ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

SU KENARI EKOSİSTEMLERİNDE TOPRAKTAKİ KARBON MİKTARININ DEĞİŞİMİ (BOLU ALADAĞ ÇAYI HAVZASI ÖRNEĞİ)

Hüseyin YILMAZ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇANKIRI
2017

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Hüseyin YILMAZ tarafından hazırlanan **"Su Kenarı Ekosistemlerinde Topraktaki Karbon Miktarının Değişimi (Bolu Aladağ Çayı Havzası Örneği)"** adlı tez çalışması 29.12.2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Ceyhun GÖL

Jüri Üyeleri :

Başkan: Doç. Dr. Ceyhun GÖL

Üye: Prof. Dr. Ferhat GÖKBULAK

Üye: Prof. Dr. Oktay YILDIZ

Üye: Doç. Dr. İlker ERCANLI

Üye: Yrd. Doç. Dr. Serhat URSAVAŞ

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Doç. Dr. Tamer KEÇELİ
Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmenliğine göre hazırlamış olduğum **‘‘Su Kenarı Ekosistemlerinde Topraktaki Karbon Miktarının Değişimi (Bolu Aladağ Çayı Havzası Örneği)”** konulu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, tezin Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nden başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve bu çalışmanın Çankırı Karatekin Üniversitesi tarafından kullanılan “Bilimsel İntihal Tespit Programı”yla tarandığını, “intihal içermediğini” beyan ederim. Çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm. Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim - Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim. (29/12/2017).

Öğrencinin Adı Soyadı
Hüseyin YILMAZ
(imza)

ÖZET

Doktora Tezi

Su Kenarı Ekosistemlerinde Topraktaki Karbon Miktarının Değişimi (Bolu Aladağ Çayı Havzası Örneği)

Hüseyin YILMAZ

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ceyhun GÖL

Aladağ Çayı havzası (Bolu)'da yürütülen bu çalışmada su kenarı ekosistemlerinde bulunan farklı Arazi Kullanım Türü / Arazi Örtüsü (AKT / AÖ) topraklarında organik karbon ve bazı toprak özelliklerinin akarsuya olan uzaklığa göre değişimi incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda, ana derenin sağ ve sol sahilinde yer alan Doğal Mera (DM), Doğal Orman (DO), Orman İçi Açıklık (OİA) alanlarında 150 metre transekt hatları oluşturulmuştur. Ana dere yeşil hattan başlamak üzere her 50 m'de bir toprak profilinden (24 adet) ve her 25 m'de bir üst toprak (0 - 10 cm, 10 - 30 cm) örnekleme noktasından (126 adet) alınan 348 adet doğal yapısı bozulmuş, 1740 adet doğal yapısı bozulmamış toprak örneği üzerinde bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Ana dereden uzaklaştıkça kum miktarı, hacim ağırlığı, maksimum su tutma kapasitesi, değişebilir katyonlar, toplam azot ve toplam karbon miktarının önemli ölçüde değiştiği belirlenmiştir. Toprak özellikleri ve ekohidrolojik faktörler dikkate alındığında, Aladağ Çayı havzası su kenarı ekosistemlerinde karbon depolama kapasitesi bakımından optimum zon genişliği DM ve OİA için 125 m, DO için ise 100 m olarak belirlenmiştir.

2017, 183 sayfa

Anahtar Kelimeler: Toprak, Su kenarı ekosistemi, Karbon, Arazi planlama, Aladağ

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

Exchange of Soil Carbon Storage in Riparian Zone Ecosystems (Case Study of Bolu Aladağ Catchments)

Hüseyin YILMAZ

Çankırı Karatekin University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Engineering

Supervisor: Associate Professor Ceyhun GÖL

We examined the variation of soil organic carbon (SOC) and some soil properties with respect to the distance from the stream in different land use type / land cover (LUT / LC) of the riparian area in Aladağ Catctments (Bolu). For this purpose, we created 150 meters of transect line in Natural Grassland (NG), Natural Forest (NF), Forest Opening (FO) areas on the left and right bank of the main stream. In order to start the green line of the main stream, 348 disturbed and 1740 intact soil samples were taken from every 50m of soil pit (24) and every 25 m of top soil sampling point (126). As a result of laboratory and statistical analysis; sand content, bulk density, maximum water holding capacity, exchangeable cations, total nitrogen and total carbon were significantly changed as they moved away from the mainstream. According to the soil and ecohydrologic characteristics, the optimum zone width in terms of carbon storage capacity was determined as 125 m in NG and FO, 100 m in the NF riparian ecosystem in Aladağ Cactments.

2017, 183 pages

Key Words: Soil, Riparian zone, Carbon, Land management, Aladağ

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

‘‘Su Kenarı Ekosistemlerinde Topraktaki Karbon Miktarının Değişimi (Bolu Aladağ Çayı Havzası Örneği)” adlı bu çalışma 2011 - 2017 yılları arasında hazırlanarak Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliğ Anabilim Dalında ‘‘Doktora Tezi’’ olarak sunulmuştur.

Araştırmanın her aşamasında bilgi, öneri, yardım ve anlayışla desteklerini sunan sayın danışman hocam Doç. Dr. Ceyhun GÖL’e sonsuz teşekkür ederim.

Değerli fikirleriyle ve önerileriyle yol gösteren sayın hocam Prof. Dr. Ferhat GÖKBULAK’a, Prof Dr. Oktay YILDIZ’a, Doç Dr. İlker ERCANLI’ya ve Yrd. Doç. Dr. Serhat URSAVAŞ’a teşekkür ederim.

Arazi çalışmaları ve araştırmanın yürütülmesi sırasında sabır ve desteklerini esirgemeyen Batı Karadeniz Ormancılık Araştıma Enstitüsü müdürlüğü çalışanlarına, labaratuvar olanaklarını kullanmamı sağlayan Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü ve Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü çalışanlarına, Rabia GÜNHAN’a, sonuçlarının istatiksel olarak değerlendirilmesinde yardım eden Yrd. Doç. Dr Fatih TEMEL’e, çalışmanın çeşitli kısımlarında yardımlarını gördüğüm Prof Dr. Doğanay TOLUNAY’a, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi öğretim üyeleri ve Araş. Gör. Semih EDİŞ’e, teşekkür ederim.

Çalışmayı yürütmeye başladığım ilk andan bu yana hiçbir zaman maddi manevi desteğini esirgemeyen aileme sevgili anneme ve babama, sonsuz sabrı, anlayışı ve desteği için eşim Ayşe ÇOLPAK YILMAZ’a teşekkür ederim.

Bu tez çalışması Orman Genel Müdürlüğü, Dış İlişkiler Eğitim ve Araştırma Dairesi Başkanlığı, Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü 08.6304/2014-2016-2017 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

Hüseyin YILMAZ
BOLU, 2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET iii
ABSTRACT iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR v
İÇİNDEKİLER vi
SİMGELER DİZİNİ vii
ŞEKİLLER DİZİNİ viii
ÇİZELGELER DİZİNİ x
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK ÖZETLERİ 5
3. MATERYAL VE YÖNTEM 11
3.1. Materyal 11
3.1.1. Araştırma alanının genel tanıtımı 11
3.1.1.1. Coğrafi konum 11
3.1.1.2. Topografik karakteristikler 13
3.1.1.3. Akarsu ve drenaj ağı karakteristikleri 17
3.1.1.4. İklim 19
3.1.1.5. Jeolojik ve jeomorfolojik yapı 22
3.1.1.6. Arazi kullanım türü / arazi örtüsü (AKT / AÖ) 23
3.1.1.7. Genel toprak yapısı 27
3.1.1.8. Sosyo - ekonomik yapı 29
3.2. Yöntem 29
3.2.1. Büro çalışmaları 29
3.2.2. Arazi çalışmaları 33
3.2.3. Laboratuar yöntemleri 45
3.2.3.1. Toprak örneklerinin analize hazırlanması 46
3.2.3.2. Toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analizleri 46
3.2.4. Değerlendirme çalışmaları 49
4. BULGULAR ve TARTIŞMA 50
4.1. Toprak Özellikleri 50
4.1.1. Toprak derinliği 50
4.1.2. Toprak tekstürü (bünye) 57
4.1.3. Hacim ağırlığı 63
4.1.4. Maksimum su tutma kapasitesi 69
4.1.5. Toprak reaksiyonu (pH), Elektriksel iletkenlik (EC) 75
4.1.6. Kalsiyum (Ca) ve Magnezyum (Mg) 81
4.1.7. Sodyum (Na), Potasyum (K) 87
4.1.8. Yarayışlı fosfor (P) 93
4.1.9. Toplam Azot (N) 99
4.2. Toplam Organik Karbon (TOK) Miktarının Değişimi 105
5. SONUÇ ve ÖNERİLER 117
KAYNAKLAR 121
EKLER 133
ÖZGEÇMİŞ 172

SİMGELER DİZİNİ

'	: Dakika
"	: Saniye
%	: Yüzde
AKK	: Arazi Kullanım Kabiliyeti
AKT / AÖ	: Arazi Kullanım Türü / Arazi Örtüsü
atm	: Atmosfer
BKOAEM	: Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
BTG	: Büyük Toprak Grupları
$CaCO_3$	: Kalsiyum Karbonat
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
cm	: Santimetre
cm^3	: Santimetreküp
DM	: Doğal Mera
DO	: Doğal Orman
dS	: Desisiemens
EC	: Elektriksel İletkenlik
ET	: Evapotranspirasyon
gr	: Gram
ha	: Hektar
KB	: Killi balçık
kg	: Kilogram
KHGM	: Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (Mülga)
km	: Kilometre
km^2	: Kilometrekare
KUB	: Kumlu Balçık
KuKB	: Kumlu Killi Balçık
lt	: Litre
m^2	: Metrekare
m^3	: Metreküp
Mg	: Magnezyum
mm	: Milimetre
MTA	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
Na	: Sodyum
ºC	: Santigrat Derece
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
OİA	: Orman İçi Açıklık
OİM	: Orman İşletme Müdürlüğü
Ort.	: Ortalama
OSİB	: Orman ve Su İşleri Bakanlığı
PE	: Potansiyel Evapotranspirasyon
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
TOK	: Toplam Organik Karbon
TÜBİVES	: Türkiye Bitkileri Veri Servisi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Araştırma alanı yer bulduru haritası 12
Şekil 3.2 Aladağ Çayı havzası şekli..... 13
Şekil 3.3 Aladağ Çayı havzası ortalama yükseklik grupları haritası 14
Şekil 3.4 Aladağ Çayı havzası ortalama eğim grupları haritası..... 15
Şekil 3.5 Aladağ Çayı havzası bakı grupları haritası..... 16
Şekil 3.6 Aladağ Çayı havzası drenaj deseni 17
Şekil 3.7 Aladağ çayı havzası dere sırası ve sayısı..... 18
Şekil 3.8 Araştırma alanı aylara göre ortalama sıcaklık değerleri 20
Şekil 3.9 Araştırma alanı aylara göre ortalama yağış değerleri 20
Şekil 3.10 Thornthwaite yöntemine göre Aladağ Çayı havzası su bilançosu..... 21
Şekil 3.11 Aladağ Çayı havzası 1/100 000 ölçekli jeoloji haritası 22
Şekil 3.12 Aladağ Çayı havzası meşcere haritası 23
Şekil 3.13 Çalışma alanındaki bitki türlerinin familyalara göre dağılımı..... 26
Şekil 3.14 Aladağ Çayı havzası büyük toprak grupları haritası 27
Şekil 3.15 Aladağ Çayı havzası AKK sınıfları haritası 28
Şekil 3.16 Aladağ Çayı havzası erozyon haritası..... 28
Şekil 3.17 Aladağ Çayı havzası çalışma alanları 30
Şekil 3.18 Aladağ Çayı havzası örnekleme deseni 31
Şekil 3.19 DM (birinci örnekleme alanı) arazisi transekt hattı ve dere enkesiti..... 34
Şekil 3.20 DM (birinci örnekleme alanı) arazisi toprak profillerinin aplikasyonu..... 34
Şekil 3.21 DO (ikinci örnekleme alanı) arazisi transekt hattı ve dere enkesiti..... 35
Şekil 3.22 DO (ikinci örnekleme alanı) arazisi toprak profillerinin aplikasyonu..... 35
Şekil 3.23 OİA (üçüncü örnekleme alanı) arazisi transekt hattı ve dere enkesiti..... 36
Şekil 3.24 OİA (üçüncü örnekleme alanı) arazisi toprak profillerinn aplikasyonu 36
Şekil 3.25 Toprak profillerinde morfolojik özelliklerin belirlenmesi..... 38
Şekil 3.26 DM (birinci örnekleme alanı) arazisi toprak profilleri 39
Şekil 3.27 DO (İkinci örnekleme alan) arazisi toprak profilleri 41
Şekil 3.28 OİA (üçüncü örnekleme alanı) arazisi toprak profilleri 43
Şekil 3.29 Üst toprak örneklemesi 44
Şekil 3.30 Transekt yöntemine göre bitki örneklerinin alınması..... 45
Şekil 4.1 DM topraklarında mutlak, fizyolojik ve taban suyu derinliği 51
Şekil 4.2 DO topraklarında mutlak, fizyolojik ve taban suyu derinliği..... 53
Şekil 4.3 OİA topraklarında mutlak, fizyolojik ve taban suyu derinliği..... 55
Şekil 4.4 DM topraklarında kum miktarının ana dereden uzaklığa göre değişimi..... 57
Şekil 4.5 DO topraklarında kum miktarının ana dereden uzaklığa göre değişimi..... 59
Şekil 4.6 OİA topraklarında kum miktarının ana dereden uzaklığa göre değişimi 61
Şekil 4.7 DM topraklarında hacim ağırlığının ana dereden uzaklığa göre değişimi 63
Şekil 4.8 DO topraklarında hacim ağırlığının ana dereden uzaklığa göre değişimi..... 65
Şekil 4.9 OİA topraklarında hacim ağırlığının ana dereden uzaklığa göre değişimi..... 67
Şekil 4.10 DM topraklarında maksimum su tutma kapasiteleinin ana dereden ..... uzaklığa göre değişimi 69
Şekil 4.11 DO topraklarında maksimum su tutma kapasitelerinin ana dereden ..... uzaklığa göre değişimi 71
Şekil 4.12 OİA topraklarında maksimum su tutma kapasitesinin ana dereden ..... uzaklığa göre değişimi 73

Şekil 4.13 DM topraklarında pH'nın ana dereden uzaklığa göre değişimi 75
Şekil 4.14 DMtopraklarında EC'nin ana dereden uzaklığa göre değişimi 75
Şekil 4.15 DO topraklarında pH'nın ana dereden uzaklığa göre değişimi 77
Şekil 4.16 DO topraklarında EC'nin ana dereden uzaklığa göre değişimi.....77
Şekil 4.17 OİA topraklarında pH'nın ana dereden uzaklığa göre değişimi.....79
Şekil 4.18 OİA topraklarında EC'nin ana dereden uzaklığa göre değişimi 79
Şekil 4.19 DM topraklarında Ca (ppm)ve Mg (ppm) miktarının ana dereden .....
uzaklığa göre değişimi 81
Şekil 4.20 DO topraklarında Ca (ppm)ve Mg (ppm) miktarının ana dereden .....
uzaklığa göre değişimi 83
Şekil 4.21 OİA topraklarında Ca (ppm) ve Mg(ppm) miktarının ana dereden .....
uzaklığa göre değişimi 85
Şekil 4.22 DM topraklarında Na (ppm) ve K (ppm) miktarının ana dereden .....
uzaklığa göre değişimi 87
Şekil 4.23 DO topraklarında Na (ppm) ve K (ppm) miktarının ana dereden .....
uzaklığa göre değişimi 89
Şekil 4.24 OİA topraklarında Na (ppm) ve K (ppm) miktarının ana dereden .....
uzaklığa göre değişimi 91
Şekil 4.25 DM topraklarında yarayışlı fosfor (P) miktarının ana dereden .....
uzaklığa göre değişimi 93
Şekil 4.26 DO topraklarında yarayışlı fosfor (P) miktarının ana dereden .....
uzaklığa göre 95
Şekil 4.27 OİA topraklarında yarayışlı fosfor (P) miktarının ana dereden .....
uzaklığa göre değişimi 97
Şekil 4.28 DM topraklarında toplam azot (% N) miktarının ana dereden .....
uzaklığa göre değişimi 99
Şekil 4.29 DO topraklarında toplam azot (% N) miktarının ana dereden .....
uzaklığa göre değişimi 101
Şekil 4.30 OİA topraklarında toplam azot (% N) miktarının ana dereden .....
uzaklığa göre değişimi 103
Şekil 4.31 DM topraklarında C_{org}/N_{toplam} oranının ana dereden .....
uzaklığa göre değişimi 106
Şekil 4.32 DM topraklarında toplam organik karbon (% C) miktarının .....
ana dereden uzaklığa göre değişimi 107
Şekil 4.33 DO topraklarında C_{org}/N_{toplam} oranının ana dereden uzaklığa .....
göre değişimi.....110
Şekil 4.34 DO topraklarında toplam organik karbon (% C) miktarının .....
ana dereden uzaklığa göre değişimi 111
Şekil 4.35 OİA topraklarında C_{org}/N_{toplam} oranının ana dereden uzaklığa .....
göre değişimi.....113
Şekil 4.36 OİA topraklarında toplam organik karbon (% C) miktarının .....
ana dereden uzaklığa göre değişimi 114
Şekil 4.37 AKT/AÖ ve ana dereden uzaklığa göre topraktaki toplam .....
organik karbon (% C) miktarının değişimi * 116

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Aladağ çayı havzasına ait bazı morfometrik özellikler 13
Çizelge 3.2 Aladağ Çayı havzası yükseklik gruplarının alansal dağılımı 14
Çizelge 3.3 Aladağ Çayı Havzası eğim sınıfları ve alansal dağılımı..... 15
Çizelge 3.4 Aladağ Çayı havzası bakı grupları ve alansal dağılımları 16
Çizelge 3.5 Aladağ Çayı havzası dereleri çatallanma oranı 19
Çizelge 3.6 Araştırma alanına ait bazı önemli meteorolojik değerler 19
Çizelge 3.7 Thornthwaite yöntemine göre Aladağ Çayı havzası su bilançosu..... 21
Çizelge 3.8 Aladağ Çayı havzası meşcere sınıfları ve kapladığı alanlar 23
Çizelge 3.8 Çalışma alanında tespit edilen bitki türleri 24
Çizelge 3.10 Araştırma alanı toprak profili örnekleme noktaları 32
Çizelge 3.11 Araştırma alanı üst toprak örnekleme noktaları..... 33
Çizelge 3.12 Örnekleme alanlarında açılan toprak profillerine ait koordinatlar 37
Çizelge 4.1 DM arazisi toprak profillerine ait mutlak ve fizyolojik derinlikler 52
Çizelge 4.2 DO arazisi toprak profillerine ait mutlak ve fizyolojik derinlikler..... 54
Çizelge 4.3 OİA arazisi toprak profillerine ait mutlak ve fizyolojik toprak derinlikleri 56
Çizelge 4.4 DM arazisi toprak profillerinde toprak türleri 58
Çizelge 4.5 DO arazisi toprak profillerinde toprak türleri..... 60
Çizelge 4.6 OİA arazisi toprak profillerinde toprak türleri..... 62
Çizelge 4.7 DM arazisi toprak profillerinde hacim ağırlığı..... 64
Çizelge 4.8 DO arazisi toprak profillerinde hacim ağırlığı..... 66
Çizelge 4.9 OİA arazisi toprak profillerinde hacim ağırlığı 68
Çizelge 4.10 DM arazisi toprak profillerinde maksimum su tutma kapasitesi 70
Çizelge 4.11 DO arazisi toprak profillerinde maksimum su tutma kapasitesi..... 72
Çizelge 4.12 OİA arazisi toprak profillerinde maksimum su tutma kapasitesi 74
Çizelge 4.13 DM arazisi toprak profillerinde pH ve EC 76
Çizelge 4.14 DO arazisi toprak profillerinde pH ve EC 78
Çizelge 4.15 OİA arazisi toprak profillerinde pH ve EC..... 80
Çizelge 4.16 DM arazisi toprak profillerinde Ca ve Mg miktarı 82
Çizelge 4.17 DO arazisi toprak profillerinde Ca ve Mg miktarı..... 84
Çizelge 4.18 OİA arazisi toprak profillerinde Ca ve Mg miktarı 86
Çizelge 4.19 DM arazisi toprak profillerinde Na ve K miktarı 88
Çizelge 4.20 DO arazisi toprak profillerinde Na ve K miktarı 90
Çizelge 4.21 OİA arazisi toprak profillerinde Na ve K miktarı..... 92
Çizelge 4.22 DM arazisi toprak profillerinde yarayışlı fosfor (P) 94
Çizelge 4.23 DO arazisi toprak profillerinde yarayışlı fosfor (P)..... 96
Çizelge 4.24 OİA arazisi toprak profillerinde yarayışlı fosfor (P) 98
Çizelge 4.25 DM arazisi toprak profillerinde toplam azot (N) miktarı 100
Çizelge 4.26 DO arazisi toprak profillerinde toplam azot (N) miktarı 102
Çizelge 4.27 OİA arazisi toprak profillerinde toplam azot (N) miktarı..... 104
Çizelge 4.28 DM arazisi toprak profillerinde toplam organik karbon (TOK)..... 109
Çizelge 4.29 DO arazisi toprak profillerinde toplam organik karbon (TOK)..... 112
Çizelge 4.30 OİA arazisi toprak profillerinde toplam organik karbon 115

1. GİRİŞ

Dünyadaki hızlı nüfus artışı, sanayileşme ve şehirleşmenin sonucu olarak doğal kaynaklara olan talepler çeşitlenerek hızlı bir artış göstermiştir. Çeşitlenen ve artan talebin karşılanması sırasında ekosistemlerin aşırı tahrip edilmesi sonucunda, çölleşme (arazi bozulumu), kirlilik ve biyolojik çeşitliliğin azalması gibi pek çok sorun ortaya çıkmaktadır (Asan 1995, Sivrikaya ve Bozali 2012, Mısır vd. 2012). Son yüzyılda arazi kullanımından kaynaklı CO_2 salımında önemli br artışın olduğu belirlenmiştir. Devletlerarası İklim Değişikliği Panelinde de (IPCC) arazi kullanımından kaynaklanan karbon salımına vurgu yapılmaktadır (Asan 1995, Anonymous 2004, Tolunay ve Çömez 2008).

Biyosferde karbon, ekosistemlerde farklı ortam ve oranlarda depolanmaktadır. Toprak altı ve toprak üstü biyokütle, toprak ve ana kaya, okyanus ve karasal sucul ekosistemler en temel karbon depolama alanlarıdır. Son dönemde küresel iklim değişikliği ve diğer çevre sorunlarına bağlı olarak farklı yutak ortamlarının karbon depolama kapasiteleri üzerine yoğun araştırmalar yürütülmektedir.

Karasal ekosistemlerdeki organik karbonun yaklaşık ¾'ü orman ekosistemlerinde tutulmaktadır. Bu nedenle çalışmalar genellikle orman ekosistemleri üzerine yoğunlaşmaktadır (Woodwell et al. 1978, Asan 1995, Reichle et al. 1999, Hashimotio et al. 2000, Haripriya 2000, Jandl et al. 2007, Sivrikaya ve Bozali 2012). Bir başka çalışmada Schlesinger (1982), atmosferde artan karbon miktarının toprak ve toprak üstü vejetasyonda depolanmasını incelemiştir. Zhao et al. (2004), yaptıkları araştırmada Çin'in güneydoğusundaki farklı arazi örtüsü altındaki toprakların organik karbon depolama kapasitelerini incelemişlerdir. Asan (1995) Türkiye ormanlarında her yıl giderek artan oranda karbon biriktiğini ortaya koymuştur. Türkiye'de birçok araştırmacı tarafından (Özhan 1977, Eruz 1984, Karaöz 1988, Kalay 1989, Sevgi 1993, Ölçücüoğlu, 1997, Tolunay 1997, Makineci 1999, Kantarcı 2000, Göl 2002, Tolunay 2002, Özkan 2003, Göl vd. 2004, Karatepe 2004, Tolunay 2004, Güner 2006, Göl ve Dengiz 2007, Göl et al. 2010, Çömez 2010) orman topraklarındaki toplam organik karbon miktarı

araştırılmış. Tolunay ve Çömez (2008) Türkiye'de bu güne kadar yapılan araştırmaları inceleyerek orman topraklarında depolanan karbon miktarını 1159 toprak profilinden elde edilen değerlere göre yaklaşık 78 ton. ha^{-1} karbon depolandığını tahmin etmişlerdir. Türkiye için diğer ekosistemlerde karbon depolama kapasiteleri ile ilgili çalışmalar oldukça yetersizdir. Oysaki organik maddelerin yetersiz oksijen nedeniyle yavaş bozulduğu su kenarı ekosistemleri, karbonu yıllar boyunca bünyesinde tutabilmektedirler (Winterdahl et al. 2011). Sulak alanlar ve su kenarı ekosistemlerinin 771 milyar ton sera gazını tuttuğu tahmin edilmekte ve bu miktar atmosferdeki toplam karbon miktarına eşit olduğu belirtilmektedir (Barnard 1992, Wohlfart et al. 2012). Özellikle sucul ekosistemler sürekli olarak su tutmaları, turba oluşumu ve depolama ile karbon depolama kapasiteleri bakımından önemli yutak alanları oluşturmaktadır (Gregory et al. 1991, Çolak 2011). Tarım, yerleşim veya diğer amaçlar için arazi kazanımı, hastalıklarla mücadele ve daha birçok nedenle sulak alanlar ve su kenarı ekosistemleri tüm dünyada hızlı bir şekilde tahrip edilmektedir. Ancak bu alanlar doğru yönetilmediği takdirde küresel ısınmayı tetikleyebilecek potansiyel tehdit alanları da oluşturabilmektedir (WWF 2008, Anonim 2013).

Sucul ekosistemlerle ilgili bir diğer sorun da kara ve su ekosistemlerinin birleşim noktalarını oluşturan su kenarı ekosistemlerinin (Riparian zone) de doğru yönetilmemesidir. Su kenarı ekosistemleri, karasal ve sucul ekosistemler arasında doğrudan etkileşim gösteren geçiş bölgeleridir (Gregory et al. 1991). Büyük su kütleleri, akarsu ve denizler ile karasal ekosistemler arasında geçişi oluşturan bu bölgeler, sucul ve karasal ekosistemler için önem taşımaktadır. Bu alanlar gölgeleme, kıyı stabilitesi, akuatik canlılara barınak ve beslenme alanları gibi habitat oluşturma ve sulara ölü örtü girişini (besin maddesi) sağlayan ekosistemlerdir (Gregory et al. 1991). Bu alanların en belirgin özellikleri su tutmaları, turba oluşumu ve depolama ile toprak oluşumunun yukarıya doğru gelişmesidir. Bu özelliklerinden dolayı, bu alanlar bünyesinde karbon ve su depolama özellikleriyle öne çıkmaktadır (Çolak 2011). Su kenarı ekosistemleri zengin bir besin zincirine ve biyoçeşitliliğe sahip olmasından dolayı bazı araştırmacılar tarafından havzanın böbrekleri ve bazıları tarafından ise küresel ölçekte iklim düzenleyici bölgeler olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca taban suyunun deşarj edildiği,

ıslah çalışmalarına en kısa sürede olumlu tepki veren alanlardır (Zaimes et al. 2010, Gökbulak 2013).

Son zamanlarda su kenarı ekosistemleri; biyolojik çeşitlilik, su kalitesini arttırma, sel ve taşkınları önleme ile karbon depolama vb. özelliklerinden dolayı bazı ülkelerde (Mai Po Marshes-Hong Kong, Welsh Harp Reservoir-Northwest London (UK), Great Notley Garden Village-Southeast England (UK), Putrajaya Lake and constructed wetlands-Malaysia) var olanların korunması ve hatta yapay olarak oluşturma çalışmaları teşvik edilmektedir (Shutes 2001). Türkiye'de su kenarı ekosistemleri uzun yıllardır bataklık olarak görülmüş, tarım, yerleşim alanı açmak ve hastalıklarla mücadele amaçlı kurutulmuştur. Kurutma çalışmaları sonucu Rhegma Gölü - Tarsus, Amik Gölü - Hatay, Kestel Gölü - Burdur, Gavur Gölü - Kahramanmaraş, Suğla Gölü - Konya ve daha birçok sulak alan ve etrafındaki etkileşim halinde olduğu alan yok olmuştur.

Taraf olunan uluslararası anlaşmalar çerçevesinde, Türkiye'de sulak alanlar ve su kenarı ekosistemlerinin planlanmasına yönelik projeler gerçekleştirilmektedir. Fakat bu projelerin hazırlanması sırasında en önemli eksiklik Türkiye'nin farklı coğrafyalarında bulunan bu ekosistemlere yönelik verilerin bulunmamasıdır.

Farklı arazi kullanım türleri (tarım, orman, mera, kent, sanayi vb.) içerisinden geçen akarsular, çevre arazileri ile etkileşim içerisindedir. Bu etkileşimde, en büyük değişim kıyı ekosistemlerinde oluşmaktadır. Gerek karasal ve gerekse sucul ekosistemlerin korunması ve geliştirilmesinde büyük önem taşıyan kıyı zonu birçok araştırmaya konu olmaktadır. Bu amaçla, zon genişliği, kullanım şekli, bitki örtüsü, toprak ve su koruma, besin içeriği, su kalitesi ve rekreasyon konularında çalışmalar yürütülmüştür (Chase et al. 1995, Sivrikaya ve Köse 2004, Broadmeadow and Nisbet 2004, Hawes and Smith 2005).

Akarsularda yürütülen çalışmalarda sel, taşkın, heyelan, kuraklık, su kalitesi, sediment taşınımı, ulaşım, enerji, akuatik yaşam, beslenme ve sulama olmak üzere farklı konularda araştırmalar yürütülmüşütür. Bu araştırmaların temel konulardan birtanesi

koruma zon genişliğinin belirlenmesidir. Buna göre koruma zon genişliği; erozyon kontrolü için 10 - 100 m, gölgeleme etkisi için 15 - 100 m, su sıcaklığı için 10 - 70 m, azot depolama için 5 - 50 m (Wenger 1999, Army Corps 1991, Fischer and Fischenich 2000, Broadmeadow and Nisbet 2004) su kalitesi için 5 - 30 m (Jontos 2004), akuatik habitat için 5 - 100 m, karasal habitat için 45 - 100 m (Broadmeadow and Nisbet 2004), kıyı stabilitesi için 10 - 30 m (Army Corps 1991, Fischer and Fischenich 2000), pestisit tutma için 15 - 100 m (Army Corps 1991, Wenger 1999) arasında olması ortaya konmuştur. Hawes and Smith (2005)'te tavsiye edilen ortalama genişliğin, eğime - morfolojiye, arazi kullanımına türüne ve diğer faktörlere bağlı olarak amaçlara göre değiştiğini belirtmiştir. Türkiye'de akarsu ve sucul ekosistemleri kıyı zonunu korumak ve geliştirmek üzere bazı çalışmalar ve yasal düzenlemeler bulunmaktadır (Su Kaynaklarının Korunması Yönetmeliği, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Su Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelik). Orman ve Su İşleri Bakanlığının 299 numaralı tebliğine göre, küçük ve dar tabanlı sulu derelerin her iki yanında 25 - 50 m, büyük ve geniş tabanlı sulu derelerin her iki yanında ise 50 - 100 metrelik koruma zonunun olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim 2014). Akarsu kenarı ekosistemleri üzerine yürütülen çalışmalar genel olarak kullanım amaçlı yoğunlaşmaktadır. Bu araştırmalarda farklı kullanımlar için optimum korunması gerekli zon genişliğini belirlemek amaçlanmıştır. Karbon depolama kapasitesi üzerine yürütülen araştırma ve çalışmaların ise oldukça yetersiz olduğu görülmektedir.

Bu araştırmada, su kenarı ekosistemlerindeki topraklarda karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi ve planlama için en uygun koruma zon genişliğinin ortaya konması hedeflenmiştir. Araştırmanın temel amaçları, su kenarı ekosistemlerinde 1- karbon depolama için korunması gerekli optimum zon genişliğinin belirlenmesi 2- farklı arazi kullanım türlerinin karbon depolama kapasitesi üzerindeki etkilerinin saptanması, 3- en uygun arazi yönetim planlarının oluşturulmasına katkı sağlamaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Ambus and Lowrance (1990) Kinston ve Alapaha nehirleri etrafında bulunan orman ekosistemlerinde üst toprakların kumlu balçık tekstürde olduklarını belirtmiş ana dere yeşil hatta ait toprakların kum miktarının karasal ekosistemdeki topraklara göre daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir.

Gregory et al. (1991) su kenarı ekosistemlerini, karasal ve sucul ekosistemler arasında doğrudan etkileşim gösteren geçiş bölgeleri olarak tanımlamakta ve bu bölgelerin büyük su kütleleri, akarsu ve denizler ile karasal ekosistemler arasında geçişi oluşturan sucul ve karasal ekosistemler için önem taşıdığı belirtmiştir. Ayrıca bu alanların gölgeleme, kıyı stabilitesi, akuatik canlılara barınak ve avlanma alanları gibi habitat oluşturma ve sulara ölü örtü girişini (besin maddesi) sağlayan ekosistemler olduğunu ifade etmektedir.

Lowrance et al. (1995) su kenarı orman ekosistemlerinde yapmış olduğu bir çalışmada su kenarını üç zona ayırmış, ana dereden uzak olan zon 3'te sediment depolaması ve akışın yavaşladığını, zon 2'de sediment depolaması, biyolojik veya vejetasyon ile N alımı, denitrifikasyon, diğer mikrobiyal prosesler gerçekleştiği, ana dereye yakın olan zon 1'de ise sediment depolama, N birikimi, kıyı stabilitesi, fiziksel, kimyasal ve biyolojik aktivitelerin kontrol altında tutulduğunu belirtmişlerdir.

Griffiths, et al. (1997) Amerika'da Pacific Nortwest nehri kenarında bulunan su kenarı orman ve mera ekoistemlerinde yapmış olduğu bir çalışmada, göl ve akarsulara giren kirliliğin tarımsal alanlardan kaynaklandığını, su kenarı orman ekosistemlerinin önemli fitreleyeci alanlar olduğu ifade etmiş, su kenarı orman ekosistemlerinin, su kenarı mera ekosistmlerine göre daha fazla karbon ve azot tuttuğunu ortaya koymuştur.

Tolunay (1997) Bolu - Aladağ sıklık çağındaki sarıçam meşcerelerinde bakımların madde dolaşımına etkilerini araştırmış, bakım kesimleri ile işlem gruplarında ağaç başına düşen su ve besin maddesi dağılımı düzenlenmiş, su ve besin maddesi alımında

oluşan farklar sonucunda, ağaçların ve diri örtünün gelişmesinin ve ekosistemdeki madde dolaşımının farklı olduğu ortaya koymuştur.

Chambers et al. (1999) Nevada'da dört farklı su kenarı mera ekosistemlerinde yapmış olduğu bir çalışmada ortalama taban suyu derinliklerini 0-20 cm yüksek, 30-50 cm orta, 60-80 cm düşük olarak sınıflamış, ortalama taban suyu derinliklerine göre toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin önemli ölçüde değiştiğini ortaya koymuştur.

Fisher and Binkley (2000) toprak organik madde miktarının, toprağın tekstürü ve strüktürü, agregatlaşmasını, toprak reaksiyonu, mineral maddelerin ayrışma hızını, kumlu toprakların katyon değişim kapasitesi, infiltrasyon, hidrolik geçirgenlik, hacim ağırlığı gibi birçok fiziksel ve kimyasal toprak özelliği üzerine etkisi bulunduğunu belirtmiştir.

Kantarcı (2000) genel olarak, C_{org}/N_{toplam} oranı 15'ten küçükse ayrışma hızlı, 15-25 arasında ise ayrışmanın yavaşladığı ve 25'ten büyükse ayrışmanın zaman zaman engellendiğini ifade etmiştir.

Göl (2002) Çankırı-Eldivan yöresinde arazi kullanım türü ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkileri araştırmıştır. Elde ettiği sonuçlara göre doğal orman arazi kullanım türünde organik karbon miktarını en yüksek, tarım alanlarında ise en düşük olarak bulmuştur. Organik karbon miktarının toprak derinliğine göre azaldığını belirtmiştir.

Lewis, et al. (2003) su kenarı ekosistemlerine ait toprakların diğer karasal ekosistemlere ait topraklara göre farklı özelliklere sahip olduğunu, alüvyal ve kolüvyal birikintilerin oluşturduğu su kenarı ekosistemlerindeki toprakların sürekli değişebilir olduğunu ifade etmiş, topraklardaki bu değişimin hidroloji ve vejetasyon özellikleri üzerinde önemli değişikliklere neden olduğu, alüvyal ve kolüvyal birikintilerin su kenarı ekosistemlerinde bi sünger gibi işlev görerek su kalitesi ve rejimini düzenlendiğini belirtmiştir.

Williams et al. (2003) yaptıkları çalışma sonucunda orman topraklarında organik madde miktarının daha fazla olması nedeniyle orman topraklarında hacim ağırlığı değerlerinin (1.0 gr/cm^3) tarım alanlarındaki toprakların hacim ağırlığından (1.6 gr/cm^3) daha düşük olduğunu saptamışlardır.

Hazlett et al. (2005) boreal orman kuşağında bulunan su kenarı orman ekosistemine ait organik horizonlar da organik karbon miktarının (% 34.2) karasal ekosisteme ait organik organik karbon miktarına (%29.8) göre daha yüksek bulduğunu ifade etmiştir.

Hawes and Smith (2005) su kenarı ekosistemlerinde tavsiye edilen ortalama genişliğin, eğime-morfolojiye, arazi kullanımına ve diğer faktörlere bağlı kalınarak amaçlara göre değiştiğini belirtmiştir.

Braschi et al. (2003) nem ve organik maddenin topraklarda fosfor yarayışlılığına etkisini araştırmışlar ve toprağın organik madde kapsamı arttırıldığında ekstrakte edilen P miktarında toprağın su miktarından bağımsız olarak önemli derecede bir artış meydana geldiğini ortaya koymuşlardır. Organik madde uygulamalarının P miktarındaki etkinliği düşük nem içeriklerinde daha yüksek bulunmuştur.

Bernoux et al. (2006) ve Bernal and Mitsch, (2008) su kenarı ekosistemlerindeki organik karbon dinamiklerinin sadece organik madde girişlerinden değil aynı zamanda organik maddenin stabil hale gelip ayrışmasının da (C_{org}/N_{toplam}) önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Butler et.al. (2008) ise su kenarı mera ekosistemlerinde farklı kullanım yoğunluğu ve farklı drenaj koşullarında yapmış olduğu bir çalışmada, iyi drenaja sahip toprakların fosfor miktarının, kötü drenaja sahip topraklara göre daha yüksek olduğunu ortaya koymuş, ortalama taban suyu derinliği yüksek olan nispeten zayıf drenaja sahip alanlarda toplam azot miktarının daha iyi drenajlı süzek topraklara göre daha yüksek bulmuştur.

Babalık (2008) otlatılan ve korunan mera alanlarında maksimum su tutma kapasitelilerindeki % 10'luk farkın bozulan strüktür yapısına ve organik madde miktarındaki değişimden kaynaklanabileceğini ifade etmiştir.

Jencso et al. (2010) yapmış olduğu bir çalışmada ortalama taban suyu derinliklerinin sığ olduğu su kenarı ekosistemleri ile kara ekosistemleri arasında Ca ve Mg değerlerinin önemli oranda değiştiğini ortaya koymuştur.

Acir (2010) yapmış olduğu bir çalışmada Yeşilırmak nehri kenarında bulunan örnekleme noktalarında potasyum miktarının düşük olduğunu ve potasyum miktarındaki düşüsün sebebini ise toprakların kumlu tesktüre sahip olması ile açıklamıştır.

Zaimes et al. (2010), su kenarı ekosistemlerinin karasal ve sucul ekosistemler arasında benzersiz ve önemli ekosistemler olduğunu, bu ekosistemleri diğer ekosistemlerden ayıran üç ana özelliğin su, toprak ve bitki örtüsü ve aralarındaki ilişkilerin olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, çöllerden tropikal ormanlara kadar bütün biyomlarda ve çok çeşitli hidrolojik ve jeomorfolojik koşullarda bulunabildiklerini ifade etmişlerdir.

Norton et.al. (2011) nem miktarı ve ortalama taban suyu derinliğinin yüksek olarak belirlediği su kenarı mera ekosistemleri ile aynı bölgede karasal mera ekosistemlerine ait toprakları karşılaştırmış, su kenarı ekosistemlerinde karasal ekosistemlere göre iki kat daha fazla karbon, azot, çözünmüş karbon ve çözünmüş azot bulunduğunu ortaya koymuştur.

Geropanagiot et al, (2011) Avon nehrinde yapmış oldukları çalışmada ana dereden 25 m uzaklıkta Zon 1'e ait topraklarda çözünmüş karbon miktarını, ana dereden 117 m uzaklıktaki Zon 5'e ait topraklarda çözünmüş karbon miktarına göre daha yüksek olarak belirlemişlerdir.

Stoy (2012) su kenarı ekosistemlerinde yükselip alçalan taban suyu derinlikleri ile karbon ve azot miktarları arasında dinamik bir ilişkinin olduğunu ortaya koymuştur.

Boman and Obreza (2012) ve Anonymous (2016) taban suyu seviyesi zaman içinde değişim gösterebildiğini, bu nedenle ortalama en yüksek ve ortalama en düşük taban suyu seviyesi kalıcı veya oturmuş da olsa uzun yılların ortalamasının alınarak belirlenmesi gerektiği tavsiye etmiştir.

Gumbert (2013) Kentucky su kenarı ekosistemlerinde ana dereye yakın olan (yeşil hatta) topraklarda kum miktarını yüksek, kil miktarını düşük, ana dereden uzaklaştıkça ise kil miktarını daha yüksek olarak ölçmüştür. Diğer bazı kimyasal toprak toprak özelliklerinden karbon miktarı, toprak reaksiyonu, kalsiyum, çinko değerlerini ana dereye yakın olan örnekleme noktalarında daha yüksek, potasyum, magnezyum ve fosfor miktarını ise düşük ölçmüştür.

Li et al. (2013) orman topraklarında maksimum su tutma kapasitesinin toprakların ıslanabilirlik yüzdeleri, üzerindeki ölü örtü ve organik maddenin yapısına, toprağın nem miktarına bağlı olarak değişebileceğini ifade etmişlerdir.

Miller et al (2014) ise Arkansas Barren Fork Creek havzasında sediment ve fosfor birikimlerini tahmin etmeye çalışmış, elde ettiği sonuçlara göre su kenarı orman ekosistemlerinin sedimentle birlikte taşınan fosfor miktarının önemli bir kısmını depo ettiğini belirtmişlerdir.

Güler (2014), farklı kullanımlar altındaki topraklarda nem ve sıcaklığın karbon mineralizasyonuna etkisini araştırmış, yüksek nem koşullarında kullanımlar arasında önemli farklılık oluştuğu ortaya koymuştur. Nem miktarındaki artış tarım toprağında mineralize C miktarındaki artışın tarım topraklarında nem miktarı, orman topraklarında ise sıcaklıktaki artışın önemli olduğunu belirlemiştir.

Jieng et al (2015) su kenarı ekosistemlerinde toprak neminden dolayı hacim ağırlığı değerlerinin daha düşük olduğunu belirtmişler ve toprak nemiyle hacim ağırlığı arasında ters etkileşim olduğunu ifade etmişlerdir.

Matzek et al. (2015) California su kenarı orman ekosistemlerinde 5 yıl altı, 5, 10, 15 ve 20 yıllık yapraklı orman örtüsü altındaki toprakların karbon miktarının yaşa göre doğru orantılı bir şekilde arttığını ortaya koymuşlardır.

Mackay et al. (2016) su kenarı mera ekosisteminde yapılan 10, 14, 23 yıllık ağaçlandırma ve doğal orman alanlarına ait toprakların karbon miktarlarını karşılaştırarak, en yüksek karbon miktarını doğal ormanlarda, en düşük ise su kenarı mera ekosistemlerinde olduğunu ortaya koymuşlardır.

Sutfin et al. (2016). Akarsuların karasal karbon döngüsünün dinamik bileşenleri olup önemli bir işleve sahip olduklarını ve kıyılarındaki ekosistemlerde karasal ekosistemlere göre daha fazla depoladıklarını, bu ekosistemlerindeki diri örtü, ölü örtü, toprak altı biyokütle ve akarsular ile birlikte taşınıp gelen ölü örtünün, depolanan organik karbonun ana kaynakları olduğunu ifade etmişlerdir.

Anonymous (2016) toprak örneklemesi ve analizi klavuzuna göre ortalama taban suyu derinlik sınıfları 0-50cm yüksek (sığ), 50-100cm orta, 100-150cm düşük (derin) olarak sınıflandırılmıştır

Qin et al. (2017) su kenarı orman ekosistemlerinin küresel ısınmayı hafifletmek için önemli karbon depolama ve yutak alanlar olarak bilindiğini, toprak kalitesini ve ekosistem sağlık durumunu değerlendirmek için önemli bir ölçüm indeksi olan toprak organik karbonunun su kenarı orman ekosistemlerinde karasal ekosistemlere göre daha fazla depolandığını ifade etmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

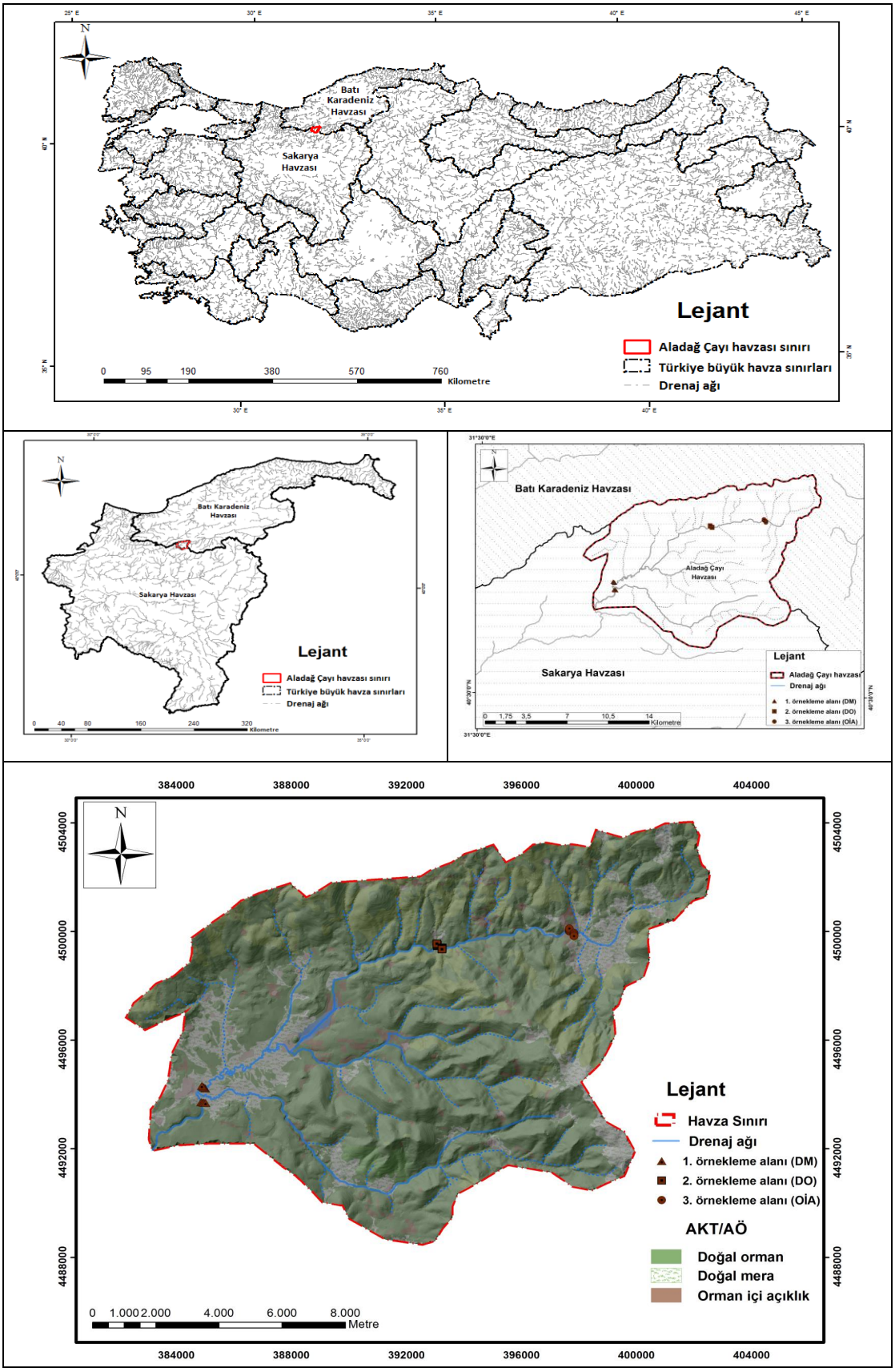
3.1.1. Araştırma alanının genel tanıtımı

Aladağ Çayı havzası Türkiye'nin makro iklim bölgelerinden, Batı Karadeniz iklimi etkisi altındadır. Bu özelliği ile zengin bir floraya sahip olması, su üretimi, ormancılık, yaylacılık faaliyetleri, eko - turizm potansiyeli ve havza içerisinde farklı arazi kullanım türleri / arazi örtüsü (AKT / AÖ)'ne sahip olması nedeniyle araştırma alanı olarak seçilmiştir.

3.1.1.1. Coğrafi konum

Aladağ Çayı Havzası, Bolu ilinin güneyinde yer alan Aladağ kütlesinin güneye bakan üst yamacında yer almaktadır. Havza konum itibariyle, 40º 34′ 08″ - 40º 40′ 51″ kuzey enlemleri ile 31º 36′ 57″- 31º 50′ 09″ doğu boylamları arasında olup Sakarya Havzası içerisinde yer almaktadır. 1 / 25000 ölçekli topoğrafik haritada Bolu G27-d1, G27-d2, G27-d3, G27-d4 ve G27-c1, G27c4 paftalarında bulunmaktadır. Havza alanı 21467.4 ha'dır (Şekil 3.1).

