azot içeriğini %1,16 olarak tespit etmiştir. Sarıyıldız vd. (2008) Artvin Hatila vadisinde ortalama yaşı 81-193 arasında değişen ladin meşcerelerinde gerçekleştirdiği çalışmada ölü örtü karbon içeriklerinin 46,3-47,9 azot içeriklerini 1,17-1,46 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Daha önce yapılan çalışmalar büyük oranda araştırma sonucunda bulduğumuz sonuçlar ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Meşcere gelişme çağıları altındaki ölü örtülerin ortalama karbon ve azot içerikleri arasında fark olup olmadığını sınamak için varyans analizi yapılmıştır. Buna göre ölü örtü karbon ve azot içerikleri açısından meşcere gelişme çağına göre istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Fakat nisbi oranlara bakıldığında ortalama karbon içeriği bc meşcere gelişme çağına gidildikçe artmakta azot içeriği azalmaktadır. Bu durumun nedeni olarak çağılar arasında yaşanan biyolojik aktivite ve ayrışma şiddeti farklılığının olduğu fakat bu miktarın yüksek olmadığından istatistiki olarak bu durumun görülmediği

düşünülmektedir. b ve bc meşcere gelişme çağına göre meşcere içinde özellikle ışık ve sıcaklık değerlerinin optimumdan uzaklaşması sonucunda ölü örtü ayrışmasının yavaşladığı düşünülmektedir. Nitekim bitkilerin içerdikleri mineral madde konsantrasyonları bitkinin türüne, bitki organına, yaşına, yetiştirme ortamı koşullarına göre değişim gösterdiği bilinmektedir (Çepel, 1995). Örneğin Çömez vd. (2016) sarıçam meşcerelerinde gerçekleştirdiği çalışmada ayrışmanın en hızlı gençlik çağındaki meşcerelerle kapalılığın düşük olduğu meşcerelerde meydana geldiği bulmuştur. Bu duruma gerekçe olarak gençlik çağındaki meşcerelerde henüz kapalılık oluşmadığından, kapalılığın düşük olduğu meşcerelerde de meşcere içerisine daha fazla yağış ve sıcaklık girdiğinden ayrışmanın daha hızlı gerçekleştiğini belirtmektedir. Araştırma sonuçlarına bakıldığında ise ölü örtü C/N oranı meşcere gelişme çağı arttıkça nisbi olarak artmakta toprak reaksiyonu ise azalmaktadır. Ayrıca ölü örtü C/N oranı istatistiksel anlamda b ve bc meşcere gelişme çağıları arasında bir fark bulunmazken a çağı ile bc çağı birbirinden farklı olduğu görülmektedir. C/N oranının artması biyolojik aktivite yani ayrışmanın azaldığını gösteren en önemli parametrelerdendir (Çepel, 1988; Kantarcı, 2000). Ölü örtüdeki karbon konsantrasyonunun artması, humifikasyon derecesinin azalması (Wardle 1993) ve biyolojik aktivite ile mineral madde ilavesi ayrıca atmosferle hızlı değişime izin veren organik tabakaların düşük gözenekliliği ile ilişkili olduğu bildirilmektedir (Fernández vd., 1993). Bu artış, daha düşük ayrışma oranı ve daha yüksek C/N oranıyla yapraklar için daha belirgin olduğu belirtilmektedir (Yamashita ve ark. 2006). Kaspari vd. (2008)'ne göre, ayrışma süreci ilk N ve P konsantrasyonlarından ve ölü örtünün C/N oranından etkilenmektedir. Yapılan çalışmalar da araştırma sonuçlarımızı desteklemektedir. Örneğin; Abdalmoula (2017) yaptığı çalışmada Fıstık Çamı meşcerelerinde yaprak+çürüntü tabakasında en genç meşcere gelişme çağına karbon oranları en düşük ve en yaşlı gelişim çağına ise en yüksek olarak tespit etmesine karşın a, b, c çağıları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit etmemiştir. Çömez (2010) Sarıçam türünde gerçekleştirdiği doktora tezi çalışmasında toplam ölü örtünün karbon içerikleri meşcere tiplerine göre önemli farklar göstermediğini tespit etmiştir. Güner ve Özkan (2019) Türkiye'deki karaçam ağaçlandırma alanlarında besin stoklarının belirlenmesi isimli çalışmasında ibre ve gövde odunundaki N yoğunluğu bakımından meşcere tipleri arasında önemli farklılıklar belirlemiştir. Çalışma sonucunda ibredeki N yoğunluğu a meşcerelerinde en az, c meşcerelerinde ise en fazla bulunmuştur. Maithani vd. (1998) yapmış olduğu çalışmada yarı tropik orman ekosistemlerindeki farklı yaşlardaki meşcerelerin ölü örtülerinin C ve N içeriklerini incelemiştir. Çalışma

sonucunda C ve N konsantrasyonları meşcereler arasında önemli bir farklılık göstermemiştir. Buna rağmen *Quercus dealbata* türünün karbon içeriği 7 yaşında %36,08; 13 yaşında %37,30; 16 yaşında ise %39,30 olarak tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada *Quercus dealbata* türünün azot içeriği 7 yaşında %0,84; 13 yaşında %0,87; 16 yaşında ise %0,78 olarak tespit edilmiştir. Güner ve Çömez (2014) Karaçam ağaçlandırma alanında gerçekleştirdiği çalışmada ölü örtü karbon içeriklerini Çka3 meşceresinde %50,999; Çkb3 meşceresinde %51,682; Çkc3 meşceresinde ise %46,828 olarak tespit etmiştir.

Araştırma alanlarındaki ölü örtülerin ortalama azot stokları (t/ha) a meşcere gelişme çağıında 0,15 t/ha; b meşcere gelişme çağıında 0,17 t/ha; bc meşcere gelişme çağıında 0,22 t/ha ve karbon stokları a meşcere gelişme çağıında 2,64 t/ha; b meşcere gelişme çağıında 3,36 t/ha; bc meşcere gelişme çağıında 4,70 t/ha şeklinde sıralanmıştır. Karaöz (1993) 31 yaşındaki Doğu Ladini plantasyon sahasında ölü örtü karbon stoğunu 6,1 ton/ha ve azot stoğunu 0,19 ton/ha olarak belirlemiştir. Yine aynı çalışmada 30 yaşında Avrupa Ladini plantasyon sahasında ölü örtü karbon stoğunu 6,5 ton/ha ve azot stoğunu 0,2 ton/ha olarak belirlemiştir. Tremblay vd. (2006) ise 0 ve 35 yaşındaki Norveç Ladini plantasyon sahasındaki ölü örtü karbon stoğunu 4 ve 9 ton/ha olarak belirlemiştir. Ayrıca Tolunay ve Çömez (2008) yaptıkları çalışmada Türkiye ormanlarında ibreli tür ağaçlandırma sahaslarında ölü örtü karbon stoğunun ortalama 7,1 ton/ha olduğunu belirtmişlerdir. Daha önce yapılan çalışmalar büyük oranda araştırma sonucunda bulduğumuz sonuçlar ile uyumlu olduğu görülmektedir. Bazı çalışmalar arasında yaşanan farklılık sebebinin, araştırma sahaslarının farklı yetiştirme ortamı özellikleri ve yönetim uygulamaları (Mork,1942; Albrektson, 1988; Tolunay ve Çömez, 2008) ayrıca iklim, enlem özelliklerine göre farklılıklar olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Berg vd., 1999; Pausas, 1997). Nitekim Tüfekçioğlu vd. (2005) Artvin Genya yöresinde orta yaşlı saf Doğu Ladini meşcerelerinde gerçekleştirdiği çalışmada yıllık ibre dökümü yoluyla besin maddesi geri kazanımı, ağaç tepelerinden ve gövdeden geri dönen organik madde miktarını literatürde belirtilen değerlerden daha yüksek bulmasının nedenini bu bölgenin daha fazla yağış alması ve daha serin, nemli olmasından kaynaklanabileceğini belirtmiştir.

Meşcere gelişme çağıları altındaki ölü örtülerin ortalama karbon ve azot stoklarının (t/ha) arasında fark olup olmadığını sınamak için varyans analizi yapılmıştır. Buna göre ölü örtü karbon ve azot stokları (t/ha) açısından meşcere gelişme çağılarına göre istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve bu farkın tüm meşcere gelişme çağıları arasında olduğu belirlenmiştir. Ölü örtünün ayrışmasında etkili olan faktörlere bağlı olarak biyokütle ve

karbon içerikleri değiştiğinden, ölü örtüde depolanan karbon miktarları da meşcere gelişme çağlarına göre farklılıklar göstermektedir (Çömez, 2008). Nitekim Çömez vd. (2016) sarıçam meşceresinde yapmış olduğu çalışmada ölü örtü dökülmesiyle toprağa giren karbon miktarları meşcere tiplerine göre önemli farklılıklar göstermiş ve en az karbon girişi Çsa, en çok karbon girişi de Çsc3 ve Çsd3 meşcerelerinde olduğu belirlenmiştir. Tremblay vd. (2006) Avrupa Ladini plantasyon sahasındaki ölü örtü karbon stoğunun 35 yaşında ilk dikim sırasındaki karbon miktarından daha fazla olduğunu bildirmiştir. Güner ve Özkan (2019) Türkiye'deki Karaçam ağaçlandırma alanlarında besin stoklarının belirlenmesi isimli çalışmasında genel olarak ibre, kuru dal, canlı dal, gövde, kabuk ve kökteki N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Fe, Zn, Mn ve Cu yoğunluğu Çka meşcerelerinden Çkc3 meşcerelerine doğru artmış ve en yüksek besin stoklarını Çkc3 meşcerelerinde bulmuştur. Tolunay vd. (2017) Sahil Çamı ağaçlandırma alanlarında gerçekleştirdiği çalışmada ölü örtüdeki karbon stoklarının en az a meşcere gelişme çağında en fazla ise cd çağında olduğunu belirlemiştir. Çömez (2008) sarıçam meşcerelerinde karbon stoğunun a çağından meşcerenin gelişmesine bağlı olarak bc çağına kadar arttığını c çağından itibaren ise azaldığını tespit etmiştir. Karataş vd. (2017) sedir ağaçlandırma alanlarında yapmış olduğu çalışmada karbon stoğunun a3 meşcerelerinde en az, c3 meşcerelerinde ise en fazla bulmuştur. Güner ve Çömez (2017), karaçam ağaçlandırma alanlarında ölü örtü karbon stoğunu benzer şekilde a3 meşcerelerine en az, c meşcerelerinde ise en fazla bulmuştur. Güner ve Çömez (2014) Karaçam meşcerelerinde gerçekleştirdiği çalışmada ise birim alandaki ölü örtü karbon stoğu Çka3 meşcerelerinde en az (1,969 t/ha), Çkc3 meşcerelerinde ise en fazla (12,491 t/ha) bulmuştur. Abdalmoula (2017) ağaçlandırma alanında yapmış olduğu çalışmada sahil çamı meşcerelerinde hem ölü örtü tabakalarında hem de toplam ölü örtüde organik karbon miktarı a gelişim çağından cd gelişim çağına doğru arttığını tespit etmiştir. Yine aynı çalışmada fıstık çamı meşcerelerinde yaprak+çürüntü tabakasında gelişim çağları yükseldikçe organik karbon miktarı önemli olarak arttığını tespit etmiştir.

Araştırma alanlarındaki ölü örtülerin ortalama C/N oranlarını sırasıyla a meşcere gelişme çağında 18,20; b meşcere gelişme çağında 20,39; bc meşcere gelişme çağında ise 22,15 olarak tespit edilmiştir. Rehfuess (1986), Wittich (1963)'e atfen bildirildiğine göre ladin ölü örtülerine ait C/N oranını 48 olduğu belirtmiştir. Karaöz (1993) Avrupa Ladini, Doğu Ladini ve duglas ölü örtülerine ait C/N oranlarını 34,29; 37,01 ve 30,89 olarak bulmuştur. Sarıyıldız (2008) gerçekleştirdiği çalışmada 100-110 yaşında göknar, ladin ve sarıçam meşcerlerinin ölü örtü C/N oranlarının 38, 40 ve 35 olarak bulmuştur. Duman (2008)

100 yaşının üstündeki saf Ladin meşcerelerinde yapmış olduğu çalışmada ise ölü örtü C/N oranının 37-39 arasında değiştiğini belirtmiştir. Sarıyıldız vd. (2008) Artvin Hatila vadisinde ortalama yaşı 81-193 arasında değişen ladin meşcerelerinde gerçekleştirdiği çalışmada ölü örtü C/N oranlarının 31,7- 40,7 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Daha önce yapılan çalışmalar daha çok orta yaşlı yaşlı meşcerelerde olduğu görülmektedir. Ayrıca çalışmalara bakıldığında ölü örtü C/N oranlarının aynı türde bile farklı sonuçlarının olduğu görülmektedir. Benzer şekilde Karaöz (1993) yaptığı çalışmada incelenen ağaç türlerinin ölü örtülerine ait C/N oranlarının, bazı araştırmalarda bulunan değerlerden oldukça büyük farklılıklar görüldüğünü tespit etmiştir. Yine aynı çalışmada bu durumun yetişme ortamı faktörlerinin farklılığından kaynaklanabileceğini bu sebeple C/N oranları ile ilgili araştırma sonuçlarının bulunduğu yetişme ortamındaki verileri yansıtacağı gözönüne alınması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca C/N oranının içinde bulunan azot miktarı organik maddelerin ayrışmasından meydana gelmekte ve bu miktar bitki artıklarının türüne, iklim koşullarına ve toprağın asitlik derecesine göre çok fazla değiştiği belirtilmektedir (Çepel, 1988'a).

Meşcere gelişme çağları altındaki ölü örtülerin ortalama C/N oranları arasında fark olup olmadığını sınamak için varyans analizi yapılmıştır. Buna göre ortalama ölü örtü C/N oranı açısından meşcere gelişme çağlarına göre istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve bu farkın a ve bc çağları arasında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca nisbi oranlara bakıldığında C/N oranı bc meşcere gelişme çağına gidildikçe arttığı görülmektedir. Ölü örtü ayrışma hızını belirlemede kullanılan karbon/azot (C/N) oranının, yükselmesi ayrışmanın yavaş olduğunu, düşük çıkması ise ayrışmanın hızlı gerçekleştiği anlamına gelmektedir (Çepel, 1988a; Kantarcı 2000). Genç orman meşcerelerinde, yıllık ölü örtünün büyük kısmı daha çok ince materyalle temsil edilirken, daha yaşlı meşcerelerde kalın dal ve dal fraksiyonlarının arttığı bilinmektedir. Bu durum önemli ölçüde daha yüksek C/N değerlerine ve malzemenin ayrışabilirliğinin azalmasına neden olmaktadır (Thuille ve Schulze, 2006). Ayrıca meşcere yaşına bağlı olarak, ölü örtünün kimyasal yapısında meydana gelen değişiklikler, ölü örtü ayrışmasını etkileyebileceği belirtilmektedir (Savacı, 2017). Nitekim yaşlı ormanlardaki ölü örtüde ayrışmaya karşı dirençli polifenollerin üretildiğine dair çalışmalar bulunmaktadır (Minderman, 1968). Ayrıca araştırma sonuçlarında da belirlenen toprak asitliğinin meşcere gelişimiyle artış göstermesi ölü örtünün biyolojik ayrışması için daha az elverişli koşullara yol açtığı düşünülmektedir (Kantarcı, 2000; Thuille ve Schulze, 2006). Daha önce yapılan çalışmalarda araştırma sonucunu desteklemektedir. Örneğin; Savacı ve Sarıyıldız (2020b) göknar türünde yapmış olduğu çalışmada 38, 60, 90, 100

yaşlarında meşcerelerde ölü örtü C/N oranlarını 34, 48, 50, 38 olarak tespit etmiştir. Thuille ve Schulze (2006) Avrupa Ladininde gerçekleştirdiği çalışmada meşcere yaşının artışıyla ölü örtü C/N oranının arttığını tespit etmiştir.

4.2.2. Kök Özelliklerine İlişkin Tartışma

Araştırma alanlarındaki 0-2 mm köklerin ortalama biyokütleri OT alanında 14,52 t/ha, a meşcere gelişme çağında 12,14 t/ha, b meşcere gelişme çağında 15,15 t/ha ve bc meşcere gelişme çağında 15,50 t/ha olarak belirlenmiştir. 2-5 mm ortalama kök biyokütleri, OT alanında 1,77 t/ha, a meşcere gelişme çağında 2,68 t/ha, b meşcere gelişme çağında 3,57 t/ha ve bc meşcere gelişme çağında 3,08 t/ha olarak belirlenmiştir. Ortalama >5 mm kök biyokütleri, OT alanında 6,35 t/ha, a meşcere gelişme çağında 8,41 t/ha, b meşcere gelişme çağında 4,77 t/ha ve bc meşcere gelişme çağında 6,60 t/ha olarak belirlenmiştir. Toplam kök biyokütleri, OT alanında 16,87 t/ha, a meşcere gelişme çağında 18,93 t/ha, b meşcere gelişme çağında 23,04 t/ha ve bc meşcere gelişme çağında 24,70 t/ha olarak belirlenmiştir. Kök biyokütleri konusunda daha önce yapılmış fazla çalışma bulunmamakla beraber Doğu Ladini türünde bu sayı daha az miktardadır. Ayrıca söz konusu bu çalışmalar daha çok orta yaşlı, yaşlı meşcerelerde gerçekleştirilmiş olup genç meşcereler hakkında bilgi pek bulunmamaktadır. Bu çalışmalardan bazıları incelendiğinde örneğin, Bülbül (2012) orta yaşlı ve yaşlı saf Doğu Ladini meşcerelerinde gerçekleştirdiği çalışmada ortalama 0-2 mm kök biyokütlesini 0,57 t/ha ile 4,67 t/ha arasında, 2-5 mm kök biyokütlesini 0,87 t/ha ile 9,56 t/ha arasında ve kalın kök biyokütlesinin 1,36 t/ha ile 13,19 t/ha arasında değiştiği belirtmiştir. Yuan vd. (2018) ise 50 yaşın üzerinde Avrupa Ladini hakkında yapılmış çalışmalardan topladığı veriler ile gerçekleştirdiği çalışmada ortalama 0-2 mm kök biyokütlesinin 4 t/ha olup 1,5 ile 10,5 t/ha arasında dağıldığını belirtmiştir. Bu çalışmalar ve araştırma sonuçları kıyaslandığında bazı farklılıklar olduğu görülmektedir. Bu durumun nedeni olarak kök biyokütlesinin ekosistem tipleri, meşcere yaşları, toprak özellikleri ve iklim faktörlerinin farklılaşmasıyla değişim göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Clark vd., 2001; Nadelhoffer ve Raich 1992; Vogt vd., 1995; Yuan ve Chen 2010, 2012). Nitekim Tüfekçioğlu vd. (2002) Artvin ili Saçinka ve Genya bölgelerinde saf ladin ormanlarında gerçekleştirdiği çalışmada ortalama 0-2 mm kök biyokütlesini 11,559 t/ha, 2-5 mm kök biyokütlesini 3,153 t/ha, >5 mm kök biyokütlesini ise 10,202 t/ha olarak tespit etmiştir. Tüfekçioğlu vd. (2004a) başka bir çalışmasında saf Ladin meşcerelerinde kuzeye

bakan yamaçlarda ortalama 0-2 mm kök biyokütlesinin 20,16 t/ha, güneye bakan yamaçlarda ise 17,14 t/ha olarak belirlemiştir. Tüfekçioğlu vd., (2005) Artvin Genya dağı bölgesinde orta yaşlı ve yaşlı sad Doğu Ladini meşcerelerinde gerçekleştirdiği başka bir çalışmada ortalama 0-2 mm kök biyokütlesini 3,52 t/ha ile 15,01 t/ha arasında değiştiğini belirtmiştir. Ayrıca bu çalışmada kılcal kök biyokütlesinin Avrupa Ladini meşcerleri için verilen değerlerden daha yüksek olduğunu bunun sebebinin yetiştirme ortamı etmenlerinin veya genetik etmenlerin bir sonucu olabileceğini belirtmiştir. Tüm bunlara ek olarak toprakta 30 cm derinliğinden alınan köklerin Ladinin sığ kök yapması nedeniyle biyokütle miktarını arttırabileceği belirtilmiştir (Anonim, 1989). Bitkiler, topraktaki su miktarı arasında bir denge sağlayarak köklerini nem şartlarına göre geliştirmektedir (Sevim, 1961). Bitkilerin toprak üstü ile toprak altı kısımları arasındaki oran, kurak yerlerde küçük, nemli yerlerde ise buna göre daha büyüktür. Bu nedenle, ladinin köklerini derinlere doğru fazlaca geliştirmeye ihtiyaç duymamakta yeterli gıdayı organik maddenin daha fazla olduğu üst toprakta bulabilmektedir (Akgül, 1975). Buna ek olarak, toprak derin bile olsa Doğu Ladini kökleri genellikle 1-1.5 m derine inmekte ve toprağın ilk 10- 15 cm'inde kök kesafeti en fazla olduğu belirtilmektedir (Akgül, 1975). Çalışmalar, 40 cm derinlik yerine 20 cm derinliğe kadar örnekleme, ince kök biyokütlesi tahminlerinde %15–25 farklılıklara neden olabildiğini göstermektedir (Cronan 2003). Kök biyokütlesinin çalışmalar arasında farklılık göstermesinin bir diğer nedeni olarak çalışma alanlarındaki fert sayılarının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim Akburak vd. (2013) Belgrad ormanlarında Doğu Ladini ağaçlandırmalarında gerçekleştirdiği çalışmada kılcal kök kütlelerini 6,54 t/ha, ince kök biyokütlesini 3,16 t/ha ve kalın kök biyokütlesini 4,53 t/ha olarak bulmuştur. Bu çalışmada birim alandaki fert sayısı (1541 ha⁻¹), çalışmamızın yürütüldüğü alandaki fert sayısından (6965 ha⁻¹) oldukça düşük olduğu görülmektedir. Benzer durumu Çömez (2010) sarıçam ormanlarında gerçekleştirmiş olduğu çalışmada ortalama çapı 13,89 cm ve ağaç sayısı 2317 adet/ha olan Çsb3 meşcerelerinin kök biyokütlesini 23,41 t/ha olduğunu, Usoltsev ve Vanclay (1995) 14 cm ortalama çap ve 4000 adet/ha ağaç sayısına sahip sarıçam ormanlarında ise kök biyo kütlelerinin 56 t/ha olarak bulunduğunu belirtmiştir. Ayrıca literatür incelendiğinde, 0-2 mm biyokök kütlelerinin 1 ile 12,6 t/ha arasında (Fogel, 1983), 2-5 mm kök biyokütlesinin 1,8 ile 2,2 t/ha (Keyes ve Grier, 1981) arasında değiştiğini belirten çalışmalar da bulunmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada bulunan değerler literatürdeki çalışmalar sonucunda belirlenen veriler ile uyumlu olduğu düşünülmektedir.

Farklı meşcere gelişme çağıları ve OT alanları altındaki kök biyokütlesinin arasında

fark olup olmadığını sınamak için varyans analizi yapılmıştır. Buna göre ortalama 0-2 mm ve >5 mm kök biyokütlesi açısından meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı, 2-5 mm ve toplam kök biyokütlesi bakımından anlamlı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca istatistiki bakımından farklılık olmasa da 0-2 mm kök kütlesi nisbi ortalamalar bakımından en düşük a meşcere gelişme çağında en yüksek bc çağında olduğu görülmektedir. >5 mm kök biyokütlesinde bu durumun tespit edilmemesinin nedeni kök örneklerinin çelik boru yöntemiyle alınması sonucu kalın köklerin yeteri miktarda toplanamaması olduğu düşünülmektedir.

Araştırma sonuçları meşcere gelişme çağının artışıyla kök biyokütlesinin genel itibariyle arttığı ve istatistiksel olarak b ve bc meşcerelerinin daha fazla kök biyokütlesine sahip olduğunu göstermektedir. Bu durumun nedeni olarak meşcere gelişimi sırasında artan besin konsantrasyonu (Odum, 1969; Wang et al., 2002) ile ilişkili olarak yer üstü ve yer altı biyokütle birikiminin artmasının sonucu olduğu belirtilmektedir (Vogt et al., 1981; Ehrenfeld et al., 1992; Yavuz vd., 2010; Yuan ve Chen, 2010). Buna ek olarak toprak üstü ve toprak altı kısımlar arasında denge olması beklendiğinden bu durumun beklenen bir sonuç olarak görüldüğü düşünülmektedir (Yavuz vd., 2010; Baysal, 2012). Farklı yetiştirme ortamlarında bu durumu destekleyen çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, Børja vd. (2008) Avrupa ladininde yaptığı çalışmada tüm kök çap kademelerinin biyokütlesini 30 yaşındaki meşcerede 10 yaşına göre yüksek bulmuştur. Pei vd. (2018) servi plantasyonlarında yapmış olduğu çalışmada kılcal kök biyokütlesinin önce arttığı, ardından meşcere yaşı arttıkça azaldığını bulmuştur. Grier vd. (1981) göknar türünde yapmış olduğu çalışmada kılcal kök biyokütlesini 23 ila 180 yaş aralığında arttığını tespit etmiştir. Mund vd. (2002) Orta Avrupa'da ladin ormanında yaptıkları çalışmada kılcal (<2 mm), ince (2-5 mm) ve kalın (6-100 mm) kök biyokütlesinin 16 ile 112 yaşları arasında arttığını belirtmişlerdir. Tüfekçioğlu vd. (2010) yapmış olduğu çalışmada ortalama kalın kök biyokütlesinin 0-15 cm derinlikte en fazla 2. Bonitet 5. Yaş sınıfında sarıçam meşceresinde bulunmuşken, en düşük değer 2. Bonitet 3. Yaş sınıfında sarıçam+ göknar meşcerelerinde bulunduğunu ve kalın kök biyokütlesinin meşcere yaşı arttıkça arttığını belirtmişlerdir. Peichl ve Arain (2006) 2-15 yaş aralığında ince kök biyokütlesinde büyük bir artış olduğunu gözlemlemiştir. Yanai vd. (2006) yapmış olduğu çalışmada 5-20 mm çap sınıfındaki kök biyokütlesini, yaşlı meşcerelerde genç meşcerelere göre 2,7 kat daha büyük olduğunu bulmuştur. Yine aynı çalışmada kılcal (<2 mm) ve ince (2-5 mm) kök biyokütlesi yaşlılarda genç meşcerelere göre 1,5 ve 1,3 kat daha büyük olmasına rağmen bu fark istatistiksel olarak anlamlı olmadığını

tespit etmiştir. Bouillet vd. (2002) Okaliptüs plantasyonlarında yapmış olduğu çalışmada yüzey katmanındaki kök yüzdesinde yaş ile artış olduğunu tespit etmiş ve bu durumun her yıl eklenen ölü örtünün ayrışması nedeniyle üst toprak katmanların çözeltisindeki besin konsantrasyonundaki artıştan kaynaklanabileceğini belirtmiştir. Yavuz vd. (2010) yapmış olduğu çalışmada genel olarak yaş ilerledikçe kalın kök biyokütlesinin de arttığı bulmuştur. Cao vd. (2012) yapmış olduğu çalışmada ağacın her bir bileşeninin biyokütlesi, yapraklar hariç, meşcere yaşının artmasıyla artan bir eğilim sergilediğini tespit etmiştir. Gülenay (2009) Artvin-Murgul yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*) ağaçlandırma sahasında gerçekleştirdiği çalışmada çayırılık alanlardaki ince kök biyokütlesini akasyalık alandan daha fazla bulmuş fakat istatistiksel olarak bu fark anlamlı olmadığını tespit etmiştir. Baysal (2012) yapmış olduğu çalışmada kılcal, ince ve toplam kök biyokütlesinin meşelik alanda çayırılık alana göre daha fazla olduğunu belirtmiştir. Mısır ve Mısır (2013) Kayın meşcerelerinde yapmış olduğu çalışmada kılcal kök biyokütlesini yaşla birlikte azalırken, kalın kök biyokütlesinin arttığını tespit etmiştir.