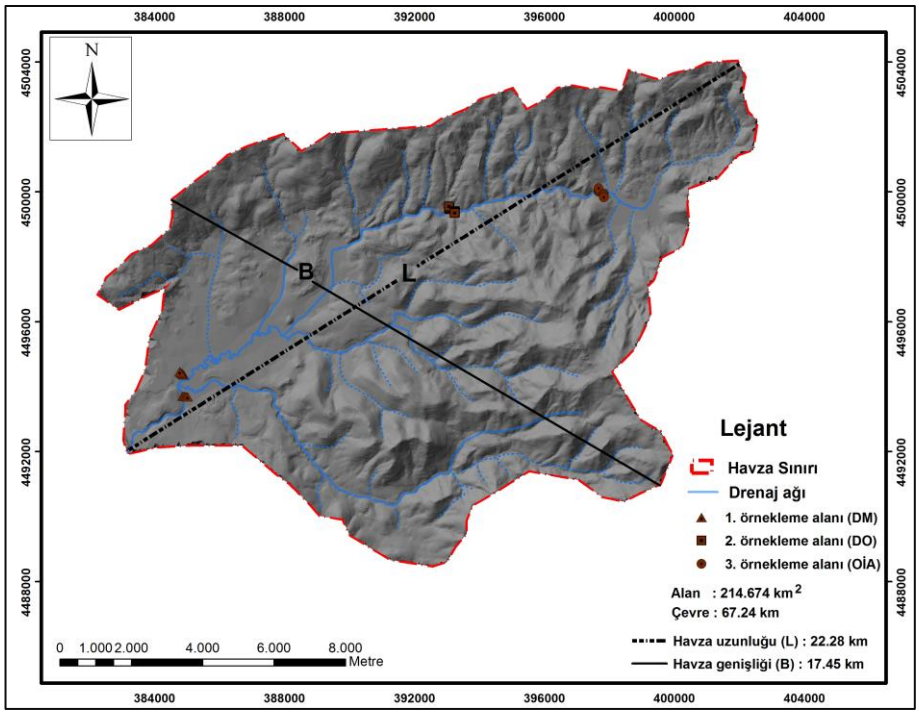
Araştırma havzasını kuzeyde Sarıkırık Tepe (1518 m), Kocadoruk Tepe (1735 m), Karadağ (1687 m), Çıkınlar Doruğu (1812 m), Çay Doruğu (1734 m), İkisivri Tepe (1881 m – Yangın Gözetleme Kulesi), güneyde ise Erenlerdüzü Tepe (1938 m), Karkaya (2221 m), Deveboynu Tepe (1761 m) ve Süzlük Tepe (1534 m) çevrelemektedir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Araştırma alanı yer bulduru haritası

3.1.1.2. Topografik karakteristikler

Orta büyüklükteki havzalar (Özhan 2004) sınıfına giren Aladağ Çayı havzasının alanı 214.674 km^2, çevresi ise 67.24 km uzunluğundadır. Havza uzunluğu (L) 22.28 km ve havza genişliği (B) 17.45 km'dir (Şekil 3.2).



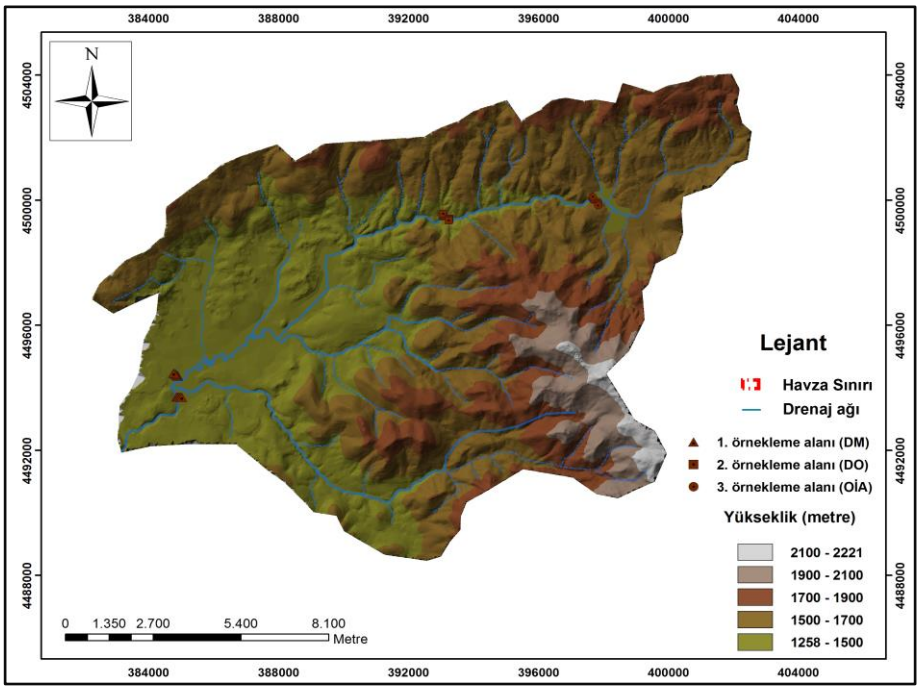
Şekil 3.2 Aladağ Çayı havzası şekli

Taşkın, pik debi ve diğer hidrolojik özellikleri etkileyen havzaya ait şekil ifade eden terimler olarakta bilinen bazı morfometerik özellikler Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Aladağ çayı havzasına ait bazı morfometrik özellikler

Şekil İfade Eden Terimler	Değer
Şekil faktörü	0.78
Form faktörü	0.43
Dairesellik oranı	0.59
Uzama oranı	0.94
Kompaktlık katsayısı	1.29
Maksimum havza reliyefi	962
Reliyef oranı	0.01

Havzanın ortalama yüksekliği 1548 m'dir. Havzanın çıkış noktası 1258 m yükseklikte yer alan Kızık yaylası, en yüksek noktası ise 2221 m yükseklikteki Kartal Kaya mevkisidir (Şekil 3.3).



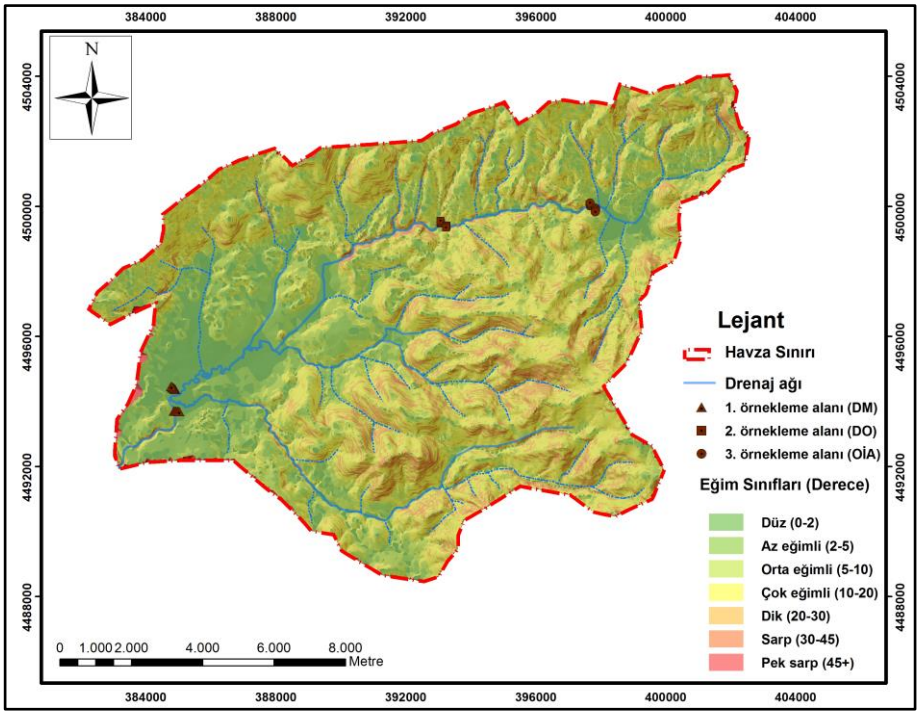
Şekil 3.3 Aladağ Çayı havzası ortalama yükseklik grupları haritası

Çizelge 3.2'de havzaya ait yükselik grupları ve alansal dağılımları verilmiştir. Havza içerisinde ana derenin sağ ve sol sahilinde belirlenen örnekleme noktaları 1258 - 1500 m yükseklik kuşağında yer almaktadır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2 Aladağ Çayı havzası yükseklik gruplarının alansal dağılımı

Yükseklik (m)	Alan (ha)	Alan (%)
1258 -1500	7609.82	35
1500 - 1700	7704.05	36
1700 - 1900	4204.14	20
1900 - 2100	1548.75	7
2100 - 2221	400.64	2
Toplam	21467.40	100

Havzanın ortalama eğimi % 12 olup çok eğimli sınıfına girmektedir. Havzadaki bütün örnekleme noktaları düz (0-2 ^{o}) eğimli alanlarda bulunmaktadır (Şekil 3.4).



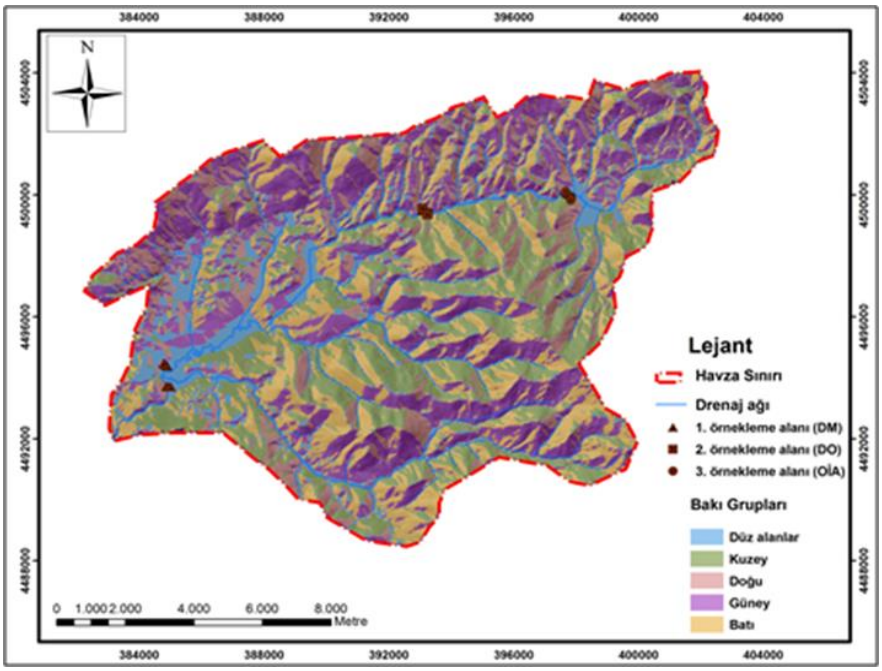
Şekil 3.4 Aladağ Çayı havzası ortalama eğim grupları haritası

Havzanın % 61'ini dik ve çok eğimli alanlar oluşturmaktadır. Sarp ve pek sarp araziler toplamı havza alanın % 3'lük kısmını kaplamaktadır (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3 Aladağ Çayı Havzası eğim sınıfları ve alansal dağılımı

Eğim Sınıfları	Derece (^{o})	Alan (ha)	Alan (%)
Düz	0 - 2	455.4	2
Az eğimli	2 - 5	2311.12	11
Orta eğimli	5 - 10	4922.04	23
Çok eğimli	10 - 20	9823.52	45
Dik	20 - 30	3336.7	16
Sarp	30 - 45	375.41	2
Pek sarp	45 +	243.26	1
Toplam	100	21467.40	100

Aladağ Çayı havzasının bakı grupları oluşturulurken dört ana yön (kuzey, güney, doğu, batı) ve düz alanlar dikkate alınmıştır (Şekil 3.5) Örnekleme alanlarının tamamı düz bakılı alanlardan seçilmiştir. Ana derenin sağ sahilindeki toprak profilleri kuzeybatı bakı, sol sahilindeki toprak profilleri ise güneydoğu bakı yönündedir.



Şekil 3.5 Aladağ Çayı havzası bakı grupları haritası

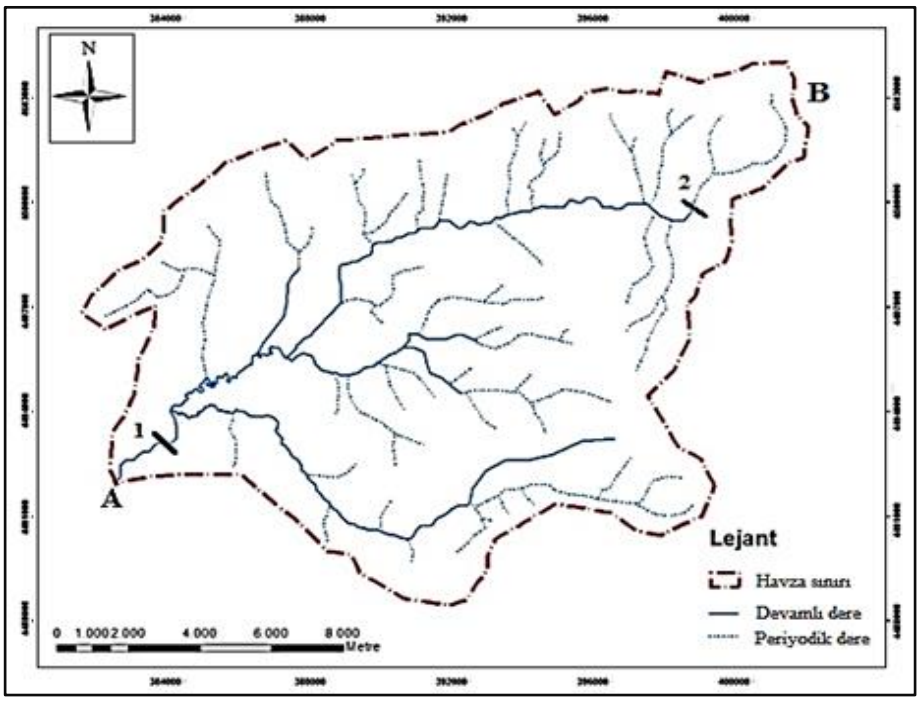
Havzanın % 60'lık kısmını güneşli bakılar (güney, batı) oluşturmaktadır. Kuzey bakılı alanlar ise % 23'lük bir alanı kaplamaktadır (Şekil 3.5 ve Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4 Aladağ Çayı havzası bakı grupları ve alansal dağılımları

Bakı Grupları	Alan (ha)	Alan (%)
Düz	153.43	2
Kuzey	5029.93	23
Doğu	3657.38	17
Güney	6642.99	31
Batı	5983.67	27
Toplam	21467.40	100

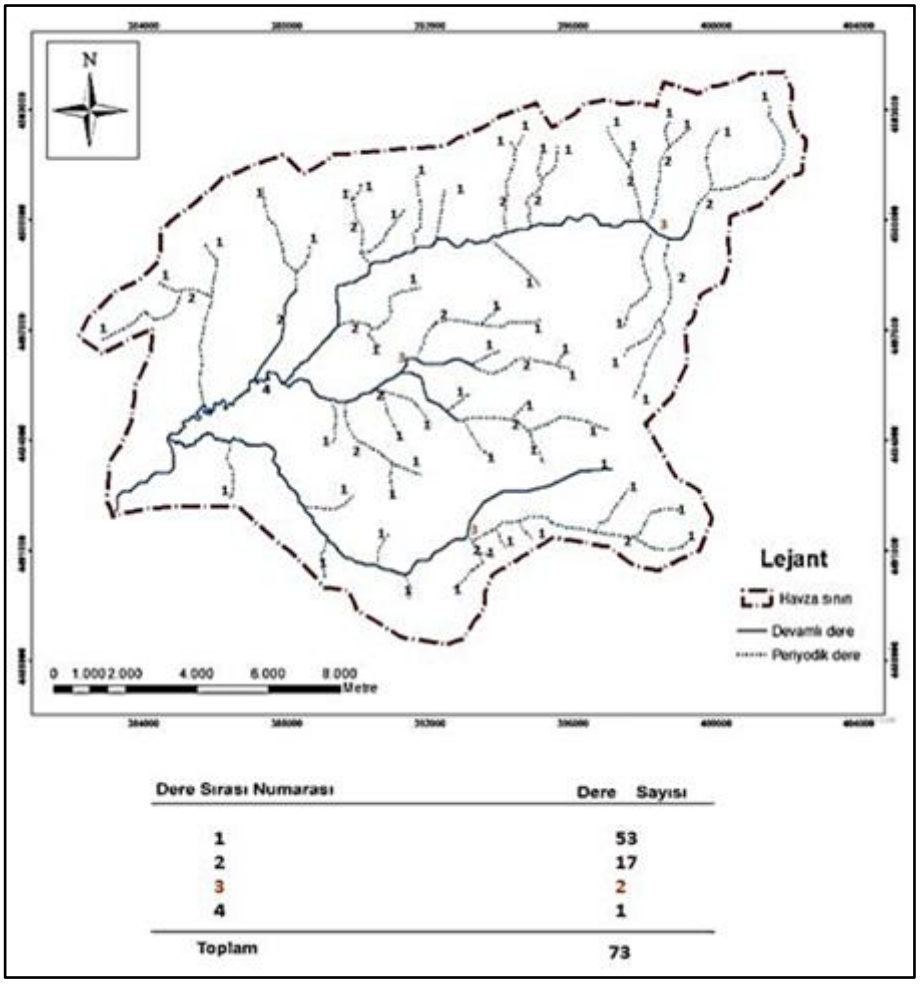
3.1.1.3. Akarsu ve drenaj ağı karakteristikleri

Aladağ Çayı havzasının ana dere uzunluğu 24 km, devamlı dereleri 46.22 km ve periyodik dereleri 52.497 km uzunluktadır. Havzanın ana dere eğimi hesaplanırken Benson'un geliştirdiği yöntem dikkate alınmıştır (Hammer and Kichen 1981). Yönteme göre ana dere uzunluğunun % 10 (A)'u ile % 85 (B)'i harita üzerinde işaretlenerek elde edilen iki noktayı birleştiren doğrunun eğimi ana dere eğimi olarak adlandırılmaktadır. Aladağ Çayı havzasının ana dere eğimi % 4.3 olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Aladağ Çayı havzası drenaj deseni

Akarsu ve drenaj ağı karakteristiklerinden akarsuların yan dere sayıları, uzunlukları ve çatallanma oranları Strahler yöntemine göre hesaplanmıştır (Strahler 1957). Buna göre Aladağ Çayı havzasında devamlı dere sayısı 11, periyodik dere sayısı 62 olarak belirlenmiştir (Şekil 3.7).



Dere Sırası Numarası	Dere Sayısı
1	53
2	17
3	2
4	1
Toplam	73

Şekil 3.7 Aladağ çayı havzası dere sırası ve sayısı

Aladağ Çayı havzasında km^2'ye düşen ortalama akarsu uzunluğu (Drenaj yoğunluğu), havza içinde su taşıyan tüm doğal kolların toplam uzunluğunun (∑ L: 97.72 km) havza alanına (214.67 km^2) bölünmesi ile elde edilmiştir (F. 3.1). Buna göre havzanın drenaj yoğunluğu 0.45 km / km^2'dir. (Şekil 3.7).

$$D_d = \frac{\sum L}{\mathrm{A}} \qquad \text{(F. 3.1)}$$

Havzanın dere frekansı (D_s) ise yıl boyunca kurumayan toplam dere sayısının ($\sum Ns$) havzanın alanına bölünmesi ile elde edilmiştir (F. 3.2). Bu değerin yüksek olması zeminin geçirgen olmadığını ve bitki örtüsünün seyrek olabileceğini göstermektedir. 3.5'ten yüksek D_s değeri çok yüksek olarak değerlendirilmektedir (Reddy et al. 2004).

Havzanın D_s değeri 0.05 düşük olarak belirlenmiş ve litolojik yapının geçirgen olduğu tahmin edilmiştir.

$$Ds = \frac{\sum Ns}{A} \qquad \text{(F. 3.2)}$$

Aladağ Çayı havzası için çatallanma oranı üzerinden çıkartılan drenaj sistemi esas alınarak hesaplanmıştır. Bu işlem sırasında Strahler yöntemi (Strahler 1957) kullanılmış sonuç olarak havzada dört ana belirlenmiştir. Aladağ Çayı havzasının çatallanma oranları 1. ve 2. derecedeki akarsu kolları için 3.11, 2. ve 3. derecedeki akarsu kolları için 8.5, 3. ve 4. derecedeki akarsu kolları için 2.0 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5 Aladağ Çayı havzası dereleri çatallanma oranı

Dere Sırası (n)	Dere Sayısı (N_n)	Çatallanma Oranı (R_B)
1	53	3.11
2	17	
3	2	8.5
4	1	2.0

3.1.1.4. İklim

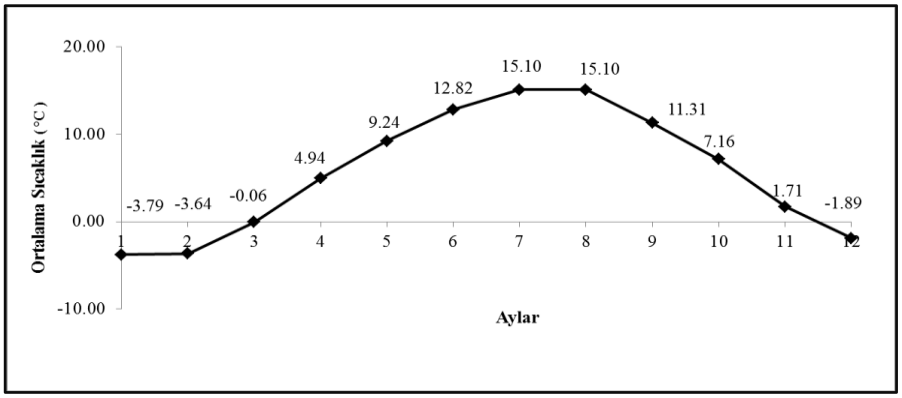
Çizelge 3.6 Araştırma alanına ait bazı önemli meteorolojik değerler

Meteorolojk Elemanlar	Birim	Rasat Süresi (Yıl)	AYLAR												Yıllık
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ort. Sıcaklık	°C	21	-3.79	-3.64	-0.06	4.94	9.24	12.82	15.1	15.1	11.31	7.16	1.71	-1.89	5,7
En Yüksek Sıcaklık	°C	21	15.6	18.3	22.9	28.6	34	33	33	38.6	38.6	33	25.8	12.8	38.6
En Düşük Sıcaklık	°C	21	-25.4	-28.7	-24	-14.7	-9.7	-1.5	-1.9	-2.3	-5.3	-10.7	-16.6	-23	-28.7
Toplam Yağış	mm	21	97.6	79.0	77.6	81.0	85.9	56.2	45.2	38.0	34.7	74.7	98.6	114.1	882.6
Ort. Bağıl Nem	%	21	88.4	85.8	82.6	80.3	78.9	77	77.3	77.1	78.7	81.1	84.7	87.5	81.6
Rüzgar Hızı	m/s	21	8	8	8	8	7	6	6	6	6	6	8	8	7
Karla Örtülü Gün Sayısı	-	21	31	28	29	13	1	-	-	-	-	2	13	27	144
Kar Kalınlığı	cm	21	157	160	182	106	35	-	-	-	-	21	67	125	182
Sisli Gün Sayısı	-	21	7	5	5	5	4	3	5	4	4	6	6	7	61

Not: Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (BKOAEM) meteoroloji istasyonuna ait 21 yıllık ölçüm sonuçlarından alınmıştır (Anonim 2015).

Ortalama sıcaklık

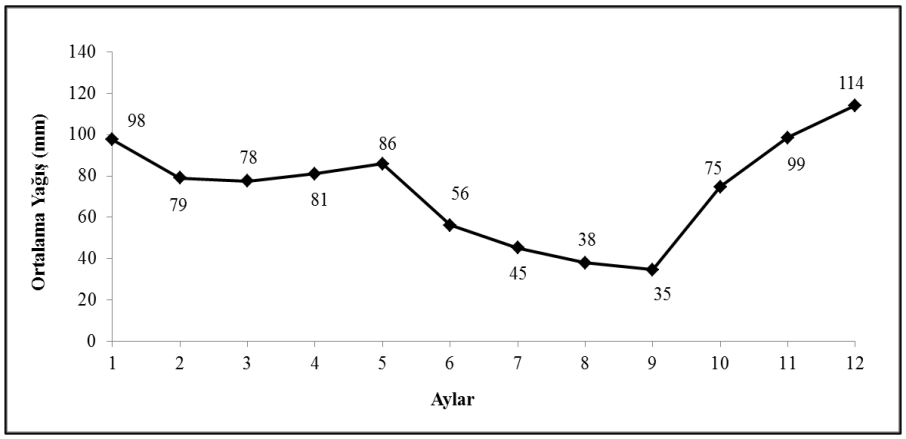
Aladağ Çayı havzası yıllık ortalama sıcaklık 5.7 °C'dir. En düşük ortalama sıcaklık -3.79 °C Ocak ayı, en yüksek ortalama sıcaklık ise 15.1°C Temmuz ve Ağustos aylarında ölçülmüştür (Şekil 3.8).



Şekil 3.8 Araştırma alanı aylara göre ortalama sıcaklık değerleri (Anonim 2015)

Ortalama yağış

Aladağ Çayı havzası yıllık ortalama yağış miktarı 882.6 mm'dir. En yüksek yağış miktarı 1053.1 mm (1980 yılı), en düşük yağış miktarı ise 694.7 mm (1994 yılı) olarak tespit edilmiştir (Anonim 2015).



Şekil 3.9 Araştırma alanı aylara göre ortalama yağış değerleri (Anonim 2015)

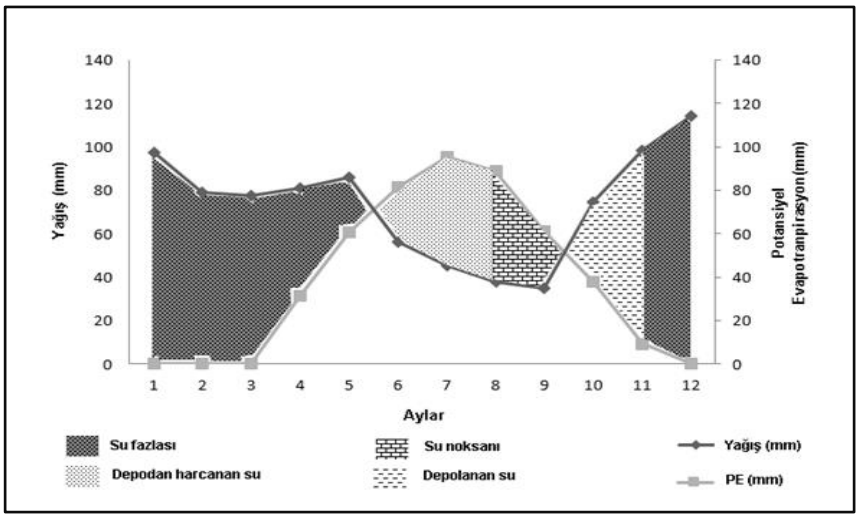
Araştırma alanı iklim tipi Thornthwaite (Çepel, 1995) yöntemine göre belirlenmiştir (Çizelge 3.7, Şekil 3.10). Su bilançosuna göre yağış etkenliği indisi Im = 93.91 olarak bulunmuştur (Çizelge 3.7). Bu değere göre araştırma alanı indis değeri 100 - 20 arasında olup, yağış etkenliği "Nemli", iklim tipi "Nemli İklim (B)" sınıfına girmektedir. Yıllık potansiyel evapotranspirasyon miktarına göre ise iklim tipi, 46.6 cm ile Mikrotermal B' sınıfında yer almaktadır. Evapotranspirasyonun (ET) hesaplanması sonucu yıllık ortalama su noksanı, 52.9 mm olup Ağustos, Eylül ayları su noksanı pek az görülen aylar olarak bulunmuştur.

Çizelge 3.7 Thornthwaite yöntemine göre Aladağ Çayı havzası su bilançosu

Bilanço Elemanları	Birim	AYLAR												Yıllık
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Sıcaklık	°C	-3.79	-3.64	-0.06	4.94	9.24	12.82	15.1	15.06	11.31	7.16	1.71	-1.89	5.66
Sıcaklık İndisi		0.00	0.00	0.00	0.98	2.53	4.16	5.33	5.31	3.44	1.72	0.20	0.00	23.67
Düzeltilmemiş PE	mm	0.00	0.00	0.00	28.3	49.3	65.9	76.1	75.9	58.9	39.3	11.1	0.00	
Düzeltilmiş PE	mm	0.00	0.00	0.00	31.2	60.5	81.4	95.4	89.1	61.1	37.9	9.3	0.00	466.1
Yağış	mm	97.6	79.0	77.6	81.0	85.9	56.2	45.2	38.0	34.7	74.7	98.6	114.1	882.6
Depo Değişikliği	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.2	50.2	24.6	0.00	36.8	63.2	0.00	
Depolama	mm	100	100	100	100	100	74.8	24.6	0.00	0.00	36.8	100	100	
Gerçek ET	mm	0.00	0.00	0.00	31.2	60.5	81.4	95.4	62.6	34.7	37.9	9.3	0.00	413.1
Su Noksanı	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.6	26.4	0.00	0.00	0.00	53.0
Su Fazlası	mm	97.6	79.0	77.6	49.8	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.0	114.1	469.5
Yüzeysel Akış	mm	105.8	88.3	78.3	63.7	37.6	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	13.0	70.1	469.5
Nemlilik Oranı	%	0.00	0.00	0.00	1.6	0.4	-0.3	-0.5	-0.6	-0.4	1.0	9.6	0.0	

Not: PE: Potansiyel Evapotranpirasyon, ET: Evapotranspirasyon

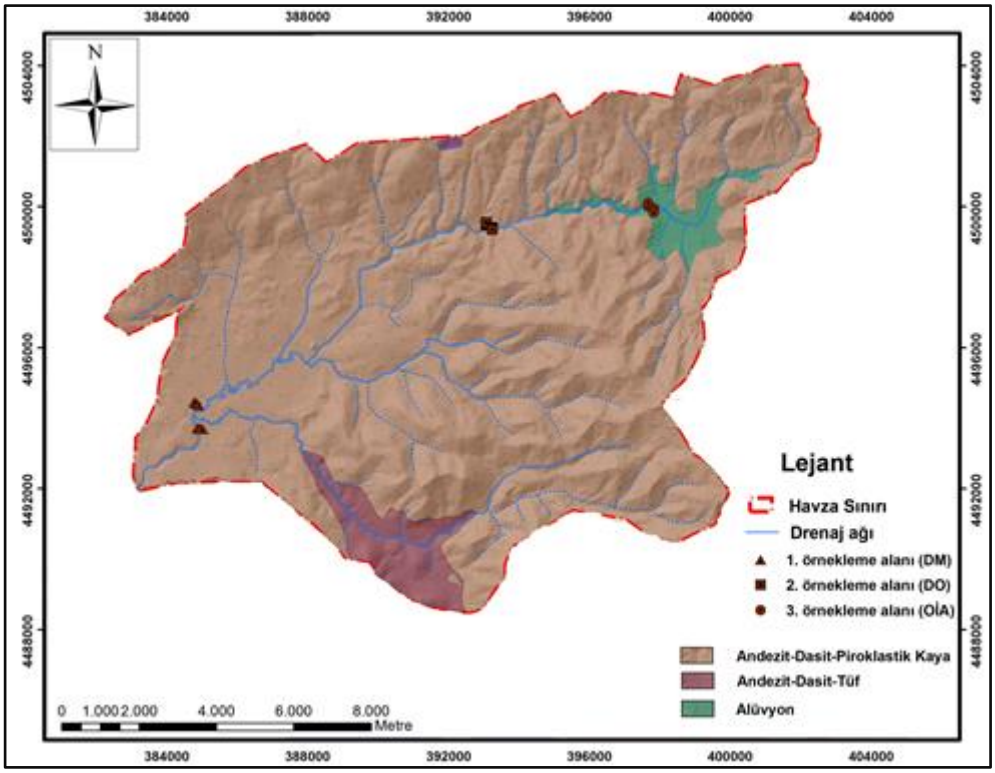
Aladağ Çayı havzası Thornthwaite yöntemine göre iklim tipi $B_4C_2'rb_2'$ rumuzu ile gösterilen "Nemli, mikrotermal, su noksanı pek az olan, denizel iklim etkisine yakın" bir iklim olarak belirlenmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10 Thornthwaite yöntemine göre Aladağ Çayı havzası su bilançosu

3.1.1.5. Jeolojik ve jeomorfolojik yapı

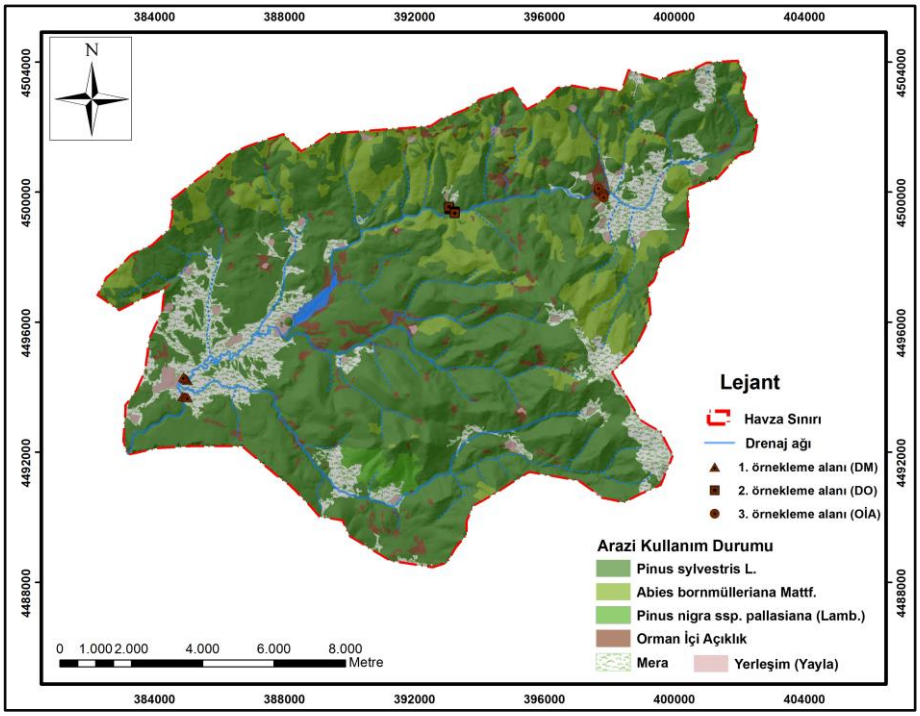
Aladağ Çayı havzası Bolu Ovası'nı güneyden çevreleyen yüksek dağ masifleri üzerinde bulunmaktadır. Bölge jeolojisi genel olarak mezozoik - tersiyer ve özellikle Bolu'nun güneyine isabet eden alanlarda kretase oluşumu hakimdir (Irmak vd. 1962). Aladağ'ın jeolojik temelini volkanik kökenli andezit kütlesi oluşturmaktadır (Çoban 2007). Kantarcı (1979)'a göre Aladağ bölgesindeki andezitlerin "bazaltik andezit" olduğu belirtilmektedir. Bu andezitler plajyoklaslardan labrador ve andezince zengindirler. Labrador % 30 - 50 albit ile % 50 - 70 anortit içeren bir plajyoklastır. Andezitin ise % 50 - 70 albit ile % 30 - 50 anorit içermektedir (Tolunay 1997). Araştırma alanı ve çevresinde yapılan incelemelere göre ikinci örnekleme noktası andezit anakayası üzerinde oluşan topraklardan, birinci ve üçüncü örnekleme noktaları ise alüvyal ve kolüvyal birikintilerin oluşturduğu gevşek depolardan oluşmaktadır. Örnekleme noktalarında kireçtaşı tabakaları yoktur (Şekil 3.11).



Şekil 3.11 Aladağ Çayı havzası 1/100 000 ölçekli jeoloji haritası (Anonim 2016a)

3.1.1.6. Arazi kullanım türü / arazi örtüsü (AKT / AÖ)

Aladağ Çayı havzası Türkiye'nin üç büyük flora alanlarından Avrupa - Sibirya (Oksin Karadeniz Alanı) flora bölgesinde yer almakta olup, Davis'in kareleme sisteminde A_3 karesi içinde bulunmaktadır (Davis 1965-1985). Aladağ Çayı havzası *Pinus sylvestris* L. orman toplumunun Orthilia secunda - Pteridium aquillinum - *Pinus sylvestris* orman tipine girmektedir (Çoban 2007). Havzanın toplam alanı 21467.4 hektar olup, % 80'i orman, % 14'ü mera, % 3'ü ise orman içi açıklık arazi kullanım türüdür (Şekil 3.12), (Çizelge 3.8).



Şekil 3.12 Aladağ Çayı havzası meşcere haritası (Anonim 2015b)

Çizelge 3.8 Aladağ Çayı havzası meşcere sınıfları ve kapladığı alanlar (Anonim 2015b)

Arazi Kullanım Türü / Arazi Örtüsü (AKT/AÖ)	Alan (hektar)	Alan (%)
Pinus sylvetris L.	13621.6	64
*Abies nordmanniana (*Stev.) Spach	3700.4	17
Pinus nigra J.F.Arnold.	207.1	1
Mera alanı	3020.6	14
Yerleşim (Yayla)	227.6	1
Orman İçi Açıklık	690.1	3
Toplam	21467.4	100

Araştırma alanı su kenarı ekosistemlerinde, 35 familyaya ait 124 adet bitki türü teşhis edilmiştir (Çizelge 3.8, Şekil 3.13). Bitkilerin teşhisleri için, TÜBİVES (Türkiye Bitkileri Veri Tabanı), Davis (1965- 1985), Uluocak (1979), Uluocak (1984), Yaltırık ve Efe (1996) ve Anonim (2008) kaynaklarından yararlanılmıştır.

Çizelge 3.9 Çalışma alanında tespit edilen bitki türleri

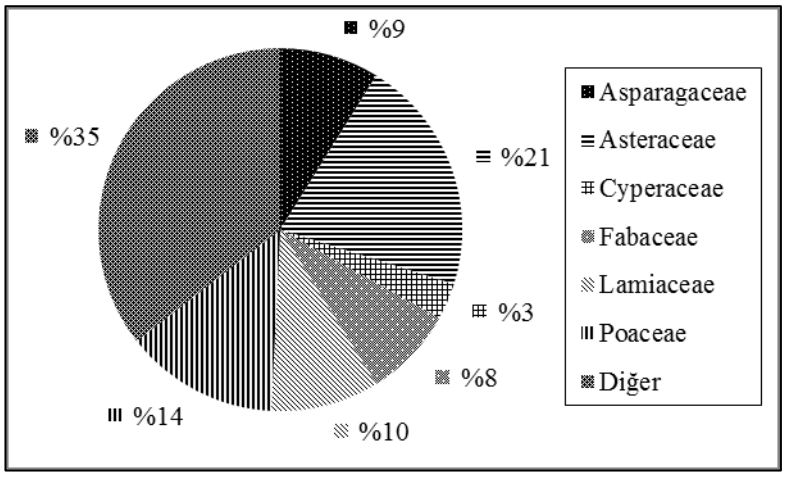
Familya	Bitki Listesi (Tür Adı)	Yaygın Adı	Endemizm
Amaranthaceae	*Chenopodium folisum* Asch.	Cülek	
Amaryllidaceae	*Galanthus elwesii* Hooker Fil	Kardelen	
Amaryllidaceae	*Allium pseudoflavum* Vved.	Küllü soğan	
Amaryllidaceae	*Galanthus elwesii* Hook.f.	Kardelen	
Apocynaceae -	*Vinca minor* L.	Cezayir menekşesi	
Araliaceae	*Hedera helix* L.	Duvar sarmaşığı	
Aristolochiacae	*Aristolochia pallida* Willd.	Sarıca otu	
Aristolochiacae	*Aristolochia pontica* Lam.	Gangırdak	
Aristolochiacae	*Asarum europaeum* L.	Afşar otu -	
Asparagaceae	*Asparagus officinalis* L.	Kuşkonmaz	
Asparagaceae	*Muscari neglectum* Guss. ex Ten.	Arap sümbülü	
Asparagaceae -	*Ornithogalum fimbriatum* Willd.	Kirpi sasal	
Asparagaceae	*Ornithogalum narbonense* L.	Akbaldır	
Asparagaceae	*Ornithogalum oligophyllum* E. D. Clarke	Kurt soğanı	
Asparagaceae	*Ornithogalum wiedemannii* Boiss.	Engin yıldız	
Asparagaceae	*Polygonatum multiflorum* (L.) All.	Mührüsüleyman	
Asparagaceae	*Polygonatum orientale* Desf.	Boğumluca	
Asparagaceae	*Prospero autumnale* (L.)	Speta güzsümbülü	
Asparagaceae	*Ruscus hypoglossum* L.	Tavşan kirazı	
Asparagaceae -	*Scilla bifolia* L.	Orman sümbülü	
Aspleniaceae	*Ceterach officinarum* Willd.	Dalakotu	
Aspleniaceae	*Asplenium onopteris* L	Eğrelti	
Asteraceae	*Anthemis cretica* L.	Dağ papatyası	
Asteraceae	*Bellis perennis* L.	Koyungözü	
Asteraceae -	*Carlina vulgaris* L.	Deli domuz dikeni	
Asteraceae	*Centaurea cadmea* Boiss.	Honaz düğmesi	
Asteraceae	*Cichorium intybus* L	Hindiba	
Asteraceae	*Cirsium ligulare* Boiss.	Kazan kulpu	
Asteraceae	*Crepis sancta* (L.) Bornm.	Yaban kıskısı	
Asteraceae	*Cirsium vulgare* (Savi) Ten.	Yaygın kangal	
Asteraceae	*Inula britannica* L.	Çayır andızı	
Asteraceae	*Inula oculus-christi* L.	Yol otu	
Asteraceae	*Lactuca saligna* L.	Deli marul	
Asteraceae	*Leontodon crispus* Dc. Ex Nyman	Aslan dişi	
Asteraceae	*Tussilago farfara* L.	Öksürükotu	
Asteraceae	*Tanacetum armenum* (DC)Sch.Bip	Kaya papatyası	
Asteraceae	*Tragopogon dubius* Scop.	At yemliği	
Asteraceae	*Cichorium intybus* L.	Yabani hindiba	
Asteraceae	*Cirsium vulgare* (Savi) Ten.	Su dikeni	
Asteraceae	*Doronicum orientale* Hoffm.	Doğu kaplan otu	
Asteraceae	*Helichrysum plicatum* DC.	Mantuvar	-
Asteraceae	*Hieracium murorum subsp. oblongum* (Jord.) Zahn	Bey şahinotu	-

Çizelge 3.8 Devamı

Familya	Bitki Listesi (Tür Adı)	Yaygın Adı	Endemizm
Asteraceae	*Lactuca saligna* L.	Deli marul	-
Asteraceae	*Leontodon hispidus* L	Gulikazer	-
Asteraceae	*Senecio vulgaris* L	Kanarya otu	-
Asteraceae	*Tanacetum parthenium* (L.) Schultz. Bip.	Gümüş düğme	-
Asteraceae	*Taraxacum mirabile* Wagenitz	Ak çiçekli hindiba	Endemik
Asteraceae	*Inula britannica* L.	Çayır andızı	-
Butomaceae	*Butomus umbellatus* L.	Bataklık gülü	-
Boraginaceae	*Onosma taurica* Willd.	Emzikotu	-
Campanulaceae	*Campanula grandis* Fisch. & C.A.Mey.	Öküz çıngırağı	-
Campanulaceae	*Campanula lyrata* Lam	Çan çiçeği	Endemik
Caryophyllaceae	*Dianthus cruentus* Griseb.	Yabani karanfil	-
Cyperaceae	*Carex hirta* L	Türlü çayır saz	-
Cyperaceae	*Carex pendula* Huds.	Asılı hasır otu	-
Cyperaceae	*Carex pseudocyperus* L.	Üç saz otu	-
Cyperaceae	*Eleocharis mitracarpa* Steud.	Fesli saz	-
Colchicaceae	*Colchicum szovitsii* Fisch.& C.A. Mey	Katır çiğdemi	-
Crassulaceae	*Sedum pallidum* M. Bieb.	Koyun örmece	-
Crassulaceae	*Sedum album* L.	Beyaz dam koruğu	-
Crassulaceae	*Sedum annuum* L.	Acı dam koruğu	-
Caprifoliaceae	*Valeriana officinalis* L	Kedi otu	-
Cuscutaceae	*Cuscuta epithymum* (L) L.	Cin saçı	-
Cupressaceae	*Juniperus communis* L.	ardıç	-
Dipsacaceae	*Scabiosa argentea* L.	Yazı süpürgesi	-
Euphorbiaceae	*Euphorbia stricta* L.	Katı sütleğen	-
Euphorbiaceae	*Euphorbia myrsinites* L.	Sütleğen	-
Fabaceae	*Astragalus glycyphyllos* L.	Dev geven	-
Fabaceae	*Lathyrus digitatus* (M.Bieb.) Fiori	Tavşan kanı	-
Fabaceae	*Lotus corniculatus* L.	Gazal boynuzu	-
Fabaceae	*M elilotus officinalis* (L.) Pall.	Kokulu yonca	-
Fabaceae	*Onobrychis oxyodonta* Boiss.	Kır korungası	-
Fabaceae	*Ononis spinosa* L.	Kayış kıran otu	-
Fabaceae	*Trifolium campestre* Schreb.	Üç gül	-
Fabaceae	*Trifolium dubium* Sibth.	Tatlı yonca	-
Fabaceae	*Trifolium pratense* L.	Taş yoncası	-
Fabaceae	*Vicia freyniana* BORNM.	Yabani fiğ	Endemik
Geraniaceae	*Geranium lucidum* L.	Parlak turnagagası	-
Geraniaceae	*Geranium sylvaticum* L.	Turnagagası	-
Iridaceae	*Iris sintenisii* Janka	Çatal süsen	-
Iridaceae	*Crocus specious* M.Bieb.	Çayır çiğdemi	-
Liliaceae	*Gagea bithynica* Pasch.	Çam yıldızı	Endemik
Liliaceae	*Gagea bohemica* (Zauschn.) Schultes et Schultes f.	Sarı yıldız	-
Liliaceae	*Gagea foliosa* (C. Presl) Schultes et Schultes f.	Yapraklı yıldız	-
Lamiaceae	*Teucrium chamaedrys* L.	Dalak otu	-
Lamiaceae	*Lamium purpureum* L.	Ballı baba	-
Lamiaceae	*Scutellaria albida* L.	Ak kaside	-
Lamiacea	*Ajuga reptans* L.	Meryem saçı	-
Lamiacea	*Ajuga orientalis* L.	Dağ mayasılı	-
Lamiaceae	*Lamium galeobdolon* L.	Sarı balıcak	-
Lamiaceae	*Lamium purpureum* L. -	Ballı baba	-

Çizelge 3.8 Devamı

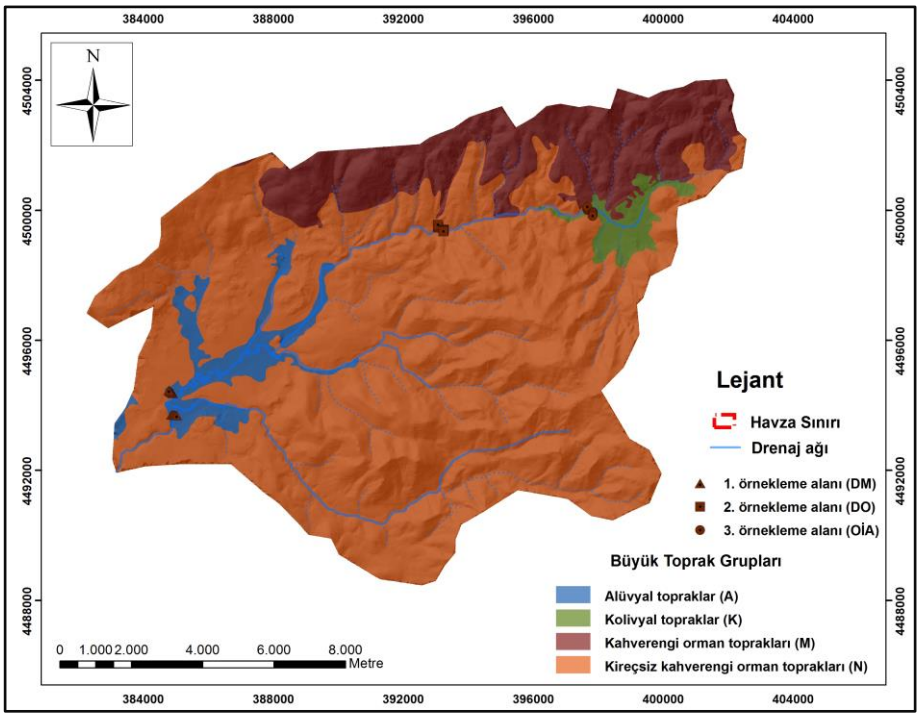
Familya	Bitki Listesi (Tür Adı)	Yaygın Adı	Endemizm
Lamiaceae	*Prunella vulgaris* L.	Gelincikleme otu	-
Lamiaceae	*Salvia glutinosa* L. - -	Oklu şalba	-
Lamiaceae	*Sideritis montana* L.	Karaçay	-
Lamiaceae	*Stachys byzantina* K. Koch	Boz karabaş	-
Lamiaceae	*Thymus praecox* Opiz	Yayla kekiği	-
Malvaceae	*Malva sylvestris* L	Büyük ebegümeci	-
Orchidaceae	*Cephalanthera rubra* (L.) Rich.	Orkide/Çam çiçeği	-
Orchidaceae	*Orchis pallens* L.	Salep	-
Pinaceae	*Pinus sylvestris* L.	Sarıçam	-
Pinaceae	*Abies nordmanniana* Stev.Sp	Göknar	-
Pinaceae	*Pinus nigra* J.F.Arnold.	Karaçam	-
Poaceae	*Festuca drymeja* Mert. & W.D.J.Koch	Çalı yumağı	-
Poaceae	*Poa trivialis* L.	Adi salkım otu	-
Poaceae	*Bromus tectorum* L.	Kır bromu	-
Poaceae	*Hordeum bulbosum* L.	Arpa	-
Poaceae	*Holcus lanatus* L.	Kadife otu	-
Poaceae	*Phleum pratense* L.	Çayır kelp kuyruğu	-
Poaceae	*Poa annua* L.	Tavşan bıyığı	-
Poaceae	*Poa pratensis* L	Çayır salkım otu	-
Poaceae	*Poa nemoralis* L	Salkım otu	-
Poaceae	*Agrostis canina* L.	Köpek tavusotu	-
Poaceae	*Festuca heterophylla* Lam.	Dağ çayırı	-
Poaceae	*Phalaris arundinacea* L.	Kanyaş	-
Poaceae	*Bromus racemosus* L.	salkım kılcan	-
Poaceae	*Dactylis glomerata* L.	domuzayrığı	-
Poaceae	*Festuca airoides* Lam.	tül yumağı	-
Poaceae	*Hordeum bulbosum* L.	boncuk arpa	-
Poaceae	*Lolium perenne* L.	çim	-
Polygonaceae	*Rumex crispus* L.	Kıvırcık labada	-
Potamogetonaceae	*Potamogeton natans* L.	Su otu	-
Rosaceae	*Fragaria vesca* L.	Dağ çileği	-
Scrophulariaceae	*Digitalis lamarckii* Ivanina	Yüksük otu	Endemik
Violaceae	*Viola sieheana* W. Becker	Çayır menekşesi	-
Violaceae	*Viola odorata* L.	kokulu menekşe	-



Şekil 3.13 Çalışma alanındaki bitki türlerinin familyalara göre dağılımı

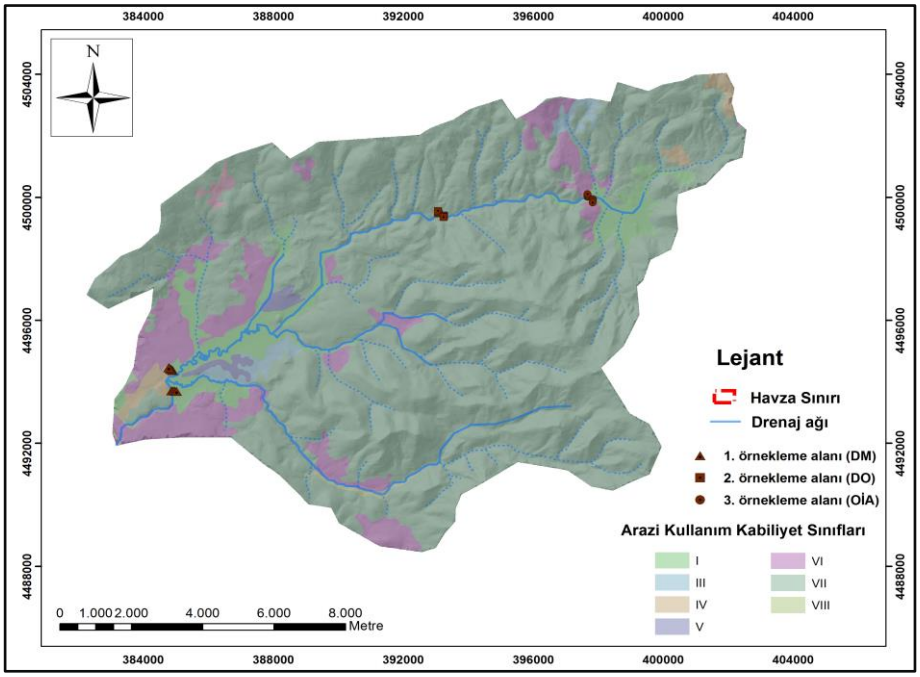
3.1.1.7. Genel toprak yapısı

Havzada, kireçsiz kahverengi orman toprakları (N) 14196.1 ha, kahverengi orman toprakları (M) 5539.2 ha, kolüvyal (K) topraklar 1038.6 ha ve alüvyal (A) topraklar 692.4 ha alanı kaplamaktadır. havza içerisinde belirlenen örnekleme noktalarından doğal mera arazi kullanım türüne ait topraklar alüvyal, doğal orman arazi kullanım türüne ait topraklar kireçsiz kahverengi orman toprakları ve orman içi açıklık arazi kullanım türüne ait topraklar ise kolüvyal toprak grubuna girmektedir (Şekil 3.14.



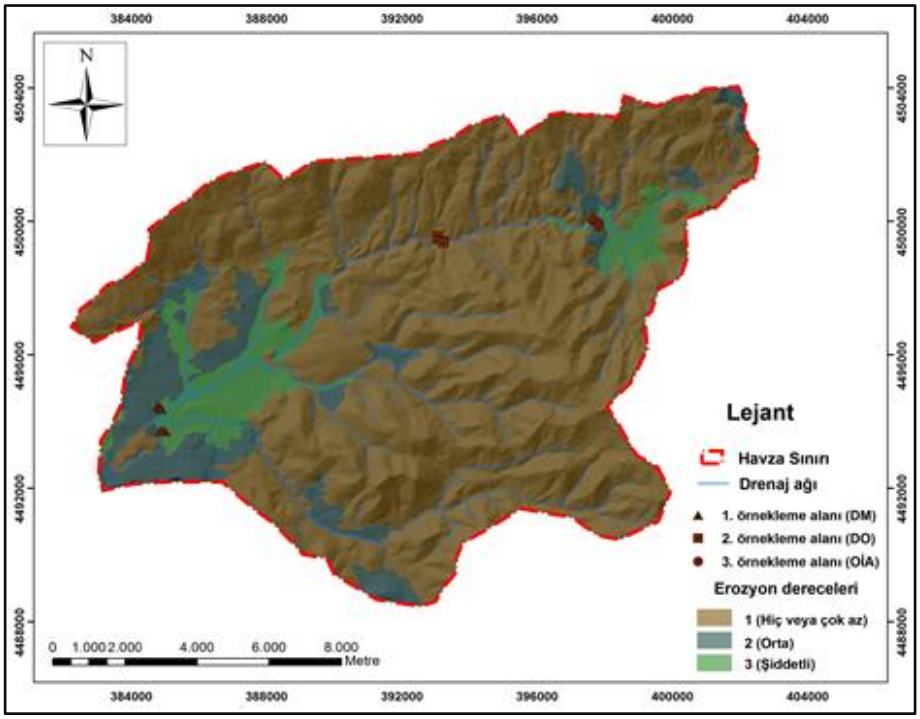
Şekil 3.14 Aladağ Çayı havzası büyük toprak grupları haritası (Anonim 1999)

Aladağ Çayı havzasında II. sınıf hariç diğer bütün arazi kabiliyet sınıfları bulunmaktadır. Havzada en yüksek yayılış alanı VI. sınıf (7616.4 ha) ve VII. sınıf (8655 ha) arazilerdir (Anonim 1999). Doğal mera ve orman içi açıklık arazi kullanım türene ait örnekleme alanları I. sınıf, doğal orman arazi kullanım türene ait örnekleme alanı ise VII. sınıf araziler olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15 Aladağ Çayı havzası AKK sınıfları haritası (Anonim 1999)

Havzanın % 50'sinde hiç veya çok az, % 35'inde orta şiddetli (2), ve %15'inde şiddetli erozyon yaşanmaktadır (Anonim 1999). Doğal mera ve orman içi açıklıklılarda şiddetli erozyon olduğu, doğal orman arazi ise çok az erozyon oluğu belirlenmiştir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16 Aladağ Çayı havzası erozyon haritası (Anonim 1999)

3.1.1.8. Sosyo - ekonomik yapı

Havza sınırları içerisinde 24 adet yayla bulunmaktadır. Bütün yayla evleri ahşap, elektrik ve su alt yapısı bulunmaktadır. Toplam hane sayısı 1727, toplam nüfus 1524 kişidir. Havza içersindeki geçim kaynağı tarım ve hayvancılıktır. Büyükbaş hayvan sayısı 11458 adet, küçükbaş hayvan sayısı ise 5719 adettir (Anonim 2016b).

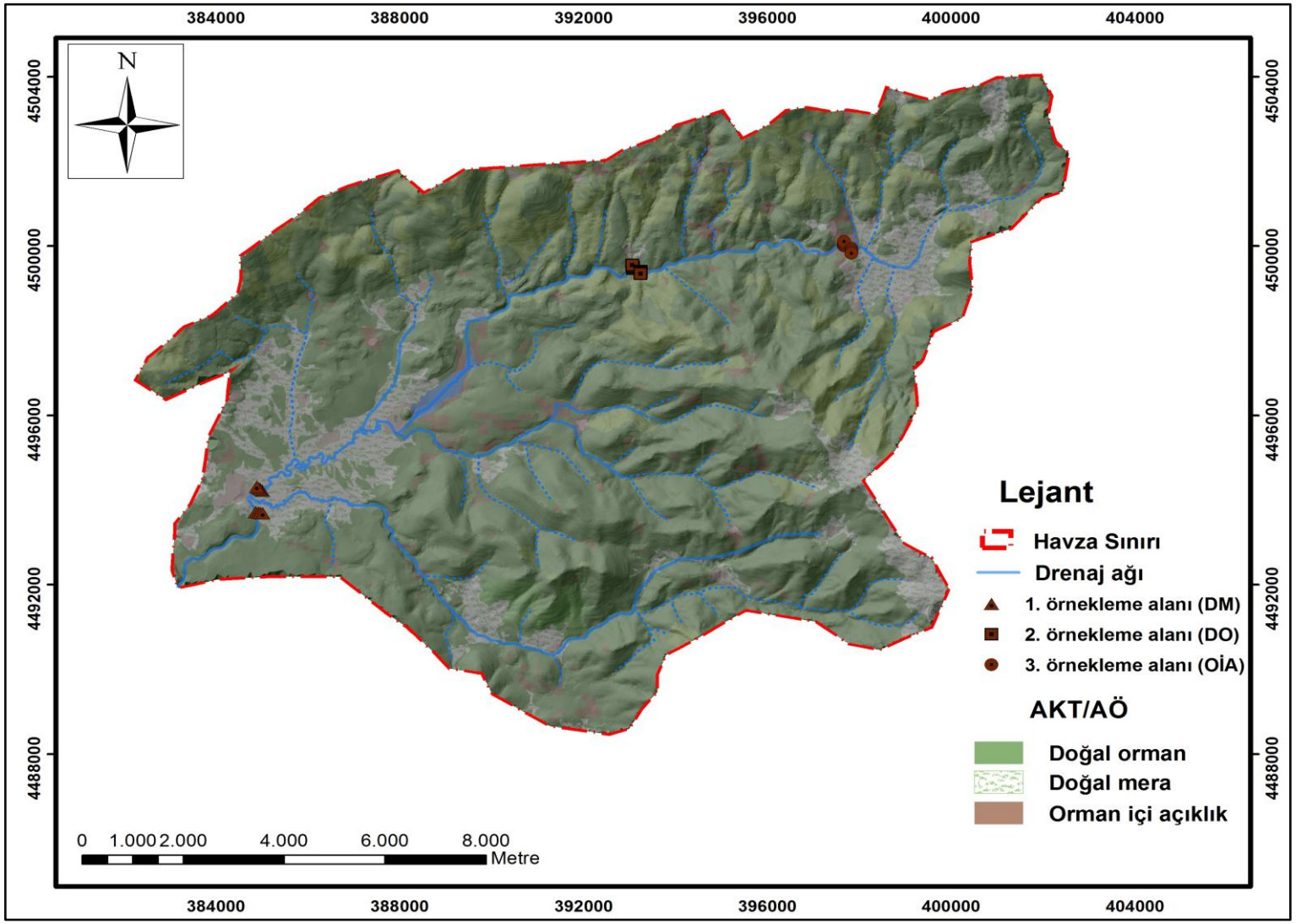
3.2. Yöntem

Araştırma büro, arazi, laboratuar ve değerlendirme çalışmaları olmak üzere dört aşamada yürütülmüştür.

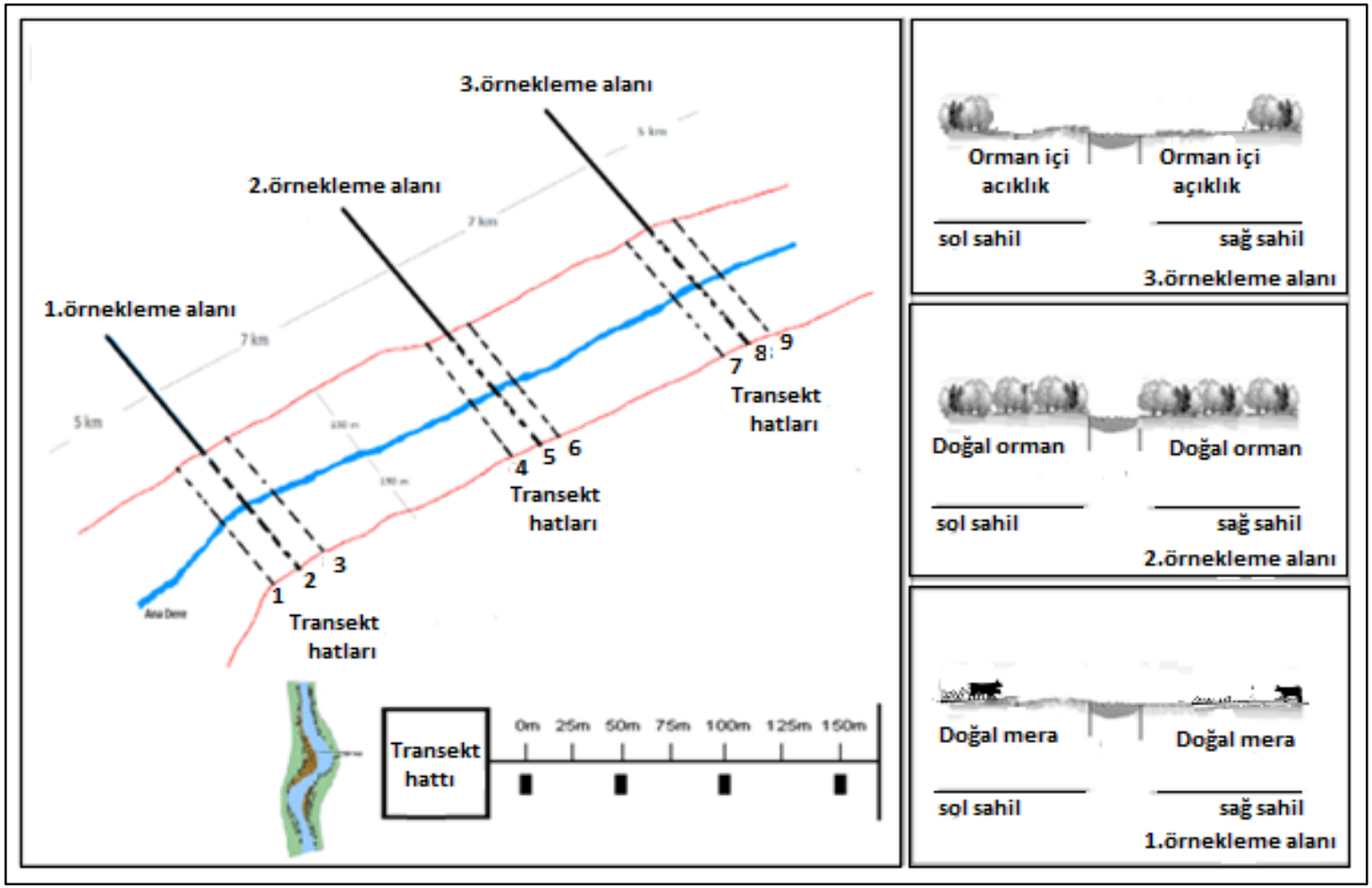
3.2.1. Büro çalışmaları

Arazi çalışmalarına başlamadan önce çalışmanın yapılacağı havzanın değerlendirmesi için haritalar (meşcere, jeoloji, sayısal yükselti modeli, toprak, arazi kullanım kabiliyet vb.) elde edilmiştir.

Havza içerisinde yapılan değerlendirmeler sonucu AKT / AÖ özellikleri dikkate alınarak üç farklı çalışma alanı belirlenmiştir. Buna göre havzaya ismini veren ve sularını boşaltan ve ana akarsu niteliğini taşıyan Aladağ Çayı akarsu mecrası kıyı ekosistemi araştırmanın çalışma alanını oluşturmaktadır.. Havzaya ait topografik, meşcere, jeoloji, toprak haritaları elde edilmiş bütün haritalar ArcMap 10.1 yazılımı yardımıyla sayısallaştırılmıştır. 1 / 25000 ölçekli topografik haritalardan Sayısal Yükeklik Modeli (SYM), eğim, bakı, drenaj deseni haritaları elde edilmiştir. Bu haritalar ve değişik zamanlarda yapılan ön arazi etütleri sonucunda araştırmanın amacına uygun örnek alanlar belirlenmiştir. Belirlenen örnek alanlarda özellikle AKT / AÖ dikkate alınarak uzunluğu 24 km olan ana dere üzerinde akarsu kenarında farklı arazi kullanımlarının (Doğal Mera (DM), Doğal Orman (DO), Orman İçi Açıklık (OİA) bulunduğu arazilerin her birinde bir adet örnekleme alanı (Şekil 3.17) ve her örnekleme alanında üçer adet olmak üzere dokuz adet transekt hattı oluşturulmuştur (Şekil 3.18).



Şekil 3.17 Aladağ Çayı havzası çalışma alanları



Şekil 3.18 Aladağ Çayı havzası örnekleme deseni

Daha önce farklı amaçlarla yürütülmüş benzer araştırmalar (erozyon kontrolü için 10 - 100 m, gölgeleme etkisi için 15 - 100 m, su sıcaklığı için 10 - 70 m, azot depolama için 5 -50 m, pestisit tutma için 15 - 100 m (Wenger 1999, Army Corps 1991), su kalitesi için 5 - 30 m (Jontos 2004), akuatik habitat için 5 - 100 m, karasal habitat için 45 - 100 m (Broadmeadow and Nisbet 2004), kıyı stabilitesi için 10 - 30 m (Army Corps 1991, Fischer. and Fischenich 2000) incelendiğinde su kenarı zon genişliğinin 5 - 100 m arasında olabileceği ortaya konmuştur. Hawes and Smith (2005)'te tavsiye edilen ortalama genişliğin; eğime, morfolojiye, arazi kullanımına ve diğer faktörlere bağlı kalınarak amaçlara göre değiştiğini belirtmiştir. Su kenarı ekosistemi karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi amacıyla akarsu kenarı zon genişliği konusunda daha önce yürütülmüş bir değer tespit edilememiştir. Bu nedenle araştırmamızda her bir transektin uzunluğu akarsuyun sağında ve solunda 150'şer m olma üzere toplamda 300 m olarak belirlenmiştir.

Her üç farklı arazi kullanımında su kenarı ekosistemi olarak belirlenen alan içerisinde, ana derenin sağ veya sol sahilinde bulunan 150 metrelik zonda, akarsu kenarında yeşil hattan başlayarak 1 transekt hattı boyunca 4 faklı uzaklıkta toprak profili noktaları belirlenmiştir. Buna göre 3 farklı örnekleme alanında (DM, DO, OİA) x 2 akarsu sahilinde (sağ ve sol) x 1 trasnsekt hattı üzerinde x 4 farklı akarsudan yatay uzaklıktaki (0 m, 50 m, 100 m, 150 m) örnekleme noktasında olmak üzere toplam 24 adet toprak profili açılmıştır Çizelge 3.10)

Çizelge 3.10 Araştırma alanı toprak profili örnekleme noktaları

AKT/AÖ	Doğal Mera (DM)		Doğal Orman (DO)		Orman İçi Açıklık (OİA)	
Akarsu Kenarından Uzaklık (m)	Sağ Sahil	Sol Sahil	Sağ Sahil	Sol Sahil	Sağ Sahil	Sol Sahil
0	1	1	1	1	1	1
50	1	1	1	1	1	1
100	1	1	1	1	1	1
150	1	1	1	1	1	1
Toplam	4	4	4	4	4	4
Genel toplam = 24						

Not: 3 AKT /AÖ (DM,DO, OİA) x 2 Sahil (sağ -sol) x 4 akarsu kenarından uzaklık (m)

Ayrıca her 3 örnekleme alanında (DM, DO, OİA) x 2 akarsu sahilinde (sağ ve sol) x 3 transekt hattı üzerinde x 2 derinlik kademesinde (0 - 10 cm, 10 - 30 cm) ve yine ana dere yeşil hattan başlamak üzere 7 faklı uzaklıkta (0 m, 25 m, 50 m, 75 m, 100 m, 125 m, 150 m) toplam 252 adet üst toprak örneklemesi yapılmıştır.(Şekil 3.17, Çizelge 3.11). Yeşil hat, su yüzeylerinden veya kenarlarından başlayan ilk çok yıllık bitkilerin oluşturduğu hat veya sıra olarak adlandırılmaktadır. (Gökbulak 2013).

Çizelge 3.11 Araştırma alanı üst toprak örnekleme noktaları

AKT/AÖ	Doğal Mera (DM)				Doğal Orman (DO)				Orman İçi Açıklık (OİA)			
Akarsu Kenarından Uzaklık (m)	Sağ Sahil		Sol Sahil		Sağ Sahil		Sol Sahil		Sağ Sahil		Sol Sahil	
	Derinlik (cm)											
	0-10	10-30	0-10	10-30	0-10	10-30	0-10	10-30	0-10	10-30	0-10	10-30
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
75	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
125	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
150	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Toplam	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Genel toplam = 252												

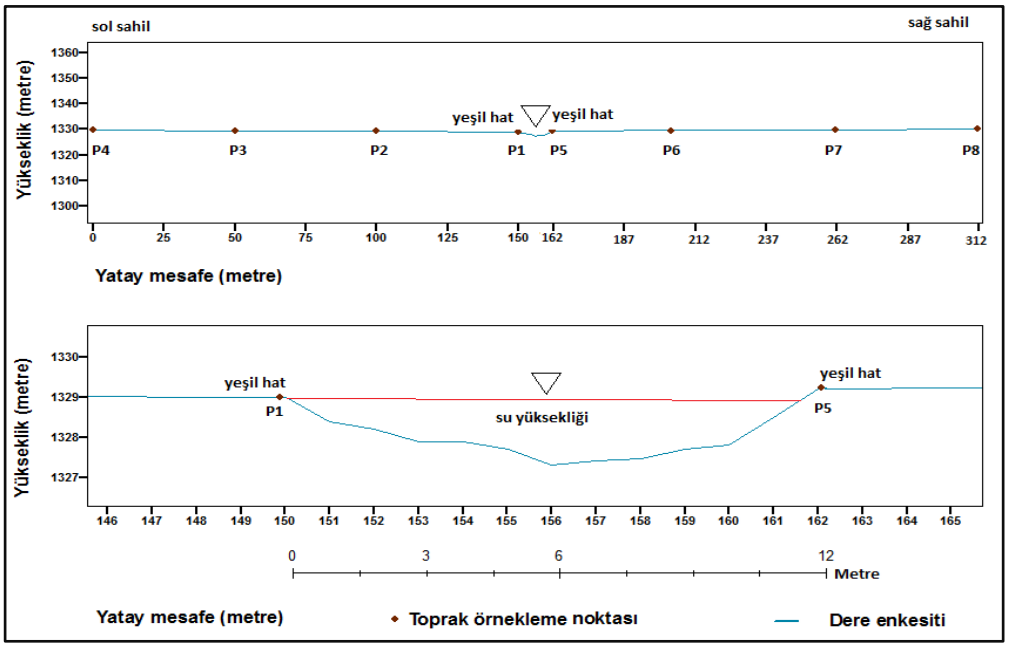
Not: 3 AKT /AÖ (DM, DO, OİA) x 2 Sahil (sağ -sol) x 3 transekt hattı x 2 derinlik kademesi (0-10 ve 10-30 cm) 7 akarsu kenarından uzaklık (m)

3.2.2. Arazi çalışmaları

Ön arazi gezileri ve büroda yapılan etütlerden sonra örnekleme alanları enine kesitleri nivelman ve mira yardımıyla alınmıştır. Dere enkesiti alımında noktalar arası mesafe ile kot farkı ve enkesitin ilk ve son noktası, derenin en düşük kota sahip noktası tanımlanmıştır (Usace 2002).

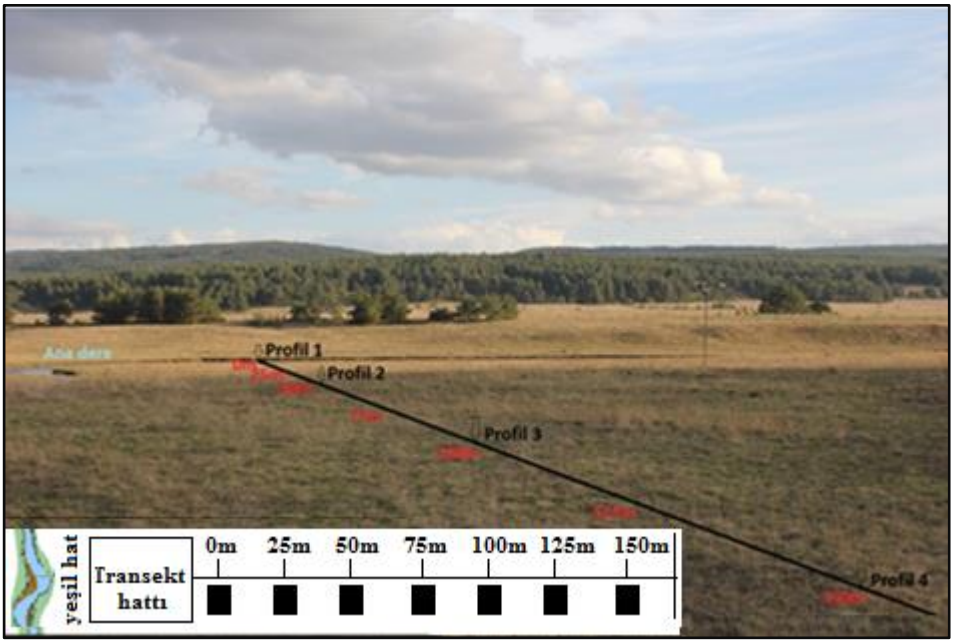
Birinci örnekleme alanı DM otlatma baskısının yoğun olduğu, havzanın çıkış noktasında yer alan Kızık Yaylası mevkisindedir Doğal mera alanına ait enkesit (transekt hattı) ve dere enkesiti Şekil 3.18'de verilmiştir. En kesitin ilk noktası 1329.8 m, son noktası 1330 m, derenin en düşük kota sahip noktası ise 1327.3 m'dir (Şekil 3.19). Tarnsekt hattı boyunca 50 m'de bir toprak profili ve 25 m'de bir üst toprak

örnekleme noktaları bulunmaktadır.



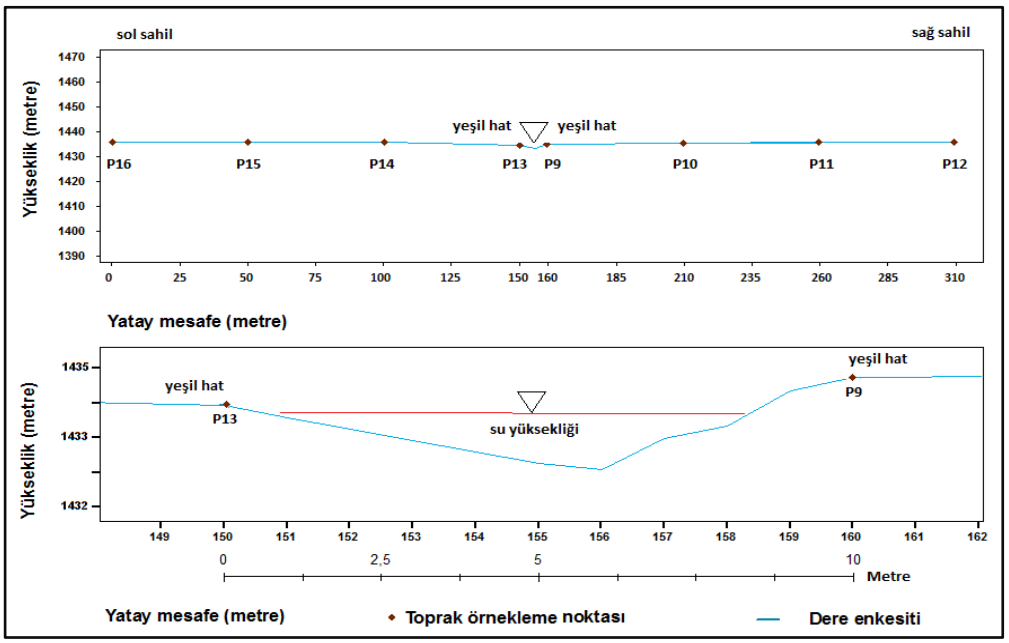
Şekil 3.19 DM (birinci örnekleme alanı) arazisi transekt hattı ve dere enkesiti

Toprak profilleri ana dereden 0 metre uzaklıktaki (yeşil hat) sağ ve sol sahil üst kıyı çizgilerinden başlayacak şekilde araziye aplike edilmiştir (Şekil 3.20).

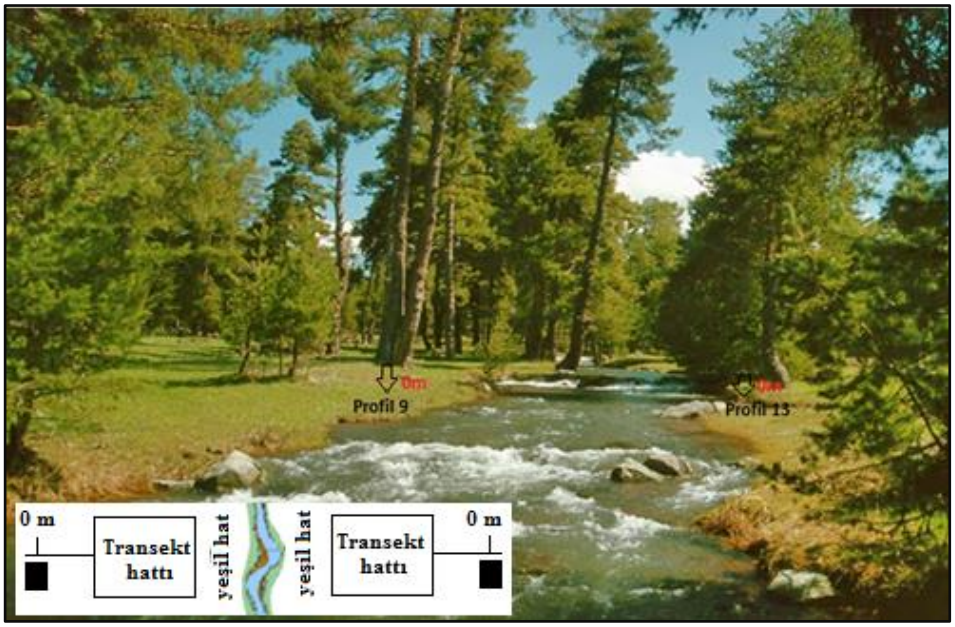


Şekil 3.20 DM (birinci örnekleme alanı) arazisi toprak profillerinin aplikasyonu

İkinci örnekleme alanı DO havzanın hakim ağaç türünü temsil eden ve toplam alanın % 64'ünü kaplayan, kapalılığı % 70 - 75, ortalama yaşı 80 - 90, ortalama çapı ($d_{1.30}$) 25 - 30 cm olan doğal Sarıçam ormanında belirlenmiştir. DO örnekleme alanına ait dere enkesiti Şekil 3.21'de verilmiştir. En kesitin ilk noktası ve son noktası arasında yükselti farkı bulunmamaktadır (1434.8 m).

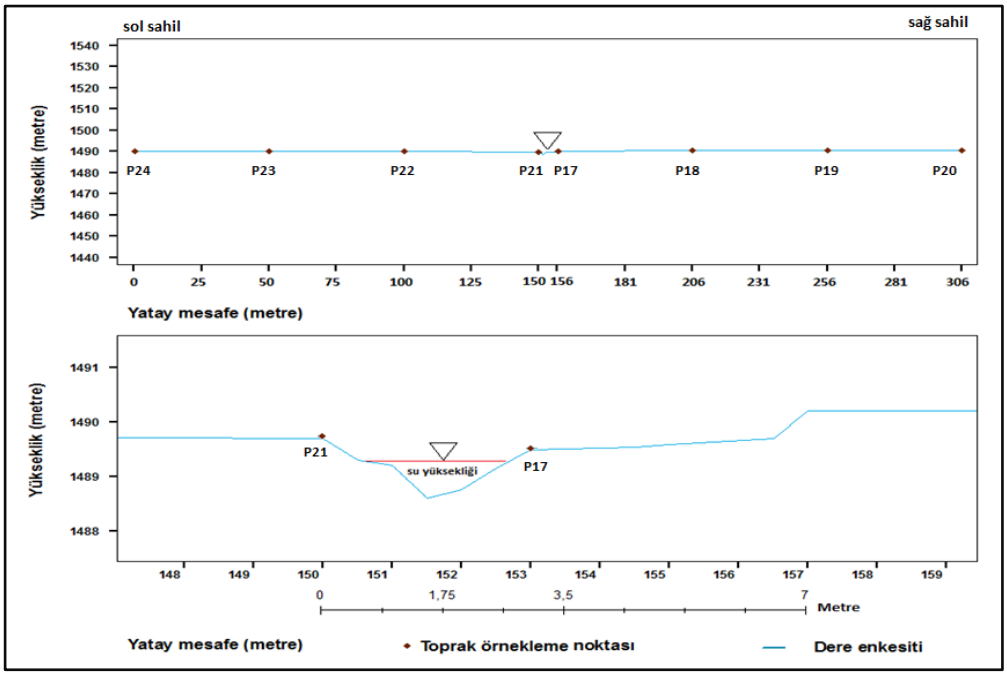


Şekil 3.21 DO (ikinci örnekleme alanı) arazisi transekt hattı ve dere enkesiti

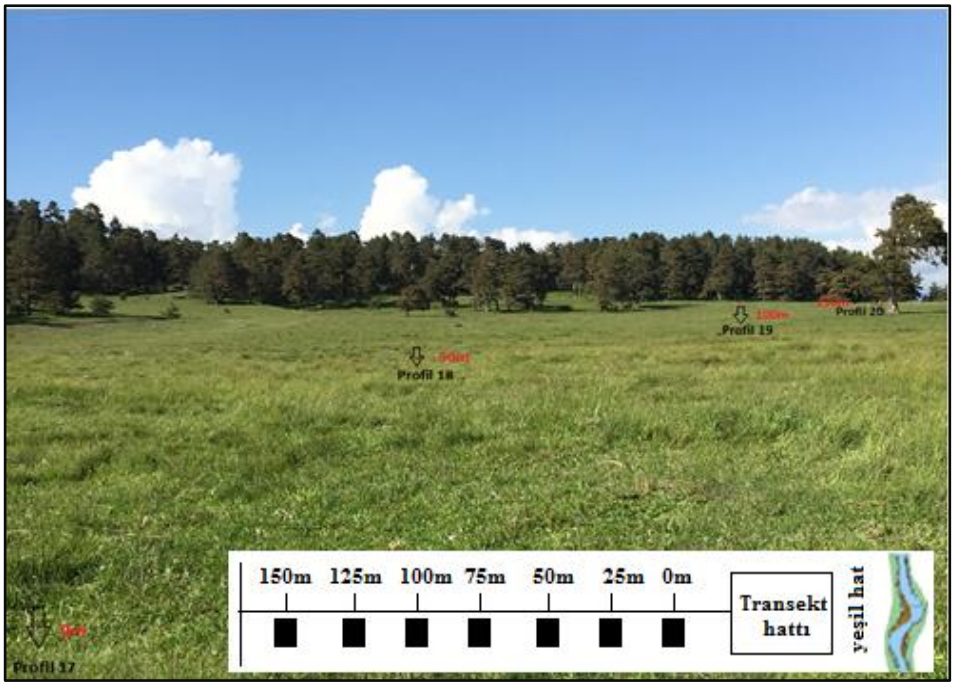


Şekil 3.22 DO (ikinci örnekleme alanı) arazisi toprak profillerinin aplikasyonu

Üçüncü örnekleme alanı OİA ise otlatma baskısının olmadığı yayla ve yerleşim alanlarından uzak havzanın memba bölümünde belirlenmiştir. Üçüncü örnekleme alanında en kesitin ilk noktası 1490 m, son noktası ise 1490.6 m, derenin en düşük kota sahip noktası ise 1488.6 m yüksekliğe sahiptir (Şekil 3.23).



Şekil 3.23 OİA (üçüncü örnekleme alanı) arazisi transekt hattı ve dere enkesiti



Şekil 3.24 OİA (üçüncü örnekleme alanı) arazisi toprak profillerinn aplikasyonu

Araziye aplike edilen örnekleme noktalarında toprak profilleri açılmıştır (Şekil 3.25). Toprak profillerine ait koordinatlar (UTM) Çizelge 3.12'de verilmiştir.

Çizelge 3.12 Örnekleme alanlarında açılan toprak profillerine ait koordinatlar

AKT/AÖ	Akarsu Kıyı Konumu	Toprak Profili Örnekleme Noktaları	Koordinatlar (UTM)	
			X	Y
Doğal Mera (DM)	Sol Sahil	1	384567	4493711
		2	384607	4493676
		3	384642	4493640
		4	384684	4493608
	Sağ Sahil	5	384796	4494186
		6	384755	4494219
		7	384704	4494256
		8	384663	4494282
Doğal Orman (DO)	Sağ Sahil	9	392441	4499054
		10	392438	4499098
		11	392420	4499152
		12	392403	4499198
	Sol Sahil	13	392587	4499191
		14	392612	4499141
		15	392632	4499094
		16	392652	4499048
Orman İçi Açıklık (OİA)	Sağ Sahil	17	397603	4499831
		18	397599	4499884
		19	397591	4499930
		20	397590	4499981
	Sol Sahil	21	397727	4499856
		22	397701	4499814
		23	397672	4499764
		24	397664	4499720

Arazide toprakların morfolojik özelliklerinin incelenmesi amacıyla dikkate alınacak kriterler, örneklemeler ve sınıflandırma için Soil Survey Staff (1993 - 1999) kullanılmıştır.

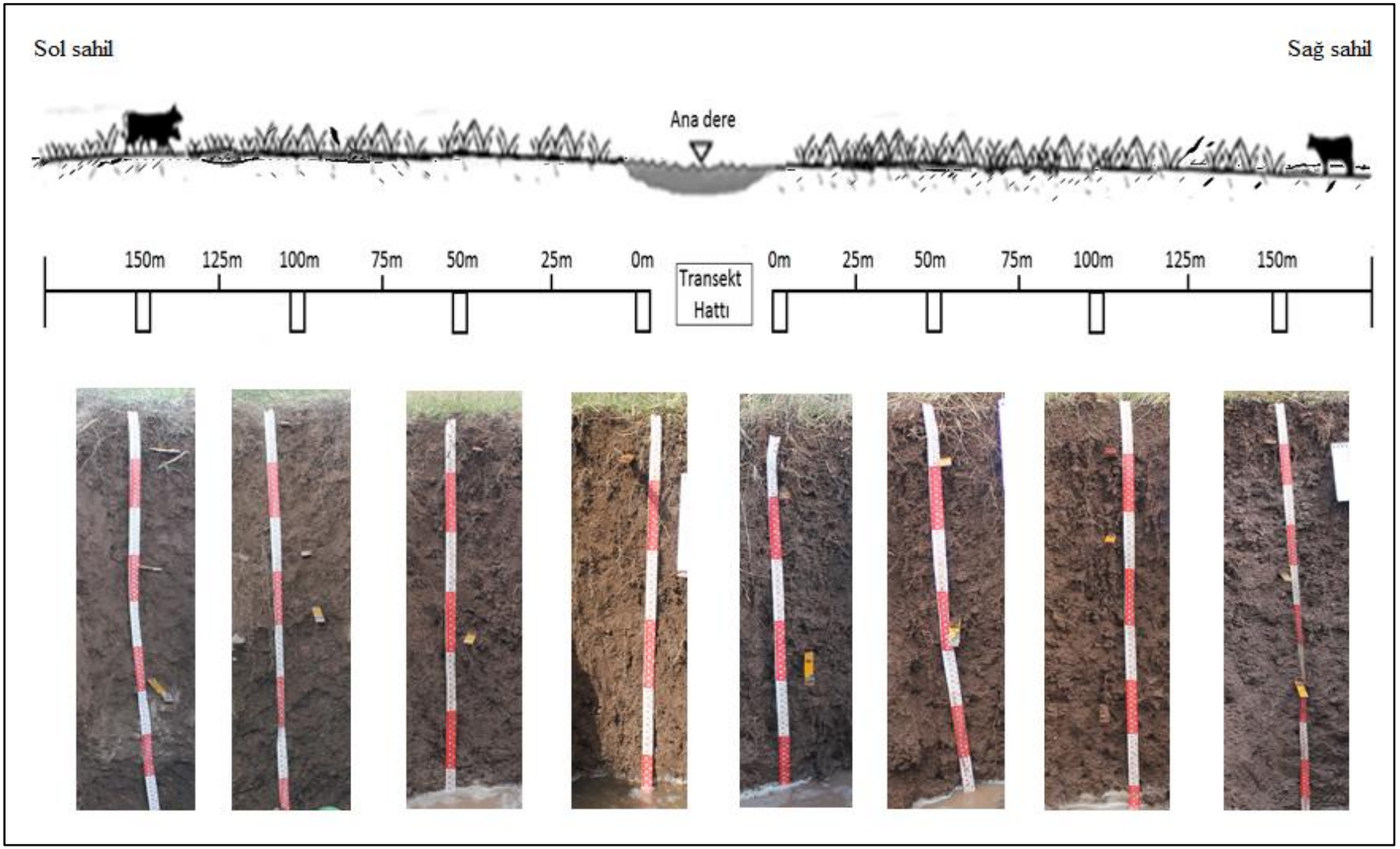
Toprak profilinin incelenecek kesit duvarı el küreği ile düzeltilmiş horizonlar ve katmanların sınırları belirlenmiştir. Horizonların sınırlarını belirtmek için her horizon sınırına işaret çubukları çakılmıştır. Belirlenen bu horizonlardan 92 adet doğal yapısı bozulmuş toprak örneği ve her katmandan 5'er adet olmak üzere 100 cm^3'lük (r : 2.53 cm ve h : 5 cm) hacim silindirleri ile 460 adet doğal yapısı bozulmamış toprak örneği alınmıştır. Alınan toprak örnekleri iki katlı polietilen torbalara konularak içlerine kurşun kalemle profil numarası, horizon adı ve derinliği yazılmıştır (Şekil 3.25).



Şekil 3.25 Toprak profillerinde morfolojik özelliklerin belirlenmesi

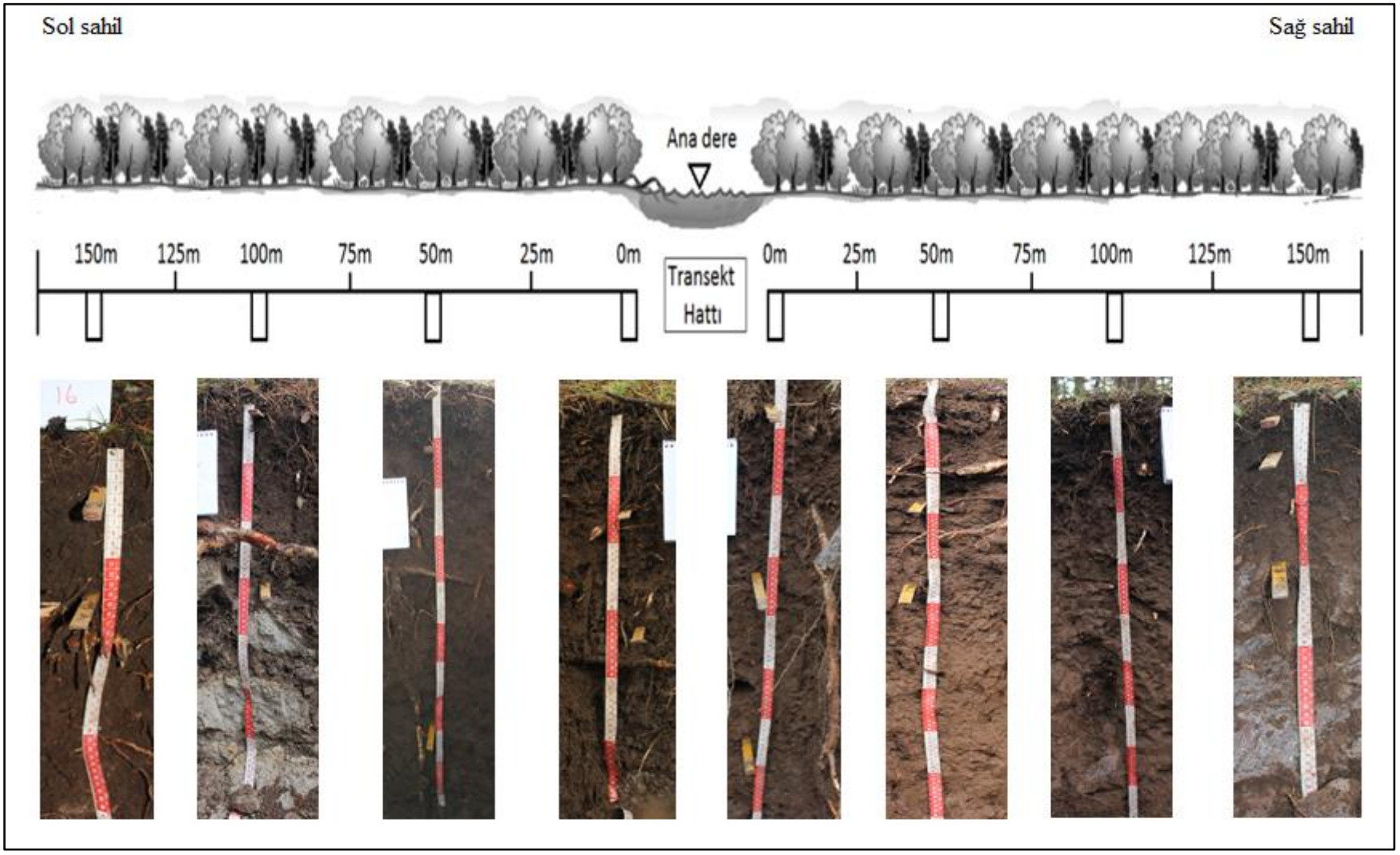
Çalışmanın amacı doğrultusunda akarsu kenarındaki farklı arazi kullanım türlerinde topraktaki karbon içeriğinin karşılaştırılmalı incelenebilmesi için üst toprak (0 - 10, 10 - 30 cm) örneklemesi yapılmıştır. Toprak profilinde horizonların ve üst toprak katmanlarının belirlenebilmesi için bazı morfolojik toprak özellikleri (horizon kalınlıkları, renk, strüktür, bağlılık, kök sıklığı, kök dağılışı, taşlılık, nem, geçirgenlik, taban suyu ve ana kaya derinliği) dikkate alınmıştır.

Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü (AKT/AÖ) doğal mera olarak belirlenen birinci örnekleme alanında ana derenin sağ ve sol sahilinde açılan tüm toprak profilleri (8 adet) 1330 m yükseklikte, düz ve düze yakın (% 0 - 2) eğime sahiptir. Alanda otsu türler ortalama boyu 3 cm olup, üst toprakta 5 - 6 cm kalınlıkta çim kapağı oluşturmuştur. Toprak yüzeyinde taşlılık sorunu yok ve yer yer taban suyu yüzeye ve çıkmıştır. Yeşil hat (0 m) ve 50 m uzaklıkta açılan toprak profillerinde taban suyunun yüzeye yakın (42 - 43 cm) derinlikte olduğu belirlenmiştir. Bu toprak profillerinde genel olarak 35 - 40 cm derinlikte lekelenme, gleyleşme ve kötü koku oluşumu gözlemlenmiştir. Örnekleme alanına ait üst topraklarda (0 - 10 cm) drenaj problemi görülmemiş, alt topraklarda ise yeşil hat, 50 m ve 100 m uzaklıkta açılan toprak profillerinde geçirgenlik “zayıf drenaj” ve “kötü drenaj”, 150 m uzaklıkta açılan toprak profillerinde ise geçirgenlik “orta drenaj” özellik göstermiştir (Şekil 3.26).



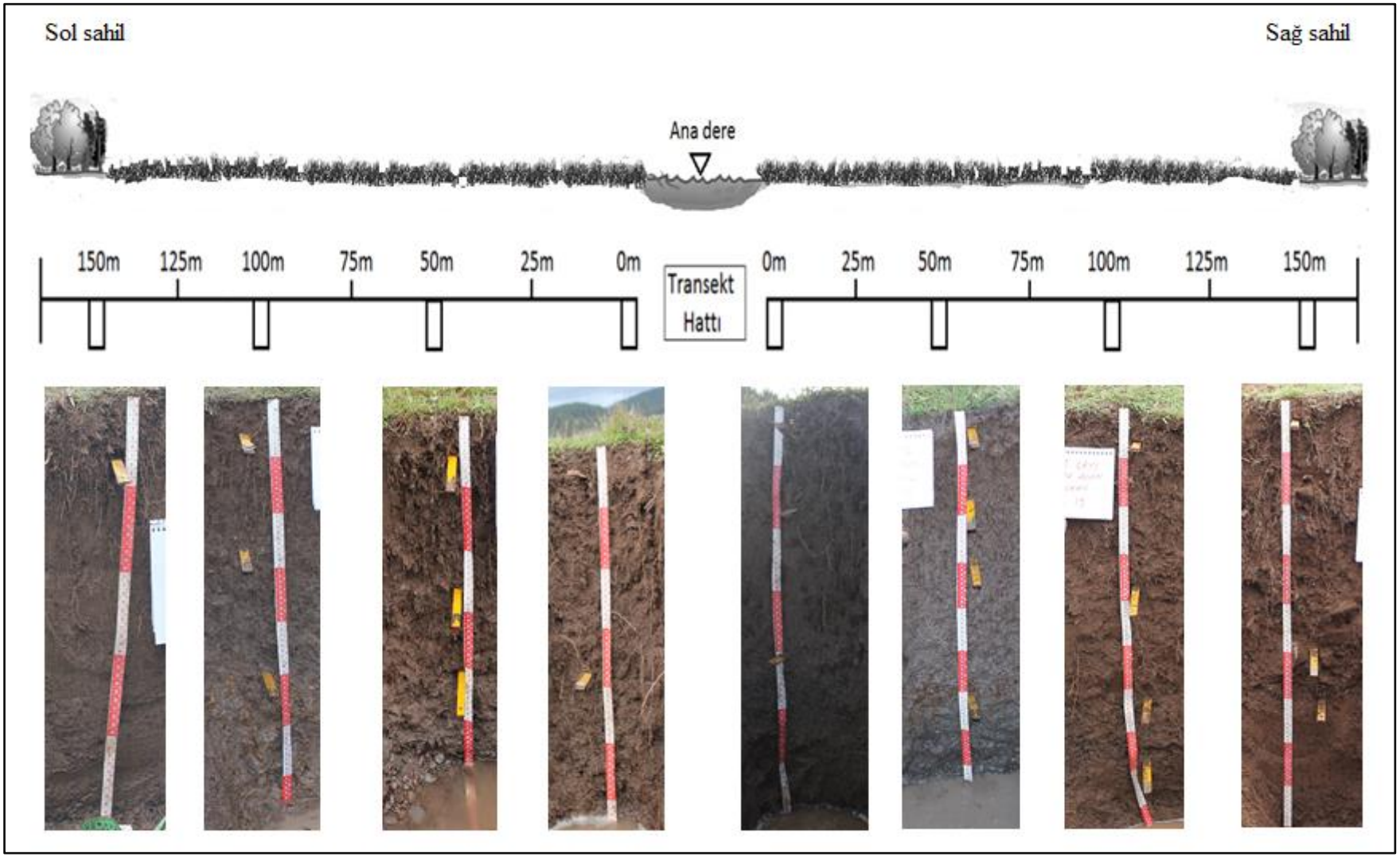
Şekil 3.26 DM (birinci örnekleme alanı) arazisi toprak profilleri

Aladağ Çayı Havzası ikinci örnekleme alanı doğal orman arazisinde hakim ağaç türü sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)' dır. Meşcere kapalılığı %70 - 75'dir. Ana derenin sağ ve sol sahilinde açılan tüm toprak profilleri (8 adet) 1435 m yükseklikte, düz ve düze yakın (%0 - 2) eğimdedir. İkinci örnekleme alanında açılan 8 adet toprak profilinde yapılan morfolojik incelemeler değerlendirildiğinde, birinci ve üçüncü örnek alanlardaki akarsu ekosisteminden kaynaklanan alüvyal ve kolüvyal birikintilerin oluşturduğu katmanların yerini andezit ana kayası üzerinde doğal oluşumlu toprak horizonları almıştır. Bu örnekleme alnında toprak yüzeyinde hafif ve orta taşlılık görülmüş, akarsu kenarından 150 - 200 m uzaklıkta yer yer ana kaya yüzeye çıkarak mostralar yapmıştır. Toprak profillerinde A_h horizonları 0 - 5 cm derinliktedir. Ana derenin sağ ve sol sahilinde 0 m uzaklıkta açılan toprak profillerinde 75 - 80 cm derinliklerde taban suyu belirlenmiş, 100 m ve 150 m uzaklıkta açılan toprak profillerinde 20 - 30 cm derinlikte ana kaya bulunmaktadır. Mutlak derinlik ise 20 - 30 cm'dir (Şekil 3.27). Yumuşak ve çatlaklı bir yapıya sahip andezit anakayası bitki kök gelişimini kısıtlamamıştır. Bu nedenle fizyolojik derinlik 60 - 90 cm dir.



Şekil 3.27 DO (İkinci örnekleme alan) arazisi toprak profilleri

Aladağ Çayı Havzası, orman içi açıklık arazide seçilen üçüncü örnekleme alanı Sarıalan mevkisindedir. Bu örnekleme alanı içerisinde Aladağ Çayı akarsu yatağı sağ ve sol sahilinde açılan tüm toprak profilleri (8 adet) 1490 m yükseklikte, düz ve düze yakın (% 0 - 2) eğime sahiptir. Alanda otsu türlerin ortalama boyu 6 cm ve üst toprakta ortalama 10 cm'lik çim kapağı oluşturmuştur. Toprak yüzeyinde taşlılık yok, açılan tüm toprak profillerinde taban suyu sorunu olduğu belirlenmiştir. Özellikle yeşil hat (0 m) ve ana dereye 50 m uzaklıktaki toprak profillerinde genel olarak 20 - 30 cm derinliklerinde lekelenme, gleyleşme ve kötü koku oluşumu gözlemlenmiştir (Şekil 3.28).