Araştırma alanlarındaki 0-2 mm köklerin ortalama azot içerikleri (%) OT alanında 1,44; a meşcere gelişme çağıında 0,96, b meşcere gelişme çağıında 1,02 ve bc meşcere gelişme çağıında 1,10 olarak belirlenmiştir. Karbon içerikleri OT alanında 36,96; a meşcere gelişme çağıında 38,35, b meşcere gelişme çağıında 39,04 ve bc meşcere gelişme çağıında 40,84 olarak belirlenmiştir. 2-5 mm köklerin ortalama azot içerikleri (%) OT alanında 0,79; a meşcere gelişme çağıında 0,62; b meşcere gelişme çağıında 0,58 ve bc meşcere gelişme çağıında 0,62 olarak belirlenmiştir. Karbon içerikleri OT alanında 45,52; a meşcere gelişme çağıında 43,78; b meşcere gelişme çağıında 46,34 ve bc meşcere gelişme çağıında 45,93 olarak belirlenmiştir. >5 mm köklerin azot içerikleri (%) OT alanında 0,90; a meşcere gelişme çağıında 0,44; b meşcere gelişme çağıında 0,44 ve bc meşcere gelişme çağıında 0,53 olarak belirlenmiştir. Karbon içerikleri OT alanında 44,31; a meşcere gelişme çağıında 47,42; b meşcere gelişme çağıında 45,71 ve bc meşcere gelişme çağıında 45,77 olarak belirlenmiştir. Tüfekçioğlu vd. (2004a) Artvin Genya dağıında Ladin meşcerelerinde gerçekleştirdiği çalışmada kök biyokütlesindeki karbon içeriğini (%) 0-2 mm çap kademesinde 36,91; 2-5 mm çap kademesinde 41,51; >5mm çap kademesinde 42,72 olarak tespit etmiştir. Bülbül (2012) orta ve yaşlı saf Ladin meşcerelerinde gerçekleştirdiği çalışmada karbon içeriğini (%) kılcal köklerde %43 ile %55 arasında, ince köklerde %36 ile %51 arasında değişirken, kalın köklerde bu oran daha da düşerek %32 ile %47 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Akburak vd. (2013) Ladin ağaçlandırma alanında kök azot içeriğini ortalama (%) 0,56 karbon

içeriğini 45 olarak bulmuştur. Sarıyıldız (2015) Ağaç türlerinin ve topografyasının Türkiye'deki üç yaygın ağaç türünün (*Alnus glutinosa*, *Picea orientalis* ve *Pinus sylvestris*) ince ve küçük kök ayrışma oranları üzerindeki etkileri isimli çalışmada ladin ince köklerinin karbon içeriğini üst yamaçta kuzey bakıda 48,3 güney yamaçta 48,7; azot içeriğini ise kuzey bakıda 0,56 güney yamaçta 0,57 olarak bulmuştur. Aynı çalışmada alt yamaçta ince köklerin karbon içeriğini kuzey bakıda 49,4 güney bakıda 49,7; azot içeriğini kuzey bakıda 0,56; güney bakıda ise 0,69 olara tespi etmiştir. Chen vd. (2002) gerçekleştirdiği çalışmada kılcal köklerin azot içeriğinin 1,2 karbon içeriğinin 46,7 olduğunu bulmuştur. Daha önce yapılan çalışmalar büyük oranda araştırma sonucunda bulduğumuz sonuçlar ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Meşcere gelişme çağları ve OT alanları altındaki kök azot ve karbon içeriklerinin arasında fark olup olmadığını sınamak için varyans analizi yapılmıştır. Buna göre meşcere gelişme çağı ve OT alanları farklılığının >5 mm kök çap kademesi hariç tüm çap kademelerinde karbon ve azot içerikleri bakımından anlamlı olduğu olduğu belirlenmiştir. Ayrıca genel itibariyle ağaçlandırma alanlarının kök karbon ve azot içerikleri bakımından aralarında istatistiksel anlamda bir fark görülmemiştir. Bu durumun nedeni olarak araştırma sahasının toprak karbon ve azot miktarlarının (t/ha) meşcere gelişme çağları ve OT alanlarına göre farklılık bulunmamasından kaynakladığı düşünülmektedir. Ayrıca ağaçlandırma sahalarının topraklarındaki C/N oranlarının meşcere gelişme çağları arasında istatistiksel olarak bir farklılık tespit edilmemiştir. Buna ek olarak ağaçlandırma alanları kök C/N oranları arasında da istatistiksel olarak bir farklılık tespit edilmemesi bu durumu desteklemektedir. Bitki kökleri topraktaki besin maddelerini kökleri vasıtasıyla almaktadır. Topraktaki bu maddelerin değişimi bitkilerin vejetatif organlarında da değişimine neden olmaktadır. Örneğin Eren vd. (2013) kaplı Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) fidanlarında farklı gübre seviyelerinin fidan kalitesine etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda verilen gübre miktarının artmasına paralel olarak kök ve gövdedeki N içeriklerinin arttığı daha sonra ise azaldığını tespit etmişlerdir. Bitkilerin besin maddelerini kökleri ile alabilmeleri için, bunların toprakta anyon veya katyon halinde bulunmaları gerekmektedir (NH_4^+ , NO_3^-) (Çepel, 1988). Bunun için mikroorganizmalar organik maddeleri ayrıştırmaları gerekmektedir (Çepel, 1988). Araştırma sonucuna benzer çalışmalar literatürde bulunmaktadır. Örneğin Karataş ve Güner (2017) Sedir ağaçlandırma alanlarında yapmış olduğu çalışmada kök karbon içeriklerinin (%) meşcere gelişme çağları arasında anlamlı bir farklılık göstermediğini tespit etmiştir. Güner ve Özkan (2019)

Türkiye'deki karaçam ağaçlandırma alanlarında besin stoklarının belirlenmesi isimli çalışmada kuru dal, canlı dal, kabuk ve kökteki azot içeriğinin meşcere gelişme çağları arasında önemli bir farklılık göstermediğini tespit etmiştir. Literatürde bu sonucu destekleyen başka çalışmalarda bulunmaktadır (Zhou vd., 2019; Li ve ark. 2013). Çalışma sonuçları incelendiğinde OT alanlarının kök azot içeriği ağaçlandırma sahalarından yüksek tespit edilmiştir. OT sahalarında daha yüksek azot miktarı içeren bitkiler bulunması nedeniyle bu sonucun oluştuğu düşünülmektedir. Nitekim OT sahalarının kök C/N oranlarının ağaçlandırma alanlarından düşük çıkması bu durumu desteklemektedir. Usman vd., (2000) meşe (*Quercus leucotrichophora*) ve çam (*Pinus roxburghii*) ormanlarında gerçekleştirdiği çalışmada C:N oranı yüksek olan köklerin ayrışmasının daha yavaş olduğunu bildirmişlerdir. Küçük (2010) yapmış olduğu çalışmada toplam azot miktarı bakımından mera alanları meşe alanlarına oranla daha fazla çıkmış ve bunun sebebi olarak mera alanlarındaki bitki örtüsünün baklagil türlerini içermesi ve dolayısı ile azotça daha zengin olma ihtimali olabileceği belirtmektedir. Yine Ünver vd. (2012) Artvin-Genya Dağı yöresinde genç, yaşlı, altında orman gülü yetişmiş ladin ve bitişindeki çayırılık alanda yapmış olduğu çalışmada toplam azot en yüksek çayırılık alanda tespit edilmiş bu durumun nedeni olarak çayırılık bitkilerinin daha fazla azot içermesinden kaynaklandığını belirtmektedirler.

Araştırma alanlarındaki 0-2 mm çapındaki köklerin ortalama azot miktarları (t/ha) OT alanında 0,21; a çağında 0,12; b meşcere gelişme çağında 0,16; bc meşcere gelişme çağında 0,17 şeklinde sıralanmıştır. Ortalama karbon miktarları (t/ha) ise OT meşcere gelişme çağında 5,35; a meşcere gelişme çağında 4,67; b meşcere gelişme çağında 5,88; bc meşcere gelişme çağında 6,28 şeklinde sıralanmıştır. 2-5 mm çapındaki köklerin ortalama azot miktarları (t/ha) OT alanında 0,01; a meşcere gelişme çağında 0,01; b meşcere gelişme çağında 0,02; bc meşcere gelişme çağında 0,02 şeklinde sıralanmıştır. Ortalama karbon miktarları (t/ha) ise OT alanında 0,80; a meşcere gelişme çağında 1,19; b meşcere gelişme çağında 1,66; bc meşcere gelişme çağında 1,42 şeklinde sıralanmıştır. >5 mm çapındaki köklerin ortalama azot miktarları (t/ha) OT alanında 0,06; a meşcere gelişme çağında 0,03; b meşcere gelişme çağında 0,02; bc meşcere gelişme çağında 0,03 şeklinde sıralanmıştır. Ortalama karbon miktarları (t/ha) ise OT alanında 2,78; a meşcere gelişme çağında 4,08; b meşcere gelişme çağında 2,17; bc meşcere gelişme çağında 3,03 şeklinde sıralanmıştır. Kök karbon ve azot miktarları (t/ha) konusunda daha önce yapılmış çok az çalışma bulunmakla beraber Doğu Ladini türünde bu sayı daha az miktardadır. Ayrıca söz konusu bu çalışmalar daha çok orta yaşlı, yaşlı meşcerelerde gerçekleştirilmiş olup genç meşcereler hakkında bilgi

pek bulunmamaktadır. Bu çalışmalardan bazıları incelendiğinde örneğin Tüfekçioğlu vd. (2004a) saf Ladin meşcrelerinde kuzeye bakan yamaçlarda ortalama 0-2 mm kök karbon miktarının 7,86 t/ha, güneye bakan yamaçlarda ise 17,14 t/ha olduğunu belirtmiştir. Akburak vd. (2012) Belgrad ormanlarında Doğu Ladini ağaçlandırmalarında gerçekleştirdiği çalışmada kılcal kök karbon miktarını 2,75 t/ha azot miktarını 0,059 t/ha, ince kök karbon miktarını 1,49 azot miktarını 0,017 t/ha ve kalın kök karbon miktarını 2,13 t/ha azot miktarını 0,019 t/ha olarak bulmuştur. Daha önce yapılan çalışmalar büyük oranda araştırma sonucunda bulduğumuz sonuçlar ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Meşcere gelişme çağı ve OT alanları altındaki köklerin ortalama azot ve karbon miktarlarının (t/ha) arasında fark olup olmadığını sınamak için varyans analizi yapılmıştır. Buna göre meşcere gelişme çağı ve OT alanları farklılığının ortalama 2-5 mm kök azot (t/ha) ve >5 mm kök karbon (t/ha) miktarları hariç tüm kök çap kademelerinde karbon ve azot miktarları (t/ha) bakımından anlamlı olduğu belirlenmiştir. 0-2 mm, 2-5mm kök çap kademelerinde b ve bc meşcere gelişme çağlarının karbon ve azot (t/ha) miktarları a çağından yüksek olduğu belirlenmiştir. Benzer durum toplam kök karbon ve azot miktarlarında da tespit edilmiştir. OT alanlarında ise azot miktarları genel itibariyle ağaçlandırma alanlarından yüksek olduğu bulunmuştur. Bu sonuçların nedeni olarak kök biyokütle ve konsantrasyon içeriklerinin değişimlerini etkileyen faktörlerin karbon ve azot miktarlarının da değişmesine neden olduğu düşünülmektedir. Ayrıca meşcere gelişimi sırasında artan besin konsantrasyonu (Odum, 1969; Wang et al., 2002) ile ilişkili olarak yer üstü ve yer altı biyokütle birikiminin artmasının sonucu olduğu belirtilmektedir (Vogt et al., 1981; Ehrenfeld et al., 1992; Yuan and Chen, 2010). Yapılan çalışmalara bakıldığında Yavuz vd. (2010) saf sarıçam meşcrelerinde gerçekleştirdiği çalışmada karbon depolama miktarlarının ince ve kılcal köklerde en fazla 2. yaş sınıfında, kaba köklerde ise en fazla 5. yaş sınıfında gözlemlenmiştir. Toplam kökte en fazla karbon depolama miktarı ise 5. yaş sınıfında bulunmuştur. Mısır ve Mısır (2013) Kayın meşcrelerinde yapmış olduğu çalışmada kılcal kök karbonunun yaşla birlikte azalırken, kalın kök karbonun arttığını tespit etmiştir. Tolunay vd. (2017) Fıstık Çamı ve Sahil Çamı ağaçlandırma alanlarında yapmış oldukları çalışmada meşcere gelişim çağı arttıkça tüm kök çap kademelerinde ortalama olarak karbon miktarının (kg/ağaç) arttığını tespit etmiştir. Zhou vd. (2019) yapmış oldukları çalışmada kök karbon stoğunun en fazla büyükten küçüğe doğru 20, 35, 10 yaşında meşcrelerde olduğunu tespit etmiştir. Çalışmalar meşcere çağının veya yaşının artışıyla aynı doğrultuda kök karbon ve azot miktarlarının artmadığını, dalgalanmaların olabileceğini

göstermektedir.

Araştırma sonuçları ortalama >5 mm kök biyokütlesi hariç diğer çap kademelerinin ortalama kök biyokütle miktarları (t/ha) ve 2-5 mm kök çap kademesinde depolanan karbon ve azot miktarı ile topoğrafik faktörlerden yalnızca bakı arasında istatistik bakımından bir ilişki tespit edilmiştir.

Araştırma sonuçları ağaçlandırma alanlarında 0-2 mm köklerin ortalama karbon stoğu (t/ha), biyokütlesi, 2-5 mm kök N içeriği (%) ve toplam kök biyokütlesi ile bakı arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Söz konusu analiz sonuçlarına göre güneye gidildikçe bahsedilen kök parametrelerinin arttığı tespit edilmiştir. Bu durumun sebebi olarak bitkilerin kuraklık olayında normalin dışında birtakım fizyolojik aktivite gösterip, su alımını arttırmak için köklerini derinlemesine ve yanlamasına çok geniş alanlara yaymasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Çepel, 1988). Tüfekçioğlu vd. (2005) Artvin Genya dağı yöresinde ladinde yaptığı çalışmada güneşli bakılarda kök biyokütlesini gölgeli bakılara göre istatistiki anlamda daha yüksek bulmuştur. Aynı çalışmada bu durumun nedeni olarak güney bakılara gidildikçe su ve bitki besin ekonomisinin zayıflaması sebebiyle ladinin kök yüzeyini arttırarak bu maddeleri sağlamaya çalışmasından olduğunu belirtmiştir. Yine Tüfekçioğlu vd. (2004a) yapmış olduğu çalışmada ladin kılcal kök karbon depolanmasını bakı konumlarına göre önemli ölçüde değiştiğini tespit etmiştir. Çalışma sonucunda güneye bakan yamaçlar, kuzeye bakan yamaçlara göre önemli ölçüde daha yüksek kılcal kök karbon depolanmasına, ince ve kaba kök biyokütle karbon depolanmasının ise kuzeye bakan yamaçlarda güneye bakan yamaçlara göre daha fazla olduğunu, ancak bu farklılıkların önemli olmadığını tespit etmiştir. Aynı çalışmada kuzeye bakan bölgelerde güneye bakan bölgelerde daha yüksek kök biyokütle değerleri bulunmuş bu durumun nedeni olarak güneye bakan yamaçların, kuzeye bakan yamaçlara kıyasla daha yüksek buharlaşma, daha yüksek terleme ve daha düşük toprak nem değerlerine bağlı olabileceğini belirtmişlerdir. Nitekim çalışmamızın araştırma sonuçlarına bakıldığında tarla kapasitesinin üst topraklarda güneye gidildikçe düştüğü görülmektedir. Ayrıca bu durumu destekleyen birçok çalışma bulunmaktadır (Hendrick ve Pregltzer, 1993; Tüfekçioğlu vd., 2002; Tüfekçioğlu vd., 2004b; Zengin, 2009; Yavuz vd., 2010; Baysal, 2012; Kartal, 2013; Mısır ve Mısır, 2013; Pant ve Tewari, 2015).

Araştırma sonuçları OT alanlarında eğim ile 2-5 mm köklerin ortalama karbon içeriği (%), >5 mm köklerin ortalama azot içeriği (%) arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler olduğunu göstermektedir. Söz konusu analiz sonuçlarına göre OT alanlarında eğim arttıkça

2-5 mm köklerin ortalama karbon içeriği (%) azalmaktadır. Eğimin artışıyla beraber artan yıkanma sonucunda toprak pH düşmektedir. Bu durum 2-5 mm köklerin ortalama karbon içeriği (%)’nin ve >5 mm köklerin ortalama azot içeriği (%)’nin azalmasına etki etmiş olabilir. Çünkü kök ayrışmasının gerçekleştiği ortamın toprak özelliklerinin kök ayrışmasının hızı üzerinde önemli etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (Silver ve Miya, 2001). Söz konusu çalışmada kök ayrışmasının gerçekleştiği toprak kademesinde uygun nemin, O₂ konsantrasyonunun, pH ve ayrışmayı gerçekleştiren mikroorganizmalara inorganik besin elementlerinin sağlanamaması kök ayrışmasının yavaşlamasına neden olduğu bildirilmiştir.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Karadağ dağlık kütlesinde aynı anakayaka (Karadağ formasyonu-andezit-bazalt ve piroklastikleri) ve benzer yükseltide seçilen 98 örnek alanda bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinde kum (%), toz (%), kil (%) hacim ağırlığı, toprak reaksiyonu (pH), elektriksel iletkenlik (EC), toprak nem sabiteleri (tarla kapasitesi, solma noktası, faydalanılabilir su kapasitesi), karbon, azot miktarları (% ve t/ha) tespit edilmiştir. Ölü örtü ve kök örnekleri örnekleri üzerinde ise biyokütle miktarları, karbon ve azot miktarları (% ve t/ha) tayin edilmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiş ve öneriler belirtilmiştir.

1. Bu çalışmada, meşcere gelişme çağıları (a, b, bc) ve OT alanları, eğim ve bakının ölü örtü, toprak ve kök biyokütlelerini, karbon, azot miktarlarını ve ayrıca toprak özelliklerini nasıl etkiledikleri ortaya koyulmuştur. Doğu Karadenizin önemli ve ülkemizin asli türlerinden olan Doğu Ladini ağaçlandırma alanında bu türde yapılan ilk çalışma olması bakımından önemlidir. Çünkü son yıllarda CO₂'nin atmosferdeki konsantrasyonlarının artışı sebebiyle ormanların bünyesinde tuttuğu karbon ve azot miktarının bilinmesi ayrıca bu miktarları etkileyen etmenlerin ortaya konulması önem arz etmektedir. Bu sebeple ülkemizde doğal olarak yetişen türlere, farklı meşcere gelişme çağılarına ve arazi kullanım değişimine bağlı olarak bu tür çalışmaların daha kapsamlı ve uzun vadeli yapılması gerekmektedir.

2. Ülkemizde Doğu Karadeniz Bölgesi'nde büyük bir alanda yayılış gösteren ladin ormanlarında küresel ısınma ve iklim değişikliği üzerine çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bunun yanında ladin ağaçlandırma alanlarında ise söz konusu çalışmalar yok denecek kadar azdır. Küresel karbonun ormanlar vasıtasıyla depolanan miktarının hemen hemen yarısı ladin cinsinin büyük çoğunluğunu oluşturduğu boreal ormanlarda bulunması nedeniyle bu alanlardaki her türlü bilimsel çalışma desteklenmelidir.

3. Toprakların fizyokimyasal özelliklerinde meşcere gelişme çağıları ve OT alanlarına göre farklılıklar elde edilmiştir. Meşcere gelişimiyle birlikte değişen özellikler (ölü örtü ve kök biyokütlesi, ayrışma koşulları, organik madde miktarı vb.) toprakların bu özellikleri etkilediği düşünülmektedir. Ağaçlandırma çalışmaları yapılırken bu durum göz önünde tutulmalı ve planlanmalıdır. Özellikle ağaçlandırma sonrasında toprakta yaşanan bu değişimlerin ne kadar sürede telafi edilebileceği çalışmalarla ortaya konulmalıdır.

4. Topoğrafik faktörler (Eğim, bakı) ile toprakların fizyokimyasal özellikleri

arasında istatistiksel anlamda ilişkiler tespit edilmiştir. Buna göre eğim ile FTD, kum (%), toz (%), kil (%), pH (H₂O), EC (µS/cm) arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Bakı ile ise kil (%), toz (%), pH (H₂O), tarla kapasitesi (%), solma noktası, faydalanılabilir su kapasitesi (%), hacim ağırlığı arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Eğimin özellikle yağış sularının yüzeysel akışını etkilemesi ve bakı farklılığından doğan ısı farklılığı toprakların bu özellikler bakımından farklılaşmasına neden olan temel faktörler olduğu düşünülmektedir.

5. Ölü örtü biyokütle, karbon ve azot, içerikleri meşcere gelişme çağı bakımından farklılıklar göstermektedir. Meşcere gelişim çağı arttıkça ölü örtü biyokütle miktarının arttığı belirlenmiştir. Meşcere gelişimiyle özellikle ışık, sıcaklık değerlerinin optimumdan uzaklaşması ölü örtüye katılımı arttırmıştır. Meşcere gelişimiyle artan C/N oranı bu durumu desteklemektedir. Ayrıca topoğrafik faktörlerden yalnızca eğim ile yalnızca ölü örtü biyokütle miktarları (t/ha) ve C/N oranları arasında düşük bir ilişki tespit edilmiş olup, eğimin artışıyla biyokütle miktarının ve C/N oranının arttığı belirlenmiştir. Araştırma sonuçları eğimin artışıyla beraber toprağın reaksiyonun azaldığını göstermekte ve bu etki ayrışma koşullarını yavaşlatarak ölü örtünün ayrışmada mineral toprak üzerinde birikmesine neden olduğu düşünülmektedir. Ladin türünün ölü örtüsünün ve kök ayrışması yavaş olması azot, karbon dolaşımındaki etkisini özellikle ileri çağlarda sınırlayacağı düşünülmektedir. Bu sebeple Ladin ağaçlandırma alanlarındaki ölü örtüyü toprakla karıştırarak ölü örtü ayrışmasını hızlandırabilir ve dolayısı ile besin maddesi artışına katkıda bulunabilir. Ayrıca Ladin meşcerelerinin kapalılığını kırarak ayrışmayı hızlandırabilir veya aralama çalışmalarının daha erken çağlarda yapılması önerilmektedir. Böylece toprak rekasiyonu artarak mikroorganizmalar için uygun koşullar sağlanıp toprak verimliliği yükseleceği düşünülmektedir.

6. Meşcere gelişme çağı ve OT alanlarına göre kök biyokütlesi, karbon ve azot biyokütlesinin yanında içeriklerinde farklılıklar bulunmuştur. Ayrıca meşcere gelişim çağının artışıyla kök biyokütle ve karbon miktarlarının nisbi olarak arttığı ve istatistiksel olarak genel itibariyle bc meşcerelerinin daha fazla kök kütlesi ve karbon depoladığını göstermektedir. Meşcere gelişimi sırasında artan besin konsantrasyonu ile ilişkili olarak yer üstü ve yer altı biyokütle birikiminin artmasının sonucu olduğu düşünülmektedir. Tüm bunlara ek olarak ağaçlandırma sahalarının meşcere gelişme çağı arasında kök azot ve karbon içerikleri bakımından bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Bitki kökleri topraktaki besin maddelerini kökleri vasıtasıyla aldığı için topraktaki karbon, azot miktarları (t/ha) ve C/N

oranlarında çağlar arasında bir farklılık görülmemesi bu duruma neden olduğu düşünülmektedir.

7. Araştırma sonuçları meşcere gelişme çağları ve OT alanları arasında toprak karbonu bakımından bir farklılık bulunmadığını ve ağaçlandırmanın toprak karbon stokları üzerinde önemli bir etkiye sahip olması için daha uzun zaman gerektiği düşünülmektedir. Fakat araştırma sonuçları ağaçlandırma alanı topraklarının ilk yıllarda karbon miktarları bakımından nisbi ve azot miktarları bakımından istatistiki anlamda OT sahalarından daha düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir. Bu değişim ağaçlandırmanın ilk yıllarında toprak yüzeyine dökülen ibre miktarının düşük olması ve mera bitkilerinin daha fazla azot içermesinden kaynaklanabilir. Bu durum toprakların karbon ve azot içeriklerinde daha net olarak görülmektedir. Ayrıca meşcere gelişme çağı arttıkça topraktaki karbon ve azot miktarının artacağı düşünülse de ladin ibrelerinin ayrışmasında asit ürünlerin meydana gelerek toprağı asitleştirdiği düşünülmektedir. Çünkü meşcere gelişme çağı arttıkça C/N oranının nisbi olarak artmış hatta bu artışı b ile OT meşcere gelişme çağları arasında istatistiki düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Özellikle Ladin ibrelerinin asidik ürün vermesinden ötürü meşcere gelişme çağının artışıyla ortalama pH 4.00 altına düştüğü belirlenmiştir. Bu sebeple, artan asitliği düşürmek için çareler aranmalıdır. Aksi halde, artan asitleşmeyle birlikte toprağın tampon etki alanı Fe ve Al'un bulunduğu pH = 4.2'nin altına düşmesinden dolayı H⁺ iyonu ile ağır metaller olan Fe ve Al ile yer değiştirerek toprak çözeltilisine geçmektedir. Bu durumdan alandaki ağaçların zarar görmesinin yanında toprak çözeltilisine geçen ağır metaller oradan da dere sularına geçmesi kolaylaşacaktır. Bu sebeple, bu alanlarda yapılacak ağaçlandırmalarda, yöremizin asli türlerinden Doğu Ladini yanında Ca'ca zengin türlere (Göknar vb.) de yer verilebilir. Böylece, ölü örtünün ayrışması ile birlikte topraklara Ca'un geçmesi ve pH'nın zamanla bir miktar da olsa artması sağlanabilir.

8. Araştırma sonuçlarına göre güneşe gidildikçe kök biyokütlesi (0-2mm, 2-5 mm ve toplam kök biyokütlesi) ve 2-5 mm kök çap kademesinde depolanan karbon ve azot miktarı artmaktadır. Benzer bir durum topraklarda yaşandığı tespit edilmiştir. Güneyli bakılara gidildikçe topraklardaki azot içeriğinin (%) arttığı görülmektedir. Bu durumun nedeni olarak güneşe gidildikçe güneşe maruz kalma süresinin artması ve bu durumun sonucu olarak bitkilerin suya ulaşmak için kök yüzey alanını arttırmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

9. Araştırma için, ağaçlandırma alanında bulunan a, b ve bc meşcere gelişme çağlarından örnek alanlar alınarak çalışılmıştır. Daha ileri meşcere gelişme çağlarında bu

çalışmalar yapılmalıdır. Böylece ileri çağlarda incelenen parametreler bakımından bir değişimin olup olmayacağı ve karbon ve azot dolaşımında daha etkin, verimli sonuçlar elde edilmesi sağlanabileceği düşünülmektedir.



6. KAYNAKLAR

- Abdalmoula, M. M., 2017. İstanbul-Durusu Kumulundaki Sahil Çamı (*Pinus Pinaster* Ait.) ve Fıstık Çamı (*Pinus Pinea* L.) Ağaçlandırmalarında Ölü Örtü ve Toprakta Karbon Birikimi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aerts, R. ve Chapin, F.S.I., 2000. The Mineral Nutrition of Wild Plants Revisited: A Reevaluation Of Process And Patterns, Adv. Ecol. Res. 30, 1, 67.
- Aertsen, W., Kint, V., Van Orshoven, J., Özkan, K. ve Muys, B., 2010. Comparison and ranking of different modelling techniques for prediction of site index in Mediterranean mountain forests, Ecological Modelling, 221, 1119-1130.
- Aizat, A. M., Roslan, M. K., Sulaiman, W. N. A. ve Karam, D. S., 2014. The relationship between soil pH and selected soil properties in 48 years logged-over forest, International journal of environmental sciences, 4, 6, 1129-1140.
- Akbaş, M., 2014. Artvin Kafkasör yöresindeki doğu ladini meşçereleri ve bitişiğindeki çayırılık alanlarda bazı fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin belirlenmesi ve mikrobiyal biyokütle içeriği değişiminin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, A.Ç.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Akburak, S., Oral, H. V., Ozdemir, E., ve Makineci, E., 2013. Temporal variations of biomass, carbon and nitrogen of roots under different tree species, Scandinavian journal of forest research, 28, 1, 8-16.
- Akgül, E., 1975. Türkiye'de Dogu Ladininin (*Picea orientalis* Link. ve Carr.) yayılış sahası topraklarında tespit edilen başlıca özelliklerle bunlar arasındaki ilişkiler, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten, Ankara.
- Albrektson, A., 1988. Needle litterfall in stands of *Pinus sylvestris* L. in Sweden, in relation to site quality, stand age and latitude, Scandinavian Journal of Forest Research, 3, 1, 4, 333-342.
- Altun, L., 1995. Maçka (Trabzon) Orman İşletmesi Ormanüstü serisinde Orman Yetiştirme Ortamı Birimlerinin Ayrılması ve Haritalanması Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bil. Enst., Trabzon.
- Anderson, J. M. ve Ingram, J. S. I., 1993. Tropical Soil Biology and fertility: A Handbook of Methods. C. A. B. International, U. K.
- Anonim, 2007. Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberliği Eylem Planı 2008-2012, T. C. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- Anonim, 1989. Doğu Ladin. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, El Kitabı Dizisi:5, Ankara.

- Anşın, R., 1988. Tohumlu Bitkiler 1. Cilt Gymnospermae (Açık Tohumlular) K.T.Ü. Basımevleri Genel Yayın No: 122 Trabzon.
- Asandei, A., 2014. Global warming: Carbon-nutrient interactions and warming effects on soil carbon dynamics, Doktora Tezi, University of Exeter, İngiltere.
- Atalay, İ., 1983. Türkiye vejetasyon coğrafyasına giriş, (Vol. 19), Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi.
- Atalay, İ., 2012. Genel Coğrafya, Meta Yayınevi, İzmir.
- Atalay, İ., 2014. Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri (Ecoregions of Turkey), Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova – İzmir.
- Atmaca, F., Yılmaz ve K. T., 2006. Turan Emeksiz Kıyı Kumul Ağaçlandırmasının Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, DOA Dergisi, 12, 207-226.
- Aweto, A. O., 1981. Secondary succession and soil fertility restoration in south-western Nigeria, II. Soil fertility restoration, *J. Ecol.* 69, 609–614.
- Aydın, M., 2000. Giresun-Yağlıdere Yağış Havzasında Farklı Anamateryaller Üzerinde Gelişen Toprakların Erozyon Eğilim Değerleri ve Vejetasyon Yapısı Üzerine Araştırmalar, Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, K. T. Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Backéus, S., Wikström, P. ve Lämås, T., 2005. A Model for Regional Analysis of Carbon Sequestration Andtimber Production, *Forest Ecology and Management*, 216, 28–40.
- Balesdent, J., Chenu, C., ve Balabane, M., 2000. Relationship of Soil Organic Matter Dynamics to Physical Protection and Tillage, *Soil And Tillage Research*, 53, 3-4, 215-230.
- Barnes, B. V., Zak, D. R., Denton, S. R. ve Spurr, S. H., 1998. Forest Ecology, 4th edition, New. York, John Wiley and Sons, Inc., 774 s.
- Batjes, N. H. ve Sombroek, W. G., 1997. Possibilities for Carbon Sequestration in Tropical and Subtropical Soils, *Global Change Biology*, 3, 161-173.
- Baysal, A., 2012. Farklı Eğitim Gruplarında ve Farklı Bakılardaki Meşe Meşcerelerinde ve Bitişindeki Çayırılık Alanlarda İnce Kök Kütlesinin Mevsimsel Olarak Değişiminin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Bazilevich, N. I., 1974. Energy Flow and Biogeochemical Regularities of the Main World Ecosystems, In Proceedings of the First International Congress of Ecology, Structure, Functioning and Management of Ecosystems, 182-186.