Şekil 3.28 OİA (üçüncü örnekleme alanı) arazisi toprak profilleri

Açılan toprak profilleri genel olarak değerlendirildiğinde birinci örnekleme alanı (DM) ve üçüncü örnekleme alanı (OİA)'larında yeşil hat (0 m) ve 50 m uzaklıkta açılan toprak profillerinde ortalama taban suyu derinliğinin yüzeye yakın (40 - 50 cm) olduğu, ikinci örnekleme alanı (DO)'nda ise ana kayanın 20 - 30 cm derinlikte olduğu belirlenmiştir.

Toprak profillerinde yapılan incelemeler sonucunda Aladağ Çayı havzası akarsu kenarındaki farklı arazi kullanım türlerinde topraktaki karbon içeriğinin karşılaştırılabilmesi için toprak örnekleme derinliklerinin belirlenmesinde sınırlayıcı faktörler ortalama taban suyu ve ana kaya derinliği olmuştur. Toprak profillerinde morfolojik toprak özellikleri dikkate alınarak üst toprak örneklemeleri iki derinlik kademesinde (0 - 10 cm ve 10 - 30 cm) yapılması uygun görülmüştür. Buna göre ana derenin sağ ve sol sahilinde yer alan farklı arazi kullanım türlerinde (DM, DO, OİA) her 25 metrede bir olmak üzere belirlenen 126 adet üst toprak örnekleme noktasında iki derinlik kademesinde 252 adet doğal yapısı bozulmuş, 1280 adet doğal yapısı bozulmamış toprak örneklemesi yapılmıştır (Şekil 3.29).



Şekil 3.29 Üst toprak örneklemesi (0 - 10 cm ve 10 - 30 cm)

Vejetasyon çalışmaları kapsamında bitki örneklemesi için transekt yöntemi (Clements et al. 1929) kullanılmıştır. Arazi çalışmaları 2014 ve 2015 yılları vejetasyon dönemi içerisinde yapılmıştır (Şekil 3.30). Arazide teşhisi yapılan bitkiler ilgili formlara kayıt edilmiş, teşhis edilemeyen bitki örnekleri ise Orman ve Su İşleri Bakanlığı (OSİB), Orman Genel Müdürlüğü (OGM), Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (BKOAEM), herbayumlarında teşhisleri yapılmıştır. Bitkilerin teşhisleri için Davis (1965 - 1985); Uluocak (1979), Uluocak (1984), Yaltırık ve Efe (1989), Anonim (2008) eserleri kullanılmıştır.



Şekil 3.30 Transekt yöntemine göre bitki örneklerinin alınması

3.2.3. Laboratuar yöntemleri

Araziden alınan toprak örneklerinin analizleri OSİB, OGM, Ege Ormancılık Araştıma Enstitüsü Müdürlüğü ve Kavak ve Hızlı Gelişen Türler Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü toprak labaratuvarlarında yapılmıştır.

3.2.3.1. Toprak örneklerinin analize hazırlanması

Doğal yapısı bozulmuş toprak örnekleri kasalara serilerek hava kuru hale gelene kadar kurutulmuştur. Kuruyan bu topraklar usulüne uygun bir biçimde havanda dövülüp, 2 mm'lik elekten elenerek analize hazır hale getirilmiştir.

3.2.3.2. Toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analizleri

Toprak - su kapsamı analizi: Belirli bir miktar toprak örneğinin 105 ºC'lik fırında sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulup, tartılması esasına göre belirlenmiştir (Tüzüner 1990).

Tekstür (bünye): Toprak bünyesi Bouyoucos hidrometre yöntemi ile belirlenmiştir (Bouyoucos 1951). Toprağı meydana getiren taneciklerin birbirleri ile olan bağlantılarını ortadan kaldırarak teksel hale getirmek suretiyle taneciklerin yüzde oranlarının bulunması yöntemin temel prensibini oluşturmaktadır. Elenen toprak örneğinden 50gr tartılarak 400ml'lik bir behere konulmuştur. Üzerine 10 ml %10'luk sodyum hekzametafosfat veya 1 N 5 ml NaOh, 5 ml sature sodyum okzalat ilave edildikten sonra 100-150 ml saf su konarak karıştırılıp bir gece dispersiyona bırakılmıştır ve daha sonra mikserde karıştırılmıştır. Karıştırma işlemi tamamlandıktan sonra kap içerisindeki süspansiyon cam silindire konularak üzerine saf su ilavesi ile cam silindir 1130 ml çizgisine tamamlanmıştır. Süspansiyon el karıştırıcısı yardımı ile karıştırıldıktan sonra 40. saniye ve 2. saat hidrometre okuması aynı zamanlarda sıcaklıklarıda ölçülmüştür. Okunan değerlerden %kil, %toz, %kum oranları hesaplanarak tekstür üçgeninden tekstür sınıfı tayin edilmiştir (Bouyoucos 1951).

Suyla doygunluk (Saturasyon): Saturasyon macunu, toprakların iletkenliklerini ve çözünebilir iyonların tayinini belirlemek amacıyla yapılmıştır . 2 mm'lik elekten geçmiş topraktan belirli bir miktar tartılmış saturasyon kabına konulan toprak yavaş yavaş saf su ilave edilerek spatül yardımıyla karıştırılmıştır. Karıştırma sırasında kil tanecikleri su

ile iyice temas etmeleri için ezilmiştir. Bu işleme toprakta ezilmemiş en ufak bir parça kalmayıncaya kadar devam edilmiştir (Richards 1954).

Hacim Ağırlığı: Doğal yapısı bozulmamış silindir toprak örnekleri üzerinden saptanmıştır. Hacmi 100 cm^3 (r : 2.53 cm ve h : 5 cm) olan paslanmaz materyalden yapılmış olan silindirler ile toprağın doğal yapısını bozmadan alınan toprak örneği fırında kurutulduktan sonra toprak ağırlığının 100'e bölünmesi ile hesaplanmıştır (Blake and Hartage 1986).

Maksimum Su Tutma Kapasitesi: Araziden doğal yapısıbozulmadan alınan silindir örnekleri suya doygun hale getirildikten sonra eğimli bir elek üzerinde 10 dakika süre ile serbest drenaja bırakılmışlar ve hemen tartılarak örneklerin doygun ağırlıklarıelde edilmiştir. Aynı örneklerin fırın kurusu (105 ^oC - 24 saat) ağırlıkları saptanmışve bu iki ölçüm sonucu dikkate alınmak suretiyle ağırlık yüzdesi olarak maksimum su tutma kapasitesi hesaplanmıştır (Özhan 1982).

Renk: Toprak örneklerinin rengi ''Munsell Soil Color Charts'' isimli renk kitapçığından yararlanılarak belirlenmiştir (Çepel 1996).

Toprak Reaksiyonu (pH): Toprak reaksiyonu toprak su karışımında cam elektrotlu Orion 420 A dijital pH metre ile ölçülmüştür. pH metreler elektrot veya elektrotla sıvı arasında meydana gelen potansiyel farkın ölçülmesi prensibine göre çalışmaktadırlar. Hava kuru hale getirilmiş ve 2 mm'lik elekten elenmiş toprak örneğinden 50 ml kapasiteli bir behere istenilen miktarda (10g) toprak alınmış ve üzerine istenilen karışım oranında (1 / 5) saf su (50 ml) konulmuştur. Bu karışım 30 dakika boyunca karıştırılmış ve karışımdaki toprağın çökerek suyun berraklaşması beklenmiştir. Elektrot üstteki berrak suyun içine daldırılarak toprağın pH'sı belirlenmiştir (Thomas 1996).

Elektriksel iletkenlik (EC): Saturasyon çamurunda kondaktivimetre aleti ile belirlenmiştir (Model 3200 Conductivity Instrument). Toprağı usulüne uygun şekilde suyla doygun hale getirdikten sonra suyla doygun toprağın veya çamurun elektriği

geçirmeye olan direnci ölçülerek bu dirence göre elektrik iletkenliği $dS.m^{-1}$ olarak saptanmıştır (Rhoades 1996).

Karbonat (Kireç) tayini: Scheibler kalsimetresi ile tayin edilmiş ve % olarak ifade edilmiştir (Loppert and Suarez 1996).

Sodyum (Na^+), Potasyum (K^+), Kalsiyum (Ca^{++}), Magnezyum (Mg^{++}): Analizi: 2 mm'lik elekten elenmiş hava kuru toprak örneğinden 10 gram tartılarak 250 ml'lik erlene koyulur. Üzerine 100 ml amonyum asetat ilave edilir. Çalkalama cihazında 15 dakika çalkalandıktan sonra mavi bant süzme kağıdı ile 100 ml'lik balonlara süzülür. Çıkartılan ektraktlar fleym fotometrede okunarak hesaplanmıştır (Kacar 1994).

Yarayışlı fosfor (P_2O_5) Analizi: Araştırma alanına ait tüm topraklar asit karakterli topraklar olduğu için yarayışlı fosfor analizi Bray ve Kurtz No 1 methoduna göre yapılmıştır (Bray and Kurtz, 1945).

Organik Karbon (C): Jackson (1967) tarafından değiştirilmiş Walkley-Black yöntemi esas alınmıştır. Toprak örneğindeki organik karbonun formülü ($2Cr_20_7^{2-}+3\ C^0+16H^+ - 4\ Cr^{3+}+ 3\ CO_2+ 8\ H_2O$) şekilde $K_2Cr_2O_7$ ve H_2SO_4 ile yükseltgenmesinden sonra ortamda tepkimeye girmemiş olan kromatın ($Cr_2O_7^{2-}$) standart $FeSO7H_2O$ çözeltisiyle titre edilmesi suretiyle bulunan indirgenmiş $Cr_2O_7^{2-}$ miktarının organik C' un belli bölümüne eşit olduğu varsayılmakta ve kullanılan uygun bir faktör aracılığıyla organik C miktarı belirlenmiştir (Nelson and Sommer 1996). 1 ha alandaki organik karbon miktarı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$TOK_{d=} \sum_{i=1}^{n} C_i \times \dot{I}TA_i \times TD_i \times 10^4 \qquad \text{(F. 3.2)}$$

Formülde (F. 3.3), TOK_d 1 ha alan için topraktaki organik karbon yoğunluğu (t/ha), C_i organik karbon konsantrasyonu (%), $\dot{I}TA_i$ ince toprak ağırlığı (Ø < 2 mm, t/m^3), TD_i toprak derinliği (mm), *i ve n* toprak derinlik kademelerinin sayısıdır (Batjes 1996; Wang *et al*. 2010).

Toplam Azot: Toprak örneklerinde toplam azot (N) tayini Kjeldahl yöntemi ile yapılmıştır. Sonuçlar % azot cinsinden hesaplanarak verilmiştir (Bremner 1996).

3.2.4. Değerlendirme çalışmaları

Araştırma sonuçları matematik, istatistik, grafik yöntemler ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak değerlendirilmiştir.

Araştırmada; ana derenin sağ ve sol sahilinde bulunan üç farklı AKT/AÖ (DO, DM, OİA), iki derinlik kademesinde (0 - 10 cm, 10 - 20 cm) ana dereden uzaklığa göre (0 m, 25 m, 50 m, 75 m, 100 m, 125 m, 150 m), kum, hacim ağırlığı, maksimum su tutma kapasitesi, sodyum (Na^{+}), potasyum (K^{+}), kalsiyum (Ca^{++}), magnezyum (Mg^{++}), yarayışlı fosfor (P_2O_5), organik karbon (C),toplam azot özellikleri bakımından elde edilen bulgular SAS 9.4 programında, varyans analizi tekniği ile değerlendirilmiş, farklı grupların saptanmasında ortalamaları ayırma testi (Duncan) kullanılmıştır.

Araştırma alanına ait haritalar, topografik ve akarsu drenaj ağı karakteristikleri Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortamında değerlendirilmiştir. Coğrafi bilgi sistemlerine girilmiş olan grafik veriler eşyükselti eğrileri ve yağış havzasındaki derelerden oluşmaktadır. Eşyükselti eğrilerinin bilgisayar ortamına aktarılmasında, çalışma sınırlarını içine alan 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritalar AcpMap 10.1 harita programı ile sayısallaştırılmış, elde edilen sayısal yükseklik modelinden (SYM) eğim ve bakı grupları, akarsu ve drenaj ağı karakteristiklerine ait haritalar üretilmiştir. Jeoloji haritasına ait altlıklar MTA raporlarından, meşcere haritasına ait altlıklar Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Aladağ Orman İşletme Şefliği amenajman planından (2005 - 2015), Büyük Toprak Grupları (BTG), Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfları (AKK) ve erozyon risk haritalarına ait altlıklar ise KHGM (mülga) yayınlarından yararlanılarak elde edilmiştir.

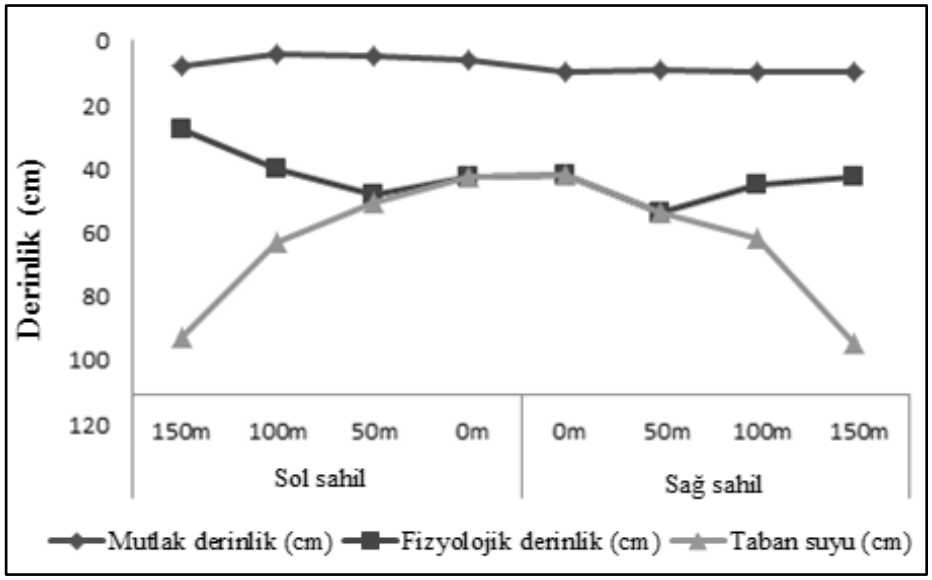
4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Toprak Özellikleri

Aladağ Çayı havzasında ana derenin sağ ve sol sahilinde olmak üzere 0 m, 50 m, 100 m ve 150 m uzaklıkta açılan toprak profillerine ait toprak özellikleri incelenmiştir. Ayrıca benzer şekilde sağ ve sol sahilde olmak üzere her 25 metrede 0-10 cm ve 10-30 cm derinlik kademelerinde üst toprak özellikleri değerlendirilmiştir. Su kenarı ekosistemleride farklı Arazi Kullanım Türü / Arazi Örtüsü (AKT / AÖ)'nün ana dereden uzaklaştıkça üst toprak özelliklerine etkileri istatiksel olarak karşılaştırılarak incelenmiştir.

4.1.1. Toprak derinliği

Araştırma alanı doğal mera arazi kullanım türündeki toprak profillerinde yapılan morfolojik incelemeler sonucunda mutlak derinlik, fizyolojik derinlik ve ortalama taban suyu derinliği Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1'de verilmiştir. Doğal mera alanlarına ait topraklar alüvyal ve kolüvyal birikintilerden oluşmaktadır. Bu özelliği ile bu örnekleme alanlarındaki topraklar A_h horizonu ve altında C_1, C_2, vb.,C_n katmanlarından oluşmaktadır. Şekil 4.1 incelendiğinde doğal mera arazi kullanım türüne ait topraklarda mutlak derinlik 0 ile 10 cm aralığında değişim göstermektedir. Köklerin yayılabildiği fizyolojik derinlik (Çepel 1995) ise ana dereye bağlı olarak değişim gösterdiği ve akarsudan uzaklaştıkça azaldığı belirlenmiştir. Akarsu kenarı 0 m uzaklıkta açılan toprak profillerinde fizyolojik derinlik 42 - 43 cm, 150 m uzaklıkta açılan toprak profillerinde ise 28 - 43 cm olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.1 Doğal mera topraklarında mutlak, fizyolojik ve taban suyu derinliği (cm)

Araştırma alanına ait toprak profillerinde ortalama taban suyu derinliği belirleme çalışmaları 2014, 2015 ve 2016 yıllarında ıslak ve kuru sezon olmak üzere üç yıl boyunca devam etmiştir. Taban suyu seviyesi toprak profilinin içinde ve altında olarak zaman içinde değişim gösterebilmektedir (Boman and Obreza 2012). Bu nedenle ortalama en yüksek ve ortalama en düşük taban suyu seviyesi kalıcı veya oturmuş da olsa uzun yıllar ortalamalarının alınarak belirlenmesi gerektiği tavsiye edilmektedir (Anonymous 2016). Araştırma alanındaki toprak profillerinde ortalama taban suyu derinliği belirleme çalışmaları her toprak profilinde redoksimorfik (renk çizgileri ve çökeller vb.) özelliklerin incelenmesi (Anonymous 2014) ve bu özelliklerin gözlemlenebilir taban suyu ölçümleri ile kalibre edilmesi yoluyla belirlenmeye çalışılmıştır. Anonymous (2016)'da toprak örneklemesi ve analizi klavuzuna göre ortalama taban suyu derinlik sınıfları 0 - 50 cm yüksek (sığ), 50 - 100 cm orta, 100 150 cm düşük (derin) olarak sınıflandırılmıştır. Şekil 4.1 incelendiğinde doğal mera arazi kullanım türünde ortalama taban suyu derinliği akarsudan 0 ve 50 m uzaklıkta açılan toprak profillerinde 42 -53 cm (yüksek) , 100 m uzaklıkta açılan toprak profillerinde 60 - 64 cm (orta) aralıklarında değiştiği, 150 m uzaklıkta toprak profillerinde ise gözlenebilir bir taban suyu tablasının olmadığı belirlenmiştir. Chambers et al. (1999) Nevada'da dört farklı akarsu kenarı ekosistemlerinde yapmış olduğu bir çalışmada ortalama taban suyu derinliklerini 0 - 20 cm (yüksek), 30 - 50 cm (orta), 60 - 80 cm (düşük) olarak sınıflamıştır. Chambers et al. (1999)'a göre araştırma alanı doğal mera

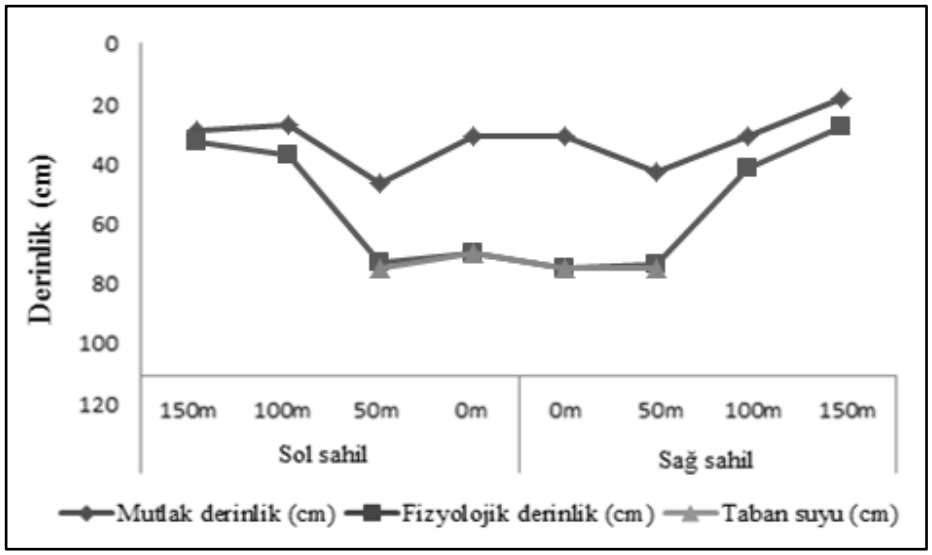
arazi kullanım türüne ait topraklarda ortalama taban suyu derinliği sınıflandırıldığında ana dereden 100 m'ye kadar olan uzaklıkta orta, 100 m'den sonra ise düşük olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1). Taban suyu derinliği akarsu kenar ekosistemi bitki tür çeşitliliği, bitki morfolojik gelişimi ile aynı zamanda dolaylı olarak toprak üstü ve altında karbon depolama kapasitesini etkilemektedir. Fizyolojik derinliğin kısıtlı olduğu alanlarda sucul ortamda yetişebilen bitki türleri yoğunluk kazanmaktadır.

Çizelge 4.1 Doğal mera arazisi toprak profillerine ait mutlak ve fizyolojik derinlikler

AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon (Katman)	Derinlik (cm)	Mutlak Derinlik (cm)	Fizyolojik Derinlik (cm)
Doğal Mera (Sol Sahil)	1	0	A_h C_1	0-6 6-53	6	53
	2	50	A_h C_1 C_2	0-5 5-37 37-62	5	37
	3	100	A_h C_1 C_2 C_3	0-4 4-28 28-40 40+	4	40
	4	150	A_h C_1 C_2 C_3	0-8 8-33 33-59 59+	8	33
Doğal Mera (Sağ Sahil)	5	0	A_h C_1 C_2	0-10 10-35 35-59	10	59
	6	50	A_h C_1 C_2	0-9 9-36 36-67	9	67
	7	100	A_h C_1 C_2 C_3	0-10 10-25 25-55 55-74	10	55
	8	150	A_h C_1 C_2 C_3	0-10 10-43 43-70 70-107	10	70

AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü

Araştırma alanı doğal orman arazi kullanım türüne ait topraklarda, toprak oluşum ve gelişim süreci sonucu toprak horizon (A, B, C) gelişimi gerçekleşmiştir. Şekil 4.2 ve Çizelge 4.2 incelendiğinde doğal orman arazi kullanım türünde ana dereye yakın olarak açılan toprak profillerinde (0 - 50 m) organik madde bakımından zengin olan A_h ve A_{el} horizonları (29 - 33 cm) ana dereden uzak olarak açılan (100 - 150 m) toprak profillerindeki A_h ve A_{el} horizonlarına (6 - 12 cm) göre daha kalın olduğu belirlenmiştir. Chambers et al (1999)'da, organik madde bakımından zengin horizon kalınlığını, yüksek taban suyuna bağlamış, üç farklı taban suyu derinliğine ait toprakların özelliklerini karşılaştırdığında yüksek taban suyuna ait toprakların O ve A horizonlarının daha kalın olduğunu belirtmiştir Araştırma alanı doğal orman arazi kullanım türüne ait toprakların mutlak derinlikleri 20 - 69 cm arasında değişim göstermektedir. Ana dereden 150 m uzaklıkta açılan toprak profillerinde anakaya derinliği 20 - 33 cm olarak belirlenmiştir. Bu nedenle üst toprak örneklemesi 30 cm olarak seçilmiştir. Doğal orman arazi kullanım türüne ait toprak profillerinde kökler ana dereden uzaklaştıkça daha sığ ve yüzeye yakın olarak dağılım göstermiştir. Ortalama taban suyu derinliği 0 -- 50 m uzaklıkta açılan toprak profillerinde 75 - 80 cm olarak belirlenmiş (orta), 100 m ve 150 m uzaklıkta açılan toprak profillerinde gözlemlenebilir bir taban suyu derinliği tespit edilememiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Doğal orman topraklarında mutlak, fizyolojik ve taban suyu derinliği (cm)

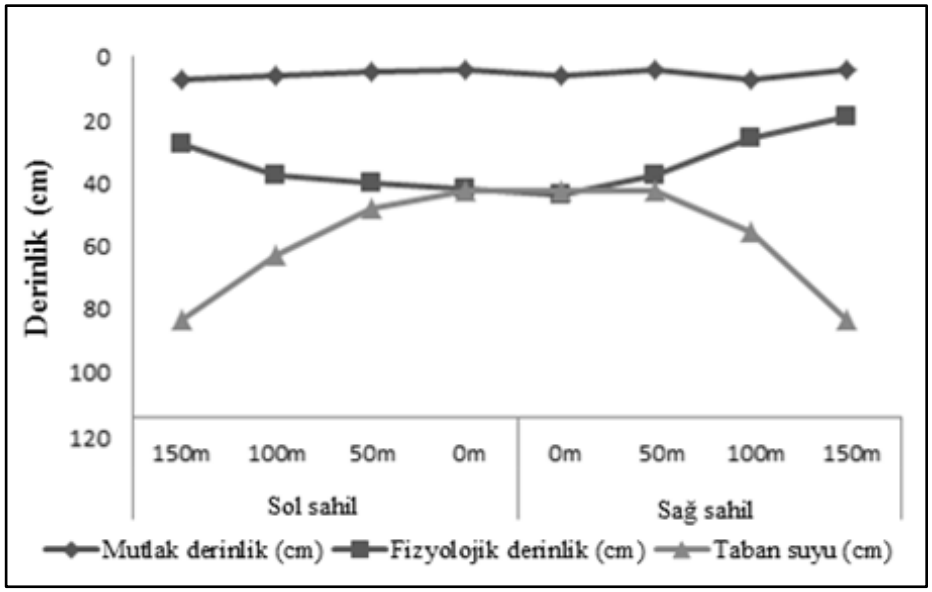
Çizelge 4.2 Doğal orman arazisi toprak profillerine ait mutlak ve fizyolojik derinlikler

AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon	Derinlik (cm)	Mutlak Derinlik (cm)	Fizyolojik Derinlik (cm)
Doğal Orman (Sağ Sahil)	9	0	A_h	0-5	33	33
			A_{el}	5-33		
			C_1	33-64		
			C_2	64+		
	10	50	A_h	0-3	47	29
			A_{el}	3-29		
			B	29-47		
			C	47+		
	11	100	A_h	0-3	33	33
			A_{el}	3-12		
			B	12-33		
			C	33+		
	12	150	A_h	0-2	20	20
			A_{el}	2-6		
			B	6-20		
			C_n	20+		
Doğal Orman (Sol Sahil)	13	0	A_{el}	0-16	33	33
			B	16-33		
			C	33+		
	14	50	A_h	0-3	69	69+
			A_{el}	3-13		
			B	13-69		
			C	69+		
	15	100	A_h	0-2	29	29+
			A_{el}	2-29		
			C_v	29+		
	16	150	A_h	0-3	31	31
			A_{el}	3-14		
			B	14-31		
			C_n	31+		

AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü,

Orman içi açıklık (OİA) arazi kullanım türüne ait ana derenin sağ ve sol sahilinde açılan tüm toprak profilleri alüvyal ve kolüvyal birikintilerin oluşturduğu A_h, C_1, C_2, C_n

katmanlarından oluşmaktadır (Şekil 4.3 ve Çizelge 4.3) Bu nedenle OİA alanına ait toprakların mutlak derinlikleri 4 - 7 cm aralığında değişmektedir. Toprakların fizyolojik derinlikleri ise ana dereden uzaklaştıkça düşmektedir. Su kenarı ekosistemlerindeki kök yoğunluğu, kök dağılımı gibi bilgiler arazi kullanım türü ve arazi yönetiminde değişikliklerle ilişkilendirilen bilgilerle sınırlı kalmıştır. Araştırmacılar (Wynn et al. 2004, Piercy and Wynn 2008) su kenarı orman, su kenarı tarım ve su kenarı mera ekosistemlerinde (Cox and Morion 1986, Tufekcioglu at al. 1998) çalışmalar yapmış ancak bu çalışmalar su kenarı ekosistemi vejetasyon yönetimi ile doğrudan ilişkili olmayıp, otlatma, yakma, aralama gibi etkilerin kök sistemleri üzerine etkisinin nasıl değiştiğini belirlemeye yöneliktir. Orman içi açıklık arazi kullanım türüne ait toprak profillerinde ortalama taban suyu derinliği ana dereden 0 - 50 m uzaklıkta açılan toprak profillerinde 43 - 48 cm (yüksek), 100 m uzaklıkta açılan toprak profillerinde 56 - 63 cm (orta), 150 m uzaklıkta açılan toprak profillerinde ise 84 + cm (düşük) olarak belirlenmiştir (Anonymous 2016). Chambers et al. 1999'un sınıflamasına göre ise araştırma alanı ana dereden 0 m, 50 m ve 100 m uzaklıktaki toprak profillerinde orta, 150 m uzaklıktaki toprak profillerinde ise düşük olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Orman içi açıklık topraklarında mutlak, fizyolojik ve taban suyu derinliği (cm)

Çizelge 4.3 Orman içi açıklık arazisi toprak profillerine ait mutlak ve fizyolojik toprak derinlikleri

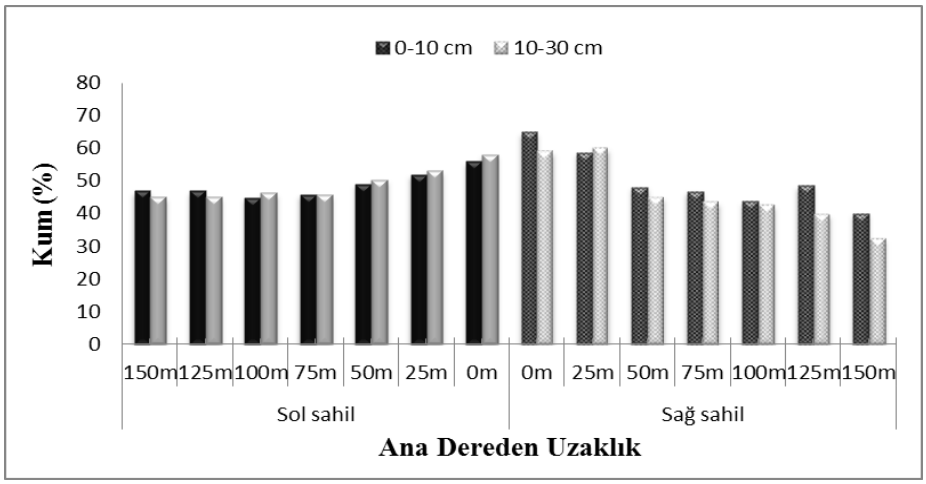
AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon (Katman)	Derinlik (cm)	Mutlak Derinlik (cm)	Fizyolojik Derinlik (cm)
Orman İçi Açıklık (Sağ Sahil)	17	0	A_h	0-6	6	40
			C_1	6-17		
			C_2	17-40		
			C_3	40-66		
	18	50	A_h	0-4	4	18
			C_1	4-18		
			C_2	18-31		
			C_3	31-62		
			C_4	62-82		
	19	100	A_h	0-7	7	64
			C_1	7-38		
			C_2	38-64		
			C_3	64-78		
			C_4	78-95		
	20	150	A_h	0-4	4	50
			C_1	4-16		
			C_2	16-50		
			C_3	50-62		
			C_4	62+		
Orman İçi Açıklık (Sol Sahil)	21	0	A_h	0-4	4	37
			C_1	4-37		
			C_2	37-61		
	22	50	A_h	0-5	5	27
			C_1	5-27		
			C_2	27-42		
			C_3	42-59		
	23	100	A_h	0-6	6	27
			C_1	6-27		
			C_2	27-50		
			C_3	50-75		
	24	150	A_h	0-7	7	55
			C_1	7-55		

AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü,

4.1.2. Toprak tekstürü (bünye)

Araştırma alanı doğal mera arazi kullanım türündeki toprakların tekstür sınıfları Kumlu (Ku), Kumlu Balçık (KuB), Balçık (B) ve Killi Balçık (KB)'dır. Bu kullanım türüne ait toprakların kum oranları % 38 - 98, kil oranları % 1 - 30 ve toz oranları ise % 1 - 47 arasında değişim göstermektedir. Ana derenin her iki sahilinde yeşil hatta (0 m) yer alan toprak profillerinde kum miktarı yüksek bulunmuştur. En yüksek kil miktarı (% 27 - 30) ana dereden 150 m uzaklıktaki 8 numaralı toprak profiline ait C_1 ve C_2' topraklarında bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Şekil 4.4'te doğal mera arazi kullanım türüne ait 0 - 10 cm ve 10 - 30 cm derinliklerde üst toprakların ana dereden uzaklaştıkça kum miktarının değişimi verilmiştir. Ortalama taban suyu derinliğinin yüksek olarak belirlendiği ana dereden 0 m ve 25 m uzaklığa ait üst topraklarda % kum miktarı her iki sahilde de yüksek olması akarsu ile birlikte taşınan iri sedimentin yeşil hatta birikiminden kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.4 Doğal mera topraklarında kum miktarının ana dereden uzaklığa göre değişimi

Üst topraklarda (0 - 30 cm) yapılan istatistiksel analiz sonucunda ana dereden uzaklaştıkça kum miktarının değişimi önemli ($P < 0.05$) olarak bulunmuştur (Ek 3.2.1). Gumbert (2013) yapmış olduğu bir çalışmasında, Kentucky su kenarı ekosistemlerinde ana dereye yakın olan (yeşil hatta) toprak profillerinde kum miktarını yüksek, kil miktarını düşük, ana dereden uzaklaştıkça ise kil miktarının yükseldiğini belirlemiştir.

Chambers (1999)'da yapmış olduğu bir çalışmada benzer sonuçlar elde ederek, taban suyu yüksek olarak sınıflandırılmış olan toprakların kumlu, çakıllı kumlu tekstüre sahip olduğunu belirtmiştir. Bohn and Buckhouse (1985), otlatılan bir su kenarı mera ekosisteminde elde ettiği sonuçlar, bu araştırma ile benzer özellik göstermiş ve toprakların kumlu tekstürde olduğunu ortaya koymuştur.

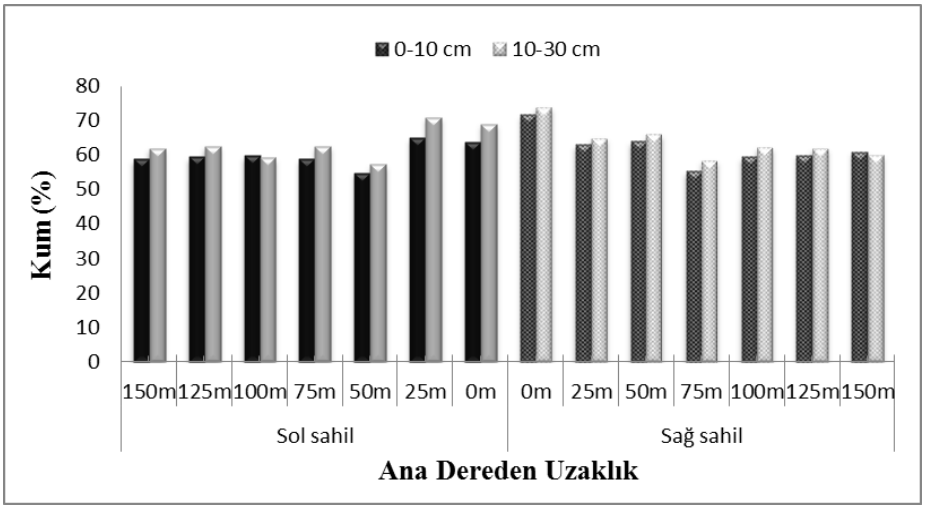
Çizelge 4.4 Doğal mera arazisi toprak profillerinde toprak türleri

AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon (Katman)	Derinlik (cm)	Kum (%)	Toz (%)	Kil (%)	Toprak Türü
Doğal Mera (Sol Sahil)	1	0	A_h	0-6	61	37	3	KuB
			C_1	6-55	65	26	10	KuB
	2	50	A_h	0-5	53	47	1	KuB
			C_1	5-37	65	25	11	KuB
			C_2	37-62	79	13	8	KuB
	3	100	A_h	0-4	55	32	13	KuB
			C_1	4-28	56	29	15	KuB
			C_2	28-40	77	16	7	KuB
			C_3	40+	98	1	1	Ku
	4	150	A_h	0-8	52	37	11	KuB
			C_1	8-33	52	29	19	KuB
			C_2	33-59	60	25	15	KuB
			C_3	59+	85	10	5	KuB
Doğal Mera (Sağ Sahil)	5	0	A_h	0-10	70	25	5	KuB
			C_1	10-35	80	11	9	KuB
			C_2	35-59	72	19	9	KuB
	6	50	A_h	0-9	48	45	7	B
			C_1	9-36	56	29	15	KuB
			C_2	36-67	60	23	17	KuB
	7	100	A_h	0-10	54	41	5	KuB
			C_1	10-25	52	39	9	KuB
			C_2	25-55	47	34	19	B
			C_3	55-74	62	27	11	KuB
	8	150	A_h	0-10	60	34	6	KuB
			C_1	10-43	38	32	30	KB
			C_2	43-70	41	32	27	KB
			C_3	70-107	48	34	18	B

AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü, KuB: Kumlu-Balçık, KB: Killi Balçık, B: Balçık,

Doğal orman topraklarına ait tekstür sınıfları kumlu balçık (KuB), kumlu killi balçık (KuKB) ve kum (Ku) olarak belirlenmiştir. Ana derenin sağ ve sol sahilindeki tüm üst horizonlarda (A_h, A_{el}) toprak türü KuB olarak tespit edilmiştir. Ambus and Lowrance (1990)'da, Kinston ve Alapaha akarsuları kenarındaki orman ekosistemlerinde üst toprakların KuB tekstürde olduklarını belirtmişlerdir. Açılan toprak profilleri değerlendirildiğinde kum miktarları % 50 - 98, kil miktarları % 1 - 27, toz miktarları ise % 1 - 36 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.5).

Doğal orman arazi kullanım türüne ait üst topraklarda (0 - 10 cm, 10 - 30 cm) kum miktarının ana dereden uzaklığa göre değişimi Şekil 4.5'te verilmiştir. Üst topraklarda (0 - 30 cm) yapılan istatistiksel analiz sonucunda ana dereden uzaklaştıkça kum miktarındaki değişimin önemli ($P < 0.05$) olduğu belirlenmiştir (Ek 3.2.1). Duncan testi sonucuna göre ise ana dereden 0 m ve 25 m uzaklıktaki toprakların, 50 m, 75 m, 100 m, 125 m ve 150 m uzaklıktaki topraklara göre kum miktarı bakımından farklı olduğu belirlenmiştir (Ek 3.2.2). Ana dereden 0 m ve 25 m uzaklıkta toprakların kum miktarı sırasıyla % 69 ve % 65 olarak belirlenmiştir. Raimbault (2011)'de su kenarı orman ekosistemlerinde yapmış olduğu bir çalışmada kum miktarını yüksek (% 54 - 46) kil miktarını ise düşük (% 9 - 8) olarak tespit etmiştir. Bir başka çalışmada Long (2015) su kenarı orman ekosisteminde kum miktarını % 54, kil miktarını ise % 15 olarak ölçmüştür.



Şekil 4.5 Doğal orman topraklarında kum miktarının ana dereden uzaklığa göre değişimi

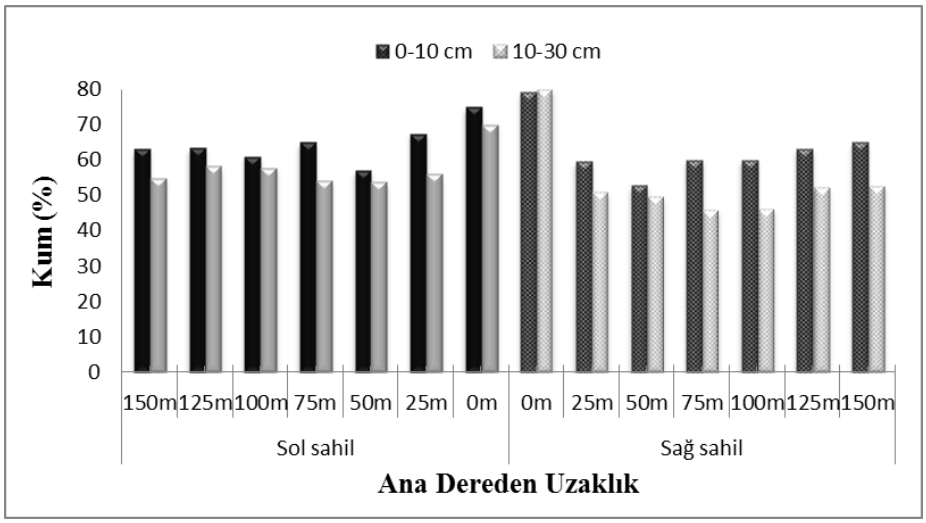
Çizelge 4.5 Doğal orman arazisi toprak profillerinde toprak türleri

AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon	Derinlik (cm)	Kum (%)	Toz (%)	Kil (%)	Toprak Türü
Doğal Orman (Sağ Sahil)	9	0	A_h	0-5	56	34	10	KuB
			A_{el}	5-33	55	36	9	KuB
			C_1	33-64	78	18	4	KuB
			C_2	64+	64	27	8	KuB
	10	50	A_h	0-3	69	26	5	KuB
			A_{el}	3-29	68	27	4	KuB
			B	29-47	53	27	20	KuKB
			C	47+	48	25	27	KuKB
	11	100	A_h	0-3	67	26	7	KuB
			A_{el}	3-12	66	27	7	KuB
			B	12-33	56	28	16	KuB
			C	33+	50	23	27	KuKB
	12	150	A_h	0-2	70	26	4	KuB
			A_{el}	2-6	72	25	3	KuB
			B	6-20	71	21	8	KuB
			C_n	20+	-	-	-	-
Doğal Orman (Sol Sahil)	13	0	A_{el}	0-16	81	18	1	KuB
			B	16-33	91	8	1	Ku
			C	33+	84	13	3	KuB
	14	50	A_h	0-3	73	23	4	KuB
			A_{el}	3-13	71	26	3	KuB
			B	13-69	87	10	3	Ku
			C	69+	98	1	1	Ku
	15	100	A_h	0-2	68	28	4	KuB
			A_{el}	2-29	71	26	3	KuB
			C_v	29+	-	-	-	-
	16	150	A_h	0-3	73	24	3	KuB
			A_{el}	3-14	75	22	3	KuB
			B	14-31	69	29	2	KuB
			C_n	31+	-	-	-	-

AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü, KuB: Kumlu Balçık, KB: Killi Balçık, B: Balçık, KuKB: Kumlu Killi Balçık

Orman içi açıklık arazi kullanım türü ait topraklarda yapılan tekstür analizi sonucunda, toprakların genel olarak kumlu balçık (KB) olduğu, tüm üst horizonlarda kum miktarının yüksek olduğu belirlenmiştir. Kum miktarları % 36 - 92, kil miktarları % 1 - 25, toz miktarları ise % 7 - 40 arasında değişmektedir. Tekstür sınıfları ise KuB, Ku, KuKB ve B olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Şekil 4.6'ya göre ana dereden uzaklaştıkça orman içi açıklık arazi kullanım türüne ait topraklarda ana dereden uzaklaştıkça kum miktarının azaldığı belirlenmiştir. Ana derenin her iki sahilinde yeşil hattaki üst topraklarda kum miktarı yüksek (% 72 - 75) ana dereden 150 m uzaklıktaki üst topraklarda kum miktarı ise düşük (% 61 - 63) olarak ölçülmüştür. Ek 3.2.1 incelendiğinde ana dereden uzaklaştıkça üst toprakların kum miktarındaki değişimin istatistiki olarak önemli ($P < 0.05$) olduğu bulunmuştur. Yapılan duncan testi sonucunda yeşil hattaki kum miktarının diğer tüm uzaklıklardan farklı olduğu belirlenmiştir (Ek 3.2.2). Lewis et al. (2003) su kenarı ekosistemlerinde yeşil hattaki üst toprakların genellikle alüvyal birikintilerden oluşan kumlu tektüre sahip topraklar olduğunu belirtmiştir. Chambers et al. (1999) ortalama taban suyu derinliği yüksek olan toprakların kumlu ve çakıllı kumlu tekstüre sahip olduğunu belirtmiştir. Benzer sonuçlar araştırma alanı topraklarında da bulunmuştur.



Şekil 4.6 Orman içi açıklık topraklarında kum miktarının ana dereden uzaklığa göre değişimi

Çizelge 4.6 Orman içi açıklık arazisi toprak profillerinde toprak türleri

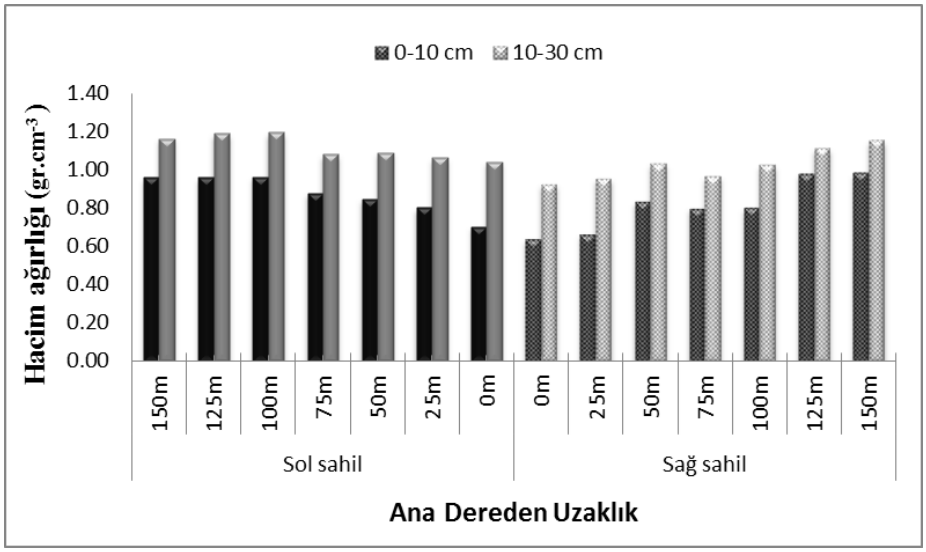
AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon (Katman)	Derinlik (cm)	Kum (%)	Toz (%)	Kil (%)	Toprak Türü
Orman İçi Açıklık (Sağ Sahil)	17	0	A_h	0-6	71	27	2	KuB
			C_1	6-17	78	21	1	KuB
			C_2	17-40	90	9	1	Ku
			C_3	40-66	90	9	1	Ku
	18	50	A_h	0-4	66	32	1	KuB
			C_1	4-18	61	35	4	KuB
			C_2	18-31	65	25	10	KuB
			C_3	31-62	77	18	5	KuB
			C_4	62-82	82	17	1	KuB
	19	100	A_h	0-7	55	41	4	KuB
			C_1	7-38	51	39	10	B
			C_2	38-64	36	44	20	B
			C_3	64-78	92	7	1	Ku
			C_4	78-95	70	22	8	KuB
	20	150	A_h	0-4	60	35	5	KuB
			C_1	4-16	62	34	4	KuB
			C_2	16-50	62	31	7	KuB
			C_3	50-62	72	21	7	KuB
			C_4	62+	54	32	14	KuB
Orman İçi Açıklık (Sol Sahil)	21	0	A_h	0-4	70	29	1	KuB
			C_1	4-37	74	21	5	KuB
			C_2	37-61	74	19	7	KuB
	22	50	A_h	0-5	60	38	2	KuB
			C_1	5-27	52	40	8	KuB
			C_2	27-42	71	25	4	KuB
			C_3	42-59	74	22	4	KuB
	23	100	A_h	0-6	64	31	5	KuB
			C_1	6-27	58	27	15	KuB
			C_2	27-50	53	22	25	KuKB
			C_3	50-75	52	23	25	KuKB
	24	150	A_h	0-7	63	32	5	KuB
			C_1	7-55	57	30	13	KuB

AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü, KuB: Kumlu-Balçık, KB: Killi Balçık, B: Balçık, KuKB: Kumlu Killi Balçık

4.1.3. Hacim ağırlığı

Doğal mera (DM) arazi kullanım türüne ait toprak profillerinde hacim ağırlığı 0.67 - 1.46 gr.cm^{-3} arasında değişmektedir. Tüm toprak profillerinde hacim ağırlığı derinliğe bağlı olarak yükselmektedir. (Çizelge 4.7). Özhan (2004) alt toprakların daha fazla sıkışmaları, daha az organik madde içermeleri, daha az kök ve toprak faunası aktivitesine sahip olmaları nedeni ile hacim ağırlıklarının yüksek olduğunu belirtmiştir.

Şekil 4.7'ye göre doğal mera AKT/AÖ topraklarının hacim ağırlığı her iki derinlik kademesinde (0 - 10 cm ve 10 -30 cm) ana dereden uzaklaştıkça yükseldiği belirlenmiştir. Ana dereden 0 m uzaklıkta toprakların hacim ağırlığı düşük (0.88 gr.cm^{-3}), 150 m uzaklıktaki toprakların hacim ağılığı ise yüksek (1.06 gr.cm^{-3}) olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.7 Doğal mera topraklarında hacim ağırlığının ana dereden uzaklığa göre değişimi

Üst topraklarda yapılan istatistiksel analiz sonucunda ana dereden uzaklaştıkça toprakların hacim ağırlığı önemli düzeyde ($P < 0.05$) değişmiştir (Ek 3.2.3). Duncan testi sonucuna göre ana dereden 0 m, 25 m, 50 m, 75 m, 100 m uzaklıktaki toprakların hacim ağırlığı 125 m ve 150 m uzaklıktaki toprakların hacim ağırlıklarından farklı olduğu belirlenmiştir (Ek 3.2.4) Chambers et al. (1999) su kenarı ekosistemlerinde

taban suyu derinliği orta yükseklikteki olan toprakların hacim ağırlığını, taban suyu derinliği düşük olan topraklara göre istatistiki olarak önemli bulmuştur. Benzer durum araştırma alanı topraklarında da gözlenmiş, ana dereden 100 m'ye kadar taban suyunun orta derinlikte olduğu topraklarda hacim ağırlığı düşük (0.88 - 0.99 gr.cm^{-3}) taban suyunun düşük olduğu 125 m ve 150 m uzaklıktaki toprakların hacim ağırlığı ise daha yüksek (1.03 - 1.06 gr.cm^{-3}) olarak ölçülmüştür.