- Becvárová, P., Horváth, M., Sarapatka, B. ve Zouhar, V., 2018. Dynamics of Soil Organic Carbon (SOC) Content in Stands of Norway Spruce (*Picea Abies*) in Central Europe, Iforest-Biogeosciences and Forestry, 11, 6, 734'a.
- Benham, S. E., Vanguelova, E. I., ve Pitman, R. M., 2012. Short and Long Term Changes in Carbon, Nitrogen and Acidity in The Forest Soils Under Oak at The Alice Holt Environmental Change Network Site, Science of The Total Environment, 421, 82-93.
- Berendse, F., van Ruijven, J., Jongejans, E. ve Keesstra, S., 2015. Loss of Plant Species Diversity Reduces Soil Erosion Resistance, Ecosystems, 18, 5, 881-888.
- Berg B, McClaugherty C (eds.), 2008. Plant Litter, Decomposition, Humus Formation, Carbon Sequestration, Springer, Berlin.
- Berthrong, S. T., Jobbágy, E. G., ve Jackson, R. B., 2009. A Global Meta - Analysis of Soil Exchangeable Cations, pH, Carbon, and Nitrogen with Afforestation, Ecological Applications, 19, 8, 2228-2241.
- Bouillet, J. P., Laclau, J. P., Arnaud, M., M'Bou, A. T., Saint-André, L., ve Jourdan, C. 2002. Changes with Age in The Spatial Distribution of Roots of Eucalyptus Clone in Congo: Impact on Water and Nutrient Uptake, Forest Ecology and Management, 171, 1, 2, 43, 57.
- Brown, S., Glubczynski, A. ve Lugo, A. E., 1984. Effects of Land Use and Climate on The Organic Carbon Content of Tropical Forest Soils in Puerto Rico, New Forests For A Changing World, Society Of American Foresters, Bethesda, MD, USA, 204-209.
- Brown, S., Schroeder, P. ve Kern, J., 1999. Spatial Distribution of Biomass in Forests Of The Eastern USA, Forest Ecology And Management, 123, 81-90.
- Bouyoucos, G. J., 1962. Hydrometer Method Improved for Making Particle Size Analyses of Soils, Agronomy Journal, 54, 464-465.
- Bray, J. R., ve Gorham, E., 1964. Litter production of forests of the world, Adv. Ecol., Res. 2, 101-157.
- Brevik, E. C., Cerdà, A., Mataix-Solera, J., Pereg, L., Quinton, J. N., Six, J. ve Van Oost, K., 2015. The Interdisciplinary Nature of Soil, Soil, 1, 117-129.
- Bruckner, M. Z., 2012. Water and Soil Characterization- pH and Electrical Conductivity, Microbial Life Educational Resources, Montana State University Bozeman.
- Buckman, H. O. ve Brady, M. C., 1969. The nature and properties of soils, Collier-Macmillan, Cornell University United States Agency for International Development, London.

- Bülbül, E., 2012. KTÜ Orman Fakültesi Eğitim ve Araştırma Ormanı Saf Ladin Meşcerelerinin Karbon Depolama Miktarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Cairns, M., Brown, S., Hemler, E., ve Boumgardner, G., 1997. Root Biomass Allocation in The World's Upland Forests, Oecologia, 111, 1-11.
- Cao, J., Wang, X., Tian, Y., Wen, Z. ve Zha, T., 2012. Pattern of Carbon Allocation Across Three Different Stages of Stand Development of a Chinese Pine (*Pinus Tabulaeformis*), Forest. Ecological Research, 27, 5, 883-892.
- Chang, R., Fu, B., Liu, G., Yao, X. ve Wang, S., 2012. Effects of Soil Physicochemical Properties and Stand Age on Fine Root Biomass and Vertical Distribution of Plantation Forests in The Loess Plateau Of China, Ecological Research, 27, 4, 827-836.
- Chen, H., Harmon, M. E., Sexton, J. ve Fasth, B., 2002. Fine-root decomposition and N dynamics in coniferous forests of the Pacific Northwest, USA, Canadian Journal of Forest Research, 32, 2, 320-331.
- Clark, D. A., Brown, S., Kicklighter, D. W., Chambers, J. Q., Thomlinson, J. R., ve Ni, J., 2001. Measuring Net Primary Production in Forests: Concepts and Field Methods, Ecol. Appl., 11, 356-70.
- Claus, A., George ve E. 2005. Effect of Stand Age on Fine-Root Biomass and Biomass Distribution in Three European Forest Chronosequences, Can. J. For. Res., 35, 1617-1625.
- Collins, M., Knutti, R., Arblaster, J., Dufresne, J. L., Fichefet, T., Friedlingstein, P., Gao, X., Gutowski, W. J., Johns, T., Krinner, G., Shongwe, M., Tebaldi, C., Weaver, A. J., Wehner, M. F., Allen, M. R., Andrews, T., Beyerle, U., Bitz, C. M., Bony, S., Booth, B. B. B., 2013. Long-Term Climate Change: Projections, Commitments ve Irreversibility, in Climate Change 2013-The Physical Science Basis: Contribution of Working Group I to The Fifth Assessment Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, 1029, 113.
- Compton, J. E., Boone, R. D., Motzkin, G. ve Foster, D. R., 1998. Soil Carbon and Nitrogen in a Pine-Oak Sand Plain in Central Massachusetts: Role Of Vegetation And Land-Use History, Oecologia, 116, 536-542.
- Cronan, C. S., 2003. Belowground Biomass, Production and Carbon Cycling in Mature Norway Spruce, Maine, USA., Can. J. For. Res., 33, 339-350.
- Cseresnyés, I., Csontos, P., ve Bózsing, E., 2006. Stand Age Influence on Litter Mass of *Pinus nigra* Plantations on Dolomite Hills In Hungary, Botany, 84, 3, 363-370.
- Çavdar, G., 2011. Yarı Kurak Alan Ağaçlandırmalarının Bazı Toprak Özelliklerinin İyileşmesi Üzerine Etkileri Sarıoba Köyü Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.

- Çebi, İ., 2017. Düzköy (Trabzon) Yöresinde Yapılan Ağaçlandırmaların Bazı Toprak Özellikleri ve Azot Mineralleşmesi Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- ÇEM, (Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü), 2018. Toprak Organik Karbonu Projesi, Teknik Özet, Ankara, Türkiye.
- Çepel, N., 1985. Toprak Fiziği, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3313, O.F. Yayın No: 374, İstanbul.
- Çepel, N., 1988a. Ormanın Fonksiyonel Değerleri ve Orman Ölümüne Neden Olan Yeni Tür Orman Zararları, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 38, 4, 63-73.
- Çepel, N., 1988b. Toprak ilmi: Ders kitabı İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 284 S., İstanbul.
- Çepel, N., 1989. Orman ekolojisi: Ders Kitabı, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 536s., İstanbul.
- Çepel, N., ve Tekerek, Ö., 1980. Antalya Orman Bölge Başmüdürlüğü Yöresinde Bazı Saf Kızılcım Meşcerelerinin Ölü Örtü Miktarı Üzerine Araştırmalar, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 30, 1.
- Çepel, N., 1995. Orman Ekolojisi, İ. Ü. Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, Üniversite Yayın No. 3886, Sosyal BMYO, Yayın No: 433, İstanbul, 536 s.
- Çetiner, M., 2016. Yaylacık Araştırma Ormanı'nda Farklı Meşcere Çağlarındaki Saf Kayın (*Fagus Orientalis* L.) Meşcerelerinde Toprakta Tutulan Karbon Miktarlarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Çömez, A., 2010. Sündiken Dağlarında Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Meşcerelerinde Karbon Birikiminin Belirlenmesi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çömez, A., Tolunay, D. ve Güner, Ş. T., 2017. Sündiken Dağları Sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.) Meşcerelerinde İbre Dökümü ve Ölü Örtü Ayrışması ile Üst Topraktaki Karbon Birikimi Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığınca Desteklenmiş ESK-09 (6303)/2010-2016 Nolu Proje.
- Davis, P. H., 1965-1988. Flora of Turkey and The East Aegean Islands Vol: I-X, Edinburgh University Press, United Kingdom.
- Davis, M. R. ve Condrón, L. M., 2002. Impact of Grassland Afforestation on Soil Carbon in New Zealand: A Review of Paired-Site Studies, Soil Research, 40, 4, 675-690.

- De Macedo, J. R., Meneguelli, N.D.A., Ottoni, F.T.B., De Sousa ve Lima, J. A., 2002. Estimation of Field Capacity and Moisture Retention Based on Regression Analysis Involving Chemical and Physical Properties in Alfisols and Ultisols of The State Of Rio De Janeiro, Communications in Soil Science and Plant Analysis, 33, 13-14, 2037-2055.
- Des Marais, D., 2000. Evolution: When Did Photosynthesis Emerge on Earth, Science, 289, 1703-1705.
- Deng, L., Liu, G. B. ve Shangguan, Z. P., 2014a. Land Use Conversion and Changing Soil Carbon Stocks in China's 'Grain-For-Green' Program: A Synthesis, Global Change Biology, 20, 3544–3556..
- Deng, L, Wang, K. B. ve Shangguan, Z. P., 2014b. Long-Term Natural Succession Improves Nitrogen Storage Capacity of Soil on The Loess Plateau, China, Soil Research, 52, 262–270.
- Deng, L., ve Shangguan, Z. P., 2017. Afforestation Drives Soil Carbon and Nitrogen Changes in China, Land Degradation & Development, 28,1, 151-165.
- Deng, L., Yan, W. M., Zhang, R. W. ve Shangguan, Z. P., 2016. Severe Depletion of Soil Moisture Following Land-Use Changes for Ecological Restoration: Evidence From The Northern China, Forest Ecology And Management, 366, 1–10.
- Dieleman, W. I., Venter, M., Ramachandra, A., Krockenberger, A. K. ve Bird, M. I., 2013. Soil Carbon Stocks Vary Predictably with Altitude in Tropical Forests: Implications for Soil Carbon Storage, Geoderma, 204, 59-67.
- Dinç, M., 2017. Artvin, Erzurum ve Bayburt İllerindeki Bazı Mikro Havzalarda Orman, Mera ve Tarım Alanlarında Toprak Altı ve Toprak Üstü Karbon Miktarlarının Belirlenmesi, Uydu Görüntüleri ile İlişkilendirilmesi ve Modellenmesi, Doktora Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Doğan, Y., 2012. Artvin-Kafkasör Yöresi Yaşlı ve Genç Ladin Meşcerelerinde ve Bitişindeki Çayırılık Alanlardaki Azot Mineralizasyonunun Belirlenmesi, Yüksek Lisans, Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Duman, A., 2008. Artvin Hatila Yöresindeki Saf Doğu Ladini Meşcerelerinde Yükselti ve Bakı Etmenlerine Göre Ölü Örtü Ayrışması ve Bazı Toprak Özelliklerinin Değişiminin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin Orman Fak., Artvin.
- Egbe, E. A. ve Tabot, P. T. 2011. Carbon Sequestration in Eight Woody Non-Timber Forest Species and Their Economic Potentials in Southwestern Cameroon, Applied Ecology and Environmental Research, 9, 4, 369-385.
- Ehrenfeld, J. G., Kaldor, E. ve Parmelee, R. W., 1992. Vertical Distribution of Roots Along a Soil Toposequence in The New Jersey Pinelands, Can. J. For. Res., 22, 1929–1936.

- Eissenstat, D. M. ve Yanai, R. D., 1997. The Ecology of Root Scan, Advance in Ecological Research, 27, 1-62.
- Ekberli, İ. ve Dengiz, O., 2017. Bazalt Ana Materyali ve Farklı Topografik Pozisyonlar Üzerinde Oluşmuş Toprakların Bazı Topografik ve Fiziko-Kimyasal Özellikleri Arasındaki Doğrusal Regresyon Modellerinin Belirlenmesi, Toprak Su Dergisi, 6, 1, 15-27.
- Enoki, T., Kawaguchi, H. ve Iwatsubo, G., 1996. Topographic Variations of Soil Properties and Stand Structure in a *Pinus thunbergii* Plantation, Ecological Research, 11, 3.
- Eren, N., Usta A., Yılmaz, S., Kutlu E., Genç, S. ve Altun L., 2013. Kaplı Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) Fidanlarında Farklı Gübre Seviyelerinin Fidan Kalitesine Etkisi, Proje Sonuç Raporu, Orman Genel Müdürlüğü, Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Trabzon.
- Eroğlu, M., Akıncı, H. A. ve Özcan, G. E., 2005. Ladin Ormanlarımızda Kabuk Böceği Yıkımlarına Karşı İzlenebilecek Kısa ve Uzun Dönemli Mücadele ve İyileştirme Çalışmaları, Ladin Sempozyumu, Trabzon, Türkiye, Ekim, Cilt1, No: 1, 184-194.
- Erol, A. ve Hızal, A., 2006. Gümüşhane İli Köse Deresi Yağış Havzasında Hidro-Fiziksel Toprak Özelliklerinin, Toprak Oluşumunda Etkili Faktörlere Bağlı Olarak Değişimi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10, 1.
- Fang H., Ji B., Deng X., Ying J., Zhou G., Shi Y., Xu L., Tao J., Zhou Y., Li C. ve Zheng H., 2018. Effects of Topographic Factors and Aboveground Vegetation Carbon Stocks on Soil Organic Carbon in Moso Bamboo Forests, Plant And Soil, 433, 1, 2, 363-376.
- FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations), 2005. FAO Statistical database 2005 available, [http:// faostat.fao.org/](http://faostat.fao.org/), 06 Eylül 2005.
- Farfağ, D., 2010. Root Vitality in The Upper Soil of Pine Stands Ten Years After Thinning, For. Res. Pap., 71, 225–230.
- Fernández, I. J., Son, Y., Kraske, C. R., Rustad, L. E. ve David, M. B., 1993. Soil carbon dioxide characteristics under different forest types and after harvest, Soil Sci. Soc Am. J., 57,1115- 1121.
- Ficetola, G. F., Maiorano, L., Falcucci, A., Dendoncker, N., Boitani, L., Padoa-Schioppa, E., Miaud, C. ve Thuiller W., 2010. Knowing The Past to Predict The Future: Land-Use Change and The Distribution of İnvasive Bullfrogs, Global Change Biology, 16, 528–537.

- Fine'r, L., Helmisaari, H. S., Lo`hmus, K., Majdi, H., Brunner, I., Børja, I., Eldhuset, T., Godbold, D., Grebenc, T., Kono`pka, B., Kraigher, H., Mo`tto`nen, M. R., Ohashi, M., Oleksyn, J., Ostonen, I., Uri, V. ve Vanguelova, E., 2007. Variation in Fine Root Biomass of Three European Tree Species: Beech (*Fagus Sylvatica* L.), Norway Spruce (*Picea abies* L. Karst.), and Scots Pine (*Pinus Sylvestris* L.), Plant Biosyst., 141, 394–405.
- Fleischer, K., Rebel, K. T., Van Der Molen, M. K., Erisman, J. W., Wassen, M. J., Van Loon, E. E. ve Gianelle, D., 2013. The Contribution of Nitrogen Deposition to The Photosynthetic Capacity of Forests, Global Biogeochemical Cycles, 27, 1, 187, 199.
- Fogel, R., 1983. Root Turnover and Productivity of Coniferous Forests, in Tree Root Systems and Their Mycorrhizas, 75-85, Springer, Dordrecht.
- Freedman, B. ve Keith, T., 1996. Planting Trees for Carbon Credits: A Discussion of Context, Issues, Feasibility, and Environmental Benefits, Environmental Reviews, 4, 2, 100-111.
- Fowler, D., Coyle, M., Skiba, U., Sutton, M. A., Neil Cape, J., Reis, S., Sheppard, L. J., Jenkins, A., Grizzetti, B., Galloway, J. N., Vitousek, P., Leach, A., Bouwman, A. F., Butterbach-Bahl, K., Dentener, F., Stevenson, D., Maren, M. ve Maren A., 2013. The global nitrogen cycle in the twenty-first century, Philos. Trans. R. Soc. B, 368, 1–13.
- Gallardo, J. F., Martin, A., Moreno, G. ve Santa Regina, I., 1998. Nutrient Cycling in Deciduous Forest Ecosystems of The Sierra De Gata Mountains: Nutrient Supplies to The Soil Through Both Litter and Throughfall, Annal. For. Sci., 55, 771-784.
- Galloway, J. N., Aber, J. D., Erisman, J. W., Seitzinger, S. P., Howarth, R. W., Cowling, E. B., ve Cosby, B. J., 2003. The Nitrogen Cascade, Bioscience, 53, 4, 341-356.
- Galloway, J. N., Dentener, F. J., Capone, D. G., Boyer, E. W., Howarth, R. W., Seitzinger, S. P., Asner, G. P., Cleveland, C. C., Green, P. A., E. Holland, A., Karl, D. M., Michaels, A. F., Porter, J. H., Townsend, A. R. ve Vöosmarty, C. J., 2004. Nitrogen Cycles: Past, Present, and Future, Biogeochemistry, 70, 2, 153-226.
- Galloway, J. N., Townsend, A. R., Erisman, J. W., Bekunda, M., Cai, Z., Freney, J. R., Martinelli, L. A., Seitzinger, S. P. ve Sutton, M. A., 2008. Transformation of the Nitrogen Cycle: Recent Trends, Questions, and Potential Solutions, Science, 320, 889-892.
- Garcia, A., Rodriguez, B., Garcia, B., Gabaric, N., Krajovic, V. ve Zimakova, M., 1990. Mineral Nutrients in Pasture Herbage of Central Western Spain, Soil, Grassland and Animal Relationship, in: Proceedings of 13th General Meeting of The European Grassland, Banska Bystorica, Czechoslovakia.
- Gibbs, H. K., Brown, S., Niles, J. O. ve Foley, J. A., 2007. Monitoring and Estimating Tropical Forest Carbon Stocks: Making REDD a Reality, Environmental Research Letters, 2, 4, 045023.

- Gerwing, J. J., 2002. Degradation of Forests Through Logging and Fire in The Eastern Brazilian Amazon, For. Ecol. Manage., 157, 131-141.
- Gonzalez, G. ve Zou, X., 1999. Plant and Litter influences on Earthworm Abundance and Community Structure in a Tropical Wet Forest, Biotropica, 31, 486-493.
- Gower, S. T., McMurtrie, R. E., ve Murty, D., 1996. Aboveground net primary production decline with stand age: potential causes, Trends Ecol. Evol., 11, 378-382.
- Grier, C. C., Vogt, K. A., Keyes, M. R. ve Edmonds, R. L., 1981. Biomass Distribution and Above and Below-Ground Production in Young and Mature *Abies Amabilis* Zone Ecosystems of The Washington Cascades, Canadian Journal Of Forest Research, 11, 1, 155-167.
- Guo, L. B., ve Gifford, R. M., 2002. Soil Carbon Stocks and Land Use Change: A Meta Analysis, Global Change Biology, 8, 4, 345-360.
- Guo, L. B., Wang, M. ve Gifford, R. M. 2007. The Change of Soil Carbon Stocks and Fine Root Dynamics After Land Use Change From a Native Pasture to a Pine Plantation, Plant Soil, 299, 251-262.
- Guo, L. B., Cowie, A. L., Montagu, K. D. ve Gifford, R. M., 2008. Carbon and Nitrogen Stocks in a Native Pasture and an Adjacent 16-Year-Old *Pinus radiata* D. Don. Plantation in Australia, Agriculture, Ecosystems & Environment, 124, 3, 4, 205-218.
- Gülçur, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 201, İstanbul.
- Gülenay, S., 2009. Artvin-Murgul Yalancı Akasya (*Robinia Pseudoacacia*) Ağaçlandırma Sahasında ve Bitişigindeki Çayrılık Alanda Toprak Solunumunun Belirlenmesi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Artvin.
- Güner, S., Tüfekçioğlu, A., Duman, A., ve Küçük, M., 2010. Murgul Yalancı Akasya Ağaçlandırmalarının ve Bitişigindeki Otlak Alanların Toprak Üstü Biyokütle, Kök Kütle, Kök Üretimi ve Karbon Depolama Yönlerinden Karşılaştırılması, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 3, 1045-1055, Artvin.
- Güner, Ş. T. ve Çömez, A., 2014. Karaçam (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana*) Ağaçlandırma Alanlarında Karbon Stoklarının Belirlenmesi, Orman Genel Müdürlüğü, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, Proje Sonuç Raporu: ESK-10(6303), 46s, Eskişehir.
- Güner, Ş. T. ve Çömez, A., 2017. Biomass Equations and Changes in Carbon Stock in Afforested Black Pine (*Pinus nigra* Arnold. Subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Stands in Turkey, Fresenius Environmental Bulletin, 26, 3, 2368-2379.
- Güner, D. ve Özkan, K., 2019. Türkiye'deki Karaçam Ağaçlandırma Alanlarında Besin Stoklarının Belirlenmesi, Ormancılık Araştırma Dergisi, 6, 2, 192-207.

- Güven, İ. H., 1993. Doğu Pontidlerin 1/25 000 Ölçekli Jeolojisi ve Komplikasyonu, MTA, (Ankara), Yayınlanmamış.
- Hamilton, W. J., 1842. Researches in Asia Minor, Pontus and Armenia I, London.
- Harvey, L. D. D., 2000. Global warming the hard science, 336 s., Singapore: Pearson Education.
- Hendershot, W. H., Courchense, F. ve Schemenauer, R. S., 1992. Soil Acidification Along a Trophic Gradient on Round Top Mountain, Quebec, Canada, Water Air Soil Pollut., 61, 4, 235–242.
- Hendrick, R. L. ve Pregltzer, K. S., 1993. The Dynamics of Root Length, Biomass and Nitrogen Content in Two Northern Hardwood Ecosystems, Canadian Journal of Forest Research, 23, 2507-2520.
- Hoffert, M. I., Caldeira, K., Benford, G., Criswell, D. R., Green, C., Herzog, H., Jain, A. K., Kheshgi, H. S., Lackner, K. S., Lewis, J. S., *et al.* 2002. Advanced Technology Paths to Globalclimate Stability: Energy For a Greenhouse Planet, Science, 298, 981–987.
- Hoogmoed, M., Cunningham, S. C., Thomson, J. R., Baker, P. J., Beringer, J. ve Cavagnaro, T. R., 2012. Does Afforestation of Pastures Increase Sequestration of Soil Carbon in Mediterranean Climates Agriculture, Ecosystems & Environment, 159, 176-183.
- Hooker, T. D. ve Compton, J. E., 2003. Forest Ecosystem C and Nitrogen Accumulation During The First Century After Agricultural Abandonment, Ecol Appl., 13, 299–313.
- Hoover, M. D. ve Hursh, C. R., 1943. Influence of Topography and Soil Depth on Runoff From Forest Land, Eos Trans. AGU, 24, 6.
- Houghton, E. 1996. Climate Change 1995: The Science of Climate Change: Contribution of Working Group I to The Second Assessment Report of The Intergovernmental Panel On Climate Change (Vol. 2). Cambridge University Press.
- Houghton, R. A., Hackler, J. L., ve Lawrence, K. T., 1999. The US Carbon Budget: Contributions From Land-Use Change, Science, 285, 574–578.
- Houghton, J. T., 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis, Cambridge University Press Cambridge, UK.
- Houghton, R. A., 2003. Revised Estimates of The Annual Net Flux of Carbon to The Atmosphere From Changes in Land Use and Land Management 1850–2000. Tellus B: Chemical and Physical Meteorology, 55, 2, 378-390.
- Hong, S., Piao, S., Chen, A., Liu, Y., Liu, L., Peng, S., Sardans, J., Sun, Y., Penuelas, J. ve Zeng, H., 2018. Afforestation Neutralizes Soil pH, Nat. Commun., 9, 1, 520.

- Howarth, R. W., ve Marino, R., 2006. Nitrogen as The Limiting Nutrient for Eutrophication in Coastal Marine Ecosystems: Evolving Views Over Three Decades, Limnology and Oceanography, 51, 364-376.
- IEA, Global CO₂ Emissions in 2019, Retrieved March 20, 2020,
- IPCC, 2007, Climate change 2007: Working Group III, Mitigation of Climate Change, Technical Summary, Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland.
- IPCC, 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, [Stocker, Tf; Qin, D; Plattner, Gk; Tignor, M; Allen, Sk; Boschung, J; Nauels, a; Xia, Y; Bex, V; Midgley, Pm (Eds.)], Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC, 2014. AR5 Synthesis Report: Climate Change 2014, <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/> 23 Ekim 2020.
- IPCC, 2018. Global warming of 1.5°C, Geneva, Switzerland: IPCC.
- IPCC, 2019. Climate Change and Land: an IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial (Summary For Policymakers) Ecosystems Geneva, Switzerland.
- Irmak, A., 1954. Arazide ve Laboratuvarında Toprağın Araştırılması Metodları, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 27, İstanbul.
- Jobbagy, E. G. ve Jackson, R. B., 2000. The Vertical Distribution of Soil Organic Carbon and Its Relation to Climate and Vegetation, Ecological Applications, 10, 2, 423–436.
- Jackson, R. B., Banner, J. L., Jobbagy, E. G., Pockman, W. T., ve Wall, D. H., 2002. Ecosystem Carbon Loss With Woody Plant Invasion of Grasslands, Nature, 418, 623–626.
- Jackson, R. B., ve Schlesinger, W. H., 2004. Curbing The U. S. Carbon Deficit, Proceedings Of The National Academy Ofsciences, 101, 15827–15829.
- Jacob, M., Bade, C., Calvete, H., Dittrich, S., Leuschner, C. ve Hauck, M., 2013. Significance of Over-Mature and Decaying Trees for Carbon Stocks in a Central European Natural Spruce Forest, Ecosystems, 16, 336–346.
- Jagodzin'ski, A. M. ve Kałucka, I., 2011. Fine Root Biomass and Morphology in an Age-Sequence of Post-Agricultural *Pinus Sylvestris* L. Stands, Dendrobiology, 66, 71–84.

- Jandl, R., Lindner, M., Vesterdal, L., Bauwens, B., Ba-ritz, R., Hagedorn F., Johnson, D.W., Minkinen, K. ve Byrne K.E., 2007. How Strongly can Forest Management Influence Soil Carbon Sequestration? A Review, Geoderma, 137, 253–268.
- Janzen, H. H., 2004. Carbon Cycling in Earth Systems-A Soil Science Perspective, Agriculture, Ecosystems and Environment, 104, 399-417.
- Jenny, H., 1941. Factors of Soil Formation: A Quantitative System in Pedology, 281s., McGraw-Hill, New York.
- Jordan, D., Ponder, F. Jr. ve Hubbard, V. C., 2003. Effects of Soil Compaction, Forest Leaf Litter and Nitrogen Fertilizer on Two Oak Species and Microbial Activity, Applied Soil Ecology, 23, 33–41.
- Kahle, P., Hildebrand, E., Baum, C. ve Boelcke, B., 2007. Long-Term Effects of Short Rotation Forestry with Willows and Poplar on Soil Properties, Archives of Agronomy and Soil Science, 53, 6, 673-682.
- Kalıpsız, A., 1976. Bilimsel Araştırma. 1. Baskı. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 2076, Orman Fakültesi Yayın No:216, İstanbul.
- Kanagaraj, A., Hariharan, M., Ajith, R., Kumar, S. N., ve Deepan, P., 2019. Particulate emission control and direct carbon dioxide capture, International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology, 5, 2, 714-718.
- Kantarıcı, M. D., 1978. Aladağ Kütlesinin (Bolu) Kuzey Aklanındaki Uludağ Göknarı Ormanlarında Yükselti-İklim Kuşaklarına Göre Bazı Ölü Örtü ve Toprak Özelliklerinin Analitik Olarak Araştırılması, İ.Ü. Orman Fak. Der. Seri A, Cilt 28, Sayı 2, sayfa: 60-116; 1978-İstanbul.
- Kantarıcı, M. D., 1986. Genetik Toprak Sınıflandırmasının Ana Konuları II. Gelişim Olayları, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, İstanbul.
- Kantarıcı, M. D., 2000. Toprak İlimi, İstanbul Üniversitesi Yayınları, 4261, 462-420, İstanbul, ISBN: 975-404-588-7.
- Kantarıcı, M. D., 2005. Orman Ekosistemleri Bilgisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Kara, Ö., Bolat, I., Cakıroglu, K., ve Şentürk, M., 2014. Litter Decomposition and Microbial Biomass in Temperate Forests in Northwestern Turkey, Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 14, 1, 31-41.
- Karagül, R., 1994. Trabzon-Söğütlüdere Havzasında Farklı Arazi Kullanma Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Özellikleri ile Erozyon Eğilimlerinin Araştırılması, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Karakaya, E., 2016. Paris İklim Anlaşması: İçeriği ve Türkiye Üzerine bir Değerlendirme, Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 3, 1, 1-12.

- 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.
- Karaöz, M. Ö.,1989. Toprakların su ekonomisine ilişkin bazı fiziksel özelliklerinin laboratuvarında belirlenmesi yöntemleri, *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 39, 2, 133, 144.
- Karaöz, M., 1993. Bazı Yerli ve Yabancı İğne Yapraklı Ağaç Türlerine Ait Plantasyonlarda Ölü Örtü Miktarı İle Bunlardaki Besin Maddesi Rezervleri Üzerine Araştırmalar, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 43, 1, 93-116.
- Kartal, E., 2013. Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Torul Orman İşletme Müdürlüğü Alacadağ Orman İşletme Şefliği Saf Kayın (*Fagus Orientalis* L.) Meşcerelerindeki Kök ve Toprak Kütlesi Değişimlerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kaspari, M., García, M. N., Harms, K. E., Santana, M., Wright, S. J., Joseph, B. ve Yavitt, J. B., 2008. Multiple nutrients limit litterfall and decomposition in a tropical forest, *Ecol. Lett.*, 11, 35-43.
- Kavvadias, V. A., Alifragis, D., Tsiontsis, A., Brosfas, G. ve Stamatelos, G., 2001. Litterfall, Litter Accumulation and Litter Decomposition Rates in Four Forest Ecosystems in Northern Greece, *For. Ecol. Manage.*, 144, 113-127.
- Kayacık, H., 1960. Doğu Ladininin coğrafi yayılışı, *İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 2, 25-32.
- Kellomaki, S., Peltola, H., Nuutinen, T., Korhonen, K. T. ve Strandman, H., 2008. Sensitivity of Managed Boreal Forests in Finland to Climate Change, With Implications for Adaptive Management, *Phil. Trans. Roy. Soc.*, 363, 2341-2351.
- Keesstra, S. D., Geissen, V., Van Schaik, L., Mosse., K. ve Piirinen, S., 2012. Soil as a Filter for Groundwater Quality, *Current Opinions in Environmental Sustainability*, 4, 507-516.
- Keyes, M. R. ve 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*, 11,3, 599-605.
- Kimmins, J. P., 1996. Forest Ecology: A Foundation for Sustainable Management, The University of British Columbia, 596 s.
- Kirankumar, M. N., 2016. Correlation Between Aboveground Biomass and Soil Organic Carbon Across Forest Covers of Gujarat (Doctoral dissertation, Maharaja Sayajirao University of Baroda (India)).