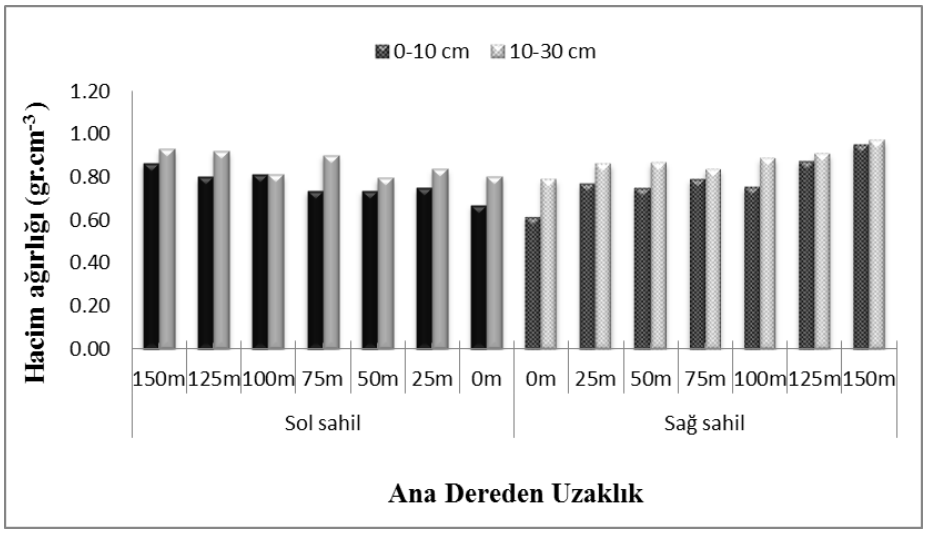
Çizelge 4.7 Doğal mera arazisi toprak profillerinde hacim ağırlığı

AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon (Katman)	Derinlik (cm)	Hacim Ağırlığı (gr.cm^{-3})
Doğal Mera (Sol Sahil)	1	0	A_h	0-6	0.82
			C_1	6-55	1.22
	2	50	A_h	0-5	0.84
			C_1	5-37	1.16
			C_2	37-62	1.18
	3	100	A_h	0-4	1.02
			C_1	4-28	1.24
			C_2	28-40	1.22
			C_3	40+	1.45
	4	150	A_h	0-8	0.96
			C_1	8-33	1.27
			C_2	33-59	1.23
			C_3	59+	1.18
Doğal Mera (Sağ Sahil)	5	0	A_h	0-10	0.77
			C_1	10-35	1.33
			C_2	35-59	1.34
	6	50	A_h	0-9	0.68
			C_1	9-36	1.21
			C_2	36-67	1.22
	7	100	A_h	0-10	0.67
			C_1	10-25	1.00
			C_2	25-55	1.21
			C_3	55-74	1.17
	8	150	A_h	0-10	0.62
			C_1	10-43	1.36
			C_2	43-70	1.37
			C_3	70-107	1.36

AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü

Doğal orman (DO) arazi kullanım türündeki topraklara ait hacim ağırlıkları 0.60 -1.41 gr.cm^{-3} arasında değişim göstermektedir. Üst topraklarda (A_h) ölçülen hacim ağırlıkları

alt topraklara göre daha düşük olarak belirlenmiştir. Organik maddenin toprakların strüktürel yapısını düzenlemesi ve topraklara kırıntılı bir yapı kazandırması nedeniyle ve organik maddenin kendi hacim ağırlığının düşük olması ile birlikte orman topraklarında üst horizonların hacim ağırlığı değerlerinin düşük olduğu düşünülmektedir. (Çizelge 4.8). Nitekim Williams et al. (2003)'de yaptıkları çalışma sonucunda orman topraklarında organik madde miktarının daha fazla olması nedeniyle orman topraklarında hacim ağırlıklarının (1.0 gr.cm^{-3}) tarım topraklarının hacim ağırlıklarından (1.6 gr.cm^{-3}) daha düşük olduğunu saptamışlardır. Lewis et al. (2003)'de organik maddenin artmasıyla birlikte hacim ağırlığının düştüğünü belirtmektedir. Şekil 4.8 incelendiğinde üst topraklarda (0 - 10 cm, 10 - 30 cm) ana dereden uzaklaştıkça hacim ağırlıkları yükselmiştir. Ek 3.2.3'te ana dereden uzaklaştıkça DO topraklarının hacim ağırlıkları istatiksel olarak önemli oranda ($P < 0.05$) değiştiği belirlenmiştir. Doğal orman arazi kullanım türü üst topraklarında en düşük hacim ağırlığı ana dereden 0 m uzaklıkta (0.77 gr.cm^{-3}), en yüksek hacim ağırlığı (0.90 gr.cm^{-3}) ise ana dereden 150 m uzaklıktaki üst topraklarda ölçülmüştür (Ek 3.2.4). Jieng et al. (2015) hacim ağırlığının su kenarı ekosistemlerinde toprak neminden dolayı daha düşük olduğunu belirtmiş ve toprak nemiyle hacim ağırlığı arasında ters ilişki olduğunu ifade etmiştir. Benzer durum araştırma alanı topraklarında da gerçekleşmiştir.



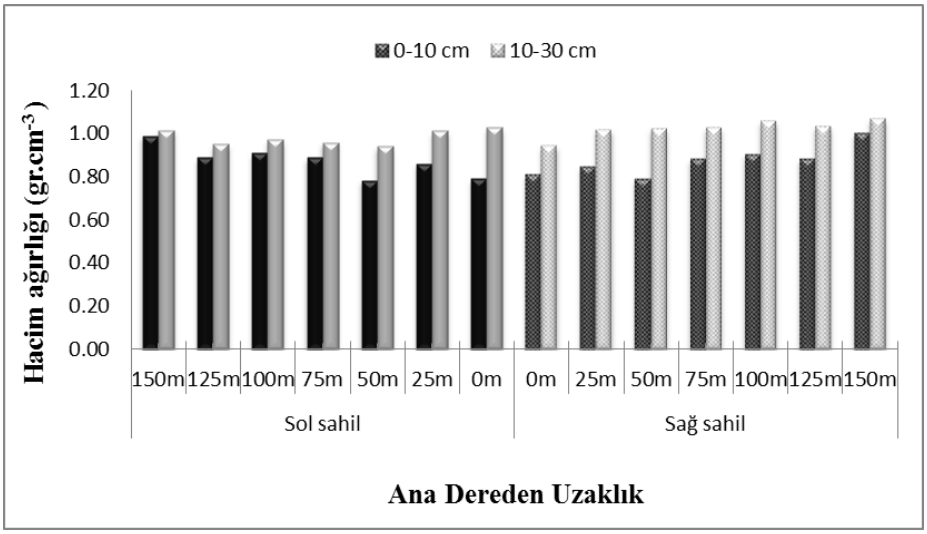
Şekil 4.8 Doğal orman topraklarında hacim ağırlığının ana dereden uzaklığa göre değişimi

Çizelge 4.8 Doğal orman arazisi toprak profillerinde hacim ağırlığı

AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon	Derinlik (cm)	Hacim Ağırlığı ($gr.cm^{-3}$)
Doğal Orman (Sağ Sahil)	9	0	A_h	0-5	0.60
			A_{el}	5-33	0.98
			C_1	33-64	1.10
			C_2	64+	1.12
	10	50	A_h	0-3	0.66
			A_{el}	3-29	0.63
			B	29-47	1.22
			C	47+	1.41
	11	100	A_h	0-3	0.72
			A_{el}	3-12	0.69
			B	12-33	1.12
			C	33+	1.39
	12	150	A_h	0-2	0.67
			A_{el}	2-6	0.65
			B	6-20	0.93
			C_n	20+	-
Doğal Orman (Sol Sahil)	13	0	A_{el}	0-16	0.70
			B	16-33	1.00
			C	33+	1.00
	14	50	A_h	0-3	0.62
			A_{el}	3-13	0.82
			B	13-69	1.08
			C	69+	1.06
	15	100	A_h	0-2	0.63
			A_{el}	2-29	0.65
			C_v	29+	-
	16	150	A_h	0-3	0.70
			A_{el}	3-14	0.86
			B	14-31	1.00
			C_n	31+	-

AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü

Orman içi açıklık (OİA) arazi kullanım türündeki toprak profillerinde genel olarak tüm hacim ağırlığı değerleri derinliğe bağlı olarak değişmiştir. Üst topraklarda (A_h) hacim ağırlıkları düşük (0.60 - 0.82 gr.cm^{-3}), alt topraklarda (C_1, C_2, C_3) ise (1.10 - 1.36 gr.cm^{-3}) yüksek olarak ölçülmüştür. Bu örnek alandaki toprakların hacim ağırlıkları 0.60 - 1.36 gr.cm^{-3}arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.9). Şekil 4.9'a göre OİA arazi kullanım türüne ait üst toprakların ana dereden uzaklaştıkça her iki derinlik kademesinde (0 - 10 cm, 10 - 30 cm) hacim ağırlıkları düşük olarak ölçülmüştür. Ancak istatiksel analiz sonucunda OİA AKT/AÖ'de ana dereden uzaklaştıkça hacim ağırlığındaki değişimin önemsiz ($P < 0.05$) olduğu ortaya çıkmıştır (Ek 3.2.3). Yürütülen bu çalışmada elde edilen bulgulara benzer bir sonuç, Chambers et. al. (1999) su kenarı orman içi açıklık arazi kullanım türü topraklarında taban suyu düşük ve orta derinlikte olan toprakların hacim ağırlıkları arasındaki farkı istatiksel olarak önemsiz bulmuştur.



Şekil 4.9 Orman içi açıklık topraklarında hacim ağırlığının ana dereden uzaklığa göre değişimi

Çizelge 4.9 Orman içi açıklık arazisi toprak profillerinde hacim ağırlığı

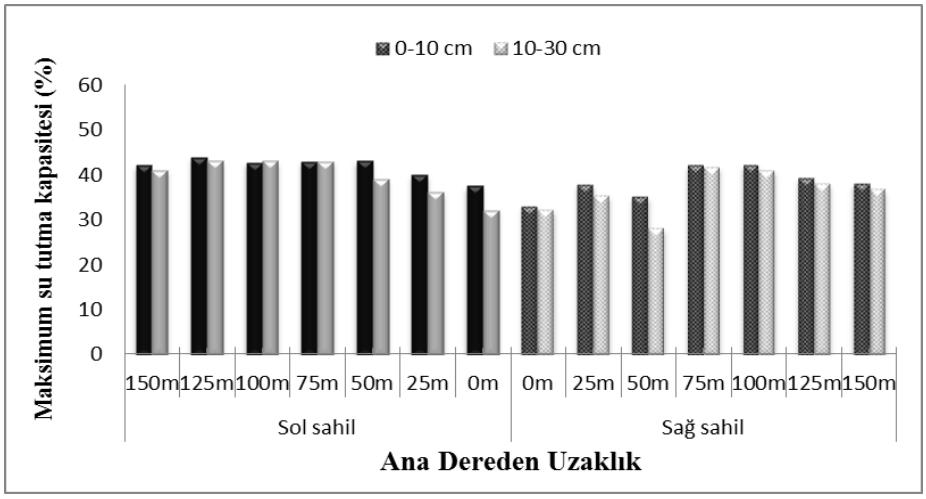
AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon (Katman)	Derinlik (cm)	Hacim Ağırlığı ($gr.cm^{-3}$)
Orman İçi Açıklık (Sağ Sahil)	17	0	A_h	0-6	0.82
			C_1	6-17	1.00
			C_2	17-40	1.02
			C_3	40-66	1.12
	18	50	A_h	0-4	0.94
			C_1	4-18	1.13
			C_2	18-31	1.13
			C_3	31-62	1.18
			C_4	62-82	1.17
	19	100	A_h	0-7	0.87
			C_1	7-38	1.08
			C_2	38-64	1.20
			C_3	64-78	1.25
			C_4	78-95	1.20
	20	150	A_h	0-4	0.73
			C_1	4-16	0.94
			C_2	16-50	1.09
			C_3	50-62	1.12
			C_4	62+	1.12
Orman İçi Açıklık (Sol Sahil)	21	0	A_h	0-4	0.78
			C_1	4-37	1.12
			C_2	37-61	1.18
	22	50	A_h	0-5	0.72
			C_1	5-27	1.00
			C_2	27-42	1.11
			C_3	42-59	1.32
	23	100	A_h	0-6	0.60
			C_1	6-27	1.06
			C_2	27-50	1.19
			C_3	50-75	1.36
	24	150	A_h	0-7	0.63
			C_1	7-55	1.10

AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü

4.1.4. Maksimum su tutma kapasitesi

Doğal mera arazi kullanım türü topraklarında maksimum su tutma kapasiteleri incelendiğinde % 18.6 - 55.7 arasında değişim göstermektedir. Maksimum su tuma kapasiteleri üst topraklarda organik madde miktarına bağlı olarak alt topraklara göre yüksek olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.10). Nitekim Babalık (2008)'de otlatılan ve korunan mera alanlarında maksimum su tutma kapasitelilerindeki % 10'luk farkın bozulan strüktür yapısındaki ve organik madde miktarındaki değişimden kaynaklanabileceğini ifade etmiştir.

Şekil 4.10'da doğal mera topraklarının ana dereden uzaklaştıkça maksimum su tutma kapasiteleri değişimi verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre ana dereden 0 m, 25 m ve 50 m uzaklıktaki toprakların maksimum su tutma kapasiteleri, 75 m, 100 m, 125 m ve 150 m uzaklıktaki topraklara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir(Ek 3.2.5, Ek 3.2.6, $P < 0.05$). Ancak bu farklılığın 0 m, 25 m ve 50 m uzaklıktaki toprakların içerdiği kum miktarından kaynakladığı düşünülmektedir (Kantarcı, 2000). Birçok araştırmacı (Sato et al. 2004; Zhang et al. 2006, Ilek et al. 2015, Ilek, et al. 2017) maksimum su tutma kapasitesinin toprakların fiziksel özelliklerinden makro boşluk hacmi, toplam boşluk hacmi, hacim ağırlığı, toprak bünyesi gibi özelliklere bağlı olarak değiştiğini ortaya koymuştur.



Şekil 4.10 Doğal mera topraklarında maksimum su tutma kapasiteleinin ana dereden uzaklığa göre değişimi

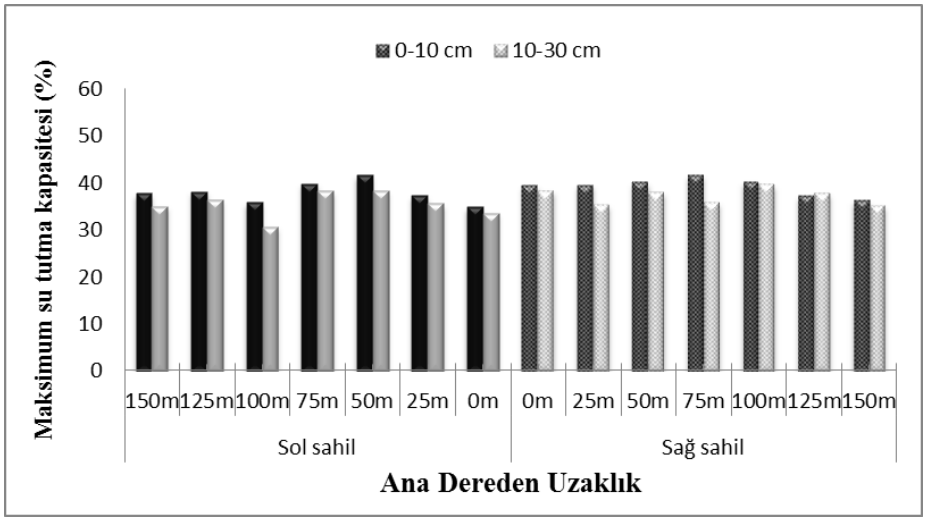
Çizelge 4.10 Doğal mera arazisi toprak profillerinde maksimum su tutma kapasitesi

AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon (Katman)	Derinlik (cm)	Maksimum Su Tutma Kapasitesi (%)
Doğal Mera (Sol Sahil)	1	0	A_h	0-6	55.8
			C_1	6-55	46.0
	2		A_h	0-5	55.1
			C_1	5-37	53.2
			C_2	37-62	41.1
	3	100	A_h	0-4	52.1
			C_1	4-28	52.9
			C_2	28-40	32.6
			C_3	40+	18.6
	4	150	A_h	0-8	52.9
			C_1	8-33	55.6
			C_2	33-59	51.1
			C_3	59+	27.1
Doğal Mera (Sağ Sahil)	5	0	A_h	0-10	37.8
			C_1	10-35	41.4
			C_2	35-59	39.9
	6	50	A_h	0-9	45.1
			C_1	9-36	49.6
			C_2	36-67	42.6
	7	100	A_h	0-10	48.2
			C_1	10-25	51.1
			C_2	25-55	54.4
			C_3	55-74	46.8
	8	150	A_h	0-10	33.7
			C_1	10-43	43.8
			C_2	43-70	68.1
			C_3	70-107	62.1

AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü

Doğal orman topraklarında maksimum su tutma kapasitesi değişimi % 18.5 ve % 56.0 olarak belirlenmiştir. (Çizelge 4.11). Açılan toprak profillerinde maksimum su tutma kapasiteleri incelendiğinde üst topraklarda (A_h, A_{el}) organik madde miktarına bağlı olarak alt topraklara (B, C) göre daha yüksek (% 53.1 - 43.5) ölçülmüştür. Ancak ana dereden 150 m uzaklıkta açılan toprak profillerindeki üst toprakların maksimum su tutma kapasiteleri alt topraklara göre daha düşük (% 19.1 - 26.6) ölçülmüştür. Bu durumun üst toprakların ıslanmazlık özelliğinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bir çok araştırmacı (Grelewicz and Plichta 1985, Sato et al. 2004, Zhang et al. 2009, Homa and Osuch 2009, Li et al. 2013) tarafından orman topraklarında maksimum su tutma kapasitesinin toprakların ıslanabilirlik yüzdeleri, üzerindeki ölü örtü ve organik maddenin yapısına, toprağın nem miktarına bağlı olarak değişebileceği ortaya koyulmuştur

Şekil 4.11'de DO arazi kullanım türüne ait üst toprakların (0 - 10 cm, 10 - 30 cm) ana dereden uzaklaştıkça maksimum su tutma kapasiteleri arasındaki değişim verilmiştir. Grafik incelendiğinde ana dereden 0 m ve 25 m uzaklıktaki toprakların maksimum su kapasitelerindeki farkın kum miktarındaki farktan kaynaklandığı düşünülebilir. Ancak üst topraklarda (0 - 30 cm) yapılan istatistiksel sonucunda doğal orman topraklarında maksimum su tutma kapasitesi arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz olarak belirlenmiştir. (Ek 3.2.5, $P > 0.05$).



Şekil 4.11 Doğal orman topraklarında maksimum su tutma kapasitelerinin ana dereden uzaklığa göre değişimi

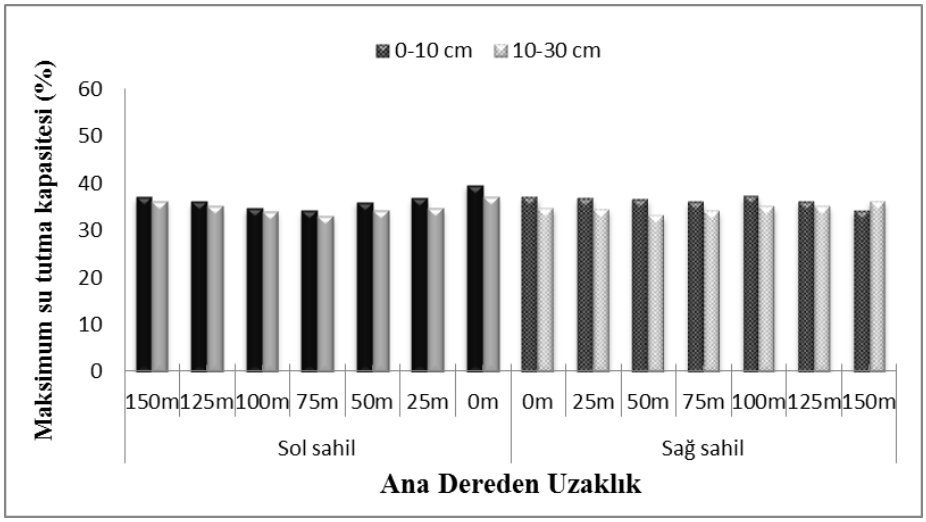
Çizelge 4.11 Doğal orman arazisi toprak profillerinde maksimum su tutma kapasitesi

AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon	Derinlik (cm)	Maksimum Su Tutma Kapasitesi (%)
Doğal Orman (Sağ Sahil)	9	0	A_h	0-5	53.1
			A_{el}	5-33	51.8
			C_1	33-64	53.4
			C_2	64+	51.3
	10	50	A_h	0-3	45.1
			A_{el}	3-29	40.8
			B	29-47	48.1
			C	47+	49.7
	11	100	A_h	0-3	45.6
			A_{el}	3-12	48.3
			B	12-33	56.0
			C	33+	47.5
	12	150	A_h	0-2	19.1
			A_{el}	2-6	28.0
			B	6-20	44.3
			C_n	20+	-
Doğal Orman (Sol Sahil)	13	0	A_{el}	0-16	43.5
			B	16-33	40.1
			C	33+	34.0
	14	50	A_h	0-3	41.9
			A_{el}	3-13	53.7
			B	13-69	42.8
			C	69+	36.9
	15	100	A_h	0-2	34.6
			A_{el}	2-29	38.2
			C_v	29+	
	16	150	A_h	0-3	26.6
			A_{el}	3-14	36.1
			B	14-31	41.6
			C_n	31+	-

AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü

Orman içi açıklık arazi kullanım türüne ait toprak profillerinde maksimum su tutma kapasitesi % 20.3 - % 50.3arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.12).

Üst toprakların ana dereden uzaklaştıkça maksimum su tutma kapasitesi değerlerindeki değişim Şekil 4.12'de verilmiştir. Orman içi açıklık arazi kullanım türü üst topraklarında, ana dereden uzaklaştıkça maksimum su tutma kapasitesi değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak olarak önemsiz ($P < 0.05$) olduğu belirlenmiştir. (Ek 3.2.5).



Şekil 4.12 Orman içi açıklık topraklarında maksimum su tutma kapasitesinin ana dereden uzaklığa göre değişimi

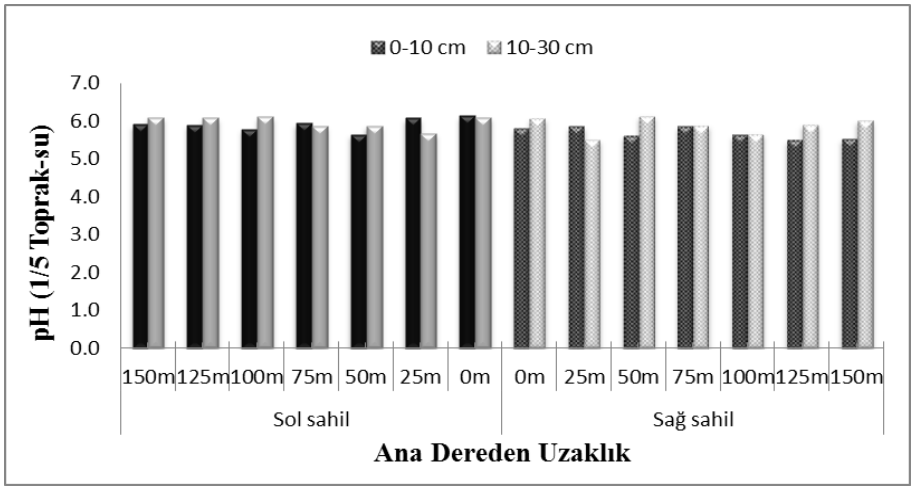
Çizelge 4.12 Orman içi açıklık arazisi toprak profillerinde maksimum su tutma kapasitesi

AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon (Katman)	Derinlik (cm)	Maximum Su Tutma Kapasitesi (%)
Orman İçi Açıklık (Sağ Sahil)	17	0	A_h	0-6	38.1
			C_1	6-17	41.8
			C_2	17-40	34.9
			C_3	40-66	39.8
	18	50	A_h	0-4	43.3
			C_1	4-18	46.0
			C_2	18-31	45.1
			C_3	31-62	40.9
			C_4	62-82	37.5
	19	100	A_h	0-7	47.6
			C_1	7-38	48.6
			C_2	38-64	48.3
			C_3	64-78	26.0
			C_4	78-95	44.5
	20	150	A_h	0-4	38.6
			C_1	4-16	48.9
			C_2	16-50	32.2
			C_3	50-62	29.0
			C_4	62+	45.3
Orman İçi Açıklık (Sol Sahil)	21	0	A_h	0-4	46.5
			C_1	4-37	50.3
			C_2	37-61	47.1
	22	50	A_h	0-5	43.8
			C_1	5-27	45.6
			C_2	27-42	44.7
			C_3	42-59	20.3
	23	100	A_h	0-6	41.5
			C_1	6-27	41.6
			C_2	27-50	42.3
			C_3	50-75	43.5
	24	150	A_h	0-7	38.5
			C_1	7-55	43.7

AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü

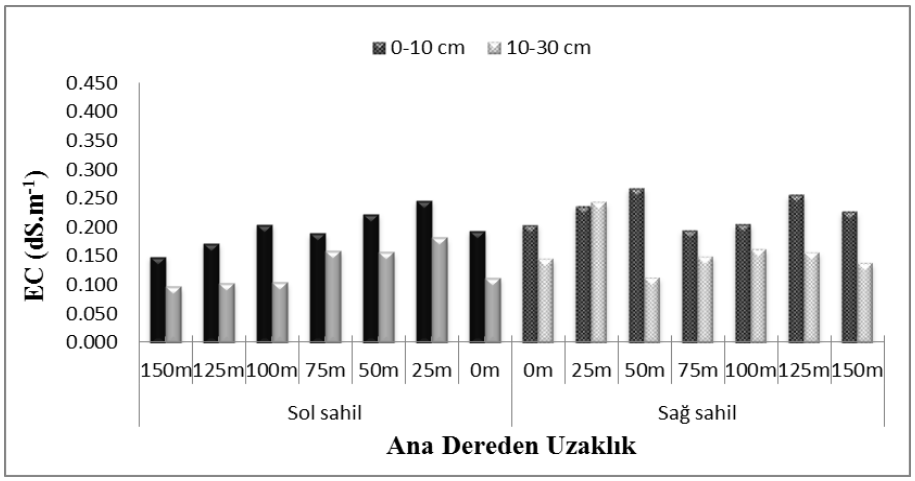
4.1.5. Toprak reaksiyonu (pH), Elektriksel iletkenlik (EC)

Araştırma alanı doğal mera topraklarının toprak reaksiyonları (pH) genel olarak orta derecede asit ve hafif asittir. Bütün doğal mera toprakların pH'ları 5.7 - 6.7arasındadır (Çizelge 4.13, Şekil 4.13). Araştırma alanı pH değerleri için istatiksel analiz yapılmamıştır. Bunun nedeni ise elde edilen pH değerleri arasındaki fark, pH sınıfları olarak farklılık yaratmamaktadır.



Şekil 4.13 Doğal mera topraklarında pH'nın ana dereden uzaklığa göre değişimi

Elektriksel iletkenlik 0.026 ile 0.363 $dS.m^{-1}$ arasında değişim göstermiştir. Bütün toprak profillerinde EC derinliğe bağlı olarak azalmıştır. Araştırma alanındaki topraklarda tuzluluk sorunu yoktur (Çizelge 4.13).



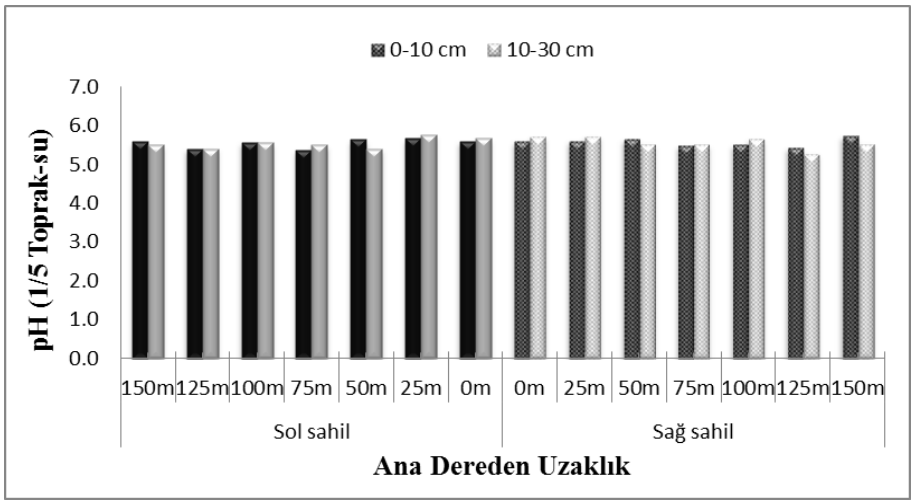
Şekil 4.14 Doğal mera topraklarında EC'nin ana dereden uzaklığa göre değişimi

Çizelge 4.13 Doğal mera arazisi toprak profillerinde pH ve EC

AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon (Katman)	Derinlik (cm)	pH (1/5 Toprak-Su)	EC ($dS.m^{-1}$)
Doğal Mera (Sol Sahil)	1	0	A_h	0-6	6.4	0.192
			C_1	6-55	6.7	0.049
	2	50	A_h	0-5	5.8	0.209
			C_1	5-37	5.7	0.055
			C_2	37-62	6.0	0.026
	3	100	A_h	0-4	5.9	0.157
			C_1	4-28	6.1	0.063
			C_2	28-40	6.2	0.031
			C_3	40+	6.5	0.030
	4	150	A_h	0-8	6.0	0.131
			C_1	8-33	5.8	0.043
			C_2	33-59	6.0	0.025
			C_3	59+	6.3	0.016
Doğal Mera (Sağ Sahil)	5	0	A_h	0-10	6.0	0.137
			C_1	10-35	6.1	0.058
			C_2	35-59	6.3	0.052
	6	50	A_h	0-9	5.7	0.186
			C_1	9-36	5.9	0.056
			C_2	36-67	6.2	0.033
	7	100	A_h	0-10	5.7	0.175
			C_1	10-25	5.9	0.094
			C_2	25-55	6.0	0.058
			C_3	55-74	6.5	0.027
	8	150	A_h	0-10	6.1	0.363
			C_1	10-43	5.8	0.309
			C_2	43-70	5.9	0.304
			C_3	70-107	5.6	0.239

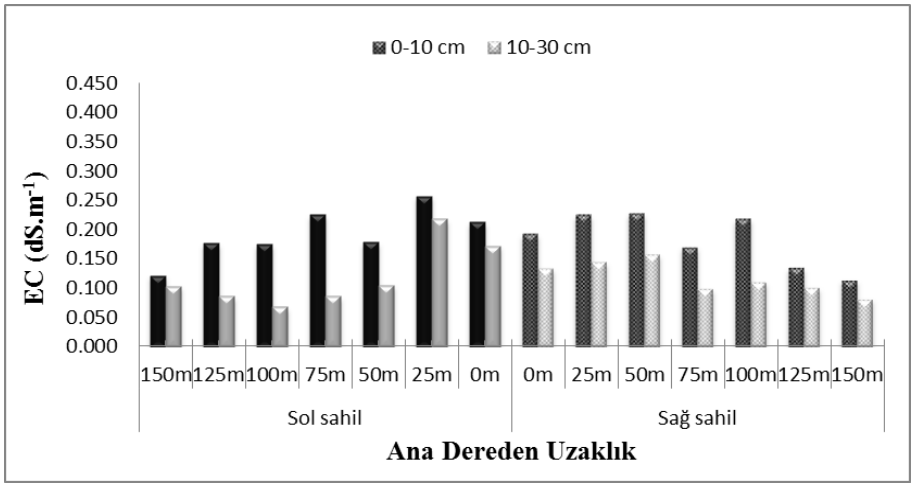
AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü

Doğal orman arazi kullanım türüne ait tüm topraklar asit özellik göstermiştir. Toprak reaksiyonları 5.2 - 6.7 arasında değişmekte olup, topraklar orta derecede asit veya hafif asit özelliktedir (Çizelge 4.14). Ana dereden uzaklaştıkça üst topraklara ait pH'lar arasında önemli değişiklikler görülmemiştir (Şekil 4.15)



Şekil 4.15 Doğal orman topraklarında pH'nın ana dereden uzaklığa göre değişimi

Doğal orman topraklarında da elektriksel iletkenlik (EC) değerleri derinliğe bağlı olarak değişmiştir. Alt topraklara ait EC değerleri üst topraklara göre daha düşük olarak belirlenmiştir (Şekil 4.16). EC değerleri 0.024 - 0.520 $dS.m^{-1}$ arasında değişim göstermiş, tuzluluk dereceleri bütün topraklarda tuzsuz olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.14, Şekil 4.16).



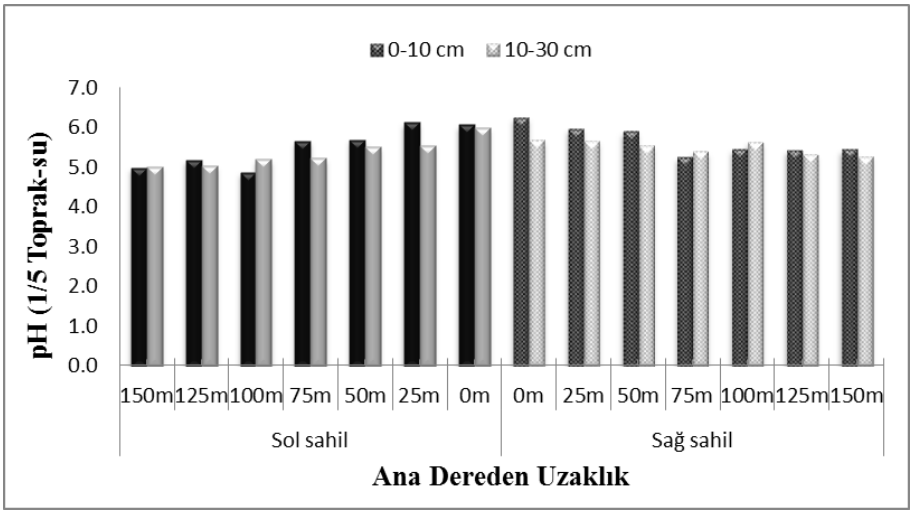
Şekil 4.16 Doğal orman topraklarında EC'nin ana dereden uzaklığa göre değişimi

Çizelge 4.14 Doğal orman arazisi toprak profillerinde pH ve EC

AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon	Derinlik (cm)	pH (1/5 Toprak-Su)	EC ($dS.m^{-1}$)
Doğal Orman (Sağ Sahil)	9	0	A_h	0-5	5.4	0.383
			A_{el}	5-33	6.2	0.099
			C_1	33-64	6.7	0.047
			C_2	64+	6.5	0.045
	10	50	A_h	0-3	5.3	0.109
			A_{el}	3-29	5.2	0.167
			B	29-47	5.3	0.045
			C	47+	5.4	0.029
	11	100	A_h	0-3	5.4	0.520
			A_{el}	3-12	5.2	0.284
			B	12-33	5.4	0.080
			C	33+	5.4	0.039
	12	150	A_h	0-2	5.9	0.343
			A_{el}	2-6	5.7	0.119
			B	6-20	5.5	0.039
			C_n	20+	-	-
Doğal Orman (Sol Sahil)	13	0	A_{el}	0-16	6.0	0.152
			B	16-33	5.8	0.049
			C	33+	5.9	0.050
	14	50	A_h	0-3	6.5	0.363
			A_{el}	3-13	6.1	0.202
			B	13-69	6.2	0.059
			C	69+	6.6	0.024
	15	100	A_h	0-2	5.5	0.340
			A_{el}	2-29	5.3	0.146
			C_v	29+		-
	16	150	A_h	0-3	5.54	0.155
			A_{el}	3-14		0.092
			B	14-31	5.53	0.030
			C_n	31+	5.47	-

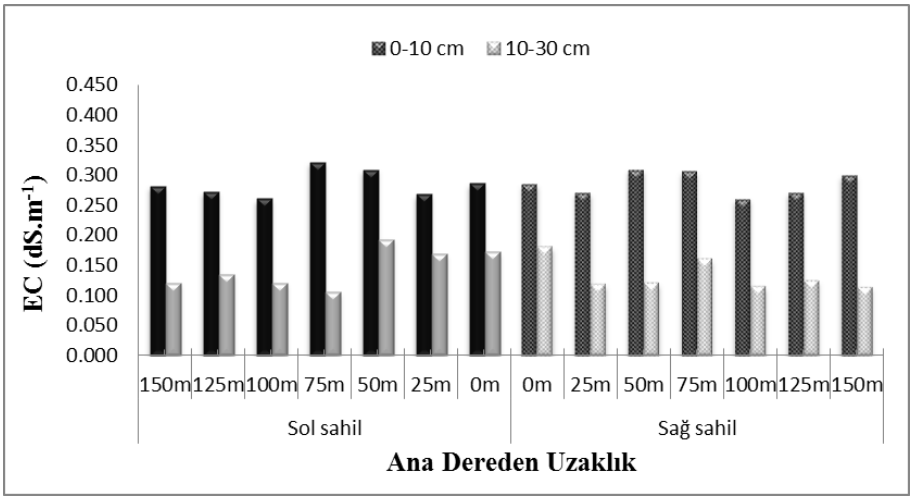
AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü

Orman içi açıklık (OİA) arazi kullanım türüne ait topraklar orta derece asit ve hafif asit reaksiyon göstermektedirler. Toprakların pH'ları 5.1 - 6.7 arasında değişmektedir (Çizelge 4.15, Şekil 4.17).



Şekil 4.17 Orman içi açıklık topraklarında pH'nın ana dereden uzaklığa göre değişimi

OİA arazi kullanım türüne ait toprakların elektriksel iletkenlikleri ise 0.021 - 0.449 $dS.m^{-1}$ arasında değişim göstermiştir. Araştırma alanı diğer arazi kullanımları topraklarında olduğu gibi orman içi açıklık kullanım türüne ait topraklarında EC'leri derinlikle birlikte azalmış olup, tuzluluk problemi görülmemektedir (Çizelge 4.15, Şekil 4.18).



Şekil 4.18 Orman içi açıklık topraklarında EC'nin ana dereden uzaklığa göre değişimi

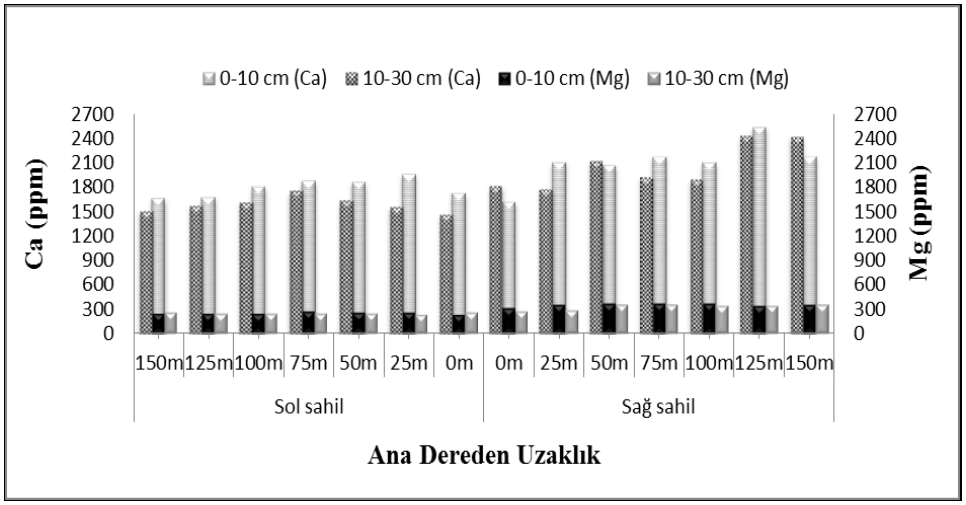
Çizelge 4.15 Orman içi açıklık arazisi toprak profillerinde pH ve EC

AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon (Katman)	Derinlik (cm)	pH (1/5 Toprak-su)	EC ($dS.m^{-1}$)
Orman İçi Açıklık (Sağ Sahil)	17	0	A_h	0-6	6.1	0.141
			C_1	6-17	5.6	0.112
			C_2	17-40	6.0	0.037
			C_3	40-66	6.0	0.041
	18	50	A_h	0-4	5.9	0.449
			C_1	4-18	5.6	0.101
			C_2	18-31	5.9	0.046
			C_3	31-62	6.4	0.029
			C_4	62-82	5.6	0.021
	19	100	A_h	0-7	6.0	0.277
			C_1	7-38	5.8	0.085
			C_2	38-64	6.1	0.035
			C_3	64-78	6.6	0.026
			C_4	78-95	6.7	0.051
	20	150	A_h	0-4	6.0	0.145
			C_1	4-16	5.6	0.156
			C_2	16-50	5.8	0.043
			C_3	50-62	6.3	0.028
			C_4	62+	6.4	0.039
Orman İçi Açıklık (Sol Sahil)	21	0	A_h	0-4	5.9	0.238
			C_1	4-37	5.6	0.082
			C_2	37-61	6.4	0.065
	22	50	A_h	0-5	6.2	0.295
			C_1	5-27	5.6	0.083
			C_2	27-42	5.9	0.054
			C_3	42-59	6.0	0.072
	23	100	A_h	0-6	5.4	0.186
			C_1	6-27	5.3	0.072
			C_2	27-50	5.6	0.031
			C_3	50-75	5.84	0.034
	24	150	A_h	0-7	5.10	0.158
			C_1	7-55	5.34	0.040

AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü

4.1.6. Kalsiyum (Ca) ve Magnezyum (Mg)

Doğal mera arazi kullanım türü topraklarında Ca miktarları 672 - 5463 ppm, Mg miktarları ise 115 - 638 ppm arasında değişmektedir. Chambers et al. (1999) değişebilir katyonları (Ca, Mg, Na, K) üst topraklarda yüksek, alt topraklarda ise daha düşük olarak belirlemiştir. Benzer durum araştırma alanı topraklarında da gerçekleşmiştir. Toprak profilleri incelendiğinde Ca ve Mg miktarları genel olarak üst topraklarda yüksek, alt topraklarda ise düşüktür (Çizelge 4.16). İstatistiksel analiz sonucuna göre ana dereden uzaklaştıkça toprakların Ca miktarları arasındaki fark istatistiki olarak önemli ($P < 0.05$) olarak bulunmuştur (Ek 3.2.7). Duncan testi sonucunda ise ana dereden 0 m uzaklıktaki Ca miktarı ile (1652 ppm) 125 m ve 150 m uzaklıktaki Ca miktarları (1941 - 2151 ppm) arasında istatistiksel olarak fark olduğu belirlenmiştir (Ek 3.2.8, $P < 0.05$). Aydeniz (1985)'te, topraktaki kalsiyum miktarı üzerinde toprağın tekstürü ve kireç kapsamının etkili olduğunu belirtmiştir. Araştırma alanı toprakları kireçsizdir. Ana dereden 0 m uzaklıktaki toprakların Ca miktarlarının düşük değerler almasının aynı alandaki toprakların kumlu tekstüre sahip topraklar olmaları sebebiyle açıklanabilir. Ana dereden 25 m ve diğer uzaklıktaki toprakların Ca miktarları genel olarak azalma eğilimindedirler. Ek 3.2.9 ve Ek 3.2.10'a göre ana dereden uzaklaştıkça toprakların magnezyum miktarı arasındaki değişim istatistiki açıdan önemli ($P < 0.05$) olduğu bulunmuştur (Şekil 4.19).



Şekil 4.19 Doğal mera topraklarında Ca (ppm)ve Mg (ppm) miktarının ana dereden uzaklığa göre değişimi

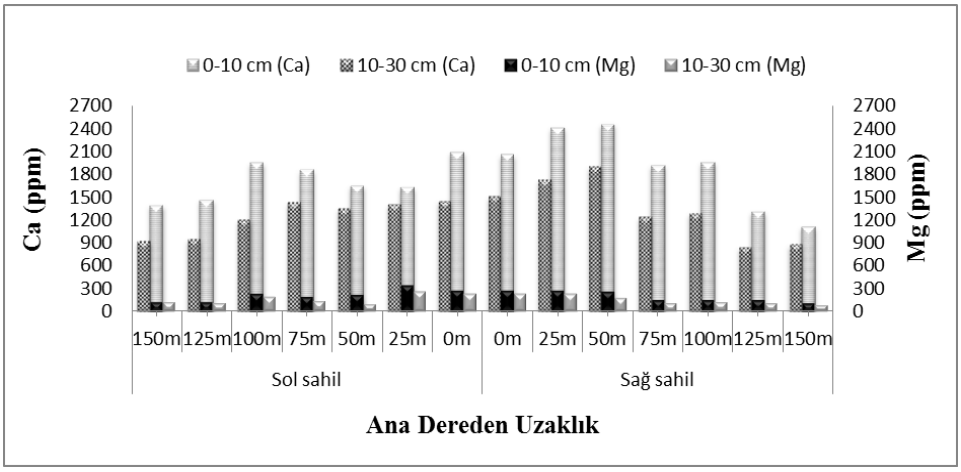
Çizelge 4.16 Doğal mera arazisi toprak profillerinde Ca ve Mg miktarı

AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon (Katman)	Derinlik (cm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
Doğal Mera (Sol Sahil)	1	0	A_h	0-6	1816	216
			C_1	6-55	1207	200
	2	50	A_h	0-5	2131	226
			C_1	5-37	1318	202
			C_2	37-62	1018	169
	3	100	A_h	0-4	1440	189
			C_1	4-28	1181	185
			C_2	28-40	936	177
			C_3	40+	672	115
	4	150	A_h	0-8	1773	270
			C_1	8-33	1450	243
			C_2	33-59	1320	243
			C_3	59+	981	175
Doğal Mera (Sağ Sahil)	5	0	A_h	0-10	1447	244
			C_1	10-35	1270	213
			C_2	35-59	1357	245
	6	50	A_h	0-9	1817	320
			C_1	9-36	1289	290
			C_2	36-67	1500	398
	7	100	A_h	0-10	1814	332
			C_1	10-25	1524	307
			C_2	25-55	1585	382
			C_3	55-74	1461	390
	8	150	A_h	0-10	2022	445
			C_1	10-43	2684	638
			C_2	43-70	5463	838
			C_3	70-107	5035	583

AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü

Doğal orman arazi kullanım türüne ait ana derenin sağ ve sol sahilinde açılan tüm toprak profillerinde Ca ve Mg miktarı toprak derinliğine bağlı olarak azaldığı belirlenmiştir (Raimbault 2011, Gumbert 2013). Araştırma alanı toprak profillerinde üst horizonlara (A_h) ait toprakların Ca miktarları 2219 p - 6960 ppm arasında, Mg miktarları ise 218 - 452 ppm arasında ölçülmüştür. Doğal orman topraklarındaki Ca miktarları 793 - 6960 ppm, Mg miktarları ise 95 - 452 ppm arasındadır. (Çizelge 4.17).

Lowrance et al. (2002) akarsuyun su kenarı orman alanı bölgesinden geçmeden önce ve geçtikten sonraki su örneklerinde azot (N), kalsiyum (Ca), fosfor (P) ve magnezyum (Mg) miktarlarını ölçmüşler, orman alanından geçtikten sonraki su örneklerinde bu değerlerin önemli derecede azaldığını belirlemişlerdir. Şekil 4.20'ye göre su kenarı orman ekosistemlerinde ana dereden uzaklaştıkça Ca ve Mg miktarı düşmektedir. Ana dereden uzaklığa göre Ca ve Mg miktarları arasında istatistiksel bakımdan önemli ($P < 0.05$) farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Ana dereden 0 m ve 25 m uzaklıkta Ca ve Mg miktarları yüksek (sırasıyla 1737 ppm ve 242 ppm) ortalama taban suyu derinliğinin düşük olarak belirlendiği ana dereden 150 m uzaklıktaki Ca ve Mg miktarı ise düşük (sırasıyla 1124 ppm ve 100 ppm) ölçülmüştür (Ek 3.2.10). Jencso et al. (2010) yapmış olduğu bir çalışmada ortalama taban suyu derinliğinin sığ olduğu su kenarı ekosistemleri ile kara ekosistemleri arasında Ca ve Mg miktarlarının önemli düzeyde değiştiğini ortaya koymuşlardır.



Şekil 4.20 Doğal orman topraklarında Ca (ppm)ve Mg (ppm) miktarının ana dereden uzaklığa göre değişimi

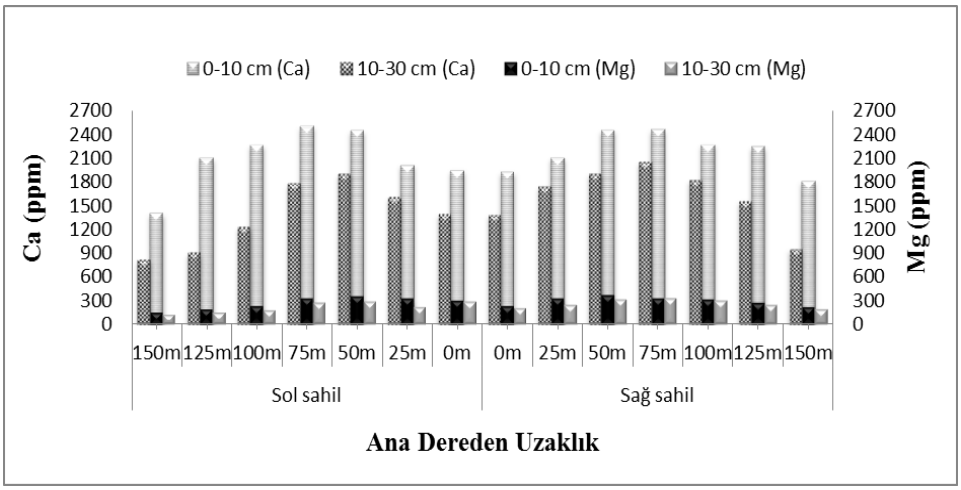
Çizelge 4.17 Doğal orman arazisi toprak profillerinde Ca ve Mg miktarı

AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon	Derinlik (cm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
Doğal Orman (Sağ Sahil)	9	0	A_h	0-5	2541	360
			A_{el}	5-33	1847	289
			C_1	33-64	1233	233
			C_2	64+	1141	305
	10	50	A_h	0-3	5009	452
			A_{el}	3-29	1758	221
			B	29-47	853	144
			C	47+	889	154
	11	100	A_h	0-3	4516	321
			A_{el}	3-12	2175	206
			B	12-33	929	132
			C	33+	804	121
	12	150	A_h	0-2	5123	370
			A_{el}	2-6	1685	203
			B	6-20	861	97
			C_n	20+	-	-
Doğal Orman (Sol Sahil)	13	0	A_{el}	0-16	1626	231
			B	16-33	767	207
			C	33+	874	294
	14	50	A_h	0-3	6960	407
			A_{el}	3-13	2569	280
			B	13-69	1136	191
			C	69+	814	149
	15	100	A_h	0-2	4683	396
			A_{el}	2-29	1259	190
			C_v	29+	-	-
	16	150	A_h	0-3	2219	218
			A_{el}	3-14	1362	132
			B	14-31	793	95
			C_n	31+	-	-

AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü

Orman içi açıklık arazi kullanım türüne ait toprak profilleri değerlendirildiğinde Ca miktarları 820 - 2419 ppm, Mg miktarları ise 95 - 452 ppm olarak ölçülmüştür. Ca ve Mg miktarlarının diğer arazi kullanımlarında olduğu gibi derinlikle birlikte azaldığı belirlenmiştir. En düşük Ca ve Mg miktarı ana dereden 150 m uzaklıktaki toprak profili C_3 horizonunda sırasıyla 1011 ppm ve 121 ppm, en yüksek Ca ve Mg miktarı ise ana dereden 50 m uzaklıktaki toprak profilinin A_h horizonunda sırasıyla 2419 ppm ve 453 ppm olarak ölçülmüştür. Ana dere yeşil hattaki (0 m) toprakların Ca ve Mg değerleri 25 m ve 50 m uzaklıktaki topraklara göre nispeten daha düşük ölçülmesi toprakların kum miktarındaki değişimden kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 4.18).

Şekil 4.21'de ise OİA arazi kullanım türüne ait üst toprakların ana dereden uzaklaştıkça Ca ve Mg değişimleri verilmiştir. Grafikler incelendiğinde 0 - 10 cm derinliklerde Ca ve Mg değerlerinin 10 - 30 cm derinliklerde ölçülen Ca ve Mg değerlerine göre daha yüksek ve ana dereden uzaklaştıkça 0 m ve 25 m uzaklıktaki topraklar hariç giderek azaldığı belirlenmiştir. İstatistiksel analiz sonucunda da ana dereden uzaklaştıkça toprakların Ca ve Mg değerleri arasındaki fark önemli ($P < 0.05$) çıkmıştır (Ek 3.2.10).