- Korhonen R., Pingoud, K., Savolainen, I., ve Matthews, R., 2002. The Role of Carbon Sequestration and The Tonne-Year Approach In Fulfilling The Objective Of Climate Convention, Environmental Science & Policy, 5, 429–441.
- Korkanç, S. Y., Şahin, H., Özden, A. O. ve Özkurt, B., 2018. Arazi Kullanımı Dönüşümlerinin Toprakların Organik Karbon Depolama ve Bazı Özellikleri Üzerindeki Etkileri: Niğde Yöresi Örneği, Türkiye Ormancılık Dergisi, 19, 4, 362–367.
- Korkmaz, S., 1993. Tonya-Düzköy (GB Trabzon) Yöresinin Stratigrafisi, Türkiye Jeoloji Bülteni, 36, 151-158.
- Köhler, L., Hölscher, D., ve Leuschner, C., 2008. High Litterfall in Old-Growth and Secondary Upper Montane Forest of Costa Rica, Plant Ecology, 199, 2, 163-173.
- Kramer, C. ve Gleixner, G., 2006. Variable Use of Plant- and Soil-Derived Carbon by Microorganisms in Agricultural Soils, Soil Biology & Biochemistry, 38, 3267–3278.
- Kuzyakov, Y. ve Schneckenberger, K., 2004. Review of Estimation of Plant Rhizodeposition and Their Contribution to Soil Organic Matter Formation, Arch. Agron. Soil Sci., 50, 115–132.
- Kurz, W. A., Beukema, S. J. ve Apps, M. J., 1996. Estimation of Root Biomass and Dynamics for The Carbon Budget Model of The Canadian Forest Sector, Canadian Journal Of Forest Research, 26, 11, 1973-1979.
- Kurt, Ğ., Özkan, M., Karşlı, Ğ. ve Topçu, T., 2006. Doğu Karadeniz Bölgesinin Jeodinamik ve Metalojenik Evrimi, MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No: 10875, Ankara.
- Küçük, M., 2013. Farklı Eğim ve Baki Gruplarında Bulunan Meşe Meşcerelerinde ve Mera Alanlarında Azot Mineralizasyonu ve Toprak Solunumunun Belirlenmesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Küçükkaya, İ., 2002. Türkiye Dağlık Su Havzalarında Orman, Mera ve Tarım Kaynakları Tahribatının Önlenmesi, Geliştirilmesi ve Yönetimi, Su Havzalarında Toprak ve Su Kaynaklarının Korunması, Geliştirilmesi ve Yönetimi Sempozyumu, Hatay, Bildiri Kitabı, 98-105.
- Laganière, J., Angers, D. A. ve Parè, D., 2010. Carbon Accumulation in Agricultural Soils After Afforestation: A Meta-Analysis, Global Change Biology, 16, 439–453.
- Lal, R., 2008. Carbon sequestration, Philosophical Transactions of the Royal Society, 363, 815–830.
- Landsberg, J. J. ve Gower, S. T., 1997. Application of Physiological Ecology Forest Management, 354 s., Academic Press, San Diego.

- Li D. J., Niu S. L. ve Luo Y. Q., 2012. Global Patterns of The Dynamics of Soil Carbon and Nitrogen Stocks Following Afforestation: A Meta-Analysis, New Phytologist 195, 172–181.
- Tianxiang, L. U. O., Peili, S. H. I., Ji, L. U. O. ve Hua, O., 2002. Distribution Patterns of Aboveground Biomass in Tibetan Alpine Vegetation Transects, Acta Phytocological Sinica, 26, 6, 668-676.
- Ma, L. H., Liu, X. L., ve Wang, Y. K., 2013. Effects of Drip Irrigation on Deep Root Distribution, Rooting Depth, and Soil Water Profile of Jujube in a Semiarid Region, Plant and Soil, 373, 1, 2, 995-1006.
- Maithani, K., Arunachalam, A., Tripathi, R. S. ve Pandey, H. N., 1998. Influence of leaf litter quality on N mineralization in soils of subtropical humid forest regrowths, Biology and Fertility of Soils, 27, 44–50.
- Makineci, E., 1999. İ. Ü. Orman Fakültesi Araştırma Ormanındaki Baltalıkların Koruya Dönüştürülmesi İşlemlerinin Ölü Örtü ve Topraktaki Azot Değişimine Etkileri, İ. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Makineci, E., Özdemir, E., Çaliskan, S., Yılmaz, E., Kumbasli, M., Keten, A. ve Yılmaz, H., 2015. Ecosystem Carbon Pools of Coppice-Originated Oak Forests at Different Development Stages, European Journal Of Forest Research, 134, 2, 319-333.
- Malhi, Y. A., Baldocchi, D. D., ve Jarvis, P. G., 1999. The Carbon Balance of Tropical, Temperate and Boreal Forests, Plant, Cell & Environment, 22, 6, 715-740.
- Malhi, Y., Aragão, L. E. O. C., Galbraith, D., Huntingford, C., Fisher, R., Zelazowski, P., Sitch, S., McSweeney, C. ve Meir, P., 2009. Exploring the Likelihood and Mechanism of a Climate Change Induced Dieback of The Amazon Rainforest, Proc. Nat. Acad.
- Malhi, Y., Girardin, C.A.J., Goldsmith, G.R., Doughty, C.E., Salinas, N., Metcalfe, D.B., Huaraca Huasco, W., Silva-Espejo, J.E., Del Aguilla-Pasquell, J., Farfán Amézquita, F., Aragão, L.E.O.C., Guerrieri, R., Ishida, F.Y., Bahar, N.H.A., Farfan-Rios, W., Phillips, O.L., Meir, P. ve Silman, M., 2017. The Variation of Productivity and Its Allocation Along a Tropical Elevation Gradient: A Whole Carbon Budget Perspective, New Phytol., 214, 1019, 1032.
- Maquere, V., Laclau, J. P., Bernoux, M., Saint - Andre, L., Gonçalves, J. L. M., Cerri, C. C., ve Ranger, J., 2008. Influence of Land Use (Savanna, Pasture, Eucalyptus Plantations) on Soil Carbon and Nitrogen Stocks in Brazil, European Journal Of Soil Science, 59, 5, 863-877.
- Marshall, T. J., Holmes, J.W. ve Rose, C. W., 1996. Soil Physics, 3rd Edn. Cambridge University Press, Cambridge.

- Matamala R., Gonzàlez-Meler, M. A., Jastrow, J. D., Norby, R. J. ve Schlesinger, W. H., 2003. Impacts of Fine Root Turnover on Forest NPP and Soil C Sequestration Potential, Science, 302, 1385–1387.
- McCarl, B. A. ve Schneider, U. A., 2001. Climate Change Greenhouse Gas Mitigation in U. S. Agriculture ve Forestry, Science, 294, 2481–2482.
- Mısır, M. ve Mısır, N., 2013. Root Biomass and Carbon Storage for *Fagus orientalis* Lipsky, (Northeastern Anatolia), Int. J. Education Res, 1, 1-8.
- Mısır, M., Mısır, N., Ülker C., N. ve Erkut S., 2013. K.T.Ü. Orman Fakültesi Eğitim ve Araştırma Ormanının Saf Kayın Meşcerelerinin Karbon Depolama Miktarının Belirlenmesi, Bilimsel Araştırma Projesi, Trabzon.
- Millar, C. S., 1974. Decomposition Of coniferous Leaf Litter. In: C.H. Dickinson, G.J.F. Pugh (Eds), *Biology of Plant Litter Decomposition*, Academic Press, London, 105-128.
- MGM, 2016. 2016 Yılı İklim Değerlendirmesi, <https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-raporlari.aspx>. 08 Haziran 2020.
- MGM, 2017. 2017 Yılı İklim Değerlendirmesi, <https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-raporlari.aspx>. 08 Haziran 2020.
- MGM, 2018. 2018 Yılı İklim Değerlendirmesi, <https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-raporlari.aspx>. 08 Haziran 2020.
- MGM, 2019. 2019 Yılı İklim Değerlendirmesi, <https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-raporlari.aspx>. 08 Haziran 2020.
- Mo, J., Brown, S., Peng, S. ve Kong, G., 2003. Nitrogen Availability in Disturbed, Rehabilitated and Mature Forests of Tropical China, Forest Ecology and Management, 175, 573–583.
- Moisen, G. G. ve Frescino, T. S., 2002. Comparing Five Modelling Techniques for Predicting Forest Characteristics, Ecological Modelling, 157, 209-225.
- Monk, C. D., McGinty, D.T ve Day, F. P., 1985. The Ecological Importance of *Kalmia Latifolia* and *Rhododendron Maximum* in The Deciduous Forest of The Southern Appalachians, *Bulletin Of The Torrey Botanical Club*, 112, 2, 187-193 April-June.
- Mooney, H. A., Vitousek, P. M. ve Matson, P. A., 1987. Exchange of Materials Between Terrestrial Ecosystems and The Atmosphere, Science, 238, 4829, 926-932.
- Moreno-Hurtado, F. H., 2004. Soil Carbon Dynamics in Primary and Secondary Tropical Forests in Colombia, Doktora Tezi, Florida International University.
- Mork, E., 1942. Om Strøfallet I Vare Skoger, *Medd Nor Skogforskves*, 29, 297-365.

- Albrektson, A., 1988. Needle Litterfall in Stands of *Pinus sylvestris* L. in Sweden, in Relation to Site Quality, Stand Age and Latitude, Scandinavian Journal of Forest Research, 3, 1, 4, 333-342.
- Mund, M., Kummetz, E., Hein, M., Bauer, G. A. ve Schulze, E. D., 2002. Growth and Carbon Stocks of a Spruce Forest Chronosequence in Central Europe, Forest Ecology And Management, 171, 3, 275, 296.
- Müftüoğlu, N. M., ve Demirer, T., 1998. Toprakta Azot Bilançosu, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 29, 1.
- Nadelhoffer, K. J. ve Raich, J. W., 1992. Fine Root Production Estimates and Belowground Carbon Allocation in Forest Ecosystems, Ecology, 73, 1139-47.
- NOAA, 2014. United States Department of Commerce Global Monitoring Division (GMD), <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>. 19 Mayıs 2020.
- Novaes Filho, J. P. N., Selva, E. C., Couto, E. G., Lehmann, J., Johnson, M. S., Riha, S. J., 2007. Spatial Distribution of Soil Carbon Under Primary Forest Cover in Southern Amazonia, Sociedade de Investigações Florestais, 31, 83-92.
- Odum, E. P., 1969. The Strategy of Ecosystem Development, Science, 164, 262- 270.
- OGM, 2020. Türkiye Orman Varlığı, <https://www.ogm.gov.tr/tr/ormanlarimiz-sitesi/TurkiyeOrmanVarligi/Yayinlar/2020%20T%C3%BCrkiye%20Orman%20Varl%C4%B1%C4%9F%C4%B1.pdf>. 22 Ocak 2022.
- OGM, 1984. Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü, Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü, Akçaabat ve Vakfikebir Orman İşletme Şefliği, Orman Amenajman Planı.
- OGM, 2008. Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü, Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü, Akçaabat ve Vakfikebir Orman İşletme Şefliği, Orman Amenajman Planı.
- OGM, 2018. Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü, Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü, Akçaabat ve Vakfikebir Orman İşletme Şefliği, Orman Amenajman Planı.
- Oostra, S., Majdi, H. ve Olsson, M. 2006. Impact of Tree Species on Soil Carbon Stocks and Soil Acidity in Southern Sweden, Scandinavian Journal Of Forest Research, 21, 5, 364-371.
- Ortaş, İ., Darıcı, C. ve Tüfekçi, S. 2013. Farklı Yaşlardaki Okaliptüs Ormanlarında Hasat Edilmiş ve Edilmemiş Alanlarda Karbon Depolama Potansiyelinin Belirlenmesi ve Toprak Organik Madde İçeriğine Bitki Kökleri ve Mikoriza Mantarlarının Katkısının Araştırılması, TÜBİTAK, Proje No:109O027.
- Özalp, M., Dehşet, F., Turgut, B., Yıldırım, S., ve İnanlı, E., 2015. Tahrip Edilmiş Eğimli Arazilerde Teraslama ve Ağaçlandırma Çalışmalarının Toprak Özelliklerini İyileştirmedeki Rolü, Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 1, 1, 2, 74-88.

- Özdemir, N., 2019. Farklı Topoğrafik Yapı ve Arazi Kullanım Koşullarında Hacim Ağırlığı ile Bazı Fiziksel ve Kimyasal Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 7, 2, 86-91.
- Özkaya, M. S., 2016. Mor Çiçekli Orman Gülü (*Rhododendron Ponticum* L.)'nün Toprak Üstü ve Toprak Altı Biyokütlesinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Özyuvacı, N., 1971. Topraklarda Erozyon Eğiliminin Tespitinde Kullanılan Bazı Önemli İndeksler, *İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 21, 1, 190-207.
- Pacala, S., ve Socolow, R., 2004. Stabilization Wedges: Solving the Climate Problem for the Next 50 Years with Current Technologies, *Science*, 305, 968–972.
- Pant, H., ve Tewari, A., 2015. Fine Root Biomass, Productivity and Turnover in Two Contrasting Aspects in Natural Chir Pine (*Pinus roxburghii* sarg.) Forests of Central Himalaya, *Russian Journal Of Ecology*, 46, 6, 511-517.
- Parfitt, R. L., Theng, B. K. G., Whitton, J. S. ve Shepherd, T. G., 1997. Effects of clay minerals and land use on organic matter pools. *Geoderma*, 75, 1-12.
- Parfitt, R. L. ve Ross, D. J., 2011. Long-Term Effects of Afforestation with *Pinus radiata* on Soil Carbon, Nitrogen, and pH: A Case Study, *Soil Research*, 49, 6, 494-503.
- Pathak, H. ve Rao, D. L. N., 1998. Carbon and Nitrogen Mineralization from Added Organic Matter in Saline and Alkali Soils, *Soil Biol. Biochem*, 30, 695–702.
- Paul, K. I., Polglase, P. J., Nyakuengama, J. G. ve Khanna, P. K., 2002. Change in Soil Carbon Following Afforestation, *Forest Ecology and Management*, 168, 1,3, 241-257.
- Pei, Y., Lei, P., Xiang, W., Ouyang, S. ve Xu, Y., 2018. Effect of Stand Age on Fine Root Biomass, Production and Morphology in Chinese Fir Plantations in Subtropical China, *Sustainability*, 10, 7, 2280.
- Peichl, M. ve Arain, M. A., 2006. Above and Belowground Ecosystem Biomass and Carbon Pools in an Age-Sequence of Temperate Pine Plantation Forests, *Agricultural and Forest Meteorology*, 140, 1,4, 51-63.
- Phillips, O. L., 1997. The Changing Ecology of Tropical Forests, *Biodiversity and Cons.*, 6, 291-311.
- Phillips, O. L., Aragão, L. E., Lewis, S. L., Fisher, J. B., Lloyd, J., López-González, G. ve Van Der Heijden, G., 2009. Drought Sensitivity of The Amazon Rainforest, *Science*, 323, 5919, 1344-1347.
- Pregitzer, K. S. ve Euskirchen E. S., 2004. C Cycling and Storage in World Forests: Biome Patterns Related to Forest Age, *Glob Change Biol.*, 10, 2052–2077.

- Pausas, J. G., 1997. Litter Fall and Litter Decomposition in *Pinus sylvestris* Forests of the Eastern Pyrenees, Journal of Vegetation Science, 8, 643-650.
- Peltoniemi, M., Mañkpañá, R., Liski, J. ve Tamminen, P., 2004. Changes in Soil C with Stand Age—an Evaluation of a Modelling Method with Empirical Data, Glob Change Biol., 1, 2078–2091.
- Provin, T. ve Pitt, J. L., 2012. Managing Soil Salinity, Texas Farmer Collection, E-60, 7-01.
- Querejeta, J. I., Roldán, A., Albaladejo, J. ve Castillo, V., 2000. Soil Physical Properties and Moisture Content Affected by Site Preparation in The Afforestation of a Semiarid Rangeland, Soil Sci. Soc. Am. J., 64, 2087–2096.
- Ramos, M. C., Cots-Folch R. ve Martínez-Casasnovas J. A., 2007. Effects of Land Terracing on Soil Properties in The Priorat Region in Northeastern Spain: A Multivariate Analysis, Geoderma, 142, 251–261.
- Rehfuess, K. E., 1986. Wirkungen des fichtenanbaus Auf den Boden p. 250-279 in "Die Fichte, Ein Handbuch in zwei Bänden", Band III. Editör: Helmut Schmidt-Vogt. Verlag Paul Parey. Hamburg und Berlin.
- Ranger, J. ve Nys, C., 1994. The Effect of Spruce (*Picea abies* Karst.) on Soil Development: an Analytical and Experimental Approach, European Journal of Soil Science, 45, 2, 193-204.
- Rhoades, C. ve Binkley, D., 1996. Factors Influencing Decline in Soil pH in Hawaiian Eucalyptus and Albizia Plantations, Forest Ecology and Management, 80, 1, 3, 47-56.
- Richards, L. A., 1954. Diagnosis and Improvement of, Saline and Alkali Soils. Handbook, 60.
- Richter, D. D., Markewitz, D., Trumbore, S. E. ve Wells, C. G. 1999. Rapid Accumulation and Turnover of Soil C In A Re-Establishing Forest, Nature, 400, 56–58.
- Richter, D., Houghton, R., 2011. Gross CO₂ Fluxes From Land-Use Change: Implications for Reducing Global Emissions and Increasing Sinks, Carbon Management, 2, 41-47.
- Rigueiro - Rodríguez, A., Mosquera - Losada, M. R. ve Fernández - Núñez, E., 2012. Afforestation of agricultural land with *Pinus radiata* D. Don and *Betula alba* L. in nw Spain: effects on soil pH, understory production and floristic diversity eleven years after establishment, Land Degradation & Development, 23, 3, 227-241.
- Ruess R.W., Hendrick R.L., Burton A.J., Pregitzer K.S., Sveinbjornsson B., Allen M.F. ve Maurer G.E., 2003. Coupling fine root dynamics with ecosystem carbon cycling in black spruce forests of interior Alaska. Ecol Monogr, 73, 643–662.

- Saatçioğlu F. 1979. Silvikültür Tekniđi (Silvikültür II), (Second edition), İ.Ü. Orman Fakóltesi Yayınları No. 2490/268, İstanbul.
- Santilli M., Mouthino P., Schwartzman S., Nepstad D., Curran L. ve Nobre C., 2005. Tropical deforestation and the Kyoto protocol *Clim. Change*, 71, 267–76.
- Sariyildiz, T., 2003. Litter decomposition of *Picea orientalis*, *Pinus sylvestris* and *Castanea sativa* trees grown in Artvin in relation to their initial litter quality variables, *Turkish journal of agriculture and forestry*, 27, 4, 237-243.
- Sariyildiz, T., Tüfekçioğlu, A., ve Küçük, M., 2005. Comparison of decomposition rates of beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and spruce (*Picea orientalis* (L.) Link) litter in pure and mixed stands of both species in Artvin, Turkey, *Turkish journal of agriculture and forestry*, 29, 6, 429-438.
- Sariyildiz, T., 2008. Effects of Tree Canopy on Litter Decomposition Rates of *Abies Nordmanniana*, *Picea orientalis* And *Pinus sylvestris*, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 23, 4, 330-338.
- Sariyıldız T. ve Duman A., 2008. Çoruh havzası Deriner barajı yol Őevi ve geçiçi yerleŐim yeri çevre ağaçlandırılmasında kullanılan farklı türlerin altındaki toprakların bazı özelliklerinin doğal ve açık alanların toprak özellikleriyle karşılaştırılması, Baraj Havzalarında Ormancılık I. Ulusal Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 29-30 Nisan, KahramanmaraŐ Sütçü İmam Üniversitesi, KahramanmaraŐ, ss. 275-287.
- Sariyildiz, T., Akkuzu, E., Küçük, M., Duman, A. ve Aksu, Y., 2008. Effects of *Ips Typographus* (L.) Damage On Litter Quality and Decomposition Rates of Oriental Spruce [*Picea orientalis* (L.) Link.] in Hatila Valley National Park, Turkey, *European Journal Of Forest Research*, 127, 5, 429.
- Sariyıldız, T., Acar, M. ve Küçük, M., 2010. Kök ayrışma seyri üzerinde ağaç türünün ve topografyanın etkisi, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 3, 1056-1066.
- Sariyıldız, T., 2011. Acidification Of Soils By Trees And Forests, Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakóltesi Dergisi, 3, 1, 42-49.
- Sariyıldız, T., Acar, M. ve Küçük, M., 2010. Kök ayrışma seyri üzerinde ağaç türünün ve topografyanın etkisi, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 3, 1056-1066.
- Sariyildiz, 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.
- Sargıncı, M., 2014. Batı karadeniz orman ekosistemlerinde ölü örtü dinamiği, Doktora Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.
- Savacı, G., 2017. Farklı arazi kullanım türleri ve ağaç yaşının bazı toprak özellikleri, karbon ve azot depolamasına etkileri, Doktora Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.

- Savacı, G., ve Sarıyıldız, T., 2020a. Determination of Changes in Soil Organic Carbon and Total Nitrogen Stocks under Different Stand Age of Kazdağı Fir (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Steven) Spach), Journal of Bartın Faculty of Forestry, 22, 2, 532-543.
- Savacı, G. ve Sarıyıldız, T., 2020b. Effects of stand age on litter quality, decomposition rate and nutrient release of Kazdagi fir (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani*), iForest-Biogeosciences and Forestry, 13, 5, 396.
- Sayer, E. J., 2006. Using Experimental Manipulation to Assess the Roles of Leaf Litter in The Functioning of Forest Ecosystems, Biol. Rev. Camb. Philos. Soc., 81, 1, 31.
- Schlesinger, W. H., 1997. Biogeochemistry, an analysis of Global Change, Academic Press, San Diego.
- Schlesinger, W. H. ve Lichter, J., 2001. Limited C Storage in Soil and Litter of Experimental Forest Plots Under Increased Atmospheric CO₂, Nature, 411, 466, 469.
- Schumacher, B. A., 2002. Methods for the Determination of Total Organic Carbon (TOC) In Soils and Sediments, Ecological Risk Assessment Support Center Office of Research and Development US, Environmental Protection Agency, s23.
- Sevgi, O., Makineci, E. ve Karaöz, O., 2011. The Forest Floor and Mineral Soil Carbon Pools of Six Different Forest Tree Species, Ekoloji, 20, 81, 8, 14.
- Sevim, M., 1961. Bazı Orman Ağaçlarının Kök Sistemleri ve Yetiştirme Muhiti Şartları ile Münasebetleri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 49, 65.
- Sharma, E. ve Ambasht, R. S., 1987. Litterfall, Decomposition and Nutrient Release In an Age Sequence of *Alnus Nepalensis* Plantation Stands in The Eastern Himalaya, The Journal of Ecology, 997, 1010.
- Shibata, H., Branquinho, C., McDowell, W. H., Mitchell, M. J., Monteith, D. T., Tang, J. ve Kopáček, J., 2015. Consequence of Altered Nitrogen Cycles in The Coupled Human and Ecological System Under Changing Climate: The Need for Long-Term and Site-Based Research, Ambio, 44, 3, 178, 193.
- Silver, W. L., Ostertag, R. ve Lugo, A. E., 2000. The Potential for Carbon Sequestration Through Reforestation of Abandoned Tropical Agricultural and Pasture Lands, Restoration Ecology, 8, 4, 394, 407.
- Silver, W. L. ve Miya, R. K., 2001. Global Patterns in Root Decomposition: Comparisons of Climate and Litter Quality Effects, Oecologia, 129, 407, 419.
- Socha, J., 2008. Effect of Topography and Geology on The Site Index of *Picea bies* in The West Capathian, Polan, Scandinavian Journal of Forest Research, 23, 203, a 213.

- Soja, A. J., Tchebakova, N. M., French, N. H., Flannigan, M. D., Shugart, H. H., Stocks, B. J. ve Stackhouse Jr, P. W., 2007, Climate-Induced Boreal Forest Change: Predictions Versus Current Observations, Global And Planetary Change, 56, 3, 4, 274, 296.
- Song, X., Gao, X., Dyck, M., Zhang, W., Wu, P., Yao, J. ve Zhao, X., 2018. Soil Water and Root Distribution of Apple Tree (*Malus Pumila* Mill) Stands In Relation to Stand Age and Rainwater Collection and Infiltration System (RWCI) In a Hilly Region of The Loess Plateau, China, Catena, 170, 324, 334.
- SPSS, I. C. 2013. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Stanton, S., 2007. Effects of Dwarf Mistletoe on Climate Response of Mature Ponderosa Pine Trees, Tree-Ring Research, 63, 2, 69, 80.
- Stendahl, J., Johansson, M. B., Eriksson, E., Nilsson, A. ve Langvall, O., 2010. Soil Organic Carbon In Swedish Spruce and Pine Forests–Differences In Stock Levels and Regional Patterns, Silva Fennica, 44, 1, 5, 21.
- Summerfield, M. A., 1997. Global Geomorphology, 537 s, Longman, New York.
- Sutton, M. A., Bleeker, A., Howard, C., Bekunda, M., Grizzetti, B., Vries, W. D., Van Grinsven, H., Abrol, Y., Adhya, T. ve Billen, G., 2013. Our Nutrient World: The Challenge to Produce More Food and Energy with Less Pollution, Centre For Ecology and Hydrology (CEH).
- Şenol, H., Alaboz, P., Gülsoy, S. ve Özkan, G., 2018. Boylu Ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) Ormanları Altındaki Toprakların Fizikokimyasal Özellikleri, Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 19, 1, XXX.
- Tesfaye, M. A., Gardi, O., Bekele, T. ve Blaser, J., 2019. Temporal Variation of Ecosystem Carbon Pools Along Altitudinal Gradient and Slope: The Case of Chilimo Dry Afromontane Natural Forest, Central Highlands of Ethiopia, Journal of Ecology and Environment, 43, 1, 1, 22.
- Tateno, R., Hishi, T. ve Takeda, H., 2004. Above and Belowground Biomass and Net Primary Production in a Cool-Temperate Deciduous Forest In Relation to Topographical Changes in Soil Nitrogen, Forest Ecology and Management, 193, 3, 297, 306.
- Templer, P. H., Pinder, R. W. ve Goodale, C. L., 2012. Effects of Nitrogen Deposition on Greenhouse - Gas Fluxes For Forests and Grasslands of North America, Frontiers in Ecology and The Environment, 10, 10, 547, 553.
- Thomas, R., Canham, C., Weathers, K. ve Goodale C., 2010. Increased Tree Carbon Storage in Response to Nitrogen Deposition in The US, Nature Geoscience, 3,13,17.

- Thornton, P. E., Doney, S. C., Lindsay, K., Moore, J. K., Mahowald, N., Randerson, J. T., Fung, I., Lamarque, J. F., Feddema, J. J. ve Lee, Y. H., 2009. Carbon-Nitrogen Interactions Regulate Climate-Carbon Cycle Feedbacks: Results From an Atmosphere- Ocean General Circulation Model, Biogeosciences, 6, 2099, 2120.
- Thornthwaite, C. W., 1948. An Approach Toward a Rational Classification of Climate, Geographical Review, 38, 1, 55, 94.
- Thuille, A. ve Schulze, E. D., 2006. Carbon Dynamics in Successional and Afforested Spruce Stands in Thuringia and The Alps, Global Change Biology, 12, 2, 325, 342.
- 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, 265, 279.
- Tolunay, D. ve Çömez, A., 2007. Orman Topraklarında Karbon Depolanması ve Türkiye'deki Durum, Küresel İklim Değişimi ve Su Sorunlarının Çözümünde Ormanlar, 13-14 Aralık 2007, İstanbul.
- Tolunay, D. ve Çömez, A., 2008. Orman Topraklarında Karbon Depolanması ve Türkiye'deki Durum, Küresel İklim Değişimi ve Su Sorunlarının Çözümünde Ormanlar, 13-14 Aralık 2007, İstanbul, 97, 108.
- Tolunay, D. ve Karabıyık, B., 2013. Türkiye Sera Gazları Ulusal Envanterinde Ormancılık Sektörü İçin Yapılan Karbon Hesaplamalarının Değerlendirilmesi, Uluslararası Katılımlı V. Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu, 18-20 Eylül 2013, Eskişehir, Türkiye.
- Tolunay, D., Makineci, E. ve Şahin, A., 2017. İstanbul-Durusu Kumul Alanlarındaki Sahil Çamı (*Pinus Pinaster* Ait.) ve Fıstık Çamı (*Pinus Pinea* L.) Ağaçlandırmalarında Karbon Birikimi, TÜBİTAK Projesi, Proje No: 114O797.
- Tolunay, D., 2019. Biomass factors used to calculate carbon storage of Turkish forests, Forestist, 69, 2, 145, 155.
- Tremblay, S., Périé, C. ve Ouimet, R., 2006. Changes in Organic Carbon Storage in a 50 Year White Spruce Plantation Chronosequence Established On Fallow Land in Quebec, Canadian Journal Of Forest Research, 36, 11, 2713, 2723.
- Trofymow, J. A., Barclay, H. J. ve McCullough, K. M., 1991. Annual Rates and Elemental Concentrations of Litterfall in Thinned and Fertilized Douglas-Fir, Can. J. For. Res., 21, 1601, 1615.
- Trouvé, C., Disnar, J. R., Mariotti, A. ve Guillet, B., 1996. Changes in The Amount and Distribution of Neutral Monosaccharides of Savanna Soils After Plantation of Pinus and Eucalyptus in The Congo, European Journal of Soil Science, 47, 1, 51, 59.

- Turfan, N., Savacı, G. ve Sarıyıldız, T., 2016. Uludağ Göknarı ve Sarıçam İbrelere Bazı Kimyasal Bileşiklerinin Meşcere Yaşına ve Bazı Toprak Özelliklerine Bağlı Olarak Değişimi, Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 16, 2, 583, 598.
- Tüfekçioğlu, A., Güner, S., Altun, L., Kalay, H. Z. ve Yener, İ., 2002. Kayın ve Ladin Meşcerelerinde İnce ve Kılcal Kök Biyokütllerinin Karşılaştırılması, II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 15-18 Mayıs 2002, Artvin, 2, 746, 751.
- Tüfekçioğlu, A., 1995. Ordu Melet Irmağı Havzasındaki Orman Ekosistemlerinde Yükselti ve Bakı Etmenlerine Göre Bitki Örtüsü ve Bakı Özelliklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Tüfekçioğlu, A., Güner, S. ve Küçük, M., 2004a. Root Biomass and Carbon Storage in Oriental Spruce and Beech Stands in Artvin, Turkey, *Journal of Environmental Biology*, 25, 3, 317, 320.
- Tüfekçioğlu, A. ve Küçük, M., 2004b. Soil Respiration in Young and Old Oriental Spruce Stands and in Adjacent Grasslands in Artvin, Turkey, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28, 6, 429, 434.
- Tüfekçioğlu, A., Sarıyıldız, T., Güner, S. ve Küçük, M., 2005. Artvin Genya Dağı Yöresi Doğu Ladini Meşcerelerinde Kök Kütlesi, Yıllık İbre Dökümü ve Toprak Solunumu Miktarlarının Değişimleri, Ladin Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 20-22 Ekim 2005, 123, 129, Trabzon.
- Tüfekçioğlu, A., Güner, S. ve Tilki, F., 2008. Climate Change and Oriental Spruce (*Picea orientalis*) Ecosystems in Eastern Blacksea Region of Turkey, *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 9, 1, 101, 106.
- Tüfekçioğlu, A., 2008. Küresel ısınmanın ülkemiz ladin ormanları üzerine olası etkilerinin irdelenmesi, IV. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 25-28 Mart 2008, 399, 407 İstanbul.
- Tüfekçioğlu, A. ve Güner, S. 2008. Artvin-Murgul Yalancı Akasya Ağaçlandırmalarının Odun Üretimi. Biyokütle, Karbon Depolama, Toprak Islahı ve Erozyonu Önleme Yöneliminden Araştırılması, Result report, TUBITAK-TOVAG, Project No: 106O418.
- 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 Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs 2010, 1030, 1037.
- Türkeş, M. 2001. Küresel İklimin Korunması, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Türkiye, Tesisat Mühendisliği, 61, 14-29.
- Tyler, G., 1991. Effects of Litter Treatments on The Sporophore Production of Beech Forest Macrofungi, *Mycological Research*, 95, 1137, 1139.

- Uhl, C. ve Kauffman, J. B., 1990. Deforestation, Fire Susceptibility, and Potential Tree Responses to Fire in The Eastern Amazon, Ecology, 71, 2, 437, 449.
- URL-1, Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, İklim Değişikliği, <https://iklim.csb.gov.tr/paris-anlasmasi-i-98587>. 24.10.2020.
- URL-2, <https://tr.boell.org/tr/2019/09/04/ipccden-arazi-ozel-raporu-hemen-harekete-gecmek-zorundayiz>. 07.07.2020
- USDA (United State Department of Agriculture), 2011. Soil Quality Indicator: Soil Electrical Conductivity; Natural Resources Conservation Services: United State.
- Usman, S., Singh, S.P., Rawat, Y.S. ve Bargali, 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.
- Venter, M., Dwyer, J., Dieleman, W., Ramachandra, A., Gillieson, D., Laurance, S. ve Bird, M. I., 2017. Optimal Climate for Large Trees at High Elevations Drives Patterns of Biomass in Remote Forests of Papua New Guinea, Global Change Biology, 23, 11, 4873, 4883.
- Ünver, M. C., Dogan, Y., Kucuk, M. ve Tufekcioglu, A., 2012. Farklı Bitki Örtüsü Altındaki Topraklarda Mineralleşme Potansiyeli (Artvin-Genya Dağı Yöresi-Türkiye) Ekoloji, 21, 85, 57, 63.
- Usoltsev, V. A. ve Vanclay, J. K., 1995. Stand Biomass Dynamics of Pine Plantations and Natural Forests on Dry Steppe in Kazakhstan, Scandinavian Journal of Forest Research, 10, 305-312.
- Vesterdal, L., Clarke, N., Sigurdsson, B. D. ve Gundersen, P., 2013. Do Tree Species Influence Soil Carbon Stocks in Temperate and Boreal Forests, For. Ecol. Manage., 309, 4, 18.
- Vitousek, P. M., 1991. Can Planted Forests Counteract Increasing Atmospheric Carbon Dioxide, Journal Of Environmental Quality, 20, 348, 354.
- Vitousek, P. M., Aber, J. D., Howarth, R. W., Likens, G. E., Matson, P. A., Schindler, D. W., Schlesinger, W. H. ve Tilman, D. G., 1997. Human Alteration of The Global Nitrogen Cycle: Sources And Consequences, Ecological Applications, 7, 737, 750.
- Wall, A. ve Heiskanen, J., 2003. Water Retention Characteristics and Related Physical of Soil on Afforested Agricultural Land in Finland, Forest Ecology and Management, 186, 21, 37.
- Wang, X. L., Klinka, K., Chen, H. Y. ve Montigny, L. D., 2002. Root Structure of Western Hemlock and Western Redcedar in Single-And Mixed-Species Stands, Canadian Journal Of Forest Research, 32, 6, 997, 1004.

- Wang, G., Guan, D., Xiao, L. ve Peart, M. R., 2019. Forest Biomass-Carbon Variation Affected by The Climatic and Topographic Factors in Pearl River Delta, South China, Journal Of Environmental Management, 232, 781, 788.
- Wardle, D. A., 1993. Changes in the microbial biomass and metabolic quotient during leaf litter succession in some New Zealand forest and scrubland ecosystems, Funct Ecol. 7, 346-355.
- Wellock, M., 2011. The Impact of Afforestation on The Carbon Stocks of Irish Soils, Doktora Tezi, National University Of Ireland.
- West, K., 2008. Essential Chemistry: Carbon Chemistry, Chelsea House an Imprint of Infobase Publishing, 132 West 31st Street New York NY 10001, 117 s.
- Wilde, S.A., 1964. Changes in soil productivity induced by pine plantations, Soil Sci., 97, 276–278.
- Wilding, L. P., Smeck, N.E. ve Hall, G.F., 1985, Pedogenesis and Soil Taxonomy, Series I and II, Elsevier, Amsterdam, Holland.
- Walle, I. V., Mussche, S., Samson, R., Lust, N. ve Lemeur, R., 2001. The Above and Belowground Carbon Pools of Two Mixed Deciduous Forest Stands Located in East-Flanders (Belgium), Annals Of Forest Science, 58, 5, 507, 517.
- Whittaker, R. H. ve Likens, G. E., 1973. Carbon in The Biota In: Woodwell, G. M and EV Pecan (Eds.), Carbon And The Biosphere, 281-302.
- Wright, J. A., DiNicola, A., ve Gaitan, E., 2000. Latin American Forest Plantations: Opportunities for Carbon Sequestration, Economic Development, and Financial Returns, Journal of Forestry, 98, 9, 20, 23.
- Wubie, M. A. ve Assen, M., 2020. Effects of Land Cover Changes and Slope Gradient on Soil Quality in The Gumara Watershed, Lake Tana Basin Of North–West Ethiopia, Modeling Earth Systems and Environment, 6, 1, 85, 97.
- Vogt, K. A., Edmonds, R. L. ve Grier, C. C., 1981. Seasonal Changes in Biomass and Vertical-Distribution of Mycorrhizal and Fibrous Textured Conifer Fine Roots in 23-Year-Old and 180-Year-Old Subalpine *Abies Amabilis* Stands, Can. J. For. Res., 11, 223, 229.
- Vogt, K. A., Vogt, D. J., Palmiotto, P. A., Boon, P., O'Hara, J. ve Asbjornsen, H., 1995. Review of Root Dynamics in Forest Ecosystems Grouped by Climate, Climatic Forest Type and Species, Plant and Soil, 187, 2, 159, 219.
- Yanai, R. D., Park, B. B. ve Hamburg, S. P. 2006. The Vertical and Horizontal Distribution of Roots in Northern Hardwood Stands of Varying Age, Can. J. For. Res., 36, 2, 450, 459.

- Yang, L., Wu, S. ve Zhang, L., 2010. Fine Root Biomass Dynamics and Carbon Storage Along a Successional Gradient in Changbai Mountains, China, Forestry, 83, 4, 379387.
- Yamashita, T., Feiner, H., Bettina, J., Helfrich, M. ve Ludwig, B., 2006. Organic matter in density fractions of water-stable aggregates in silty soils: effect of land use, Soil Biol Biochem, 38, 3222-3234.
- Yavuz, H., Mısır, N., Mısır, M., Tüfekçioğlu, A., Karahalil, U. ve Küçük, M., 2010. Karadeniz Bölgesi Saf ve Karışık Sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.) Meşcereleri İçin Mekanistik Büyüme Modellerinin Geliştirilmesi, Biyokütle ve Karbon Depolama Miktarlarının Belirlenmesi, Proje Sonuç Raporu, TÜBİTAK TOVAG, 106O274.
- Yimer, F., Ledin, S. ve Abdelkadir, A. 2006. Soil Organic Carbon and Total Nitrogen Stocks as Affected by Topographic Aspect and Vegetation in The Bale Mountains, Ethiopia, Geoderma, 135, 335, 344.
- Yuan, Z. Y. ve Chen, H. Y. H. 2010. Fine Root Biomass, Production, Turnover Rates, and Nutrient Contents in Boreal Forest Ecosystems in Relation to Species, Climate, Fertility, and Stand Age: Literature Review and Meta-Analyses, Crit Rev Plant Sci, 29, 204, 221.
- Yuan, Z. Y. ve Chen, H. Y., 2012. A Global Analysis of Fine Root Production as Affected by Soil Nitrogen and Phosphorus, Proc Biol Sci, 279, 3796, 802.
- Yuan, Z. Y., Shi, X. R., Jiao, F. ve Han, F. P., 2018. Changes in Fine Root Biomass of *Picea abies* Forests: Predicting The Potential Impacts of Climate Change, Journal of Plant Ecology, 11, 4, 595, 603.
- Yüksek, T., Göl, C., Yüksek, F., ve Yüksel E. E., 2009. The Effects of Land-Use Changes on Soil Properties: The Conversion Of Alder Coppice To Tea Plantations in The Humid Northern Blacksea Region, African Journal of Agricultural Research, 4, 7, 665, 674.
- Zak, D. R., Grigal, D. F., Gleeson, S. ve Tilman, D., 1990. Carbon and Nitrogen Cycling During Old-Field Succession: Constraints on Plant and Microbial Biomass, Biogeochemistry, 11, 111, 129.
- Zengin, O., 2009., Giresun İli Alucra Yöresi Saf ve Karışık Sarıçam Meşçerelerinde Kalın Kök Kütlesinin Belirlenmesi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Artvin.
- Zhang, Y., Xie, Y. S. ve Hao, M. D., 2011. Study on Characteristics of Apple Orchard Soil Moisture in Gully Region of Loess Plateau, Soils, 43, 2, 293, 298.
- Zhang, Y., Niu, J., Zhu, W., Du, X. ve Li J., 2015. Effects of Plant Roots on Soil Preferential Pathways and Soil Matrix in Forest Ecosystems, J. For. Res., 26, 397, 404.

Zhou, L., Li, S., Liu, B., Wu, P., Heal, K. V. ve Ma, X., 2019. Tissue-Specific Carbon Concentration, Carbon Stock, and Distribution in *Cunninghamia Lanceolata* (Lamb.) Hook Plantations at Various Developmental Stages in Subtropical China, Annals of Forest Science, 76, 3, 70.



7. EKLER

Ek Tablo 1. Örnek alanların bazı yetişme ortamı ve toprakların fizikokimyasal özellikleri

Profil	Derinlik	MGÇÖ	Yükselti (m)	Bakı (°)	Bakı (RI)	Eğim (%)	MTD (cm)	FTD (cm)	Humus Tipi	HA (g/cm ³)	Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)	Toprak Türü	pH (H ₂ O)	EC (µS/cm)	pH (KCl)	TK %	SN %	FSK %
1	0-10	b	1520	35	0,09	10	58	60	Mull	0,7	65	10	23	Kumlu Balçık	4,4	62,1	4,09	34,7	18,2	15,5
	10-20									0,8	62	14	24	Kumlu Balçık	4,64	20	4,17	33,3	19,4	13,9
	20-50									1,1	68	14	18	Kumlu Balçık	4,57	15,88	4,2	32,2	18,5	13,7
	50-80									1,3	59	16	25	Kumlu Balçık	4,78	11,35	4,33	24,6	13,5	11,1
2	0-10	b	1603	180	1	20	55	80	Çürüntülü Mull	0,6	71	10	19	Kumlu Balçık	4,5	67,8	3,64	32,4	15,7	16,7
	10-20									0,6	65	16	19	Kumlu Balçık	4,51	61,3	3,75	39	27,6	11,4
	20-50									0,6	61	14	25	Kumlu Balçık	4,54	51,1	3,95	38,6	27	11,6
	50-80									0,8	57	18	24	Kumlu Balçık	4,64	16,51	4,07	34,5	22,7	11,8
3	0-10	b	1567	125	0,78	40	30	65	Çürüntülü Mull	0,9	54	20	26	Kumlu Killi Balçık	4,82	74,8	4,03	30,4	20,6	9,8
	10-20									0,8	56	20	24	Kumlu Balçık	4,77	22,21	4,04	38,7	22,8	15,9
	20-50									0,8	67	25	8	Kumlu Killi Balçık	4,63	19,2	3,89	38,6	19,3	19,3
	50-80									0,9	40	36	24	Killi Balçık	4,89	8,03	3,94	29,2	19,4	9,8
4	0-10	b	1640	270	0,5	11	50	80	Çürüntülü Mull	0,6	74	13	13	Kumlu Balçık	4,79	35,2	4,11	30,7	17,5	13,2
	10-20									0,6	67	16	17	Kumlu Balçık	4,82	23,85	4,23	39,1	21,8	17,3
	20-50									0,7	71	16	13	Kumlu Balçık	5,08	13,7	4,32	36,9	18,3	18,6
	50-80									0,9	59	20	21	Kumlu Balçık	4,66	52,5	4,27	36	16,8	19,2
	80-120									1	57	26	17	Kumlu Killi Balçık	4,98	5,55	4,17	31,9	13,5	18,4
5	0-10	b	1570	180	1	25	30	60	Çürüntülü Mull	1,3	65	9	27	Kumlu Balçık	4,57	79,1	3,97	33,2	15	18,2
	10-20									0,5	69	7	25	Kumlu Balçık	4,52	66,1	4,01	39,5	23,5	16
	20-50									0,5	61	9	31	Kumlu Balçık	4,72	21,25	4,31	39,2	22	17,2
	50-80									0,8	36	14	50	Tozlu Balçık	4,77	39,7	4,22	31,5	14,4	17,1

Ek Tablo 1'in Devamı

Profil No	Derinlik	MGÇO	Yükselti (m)	Bakı (°)	Bakı (RI)	Eğim (%)	MTD (cm)	FTD (cm)	Humus Tipi	HA (g/cm ³)	Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)	Toprak Türü	pH (H ₂ O)	EC (µS/cm)	pH (KCl)	TK %	SN %	FSK %
6	0-10	a	1596	180	1	10	60	50	Mull	1,3	52	24	24	Kumlu Killi Balçık	4,59	29,36	3,82	23,8	11	12,8
	10-20									1,1	48	29	24	Kumlu Killi Balçık	4,45	36,2	3,84	27,1	15,8	11,3
	20-50									1	42	35	24	Killi Balçık	4,41	12,02	3,92	32,7	18	14,7
	50-80									1,2	46	30	24	Kumlu Killi Balçık	4,6	8,25	3,97	26,5	16,1	10,4
7	0-10	b	1500	170	0,99	15	50	80	Çürüntülü Mull	0,5	74	9	17	Kumlu Balçık	4,46	52,2	4,03	41,1	23,2	17,9
	10-20									0,5	81	8	11	Balçıklı Kum	4,53	48,2	4,16	40,7	15,9	24,8
	20-50									0,7	87	6	7	Kum	4,69	22,25	4,44	39,9	27,1	12,8
	50-80									0,7	69	15	16	Kumlu Balçık	4,86	10,98	4,31	32,4	23	9,4
8	0-10	bc	1400	240	0,75	36	30	90	Çürüntülü Mull	1,1	85	8	7	Balçıklı Kum	4,34	264,1	4,08	34,7	17,4	17,3
	10-20									0,5	72	6	22	Kumlu Balçık	4,27	143,6	4,1	49,5	35,1	14,4
	20-50									0,6	81	8	11	Balçıklı Kum	4,33	100,2	4,09	43,4	30	13,4
	50-80									0,7	74	13	13	Kumlu Balçık	4,61	34,3	4,25	42,2	23,6	18,6
9	0-10	bc	1432	210	0,94	20	50	70	Çürüntülü Mull	0,4	72	7	20	Kumlu Balçık	3,82	186,7	3,78	30,2	15,6	14,6
	10-20									0,4	83	10	7	Balçıklı Kum	4,06	118,7	3,92	43,9	29,6	14,3
	20-50									0,7	77	7	16	Balçıklı Kum	4,24	52	3,87	41,1	27,5	13,6
	50-80									0,8	60	16	24	Kumlu Balçık	4,49	18,6	3,99	39,5	22,8	16,7
10	0-10	bc	1432	250	0,68	20	50	90	Çürüntülü Mull	0,5	69	7	24	Kumlu Balçık	4,26	140,2	3,8	33,3	21,2	12,1
	10-20									0,5	69	7	24	Kumlu Balçık	4,47	45,8	3,91	44,7	26,6	18,1
	20-50									0,7	61	9	30	Kumlu Balçık	4,53	19,54	3,99	38,5	22,2	16,3
	50-80									0,8	55	11	34	Kumlu Balçık	4,74	14,72	4,14	36,7	18,9	17,8
11	0-10	bc	1490	258	0,61	32	100	110	Ham Humus	0,6	88	7	5	Balçıklı Kum	4,34	67,7	3,83	43,4	20,9	22,5
	10-20									0,6	85	7	8	Balçıklı Kum	4,38	34,6	3,85	45,3	33,9	11,4
	20-50									0,5	83	11	6	Balçıklı Kum	4,42	26,19	3,88	40,6	29,3	11,3
	50-80									0,6	76	13	11	Kumlu Balçık	4,48	23,19	3,93	40,5	27,2	13,3
	80-120									0,7	68	16	16	Kumlu Balçık	4,44	23,96	3,91	39,8	26,2	13,6
12	0-10	bc	1370	289	0,34	42	35	50	Ham Hum	0,9	79	11	10	Kumlu Balçık	3,93	256,3	3,68	36,2	22,8	13,4
	10-20									0,4	81	10	9	Kumlu Balçık	4,46	60,5	4,06	44,2	29,7	14,5
	20-50									0,5	77	11	12	Kumlu Balçık	4,61	36,3	4,26	43,5	25,6	17,9

Ek Tablo 1'in Devamı

Profil No	Derinlik	MGÇO	Yükselti (m)	Bakı (°)	Bakı (RI)	Eğim (%)	MTD (cm)	FTD (cm)	Humus Tipi	HA (g/cm ³)	Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)	Toprak Türü	pH (H ₂ O)	EC (µS/cm)	pH (KCl)	TK %	SN %	FSK %
13	0-10	bc	1436	270	0,5	10	45	55	Çürüntülü Mull	1	78	7	15	Balçıklı Kum	3,73	31,4	3,64	31,5	14,7	16,8
	0,6									77	10	13	Kumlu Balçık	4,33	53,5	4,16	43,7	30,5	13,2	
	0,8									78	11	11	Kumlu Balçık	4,8	49,5	4,36	41,1	27,5	13,6	
	0,8									75	13	13	Kumlu Balçık	4,85	26,85	4,38	37,5	25,5	12	
14	0-10	OT	1492	130	0,82	28	50	100	-	0,8	64	13	23	Kumlu Balçık	4,73	75,2	4,21	45,5	31,2	14,3
	0,8									60	17	23	Kumlu Balçık	4,88	41,7	4,27	39,4	22,4	17	
	0,9									45	32	23	Kumlu Killi Balçık	4,98	22,95	4,29	33,7	19,3	14,4	
	1,2									31	36	33	Killi Balçık	5	9,17	4,21	31,2	17,1	14,1	
	1,2									37	31	31	Killi Balçık	4,87	15,79	4,26	31,6	16	15,6	
15	0-10	OT	1498	140	0,88	20	40	40	-	0,7	66	14	20	Kumlu Balçık	4,47	160,4	3,87	36	18,3	17,7
	0,7									51	23	26	Kumlu Killi Balçık	4,75	32,9	3,94	39,4	30,4	9	
	0,9									43	27	30	Balçık	4,82	15,1	4,09	34,7	22,5	12,2	
	0,9									46	29	26	Kumlu Killi Balçık	4,96	9,22	4,13	32	18,8	13,2	
16	0-10	OT	1531	130	0,82	35	60	90	-	0,6	51	18	30	Balçık	5,19	128,2	4,55	29,6	17,4	12,2
	0,9									49	18	32	Balçık	5,1	52,7	4,4	43,3	25,9	17,4	
	0,9									45	25	30	Balçık	5,11	27,12	4,32	40,2	23,5	16,7	
	1									35	31	34	Killi Balçık	5,02	17,23	4,18	36	19,7	16,3	
	1,2									33	35	32	Killi Balçık	5,01	16,44	4,14	31,2	18,3	12,9	
17	0-10	a	1570	110	0,67	33	30	56	Çürüntülü Mull	0,9	53	23	24	Kumlu Killi Balçık	4,86	40,4	4,09	33,2	18,4	14,8
	0,9									61	20	19	Kumlu Killi Balçık	4,87	30,3	4,08	37,6	23,3	14,3	
	0,9									59	16	25	Kumlu Balçık	4,86	12,74	4,02	39,3	23,6	15,7	
18	0-10	b	1594	130	0,82	40	45	90	Mull	0,6	56	14	30	Kumlu Balçık	4,53	81,9	3,86	43,3	20,5	22,8
	0,7									52	16	32	Kumlu Balçık	4,6	50,1	4	45	19,4	25,6	
	0,8									67	10	23	Kumlu Balçık	4,89	26,95	4,16	38,5	18,5	20	
	1,4									30	37	33	Killi Balçık	4,92	9,24	3,99	32,6	15,2	17,4	
	1,2									36	24	39	Balçık	4,87	9,49	3,93	34,3	14,3	20	

Ek Tablo 1'in Devamı

Profil No	Derinlik	MGÇO	Yükselti (m)	Bakı (°)	Bakı (RI)	Eğim (%)	MTD (cm)	FTD (cm)	Humus Tipi	HA (g/cm ³)	Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)	Toprak Türü	pH (H ₂ O)	EC (µS/cm)	pH (KCl)	TK %	SN %	FSK %
19	0-10	b	1680	165	0,98	33	30	80	Ham Humus	0,8	82	14	4	Kumlu Balçık	4,83	56,2	4,01	29,4	19,2	10,2
	10-20									0,9	82	12	6	Kumlu Balçık	4,92	66	4,09	38,1	27,7	10,4
	20-50									0,7	89	9	2	Balçıklı Kum	5,06	23,48	4,2	34,3	27,1	7,2
	50-80									0,7	91	7	2	Kum	4,94	23,78	4,25	29	23,4	5,6
	80-120									0,8	82	13	5	Kumlu Balçık	5,02	12,5	4,27	27,9	20,1	7,8
20	0-10	a	1624	310	0,18	45	30	80	Çürüntülü Mull	1,1	62	12	26	Kumlu Balçık	4,44	80,1	3,82	39	16,8	22,2
	10-20									0,7	64	8	28	Kumlu Balçık	4,28	58,9	3,92	40,9	21,5	19,4
	20-50									0,8	71	8	21	Kumlu Balçık	4,69	27,1	4,08	42,3	23,7	18,6
	50-80									0,8	73	10	17	Kumlu Balçık	4,97	14,63	4,19	34,5	19,7	14,8
21	0-10	bc	1660	265	0,55	44	40	70	Çürüntülü Mull	1	86	12	2	Balçıklı Kum	4,41	228,7	3,96	29,4	10,8	18,6
	10-20									0,6	86	12	2	Balçıklı Kum	4,76	103,7	4,21	39,8	24,2	15,6
	20-50									0,9	84	7	9	Balçıklı Kum	4,59	58	4,22	34,3	23,9	10,4
	50-80									0,8	78	7	15	Balçıklı Kum	4,8	20,48	4,39	28	19	9
22	0-10	bc	1500	230	0,82	45	60	90	Çürüntülü Mull	0,4	88	7	5	Kum	3,95	287	3,89	24,3	13,2	11,1
	10-20									0,4	86	7	7	Balçıklı Kum	4,13	142,5	4,1	39,8	32,2	7,6
	20-50									0,6	82	9	9	Balçıklı Kum	4,53	49,6	4,31	36,2	26,2	10
	50-80									1	76	13	11	Kumlu Balçık	4,73	23,69	4,35	35,2	24,6	10,6
23	0-10	bc	1420	260	0,59	65	50	90	Ham Humus	0,8	81	12	7	Kumlu Balçık	4,96	110	4,18	32,9	20,2	12,7
	10-20									0,4	84	12	4	Balçıklı Kum	5	102,8	4,32	38,9	26,2	12,7
	20-50									0,7	83	10	7	Balçıklı Kum	4,88	104,4	4,25	35	23,2	11,8
	50-80									0,6	80	8	12	Balçıklı Kum	4,96	87,05	4,28	38,8	24,6	14,2
	80-120									0,5	81	7	12	Balçıklı Kum	5,03	69,7	4,31	32,9	24,8	8,1
24	0-10	bc	1410	257	0,62	60	30	100	Mull	0,6	80	11	9	Kumlu Balçık	4,63	255,3	3,85	39,9	25	14,9
	10-20									0,6	78	11	11	Kumlu Balçık	4,64	61,2	3,85	36,2	32,4	3,8
	20-50									0,7	78	11	11	Kumlu Balçık	4,41	42	4,02	32,3	23,6	8,7
	50-80									0,9	74	10	16	Kumlu Balçık	4,72	19,06	3,97	36,4	21,2	15,2
	80-120									1,2	64	17	19	Kumlu Balçık	4,88	9,99	3,85	31	18,5	12,5

Ek Tablo 1'in Devamı

Profil No	Derinlik	MGÇO	Yükselti (m)	Bakı (°)	Bakı (RI)	Eğim (%)	MTD (cm)	FTD (cm)	Humus Tipi	HA (g/cm ³)	Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)	Toprak Türü	pH (H ₂ O)	EC (µS/cm)	pH (KCl)	TK %	SN %	FSK %
25	0-10	bc	1420	224	0,86	52	40	90	Çürüntülü Mull	1,2	79	10	11	Balçıklı Kum	3,98	180,8	3,87	30,9	17,6	13,3
	10-20									1,1	80	7	13	Balçıklı Kum	4,2	77,9	3,9	35,4	23,1	12,3
	20-50									0,6	69	10	21	Kumlu Balçık	4,44	35,9	4,1	35,2	25,5	9,7
	50-80									0,6	65	14	21	Kumlu Balçık	4,8	10,1	4,17	33,1	21,7	11,4
	80-120									0,7	59	16	25	Kumlu Balçık	4,66	17,96	4,14	32,6	19,8	12,8
26	0-10	bc	1470	250	0,68	47	50	80	Mull	0,9	91	5	4	Kum	4,02	231,8	3,75	32,2	18,5	13,7
	10-20									0,6	81	9	10	Balçıklı Kum	4,1	125,4	3,91	37,8	26,9	10,9
	20-50									0,8	73	10	17	Kumlu Balçık	4,26	70	4,02	33,7	21,9	11,8
	50-80									0,6	84	12	4	Balçıklı Kum	4,48	32	4,11	33,9	20,5	13,4
27	0-10	bc	1450	270	0,5	51	35	95	Çürüntülü Mull	0,9	76	11	13	Kumlu Balçık	4,58	43,9	3,84	33,7	18,8	14,9
	10_20									0,5	66	32	2	Kumlu Killi Balçık	4,73	20,54	3,4	39,2	26,9	12,3
	20-50									0,6	73	15	12	Kumlu Balçık	4,72	20,6	3,94	39,9	24,2	15,7
	50-80									0,8	61	17	22	Kumlu Balçık	4,61	20,67	3,97	39,6	20	19,6
28	0-10	bc	1350	240	0,75	42	50	90	Çürüntülü Mull	0,9	80	7	13	Balçıklı Kum	4,45	220,9	3,92	38,8	29,6	9,2
	10-20									0,6	78	9	13	Kumlu Balçık	4,54	76,7	4	40,4	31,7	8,7
	20-50									0,7	80	9	11	Balçıklı Kum	4,57	54,8	4,05	38,9	23,1	15,8
	50-80									0,7	72	12	16	Kumlu Balçık	4,67	31,6	4,17	38,3	22,1	16,2
	80-120									0,8	72	19	9	Kumlu Balçık	4,68	20,4	4,06	38,1	18,9	19,2
29	0-10	b	1430	306	0,21	53	50	80	Çürüntülü Mull	0,9	85	10	5	Kum	3,6	330	3,1	29,4	19,8	9,6
	10-20									0,5	90	5	5	Kum	4,1	140	3,5	42,2	32,8	9,4
	20-50									0,6	80	11	9	Kumlu Balçık	4,32	44	4	40,6	28,5	12,1
	50-80									0,7	78	16	6	Kumlu Balçık	4,43	33	4,01	42,3	25,5	16,8
30	0-10	bc	1500	245	0,72	60	50	85	Mull	0,7	89	6	5	Kum	4,11	347	3,63	30,5	14,7	15,8
	10-20									0,7	78	10	12	Kumlu Balçık	4,4	159	3,92	39,3	15,5	23,8
	20-50									0,9	74	11	15	Kumlu Balçık	4,52	41	4,06	50,3	27,4	22,9
	50-80									0,8	78	10	12	Kumlu Balçık	4,51	39,1	4,11	40,4	22,2	18,2