Şekil 4.21 Orman içi açıklık topraklarında Ca (ppm) ve Mg(ppm) miktarının ana dereden uzaklığa göre değişimi

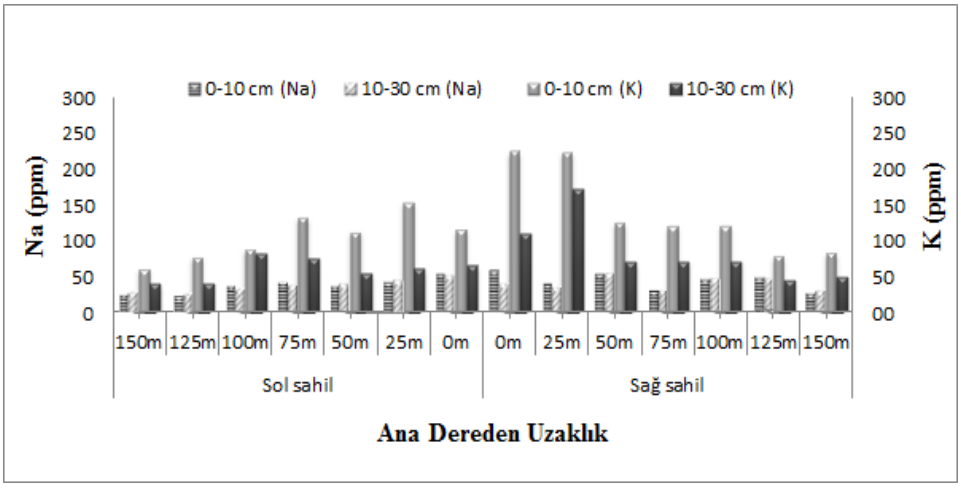
Çizelge 4.18 Orman içi açıklık arazisi toprak profillerinde Ca ve Mg miktarı

AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon (Katman)	Derinlik (cm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
Orman İçi Açıklık (Sağ Sahil)	17	0	A_h	0-6	1638	319
			C_1	6-17	1162	194
			C_2	17-40	1077	168
			C_3	40-66	885	131
	18	50	A_h	0-4	2419	453
			C_1	4-18	1567	277
			C_2	18-31	1394	300
			C_3	31-62	1082	295
			C_4	62-82	820	239
	19	100	A_h	0-7	2372	391
			C_1	7-38	1840	360
			C_2	38-64	1860	527
			C_3	64-78	1256	365
			C_4	78-95	1531	495
	20	150	A_h	0-4	2201	299
			C_1	4-16	1789	266
			C_2	16-50	1654	297
			C_3	50-62	1645	318
			C_4	62+	1621	391
Orman İçi Açıklık (Sol Sahil)	21	0	A_h	0-4	1500	230
			C_1	4-37	1033	136
			C_2	37-61	1300	218
	22	50	A_h	0-5	1807	270
			C_1	5-27	1269	176
			C_2	27-42	1037	180
			C_3	42-59	863	168
	23	100	A_h	0-6	1465	234
			C_1	6-27	1012	143
			C_2	27-50	1022	147
			C_3	50-75	1072	164
	24	150	A_h	0-7	1011	121
			C_1	7-55	853	66

AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü

4.1.7. Sodyum (Na), Potasyum (K)

Doğal mera (DM) arazi kullanım türünde ana derenin sağ ve sol sahilinde açılan toprak profillerine ait Na miktarlarının 12 - 41 ppm arasında değişmekte, K miktarlarının ise 36 - 294 ppm arasında değişmekte olduğu belirlenmiştir. (Çizelge 4.19). Toprakta sodyumun bulunuşu toprak reaksiyonu ile yakından ilişkilidir. Kantarcı (2000), asit ve nötr reaksiyonlu topraklarda sodyum miktarının düşük olduğunu belirtmiştir. DM toprakları genelde orta derecede asit ve hafif asit özellik göstermiştir. Ana bitki besin maddelerinden olan potasyum incelendiğinde ise araştırma alanı doğal mera toprakları potasyum miktarı bakımından "az veya çok az" olarak sınıflandırılmıştır (Anonymous 1990). İstatistiksel analiz sonucunda potasyum miktarı ana dereden uzaklaştıkça önemli düzeyde ($P < 0.05$) değişim göstermiş ancak elde edilen potasyum değerleri sınıf farklılarına neden olmamaktadır (Ek 3.2.13 ve Ek 3.2.14). Chen et al. (1987) topraktaki potasyum miktarının toprak nemi ve ıslaklığına bağlı olarak değiştiğini ifade etmişlerdir. Nitekim araştırma alanı topraklarında ortalama taban suyu derinliği düşük olarak sınıflandırılan ana dereden 125 m ve 150 m uzaklıkta topraklarda potasyum değerlerinin düşük olarak belirlenmiştir. Cooke (1982)'nin topraktaki potasyum içeriğine göre yapmış olduğu sınıflamada 50 ppm altındaki potasyum içeriklerinde mera ve çayır bitkilerinde potasyum eksikliğinin görüleceğini belirtmiştir. Ana dereden 125 m ve 150 m uzaklıktaki toprakların potasyum değerleri (40 - 55 ppm) bu sınıflamaya göre sınır değerler göstermektedir.



Şekil 4.22 Doğal mera topraklarında Na (ppm) ve K (ppm) miktarının ana dereden uzaklığa göre değişimi

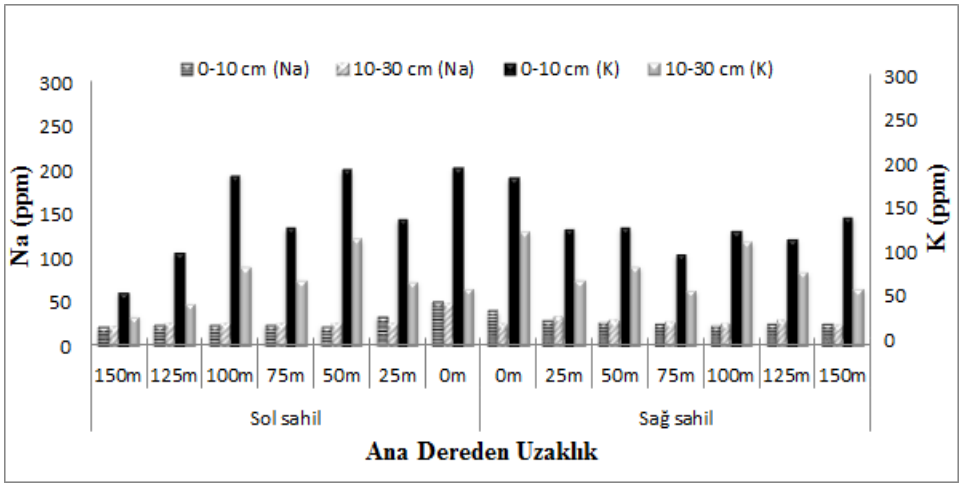
Çizelge 4.19 Doğal mera arazisi toprak profillerinde Na ve K miktarı

AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon (Katman)	Derinlik (cm)	Na (ppm)	K (ppm)
Doğal Mera (Sol Sahil)	1	0	A_h	0-6	17	109
			C_1	6-55	32	41
	2	50	A_h	0-5	41	135
			C_1	5-37	35	50
			C_2	37-62	24	36
	3	100	A_h	0-4	12	113
			C_1	4-28	12	114
			C_2	28-40	14	78
			C_3	40+	12	71
	4	150	A_h	0-8	13	161
			C_1	8-33	16	88
			C_2	33-59	20	65
			C_3	59+	19	55
Doğal Mera (Sağ Sahil)	5	0	A_h	0-10	20	83
			C_1	10-35	16	45
			C_2	35-59	27	40
	6	50	A_h	0-9	14	294
			C_1	9-36	19	67
			C_2	36-67	26	78
	7	100	A_h	0-10	16	279
			C_1	10-25	12	248
			C_2	25-55	20	121
			C_3	55-74	25	83
	8	150	A_h	0-10	15	233
			C_1	10-43	16	86
			C_2	43-70	20	80
			C_3	70-107	22	68

AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü

Doğal orman (DO) topraklarında Na miktarı 8 - 46 ppm arasında değişmekte, K miktarı ise 24 - 566 ppm arasında değişmektedir. K miktarının DO arazi kullanım türüne ait bütün toprak profillerinde derinliğe bağlı olarak azaldığı belirlenmiştir. K miktarı A_h horizonlarında yüksek (315 - 566 ppm) ölçülürken, alt topraklarda ise üst topraklara göre daha düşük (24 - 249 ppm) ölçülmüştür (Çizelge 4.20).

Doğal orman arazi kullanım türüne ait üst topraklarda (0 - 30 cm) yapılan istatistiksel analiz sonucunda ana dereden uzaklaştıkça sodyum ve potasyum miktarındaki değişim önemli ($P < 0.05$) olarak bulunmuştur (Şekil 4.23). Bu arazi kullanım türüne ait ana dereden 0 m uzaklıktaki topraklarda sodyum (41 ppm) ve potasyum (156 ppm) miktarı yüksek, ana dereden 125 m ve 150 m uzaklıktaki topraklarda sodyum (23 - 26 ppm) ve potasyum (94 - 76 ppm) miktarı düşük olarak ölçülmüştür (Ek 3.2.12, Ek 3.2.14)



Şekil 4.23 Doğal orman topraklarında Na (ppm) ve K (ppm) miktarının ana dereden uzaklığa göre değişimi

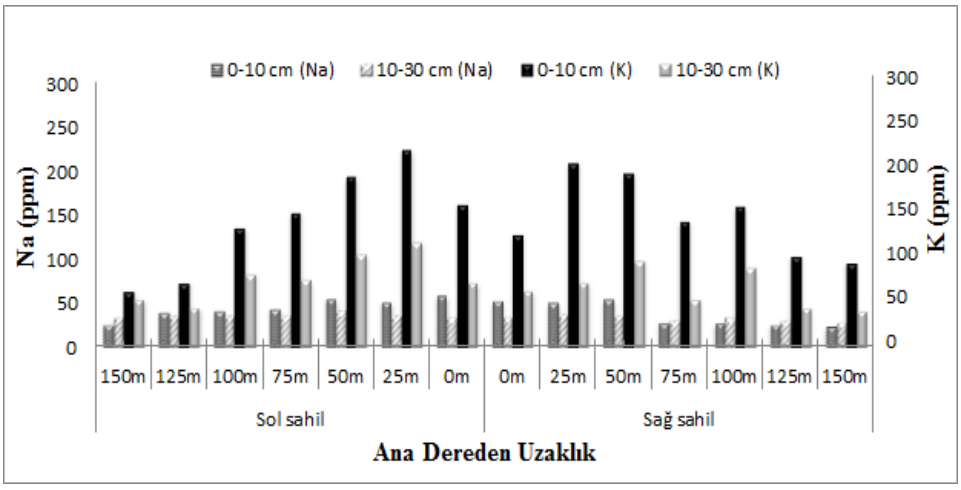
Çizelge 4.20 Doğal orman arazisi toprak profillerinde Na ve K miktarı

AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon	Derinlik (cm)	Na (ppm)	K (ppm)
Doğal Orman (Sağ Sahil)	9	0	A_h	0-5	14	362
			A_{el}	5-33	16	76
			C_1	33-64	18	28
			C_2	64+	46	26
	10	50	A_h	0-3	13	524
			A_{el}	3-29	8	233
			B	29-47	16	139
			C	47+	13	146
	11	100	A_h	0-3	13	339
			A_{el}	3-12	12	149
			B	12-33	9	139
			C	33+	32	119
	12	150	A_h	0-2	13	485
			A_{el}	2-6	12	160
			C_v	6-20	15	71
			C_n	20+	-	-
Doğal Orman (Sol Sahil)	13	0	A_{el}	0-16	15	240
			B	16-33	13	70
			C	33+	14	91
	14	50	A_h	0-3	12	566
			A_{el}	3-13	8	249
			B	13-69	15	49
			C	69+	9	37
	15	100	A_h	0-2	14	545
			A_{el}	2-29	12	231
			C_v	29+	-	-
	16	150	A_h	0-3	12	315
			A_{el}	3-14	15	193
			B	14-31	12	120
			C_n	31+	-	-

AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü

Orman içi açıklık (OİA) arazi kullanım türüne ait toprak profillerinde Na miktarı 9 - 48 ppm arasında değişim göstermektedir. K miktarları da araştırma alanında yer alan diğer arazi kullanım türlerinde olduğu gibi derinliğe bağlı olarak değişmekte ve yine aynı

şekilde üst topraklarda alt topraklara göre daha yüksek (135 - 415 ppm) ölçülmüştür (Çizelge 4.21). Winzeler et al. (2008) yapmış olduğu bir çalışmada topraklardaki farklı drenaj koşullarında potasyum çözülebilirliğinin nasıl değiştiğini belirlemeye çalışmış ve en iyi potasyum çözülebilirliği orta ve iyi drenajlı topraklarda belirlemiştir. Benzer durumun araştırma alanı alt topraklarında redoksimorfik ve anaerobik koşullardan kaynaklandığı düşünülebilir. Araştırma alanına ait su kenarı ekosistemlerinde bütün arazi kullanım türlerinde diğer bir çok araştırmacının (Chambers et al. 1999, Gumbert 2013) bulduğu sonuçlara benzer olarak sodyum ve potasyum miktarı derinlikle birlikte azalmıştır. OİA arazi kullanım türüne ait üst topraklarda (0 - 30 cm) yapılan istatistiksel analiz sonucunda ana dereden uzaklaştıkça sodyum ve potasyum miktarlarındaki değişim önemli ($P < 0.05$) olarak bulunmuştur (Ek 3.2.11, Ek 3.2.13). Sodyum ve potasyum miktarının 0 m uzaklıktaki topraklar hariç ana dereden uzaklaştıkça düştüğü ve 150 m uzaklıkta ise en düşük (sırasıyla 28 ppm, 61 ppm) olarak ölçülmüştür. Araştırma alanı yeşil hatta (0 m) bulunan topraklarda genel olarak kum miktarı ana dereden daha uzaktaki topraklara göre yüksek olarak belirlenmiştir. Acir (2010) yapmış olduğu bir çalışmada Yeşilırmak nehri kenarında bulunan örnekleme noktalarında potasyum miktarının düşük olduğunu ve potasyum miktarındaki düşüsün sebebini ise toprakların kumlu tesktüre sahip olması ile açıklamıştır. Yeşil hatta potasyum miktarının düşük olarak belirlenmesine sebep ölçülen yüksek kum miktarına bağlı olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4.24 Orman içi açıklık topraklarında Na (ppm) ve K (ppm) miktarının ana dereden uzaklığa göre değişimi

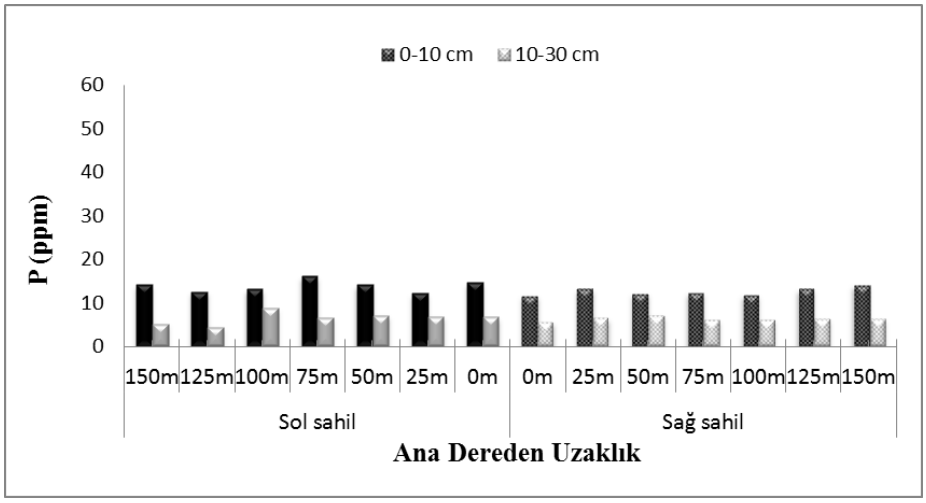
Çizelge 4.21 Orman içi açıklık arazisi toprak profillerinde Na ve K miktarı

AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon (Katman)	Derinlik (cm)	Na (ppm)	K (ppm)
Orman İçi Açıklık (Sağ Sahil)	17	0	A_h	0-6	43	168
			C_1	6-17	13	36
			C_2	17-40	16	24
			C_3	40-66	20	17
	18	50	A_h	0-4	36	190
			C_1	4-18	25	59
			C_2	18-31	24	34
			C_3	31-62	16	25
			C_4	62-82	16	19
	19	100	A_h	0-7	11	415
			C_1	7-38	17	92
			C_2	38-64	18	57
			C_3	64-78	22	74
			C_4	78-95	21	53
	20	150	A_h	0-4	10	339
			C_1	4-16	9	157
			C_2	16-50	14	75
			C_3	50-62	11	46
			C_4	62+	19	50
Orman İçi Açıklık (Sol Sahil)	21	0	A_h	0-4	37	135
			C_1	4-37	22	33
			C_2	37-61	25	26
	22	50	A_h	0-5	24	157
			C_1	5-27	22	54
			C_2	27-42	26	33
			C_3	42-59	21	31
	23	100	A_h	0-6	30	165
			C_1	6-27	30	76
			C_2	27-50	27	66
			C_3	50-75	48	60
	24	150	A_h	0-7	14	176
			C_1	7-55	30	59

AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü

4.1.8. Yarayışlı fosfor (P)

Doğal mera arazi kullanım türünde ana derenin sağ ve sol sahilinde açılan toprak profillerinde yarayışlı fosfor bakımından yapılan değerlendirme sonucunda en düşük P içeriği 3.57 ppm, en yüksek P içeriği ise 14.42 ppm olarak belirlenmiştir. Genel olarak doğal mera toprakları fosforca "fakir" ve fosforca "orta" grubunda yer almaktadır (Çizelge 4.22). Stevenson (1999), bitki gelişimi üzerine oldukça önemli etkiye sahip olan fosforun bitkiler tarafından alınabilirliğinin toprağın sahip olduğu kil tipi ve miktarı, toprak reaksiyonu, kireç, toprağın organik madde içeriği gibi bazı faktörlerin kontrolü altında gerçekleştiğini belirtmiştir. Araştırma alanındaki doğal mera toprakları kireçsiz, asit ve hafif asit reaksiyonlu, kil miktarı düşük topraklardır. Yarayışlı fosfor miktarının üst topraklarda alt topraklara göre daha yüksek değerler alması organik madde ile ilişkili olabilir. Araştırma alanı alt toprakları fosforca "yeterli", üst topraklar ise "yeterli veya çok fazla" olarak sınıflandırılmıştır. Ana dereden uzaklaştıkça doğal mera toprakları P miktarı bakımından önemli farklılıklar göstermemiştir (Şekil 4.25).



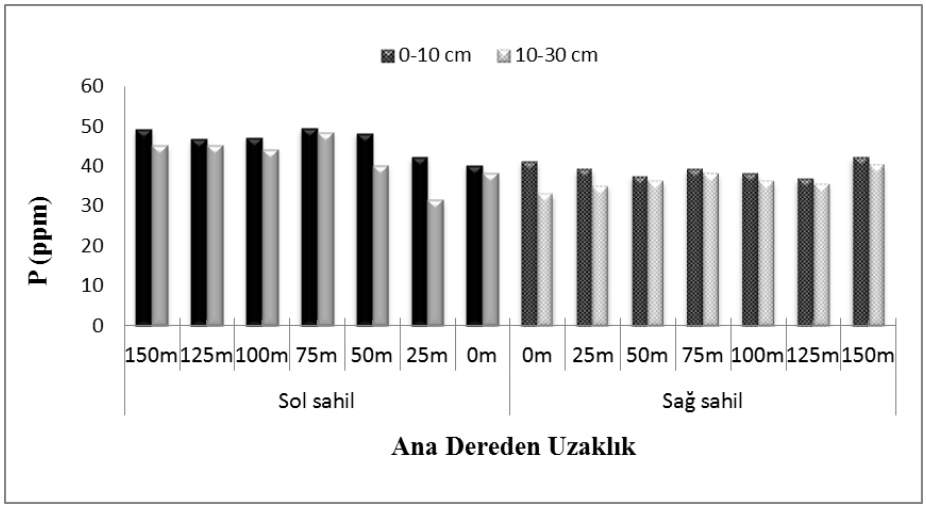
Şekil 4.25 Doğal mera topraklarında yarayışlı fosfor (P) miktarının ana dereden uzaklığa göre değişimi

Çizelge 4.22 Doğal mera arazisi toprak profillerinde yarayışlı fosfor (P)

AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon (Katman)	Derinlik (cm)	P (ppm)
Doğal Mera (Sol Sahil)	1	0	A_h	0-6	11.62
			C_1	6-55	5.53
	2	50	A_h	0-5	12.11
			C_1	5-37	6.93
			C_2	37-62	9.24
	3	100	A_h	0-4	11.76
			C_1	4-28	13.93
			C_2	28-40	15.75
			C_3	40+	15.12
	4	150	A_h	0-8	14.42
			C_1	8-33	6.23
			C_2	33-59	10.5
			C_3	59+	16.03
Doğal Mera (Sağ Sahil)	5	0	A_h	0-10	18.5
			C_1	10-35	9.01
			C_2	35-59	9.58
	6	50	A_h	0-9	14.1
			C_1	9-36	8.6
			C_2	36-67	10.1
	7	100	A_h	0-10	17.85
			C_1	10-25	8.68
			C_2	25-55	9.59
			C_3	55-74	11.13
	8	150	A_h	0-10	16.31
			C_1	10-43	5.11
			C_2	43-70	3.57
			C_3	70-107	5.95

AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü

Doğal orman topraklarında P içeriklerinin 12.25 -52.64 ppm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. (Çizelge 4.23). Braschi et al. (2003), nem ve organik maddenin topraklarda fosfor yarayışlılığına etkisini araştırmışlar ve toprağın organik madde kapsamı arttırıldığında ekstrakte edilen P miktarında toprağın su miktarından bağımsız olarak önemli derecede bir artış meydana geldiğini ortaya koymuşlardır. Organik madde uygulamalarının P miktarındaki etkinliği düşük nem içeriklerinde daha yüksek bulunmuştur. Butler et al. (2008) su kenarı ekosistemlerinde yapmış olduğu bir çalışmada, iyi drenaja sahip toprakların fosfor miktarının, kötü drenaja sahip topraklara göre daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Miller et al. (2014) ise Arkansas Barren Fork Creek havzasında sediment ve fosfor birikimlerini tahmin etmeye çalışmış, elde ettiği sonuçlara göre su kenarı orman ekosistemlerinin sedimentle birlikte taşınan fosfor miktarının önemli bir kısmını depo ettiğini belirtmiştir.



Şekil 4.26 Doğal orman topraklarında yarayışlı fosfor (P) miktarının ana dereden uzaklığa göre

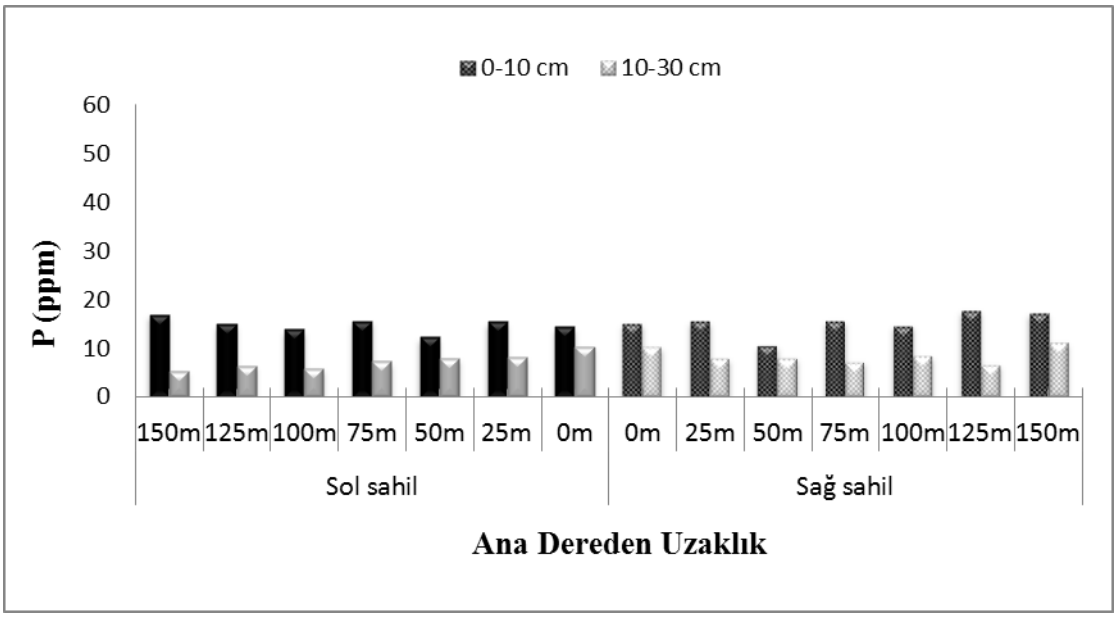
Çizelge 4.23 Doğal orman arazisi toprak profillerinde yarayışlı fosfor (P)

AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon	Derinlik (cm)	P (ppm)
Doğal Orman (Sağ Sahil)	9	0	A_h	0-5	29.12
			A_{el}	5-33	12.25
			C_1	33-64	12.18
			C_2	64+	22.26
	10	50	A_h	0-3	33.11
			A_{el}	3-29	40.39
			B	29-47	42.42
			C	47+	39.13
	11	100	A_h	0-3	32.69
			A_{el}	3-12	49.84
			B	12-33	33.25
			C	33+	49.98
	12	150	A_h	0-2	30.87
			A_{el}	2-6	40.39
			C_v	6-20	47.67
			C_n	20+	-
Doğal Orman (Sol Sahil)	13	0	A_{el}	0-16	25.48
			B	16-33	14.7
			C	33+	37.1
	14	50	A_h	0-3	52.43
			A_{el}	3-13	15.05
			B	13-69	13.37
			C	69+	14.07
	15	100	A_h	0-2	40.04
			A_{el}	2-29	52.64
			C_v	29+	-
	16	150	A_h	0-3	32.97
			A_{el}	3-14	30.8
			B	14-31	39.41
			C_n	31+	-

AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü

Orman içi açıklık (OİA) arazi kullanım türüne ait toprak profillerindeki fosfor içerikleri 4.34 ppm ile 13.30 ppm arasında olduğu belirlenmiştir. Ana derenin sağ ve sol sahilinde yer alan alt topraklar (C_1, C_2, C_3) yarayışlı fosfor bakımından genellikle "yeterli", üst topraklar (A_h) ise "fazla" olarak sınıflandırılmıştır (Çizelge 4.24).

OİA arazi kullanım türü üst topraklarında yapılan istatistiksel analiz sonucunda ana dereden uzaklaştıkça topraklarda yarayışlı fosfor miktarında önemli ($P < 0.05$) bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir (Şekil 4.27).



Şekil 4.27 Orman içi açıklık topraklarında yarayışlı fosfor (P) miktarının ana dereden uzaklığa göre değişimi

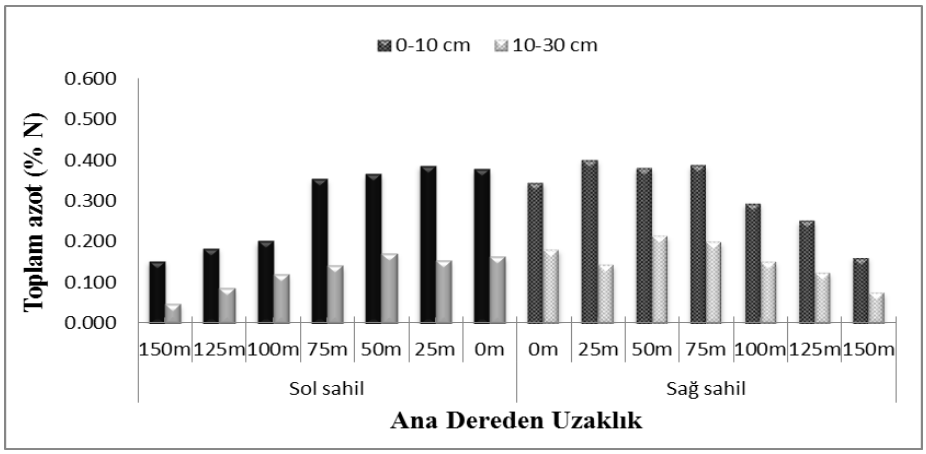
Çizelge 4.24 Orman içi açıklık arazisi toprak profillerinde yarayışlı fosfor (P)

AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon (Katman)	Derinlik (cm)	P (ppm)
Orman İçi Açıklık (Sağ Sahil)	17	0	A_h	0-6	12.81
			C_1	6-17	7.98
			C_2	17-40	7.63
			C_3	40-66	7.70
	18	50	A_h	0-4	13.30
			C_1	4-18	4.62
			C_2	18-31	4.62
			C_3	31-62	5.95
			C_4	62-82	6.35
	19	100	A_h	0-7	12.61
			C_1	7-38	5.95
			C_2	38-64	4.97
			C_3	64-78	8.61
			C_4	78-95	5.88
	20	150	A_h	0-4	11.76
			C_1	4-16	7.14
			C_2	16-50	6.39
			C_3	50-62	6.51
			C_4	62+	5.95
Orman İçi Açıklık (Sol Sahil)	21	0	A_h	0-4	12.53
			C_1	4-37	5.88
			C_2	37-61	4.69
	22	50	A_h	0-5	10.85
			C_1	5-27	6.51
			C_2	27-42	4.34
			C_3	42-59	8.19
	23	100	A_h	0-6	11.06
			C_1	6-27	5.04
			C_2	27-50	5.25
			C_3	50-75	7.63
	24	150	A_h	0-7	12.88
			C_1	7-55	8.40

AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü

4.1.9. Toplam Azot (N)

Toprağın anakayasında ve anakayadan gelen anorganik anamateryalde azot bileşikleri yoktur. Toprakta azotun kaynağı esas itibariyle organik materyaldir. Ayrıca yağışlarla havadan toprağa ulasan NOx (NO, NO_2, N_2O_5) gazları nitrit asidi ile diğer azot bileşikleri topraktaki azotun kaynağıdırlar (Çepel 1996; Kantarcı 2000). Birçok araştırmacının (Chambers 1999, Göl 2002, Yılmaz 2010, Raimbault 2011, Wang et al. 2014) elde ettiği sonuçlara benzer olarak doğal mera arazi kullanım türünde ana derenin sağ ve sol sahilinde açılan toprak profillerine ait üst topraklarda toplam azot miktarları % 0.124 - 0.483 arasında, alt topraklarda ise % 0.004 - 0.294 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Her iki sahilde ana dereden 50 m ve 100 m uzaklıkta açılan toprak profillerinde belirlenen toplam azot miktarı yüksek (%0.364 - 0.483), 150 m uzaklıkta açılan toprak profillerinde ise toplam azot miktarı düşük (% 0.016 - 0.124) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.25). Üst topraklarda (0 - 30 cm) ana dereden uzaklaştıkça topraktaki toplam azot miktarındaki fark istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur. Doğal mera arazi kullanım türüne ait topraklarda azot miktarı ana dereden uzaklaştıkça ortalama taban suyu derinliğine bağlı olarak düşmüştür (Şekil 4.28).



Şekil 4.28 Doğal mera topraklarında toplam azot (% N) miktarının ana dereden uzaklığa göre değişimi

Schilling et al. (2006) yapmış olduğu bir çalışmada toplam azot miktarı ile ortalama taban suyu derinliği arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu belirtmiştir. Ana dereden 50 m uzaklıkta toplam N miktarı en yüksek (% 0.297), 150 m uzaklıktaki topraklarda

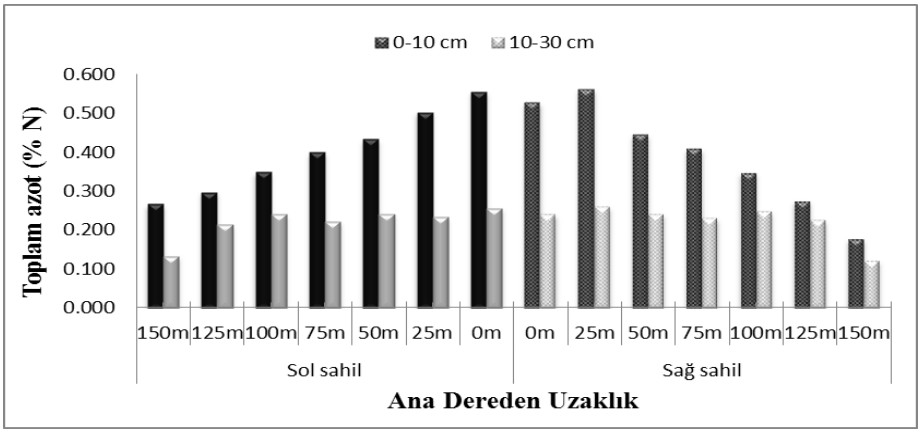
toplam N miktarı ise en düşük (% 0.116) olarak ölçülmüştür (Ek 3.2.16). Ana dereden 0 m ve 25 m uzaklıktaki toplam N miktarının 50 m uzaklığa göre daha düşük olması içerdiği kum miktarının yüksek oluşundan kaynaklandığı düşünülmektedir (Hill et al. 2004)

Çizelge 4.25 Doğal mera arazisi toprak profillerinde toplam azot (N) miktarı

AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon (Katman)	Derinlik (cm)	Azot (%)
Doğal Mera (Sol Sahil)	1	0	A_h	0-6	0.428
			C_1	6-55	0.118
	2	50	A_h	0-5	0.483
			C_1	5-37	0.112
			C_2	37-62	0.051
	3	100	A_h	0-4	0.294
			C_1	4-28	0.132
			C_2	28-40	0.054
			C_3	40+	0.004
	4	150	A_h	0-8	0.161
			C_1	8-33	0.102
			C_2	33-59	0.046
			C_3	59+	0.043
Doğal Mera (Sağ Sahil)	5	0	A_h	0-10	0.364
			C_1	10-35	0.161
			C_2	35-59	0.070
	6	50	A_h	0-9	0.395
			C_1	9-36	0.263
			C_2	36-67	0.042
	7	100	A_h	0-10	0.386
			C_1	10-25	0.222
			C_2	25-55	0.045
			C_3	55-74	0.038
	8	150	A_h	0-10	0.124
			C_1	10-43	0.087
			C_2	43-70	0.024
			C_3	70-107	0.016

AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü

Su kenarı ekosistemleri tarım alanları ve diğer kirletici alanlar ile akarsular arasında geçiş bölgeleri olması nedeniyle önemlidir alanları oluşturmaktadır (Tomer et al. 2003; Kladivko et al. 2004, Royer et. al. 2006, Dosskey et al. 2010). Yeraltı suları ve yüzeysel akışla akarsuların su kenarı ekosistemlerinden geçmesiyle sudaki NO_3 denitrifikasyon mikroorganizmaları ve bitkisel alım yoluyla toprağa bağlanabilmektedir (Jacobs and Gilliam 1985, Ambus and Lowrance 1991). Doğal orman AKT/AÖ topraklarında toplam azot miktarı % 0.016 - 1.262 arasında değişim göstermektedir. Ana derenin sağ ve sol sahilindeki bütün toprak profillerinde A_h horizonlarına ait azot miktarı % 0.406 - 1.262 arasında, A_{el} horizonlarına ait azot miktarı % 0.270 - 0.562 arasında, alt topraklara (B ve C) ait azot miktarı % 0.016 - % 0.298 arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.26). İkinci örnekleme alanı DO arazi kullanım türüne ait üst topraklarda ana dereden uzaklaştıkça topraklarda karbon miktarı istatistiksel olarak önemli düzeyde ($P < 0.05$) farklılar göstermiştir (3.2.15). Şekil 4. 29 incelendiğinde ana dereden uzaklaştıkça topraktaki karbon miktarı düşmüştür. Bu örnekleme alanında en yüksek toplam N miktarı (% 0.394) ana dereden 0 m uzaklıkta, en düşük toplam N miktarı (% 0.174) ana dereden 150 m uzaklıktaki topraklarda ölçülmüştür (Ek 3.2.16). Yürütülen bu çalışmaya paralel olarak Lowrance et al. (1995)'de su kenarı orman ekosistemlerindeki araştırması sonucunda su kenarını üç zona ayırmış, bunlardan ana dereye uzak olan Zon 3'te sadece sediment depolaması olduğunu, ana dereye yakın olan nemli bölgelerde Zon 1 ve Zon 2'de ise sediment depolaması yanında, denitrifikasyon, kıyı tamponu, N depolaması olduğunu belirtmiştir. Buna göre su kenarı ekosistemlerinde akarsu etkisi altında bulunan nemli bölge topraklarında N bakımından farklılıklar olduğu anlaşılmaktadır.



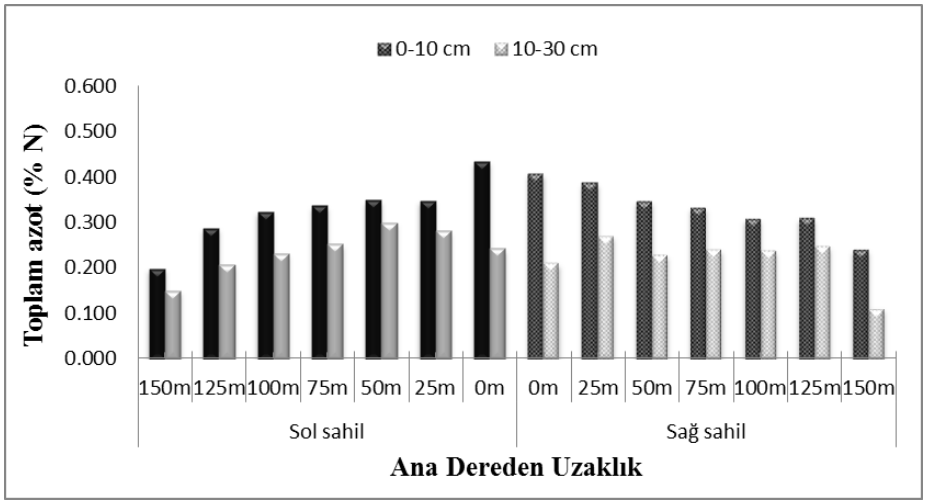
Şekil 4.29 Doğal orman topraklarında toplam azot (% N) miktarının ana dereden uzaklığa göre değişimi

Çizelge 4.26 Doğal orman arazisi toprak profillerinde toplam azot (N) miktarı

AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon	Derinlik (cm)	Azot (%)
Doğal Orman (Sağ Sahil)	9	0	A_h	0-5	0.975
			A_{el}	5-33	0.381
			C_1	33-64	0.048
			C_2	64+	0.039
	10	50	A_h	0-3	1.262
			A_{el}	3-29	0.452
			B	29-47	0.093
			C	47+	0.028
	11	100	A_h	0-3	0.899
			A_{el}	3-12	0.562
			B	12-33	0.281
			C	33+	0.032
	12	150	A_h	0-2	0.794
			A_{el}	2-6	0.484
			B	6-20	0.177
			C_n	20+	-
Doğal Orman (Sol Sahil)	13	0	A_{el}	0-16	0.529
			B	16-33	0.298
			C	33+	0.080
	14	50	A_h	0-3	0.884
			A_{el}	3-13	0.362
			B	13-69	0.051
			C	69+	0.016
	15	100	A_h	0-2	0.481
			A_{el}	2-29	0.314
			C_v	29+	-
	16	150	A_h	0-3	0.406
			A_{el}	3-14	0.270
			B	14-31	0.082
			C_n	31+	-

AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü

Orman içi açıklık (OİA) arazi kullanım türü ana derenin sağ ve sol sahilindeki toprak profillerine ait üst topraklarda (A_h) toplam azot miktarı % 0.198 - 0.357 arasında alt topraklarda (C_1, C_2, C_3) ise % 0.029 - 0.094 arasında değişim göstermiştir. Araştırma alanındaki diğer arazi kullanım türlerinde olduğu gibi orman içi açıklık arazi kullanım türünde de toplam azot miktarı derinliğe bağlı olarak azalmıştır (Çizelge 4.27). Otlatma baskısının olmadığı OİA alanındaki topraklarda Ek 3.2.15'e göre, ana dereden uzaklaştıkça toplam N miktarındaki değişim istatistiki olarak ($P < 0.05$) önemlidir. Şekil 4.30'a göre ana dereden uzaklaştıkça topraktaki toplam azot miktarı düşmüştür. Bu örnekleme alanında en düşük toplam azot miktarı (% 0.174) ana dereden 150 m uzaklıktaki topraklarda, en yüksek toplam azot miktarı ise ortalama taban suyu derinliğinin yüksek olduğu yeşil hatta ait topraklarda bulunmuştur (Ek 3.2.16). Araştırma bulgularına benzer sonuçlar elde eden Butler (2008) çalışmasında, toplam N miktarını, ortalama taban suyu derinliği yüksek olan zayıf drenaja sahip alanlarda nispeten iyi drenajlı süzek topraklara göre daha yüksek bulmuştur.



Şekil 4.30 Orman içi açıklık topraklarında toplam azot (% N) miktarının ana dereden uzaklığa göre değişimi

Çizelge 4.27 Orman içi açıklık arazisi toprak profillerinde toplam azot (N) miktarı

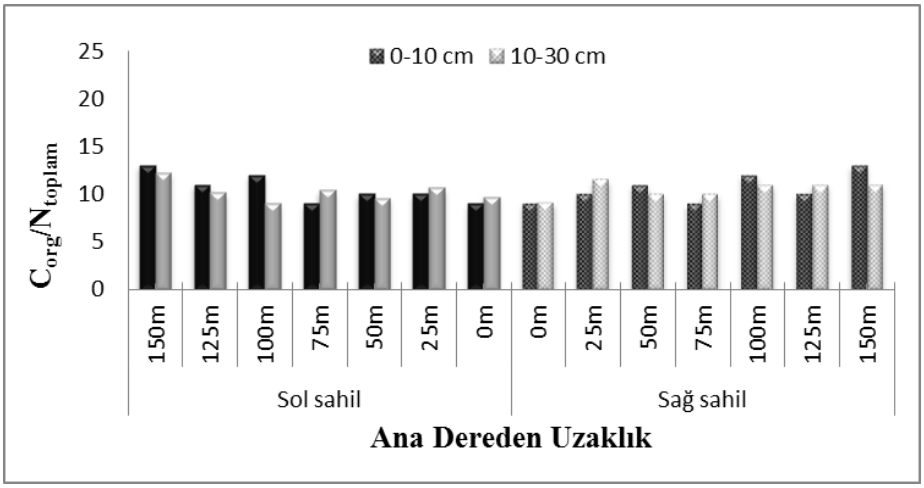
AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon (Katman)	Derinlik (cm)	Azot (%)
Orman İçi Açıklık (Sağ Sahil)	17	0	A_h	0-6	0.298
			C_1	6-17	0.129
			C_2	17-40	0.048
			C_3	40-66	0.032
	18	50	A_h	0-4	0.334
			C_1	4-18	0.218
			C_2	18-31	0.090
			C_3	31-62	0.043
			C_4	62-82	0.058
	19	100	A_h	0-7	0.282
			C_1	7-38	0.194
			C_2	38-64	0.053
			C_3	64-78	0.029
			C_4	78-95	0.032
	20	150	A_h	0-4	0.198
			C_1	4-16	0.190
			C_2	16-50	0.025
			C_3	50-62	0.024
			C_4	62+	0.029
Orman İçi Açıklık (Sol Sahil)	21	0	A_h	0-4	0.289
			C_1	4-37	0.178
			C_2	37-61	0.077
	22	50	A_h	0-5	0.357
			C_1	5-27	0.176
			C_2	27-42	0.108
			C_3	42-59	0.048
	23	100	A_h	0-6	0.278
			C_1	6-27	0.184
			C_2	27-50	0.087
			C_3	50-75	0.069
	24	150	A_h	0-7	0.201
			C_1	7-55	0.094

AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü

4.2. Toplam Organik Karbon (TOK) Miktarının Değişimi

Su kenarı ekosistemlerinde topraklar, alüvyal ve kolüvyal birikintilerin yanısıra periyodik olarak su altında kalmış alanlarda redoksimorfik koşullar meydana gelmektedir (Naiman and Decamps 1997, Bai et al. 2005, Rinklebe et al. 2007). Birçok araştırmacı (Batjes1996; Rinklebe et al. 2007, Zehetner et al. 2009, Cierjacks et al. 2010,Ricker et al. 2013, Sutfin et al. 2016) su kenarı ekosistemlerindeki toprakların diğer ekosistemlere göre depoladıkları yüksek organik karbon miktarının nedenini araştırmışlardır. Genel olarak araştırmacılar, karasal ve akarsu kaynaklarından gelen önemli miktarda allokton organik materyalden (Pinay et al. 1992, Cabezas and Comin 2010) ve su kenarı ekosistemlerindeki artan toprak nemiyle birlikte yüksek net birincil üretimle oluşan otokton organik maddeden (Tockner and Stanford 2002) kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Bernoux et al. (2006) ve Bernal and Mitsch (2008) su kenarı ekosistemlerindeki organik karbon dinamiklerinin sadece organik madde girişlerinden değil aynı zamanda organik maddenin stabil hale gelip ayrışmasının da (C_{org}/N_{toplam}) önemli olduğunu vurgulamışlardır. C_{org}/N_{toplam} oranı ölü örtünün ayrışma hızını izlemek ve ölü örtüde meydana gelen ağırlık kaybını tahmin etmek için kullanılan bir indekstir.

Şekil 4.31'de araştırma alanı doğal mera AKT / AÖ topraklarında C_{org}/N_{toplam} oranı verilmiştir. Buna göre araştırma alanı doğal mera AKT / AÖ topraklarında C_{org}/N_{toplam} oranı 15'ten küçüktür. Ancak ana dereye 125 m ve 150 m uzaklıktaki topraklarda bu oran (13 - 14) diğer uzaklıklardaki oranlara (9 - 10) göre daha yüksek olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.31). Kantarcı (2000), genel olarak, C_{org}/N_{toplam} oranı 15'ten küçükse ayrışma hızlı, 15 - 25 arasında ise ayrışmanın yavaşladığı ve 25'ten büyükse ayrışmanın zaman zaman engellendiğini ifade etmiştir.



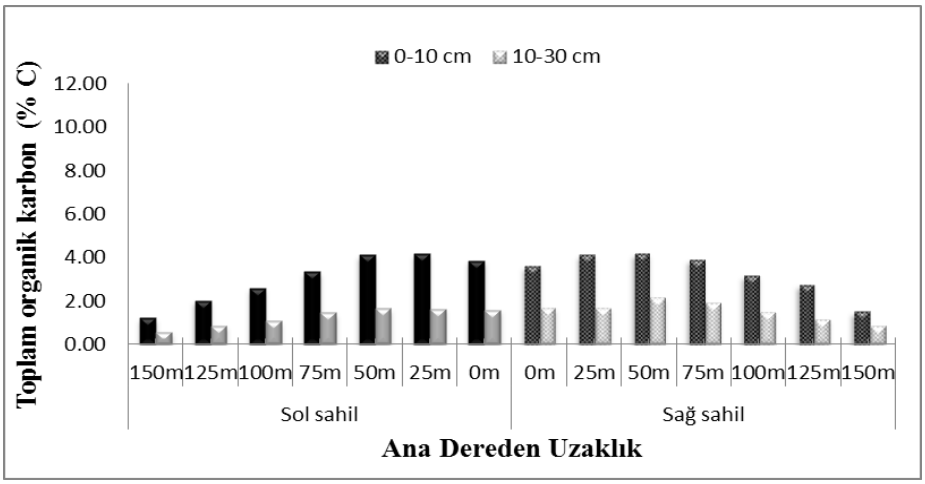
Şekil 4.31 Doğal mera topraklarında C_{org}/N_{toplam} oranının ana dereden uzaklığa göre değişimi

Doğal mera topraklarında ana derenin sağ ve sol sahilinde açılan toprak profillerinde Toplam Organik Karbon (TOK) miktarları üst topraklarda % 1.56 - 5.58 arasında, alt topraklarda ise % 0.19 - 2.33 arasındadır. Bütün toprak profillerinde karbon miktarları toprak derinliğine göre doğru orantılı bir şekilde azalmıştır. Toprak derinliği ile TOK ilişkisi konusunda yürütülen çalışmalarda (Juo and Manu 1996, Watanebe et al. 2001, Göl 2009, Göl et al., 2010, Yılmaz et al. 2011) benzer sonuçlar elde edildiği görülmüşütr. Ana derenin her iki sahilinde de yeşil hat (0 m uzaklık) ve ana dereden 50 m uzaklıkta açılan toprak profillerine ait üst topraklarda organik karbon miktarları yüksek (% 4.16 - 5.58), 150 m uzaklıktaki toprak profillerine ait üst topraklarda organik karbon miktarları düşük (% 1.56 - 1.93) olarak ölçülmüştür. Yeşil hattaki toprakların (0 m uzaklık) karbon miktarları (% 4.30) 50 m uzaklıktaki toprakların karbon miktarlarına (% 5.12) göre nispeten biraz daha düşük değerler alması içerdikleri kum miktarındaki farklılıktan ve akarsuyun eroziv etkisinden dolayı üst topraklardaki organik madde kaybından kaynaklandığı düşünülmektedir. (Çizelge 4.28).

Doğal mera topraklarında TOK miktarının ana dereye olan uzaklığa göre değişimi Şekil 4.32'de verilmiştir. Ana dereden uzaklaştıkça karbon miktarları arasında fark istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) düzeyde değişmiştir (Ek 3.2.17). Ana dereden uzaklaştıkça TOK miktarı ortalama taban suyu derinliği yüksek olarak sınıflandırılan 0 - 50 m uzaklıktaki topraklarda en yüksek (% 4.11 - 4.16) ortalama taban suyu derinliği düşük olarak sınıflandırılan 150 m uzaklıktaki topraklarda ise en düşük (% 1.22 - 1.50)

olarak ölçülmüştür. Gumbert (2013) su kenarı ekosistemlerinde yapmış olduğu bir çalışmada yeşil hatta (0 m) bulunan ağaçlandırma, doğal orman, mera arazi kullanım türlerine ait topraklarda ortalama TOK miktarını (% 2.15), ana dereden uzak topraklardaki ortalama TOK miktarını ise (% 1.81) olarak düşük belirlemiştir.

Duncan testi sonucunda ana dereden 0 m, 25 m, 50 m, 75 m, 100 m, 125 m uzaklıktaki topraklarda TOK miktarları arasında istatistiksel olarak fark olmadığı, 150 m uzaklıktaki TOK miktarları ile diğer bütün uzaklıktaki TOK miktarları arasında istatistiksel açıdan önemli ($P < 0.05$) düzeyde fark olduğu belirlenmiştir (Ek 3.2.18). Chambers (1999)'da Nevada su kenarı mera ekosistemlerinde yapmış olduğu bir çalışmada benzer sonuçlar elde etmiş, ortalama taban suyu derinliği düşük ve orta olarak belirlediği toprakların karbon miktarları arasında istatistiki olarak fark olmadığını analiz etmiş, ortalama taban suyu derinliğini yüksek olarak belirlediği toprakların karbon miktarının istatistiki olarak her iki sınıftan faklı ve yüksek olduğunu belirtmiştir. Bir başka çalışmada Norton et al. (2011) nem miktarı ve ortalama taban suyu derinliğinin yüksek olarak belirlediği su kenarı mera ekosistemleri ile aynı bölgede karasal mera ekosistemlerine ait toprakları karşılaştırmış, su kenarı ekosistemlerinde karasal ekosistemlere göre iki kat daha fazla karbon, azot, çözünmüş karbon, çözünmüş azot bulunduğunu ortaya koymuştur. Stoy (2012) su kenarı ekosistemlerinde yükselip alçalan taban suyu derinlikleri ile karbon ve azot miktarları arasında dinamik bir ilişkinin olduğunu ortaya belirtmiştir.