Ek Tablo 1'in Devamı

Profil No	Derinlik	MGÇO	Yükselti (m)	Bakı (°)	Bakı (RI)	Eğim (%)	MTD (cm)	FTD (cm)	Humus Tipi	HA (g/cm ³)	Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)	Toprak Türü	pH (H ₂ O)	EC (µS/cm)	pH (KCl)	TK %	SN %	FSK %
31	0-10	OT	1530	250	0,68	15	70	80	-	0,7	83	6	11	Balçıklı Kum	4,47	46,9	3,77	29,2	9,8	19,4
	10-20									0,7	82	8	10	Balçıklı Kum	4,57	41,1	3,8	41,8	28,1	13,7
	20-50									0,6	74	13	13	Kumlu Balçık	4,54	28,47	3,91	42,9	29,3	13,6
	50-80									0,8	66	15	19	Kumlu Balçık	4,51	24,58	3,97	40,2	23,1	17,1
	80-120									0,6	64	17	19	Kumlu Balçık	4,52	20,07	3,95	38,4	19,4	19
32	0-10	OT	1530	250	0,68	55	70	80	-	1,1	83	8	9	Balçıklı Kum	4,69	55	3,8	31,6	17,8	13,8
	10-20									0,6	83	8	9	Balçıklı Kum	4,94	62,1	3,99	49,8	28,4	21,4
	20-50									0,8	79	10	11	Kumlu Balçık	4,75	64,3	3,97	39	24,6	14,4
	50-80									0,9	71	16	13	Kumlu Balçık	5,03	29,27	4,11	39,4	24,9	14,5
	80-120									0,9	65	16	19	Kumlu Balçık	4,72	35,5	4,06	36,2	21,3	14,9
33	0-10	a	1564	95	0,54	45	40	80	Mull	1,1	52	20	27	Kumlu Killi Balçık	4,71	35,6	4,06	33,4	17,4	16
	10-20									1,1	52	23	25	Kumlu Killi Balçık	4,72	17,3	4,19	32	17,9	14,1
	20-50									1,1	49	26	25	Kumlu Killi Balçık	4,77	10,3	4,22	34,4	16,5	17,9
	50-80									1,1	46	28	26	Kumlu Killi Balçık	4,68	10,29	4,04	34,7	16,5	18,2
34	0-10	a	1540	320	0,12	30	62	90	Mull	0,8	51	16	33	Kumlu Balçık	4,85	36,9	4,2	49	25,2	23,8
	10-20									1,1	60	14	26	Kumlu Balçık	4,87	17,04	4,08	45,3	20,7	24,6
	20-50									0,9	50	13	36	Balçık	5,27	18,2	4,21	47,1	15,5	31,6
	50-80									1,3	68	13	19	Kumlu Balçık	5,33	6,7	4,33	33,4	11,5	21,9
35	0-10	a	1537	330	0,07	20	80	78	Mull	0,5	62	11	27	Kumlu Balçık	4,86	52,99	4,07	52	22,8	29,2
	10-20									0,7	53	15	32	Kumlu Balçık	5,08	8,25	4,31	43,2	14,6	28,6
	20-50									0,8	53	17	30	Kumlu Balçık	5,04	9,33	4,27	34,8	13,8	21
	50-80									1,5	43	21	36	Balçık	5,26	6,66	4,16	30	12	18
36	0-10	b	1516	320	0,12	17	55	70	Çürüntülü Mull	0,6	57	19	25	Kumlu Balçık	4,76	57	4,04	41,4	20,35	21,05
	12-20									1	43	19	38	Balçık	4,7	14,19	4,21	36	14,7	21,3
	20-50									0,9	41	21	38	Balçık	4,7	16,4	4,23	37,1	14,5	22,6
37	0-10	b	1523	280	0,42	12	50	55	Çürüntülü Mull	0,9	66	10	24	Kumlu Balçık	4,3	125,5	3,90	35,7	19,2	16,5
	10-20									0,8	66	9	24	Kumlu Balçık	4,56	52,6	4,23	47,8	26,5	21,3
	20-50									1,1	76	6	18	Balçıklı Kum	4,64	37,5	4,31	44,3	23,5	20,8

Ek Tablo 1'in Devamı

Profil No	Derinlik	MGÇO	Yükselti (m)	Bakı (°)	Bakı (RI)	Eğim (%)	MTD (cm)	FTD (cm)	Humus Tipi	HA (g/cm ³)	Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)	Toprak Türü	pH (H ₂ O)	EC µS/cm	pH (KCl)	TK %	SN %	FSK %
38	0-10	b	1507	25	0,04	17	48	52	Çürüntülü Mull	0,8	69	13	18	Kumlu Balçık	4,81	71,4	4,1	41,95	23,7	18,25
	0,8									60	16	24	Kumlu Balçık	4,79	20,81	4,1	38,2	17,6	20,6	
										60	20	19	Kumlu Killi Balçık	4,81	16,51	4,11	36,7	15,8	20,9	
39	0-10	a	1490	270	0,5	10	58	50	Mull	0,8	61,5	15	23	Kumlu Balçık	4,82	27,77	4,09	39,4	19,8	19,7
	0,7									57	19	24	Kumlu Balçık	4,94	23,47	4,18	40,1	13,6	26,5	
	0,9									54	24	22	Kumlu Killi Balçık	4,95	24,65	4,23	35,7	18,5	17,2	
	1,2									71	14	15	Kumlu Balçık	5,06	22,69	4,34	32,6	10,9	21,7	
40	0-10	a	1453	300	0,25	15	120	64	Mull	0,9	61	17	22	Kumlu Balçık	4,61	35,35	4	36,6	17,8	18,9
	0,7									53	21	26	Kumlu Killi Balçık	5,2	26,14	4,07	38,5	21	17,5	
	0,8									43	27	30	Balçık	4,75	299	4,06	38,2	21,7	16,5	
	0,8									45	24	31	Balçık	4,89	12,76	4	34,8	17	17,8	
	1,5									51	22	27	Kumlu Killi Balçık	4,94	12,98	3,98	27,9	13,2	14,7	
41	0-10	b	1517	90	0,5	5	90	100	Çürüntülü Mull	0,4	56	14	30	Kumlu Balçık	5,06	325	4,12	43,6	29,5	14,1
	0,8									47	21	32	Balçık	5	54,3	4,15	39,7	25,3	14,4	
	0,8									49	22	29	Balçık	4,71	70,1	3,98	38,7	24,5	14,2	
	0,9									54	25	21	Kumlu Killi Balçık	4,91	21,95	3,99	33,2	22,8	10,4	
	1,2									44	33	23	Killi Balçık	4,68	17,14	4,01	28,6	20,3	8,3	
42	0-10	bc	1478	70	0,32	25	77	98	Ham Humus	0,9	53	20	27	Kumlu Killi Balçık	4,76	34,4	4,13	26	13,6	12,4
	0,9									52	20	28	Kumlu Killi Balçık	4,92	57,6	4,15	30,6	16,8	13,8	
	1									56	18	26	Kumlu Balçık	4,82	24,43	4,2	29,8	18	11,8	
	1,2									45	25	30	Balçık	5,04	17,02	4,19	25,8	15,2	10,6	
	1									46	18	36	Balçık	5,29	13,92	4,28	21,6	10,6	11	
43	0-10	bc	1460	280	0,42	20	35	55	Çürüntülü Mull	0,9	80	9	11	Balçıklı Kum	4,17	157,4	3,89	33,1	15,7	17,4
	0,6									74	11	15	Kumlu Balçık	4,44	56,2	3,93	40,2	23,6	16,6	
	0,8									73	11	16	Kumlu Balçık	4,71	25,41	4,09	38,8	21,6	17,2	
	0,8									72	13	15	Kumlu Balçık	4,64	17,71	4,1	37,2	19,7	17,5	

Ek Tablo 1'in Devamı

Profil No	Derinlik	MGÇO	Yükseltili (m)	Bakı (°)	Bakı (RI)	Eğim (%)	MTD (cm)	FTD (cm)	Humus Tipi	HA (g/cm ³)	Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)	Toprak Türü	pH (H ₂ O)	EC (µS/cm)	pH (KCl)	TK %	SN %	FSK %
44	0-10	bc	1489	190	0,99	15	55	50	Mull	1,2	77	7	16	Kumlu Balçık	4,65	84,2	3,91	29	18,8	10,2
	0,5									77	7	15	Kumlu Balçık	4,76	41	4,07	35,1	26,4	8,7	
	0,7									79	9	12	Kumlu Balçık	4,96	34	4,26	36,6	26,1	10,5	
45	0-10	bc	1448	360	0	15	20	30	Mull	0,5	60	17	23	Killi Balçık	4,71	86,2	4,05	37,4	21,7	15,7
46	0-10	bc	1440	119	0,74	16	30	70	Çürüntülü Mull	0,8	59	18	23	Kumlu Balçık	4,39	95	3,7	43,3	17,2	26,1
	0,9									55	24	21	Kumlu Killi Balçık	4,18	53,1	3,8	40,4	14,4	26	
	1									53	28	19	Kumlu Killi Balçık	4,34	29,8	3,94	40,8	13,9	26,9	
	0,9									48	31	21	Kumlu Killi Balçık	4,31	32,6	3,96	39,5	13,9	25,6	
47	0-10	bc	1431	360	0	20	40	100	Çürüntülü Mull	0,5	77	13	10	Kumlu Balçık	4,39	69,8	3,77	40,9	31,8	9,1
	0,8									64	22	15	Kumlu Killi Balçık	4,47	67,4	3,85	39,7	31	8,7	
	1,2									54	28	19	Balçıklı Kil	4,51	39,5	3,93	35,6	26,9	8,7	
	1,4									33	40	27	Balçıklı Kil	4,73	14,32	3,86	32,8	25	7,8	
	1,1									29	42	30	Balçıklı Kil	4,8	7,77	3,83	35,9	25,1	10,8	
48	0-10	bc	1490	360	0	19	50	70	Çürüntülü Mull	0,5	79	17	4	Kumlu Balçık	3,74	361	2,92	56,9	36,2	20,7
	0,9									77	13	10	Kumlu Balçık	3,84	146,7	2,95	40,3	22,5	17,8	
										65	23	12	Kumlu Killi Balçık	4,1	41,9	3,21	37,4	21,8	15,6	
										60	23	17	Kumlu Killi Balçık	4,32	18,19	3,43	46,8	22,1	24,7	
49	0-10	bc	1433	270	0,5	30	45	70	Çürüntülü Mull	0,8	61	17	22	Kumlu Balçık	4,49	45,5	4,23	39,4	28,1	11,3
	1,2									75	11	14	Kumlu Balçık	4,4	152	3,93	42,2	26,3	15,9	
	0,5									71	13	16	Killi Balçık	4,28	106,4	4,03	38,3	27,1	11,2	
50	0-10	OT	1511	60	0,25	10	80	50	-	0,9	58	13	29	Balçık	4,9	51,3	4,07	37,1	25,7	11,4
	1,1									52	17	31	Killi Balçık	4,78	190,5	4,07	35,1	22,9	12,2	
	1									54	24	22	Killi Balçık	4,79	21,16	4,09	33,3	21,8	11,5	
	1,3									39	32	28	Balçıklı Kil	5,05	8,25	4,04	28,8	18,2	10,6	

Ek Tablo 1'in Devamı

Profil No	Derinlik	MGÇO	Yükselti (m)	Bakı (°)	Bakı (RI)	Eğim (%)	MTD (cm)	FTD (cm)	Humus Tipi	HA (g/cm ³)	Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)	Toprak Türü	pH (H ₂ O)	EC (µS/cm)	pH (KCl)	TK %	SN %	FSK %
51	0-10	OT	1590	297	0,28	40	60	100	·	0,5	84	7	9	Balçıklı Kum	4,2	187,7	3,77	41	16,3	24,7
	10-20									0,5	82	7	11	Balçıklı Kum	4,54	47,1	3,99	40,5	27,6	12,9
	20-50									0,7	80	7	13	Balçıklı Kum	4,61	60	4,08	37,3	22,3	15
	50-80									0,8	72	9	19	Kumlu Balçık	4,35	34,7	4,16	37,2	19,3	17,9
	80-120									1,3	83	9	8	Balçıklı Kum	4,39	25,57	4,15	37,7	17,3	20,4
52	0-10	OT	1493	360	0	15	40	67	·	0,5	66	14	22	Kumlu Balçık	3,79	249,7	3,41	45,2	33,8	11,4
	10-20									0,8	71	9	20	Kumlu Balçık	4,25	52,6	3,83	36,4	21,6	14,8
	20-50										61	13	26	Balçık	4,45	39,5	4,04	35,2	19,5	15,7
53	0-10	OT	1516	100	0,58	20	50	70	·	0,9	54	11	34	Balçık	4,58	164	4	41,2	27,4	13,8
	10-20									0,6	46	16	39	Killi Balçık	4,75	43,7	4,15	38	21,8	16,2
	20-50									0,9	36	40	24	Balçıklı Kil	5,14	11,11	4,22	31,2	13,9	17,3
	50-80									1,4	39	26	36	Balçıklı Kil	5,15	8,53	4,13	27,8	13	14,8
54	0-10	OT	1507	310	0,18	18	59	50	·	0,7	68	10	22	Kumlu Balçık	4,62	56,55	3,91	39,3	26,7	12,6
	10-20									0,9	51	22	27	Killi Balçık	4,81	16,19	4,15	44,8	19,5	25,3
	20-50									0,9	37	30	33	Balçıklı Kil	4,94	12,53	4,15	36	11	25
	50-80									1	33	30	37	Balçıklı Kil	4,94	11,34	4,12	34,1	14,1	20
	80-120									1,4	31	28	41	Balçıklı Kil	5,03	9,15	4,19	36,8	10,5	26,3
55	0-10	OT	1500	70	0,32	15	80	80	·	0,8	67	14	19	Kumlu Balçık	4,33	131,6	3,87	34,5	21,4	13,1
	10-20									0,9	64	16	21	Killi Balçık	4,58	45,8	4,02	33,2	19,4	13,8
	20-50									0,9	70	16	15	Kumlu Killi Balçık	4,67	39,6	4,15	32,4	18,5	13,9
	50-80									1,3	66	20	15	Kumlu Killi Balçık	4,88	17,77	4,21	36,7	19,3	17,4
56	0-10	OT	1495	288	0,35	25	20	23	·	0,7	78	8	14	Kumlu Balçık	4,6	161,4	4	42,5	16,2	26,3
	10-20									0,7	67	6	27	Kumlu Balçık	4,39	86,8	4,18	41,8	26,5	15,3
	20-50									0,8	67	9	24	Kumlu Balçık	4,63	77	4,31	39,9	23,6	16,3
	50-80										54	14	32	Balçık	4,64	354	4,3	39	20	19
57	0-10	OT	1469	66	0,29	17	80	75	·	0,6	77	9	13	Kumlu Balçık	4,46	119,8	3,76	43,4	26,8	16,6
	10-20									0,9	54	22	24	Killi Balçık	4,46	51,2	3,81	38,7	21,8	16,9
	20-50									1	44	28	28	Balçıklı Kil	4,69	19,97	4,06	31,2	17,2	14
	50-80									1,2	37	28	36	Balçıklı Kil	4,69	16,14	4,22	27	13,8	13,2

Ek Tablo 1'in Devamı

Profil No	Derinlik	MGÇO	Yükselti (m)	Bakı (°)	Bakı (RI)	Eğim (%)	MTD (cm)	FTD (cm)	Humus Tipi	HA (g/cm ³)	Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)	Toprak Türü	pH (H ₂ O)	EC (µS/cm)	pH (KCl)	TK %	SN %	FSK %
58	0-10	OT	1445	125	0,78	18	63	90	·	0,7	64	12	24	Balçık	4,96	32,7	4,23	46,1	26,7	19,4
	10-20									0,8	71	12	17	Kumlu Balçık	5,1	28,97	4,32	34,9	18,8	16,1
	20-50									0,8	73	11	16	Kumlu Balçık	5,22	20,75	4,31	44,7	20	24,7
	50-80									1,1	50	25	25	Killi Balçık	5,49	11,34	4,41	37,9	13,1	24,8
	80-120										39	22	39	Killi Balçık	5,36	16,85	4,37	33,9	12,3	21,6
59	0-10	OT	1454	330	0,07	15	10	50	·	0,6	54	10	36	Balçık	4,53	96,6	3,75	55,9	21	34,9
	10-20									1	79	8	13	Kumlu Balçık	4,69	59,9	4,05	41,8	19,2	22,6
	20-50										75	12	13	Kumlu Balçık	4,94	26,84	4,25	41,8	19,9	21,9
60	0-10	bc	1460	315	0,15	67	50	110	Mull	0,7	73	9	18	Kumlu Balçık	3,68	150,5	3,58	37,9	25,5	12,4
	10-20									0,9	74	13	13	Kumlu Balçık	3,97	66,7	3,62	34,6	20,2	14,4
	20-50									0,9	69	18	13	Kumlu Balçık	4,14	22,54	3,71	36	18,6	17,4
	50-80									0,9	70	17	13	Kumlu Balçık	3,57	352	3,54	44,8	19,1	25,7
	80-120									0,9	59	23	18	Kumlu Killi Balçık	4,64	10,91	4,05	35,2	15,7	19,5
61	0-10	bc	1470	305	0,22	15	40	100	Çürüntülü Mull	0,5	87	8	5	Balçıklı Kum	4,16	277,9	3,75	39,9	28,2	11,7
	10-20									0,7	83	10	7	Balçıklı Kum	4,12	181,2	3,9	37	22,8	14,2
	20-50									0,8	69	17	14	Kumlu Balçık	4,43	100,03	4,21	34,9	20,6	14,3
	50-80										63	23	14	Kumlu Killi Balçık	4,44	38,7	4,22	31,4	18,6	12,8
	80-120										63	23	14	Kumlu Killi Balçık	4,34	58,4	4,15	30,3	18,6	11,7
62	0-10	b	1580	34	0,08	15	40	25	Çürüntülü Mull	0,5	80	9	11	Balçıklı Kum	4,14	339	3,78	56,3	46	10,3
	10-20									0,6	71	11	18	Kumlu Balçık	4,11	95,9	3,34	50,4	26	24,4
	20-50										68	15	17	Kumlu Balçık	4,39	83,6	3,32	37,1	14,1	23
	50-80										56	25	19	Kumlu Killi Balçık	4,54	15,27	4,04	33,8	9,9	23,9
63	0-10	OT	1556	50	0,18	25	50	60	·	0,7	73	12	15	Kumlu Balçık	4,24	162,9	3,95	38,8	24,3	14,5
	10-20									0,8	73	10	17	Kumlu Balçık	4,78	69,3	4,15	38,7	22,1	16,6
	20-50									0,9	73	12	15	Kumlu Balçık	4,92	43,5	4,28	33,6	16,3	17,3
	50-80									1	55	22	23	Killi Balçık	5,03	25,73	4,29	33,9	14,9	19
	80-120									1,2	47	28	25	Balçıklı Kil	5,01	20,08	4,2	31,1	13,9	17,2

Ek Tablo 1'in Devamı

Profil No	Derinlik	MGÇO	Yükselti (m)	Bakı (°)	Bakı (RI)	Eğim (%)	MTD (cm)	FTD (cm)	Humus Tipi	HA (g/cm ³)	Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)	Toprak Türü	pH (H ₂ O)	EC (µS/cm)	pH (KCl)	TK %	SN %	FSK %
64	0-10	OT	1557	46	0,15	40	100	90	·	0,7	71	10	19	Kumlu Balçık	5,19	25,6	3,93	35,3	20,2	15,1
	10-20									0,8	69	14	17	Kumlu Balçık	5,24	19,6	4,08	32,6	18,2	14,4
	20-50									0,9	52	27	21	Balçıklı Kil	5,3	17,26	4,05	29,8	15,8	14
	50-80									1,4	49	29	23	Balçıklı Kil	5,29	15,17	4,06	30,5	14,3	16,2
	80-120										47	31	23	Balçıklı Kil	5,41	13,25	4,08	27,9	14,3	13,6
65	0-10	bc	1370	245	0,72	42	55	100	Mull	1,1	86	7	7	Balçıklı Kum	3,9	328	3,58	37,4	18,6	18,8
	10-20									0,5	78	9	13	Kumlu Balçık	4,01	139	3,91	41,4	34,5	6,9
	20-50									0,7	75	9	16	Kumlu Balçık	4,2	35	3,95	41	24,9	16,1
	50-80									0,8	70	13	17	Kumlu Balçık	4,63	20,48	4,22	39,1	23,2	15,9
	80-120									1	66	17	17	Kumlu Balçık	4,6	21,75	4,13	34,7	16,5	18,2
66	0-10	bc	1380	210	0,94	39	80	85	Mull	0,8	76	13	11	Kumlu Balçık	4,16	158,3	3,95	37,2	22,2	15
	10-20									0,6	61	17	22	Kumlu Balçık	4,4	73,1	4,01	44,2	28,1	16,1
	20-50									0,7	58	19	23	Kumlu Balçık	4,53	36,8	4,05	37,5	26,3	11,2
	50-80									0,8	48	32	20	Kumlu Killi Balçık	4,44	23,11	4	42,6	23,7	18,9
	80-120									0,8	51	7	42	Kumlu Balçık	4,6	27,74	3,97	41,9	19,8	22,1
67	0-10	OT	1428	350	0,01	30	80	100	·	0,6	73	10	17	Kumlu Balçık	5,1	70,5	3,84	42,8	26,2	16,6
	10-20									0,7	60	12	28	Balçık	5,15	82	3,95	40,5	27,4	13,1
	20-50									0,7	56	21	23	Killi Balçık	5,32	25,82	4,02	43,1	20,6	22,5
	50-80									1,2	36	30	33	Balçıklı Kil	5,33	15,13	4,07	44,4	10,6	33,8
	80-120									1,1	47	24	29	Killi Balçık	5,41	11,88	4,09	30,9	10,6	20,3
68	0-10	OT	1670	150	0,93	35	85	25	·	1	74	11	15	Kumlu Balçık	4,27	101,9	3,95	45	17,7	27,3
	10-20									1	73	11	16	Kumlu Balçık	4,25	103,5	3,91	34,1	21	13,1
	20-50									0,8	72	10	18	Kumlu Balçık	4,11	242	3,82	34,1	23,7	10,4
	50-80									0,9	70	14	16	Kumlu Balçık	4,47	105,3	4,12	37,6	26,4	11,2
	80-120									1	68	13	19	Kumlu Balçık	4,52	83,4	4,15	31	18,4	12,6
69	0-10	a	1690	153	0,94	44	20	90	Mull	0,6	73	9	18	Kumlu Balçık	4,57	51,2	3,96	36,2	16,5	19,7
	10-20									0,6	71	11	18	Kumlu Balçık	4,48	40,9	3,91	38,8	24,1	14,7
	20-50									0,6	83	7	10	Balçıklı Kum	4,43	43,7	4,01	39,5	25	14,5
	50-80									0,7	77	9	14	Kumlu Balçık	4,55	28,29	4,17	35,3	24,9	10,4
	80-120									0,8	71	17	12	Kumlu Balçık	4,53	21,04	4,15	31,7	22,7	9

Ek Tablo 1'in Devamı

Profil No	Derinlik	MGÇO	Yükselti (m)	Bakı (°)	Bakı (RI)	Eğim (%)	MTD (cm)	FTD (cm)	Humus Tipi	HA (g/cm ³)	Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)	Toprak Türü	pH (H ₂ O)	EC (µS/cm)	pH (KCl)	TK %	SN %	FSK %
70	0-10	bc	1370	190	0,99	35	50	70	Mull	0,8	74	15	11	Kumlu Balçık	4,45	39,7	3,77	38,3	22,6	15,7
	10-20									0,8	67	17	16	Kumlu Balçık	4,5	31,5	3,98	37,3	17,9	19,4
	20-50									0,9	68	19	13	Kumlu Balçık	4,34	34,4	3,88	42	17,3	24,7
	50-80										64	22	14	Kumlu Killi Balçık	4,57	166,12	3,85	42,1	17,9	24,2
71	0-10	bc	1320	170	0,99	55	40	60	Mull	0,4	80	9	11	Balçıklı Kum	4,02	107,9	3,9	42,7	26,7	16
	10-20									0,6	76	11	13	Kumlu Balçık	4,55	22,56	4,1	39,9	22,4	17,5
	20-50									0,7	81	13	6	Kumlu Balçık	4,61	20,51	4,31	33,7	19	14,7
	50-80									0,7	74	13	13	Kumlu Balçık	4,57	166,12	3,85	36,8	18,6	18,2
72	0-10	OT	1355	312	0,17	47	40	60	-	1	75	9	16	Kumlu Balçık	4,32	2,98	4,02	39	15,1	23,9
	10-20									0,8	65	14	21	Kumlu Balçık	4,36	116,6	4,18	46,3	24,3	22
	20-50									0,9	63	13	24	Kumlu Balçık	4,45	165,7	4,24	41,4	20,9	20,5
	50-80									0,7	55	18	27	Kumlu Balçık	4,49	127,1	4,28	45,9	18,2	27,7
73	0-10	bc	1380	60	0,25	70	70	75	Mull	0,7	82	11	7	Kumlu Balçık	4,61	233,5	4,14	33,5	21,7	11,8
	10-20									0,7	69	18	14	Kumlu Balçık	4,72	52,4	3,92	32	18,5	13,5
	20-50									0,9	69	19	12	Kumlu Balçık	4,8	36,2	4,02	36	20,1	15,9
	50-80									1,1	68	18	14	Kumlu Balçık	4,94	29,5	4,17	34,8	16,9	17,9
	80-120									1,4	65	24	11	Kumlu Killi Balçık	4,99	24,88	4,1	30,5	13,1	17,4
74	0-10	bc	1390	300	0,25	67	70	110	Mull	0,8	77	9	14	Kumlu Balçık	4,96	63,6	4,19	29,2	15,2	14
	10-20									0,8	77	9	14	Kumlu Balçık	4,95	41,2	4,1	33,9	17,9	16
	20-50									1	72	15	13	Kumlu Balçık	4,79	43,6	4,11	32,2	16,8	15,4
	50-80									0,8	70	14	16	Kumlu Balçık	4,57	49,3	4,19	36,7	16,3	20,4
	80-120									1	63	21	16	Kumlu Killi Balçık	4,61	26,75	4,11	36,6	14,6	22
75	0-10	b	1560	44	0,14	15	45	60	Mull	0,7	69	11	20	Kumlu Balçık	4,21	161,5	3,95	46,8	17,7	29,1
	10-20									0,6	63	17	20	Kumlu Balçık	4,47	29,02	4,04	45,5	16	29,5
	20-50									0,9	56	22	22	Kumlu Killi Balçık	4,57	16,88	4,12	39,7	14,9	24,8
	50-80										49	25	26	Kumlu Killi Balçık	4,6	16,43	4,08	31,8	10,6	21,2

Ek Tablo 1'in Devamı

Profil No	Derinlik	MGÇO	Yükselti (m)	Bakı (°)	Bakı (RI)	Eğim (%)	MTD (cm)	FTD (cm)	Humus Tipi	HA (g/cm ³)	Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)	Toprak Türü	pH (H ₂ O)	EC (µS/cm)	pH (KCl)	TK %	SN %	FSK %
76	0-10	b	1520	255	0,63	21	25	50	Mull	0,9	73	13	14	Kumlu Balçık	3,97	305	3,67	41,5	23,3	18,2
	10-20									0,6	74	10	16	Kumlu Balçık	3,99	208,7	3,73	47,4	34	13,4
	20-50									0,6	82	8	10	Balçıklı Kum	4,5	60,6	4,16	44,7	28,3	16,4
77	0-10	bc	1340	280	0,42	65	30	70	Çürüntülü Mull	0,9	79	11	10	Kumlu Balçık	3,85	170,7	3,12	35,4	13,7	21,7
	10-20									0,4	77	13	10	Kumlu Balçık	3,83	152,5	3,2	40,7	25,8	14,9
	20-50									1	60	28	12	Kumlu Killi Balçık	4,16	44,9	3,31	38,7	19	19,7
	50-80									1,3	71	19	10	Kumlu Balçık	4,25	35	3,54	29,1	15,3	13,8
78	0-10	bc	1340	61	0,25	82	80	100	Mull	0,7	75	11	14	Kumlu Balçık	3,86	319	3,45	40,3	22,8	17,5
	10-20									0,8	73	13	14	Kumlu Balçık	4,27	69,6	3,72	36,3	18	18,3
	20-50									1	54	25	21	Kumlu Killi Balçık	4,65	15,78	3,99	33,3	15,8	17,5
	50-80									1,1	51	28	21	Kumlu Killi Balçık	4,8	13,36	3,98	30,6	14,5	16,1
	80-120									1,3	44	37	19	Killi Balçık	4,88	12,23	3,94	29,9	14,5	15,4
79	0-10	b	1560	318	0,13	18	45	80	Çürüntülü Mull	0,6	69	17	14	Kumlu Balçık	4,2	84,8	3,31	49,5	34,7	14,8
	10-20									0,6	63	19	18	Kumlu Balçık	4,29	67,7	3,47	43,7	30,3	13,4
	20-50									0,7	59	23	18	Kumlu Killi Balçık	4,59	16,08	4,07	39,2	18,6	20,6
	50-80									0,8	54	17	29	Kumlu Balçık	4,81	15,79	4,2	36,8	16,6	20,2
80	0-10	b	1500	230	0,82	21	45	75	Mull	0,4	85	7	8	Balçıklı Kum	4,16	220,8	3,51	37,3	24,3	13
	10-20									0,4	87	7	6	Balçıklı Kum	4,05	251,6	3,67	52,5	35,6	16,9
	20-50									0,4	87	7	6	Balçıklı Kum	4,42	70	3,87	49,4	36,6	12,8
	50-80									0,6	74	9	17	Kumlu Balçık	4,62	21,17	4,12	45,5	33	12,5
										0,6	64	22	14	Kumlu Killi Balçık	3,96	239,7	3,43	40,3	24,9	15,4
81	0-10	bc	1430	91	0,5	57	50	85	Mull	0,9	70	17	13	Kumlu Balçık	3,89	156,5	3,51	33,8	21,4	12,4
	10-20									1,1	57	28	15	Kumlu Killi Balçık	4,24	43,9	3,64	33,2	18,3	14,9
	20-50									1,3	47	36	17	Kumlu Kil	4,6	12,44	4,03	31,2	17,3	13,9
	50-80										49	36	15	Kumlu Kil	4,83	17,1	4,08	31	17	14
	80-120									0,6	82	16	2	Kumlu Balçık	4,76	63,7	3,96	46,8	30,6	16,2
										0,6	85	9	6	Balçıklı Kum	4,33	131	3,98	41,8	27,3	14,5
82	0-10	a	1516	306	0,21	3	70	60	Mull	0,6	81	9	10	Balçıklı Kum	4,64	20,27	4	37,6	27,1	10,5
	10-20									0,7	73	16	11	Kumlu Balçık	4,69	16,79	4,11	36,3	20,5	15,8
	20-50									0,7	73	16	11	Kumlu Balçık	4,69	16,79	4,11	36,3	20,5	15,8
	50-80									0,7	73	16	11	Kumlu Balçık	4,69	16,79	4,11	36,3	20,5	15,8
	80-120									0,7	63	11	26	Kumlu Balçık	4,77	16,85	4,06	38	18,7	19,3