Şekil 4.32 Doğal mera topraklarında toplam organik karbon (% C) miktarının ana dereden uzaklığa göre değişimi

Birçok araştırmada (Riveros and McGlynn 2009, Pacific et al. 2010) su kenarı ekosistemlerinde, arazi kullanım türü ve özellikleri toprakta depolanan organik karbon miktarını etkilediği belirtilmektedir. Doğal mera arazi kullanım türüne ait üst topraklarda (0 - 30 cm) Duncan testi sonucuna göre ana dereden 125 m'ye kadar olan uzaklıktaki toprakların karbon miktarı arasında fark olmadığı saptanmıştır (Ek 3.2.18). Doğal mera AKT/AÖ'ne ait ana derenin sağ ve sol sahilindeki diğer toprak özellikleri, topoğrafik ve morfolojik özellikler, ortalama taban suyu derinlikleri ve vejetasyon özellikleri de dikkate alınarak karbon depolama kapasitesi bakımından optimum zon genişliği 125 m olarak belirlenmeye çalışılmıştır. Belirlenen optimum zon genişliğine göre Aladağ Çayı havzası su kenarı mera ekosistemi topraklarında (0 - 30 cm) 38.18 t/ha TOK depolanmaktadır. Havzaya ait karasal mera ekosistemleri topraklarında ise 18.30 t/ha organik karbon depolanmaktadır.

Çizelge 4.28 Doğal mera arazisi toprak profillerinde toplam organik karbon (TOK)

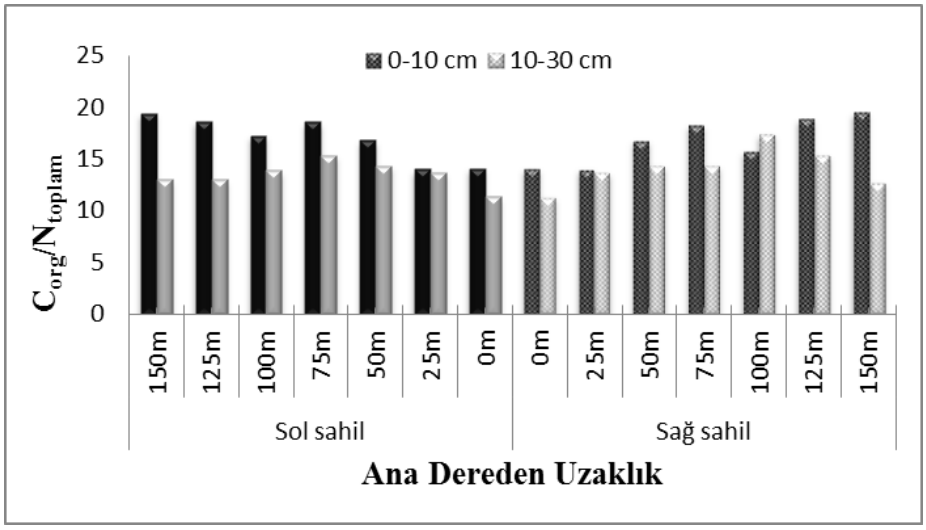
AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon (Katman)	Derinlik (cm)	Karbon (%)
Doğal Mera (Sol Sahil)	1	0	A_h	0-6	4.44
			C_1	6-55	0.61
	2	50	A_h	0-5	5.58
			C_1	5-37	1.31
			C_2	37-62	0.37
	3	100	A_h	0-4	3.36
			C_1	4-28	1.40
			C_2	28-40	0.44
			C_3	40+	0.14
	4	150	A_h	0-8	1.56
			C_1	8-33	1.12
			C_2	33-59	0.45
			C_3	59+	0.43
Doğal Mera (Sağ Sahil)	5	0	A_h	0-10	4.16
			C_1	10-35	2.18
			C_2	35-59	0.66
	6	50	A_h	0-9	4.66
			C_1	9-36	2.33
			C_2	36-67	0.36
	7	100	A_h	0-10	3.82
			C_1	10-25	2.08
			C_2	25-55	0.57
			C_3	55-74	0.32
	8	150	A_h	0-10	1.93
			C_1	10-43	0.94
			C_2	43-70	0.48
			C_3	70-107	0.19

AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü

Su kenarı orman ekosistemleri küresel ısınmayı hafifletmek için önemli karbon depolama ve yutak alanlar olarak bilinmektedir (Qin et al. 2017). Toprak kalitesini ve ekosistem sağlık durumunu değerlendirmek için önemli bir ölçüm indeksi olan toprak organik karbonu (Celentano et al. 2016), su kenarı orman ekosistemlerinde diğer karasal

ekosistemlere göre daha fazla depolanmaktadır (Coleman et al. 2004, Bedison et al. 2013, Ricker et al. 2014).

Araştırma alanında doğal orman AKT/AÖ'de ana dere yeşil hattaki toprak profillerine ait üst topraklarda (A_h) toplam organik karbon miktarı (% 17.06 - 20.48) ana dereden 150 m uzaklıkta açılan toprak profillerine ait üst topraklardaki TOK miktarına (% 10.11 - 11.06) göre daha yüksektir (Çizelge 4.29). Kantarcı (2000)'de yapmış olduğu sınıflamaya göre ana dere yeşil hattaki topraklarda ayrışma hızlı (C_{org}/N_{toplam} : 14.07), 150 m uzaklıktaki topraklarda ise ayrışmanın daha yavaş (C_{org}/N_{toplam}: 19.49) gerçekleştiği belirlenmiştir (Şekil 4.33) Tolunay (1997)'de yürütülen bu çalışmaya benzer sonuçlar elde etmiş ve araştırma alanı ile aynı havzada yer alan Aladağ bölgesinde karasal sarıçam ormanlarına ait üst topraklarda (A_h) farklı yıllara ait C_{org}/N_{toplam} oranlarını 17 - 27 aralığında olduğunu ortaya koyarak ayrışmanın yavaş olduğunu belirtmiştir.

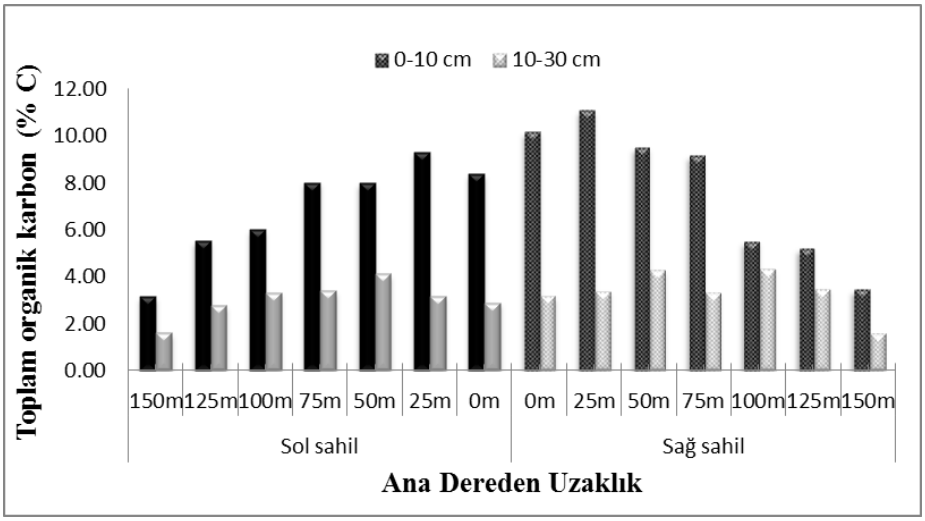


Şekil 4.33 Doğal orman topraklarında C_{org}/N_{toplam} oranının ana dereden uzaklığa göre değişimi

Araştırma alanı doğal orman (DO) arazi kullanım türüne ait toprak profillerinde toplam organik karbon (TOK) miktarı % 0.40 - 22.01 arasında değişim göstermiştir. Ana derenin sağ ve sol sahilindeki toprak profillerinde A_h horizonlarına ait TOK miktarı % 10.11 ile % 22.01 arasında, A_{el} horizonlarına ait topraklarda % 3.43 ile % 13.79 arasında, alt topraklarda (B ve C) ise % 5.31 - % 0.40 arasında değişim gösterdiği

belirlenmiştir (Çizelge 4.29).

Şekil 4.34'de DO arazi kullanım türüne ait üst topraklarda TOK miktarının ana dereye olan uzaklığa göre değişimi verilmiştir. İstatistiksel analiz sonucunda ana dereden uzaklaştıkça TOK miktarı arasındaki fark önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur. ortalama taban suyu derinliği orta olarak sınıflandırılan ana dereden 0 m uzaklıktaki yeşil hatta ait topraklarda TOK miktarı yüksek (% 8.36 - 10.15), ana dereden 150 m uzaklıktaki TOK miktarları ise düşük (% 3.16 - 3.44) ölçülmüştür. Hazlett et al. (2005)'te yapmış olduğu çalışmasında boreal orman kuşağında bulunan su kenarı orman ekosistemine ait organik horizonlar da TOK miktarını (% 34.2) karasal ekosisteme ait TOK miktarına (% 29.8) göre daha yüksek bulduğunu ifade etmiştir. Duncan testi sonucunda ana dereden 0 m, 25 m, 50 m, 75 m, 100 m, uzaklıktaki toplam organik karbon miktarları arasında fark olmadığı, 125 m ve 150 m uzaklıktaki topraklara ait TOK miktarlarının diğer bütün uzaklıktaki TOK miktarları arasında fark olduğu ancak, 125 m ve 150 m uzaklıktaki karbon miktarlarının kendi içinde farklı olmadığı belirlenmiştir (Ek.3.2.18). Elde edilen sonuçlara göre doğal orman AKT/AÖ'de karbon depolama kapasitesi bakımından optimum zon genişliği 100 m olarak belirlenmiştir. Aladağ Çayı havzası su kenarı orman ekosistemi topraklarında (0 - 30 cm) 63.41 t/ha organik karbon depolanmaktadır. Havzaya ait karasal orman (Pinus sylvestris *L.)* ekosistemlerinde ise 37.97 t/ha organik karbon depolanmaktadır.



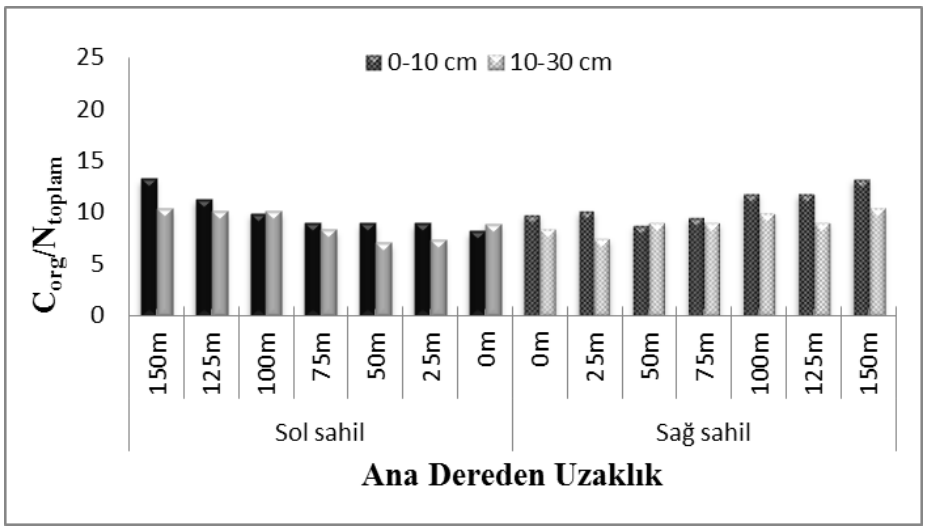
Şekil 4.34 Doğal orman topraklarında toplam organik karbon (% C) miktarının ana dereden uzaklığa göre değişimi

Çizelge 4.29 Doğal orman arazisi toprak profillerinde toplam organik karbon (TOK)

AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon	Derinlik (cm)	Karbon (%)
Doğal Orman (Sağ Sahil)	9	0	A_h	0-5	20.48
			A_{el}	5-33	4.21
			C_1	33-64	0.45
			C_2	64+	0.44
	10	50	A_h	0-3	22.01
			A_{el}	3-29	7.89
			B	29-47	1.58
			C	47+	0.47
	11	100	A_h	0-3	16.30
			A_{el}	3-12	8.36
			B	12-33	3.01
			C	33+	0.49
	12	150	A_h	0-2	10.11
			A_{el}	2-6	7.46
			B	6-20	2.44
			C_n	20+	-
Doğal Orman (Sol Sahil)	13	0	A_{el}	0-16	13.79
			B	16-33	5.31
			C	33+	0.77
	14	50	A_h	0-3	17.06
			A_{el}	3-13	5.32
			B	13-69	0.77
			C	69+	0.40
	15	100	A_h	0-2	12.22
			A_{el}	2-29	5.78
			C_v	29+	-
	16	150	A_h	0-3	11.06
			A_{el}	3-14	3.43
			B	14-31	1.64
			C_n	31+	-

AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü

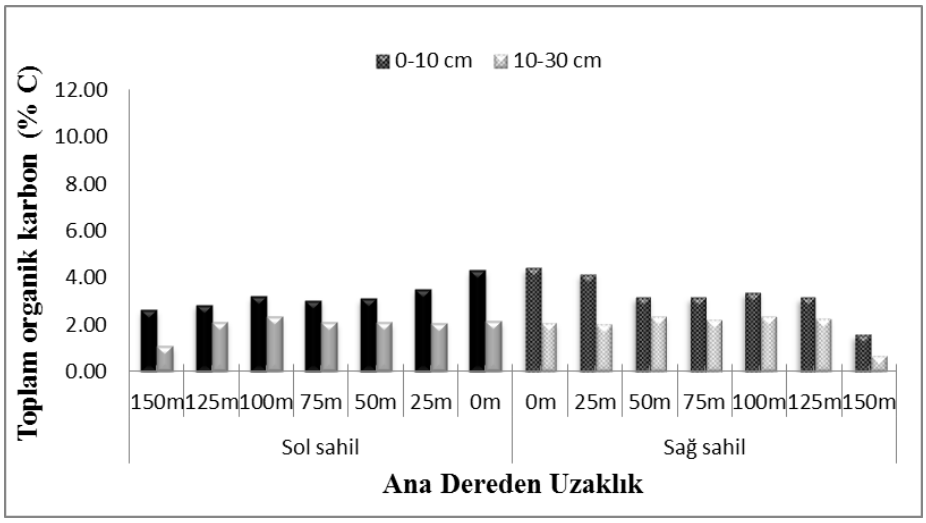
Otlatma baskısının olmadığı orman içi açıklık AKT/AÖ'de ana derenin sağ ve sol sahiline ait toprak profillerindeki üst topraklarda (A_h) toplam organik karbon miktarı (TOK) % 2.12 - 4.62 arasında, alt topraklarda (C_1, C_2, C_3, C_4) ise % 0.33 - 2.57 arasında değişim göstermiştir. OİA arazi kullanım türünde de ölçülen toplam organik karbon miktarlarının diğer arazi kullanım türlerinde (DM, DO) olduğu gibi toprak derinliğine bağlı olarak azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.30). Şekil 4.35'te araştırma alanı OİA topraklarında ana dereden uzaklaştıkça C_{org}/N_{toplam} oranları verilmiştir. Ana derenin her iki sahilindeki bütün topraklarda ayrışmanın hızlı olduğu belirlenmiştir (C_{org}/N_{toplam} < 15). Ana dereden uzaklaştıkça C_{org}/N_{toplam} oranları ana dere yeşil hatta göre artmış olsa da (12.55-13.24) Kantarcı (2000)'ne göre sınıf farklılığı yaratmaktadır. Semenov et al. (2013) araştırma sonuçlarına benzer olarak Catena, Oka nehri sağ sahil orman içi açıklık AKT/AÖ topraklarında C_{org}/N_{toplam} oranının 10.2 olduğunu ve ayrışmanın hızlı olduğunu ifade etmiştir.



Şekil 4.35 Orman içi açıklık topraklarında C_{org}/N_{toplam} oranının ana dereden uzaklığa göre değişimi

Şekil 4.36'da orman içi açıklık AKT/AÖ'ne ait üst topraklarda toplam organik karbon miktarının (TOK) ana dereye olan uzaklığa göre değişimi verilmiştir. İstatiksel analiz sonucunda ana dereden uzaklaştıkça karbon miktarı arasında fark önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur. Ortalama taban suyu derinliği yüksek olarak belirlenen ana dere yeşil hatta (0 m uzaklık) ait topraklarda TOK miktarı yüksek (% 4.31 - 4.40), ortalama taban suyu derinliği düşük olarak belirlenen ana dereden 150 m uzaklıktaki topraklara ait

TOK miktarı ise düşük (% 1.55 - 2.61) olarak ölçülmüştür. Mitsch and Gosselink (1993) ortalama taban suyu derinliğinin organik karbon, toplam azot, katyon değişim kapasitesi ve pH gibi toprak özelliklerini etkilediğini ifade etmiştir. Araştırma bulgularına benzer olarak, Geropanagiot et al. (2011), Avon nehrinde yapmış oldukları çalışmada ana dereden 25 m uzaklıkta Zon 1'e ait topraklarda çözünmüş karbon miktarını, ana dereden 117 m uzaklıktaki Zon 5'e ait topraklarda çözünmüş karbon miktarına göre daha yüksek olarak belirlemişlerdir. Duncan testi sonucunda ana dereden 0 m, 25 m, 50 m, 75 m, 100 m, 125 m uzaklıktaki toplam organik karbon miktarları arasında fark olmadığı, 150 m uzaklıktaki karbon miktarları ise diğer bütün uzaklıktaki karbon miktarları arasında fark olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$, Ek 3.2.18). Elde edilen bu sonuçlara göre otlatma baskısının olmadığı orman içi açıklık AKT / AÖ'de karbon depolama kapasitesi bakımından optimum zon genişliği 125 m olarak belirlenmiştir. Aladağ Çayı havzası orman içi açıklık su kenarı ekosistemine ait topraklarda (0 - 30 cm) 41.70 t/ha organik karbon depolanmaktadır. Havzaya ait karasal orman içi açıklık ekosistemlerinde ise 21.32 t/ha organik karbon depolanmaktadır.



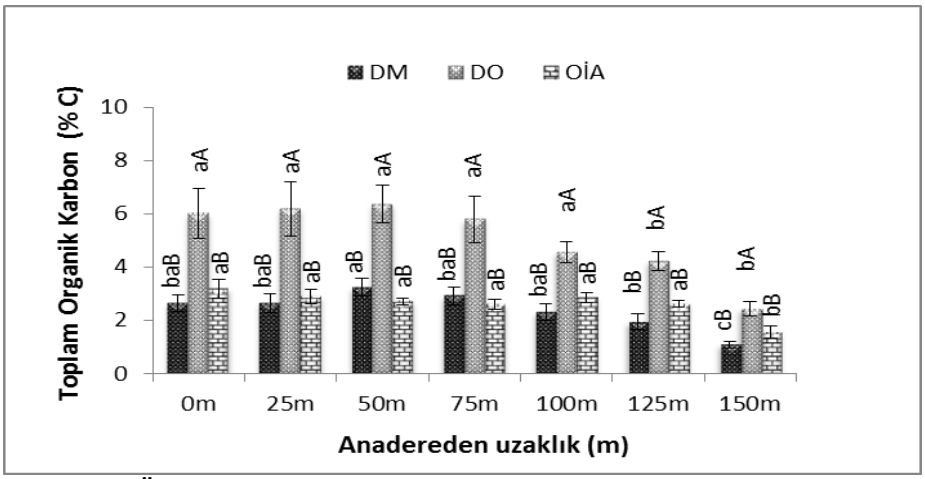
Şekil 4.36 Orman içi açıklık topraklarında toplam organik karbon (% C) miktarının ana dereden uzaklığa göre değişimi

Çizelge 4.30 Orman içi açıklık arazisi toprak profillerinde toplam organik karbon

AKT/AÖ	Profil No	Ana Dereye Uzaklık (m)	Horizon (Katman)	Derinlik (cm)	Karbon (%)
Orman İçi Açıklık (Sağ Sahil)	17	0	A_h	0-6	3.23
			C_1	6-17	1.22
			C_2	17-40	0.44
			C_3	40-66	0.59
	18	50	A_h	0-4	4.22
			C_1	4-18	2.18
			C_2	18-31	0.97
			C_3	31-62	0.59
			C_4	62-82	0.63
	19	100	A_h	0-7	3.38
			C_1	7-38	2.57
			C_2	38-64	0.42
			C_3	64-78	0.50
			C_4	78-95	0.51
	20	150	A_h	0-4	2.12
			C_1	4-16	1.94
			C_2	16-50	0.50
			C_3	50-62	0.13
			C_4	62+	0.27
Orman İçi Açıklık (Sol Sahil)	21	0	A_h	0-4	3.78
			C_1	4-37	1.98
			C_2	37-61	0.81
	22	50	A_h	0-5	4.62
			C_1	5-27	2.01
			C_2	27-42	0.98
			C_3	42-59	0.33
	23	100	A_h	0-6	3.02
			C_1	6-27	2.32
			C_2	27-50	0.83
			C_3	50-75	0.43
	24	150	A_h	0-7	2.51
			C_1	7-55	1.28

AKT/AÖ: Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü

Aladağ Çayı havzası su kenarı ekosistemlerinin AKT / AÖ ve ana dereden uzaklığa göre toplam organik karbon miktarının (TOK) Şekil 4.37'de değişimi verilmektedir. İstatistiksel analiz sonucunda AKT / AÖ ile ana dereden uzaklığa ait % C miktarları arasındaki ilişki önemsiz bulunmuştur (Ek 3.2.19) Ancak AKT / AÖ ve ana dereden uzaklık kendi içlerinde ayrı ayrı değerlendirildiğinde her ikiside istatistiki olarak önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur. Duncan testi sonuçlarına göre DO topraklarına ait karbon miktarı DM ve OİA topraklarına ait karbon miktarları arasındaki fark önemli, DM ve OİA topraklarına ait karbon miktarları arasındaki fark ise istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P < 0.05$, Ek 3.2.20). Üst topraklarda (0 - 30 cm) AKT / AÖ'ne göre en yüksek karbon miktarı DO topraklarında (% 5.08) en düşük ise DM topraklarında (% 2.39) ölçülmüştür. OİA topraklarına ait karbon miktarı ise % 2.63 olarak ölçülmüştür. Bir çok araştırmacı (Griffiths et al. 1997, Coleman et al. 2004, Bedison et al. 2013, Ricker et al. 2014, Qin et al. 2017) su kenarı orman ekosistemlerinin küresel iklim değişikliğinin olası zararlarını azaltmada önemli yutak alanlar olduğu ve diğer ekosistemlere göre (mera, tarım) daha fazla karbon depoladıklarını ortaya koymuşlardır. Bir başka çalışmada Matzek et al. (2015) California su kenarı orman ekosistemlerinde 5, 10, 15 ve 20 yıllık yapraklı orman örtüsü altındaki toprakların karbon miktarının yaşa göre doğru orantılı bir şekilde arttığını ortaya koymuştur. Bir başka çalışmada Mackay et al. (2016) su kenarı mera ekosisteminde yapılan 10, 14, 23 yıllık ağaçlandırma ve doğal orman alanlarına ait toprakların karbon miktarlarını karşılaştırmış, en yüksek karbon miktarını doğal ormanlarda, en düşük ise su kenarı mera ekosistemlerinde olduğunu ortaya koymuşlardır.



Şekil 4.37 AKT/AÖ ve ana dereden uzaklığa göre topraktaki toplam organik karbon (% C) miktarının değişimi *

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, Aladağ Çayı Havzası (Bolu) su kenarı ekosistemlerinde (riperian zon) bulunan farklı arazi kullanım türü / arazi örtüsü (AKT / AÖ) topraklarında organik karbon ve bazı toprak özelliklerinin akarsuya olan uzaklığa göre değişimi incelenmiş ve su kenarı ekosistemlerinde karbon depolama amacı bakımından optimum zon genişliğinin kaç metre olması gerektiği ortaya koyulmuştur.

Araştırmanın amacı doğrultusunda su kenarı ekosistemlerinde (Doğal Mera (DM), Doğal orman (DO), orman içi açıklık (OİA)) yeşil hattan başlamak üzere, ana derenin sağ ve sol sahilinde yer alan örnekleme alanlarında çalışılmıştır. Bu örnekleme alanlarında oluşturulan 9 adet transekt hatları dikkate alındığında toplamda 24 adet toprak profili ve 126 adet üst toprak örneklemesi yapılmıştır.

DM ve OİA AKT / AÖ'ne ait örnekleme alanlarında yeşil hat ve 50 m uzaklıkta açılan toprak profillerinde ortalama taban suyu derinliğinin yüzeye yakın (40 - 55 cm) derinlikte olduğu, DO AKT/AÖ'ne ait örnekleme alanında ise anakaya derinliğinin 20 - 30 cm olduğu belirlenmiştir. Toprak profillerinde yapılan incelemeler sonucunda Bolu Aladağ çayı havzası akarsu kenarındaki farklı arazi kullanım türlerinde topraktaki karbon içeriğinin karşılaştırılabilmesi için, üst toprak örnekleme derinliklerinin belirlenmesinde sınırlayıcı faktör, ortalama taban suyu ve anakaya derinliği olmuştur. Köklerin yayılabildiği fizyolojik derinlik ise bütün AKT / AÖ'de ana dereye bağlı olarak değişim göstermekte ve akarsudan uzaklaştıkça azaldığı belirlenmiştir. Akarsu kenar ekositeminde taban suyu derinliği bitki kök gelişimi bakımından sınırlayıcı faktördür.

Bütün AKT / AÖ'de ana derenin her iki sahilinde yeşil hatta (0 m) yer alan toprak profillerinde % kum miktarı yüksek bulunmuştur. Yeşil hattaki toprakların (0 m uzaklık) karbon miktarları 25 m uzaklıktaki toprakların karbon miktarlarına göre nispeten biraz daha düşük değerler alması içerdikleri kum miktarındaki farklılıktan ve akarsuyun eroziv etkisinden dolayı üst topraklardaki (A_h) organik madde kaybından

kaynaklandığı düşünülmektedir. Özellikle orman alanlarında kıyı stabilezesini sağlaması bakımından ölü ağaç ve kesim artıklarının yerinde bırakılması gerekmektedir.

Aladağ Çayı Havzası su kenarı ekosistemlerinde ana dereden uzaklaştıkça hacim ağırlığı değerleri artmaktadır. Tüm üst topraklarda hacim ağırlığı değerleri düşük alt topraklarda ise yüksek olarak ölçülmüştür. AKT / AÖ'ne göre değerlendirildiğinde ise ortalama hacim ağırlığı değerleri en yüksek DM topraklarında ölçülmüştür. Ortalama taban suyu yüksek olan su kenarı mera ekosistemlerinde yanlış otlatma mevsiminde meraların otlatılması nedeniyle mera kullanımı altındaki topraklar sıkışarak havzanın hidrolojik özelliklerini etkilemektedir..

Maksimum su tutma kapasitesi ana dereden uzaklaştıkça DO ve OİA AKT / AÖ'ne ait topraklarda istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır. DM topraklarında ise fark istatisksel olarak önemli bulunmuştur. Ancak bu farklılığın ana dere yeşil hatta ait toprakların içerdikleri kum miktarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Araştırma alanına ait tüm topraklar orta derede asit veya hafif asit karakterli, tuzsudur. Araştırma alanı toprakları kireçsiz, andezit anakayası üzerinde oluşan topraklardır. Bu nedenle araştırma alanı topraklarında belirlenen toplam karbonun tamamı organik karbondur. Yapılan varyans analizi sonucunda değişebilir katyonların tamamı (Ca, Mg, Na, K) ana dereden uzaklığa göre değişimi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yarayışlı fosfor miktarlarında ise önemli değişiklikler görülmemiştir.

Üst topraklarda yapılan varyans analizi sonucunda bütün AKT / AÖ'lerde ana dereden uzaklaştıkça topraktaki toplam azot miktarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuş ve ana dereden uzaklaştıkça ortalama taban suyu derinliğine bağlı olarak azalmıştır. DO topraklarında toplam azot miktarı yüksek, DM topraklarında ise düşük olarak ölçülmüştür.

DM AKT / AÖ topraklarında ana dereden uzaklaştıkça karbon miktarları arasında fark istatistiki olarak önemli ölçüde değişmiştir ($P < 0.05$). Ana dereden uzaklaştıkça karbon

miktarı ortalama taban suyu derinliği yüksek olarak sınıflandırılan 0 - 50 m uzaklıktaki topraklarda en yüksek ortalama taban suyu derinliği düşük olarak sınıflandırılan 150 m uzaklıktaki topraklarda ise en düşük olarak ölçülmüştür. Ana dereden 0 m, 25 m, 50 m, 75 m, 100 m, 125 m uzaklıktaki topraklarda toplam organik karbon miktarları arasında fark olmadığı, 150 m uzaklıktaki karbon miktarları ile diğer bütün uzaklıktaki karbon miktarları arasında fark olduğu belirlenmiştir.

DO AKT / AÖ topraklarında ana dereden uzaklaştıkça karbon miktarı arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Ana dereden 0 m uzaklığa ait ve ortalama taban suyu derinliği orta olarak sınıflandırılan yeşil hatta ait topraktaki karbon miktarı yüksek, ana dereden 150 m uzaklıktaki topraklar ise yeşil hatta göre daha düşük ölçülmüştür. Ana dereden 0 m, 25 m, 50 m, 75 m, 100 m, uzaklıktaki toplam organik karbon miktarları arasında fark olmadığı, 125 m ve 150 m uzaklıktaki karbon miktarları ise diğer bütün uzaklıktaki karbon miktarları arasında fark olduğu ancak 125 m ve 150 m uzaklıktaki karbon miktarlarının kendi içinde farklı olmadığı belirlenmiştir ($P < 0.05$).

OİA AKT/AÖ topraklarında ana dereden uzaklaştıkça karbon miktarı arasında fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ortalama taban suyu derinliği yüksek olarak belirlenen ana dere yeşil hatta ait topraklarda organik karbon miktarı yüksek, ortalama taban suyu derinliği düşük olarak belirlenen ana dereden 150 m uzaklıktaki topraklara ait karbon miktarı ise düşük olarak ölçülmüştür. Ana dereden 0 m, 25 m, 50 m, 75 m, 100 m, 125 m uzaklıktaki toplam organik karbon miktarları arasında fark olmadığı, 150 m uzaklıktaki karbon miktarları ise diğer bütün uzaklıktaki karbon miktarları arasında fark olduğu belirlenmiştir

Bolu Aladağ Çayı Havzası su kenarı ekosistemlerinde ait ana derenin sağ ve sol sahilindeki diğer toprak özellikleri, topoğrafik ve morfolojik özellikler, ortalama taban suyu derinlikleri ve vejetasyon özellikleri de dikkate alınarak karbon depolama kapasitesi bakımından optimum zon genişliği DM ve OİA topraklarında 125 m, DO topraklarında ise 100 m olarak belirlenmiştir

Belirlenen optimum zon genişlikliklerine göre Aladağ Çayı havzası su kenarı mera ekosistemi topraklarında (0 - 30 cm) 38.18 $t.ha^{-1}$, karasal mera ekosistemleri topraklarında ise 18.30 $t.ha^{-1}$ toplam organik karbon (TOK) depolanmaktadır. Yine havzaya ait su kenarı orman ekosistemi (Pinus sylvestris *L)* topraklarında (0 - 30 cm) 63.41 $t.ha^{-1}$, karasal orman ekosistemlerinde ise 37.97 $t.ha^{-1}$ organik karbon depolanmaktadır. Aladağ Çayı havzası orman içi açıklık arazi kullanım türüne ait topraklardaki su kenarı ekosistemlerinde 41.70 $t.ha^{-1}$ organik karbon, karasal orman içi açıklık ekosistemlerinde ise 21.32 $t.ha^{-1}$ organik karbon depolanmaktadır

Araştırma alanı su kenarı ekosistemlerinde istatistiksel analiz sonuçlarına göre AKT / AÖ ile ana dereden uzaklığa ait % C miktarları arasındaki isteraksiyon önemsiz bulunmuştur. Ancak AKT / AÖ ve ana dereden uzaklık kendi içlerinde ayrı ayrı değerlendirildiğinde her ikiside istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Duncan testi sonuçlarına göre DO topraklarına ait karbon miktarı DM ve OİA topraklarına ait karbon miktarları arasındaki fark önemli, DM ve OİA topraklarına ait karbon miktarları arasındaki fark ise istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. AKT / AÖ göre en yüksek karbon miktarı DO topraklarında, en düşük ise DM topraklarında belirlenmiştir.

Bolu Aladağ Çayı Havzasında elde edilen bulgulara göre göre su kenarı orman ekosistemlerinin küresel iklim değişikliğinin olası zararlarını azaltmada önemli yutak alanlar olduğu ve diğer su kenarı ekosistemlerine göre (mera, orman içi açıklık) daha fazla karbon depoladıkları ortaya koyulmuştur.

KAYNAKLAR

Acir N., 2010. Kazova Topraklarının Depo Potasyum, Kil Mineralojisi Ve Spesifik Yüzey Alanı Etkileşimlerinin Geoistatistiksel Analizi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi Ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Tokat

Ambus, P., and Lowrance, R., 1990. Comparison of Denitrification in Two Riparian Soils, Soil Scienc Soil Science Society of America Journale Society of America Journal, Vol. 55 No. 4, p.994-997

Anonim 1999. Büyük Toprak Grupları Haritası, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM), Toprak ve Su Kaynakları Ulusal Bilgi Merkezi, Ankara

Anonim, 2008. Türkiye'nin Çayır ve Mera Bitkileri, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara

Anonim, 2013. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Stratejik Planı 2013-2017.

Anonim, 2014. Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul Ve Esaslar, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve PlanlamaDairesi Başkanlığı, Tebliğ No: 299, Ankara

Anonim, 2015a. Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Meteoroloji Bülteni, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Devlet Meteoroloji Müdürlüğü Kayıtları, Ankara.

Anonim, 2015b. 2005-2015 Amenajman Planı. Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Aladağ Orman İşletme Müdürlüğü, Aladağ Orman İşletme Şefliği Amenajman Planı

Anonim, 2016a, 1/100000 Ölçekli Jeoloji Haritası, Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Ankara

Anonim, 2016b. Demografik Bilgiler. Bolu İl Özel İdaresi Köye Yönelik Hizmetler Müdürlüğü Etüt ve Proje Bürosu, Bolu

Anonymous, 1990. Micronutrients. Assessment at the Country Level. An International Study. FAO Soil Bulletin. 63. Rome.

Anonymous, 2004. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Cambridge, University Press. 136p. Cambridge.

Anonymous, 2014. https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/ref/?cid=nrcs142p2_053385, Technical References, TSSH Part 617, Water Table Determinations, Erişim tarihi: 10.06.2014

Anonymous, 2016. International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests, Part X Sampling and analysis of soil,, Guidelines for Forest Soil Description,

Asan, Ü., 1995. Global İklim Değişimi ve Türkiye Ormanlarında Karbon Birikimi. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, 41(1), 24-38s.

Aydeniz, A. 1985. Toprak Amenajmanı, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları:928, Ankara.

Babalık A., 2008. Isparta Yöresi Meralarının Vejetasyon Yapısı İle Toprak Özellikleri Ve Topoğrafik Faktörler Arasındaki İlişkiler, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Isparta

Bai, J., Ouyang, H., Deng, W., Zhu, Y., Zhang, X. Wang, Q., 2005. Spatial distribution characteristics of organic matter and total nitrogen of marsh soils in river marginal wetlands. Geoderma 124, 181 - 192.

Barnard, K. 1992. Physical and Chemical Conditions in Coho Salmon (Oncorhynchus kisutch) Spawning Habitat in Freshwater Creek, Northern California. Masters Thesis. Humboldt State University. Arcata CA. 81 pp. without appendices.).

Batjes, N.H., 1996.Total carbon and nitrogen in the soils of the world. Eur. J. Soil Sci. 47,151-163.

Bedison, J.E., Scatena, F.N.,Mead, J.V., 2013. Influences on the spatial pattern of soil carbon and nitrogen in forested and non-forested riparian zones in the Atlantic Coastal Plain of the Delaware River Basin. For. Ecol. Manag. 302, 200-209.

Bernal, B., Mitsch, W.J.A., 2008. A Comparison of soil carbon pools and profiles in wetlands in Costa Rica and Ohio. Ecol. Eng. 34, 311-323

Bernoux, M., Feller,C., Cerri,C.C., Eschenbrenner,V., Cerri,C.E. P. 2006. Soil carbon sequestration in Roose, E.(ed.): Soil erosion and carbon dynamics. Taylor and Francis Group, Boca Raton, USA,pp.13-22.

Blake, G.R., K.H. Hartge, 1986. Bulk density, in: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis Part 1 Physical and mineralogical methods 2nd ed, SSSA Book Series 5.1, Soil Science Society of America, Madison, USA, pp. 363-375.

Bohn C.C.,Buckhouse, J.C., 1985, Some Responses of Riparian Soils to Grazing Management in Northeastern Oregon Journal of Range Management Vol. 38, No. 4, pp. 378-381

Boman B., and Obreza T., 2012. Water Table emasurement and Monitoring for Flatwoods Citrus, , University of Florida, Agricultural and Biological Engineering Department, UF/IFAS Extension, Circular 1409

Bouyoucos, G.J. 1951. A Recalibration of the Hydrometer for Making Mecanical Analysis of Soil, Journal of Agronomy 43:434-438.

Braschi, H., Cıavatta, C., Gıovannini, C. and Gessa, C., 2003. Combined Effect of Water and Organic Matter on Phosphorus Availability in Calcareous Soils. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 67:67-74.

Bray R.H., and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Sci. 59:39-45.

Bremner, J.M., 1996. Total Nitrogen, in: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. Soil Science of America and American Society of Agronomy, Madison-USA.

Broadmeadow, S. and Nisbet, T.R. 2004. The effects of riparian forest management on the freshwater environment: a literature review of best management practice. Hydrology and Earth System Sciences, 8(3), 286-305.

Butler ,D. M., Ranells N. N., Franklin D. H.,Poore, M. H, Green J.J T., 2008. Runoff water quality from manured riparian grasslands with contrasting drainage and simulated grazing pressure Agriculture, Ecosystems and Environment 126 (2008) 250-260

Cabezas, A., Comin, F.,2010. Carbon and nitrogen accretion in the topsoil of the Middle Ebro River Floodplains (NE Spain): Implications for their ecological restoration. Ecological Engineering 36, 640-652.

Celentano, D., Rousseau, G.X., Engel, V.L., Zelarayan, M., Oliveira, E.C., Araujo, A.C.M., Moura, E.G., 2016. Degradation of riparian forest affects soil properties

and ecosystem services provision in Eastern Amazon of Brazil. Land Degrad. Dev.

Chambers J. C., Blank R. R.,. Zamudıo D.C, Tausch R. J., 1999. Central Nevada Riparian Areas: Physical And Chemical Properties Of Meadow Soils, J. Range Manage.52:92-99 January 1999

Chase, V., Deming, L., and Latawiec, F. 1995. Buffers for wetlands and surface waters: a guidebook for New Hampshire municipalities. Audubon Society of New Hampshire

Chen, S.Z., P.F. Low, and C.B. Roth. 1987. Relation between potassium fixation and the oxidation state of octahedral iron. Soil Science Society of America Journal 51:82-86.

Clements, F. E. , Weaver, J. E., Hanson, H. C., 1929. Plant competition: an analysis of community functions, Carnegie Institution of Washington

Coleman, M.D., Isebrands, J.G., Tolsted, D.N., Tolbert, V.R., 2004. Comparing soil carbon of short rotation poplar plantations with agricultural crops and woodlots in North Central United States. Environ. Manag. 33, S299-S308.

Cooke, G.M., 1982. Fertilizing for Maximum Yield. Third Edition.. Granada. London. Toronto. New York. Pp. 380-388.

Cox J. R., Morion H. L., 1986. Big Sacaton (Sporobolus wrightii) Riparian Grassland Management: Annual Winter Burning, Annual Winter Mowing, and Spring-Summer Grazing, Applied Agricultural Research Vol. 1, No. 2, pp. 105-111, Springer-Verlag New York Inc.

Çağlar, K.Ö. 1958. Toprak İlmi. A.Ü. Ziraat Fak. Yayın No:10, Ankara.

Çepel, N. 1995. Orman Ekolojisi. Üniversite Yayın No: 3886, ISBN 975-404-398-1, İstanbul.

Çepel, N., 1996. Toprak İlmi. Orman Topraklarının Karakteristikleri, Toprakların Oluşu, Özellikleri ve Ekolojik Bakımdan Değerlendirilmesi, İstanbul Üniversitesi, Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilimdalı, Üniversite Yayın No: 3945, Orman Fakültesi Yayın No: 438, ISBN: 975-404-421-X, İstanbul

Çoban, S. 2007. Bolu Aladağ'daki Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Meşcerelerinde Doğal Gençleşme Örnekleri Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi,İ.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü.

Çolak A.H., Steiner G.H., Joosten H., Kirca S., 2011. "Giriş", Turbalıklar (Mire/Peatland-Moore), Çolak A.H., Günay T, Ed., Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü , İstaanbul, ss.15-36

Çömez, A., 2010. Sündiken Dağlarında Sarıçam(Pinus sylvestris L.) Meşcerelerinde Karbon Birikiminin Belirlenmesi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi

Davis, P.H. (ed), 1965-1985. Flora of Turkey and the Aegean Islands, Vol I-IX, Edinburgh

Dosskey M.G, Vidon, P., Gurwick, N.P., Allan, C.J., Duval, T, Lowrance, R., 2010, The role of riparian vegetation in protecting and improving chemical water quality in streams. J Am Water Resour Assoc 46(2):261-277. doi:10.1111/j.1752-1688.2010.00419.

Eruz, E., 1984. Balıkesir Orman Başmüdürlüğü bölgesindeki saf karaçam meşcerelerinin boy gelişimi ile bazı edafik ve fizyografik özellikler arasındaki ilişkiler, İ.Ü. Yay No:3244, Of Yay No:368 Matbaa Teknisyenleri Basımevi İstanbul.

Fischer, R.A., and Fischenich, J.C. 2000. Design recommendations for riparian corridors and vegetated buffer strips. U.S. Army Engineer Research and Development Center, Environmental Laboratory. Vicksburg, MS.

Fisher, R., Binkley, D., 2000. Ecology and Management of Forest Soils. John Wiley and Sons Publication, New York.

Geropanagioti, E., Robinson, J.S., Johnes, P.J., Collins,A., 2011. Transformations and aquatic impacts of Carbon exported from riparian wetlands, Hampshire Avon Demonstration Test Catchment (DTC) Project, Posters, University of Reading

Gökbulak, F., 2013. Meralarda Vejetasyon Analizi, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, , İ.Ü. Yay No:5151, Of Yay No:503, yazın basın yayın matbaacılık trz. tic. ltd. şti. başakşehir istanbul.

Göl, C., 2002. Çankırı-Eldivan Yöresinde Arazi Kullanım Türleri İle Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi

Göl, C., 2009. The Effect of Land Use Change on Soil Properties and Organic Carbon at Dağdamı River Catchmenth in Turkey. Journal of Enviromental Biology, 30 (5), ISSN: 0254-8704, 825-830.

Göl, C., Çakır, M., Ediş, S., Yılmaz, H., 2010. The effects of land use/land cover change and demographic processes (1950-2008) on soil properties in the Gökçay catchment, Turkey, . African Journal of Agricultural Research Vol. 4(13), 1670-1677.

Göl, C., Dengiz, O., 2007. Çankırı-Eldivan Karataşbağı Deresi Havza Arazi Kullanım Arazi Örtüsündeki Değişim ve Toprak Özellikleri. Ondokuz Mayıs Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(1), Sayfa No: 86-97, Samsun

Göl, C., Ünver, İ., Özhan, S., 2004. Çankırı-Eldivan Yöresinde Arazi Kullanma Türleri İle Yüzey Toprağı Nemi Arasındaki İlişkiler. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri No: A, Sayı NO: 2, ISSN: 1302-7085, Sayfa No: 17-29, Isparta

Gregory, S. V, Swanson, F. J., McKee, W. A., Cummins, K. W.. 1991. An ecosystem perspective of riparian zones. BioScience , 41, p: 540-551

Grelewicz, A. Plichta, W., 1985. Water absorption in samples of different types of forest humus, For. Ecol. Manag., 10, pp. 1-11

Griffiths, R. P, Entry, J. A., Ingham,E. R., Emmingham, W. H., 1997. Chemistry and microbial activity of forest and pasture riparian-zone soils along three Pacific Northwest streams, Kluwer Academic Publishers, Plant and Soil 190: 169-178, 1997.

Gumbert, A. A.,2013. Influence Of Rıparıan Buffer Management Strategıes On Soıl Propertıes, Theses And Dissertations Plant And Soil Sciences. Paper 27. University Of Kentucky Uknowledge

Güler, E., 2014. Farklı Kullanımlar Altındaki Topraklarda Nem Ve Sıcaklığın Karbon Mineralizasyonuna Etkisi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi ,Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi Ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tokat

Güner, Ş. T., 2006. Türkmen Dağı (Eskişehir, Kütahya) Sarıçam (Pinus sylvestris ssp. hamata) ormanlarının yükseltiye bağlı büyüme beslenme ilişkilerinin belirlenmesi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalında Hazırlanmış Doktora Tezi (XXV+298 Sayfa)

Hammer, H.J., Kıchen, K.A.M., 1981. Hyrology and Quality of Water Resources. John Willey and Sons, New York, Brisbane, Toronto

Haripriya, G.S., 2000. Estimate of biomass in Indian forests. Biomass Bioenergy, Volume 19, Issue 4, October 2000, Pages 245-258

Hashimotio, T., Kojima, K., Tange, T. & Sasaki, S. (2000) Changes in carbon storage in fallow forests in the tropical lowlands of Borneo. Forest Ecology and Management, 126, 331–337.

Hawes, E., Smith, M. 2005. Eightmile River Wild and Scenic Study Committee

Hazlett, P.W., Gordon, A.M., Sibley, P.K., Buttle, J.M., 2005. Stand carbon stocks and soil carbon and nitrogen storage for riparian and upland forests of boreal lakes in northeastern Ontario, Forest Ecology and Management 219 (2005) 56-68

Hill A.R., Vidon, P., Langat, J., 2004. Denitrification potential in relation to lithology in five headwater riparian zones.J Environ Qual 33:911-919

Homa, A. Osuch, B., 2009. Characteristics of the forest floor water retention in the Carpathian experimental catchment basin of the Trzebunia brook, J. Water Land Dev., 13a, pp. 5-17

Ilek, A., Kucza, J., Szostek, M., 2015. The effect of stand species composition on water storage capacity of the organic layers of forest soils. Eur. J. For. Res. 134, 187-197

Ilek, A., Kucza, J., Szostek, M., 2017, The effect of the bulk density and the decomposition index of organic matter on the water storage capacity of the surface layers of forest soils, Geoderma, Volume 285, Pages 27-34

Irmak, A., Sevim, M., Gülçur, F. 1962. Bolu-Aladağ Orman Sahasında Pedolojik Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi A/XII-1, Fakülteler Matbaası, 1962.

Jackson, M.L. 1967. Soil Chemical Analysis. Prence Hall Inc. Englewood Cliffs, N.J. USA.

Jacobs T. C., and Gilliam, J. W., 1985, Riparian losses of nitrate from agricultural drainage waters. J. Environ. Qual. 14, 472-478.

Jandl, R., Marcus L., Lars V., Bram B., Rainer B., Frank H., Dale W. J., Kari M., Kenneth A. B. 2007. How strongly can forest management influence soil carbon sequestration? Geoderma137: 253-268

Jencso, K. G., McGlynn, B. L., Gooseff, M. N., Bencala, K. E. & Wondzell, S. M. 2010. Hillslope hydrologic connectivity controls riparian groundwater turnover, Implications of catchment structure for riparian buffering and stream water sources. Water Resour. Res. 46: W10524.

Jiang, P., Cheng L., , Li M., Zhao R., , Duan Y., 2015. Impacts of LUCC on soil properties in the riparian zones of desert oasis with remote sensing data: A case study of the middle Heihe River basin, ChinaScience of the Total Environment 506-507 (2015) 259-271

Jontos, R. 2004. Vegetative buffers for water quality protection: an introduction and guidance document. Connecticut Association of Wetland Scientists White Paper on Vegetative Buffers. Draft version 1.0. 22pp.

Juo, A.S.R., Manu, A., 1996. Chemical Dynamics in Slash and Burn Agriculture.Agriculture Ecosystems and Environment, Volume 558, Page Number:49-60.

Kacar, B. ve Katkat, A.V., 1997. Tarımda Fosfor. Bursa Ticaret Borsası Yayınları, Yayın No:5, ISBN: 975-512-217-6, Bursa.

Kacar, B., 1994. Toprak Analizleri, Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı, Yayın No:3, ISBN: 975-7717-04-5, Ankara

Kacar, B., 1995. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III. A.Ü.Z.F Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3, s: 255.

Kalay, Z., 1989. Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü mıntıkasında saf doğu ladini (dorukağaç) (Picea orientalis (L.) Link) büklerinin gelişimi ile bazı toprak özelliklerinin ve fizyografik etmenler arasındaki ilişkilerin deneysel olarak araştırılması, K.T.Ü. Orman Fakültesi Doçentlik Tezi (X+151 Sayfa)

Kambak, A., 1996. Elmalı Baraj Havzasında fıstık çamı (Pinus pinea L) ormanlarının toprak özellikleri, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Toprak İlmi ve Ekoloji Programında Hazırlanmış Yüksek Lisans Tezi (VI+64 Sayfa)

Kantarcı, M.D. 2000. Toprak İlmi. Or. Fak. F. Yayın No:462, İ.Ü. yayın No:4261, ISBN: 975-404-588-7, İstanbul

Kantarcı, M.D., 1979. Aladağ Kütlesinin (Bolu) kuzey aklanındaki uludağ göknarı ormanlarında yükselti-iklim kuşaklarına göre bazı ölü örtü ve toprak özelliklerinin analitik olarak araştırılması, İ.Ü.Yay.No.2634, Orman Fakültesi Yay.No.274, İstanbul

Kantarcı, M.D., 1983. Kerpe Tur-71/521 ağaçlandırma alanında uygulanan arazi hazırlığı ve toprak işlemesi yöntemlerinin toprak özellikleri ve sahil çamı fidanlarının gelişimi üzerine etkileri, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri A, Cilt 33, Sayı 2:104-140

Karaöz, M.Ö., 1988. Belgrad Ormanı'nda bazı iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman ekosistemlerinin önemli edafik özellikleri ile bitkisel kütle karakteristikleri bakımından karşılaştırılması, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Toprak İlmi ve Ekoloji Programında Hazırlanmış Doktora Tezi (VII+203 Sayfa)

Karatepe, Y., 2004. Gölcük (Isparta)'te karaçam (Pinus nigra Arn. ssp. pallasiana (Lamb) Holmboe) meşcerelerinin topraklarındaki toplam azot ve organik karbon ile ölü örtülerindeki toplam azot ve organik madde miktarlarının araştırılması, SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı 2:1-16

Kemper, W.D., Rosenau, R.C., 1986. Agregate Stability And Size Distribution. Page Number: 425-442, In: Klute, A (ed). Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical and Mineralogical Methods. No: 9, Agronomy. ASA.SSSA, Medison, WI

Kladivko, E.J., Frankenberger, J.R., Jaynes, D.B., Meek D.W., Jenkinson B.J., Fausey N.R., 2004. Nitrate leaching to sub-surface drains as affected by drain spacing and changes in crop production system. J Environ Qual 33:1803-1813

Kurz, W.A., Beukema, S.J., Apps, M.J. 1996. Estimation of root biomass and dynamics for the carbon budget model of the Canadian forest sector. Can. J. Forest Res. 26, 1973-1979

Laurer, W. 1968. Die Pampa Ein Klimagebiet Beiderseits Der Trockengrenze. Erkunde

Lewis, L., L. Clark, R. Krapf, M. Manning, J. Staats, T. Subirge, L. Townsend, and B. Ypsilantis. 2003. Riparian area management: Riparianwetland soils. Technical Reference 1737-19. Bureau of Land Management, Denver, CO. BLM/ST/ST-03/001+1737. 109 pp.