Ek Tablo 1'in Devamı

Profil No	Derinlik	MGÇO	Yükselti (m)	Bakı (°)	Bakı (RI)	Eğim (%)	MTD (cm)	FTD (cm)	Humus Tipi	HA	Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)	Toprak Türü	pH (H ₂ O)	EC (µS/cm)	pH (KCl)	TK %	SN %	FSK %
										(g/cm ³)										
83	0-10	bc	1400	260	0,59	48	40	95	Mull	0,4	88	7	5	Kum	3,77	340	3,25	45,6	33,7	11,9
	10-20									0,7	88	7	5	Kum	4,12	138,7	3,62	42,6	29,2	13,4
	20-50									0,5	79	12	9	Kumlu Balçık	4,57	42,5	4,06	44	26,9	17,1
	50-80									0,9	77	16	7	Kumlu Balçık	4,68	32,7	4,09	43,6	25,2	18,4
	80-120									0,9	78	20	2	Kumlu Killi Balçık	4,7	30	4,1	42	24	18
84	0-10	a	1520	322	0,11	15	75	80	Mull	0,7	77	12	11	Kumlu Balçık	4,77	36,4	3,82	37,2	23,3	13,9
	10-20									0,7	77	9	14	Kumlu Balçık	4,72	19,81	3,83	36,1	21,5	14,6
	20-50									0,7	73	11	16	Kumlu Balçık	4,64	16,31	3,89	28,9	19,8	9,1
	50-80									0,9	66	16	18	Kumlu Balçık	4,74	12,6	3,89	34,3	18,1	16,2
	80-120									1,1	61	11	28	Kumlu Balçık	4,66	9,65	3,83	35,9	14,3	21,6
85	0-10	a	1560	319	0,13	18	60	65	Mull	0,8	77	16	7	Kumlu Balçık	4,96	24,45	4,01	35,9	23	12,9
	10-20									0,9	82	13	5	Kumlu Balçık	4,98	16,6	4,04	35,2	23,1	12,1
	20-50									0,8	76	8	16	Kumlu Balçık	5,11	13,46	4,07	32	19,6	12,4
	50-80										61	17	22	Kumlu Balçık	5,14	11,39	4,02	29,9	17,8	12,1
	80-120										66	14	20	Kumlu Balçık	5,22	11,72	4,08	26,8	14,7	12,1
86	0-10	b	1590	280	0,42	3	65	80	Mull	1	67	15	18	Kumlu Balçık	4,77	57,1	3,86	32,3	20,1	12,2
	10-20									0,6	58	24	18	Kumlu Killi Balçık	4,79	44,2	3,92	35,9	28,8	7,1
	20-50									0,9	52	21	27	Kumlu Killi Balçık	5,16	26,35	3,95	34,1	23,9	10,2
	50-80									0,9	53	21	26	Kumlu Killi Balçık	4,99	17,44	3,91	32,7	22,6	10,1
87	0-10	b	1580	354	0	31	65	65	Mull	0,6	73	13	14	Kumlu Balçık	4,66	163,8	3,84	37,5	28,9	8,6
	10-20									0,8	63	17	20	Kumlu Balçık	4,7	43,6	3,8	29,5	20,9	8,6
	20-50									1	61	21	18	Kumlu Killi Balçık	4,82	19,21	3,91	22,7	18,5	4,2
	50-80									0,9	61	21	18	Kumlu Killi Balçık	4,81	15,95	3,93	25,3	16,3	9
	80-120									1,4	61	23	16	Kumlu Killi Balçık	5	7,94	3,89	27,4	14,2	13,2
88	0-10	b	1620	324	0,1	30	75	83	Çürüntülü Mull	0,7	66	19	16	Kumlu Balçık	4,28	130,2	3,74	41,7	27,4	14,3
	10-20									0,9	61	21	18	Kumlu Killi Balçık	4,44	100,8	3,85	38,4	24	14,4
	20-50									1	59	21	20	Kumlu Killi Balçık	4,46	46	3,94	36,7	20,2	16,5
	50-80									1	51	31	18	Kumlu Killi Balçık	4,56	35,9	4,05	33,2	17,4	15,8
	80-120									1,2	45	30	25	Killi Balçık	4,74	9,89	4,06	30,9	15,3	15,6

Ek Tablo 1'in Devamı

Profil No	Derinlik	MGÇO	Yükselti (m)	Bakı (°)	Bakı (RI)	Eğim (%)	MTD (cm)	FTD (cm)	Humus Tipi	HA (g/cm ³)	Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)	Toprak Türü	pH (H ₂ O)	EC (µS/cm)	pH (KCl)	TK %	SN %	FSK %
89	0-10	bc	1370	260	0,59	38	30	50	Çürüntülü Mull	0,4	71	16	13	Kumlu Balçık	4,02	115,3	3,93	41,9	15,3	26,6
	10-20									0,4	73	18	9	Kumlu Balçık	4,47	79	4,01	56,8	24,8	32
	20-50									1,2	78	12	9	Kumlu Balçık	4,42	36,2	4,1	39,6	21,8	17,8
90	0-10	bc	1450	350	0,01	7	70	80	Çürüntülü Mull	0,6	60	27	13	Kumlu Killi Balçık	4,06	97,9	3,6	44,8	30,1	14,7
	10_20									0,8	49	33	18	Kumlu Killi Balçık	4,32	30,6	3,77	42	28,7	13,3
	20-50									1	35	43	22	Kil	4,36	29,07	3,93	41,2	28,3	12,9
	50-80										34	44	22	Kil	4,49	11,69	3,84	38,3	26,3	12
	80-120										20	47	33	Kil	4,61	7,66	3,85	39,6	26,5	13,1
91	0-10	OT	1430	340	0,03	10	50	70	.	0,6	73	10	17	Kumlu Balçık	5,12	114,7	4	39,8	29	10,8
	10-20									0,8	75	8	17	Kumlu Balçık	5,07	69,7	4,06	37,4	22,1	15,3
	20-50									0,8	66	13	21	Kumlu Balçık	5,37	24,5	4,16	35,7	18,5	17,2
	50-80									1,3	59	20	21	Killi Balçık	5,37	24,5	4,12	32,3	14,5	17,8
	80-120										61	16	23	Killi Balçık	5,43	9,79	4,11	28,1	11,3	16,8
92	0-10	bc	1500	280	0,42	47	70	80	Çürüntülü Mull	1,3	80	9	11	Balçıklı Kum	4,27	360	3,64	40	25,2	14,8
	10-20									1,1	76	12	12	Kumlu Balçık	4,35	258	3,7	39,1	21,9	17,2
	20-50									0,8	73	15	12	Kumlu Balçık	4,43	169,8	3,76	40,8	26,7	14,1
	50-80									0,8	70	17	13	Kumlu Balçık	4,51	60,6	3,2	38,6	20,6	18
	80-120										71	16	13	Kumlu Balçık	4,34	220,4	3,86	40,7	23,5	17,2
93	0-10	OT	1493	9	0,01	37	50	50	.	0,7	76	11	13	Kumlu Balçık	4,5	219,7	3,87	44,2	29,1	15,1
	10-20									0,6	73	13	14	Kumlu Balçık	4,61	125,6	4,03	43,1	25,7	17,4
	20-50									0,9	69	17	14	Kumlu Balçık	4,81	57,8	4,18	38,2	20,4	17,8
	50-80									0,9	63	21	16	Kumlu Killi Balçık	5,1	20,57	4,18	38,5	18	20,5
	80-120										55	30	16	Kumlu Killi Balçık	5,12	22,83	4,12	32,1	19,4	12,7
94	0-10	OT	1415	60	0,25	20	35	80	.	0,6	79	8	13	Kumlu Balçık	4,8	201,5	3,92	42,3	29,1	13,2
	10-20									0,9	81	10	9	Kumlu Balçık	5,22	113,1	4,01	36,5	25,6	10,9
	20-50									0,9	78	11	11	Kumlu Balçık	5,07	116,8	4,05	36,3	24,3	12
	50-80									1,1	70	13	17	Kumlu Balçık	5,15	44,6	4,06	37,4	18,5	18,9

Ek Tablo 1'in Devamı

Profil No	Derinlik	MGÇO	Yükselti (m)	Bakı (°)	Bakı (RI)	Eğim (%)	MTD (cm)	FTD (cm)	Humus Tipi	HA (g/cm ³)	Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)	Toprak Türü	pH (H ₂ O)	EC (µS/cm)	pH (KCl)	TK %	SN %	FSK %
95	0-10	bc	1380	264	0,56	58	40	90	Çürüntülü Mull	0,7	79	9	11	Balçıklı Kum	4,28	130,6	4	38,6	24,9	13,7
	10-20									0,6	76	9	15	Kumlu Balçık	4,41	79,1	4,1	43,1	25,1	18
	20-50									0,7	77	11	12	Kumlu Balçık	4,64	34,9	4,19	36,4	25,2	11,2
	50-80									0,6	65	19	16	Kumlu Balçık	4,69	17,62	4,27	37,8	23,4	14,4
	80-120									0,9	65	19	16	Kumlu Balçık	4,84	9,85	4,12	49,1	20,1	29
96	0-10	bc	1350	270	0,5	63	50	110	Mull	1,1	84	7	9	Balçıklı Kum	4,29	127,3	3,96	31,1	15,7	15,4
	10-20									0,7	86	9	5	Balçıklı Kum	4,47	57,6	4,08	40,7	26,9	13,8
	20-50									0,7	75	9	16	Kumlu Balçık	4,49	33,8	4,11	37,4	23	14,4
	50-80									0,8	76	11	13	Kumlu Balçık	4,64	22,17	4,21	38,5	20,4	18,1
	80-120									1	66	15	19	Kumlu Balçık	4,98	13,42	4,2	37,5	18,9	18,6
97	0-10	bc	1400	266	0,54	73	50	110	Çürüntülü Mull	1	74	9	17	Kumlu Balçık	4,35	228,6	4,06	35,7	16,2	19,5
	10-20									0,7	78	8	14	Kumlu Balçık	4,58	85,4	4,23	41,5	35,1	6,4
	20-50									0,7	76	8	16	Kumlu Balçık	4,63	69,6	4,23	35,7	24,6	11,1
	50-80									0,8	68	13	19	Kumlu Balçık	4,5	34	4,3	35,7	24,1	11,6
	80-120									0,7	64	14	22	Kumlu Balçık	4,35	30	4,13	46,1	20,6	25,5
98	0-10	bc	1500	190	0,99	10	15	40	Çürüntülü Mull	1	76	12	12	Kumlu Balçık	4,36	47,8	3,45	25	15,8	9,2
	10-20									0,6	72	18	10	Kumlu Balçık	4,39	24,71	3,63	24,9	22,4	2,5
	20-50									0,7	62	22	16	Kumlu Killi Balçık	4,66	11,65	3,88	34,5	19,6	14,9

Ek Tablo 2. Toprak (Karbon ve Azot) ve Ölü Örtü Laboratuvar Analiz Sonuçları

Profil No	Derinlik	Toprak Örnekleri					Ölü Örtü Örnekleri					
		N %	C _{ORG} %	N (t/ha)	C _{ORG} (t/ha)	C/N	N %	C _{ORG} %	C/N	Kütle (t/ha)	N t/ha	C t/ha
1	0-10	0,61	4,79	2,87	20,22	7,85	2,22	35,88	16,18	7,29	0,16	2,62
	10-20	0,54	2,72	6,46	32,68	5,06						
2	0-10	0,94	14,88	4,89	77,4	15,82	2,18	40,89	18,72	6,35	0,14	2,6
	10-20	0,76	10,19	4,35	58,07	13,34						
3	0-10	0,63	5,51	3,91	34,14	8,73	1,52	30,9	20,31	12,68	0,19	3,92
	10-20	0,53	3,89	3,73	27,22	7,29						
4	0-10	0,41	5,58	1,6	21,74	13,56	1,71	35,02	20,48	8,2	0,14	2,87
	10-20	0,35	4,15	1,56	18,65	11,95						
5	0-10	0,6	8,31	2,26	31,58	13,94	1,89	40,74	21,60	8,07	0,15	3,29
	10-20	0,64	7,07	2,63	28,98	11,01						
6	0-10	0,24	2,19	2,09	19,49	9,32	2,26	35,1	15,55	11,38	0,26	3,99
	10-20	0,44	4,1	2,38	22,16	9,31						
7	0-10	1,01	13,59	2,52	33,98	13,5	1,92	42,54	22,13	16,45	0,32	7
	10-20	0,74	7,54	3,54	36,19	10,22						
8	0-10	0,99	10,88	4,64	51,14	11,02	1,03	30,37	29,52	18,02	0,19	5,47
	10-20	0,76	8,16	4,04	43,22	10,69						
9	0-10	0,75	8,29	2,4	26,52	11,07	1,03	23,76	23,04	18,04	0,19	4,29
	10-20	0,6	6,25	2,81	29,38	10,45						
10	0-10	0,72	8,35	2,32	26,73	11,54	1,23	24,17	19,59	17,32	0,21	4,19
	10-20	0,55	6,6	3,01	36,32	12,07						
11	0-10	0,72	9,83	3,68	50,15	13,62	1,51	39,85	26,32	9,5	0,14	3,79
	10-20	0,5	7,64	2,31	35,15	15,19						
12	0-10	0,75	14,25	2,62	49,88	19,05	1,81	40,44	22,32	14,95	0,27	6,05
	10-20	0,58	10,55	2,13	39,03	18,34						
13	0-10	0,81	11,49	2,58	36,76	14,25	1,74	36,75	21,10	19,14	0,33	7,03
	10-20	0,54	5,9	2,69	29,52	10,97						
14	0-10	0,68	7,75	4,33	49,62	11,45						
	10-20	0,37	4,95	2,31	30,71	13,28						
15	0-10	0,81	8,43	4,21	43,84	10,42						
	10-20	0,4	3,72	2,9	26,81	9,24						
16	0-10	0,55	5,13	3,77	35,4	9,38						
	10-20	0,51	4,54	3,54	31,31	8,84						
17	0-10	0,32	2,97	2,13	19,58	9,18	1,19	20,19	16,95	6,72	0,08	1,36
	10-20	0,34	2,57	2,65	19,79	7,47						
18	0-10	0,51	6,29	2,02	25,14	12,42	2,06	37,36	18,15	5,4	0,11	2,02
	10-20	0,4	5,51	1,51	20,95	13,89						
19	0-10	0,75	10,52	2,54	35,76	14,06	1,27	28,37	22,37	9,07	0,12	2,57
	10-20	0,53	7,44	2,55	35,72	14,01						
20	0-10	0,6	8,94	2,89	42,9	14,82	2,07	34,19	16,49	8,04	0,17	2,75
	10-20	0,41	5,99	1,86	27,56	14,8						
21	0-10	0,85	10,42	2,64	32,29	12,26	1,78	35,11	19,77	19,48	0,35	6,84
	10-20	0,52	6,54	2,98	37,25	12,5						
22	0-10	0,87	11,64	2,43	32,59	13,39	1,84	38,65	20,97	12,96	0,24	5,01
	10-20	0,63	8,04	2,39	30,54	12,76						
23	0-10	0,7	10,7	1,81	27,83	15,33	1,3	21,68	16,66	17,12	0,22	3,71
	10-20	0,39	6,19	2,05	32,82	16						
24	0-10	0,7	8,22	2,1	24,65	11,72	1,43	27,38	19,16	13,76	0,2	3,77
	10-20	0,43	5,35	1,99	24,61	12,36						
25	0-10	0,68	8,81	6,08	78,42	12,9	1,71	36,82	21,58	14,46	0,25	5,32
	10-20	0,49	6,78	1,91	26,45	13,81						

Ek Tablo 2'nin devamı

Profil No	Derinlik	Toprak Örnekleri					Ölü Örtü Örnekleri					
		N %	C _{ORG} %	N (t/ha)	C _{ORG} (t/ha)	C/N	N %	C _{ORG} %	C/N	Kütle (t/ha)	N t/ha	C t/ha
26	0-10	0,82	9,38	3,67	42,21	11,51	1,55	33,19	21,45	14,26	0,22	4,73
	10-20	0,44	5,4	3	37,29	12,42						
27	0-10	0,54	6,13	1,84	20,83	11,33	1,46	36,16	24,72	14,03	0,21	5,07
	10-20	0,42	5,48	2,09	27,38	13,1						
28	0-10	0,56	6,46	2,56	29,7	11,59	1,46	37,59	25,74	13,37	0,2	5,03
	10-20	0,48	5,64	2,81	33,29	11,85						
29	0-10	0,95	13,2	3,9	54,12	13,89	1,67	36,16	21,70	6,88	0,11	2,49
	10-20	0,55	8,57	2,62	41,14	15,72						
30	0-10	0,96	11,19	5,77	67,14	11,64	1,31	25,71	19,66	20,77	0,27	5,34
	10-20	0,78	8,92	4,36	49,97	11,47						
31	0-10	0,78	9,89	4,5	57,39	12,75						
	10-20	0,63	7,55	3,09	37	11,98						
32	0-10	0,62	7,12	2,86	32,82	11,46						
	10-20	0,66	7,43	3,82	43,08	11,29						
33	0-10	0,31	3,78	2,07	24,93	12,07	1,74	31,08	17,82	5,85	0,1	1,82
	10-20	0,31	2,63	2,36	20,26	8,57						
34	0-10	0,49	6,13	1,99	24,58	12,51	1,6	31,55	19,75	8,58	0,14	2,71
	10-20	0,42	4,29	3,28	33,47	10,22						
35	0-10	0,44	6,21	1,12	45,66	14,11	1,93	38,86	20,19	6,31	0,12	2,45
	10-20	0,3	3,4	2,31	26,53	11,49						
36	0-10	0,41	5,44	1,12	14,64	13,27	2,02	36,06	17,87	9,89	0,2	3,57
	10-20	0,27	2,15	2,44	19,64	8,04						
37	0-10	0,49	8,13	2,14	35,02	16,55	1,55	28,21	18,19	9,62	0,15	2,71
	10-20	0,38	6,21	4,52	74,52	16,47						
38	0-10	0,50	6,67	1,06	14,27	13,34	1,52	31,78	20,90	11,48	0,17	3,65
	10-20	0,36	4,3	3,48	41,96	12,06						
39	0-10	0,43	5,56	1,62	21,32	12,93						
	10-20	0,28	3,36	2,67	31,71	11,86						
40	0-10	0,31	4,02	1,36	18,5	12,97	2,3	38,24	16,60	9,54	0,22	3,65
	10-20	0,25	2,64	2,56	27,29	10,68						
41	0-10	0,56	8,88	2,3	36,39	15,82	1,75	33,12	18,95	8,35	0,15	2,77
	10-20	0,43	4,66	2,98	32,6	10,93						
42	0-10	0,2	4,04	1,75	34,7	19,88	1,59	36,38	22,95	9,34	0,15	3,4
	10-20	0,25	2,45	2,28	22,03	9,68						
43	0-10	0,43	5,83	1,6	21,56	13,49	1,85	44,72	24,24	10,38	0,19	4,64
	10-20	0,37	5,07	1,71	23,34	13,67						
44	0-10	0,43	8,46	1,5	29,62	19,77	1,47	40,32	27,36	16,07	0,24	6,48
	10-20	0,34	7,03	1,8	37,25	20,67						
45	0-10	0,51	10,2	1,72	34,69	20,13	1,75	44,02	25,14	5,58	0,1	2,46
46	0-10	0,45	5,72	2,36	30,29	12,81	1,92	39,38	20,54	8,09	0,16	3,19
	10-20	0,3	3,72	2,19	27,19	12,41						
47	0-10	0,52	6,93	2,01	27,02	13,42	1,73	36,52	21,15	21,19	0,37	7,74
	10-20	0,29	2,56	1,35	11,79	8,74						
48	0-10	0,83	13,54	2,99	48,74	16,29	1,74	42,36	24,36	15,72	0,27	6,66
	10-20	0,55	10,53	1,21	23,16	19,21						
49	0-10	0,65	9,15	2,26	32,02	14,18	1,24	26,87	21,67	20,59	0,26	5,53
	10-20	0,39	5,67	2,32	33,44	14,38						
50	0-10	0,6	6,43	4,07	43,75	10,74						
	10-20	0,33	2,59	3,17	25,09	7,91						

Ek Tablo 2'nin devamı

Profil No	Derinlik	Toprak Örnekleri					Ölü Örtü Örnekleri					
		N %	CORG %	N (t/ha)	CORG (t/ha)	C/N	N %	CORG %	C/N	Kütle (t/ha)	N t/ha	C t/ha
51	0-10	0,67	9,5	2,73	38,95	14,29						
	10-20	0,47	6,65	3,16	44,57	14,09						
52	0-10	0,79	11,92	2,1	37,23	16,50						
	10-20	0,31	5,4	0,99	17,55	17,7						
53	0-10	0,64	6,66	3,57	37,27	10,45						
	10-20	0,51	5,12	2,2	21,99	9,99						
54	0-10	0,59	6,43	2,68	28,9	10,84						
	10-20	0,44	3,34	5,64	43,07	7,64						
55	0-10	0,63	7,03	3,84	42,88	11,16						
	10-20	0,36	4,12	2,46	28,41	11,54						
56	0-10	0,75	9,44	3	37,74	12,56						
	10-20	0,58	7,56	3,12	40,84	13,11						
57	0-10	0,75	9,33	3,83	47,57	12,44						
	10-20	0,39	4,45	3,27	37,85	11,57						
58	0-10	0,8	9,44	4,21	50,04	11,88						
	10-20	0,45	5,89	2,58	34,16	13,23						
59	0-10	0,79	12,99	3,79	62,34	16,46						
	10-20	0,49	9,3	1,12	21,38	19,09						
60	0-10	0,45	5,85	2,09	26,91	12,88	1,38	34,19	24,74	13,97	0,19	4,78
	10-20	0,38	4,37	2,22	25,33	11,4						
61	0-10	0,81	11,8	2,74	40,1	14,62	1,64	35,29	21,57	14	0,23	4,94
	10-20	0,6	8,85	2,88	42,5	14,76						
62	0-10	0,78	13,38	4,39	74,91	17,06	1,88	39,46	20,97	8,12	0,15	3,2
	10-20	0,62	10,45	3,12	52,27	16,78						
63	0-10	0,64	8,7	3,57	48,7	13,65						
	10-20	0,39	5,03	2,46	31,66	12,85						
64	0-10	0,54	7,15	3,26	43,61	13,36						
	10-20	0,38	3,76	2,91	28,94	9,94						
65	0-10	0,95	13,58	2,86	40,74	14,27	1,83	40,98	22,39	9,11	0,17	3,73
	10-20	0,68	8,64	4,07	51,81	12,74						
66	0-10	0,63	6,85	2,95	32,18	10,9	1,83	40,98	22,39	12,12	0,22	4,97
	10-20	0,5	4,32	3	25,94	8,65						
67	0-10	0,74	8,31	4,09	45,69	11,17						
	10-20	0,6	5,98	3,6	35,88	9,97						
68	0-10	0,74	7,37	4,19	41,99	10,02						
	10-20	0,7	7,36	3,92	41,21	10,51						
69	0-10	0,63	10,48	2,13	35,62	16,74	1,91	34,56	18,10	7,07	0,13	2,44
	10-20	0,55	9,74	2,04	36,05	17,71						
70	0-10	0,32	4,68	1,62	23,39	14,44	1,92	38,25	19,90	11	0,21	4,21
	10-20	0,25	3,35	1,04	14,06	13,5						
71	0-10	0,7	8,67	2,67	32,95	12,34	2,89	29,99	10,37	14,1	0,41	4,23
	10-20	0,39	5,15	2,24	29,87	13,34						
72	0-10	0,62	7,55	4,06	49,84	12,28						
	10-20	0,39	4,78	2,8	34,44	12,3						
73	0-10	0,46	5,12	1,98	22	11,1	1,37	34,73	25,37	11,65	0,16	4,05
	10-20	0,38	3,61	1,78	16,98	9,56						
74	0-10	0,4	4,87	2,61	31,67	12,12	1,36	31,85	23,35	6,18	0,08	1,97
	10-20	0,33	3,94	2,63	31,53	11,98						
75	0-10	0,35	6,64	1,25	23,92	19,09	1,71	34,55	20,18	9,65	0,17	3,33
	10-20	0,3	5,13	1,36	23,09	16,93						

Ek Tablo 2'nin devamı

Profil No	Derinlik	Toprak Örnekleri					Ölü Örtü Örnekleri					
		N %	C _{ORG} %	N (t/ha)	C _{ORG} (t/ha)	C/N	N %	C _{ORG} %	C/N	Kütle (t/ha)	N t/ha	C t/ha
76	0-10	0,65	11,33	3,14	54,4	17,33	1,58	33,14	21,03	9,06	0,14	3
	10-20	0,56	10,13	3,11	56,73	18,22						
77	0-10	0,63	9,88	1,9	29,65	15,59	1,69	41,09	24,35	13	0,22	5,34
	10-20	0,37	5,13	1,08	14,87	13,71						
78	0-10	0,5	6,19	3,31	40,83	12,32	1,92	36,92	19,20	10,92	0,21	4,03
	10-20	0,49	5,53	3,42	38,7	11,33						
79	0-10	0,73	15,07	4,01	82,89	20,67	1,35	32,66	24,16	10,97	0,15	3,58
	10-20	0,52	10,11	2,65	51,55	19,47						
80	0-10	1,06	15,59	4,25	62,34	14,66	1,51	29,24	19,42	15,05	0,23	4,4
	10-20	0,98	14,39	3,83	56,11	14,64						
81	0-10	0,65	8,82	3,17	43,21	13,63	1,22	24,85	20,40	17,23	0,21	4,28
	10-20	0,44	5,82	3,27	43,61	13,34						
82	0-10	0,78	10,99	4,65	65,95	14,18						
	10-20	0,53	8,37	2,58	41	15,91						
83	0-10	0,96	13,07	2,21	30,07	13,59	1,22	31,06	25,52	6,88	0,08	2,14
	10-20	0,54	8,11	3,23	48,67	15,08						
84	0-10	0,41	5,57	2,53	33,98	13,45						
	10-20	0,36	4,71	2,2	28,74	13,05						
85	0-10	0,46	6,73	3,29	47,75	14,49						
	10-20	0,4	6,62	3,08	51,65	16,76						
86	0-10	0,6	6,55	3,29	36,04	10,96	1,39	28,65	20,62	8,55	0,12	2,45
	10-20	0,41	4,45	3,44	36,94	10,75						
87	0-10	0,8	8,08	4,26	42,83	10,05	1,11	20,57	18,58	16,49	0,18	3,39
	10-20	0,3	2,98	2,28	22,36	9,81						
88	0-10	0,54	6,09	2,55	28,6	11,23	1,43	31,83	22,28	12,1	0,17	3,85
	10-20	0,46	5,25	3,22	36,72	11,4						
89	0-10	0,71	11,99	3,04	51,55	16,98	1,68	37,12	22,04	15,71	0,26	5,83
	10-20	0,47	7,24	4,75	73,84	15,53						
90	0-10	0,72	8,95	3,47	42,94	12,37	1,74	35,56	20,48	16,24	0,28	5,77
	10-20	0,33	3,64	1,55	17,12	11,04						
91	0-10	0,82	8,92	3,52	38,34	10,9						
	10-20	0,5	5,59	3,08	34,63	11,24						
92	0-10	0,56	6,23	4,49	49,86	11,11	1,3	32,94	25,30	20,83	0,27	6,86
	10-20	0,45	5,11	3,38	38,31	11,35						
93	0-10	0,55	7,82	3,43	48,47	14,11						
	10-20	0,44	5,9	2,28	30,66	13,43						
94	0-10	0,9	9,51	4,22	44,72	10,61						
	10-20	0,51	4,16	3,7	30,37	8,21						
95	0-10	0,65	8,18	2,79	35,18	12,61	1,39	28,88	20,82	12,56	0,17	3,63
	10-20	0,49	5,82	3,19	37,86	11,89						
96	0-10	0,68	8,68	3,47	44,29	12,75	1,31	28,83	21,94	11,98	0,16	3,45
	10-20	0,47	5,62	3,07	36,5	11,87						
97	0-10	0,62	8,85	2,72	38,95	14,33	1,45	27,56	19,02	9,78	0,14	2,69
	10-20	0,55	6,45	3,43	40,62	11,83						
98	0-10	0,43	9,82	2,6	59,89	22,99	1,58	40,77	25,79	9,41	0,15	3,84
	10-20	0,27	4,91	1,35	24,53	18,23						

Ek Tablo 3. Kök Örnekleri Laboratuvar Analiz Sonuçları

Profil No	Kütle (t/ha)				Azot ve Karbon (%)						C/N Oranı			Azot ve Karbon (t/ha)							
	0-2 mm	2-5 mm	>5 mm	Toplam	Azot			Karbon			0-2 mm	2-5 mm	>5 mm	Azot			Karbon			Toplam	
					0-2 mm	2-5 mm	>5 mm	0-2 mm	2-5 mm	>5 mm				0-2 mm	2-5 mm	>5 mm	N	C			
1	11,3	1,15	2,02	14,47	1,06	0,69	0,42	40,19	45,57	46,98	37,88	65,76	112,12	0,12	0,01	0,01	4,54	0,52	0,95	0,14	6,01
2	10,1	2,61	4,88	23	1,08	0,82	0,43	40,94	46,4	44,87	37,98	56,59	104,58	0,11	0,02	0,02	4,14	1,21	2,19	0,15	7,54
3	15,09	2,36	3,22	20,67	1,04	0,59	0,37	34,41	43,79	46,33	33,09	74,86	125,21	0,16	0,01	0,01	5,19	1,03	1,49	0,18	7,71
4	13,9	5,13		19,03	0,86	0,44		40,45	46,17		47,09	105,17		0,12	0,02		5,62	2,37		0,14	7,99
5	16,29	2,91	2,48	21,67	0,96	0,5	0,4	37,88	45,08	46,32	39,42	89,80	114,66	0,16	0,01	0,01	6,17	1,31	1,15	0,18	8,63
6	20,01	4,94	4,26	29,2	0,87	0,72	0,66	39,53	46,67	46,8	45,23	64,64	71,35	0,17	0,04	0,03	7,91	2,31	1,99	0,24	12,21
7	17,85	5,71	8,12	31,68	1,13	0,67	0,51	45,1	46,67	47,18	39,91	70,19	93,43	0,2	0,04	0,04	8,05	2,67	3,83	0,28	14,55
8	12,56	4,35	3,11	20,03	1,1	0,92	0,63	45,17	45,51	46,81	41,03	49,30	74,19	0,14	0,04	0,02	5,67	1,98	1,46	0,2	9,11
9	11,39	2,43	4,37	18,19	1,16	0,84	0,61	41,32	45,55	47,93	35,62	54,04	78,07	0,13	0,02	0,03	4,71	1,11	2,09	0,18	7,91
10	7,24	2,79	3,43	13,46	1,04	0,53	0,57	41,56	47,91	46,69	39,88	90,40	82,34	0,08	0,01	0,02	3,01	1,34	1,6	0,11	5,95
11	18,6	3,42	6,41	28,43	1,05	0,51	0,47	43,25	47,15	45,24	41,35	91,73	97,08	0,19	0,02	0,03	8,04	1,61	2,9	0,24	12,55
12	14,4	3,51	6,13	24,04	1,16	0,84	0,64	41,18	45,86	46,85	35,50	54,60	72,86	0,17	0,03	0,04	5,93	1,61	2,87	0,24	10,41
13	9,14	2,6	4,99	16,72	1,36	0,76	0,54	38,05	46,46	46,13	28,04	61,54	85,11	0,12	0,02	0,03	3,48	1,21	2,3	0,17	6,99
14	13,61	1,12		14,73	1,47	0,64		35,98	42,11		24,41	66,01		0,2	0,01		4,9	0,47		0,21	5,37
15	13,49	1,49	7,42	22,41	1,24	0,82	1,13	30,75	45,44	42,09	24,76	55,35	37,38	0,17	0,01	0,08	4,15	0,68	3,12	0,26	7,95
16	3,94			3,94	1,08			37,44			34,70			0,04			1,48			0,04	1,48
17	14,57	2,92	3,08	20,57	1,09	0,6	0,53	36,34	43,58	45,98	33,34	72,51	86,26	0,16	0,02	0,02	5,29	1,27	1,42	0,2	7,98
18	12,45	3,16	6,72	37,04	1,04	0,66	0,47	40,77	46,05	40,18	39,28	69,77	84,94	0,13	0,02	0,03	5,08	1,46	2,7	0,18	9,24
19	16,98	3,83		20,81	1,01	0,51		40,97	43,5		40,56	85,45		0,17	0,02		6,96	1,67		0,19	8,63
20	15,77	3,65	16,08	35,5	0,91	1,02	0,36	41,09	43,3	46,32	44,96	42,45	127,24	0,14	0,04	0,06	6,48	1,58	7,45	0,24	15,51
21	18,26	2,74	17,48	38,5	1,16	0,75	0,54	41,41	42,82	47,83	35,76	57,09	89,24	0,21	0,02	0,09	7,56	1,17	8,36	0,32	17,09
22	13,56	4,63	12,75	30,95	1,17	0,47	0,51	42,63	47,14	46,49	36,53	99,66	91,15	0,16	0,02	0,07	5,78	2,18	5,93	0,25	13,89
23	7,5	2,64	8,09	18,19	0,96	0,64	0,53	41,71	46,35	45,42	43,50	72,20	85,54	0,07	0,02	0,04	3,13	1,22	3,67	0,13	8,02
24	13,19	2,43	10,64	26,25	1,07	0,54	0,52	36,96	40,05	47,17	34,57	73,62	91,05	0,14	0,01	0,06	4,87	0,97	5,02	0,21	10,86
25	27,34	3,45	4,54	41,18	1,05	0,58	0,36	38,58	45,98	48,1	36,60	79,42	134,37	0,29	0,02	0,02	10,55	1,59	2,18	0,33	14,32
26	11,88	1,93	6,13	19,9	1,38	0,65	0,52	40,71	46,44	48,27	29,48	71,56	93,01	0,16	0,01	0,03	4,84	0,9	2,96	0,2	8,7
27	26,53	3,36	5,91	35,77	1,19	0,51	0,5	35,12	46,63	46,06	29,64	91,60	92,12	0,31	0,02	0,03	9,32	1,57	2,72	0,36	13,61
28	18,13	2,24	7,78	28,15	1,04	0,58	0,34	33,85	43,54	47,01	32,64	75,19	139,09	0,19	0,01	0,03	6,14	0,98	3,66	0,23	10,78
29	17,67	2,3	4,39	24,35	1	0,48		40,33	47,52		40,45	99,42		0,18	0,01		7,13	1,09		0,19	8,22

Ek Tablo 3'ün Devamı

Profil No	Kütle (t/ha)				Azot ve Karbon (%)						C/N Oranı			Azot ve Karbon (t/ha)								
	0-2 mm	2-5 mm	>5 mm	Toplam	Azot			Karbon			0-2 mm	2-5 mm	>5 mm	Azot			Karbon			Toplam		
					0-2 mm	2-5 mm	>5 mm	0-2 mm	2-5 mm	>5 mm				0-2 mm	2-5 mm	>5 mm	N	C				
30	12,56	3,36	6,9	22,8	1,32	0,89	0,51	43,99	48,18	44,34	33,45	54,08	87,64	0,17	0,03	0,03	5,52	1,62	3,06	0,23	10,2	
31	19,03			19,03	1,47			38,26			26,10			0,28			7,28			0,28	7,28	
32	14,68			14,68	1,55			37,53			24,29			0,23			5,51			0,23	5,51	
33	5,82	1,39	4,57	11,78	1,15	0,56	0,38	37,3	44,57	46,83	32,41	79,16	121,95	0,07	0,01	0,02	2,17	0,62	2,14	0,1	4,93	
34	12,15	1,05	18,23	31,42	0,98	0,46	0,27	40,18	45,58	52,87	40,96	98,66	193,65	0,12		0,05	4,88	0,48	9,64	0,17	15	
35	11,74	0,95	2,92	15,61	0,88			38,89			44,40			0,1			4,57			0,1	4,57	
36	11,57	1,93	6,87	20,37	0,95	0,42	0,36	39,82	46,7	46,12	42,01	111,46	126,70	0,11	0,01	0,03	4,61	0,9	3,17	0,15	8,68	
37	17,18	1,8	6,03	25,02	0,91	0,59	0,32	40,65	46,31	46,98	44,92	77,96	145,89	0,16	0,01	0,02	6,98	0,83	2,83	0,19	10,64	
38	9,37	2,48	2,27	14,12	0,99	0,44	0,49	38,89	46,03	46,78	39,32	104,14	95,66	0,09	0,01	0,01	3,64	1,14	1,06	0,11	5,84	
39	11,04	0,98		12,02	1,24	0,55		40,01	45,94		32,24	83,68		0,14	0,01		4,42	0,45		0,15	4,87	
40	11,86	1,42	6,56	19,85	0,98	0,82	0,38	40,74	39,37	45,98	41,62	48,31		0,12	0,01	0,02	4,83	0,56	3,02	0,15	8,41	
41	12,63	2,33	4,9	19,86	1,12	0,77	0,46	41,93	44,3	47,07	37,37	57,75	103,44	0,14	0,02	0,02	5,3	1,03	2,31	0,18	8,64	
42	17,64	4,68	5,55	27,87	1,16	0,48	0,34	36,67	46,9	46,31	31,72	97,31	135,82	0,2	0,02	0,02	6,47	2,2	2,57	0,24	11,24	
43	23,73	2,52	7,68	33,93	1,33	0,57	0,26	38,42	45,98	46,78	28,86	81,09	182,74	0,32	0,01	0,02	9,12	1,16	3,59	0,35	13,87	
44	22,03	4,15	14,79	40,98	1,08	0,67	0,51	41,84	44,39	45,76	38,60	66,45	89,55	0,24	0,03	0,08	9,22	1,84	6,77	0,35	17,83	
45	17,49	3,16	7,95	28,6	1,21	0,71	0,47	41,72	46,85	46,74	34,42	66,17	100,30	0,21	0,02	0,04	7,3	1,48	3,72	0,27	12,5	
46	18,69	2,52	3,92	25,1	1	0,48	0,51	37,24	46,66	46,29	37,24	97,01	90,59	0,19	0,01	0,02	6,96	1,18	1,81	0,22	9,95	
47	13,34	1,45	5,74	20,53	1,31	0,66	0,52	39,22	45,89	47,39	30,06	69,11	91,14	0,17	0,01	0,03	5,23	0,67	2,72	0,21	8,62	
48	18,63	3,08	6,22	27,9	0,85	0,42	0,55	45,91	47,73	44,01	54,27	113,38	80,45	0,16	0,01	0,03	8,55	1,47	2,74	0,2	12,76	
49	11,03	6,17	2,55	19,76	0,94	0,64	0,56	42,65	47,64	44,92	45,33	74,79	80,36	0,1	0,04	0,01	4,7	2,94	1,15	0,15	8,79	
50	9,51			9,51	1,43			36,85			25,79			0,22			5,8			0,22	5,8	
51	14,12	2,46	4,35	20,9	0,73	0,8	0,4	46,62	45,72	46,77	64,04	57,37	116,63	0,1	0,02	0,02	6,58	1,12	2,03	0,14	9,73	
52	22,45			22,45	1,54			39,08			25,43			0,39			9,99			0,39	9,99	
53	10,35			10,35	1,9			39,52			20,78			0,26			5,32			0,26	5,32	
54	13,1	1,43		14,53	1,08	0,48		37,99	47,05	35,18	35,18	98,85		0,14	0,01		4,98	0,67		0,15	5,65	
55	8,33			8,33	1,15			39,32	34,13		34,13			0,13			4,5			0,13	4,5	
56	16,45			16,45	1,84			36,82	20,03		20,03			0,36			7,2			0,36	7,2	
57	12,6			12,6	1,74			35,25			20,25			0,27			5,54			0,27	5,54	

Ek Tablo 3'ün Devamı

Profil No	Kütle (t/ha)				Azot ve Karbon (%)						C/N Oranı			Azot ve Karbon (t/ha)							
	0-2 mm	2-5 mm	>5 mm	Toplam	Azot			Karbon			0-2 mm	2-5 mm	>5 mm	Azot			Karbon			Toplam	
					0-2 mm	2-5 mm	>5 mm	0-2 mm	2-5 mm	>5 mm				0-2 mm	2-5 mm	>5 mm	0-2 mm	2-5 mm	>5 mm	N	C
58	13,71	0,78		14,49	1,38			33,23			24,02			0,19			4,56			0,19	4,56
59	16,05			16,05	1,38			32,94			23,90			0,22			5,29			0,22	5,29
60	7,71	3,14	2,92	13,78	0,94	0,65	0,31	40,59	41,36	48,08	43,41	64,12	155,60	0,07	0,02	0,01	3,13	1,3	1,4	0,1	5,83
61	21,49	3,17	10,48	35,14	1,33	0,8	0,6	38,75	48,22	45,42	29,11	60,20	75,58	0,29	0,03	0,06	8,33	1,53	4,76	0,38	14,62
62	10,98	3,88	3,7	20,99	1,17	0,66	0,44	40,05	47,82	47,33	34,23	72,35	108,32	0,13	0,03	0,02	4,4	1,86	1,75	0,18	8,01
63	11,72	2,74	3,45	17,91	1,82	0,84	0,98	41,17	45,83	46,73	22,68	54,82	47,54	0,21	0,02	0,03	4,83	1,26	1,61	0,26	7,7
64	16,41	3,23	6,1	25,74	1,19	0,66	0,7	30,75	42,18	44,32	25,75	64,11	63,77	0,2	0,02	0,04	5,05	1,36	2,7	0,26	9,11
65	16,17	1,87	5,29	23,33	1,19	0,88	0,5	41,07	45,36	47,01	34,60	51,84	94,20	0,19	0,02	0,03	6,64	0,85	2,49	0,24	9,98
66	21,49	3,11		24,6	1,16	0,71		36,87	42,53		31,81	60,24		0,25	0,02		7,92	1,32		0,27	9,24
67	8,22	1,18	6,53	15,93	1,63	0,67	0,93	36,65	45,61	43,92	22,50	68,49	47,22	0,13	0,01	0,06	3,01	0,54	2,87	0,2	6,42
68	20,87			20,87	1,42			32,79			23,03			0,3			6,84			0,3	6,84
69	15,67	5,72	6,1	27,49	0,81	0,5	0,5	32,3	45,7	47,17	40,12	91,23	93,78	0,13	0,03	0,03	5,06	2,61	2,88	0,19	10,55
70	17,88	5,01	5,16	28,05	0,61	0,62	1,64	44,75	45,95	39,38	73,72	73,88	24,01	0,11	0,03	0,08	8	2,3	2,03	0,22	12,33
71	14,03	4,63	2,39	21,06	0,29	0,54	0,9	44,04	46,4	37,08	151,33	85,45	41,24	0,04	0,03	0,02	6,18	2,15	0,89	0,09	9,22
72	15,33			15,33	1,63			33			20,21			0,25			5,06			0,25	5,06
73	6,25	0,78		7,03	1,2	0,58		40,2	43,54		33,47	75,59		0,08			2,51	0,34		0,08	2,85
74	15,43	2,46	8,77	26,65	1,13	0,69	0,47	42,31	46,25	46,6	37,31	67,12	98,52	0,17	0,02	0,04	6,53	1,14	4,09	0,23	11,76
75	20,5	5,97	3,2	29,67	1,32	0,71	0,55	38,67	47,3	48,51	29,39	66,91	89,00	0,27	0,04	0,02	7,93	2,82	1,55	0,33	12,3
76	23,2	2,99	4,01	30,2	1,24	0,56	0,52	37,04	47,17	44,96	29,99	84,83	86,13	0,29	0,02	0,02	8,59	1,41	1,8	0,33	11,8
77	7,59	2,49		10,08	1,17	0,75		42,99	48,85		36,84	65,21		0,09	0,02		3,26	1,22		0,11	4,48
78	9,64	2,3	2,52	14,46	1,17	0,59	0,59	43,1	47,34	47,48	36,72	80,51	81,16	0,11	0,01	0,01	4,16	1,09	1,2	0,13	6,45
79	15,99	4,17	4,32	24,48	1,03	0,68	0,55	36,45	44,61	41,43	35,32	65,40	75,70	0,17	0,03	0,02	5,83	1,86	1,79	0,22	9,48
80	19,75	3,02	3,79	26,56	1,07	0,64	0,47	38,32	50,67	46,82	35,75	78,92	100,69	0,21	0,02	0,02	7,57	1,53	1,77	0,25	10,87
81	16,05	3,83	6,06	25,94	1,2	0,58	0,7	41,91	45,29	38,06	35,07	78,49	54,61	0,19	0,02	0,04	6,73	1,73	2,31	0,25	10,77
82	6,87	1,9		8,77	0,91	0,52	0,76	37,98	45,46	43,96	41,82	87,94		0,06	0,01		2,61	0,86		0,07	3,47
83	20,43	4,42	3,61	28,46	1,09	0,44	0,47	44,35	47,3	46,82	40,73	107,26	99,41	0,22	0,02	0,02	9,06	2,09	1,69	0,26	12,84
84	8,18			8,18	0,7			31,47			44,96			0,06			2,57			0,06	2,57
85	7,12	1,68		8,8	0,91	0,61		41,78	37,94		45,92	61,89		0,06	0,01		2,97	0,64		0,07	3,61
86	10,79	5,88	3,08	19,75	0,87	0,49	0,3	38,28	46,04	44,93	43,95	94,33	149,77	0,09	0,03	0,01	4,13	2,71	1,38	0,13	8,22
87	16,36	6,47	7,46	30,29	0,94	0,44	0,4	38,35	45,19	46,87	40,88	102,48	118,35	0,15	0,03	0,03	6,27	2,92	3,5	0,21	12,69

Ek Tablo 3'ün Devamı

Profil No	Kütle (t/ha)				Azot ve Karbon (%)						C/N Oranı			Azot ve Karbon (t/ha)							
	0-2 mm	2-5 mm	>5 mm	Toplam	Azot			Karbon			0-2 mm	2-5 mm	>5 mm	Azot			Karbon			Toplam	
					0-2 mm	2-5 mm	>5 mm	0-2 mm	2-5 mm	>5 mm				0-2 m	2-5 mm	>5 mm	0-2 mm	2-5 mm	>5 mm	N	C
88	14,06	4,85	6,78	25,69	0,92	0,5	0,68	39,76	46,58	44,25	43,17	92,78	65,07	0,13	0,02	0,05	5,59	2,26	3	0,2	10,85
89	18,29	1,56	7,12	27	0,98	0,66	0,35	45,2	46,9	47,47	46,08	71,61	136,01	0,18	0,01	0,02	8,27	0,73	3,38	0,21	12,38
90	9,33	2,83	3,33	15,46	1,32	0,56	0,45	43,81	45,92	51,41	33,29	82,45	114,25	0,12	0,02	0,01	4,09	1,3	1,71	0,15	7,1
91	12,42	0,87		13,3	1,62	1,14		37,93	50,19		23,46	43,98		0,2	0,01		4,71	0,44		0,21	5,15
92	24,38	3,02	5,82	33,18	0,99	0,46	0,4	40,79	41,56	39,18	41,16	89,95	96,98	0,24	0,01	0,02	9,94	1,25	2,28	0,27	13,47
93	17,48			17,48	1,15			42,02			36,66			0,2			7,34			0,2	7,34
94	8,3	1,37	10,27	19,95	1,78	1,08	1,26	38,15	45,54	42,06	21,46	42,12	33,48	0,15	0,01	0,13	3,17	0,62	4,32	0,29	8,11
95	19,13	1,93	17,23	38,28	1,07	0,51	0,35	36,31	47,07	45,52	33,96	93,02	128,95	0,2	0,01	0,06	6,95	0,91	7,84	0,27	15,7
96	16,64	4,26	1,9	22,8	1,02	0,44	0,43	38,88	46,3	42,41	38,04	105,71	98,16	0,17	0,02	0,01	6,47	1,97	0,81	0,2	9,25
97	8,52	1,99	5,26	15,77	1,11	0,48	0,35	39,41	49,32	48,74	35,50	102,32	140,45	0,09	0,01	0,02	3,36	0,98	2,56	0,12	6,9
98	21,06	3,89	6,81	31,75	0,74	0,39	0,33	31,51	47,09	44,63	42,63	120,73	135,66	0,16	0,02	0,02	6,64	1,83	3,04	0,2	11,51

Ek Tablo 4. Eğim ve bakı faktörleri ile toprakların bazı özellikleri arasındaki ilişkileri gösterir korelasyon tablosu

		Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)	HA (gr/cm ³)	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	EC (μS/cm)	T.K. (%)	S.N. (%)	FSK (%)	N (%)	C (%)	N (t/ha)	C (t/ha)	C/N		
AĞAÇLANDIRMA	Üst Toprak	Bakı	P.C.	,171*	-,213**	-0,092	0,01	-0,067	0,111	0,006	-,244**	-0,133	-0,132	,222**	0,145	0,076	0,045	-0,014
			S. (2-t.)	0,037	0,009	0,263	0,902	0,417	0,176	0,947	0,003	0,106	0,108	0,006	0,079	0,356	0,585	0,866
			N	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149
	Eğim	P.C.	,362**	-,271**	-,318**	0,039	-,217**	-0,097	,274**	-0,132	-0,043	-0,106	0,096	0,003	0,063	-0,022	-0,145	
		S. (2-t.)	0	0,001	0	0,636	0,008	0,237	0,001	0,107	0,601	0,2	0,247	0,973	0,448	0,787	0,077	
		N	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149
	Alt Toprak	Bakı	P.C.	,299**	-,320**	-,166*	-,400**	-0,105	,211**	0,033	,186*	,329**	-0,132					
			S. (2-t.)	0	0	0,031	0	0,171	0,006	0,671	0,015	0	0,087					
			N	170	170	170	154	170	170	170	170	170	170					
	Eğim	P.C.	,286**	-,155*	-,320**	-0,014	-,166*	-0,029	,151*	0,081	0,009	0,078						
		S. (2-t.)	0	0,044	0	0,861	0,03	0,706	0,05	0,295	0,905	0,314						
		N	170	170	170	154	170	170	170	170	170	170						
OT	Üst Toprak	Bakı	P.C.	-0,163	0,219	0,092	0,193	0,048	,341*	-0,197	-0,165	-0,146	-0,027	0,14	-0,101	0,251	0,051	-,355*
			S. (2-t.)	0,28	0,143	0,545	0,2	0,749	0,02	0,19	0,272	0,334	0,86	0,352	0,505	0,092	0,735	0,016
			N	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
	Eğim	P.C.	0,285	-0,155	-,321*	0,006	0,02	0,13	-0,086	0,072	-0,124	0,191	-0,054	-0,069	0,045	0,089	-0,017	
		S. (2-t.)	0,055	0,303	0,03	0,971	0,894	0,391	0,57	0,636	0,41	0,203	0,719	0,649	0,765	0,555	0,911	
		N	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
	Alt Toprak	Bakı	P.C.	-0,092	0,082	0,083	-0,161	-0,249	0,041	0,07	0,006	,374**	-,342**					
			S. (2-t.)	0,497	0,546	0,541	0,264	0,061	0,761	0,602	0,968	0,004	0,009					
			N	57	57	57	50	57	57	57	57	57	57					
	Eğim	P.C.	0,206	-0,135	-0,244	-0,178	-0,201	-0,059	0,233	0,205	0,254	-0,032						
		S. (2-t.)	0,123	0,317	0,068	0,217	0,133	0,664	0,081	0,126	0,057	0,814						
		N	57	57	57	50	57	57	57	57	57	57						

P.C.: Pearson Correlation, S. (2-t.): Sig. (2-tailed), *. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed), **. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed), HA:Hacim Ağırlığı, EC:Elektriksel İletkenlik, TK:Tarla Kapasitesi, SN: Solma Noktası, FSK: Faydalanılabilir Su Kapasitesi, N:Azot, C:Karbon

Ek Tablo 5. Eğim ve bakı faktörleri ile kök parametreleri arasındaki ilişkileri gösterir korelasyon tablosu

		0-2 mm						2-5 mm					>5mm				Toplam						
		N (%)	C (%)	C/N	N (t/ha)	C (t/ha)	Kütle (t/ha)	N (%)	C (%)	C/N	N (t/ha)	C (t/ha)	Biyo. (t/ha)	N (%)	C (%)	C/N	N (t/ha)	C (t/ha)	Kütle (t/ha)	Kütle (t/ha)	N (t/ha)	C (t/ha)	
Ağaçlandırma	Bakı	Pe. Cor.	-0,137	-0,03	0,177	0,166	,279*	,293*	0,072	0,06	-0,077	0,216	0,199	0,202	,251*	-0,229	-0,228	0,107	-0,062	-0,042	,256*	0,217	0,226
	S. (2-t.)	0,24	0,795	0,13	0,155	0,015	0,011	0,544	0,616	0,519	0,067	0,092	0,087	0,046	0,069	0,07	0,398	0,629	0,743	0,027	0,061	0,051	
	N	75	75	75	75	75	75	73	73	73	73	73	73	64	64	64	64	64	64	75	75	75	75
Eğim	Bakı	Pe. Cor.	0,052	0,135	0,073	-0,027	-0,019	-0,041	-0,009	-0,034	-0,013	-0,094	-0,111	-0,104	0,059	-0,148	-0,071	0,143	0,12	0,134	0,032	0,008	0,046
	S. (2-t.)	0,658	0,247	0,533	0,816	0,868	0,729	0,937	0,778	0,912	0,429	0,35	0,379	0,642	0,242	0,575	0,261	0,347	0,292	0,785	0,946	0,698	
	N	75	75	75	75	75	75	73	73	73	73	73	73	64	64	64	64	64	64	75	75	75	75
OT	Bakı	Pe. Cor.	-0,08	-0,294	-0,079	-0,078	-0,198	-0,098	-0,151	-0,456	-0,035	-0,194	-0,209	-0,177	0,289	-0,44	-0,18	0,273	0,184	0,218	-0,215	-0,134	-0,319
	S. (2-t.)	0,715	0,173	0,72	0,724	0,364	0,656	0,698	0,217	0,928	0,618	0,589	0,649	0,579	0,382	0,732	0,6	0,727	0,678	0,325	0,542	0,138	
	N	23	23	23	23	23	23	9	9	9	9	9	9	6	6	6	6	6	6	23	23	23	23
Eğim	Bakı	Pe. Cor.	-0,203	0,015	0,225	-0,154	-0,066	-0,062	-0,445	-,706*	0,116	0,514	0,666	,703*	-,938**	0,595	,813*	-0,753	-0,492	-0,524	0,038	-0,155	0,05
	S. (2-t.)	0,353	0,944	0,303	0,483	0,766	0,778	0,23	0,034	0,766	0,157	0,05	0,035	0,006	0,213	0,049	0,084	0,322	0,286	0,865	0,48	0,822	
	N	23	23	23	23	23	23	9	9	9	9	9	9	6	6	6	6	6	6	23	23	23	23

P.C.: Pearson Correlation, S. (2-t.): Sig. (2-tailed), *. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed), **. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed), N:Azot, C:Karbon

Ek Tablo 6. Eğim, bakı faktörleri ile ölü örtü ve toprak derinlik parametreleri arasındaki ilişkileri gösterir korelasyon tablosu

		ÖLÜ ÖRTÜ					TOPRAK DERİNLİKLERİ				
		Kütle (t/ha)	N (%)	C (%)	C/N	N (t/ha)	C (t/ha)	AĞAÇLANDIRMA		OT	
								MTD	FTD	MTD	FTD
Bakı	Pe. Cor.	0,064	0,067	-0,014	-0,037	0,1	0,052	-,284*	0,028	0,156	0,013
	"S. (2-t.)	0,599	0,577	0,91	0,759	0,407	0,666	0,014	0,809	0,478	0,954
	N	71	71	71	71	71	71	75	75	23	23
Eğim	Pe. Cor.	0,119	-0,204	-,245*	0,028	0,015	-0,003	-0,108	,514**	0,18	0,163
	S. (2-t.)	0,323	0,088	0,04	0,82	0,901	0,981	0,356	0	0,411	0,458
	N	71	71	71	71	71	71	75	75	23	23

P.C.: Pearson Correlation, S. (2-t.): Sig. (2-tailed), *. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed), **. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed), N:Azot, C:Karbon, MTD:Mutlak Toprak Derinliği, FTD:Fizyolojik Toprak Derinliği

ÖZGEÇMİŞ

Orman Yüksek Mühendisi Yavuz Okunur KOCAMANOĞLU, Trabzon Fatih İlkokulu'nda başladığı ilköğrenimini, Cumhuriyet Ortaokulu'nda tamamladı. Trabzon Fatih Lisesi (Yabancı Dil Ağırlıklı Lise)'nden 2003 yılında mezun oldu.

Yavuz Okunur KOCAMANOĞLU, 2004 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümünü kazandı. 2004-2005 Eğitim-Öğretim Yılında, KTÜ Milli Piyango Yabancı Diller Bölümü'nde İngilizce hazırlık okuyarak, buradan mezun oldu. Ardından, 2011 yılında "Orman Mühendisi" unvanı ile lisans eğitimini tamamladı. 2011 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı. 2013 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Toprak İlimi ve Ekolojisi Bilim Dalına Araştırma Görevlisi olarak atandı. "Gümüşhane-Zigana mevkiinde sarıçamın (*Pinus silvestris* L.) bazı yetişme ortamı özellikleri ile ökseotu (*Viscum album* L.) bulaşma derecesi arasındaki ilişkiler" adlı yüksek lisans tezini tamamlayarak, Yüksek Mühendis unvanı almaya hak kazandı. 2021 yılında Akçaabat Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğüne naklen tayinle atanan Kocamanoğlu Yüksek Lisans ve Doktora öğrenimi süresince, 6 makale ve 9 bildirisi bulunmaktadır.