Li, X., Niu J., Xie, B., 2013. Study on hydrological functions of litter layers in North China, PLoS One, 8 (7) , Article, e70328

Liu, J., Liu, S., Loveland, T.R. 2006. Temporal evolution of carbon budgets of the Appalachian forests in the U.S. from 1972 to 2000. Forest Ecology and Management, 222, 191 -201

Long, L. A. M.,2015. Impacts of riparian buffer vegetation on soil quality physical parameters, 20-23 years after initial riparian buffer establishment, Graduate Theses and Dissertations. Paper 14609, Iowa State University

Loppert. R. H., and D. L. Suarez, 1996: Carbonate and gypsum. p. 437-476. In: JM Bartels, (Edt.), Methods of soil analysis part 3. chemical methods. SSSA Book Series, No. 5, American Society of Agronomy Inc., Madison, Wiscosin, USA.

Lowrance R, Vellidis G and Hubbard R K 1995. Denitrification in a restored riparian forest wetland. J. Environ. Qual. 24, 808-815.

Lowrance, R., Dabney S., Schultz. R. 2002. Improving water and soil quality with conservation buffers. Journal of Soil and Water Conservation 57:36a-43a.

Mackay, J.E., Cunningham,S.C., Cavagnaro, T.R., 2016. Riparian reforestation: are there changes in soil carbon and soil microbial communities?, Science of the Total Environment 566-567 (2016) 960-967

Makineci, E., 1999. İ.Ü. Orman Fakültesi Araştırma Ormanındaki baltalıkların koruya dönüştürülmesi işlemlerinin ölü örtü ve topraktaki azot değişimine etkileri, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Toprak İlmi ve Ekoloji Programında Hazırlanmış Doktora Tezi (XXIV+213 Sayfa)

Matzek, V., Puleston, C., Gu, J., 2015. Can carbon credits fund riparian forest restoration?, Restoration Ecology Vol. 23, No. 1, pp. 7-14

Mısır, M., Mısır, N., Bulut, A., 2011. Karbon Depolama Kapasitesinin Landsat 7 Etm+ Uydu Görüntüsüyle Belirlenmesine İlişkin Kavramsal Çatı, I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 26-28 Ekim 2011, Kahramanmaraş, KSÜ Mühendislik Bil. Der., Özel Sayı, 2012 KSU J. Engineering Sci., Special Issue, 2012

Millera, R. B., Foxa G. A., Pennb C. J., Wilsonb S., Parnella A.,. Purvisa R. A, Criswella K., 2014. Estimating sediment and phosphorus loads from streambanks withand without riparian protection, Agriculture, Ecosystems and Environment 189, 70-81

Mitsch, W. J., Gosselink. J. G., 1993.Wetlands. 2nd edition. Van Nostrand Reinhold. London. 722 p.

Munsell Soil Color Charts. 1994. Revised Edition. Macbeth Division of Kollmorgen Instruments Co. 405 Little Britian Road., New Windsor, NY.

Murray, B.C., 2003. Economics of Forest Carbon Sequestration. Kluwer Academic, Publishers, 379p, Netherland.

Naiman, R.J., Decamps, H., 1997. The Ecology of Interfaces: Riparian Zones. Ann. Rev. Ecol. Syst. 28, 621 - 658.

Nelson, D.W., Sommer, L.E. 1996. L.E. Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods, Soil Science of America and American Society of Agronomy, SSSA Book Series Madison-USA, p. 5.

Norton, J. B.;Jungst, L. J.,Norton, U.; Olsen, H. R.; Tate, K. W., Horwath, W. R., 2011. Soil Carbon And Nitrogen Storage İn Upper Montane Riparian Meadows. Ecosystems, 14 (8) New York: Springer, 1217-1231

Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2013. Sulak Alanlar, © Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Hassas Alanlar Dairesi Başkanlığı, Sulak Alanlar Şube Müdürlüğü, 2013

Ölçücüoğlu, L., 1997. Gelibolu Yarımadası'nda Kızılçam (Pinus brutia Ten.) ağaçlandırma alanlarında toprak özellikleri ve boylanmaya etkisi, İ.Ü. Fen

Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Toprak İlmi ve Ekoloji Programında Hazırlanmış Yüksek Lisans Tezi (V+58 sayfa)

Özhan S., 1977. Belgrad Ormanı Ortadere Yağış Havzasında ölü örtünün hidrolojik bakımdan önemli özelliklerinin bazı yöresel etkenlere göre değişimi, İ.Ü. Yayın No. 2330 Orman Fakültesi Yayın No 235 Çelikcilt Matbaası, İstanbul

Özhan, S., 1982. Belgrad Ormanındaki Bazı Meşcerelerde Evapotranspirasyonun Deneysel Olarak Saptanmasıve Sonuçların Ampirik Modellerle Karşılaştırılması. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 2906, Orman Fakültesi Yayın No: 311, 183s., İstanbul

Özhan, S., 2004. Havza Amenajmanı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Havza Amenajmanı Anabilim Dalı, İ.Ü. Rektörlük Yayın No:4510, Orman Fakültesi Yayın No: 481; ISBN: 975-404-739-1 İstanbul

Özkan, K., 2003. Beyşehir Gölü Havzasının yetişme ortamı özellikleri ve sınıflandırılması, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak İlmi ve Ekoloji Programında Hazırlanmış Doktora Tezi (XVI+189 sayfa)

Pacific, V., Jencso, K. McGlynn, B., 2010. Variable flushing mechanisms and landscape structure control stream DOC export during snowmelt in a set of nested catchments. Biogeochemistry 99: 193-211.

Piercy, C., and T. Wynn. 2008. Predicting root density in streambanks. Journal of the American Water Resources Association 44:496-508

Pinay G, Fabre A, Vervier P, Gazelle F. 1992. Control of C, N, P distributionin soils of riparian forests. Landscape Ecology, 6: 121-132.

Qin Y., Xin Z., Wang D., Xiao Y., 2017. Soil organic carbon storage and its influencing factors in the riparian woodlands of a Chinese karst area, Catena 153 (2017) 21-29.

Raimbault B. A., 2011. Litter input, soil quality and soil carbon dioxide production rates in varying riparian land uses along a first order stream in Southern Ontario, Canada., A thesis presented to the University of Waterloo in fulfilment of the thesis requirement for the degree of Master of Environmental Studies in Environment and Resource Studies Waterloo, Ontario, Canada,

Reddy, G.P.O, Maji, A.K., Gajbhiye, K.S., 2004. Drainage Morphometry and Its Influence on Landform Characteristics in a Basaltic Terrain, Central India, A Remote Sensing and Gis Approach, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation

Reichle, D., Houghton, J., Kane, B., ve Ekman, J., 1999. Carbon Sequestration Research and Development. Office of Science Office of Fossil Energy, U.S. Department of Energy, 289p, United States.

Rhoades, J.D., 1996. Salinity: Electrical Conductivity and Total Dissolved Solids, in: Sparks, D.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods, SSSA Book Ser. 5. 3., Soil Science Society of America, Madison, USA, pp. 417-436.

Richards, L.A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils (moisture retantion curve). Dept. Of Agri Handbook 60. USA.

Ricker, M.C., Stolt, M.H., Donohue, S.W., Blazejewski, G.A., Zavade, M.S., 2013. Soil Organic Carbon Pools in Riparian Landscapes of Southern New England. Soil Sci. Soc. Am. J. 77, 1070-1079.

Ricker, M.C., Stolt, M.H., Zavada, M.S., 2014. Comparison of soil organic carbon Dynamics in forested riparian wetlands and adjacent uplands. Soil Sci. Soc. Am. J. 78, 1817-1827.

Rinklebe, J., Franke, C., Neue, H.U., 2007. Aggregation of floodplain soils based on classification principles to predict concentration of nutrients and pollutants. Geoderma 141, 210-223.

Riveros, I. D. A., McGlynn, B. L., 2009. Landscape structure control on soil CO_2 efflux variability in complex terrain: Scaling from point observations to watershed scale fluxes. J. Geophys. Res. 114: G02010.

Royer, T.V., David, M.B., Gentry, L.E., 2006. Timing of riverine export of nitrate and phosphorus from agricultural watersheds in Illinois: implications for reducing nutrient loading to the Mississippi River. Environ Sci Technol 40:4126-4131

Sato, Y., Kumagai, T., Kume, A., Otsuki, K., Ogawa, S., 2004. Experimental analysis of moisture dynamics of litter layers the effects of rainfall conditions and leaf shapes.Hydrol. Process. 18, 3007-3018.

Schilling, K. E., Li, Z., Zhang, Y., 2006. Groundwater-surface water interaction in the riparian zone of an incised channel, Walnut Creek, Iowa. J Hydrol 327:140-150

Schlesinger, W.H., 1982. Carbon Storage in the Caliche of Arid Soils: A Case Study From Arizona. Soil science, 133(4), 247-255.

Semenov, M.V., Stolnikova, E.V., Ananyeva, N.D., Ivashchenko, K.V., 2013, Structure of the Microbial Community in Soil Catena of the Right Bank of the Oka River, SSN 10623590, Biology Bulletin, Vol. 40, No. 3, pp. 266-274.

Sevgi, O., 1993. Demirköy granit arazisinde orman altında ve ormandan açılmış alanlarda toprak özellikleri, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Toprak İlmi ve Ekoloji Programında Hazırlanmış Yüksek Lisans Tezi (VIII+83 sayfa)

Sevgi, O., 2003. Bayramiç İşletmesinde (Kaz Dağları) Karaçam'ın (Pinus nigra Arnold.) yükseltiye göre beslenme büyüme ilişkileri, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Toprak İlmi ve Ekoloji Programında Hazırlanmış Doktora Tezi (XV+221 sayfa)

Shutes R.B.E. 2001. Artificial wetlands and water quality improvement, Environment International 26 (2001) 441-447, Urban Pollution Research Centre, Middlesex University, Bounds Green Road, London N11 2NQ, UK

Sivrikaya F, Bozali N. 2012. Karbon Depolama Kapasitesinin Belirlenmesi: Türkoğlu Planlama Birimi Örneği, Bartın Orman Fakültesi Dergisi 2012, Cilt: 14, Özel Sayı, 69-76 ISSN: 1302-0943 EISSN: 1308-5875.

Sivrikaya F., Köse S., 2004. Fonksiyonel Planlamada Su Kenarı Ormanları ve Önemi, KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi, 7(2).

Soil Survey Staff, 1999. Soil taxonomy. A basic of soil classification for making and interpreting soil survey. U.S.D.A Handbook, No: 436, Washington D.C.

Soil Survey Staff. 1993. Soil Survey Manual. USDA. Handbook No:18. Washington D.C.

Stevenson, F. J and Cole, M. A., 1999. Cycles of Soil, John Wiley and Sons, Second Edition, New York. NY.

Stoy, P.F., 2012. A Review Of Landscape Influences On Riparian Zone Processes In Mountaınous Headwater Catchments, A Professional Paper Submitted In Partial Fulfillment Of The Requirements For The Degree Of Master Of Science, Land Resources And Environmental Science, Montana State Unıversıty, Bozeman, Montana

Strahler, A. N., 1957. "Quantitative analysis of watershed geomorphology", Transactions of the American Geophysical Union 38 (6): 913-920

Sutfin, N. A.,. Wohl E. E., Dwire, K. A., 2016. Banking carbon: a review of organic carbon storage and physical factors influencing retention in floodplains and riparian ecosystems, Earth Surf. Process. Landforms 41, 38-60 (2016)

Thomas, G.W., 1996. Soil pH and soil acidity. p. 475-490. In: JM Bartels, (Edt.), Methods of soil analysis part 3. chemical methods. SSSA Book Series, No. 5, American Society of Agronomy Inc., Madison, Wiscosin, USA.

Tockner, K., Stanford, J.A., 2002. Riverine flood plains: present state and future trends. Environmental Conservation 29, 308 - 330.

Tolunay, D., 1997. Aladağ'da (Bolu) sıklık çağındaki Sarıçam (Pinus sylvestris L.) meşcerelerinde bakımların madde dolaşımına etkileri, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Toprak İlmi ve Ekoloji Programında Hazırlanmış Doktora Tezi (IX+213 Sayfa)

Tolunay, D., 2002. Aladağ'da (Bolu) sıklık çağındaki sarıçam (Pinus sylvestris L.) meşcerelerinde bakımların madde dolaşımına etkileri, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri A, Cilt 53, Sayı 1: 47-73

Tolunay, D., 2004. Aladağ'da (Bolu) genç sarıçam meşcerelerinde bakım kesimlerinin ölü örtü ve toprak özelliklerine etkisinin belirlenmesi üzerine araştırmalar (10. yıl sonuçları), İstanbul Üniversitesi Araştırma Fonu Tarafından Desteklenen Proje, No. 1606/30042001

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., 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.

Tomer, M.D., Meek, D.W., Jaynes D.B., Hatfield, J.L., 2003. Evaluation of nitrate nitrogen fluxes from a tile-drained watershed in Central Iowa. J Environ Qual 32:642-653

Tufekcioglu, A., J.W. Raich, T.M. Isenhart, and R.C. Schultz. 1998. Fine root dynamics, coarse root biomass, root distribution, and soil respiration in a multispecies riparian buffer in Central Iowa, USA. Agroforestry Systems 44:163

Tüzüner, A., 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara

U.S. Army Corps of Engineers. 1991. Buffer strips for riparian zone management. Waltham, MA.

U.S. Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis Improvement of Saline and Alkaline Soils. Agri. Handbook, No:60, USDA.

Uluocak, N. 1979. Toprak Koruması ve Yem Niteliği Bakımından Türkiyenin Önemli Doğal Otlak Bitkileri, I. Buğdaygiller, İstanbul Üniversitesi Y.N: 2638, Orman Fakültesi Y.N:278, İstanbul

Uluocak, N. 1984. Toprak Koruması ve Yem Niteliği Bakımından Türkiyenin Önemli Doğal Otlak Bitkileri, II.Baklagiler, İstanbul Üniversitesi Y.N: 3198, Orman Fakültesi Y.N:358, İstanbul

Usace, 2002. Hec-Ras River Analysis System, User Manual, US Army Corps of Engineers, Instute for Water Resources, Hydrolic Engineering Center, Davis, CA.

Walter, H. 1970. Vegetationszonen und Klima. E. Ulmer, Stutgart.

Wang, Y., Li, Y., Ye, X., Chu, Y.,Wang, X., 2010. Profile storage of organic/inorganic carbon in soil: from forest to desert. Sci. Total Environ. 408, 1925–1931.

Wang, L., Liu, H., Liu, Y., Li.,J, Shao, H., Wang, W., Liang, C., 2014. Soil Characteristic Comparison of Fenced and Grazed Riparian Floodplain Wetlands in the Typical Steppe Region of the Inner Mongolian Plateau, China, Hindawi Publishing Corporation, The Scientific World Journal, Article ID 765907, 10 pages

Watenabe, A., Sarno, R. J., Tsutsuki, K., Kimura, M., 2001. Humus composition of soils under forest, coffee and arable cultivation in hilly areas of south Sumatra, Indonesia. European Journal of Soil Science, 52. pp. 599-606. ISSN 1365-2389

Weaver, J.E., Clements, F.E., 1929. Plant Ecology. Tata McGraw-Hill Pub.Ltd., New Delhi.

Wenger, S. 1999. A review of the scientific literature of riparian buffer width, extent and egetation. Institute of Ecology, University of Georgia. Athens, GA

Williams AG, Ternan JL, Fitzjohn C, Alba S, Perezgonzalez A (2003) Soil Moisture Variability and Land Use in a Temperate-Humid Environment. Land Degradation and Development 12, 477-484.

Winterdahl M., Temnerud J., Futter M. N., Löfgren S., Moldan F., Bishop K., 2011. Riparian Zone Influence on Stream Water Dissolved Organic Carbon Concentrations at the Swedish Integrated Monitoring Sites, A Journal of the Human Environment 40(8):920-930.

Winzeler, H.E., P.R. Owens, B.C. Joern, J.J. Camberato, B.D. Lee, D.E. Anderson, and D.R. Smith. 2008. Potassium fertility and terrain attributes in a fragiudalf drainage catena. Soil Science Society of America Journal 72:1311-1320.

Wohlfart T. Exbrayat J.-F., Schelde K., Christen B., Dalgaard T., Frede H.G., and Breuer L., 2012. The importance of riparian zones on stream carbon and nitrogen export in a temperate, agricultural dominated landscape, Biogeosciences Discuss., 9, 7465-7497, 2012

Woodwell, G.M., Whittaker, R.H., Reiners, W.A., Likens, G.E., Delwiche, C.C., Botkin, D.B. 1978. The biota and the world carbon budge. Science, 199: 141-146

WWF-Türkiye, 2008. Doğal Hayatı Koruma Vakfı, Türkiye'deki Ramsar Alanları Değerlendirme Raporu,

Wynn, T.M., S. Mostaghimi, J.A. Burger, A.A. Harpold, M.B. Henderson, and L.A. Henry. 2004. Variation in root density along stream banks. Journal of Environmental Quality 33:2030-2039

Yaltırık, F., Efe, A., 1989. Otsu Bitkiler Sistematiği Ders Kitabı, Ġ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları, Ġ.Ü. Yayın no: 3568, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayın no: 3, ISBN 975 404 122-9, 528 sayfa.

Yılmaz, H., 2010. Çankırı Gökdere Havzasının Havza Karakteristiklerinin Ve Bazı Hidrofiziksel Toprak Özelliklerinin Araştırılması, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Çankırı

Yılmaz, H., Göl, C., Ediş, S., 2011. The Importance Of Watershed Characteristics In Integrated Watershed Management (A Case Of Gökdere Watershed, Turkey). Fresenius Environmental Bulletin, Vol 20/ No 12/ 2011 - pages 3126 - 3134

Zaimes, G. N., Iakovoglou, V., Emmanouloudis, D., Gounaridi, D.,2010. Riparian Areas of Greece: Their Definition and Characteristics, ournal of Engineering Science and Technology Review 3 (1) (2010) 176-183

Zehetner, F., Lair, G.J., Gerzabek, M.H., 2009. Rapid carbon accretion and organic matter pool stabilization in riverine floodplain soils. Global Biogeochemical Cycles 23, GB4004.

Zhang, Z., Chen, Y., Zhang, Z., Cui, H., Lei, Y., Wang, D., Sui, J., 2006. Water-holding characteristics of litter in different forests at the Lianxiahe watershed. Front. For. China 4,413-418

Zhang, Z., Lei, Y., Su, K., Wang, G. Wang, D., Ma H., 2009. Hydrological characteristics of litter in different forest succession stages at Liuxihe Watershed, southern China, Front. For. China, 4 (3), pp. 317-322

Zhao, Q., Zhong, L., and Yingfei, X., 2004. Organic Carbon Storage in Soils of Southeast China. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 49, 229-234.

EKLER

EK 1 Aladağ Çayı havzası toprak profili fotoğrafları
EK 2 Aladağ Çayı havzası yetişme ortamı özellikleri
EK 2. 1 Aladağ Çayı havzası doğal mera arazisi yetişme ortamı özellikleri
EK 2. 2 Aladağ Çayı havzası doğal orman arazisi yetişme ortamı özellikleri
EK 2. 3 Aladağ Çayı havzası orman içi açıklık arazisi yetişme ortamı özellikleri
EK 3 Aladağ Çayı havzası toprak özelliklerine ait istatistiksel analiz sonuçları
EK 3.1 Aladağ Çayı havzası üst toprak (0-30cm) özelliklere ait ilişkin tanımlayıcı istatistikler
EK 3.2 Aladağ Çayı havzası üst toprak (0- 30 cm) özelliklerine ait aryans analizi ve Duncan testi sonuçları

EK 1 Aladağ Çayı havzası toprak profili fotoğrafları

Ek 1.1 Aladağ Çayı havzası doğal mera arazisi sol sahil toprak profili fotoğrafları

			
Profil: 1 0 m uzaklık	Profil: 2 50 m uzaklık	Profil: 3 100 m uzaklık	Profil: 4 150 m uzaklık

Ek 1.2 Aladağ Çayı havzası doğal mera arazisi sağ sahil toprak profili fotoğrafları

			
Profil: 5 0 m uzaklık	Profil: 6 50 m uzaklık	Profil: 7 100 m uzaklık	Profil: 8 150 m uzaklık

Ek 1.3 Aladağ Çayı havzası doğal orman arazisi sağ sahil toprak profili fotoğrafları



Profil: 9 0 m uzaklık	Profil: 10 50 m uzaklık	Profil: 11 100 m uzaklık	Profil: 12 150 m uzaklık

Ek 1.4 Aladağ Çayı havzası doğal orman arazisi sol sahil toprak profili fotoğrafları



Profil: 13 0 m uzaklık	Profil: 14 50 m uzaklık	Profil: 15 100 m uzaklık	Profil: 16 150 m uzaklık

Ek 1.5. Aladağ Çayı havzası orman içi açıklık arazisi sağ sahil toprak profili fotoğrafları

			
Profil: 17 0 m uzaklık	Profil: 18 50 m uzaklık	Profil: 19 100 m uzaklık	Profil: 20 150 m uzaklık

Ek 1.6 Aladağ Çayı havzası orman içi açıklık arazisi sol sahil toprak profili fotoğrafları

			
Profil: 21 0 m uzaklık	Profil: 22 50 m uzaklık	Profil: 23 100 m uzaklık	Profil: 24 150 m uzaklık

EK 2 Aladağ Çayı havzası yetişme ortamı özellikleri

EK 2. 1. Aladağ Çayı havzası doğal mera arazisi yetişme ortamı özellikleri

Ek 2.1.1 Aladağ Çayı havzası doğal mera arazisi sol sahil 0 m uzaklık 1 numaralı toprak profili yetişme ortamı özellikleri



Çalışma sahası :	Aladağ Çayı havzası	**Kazı derinliği (cm) :**	110
Mevki :	1. örnekleme alanı Sol sahil	**Anakaya :**	Gevşek depolar
Profil No :	1	**Taban suyu derinliği (cm):**	50 cm'de sonra taban suyu başlıyor
Kordinatlar (Utm):	384567 4493711	**Arazi kullanım durumu:**	Doğal Mera
Eğim (%) :	0.5-2 (Düz-Düze Yakın)		
Bakı :	Güney Doğu	**Dış toprak hali**	Çim kapağı oluşturmuş, Otsu türler, Örtme derecesi % 80, Yüzeyde taşlılık yok
Yükseklik(m) :	1330		
Hava durumu :	Açık güneşli	**Ana dereden uzaklık (m)**	50

Mineral Toprak Horizonları

Horizon (Katman)	Kalınlık (cm)	Strüktür tipi	Bağlılık	Taşlılık	Nem	Geçirgenlik	Lekelenme	Kök sıklığı	Karbonat
A_h	0-6	Masif	Gevşek	0.2-0.6cm	Islak	Zayıf drenaj	Yok	Bol miktarda ince	Yok
C_1	6-50	Masif	Gevşek	0.2-0.6cm	Islak	Zayıf drenaj	10 - küçük gruplar halinde dağılmış küf rengi	Orta miktarda kalın Orta miktarda ince	Yok
-	50 +	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu

Diğer yorumlar: Dere kenarı ekosistemi olması sebebiyle horizon oluşumu görülmemiş olup alüvyal ve kolüvyal birikintilerin oluşturduğu katmalar yer almaktadır. Horizon isimlendirmelerindeki harfler anlam taşımamaktadır.

Ek 2.1.2 Aladağ Çayı havzası doğal mera arazisi sol sahil 50 m uzaklık 2 numaralı toprak profili yetişme ortamı özellikleri



Çalışma sahası :	Aladağ Çayı havzası	**Kazı derinliği (cm) :**	70
Mevki :	1. örnekleme alanı Sol sahil	**Anakaya :**	Andezit
Profil No :	2	**Taban suyu derinliği (cm):**	62
Kordinatlar (Utm):	384607 4493676	**Arazi kullanım durumu:**	Doğal Mera
Eğim (%) :	0.5-2 (Düz-Düze Yakın)		
Bakı :	Güney Doğu	**Dış toprak hali**	Çim kapağı oluşturmuş, Otsu türler, Örtme derecesi % 80, Yüzeyde taşlılık yok
Yükseklik(m) :	1330		
Hava durumu :	Açık güneşli	**Ana dereden uzaklık (m)**	50

Mineral Toprak Horizonları

Horizon (Katman)	Kalınlık (cm)	Strüktür tipi	Bağlılık	Taşlılık	Nem	Geçirgenlik	Lekelenme	Kök sıklığı	Karbonat
A_h	0-5	Masif	Gevşek	0.2-0.6	Islak	Mutedil drenaj	Yok	Bol miktarda ince Az miktarda ince	Yok
C_1	5-37	Masif	Gevşek	0.2-0.	Islak	Mutedil drenaj	Yok	Orta miktarda orta kalın	Yok
C_2	37-62	Kırıntılı	Gevşek	0.2-0.6	Islak	Zayıf drenaj	Yaygın (15-40)	Orta miktarda	Yok
-	62+	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu

Diğer yorumlar: Toprak profili açıldıktan sonra taban suyu 1 dakika sonra 62 cm'de sabit kalıyor. Lekelenme C_1 katmanında % 20 demir yükseltgenmesinden kaynaklanan küf rengi, % 25 oranında gleyleşme ve kötü koku oluşumu hakim.

Ek 2.1.3 Aladağ Çayı havzası doğal mera arazisi sol sahil 100 m uzaklık 3 numaralı toprak profili yetişme ortamı özellikleri



Çalışma sahası	:	Aladağ Çayı havzası	**Kazı derinliği (cm)**	:	100
Mevki	:	1. örnekleme alanı Sol sahil	**Anakaya**	:	Gevşek depolar
Profil No	:	3	**Taban suyu**	:	Yok
Kordinatlar (Utm):		384642 4493640	**Arazi kullanım durumu:**		Doğal Mera
Eğim (%)	:	0.5-2 (Düz-Düze Yakın)	**Dış Toprak hali**		Çim kapağı oluşturmuş, Otsu türler, Örtme derecesi % 80, Yüzeyde taşlılık yok
Bakı	:	Güney doğu			
Yükseklik(m)	:	1330	**Ana dereden uzaklık (m)**		100
Hava durumu	:	Açık Güneşli			

Mineral Toprak Horizonları

Katman	Kalınlık (cm)	Strüktür tipi	Bağlılık	Taşlılık	Nem	Geçirgenlik	Lekelenme	Kök sıklığı	Karbonat
Ah	0-4	Masif	Gevşek	Az veya çok az (İnce çakıl-0,2-0,6cm)	Nemli	İyi drenaj	Yok	Orta miktarda ince	Yok
C1	4-28	Masif	Az veya çok az	Az veya çok az (İnce çakıl-0,2-0,6cm)	Nemli	İyi drenaj	Yok	Az miktarda kalın	Yok
C2	28-40	Masif	Gevşek	Az veya çok az (İnce çakıl-0,2-0,6cm)	Nemli	İyi drenaj	Yok	Az miktarda ince ve orta kalın	Yok
C3	40+	Kırıntılı	Gevşek	Çok (Kaba çakıl 2-6cm)	Nemli	Mutedil drenaj	Az (2-5)	Yok	Yok

Diğer Yorumlar Taban suyu problemi görülmemektedir. Anakaya alüvyal ve kolüvyal birikintilerin oluşturduğu gevşek depolardan meydana gelmektedir.

Ek 2.1.4 Aladağ Çayı havzası doğal mera arazisi sol sahil 150 m uzaklık 4 numaralı toprak profili yetişme ortamı özellikleri



Çalışma sahası	:	Aladağ Çayı avzası	**Kazı derinliği (cm)** :	100
Mevki	:	1. örnekleme alanı Sol sahil	**Anakaya** :	Gevşek depolar
Profil no	:	4	**Taban suyu** :	Yok
Kordinatlar (Utm)	:	384684 4493608	**Arazi kullanım durumu:**	Doğal Mera
Eğim (%)	:	0.5-2 (Düz-Düze Yakın)	**Dış Toprak hali**	Çim kapağı oluşturmuş, Otsu türler, Örtme derecesi % 80, Yüzeyde taşlılık yok
Bakı	:	Güney doğu		
Yükseklik(m)	:	1330	**Ana dereden uzaklık (m)**	150
Hava durumu	:	Açık Güneşli		

Mineral Toprak Horizonları

Katman	Kalınlık (cm)	Strüktür tipi	Bağlılık	Taşlılık	Nem	Geçirgenlik	Lekelenme (%)	Kök sıklığı	Karbonat
A_h	0-8	Masif	Sıkı	Az veya çok az (İnce çakıl-0,2-0,6cm)	Nemli	İyi drenaj	Yok	Bol miktarda ince Orta miktarda orta kalın	Yok
C_1	8-33	Masif	Sıkı	Az veya çok az (İnce çakıl-0,2-0,6cm)	Nemli	İyi drenaj	Yok	Az miktarda orta kalın	Yok
C_2	33-59	Kırıntılı	Sıkı	Az veya çok az (İnce çakıl-0,2-0,6cm)	Nemli	İyi drenaj	Yok	Yok	Yok
C_3	59+	Kırıntılı	Gevşek	Az veya çok az (İnce çakıl-0,2-0,6cm)	Nemlice	İyi drenaj	Çok az	Yok	Yok

Diğer Yorumlar Taban suyu problemi görülmemektedir. Anakaya alüvyal ve kolüvyal birikintilerin oluşturduğu gevşek depolardan meydana gelmektedir.

Ek 2.1.5 Aladağ Çayı havzası doğal mera arazisi sağ sahil 0 m uzaklık 5 numaralı toprak profili yetişme ortamı özellikleri



Çalışma sahası	:	Aladağ Çayı avzası	**Kazı derinliği (cm)**	:	65
Mevki	:	1. örnekleme alanı Sağ sahil	**Anakaya**	:	Gevşek depolar
Profil no	:	5	**Taban suyu**	:	59
Kordinatlar (Utm)	:	384796 4494186	**Arazi kullanım durumu:**		Doğal Mera
Eğim (%)	:	0.5-2 (Düz-Düze Yakın)	**Dış Toprak hali**		Çim kapağı oluşturmuş, Otsu türler, Örtme derecesi % 90, Yüzeyde taşlılık yok
Bakı	:	KB			
Yükseklik(m)	:	1330			
Hava durumu	:	Açık Güneşli			
			Ana dereden uzaklık (m)		0

Mineral Toprak Horizonları

Horizon (Katman)	Kalınlık (cm)	Strüktür tipi	Bağlılık	Taşlılık	Nem	Geçirgenlik	Lekelenme	Kök sıklığı	Karbonat
A_h	0-10	Masif	Sıkı	Yok	Nemli	Mutedil Drenaj	Yok	Bol miktarda ince Orta miktarda orta Az miktarda kalın	Yok
C_1	10-35	Masif	Sıkı	Yok	Islak	Zayıf drenaj	Az (2-5)	Az miktarda orta	Yok
C_2	35-59	Masif	Sıkı	Yok	Islak	Kötü drenaj	Yaygın (15-40)	Az miktarda ince	Yok
-	59+	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu

Diğer Yorumlar

Taban suyu 59 cm'de başlamaktadır.C katmanında kötü drenaj sebebiyle su birikintileri oluşmakta ancak taban suyu 59 cm'de sabitlenmektedir. Lekelenme C_1 ve C_2 katmanında görülmekte ve C_2 katmanında gleyleşmeden kaynaklı kötü koku hakimdir. Anamateryali Gevşek Depolar (Alüvyal ve kolüvyal birikintiler) oluşturmaktadır. Otsu türler topra yüzeyi sıkıca kapatmış güçlü bir çim kapağı oluşturmuştur. Genellikle Graminea familyasına ait türlerin yüksekli 9-10 cm bulmaktadır. Yüzey kaplama oranı %90-95'tir.

Ek 2.1.6 Aladağ Çayı havzası doğal mera arazisi sağ sahil 50 m uzaklık 6 numaralı toprak profili yetişme ortamı özellikleri



Çalışma sahası	:	Aladağ Çayı avzası	**Kazı derinliği (cm)**	:	80
Mevki	:	1. örnekleme alanı Sağ sahil	**Anakaya**	:	Gevşek depolar
Profil no	:	6	**Taban suyu**	:	67
Kordinatlar (Utm)	:	384755 4494219	**Arazi kullanım durumu:**		Doğal Mera
Eğim (%)	:	0.5-2 (Düz-Düze Yakın)	**Dış Toprak hali**		Çim kapağı oluşturmuş, Otsu türler, Örtme derecesi % 90, Yüzeyde taşlılık yok
Bakı	:	Kuzey batı			
Yükseklik(m)	:	1330			
Hava durumu	:	Açık Güneşli			
			Ana dereden uzaklık (m)		50

Mineral Toprak Horizonları

Katman	Kalınlık (cm)	Strüktür tipi	Bağlılık	Taşlılık	Nem	Geçirgenlik	Lekelenme (%)	Kök sıklığı	Karbonat
A_h	0-9	Masif	Gevşek	Az veya çok az (İnce çakıl-0,2-0,6cm)	Nemli	Mutedil drenaj	Yok	Bol miktarda ince Az miktarda orta	Yok
C_1	9-36	Masif	Sıkı	Az veya çok az (İnce çakıl-0,2-0,6cm)	Islak	Zayıf drenaj	Yok	Az miktarda orta	Yok
C_2	36-67	Masif	Sıkı	Az veya çok az (İnce çakıl-0,2-0,6cm)	Islak	Zayıf drenaj	Az (2-5)	Az miktarda orta	Yok
-	67+	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu

Diğer Yorumlar C_1 katmanında az miktarda lekelenme görülmektedir. Demir yükseltgenmesinden kaynaklı küf rengi ara ara boşluklarda görülmektedir

Ek 2.1.7 Aladağ Çayı havzası doğal mera arazisi sağ sahil 100 m uzaklık 7 numaralı toprak profili yetişme ortamı özellikleri



Çalışma sahası	:	Aladağ Çayı avzası	**Kazı derinliği (cm)**	:	85
Mevki	:	1. örnekleme alanı Sağ sahil	**Anakaya**	:	Gevşek depolar
Profil no	:	7	**Taban suyu**	:	74
Kordinatlar (Utm)	:	384704 4494256	**Arazi kullanım durumu:**		Doğal Mera
Eğim (%)	:	0.5-2 (Düz-Düze Yakın)	**Dış Toprak hali**		Çim kapağı oluşturmuş, Otsu türler, Örtme derecesi % 90, Yüzeyde taşlılık yok
Bakı	:	Kuzey batı			
Yükseklik(m)	:	1330			
Hava durumu	:	Açık Güneşli			
			Ana dereden uzaklık (m)		100

Mineral Toprak Horizonları

Horizon (Katman)	Kalınlık (cm)	Strüktür tipi	Bağlılık	Taşlılık	Nem	Geçirgenlik	Lekelenme	Kök sıklığı	Karbonat
A_h	0-10	Granüler	Gevşek	Yok	Nemli	İyi drenaj	Yok	Bol miktarda ince Az miktarda orta	Yok
C_1	10-25	Granüler	Gevşek	Yok	Nemli	İyi drenaj	Yok	Orta miktarda ince	Yok
C_2	25-55	Masif	Sıkı	Yok	Islak	Mutedil drenaj	Az (2-5)	Az miktrada orta	Yok
C_3	55-74	Masif	Sıkı	Yok	Islak	Zayıf drenaj	Yaygın (15-40)	Yok	Yok
-	74+	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu

Diğer Yorumlar

Ek 2.1.8 Aladağ Çayı havzası doğal mera arazisi sağ sahil 150 m uzaklık 8 numaralı toprak profili yetişme ortamı özellikleri



Çalışma sahası	:	Aladağ Çayı avzası	**Kazı derinliği (cm)**	:	107
Mevki	:	1. örnekleme alanı Sağ sahil	**Anakaya**	:	Gevşek depolar
Profil no	:	8	**Taban suyu**	:	107
Kordinatlar (Utm)	:	384663 4494282	**Arazi kullanım durumu:**		Doğal Mera
Eğim (%)	:	0.5-2 (Düz-Düze Yakın)	**Dış Toprak hali**		Çim kapağı oluşturmuş, Otsu türler, Örtme derecesi % 90, Yüzeyde taşlılık yok
Bakı	:	Kuzey batı			
Yükseklik(m)	:	1330			
Hava durumu	:	Açık Güneşli	**Ana dereden uzaklık (m)**		150

Mineral Toprak Horizonları

Horizon (Katman)	Kalınlık (cm)	Strüktür tipi	Bağlılık	Taşlılık	Nem	Geçirgenlik	Lekelenme	Kök sıklığı	Karbonat
A_h	0-10	Granüler	Gevşek	Az veya çok az (İnce çakıl-0,2-0,6cm)	Nemli	İyi drenaj	Yok	Bol miktarda ince Orta miktarda orta	Yok
C_1	10-43	Kırıntılı	Sıkı	Yok	Islak	Mutedil drenaj	Yok	Az miktarda ince	Yok
C_2	43-70	Granüler	Gevşek	Yok	Islak	Mutedil drenaj	Az (2-5)	Az miktarda ince	Yok
C_3	70-107	Masif	Gevşek	Yok	Islak	Zayıf drenaj	Az (2-5)	Yok	Yok
-	107+	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu

Diğer Yorumlar: Taban suyu 107 cm'de sabit kalıyor.C_3 katmanında sızmalar şeklinde taban suyu problemi görülmekte. Katman kalınları geniş ve tamamı ince materyalden oluşmakta. C_1 katmanı diğer katmanlara göre sert ve kazılması zor. Kazı esnasında C_1 katmanın oluşan toprak kazı ekipmanlarına yapışmaktadır. Kil birikimi mevcut, geçirimsiz tabaka yok

EK 2. 2. Aladağ Çayı havzası doğal orman arazisi yetişme ortamı özellikleri

Ek 2.2.1 Aladağ Çayı havzası doğal orman arazisi sağ sahil 0 m uzaklık 9 numaralı toprak profili yetişme ortamı özellikleri



Çalışma sahası	:	Aladağ Çayı havzası	**Kazı derinliği (cm)**	:	110
Mevki	:	2. örnekleme alanı Sağ sahil	**Anakaya**	:	Andezit
Profil no	:	9	**Taban suyu**	:	Yok
Kordinatlar (Utm)	:	392441 4499054	**Arazi kullanım durumu:**		Doğal Orman
Eğim (%)	:	0.5-2 (Düz-Düze Yakın)	**Dış Toprak hali**		Sarıçam. Alt tabakada sarıçam ve göknar gençliği hakim
Bakı	:	Güney batı			
Yükseklik(m)	:	1435	**Ana dereden uzaklık (m)**		0
Hava durumu	:	Açık Güneşli	**Meşcere kapalılığı (%)**		70-80

Mineral Toprak Horizonları

Horizon	Kalınlık (cm)	Strüktür tipi	Bağlılık	Taşlılık	Nem	Geçirgenlik	Lekelenme	Kök sıklığı	Karbonat
A_h	0-5	Granüle	Gevşek	<2mm	Nemli	İyi drenaj	Yok	Bol miktarda ince 1 adet kalın kök	Yok
A_{el}	5-33	Granüler	Gevşek	<2mm	Nemli	İyi drenaj	Yok	Az miktarda ince 2 adet kalın kök	Yok
C_1	33-64	Masif	Gevşek	<2mm	Islak	Zayıf drenaj	Yaygın(5-15)	Yok	Yok
C_2	64+	Masif	Sıkı	<2mm	Islak	Kötü drenaj	Çok(15-40)	Yok	Yok
Diğer Yorumlar	Aladağ serisi andezit anakayası üzerinde oluşan doğal toprak profili. Alüyval ve kolüvyal birikintilerin etkisi görülmektedir. C_1 ve C_2 horizonlarında lekelenme yaygın ve çok demir küf rengi hakim. 64 cm'den sonra gleyleşme görülmektedir.								

Ek 2.2.2 Aladağ Çayı havzası doğal orman arazisi sağ sahil 50 m uzaklık 10 numaralı toprak profili yetişme ortamı özellikleri



Çalışma sahası	:	Aladağ Çayı havzası	**Kazı derinliği (cm)**	:	110
Mevki	:	2. örnekleme alanı Sağ sahil	**Anakaya**	:	Andezit
Profil no	:	10	**Taban suyu**	:	Yok
Kordinatlar (Utm)	:	392438 4499098	**Arazi kullanım durumu:**		Doğal Orman
Eğim (%)	:	0.5-2 (Düz-Düze Yakın)	**Dış Toprak hali**		Sarıçam. Alt tabakada sarıçam ve göknar gençliği hakim
Bakı	:	Güney batı			
Yükseklik(m)	:	1435	**Ana dereden uzaklık (m)**		50
			Meşcere kapalılığı (%)		70-80
Hava durumu	:	Açık Güneşli			

Mineral Toprak Horizonları

Horizon	Kalınlık (cm)	Strüktür tipi	Bağlılık	Taşlılık	Nem	Geçirgenlik	Lekelenme	Kök sıklığı	Karbonat
A_h	0-3	Granüle	Gevşek	Yok	Nemli	İyi drenaj	Yok	Bol miktarda ince Az mikta kalın kök	Yok
A_{el}	3-29	Granüler	Gevşek	Yok	Nemli	İyi drenaj	Yok	Az miktarda kalın Az miktarda orta	Yok
B	29-47	Masif	Sıkı		Islak	Zayıf drenaj	Az (2-5)	Yok	Yok
C	47+	Masif	Sıkı		Islak	Kötü drenaj	Bol (>40)	Yok	Yok
Diğer Yorumlar	Aladağ serisi andezit anakayası üzerinde oluşan doğal toprak profili. Alüyval ve kolüvyal birikintilerin etkisi görülmektedir. B ve C horizonlarında demir küf rengi hakim47 cm'den sonra C horizonu devam etmekte. Kazı derinliği 110cm de bırakılmıştır								

Ek 2.2.3 Aladağ Çayı havzası doğal orman arazisi sağ sahil 100 m uzaklık 11 numaralı toprak profili yetişme ortamı özellikleri



Çalışma sahası	:	Aladağ Çayı havzası	**Kazı derinliği (cm)** :	93
Mevki	:	2. örnekleme alanı Sağ sahil	**Anakaya** :	Andezit
Profil numarası	:	11	**Taban suyu** :	Yok
Profil no	:	392420 4499152	**Arazi kullanım durumu:**	Doğal Orman
Kordinatlar (Utm)	:	0.5-2 (Düz-Düze Yakın)	**Dış Toprak hali**	Sarıçam. Alt tabakada sarıçam ve göknar gençliği hakim
Bakı	:	Güney batı		
Yükseklik(m)	:	1435	**Ana dereden uzaklık (m)**	100
Hava durumu	:	Açık Güneşli		
			Meşcere kapalılığı (%)	70-80

Mineral Toprak Horizonları

Horizon	Kalınlık (cm)	Strüktür tipi	Bağlılık	Taşlılık	Nem	Geçirgenlik	Lekelenme	Kök sıklığı	Karbonat
A_h	0-3	Granüle	Gevşek	<2mm	Nemli	İyi drenaj	Yok	Bol miktarda ince Orta miktarda orta Az miktarda kalın	Yok
A_{el}	3-12	Granüler	Gevşek	<2mm	Nemli	İyi drenaj	Yok	Az miktarda ince Az miktarda orta	Yok
B	12-33	Masif	Sıkı	Az veya çok az (İnce çakıl-0,2-0,6cm)	Islak	Mutedil drenaj	Yaygın (5-15)	Az miktarda orta 1adet kalın kök	Yok
C	33+	Masif	Sıkı	Az veya çok az (İnce çakıl-0,2-0,6cm)	Islak	Kötü drenaj	Bol (>40)	Yok	Yok

Diğer Yorumlar: Aladağ serisi andezit anakayası üzerinde oluşan doğal toprak profili. Alüyval ve kolüvyal birikintilerin etkisi görülmemektedir. B ve C horizonlarında demir küf rengi hakimdir.

Ek 2.2.4 Aladağ Çayı havzası doğal orman arazisi sağ sahil 150 m uzaklık 12 numaralı toprak profili yetişme ortamı özellikleri



Çalışma sahası	:	Aladağ Çayı havzası	**Kazı derinliği (cm)**	:	50
Mevki	:	2. örnekleme alanı Sağ sahil	**Anakaya**	:	Andezit
Profil no	:	12	**Taban suyu**	:	Yok
Kordinatlar (Utm)	:	392403 4499198	**Arazi kullanım durumu:**		Doğal Orman
Eğim (%)	:	0.5-2 (Düz-Düze Yakın)	**Dış Toprak hali**		Sarıçam. Alt tabakada sarıçam ve göknar gençliği hakim
Bakı	:	Güney batı			
Yükseklik(m)	:	1435	**Ana dereden uzaklık (m)**		150
Hava durumu	:	Açık Güneşli			
			Meşcere kapalılığı (%)		70-80

Mineral Toprak Horizonları

Horizon	Kalınlık (cm)	Strüktür tipi	Bağlılık	Taşlılık	Nem	Geçirgenlik	Lekelenme	Kök sıklığı	Karbonat
A_h	0-2	Granüle	Gevşek	<2mm	Nemli	İyi drenaj	Yok	Bol miktarda ince Az miktarda orta	Yok
A_{el}	2-6	Granüler	Gevşek	<2mm	Nemli	İyi drenaj	Yok	Orta miktarda ince Az miktarda orta	Yok
C_v	6-20	Granüler	Gevşek	Az veya çok az (Orta çakıl-0,6-2cm)	Nemli	İyi drenaj	Yok	Az miktarda orta	Yok
C_n	20+	Anakaya	Anakaya	Anakaya	Anakaya	Anakaya	Yok	Yok	Yok
Diğer Yorumlar		Aladağ serisi andezit anakayası üzerinde oluşan doğal toprak profili. Alüyval ve kolüvyal birikintilerin etkisi görülmemektedir. Cn blok halinde anakaya. Ah ve Cn'de Hacim ağırlığı örneği alınamamıştır.							

Ek 2.2.5 Aladağ Çayı havzası doğal orman arazisi sol sahil 0 m uzaklık 13 numaralı toprak profili yetişme ortamı özellikleri



Çalışma sahası	:	Aladağ Çayı havzası	**Kazı derinliği (cm)**	:	60
Mevki	:	2. örnekleme alanı Sol sahil	**Anakaya**	:	Andezit
Profil no	:	13	**Taban suyu**	:	Yok
Kordinatlar (Utm)	:	392587 4499191	**Arazi kullanım durumu:**		Doğal Orman
Eğim (%)	:	0.5-2 (Düz-Düze Yakın)	**Dış Toprak hali**		Sarıçam. Alt tabakada sarıçam ve göknar gençliği hakim
Bakı	:	Kuzey batı			
Yükseklik(m)	:	1435	**Ana dereden uzaklık (m)**		0
Hava durumu	:	Açık Güneşli			
			Meşcere kapalılığı (%)		70-75

Mineral Toprak Horizonları

Horizon	Kalınlık (cm)	Strüktür tipi	Bağlılık	Taşlılık	Nem	Geçirgenlik	Lekelenme (%)	Kök sıklığı	Karbonat
A_{el}	0-16	Granüler	Gevşek	<2mm	Nemli	Mutedil drenaj	Yok	Orta miktarda ince Orta miktarda orta 2 adet kalın kök	Yok
B	16-33	Masif	Sıkı	<2mm	Islak	Zayıf drenaj	Yaygın (5-15)	Orta miktarda kalın Az miktarda orta	Yok
C	33+	Masif	Sıkı	<2mm	Islak	Kötü drenaj	Çok (15-40)	Az miktarda kalın Az miktarda kalın	Yok

Diğer yorumlar: Aladağ serisi andezit anakayası üzerinde oluşan doğal toprak profili. Alüyval ve kolüvyal birikintilerin etkisi görülmemektedir B ve C horizonlarında yaygın ve çok şeklinde belirgin demir küf rengi hakim. C horizonunda taban suyu (58cm) problemi görülmekte ve buna bağlı olarak gleyleşme ve kötü koku oluşumu bulunmaktadır.

Ek 2.2.6 Aladağ Çayı havzası doğal orman arazisi sol sahil 50 m uzaklık 14 numaralı toprak profili yetişme ortamı özellikleri



Çalışma sahası	:	Aladağ Çayı havzası	**Kazı derinliği (cm)**	:	105
Mevki	:	2. örnekleme alanı Sol sahil	**Anakaya**	:	Andezit
Profil no	:	14	**Taban suyu**	:	105
Kordinatlar (Utm)	:	392612 4499141	**Arazi kullanım durumu:**		Doğal Orman
Eğim (%)	:	0.5-2 (Düz-Düze Yakın)	**Dış Toprak hali**		Sarıçam. Alt tabakada sarıçam ve göknar gençliği hakim
Bakı	:	Kuzey batı			
Yükseklik(m)	:	1435	**Ana dereden uzaklık (m)**		50
Hava durumu	:	Açık Güneşli			
			Meşcere kapalılığı (%)		70-75

Mineral Toprak Horizonları

Horizon	Kalınlık (cm)	Strüktür tipi	Bağlılık	Taşlılık	Nem	Geçirgenlik	Lekelenme	Kök sıklığı	Karbonat
A_h	0-3	Granüler	Gevşek	<2mm	Nemli	İyi drenaj	Yok	Bol miktarda ince Orta miktarda orta	Yok
A_{el}	3-13	Granüler	Gevşek	<2mm	Nemli	İyi drenaj	Yok	Orta miktarda ince Ortamiktarda orta	Yok
B	13-69	Granüler	Gevşek	<2mm	Islak	Zayıf drenaj	Az (2-5)	Az miktar kalın Ortamiktarda orta	Yok
C	69+	Granüler	Gevşek	<2mm	Islak	Kötü drenaj	Bol (>40)	Az miktar kalın	Yok

Diğer yorumlar: Aladağ serisi andezit anakayası üzerinde oluşan doğal toprak profili. B ve C horizonlarında az ve Bol şeklinde belirgin demir küf rengi hakim. C horizonunda taban suyu (105cm) problemi görülmekte ve buna bağlı olarak gleyleşme ve kötü koku oluşumu bulunmaktadır.

Ek 2.2.7 Aladağ Çayı havzası doğal orman arazisi sol sahil 100 m uzaklık 15 numaralı toprak profili yetişme ortamı özellikleri



Çalışma sahası	:	Aladağ Çayı havzası	**Kazı derinliği (cm)**	:	70
Mevki	:	2. örnekleme alanı Sol sahil	**Anakaya**	:	Andezit
Profil no	:	15	**Taban suyu**	:	Yok
Kordinatlar (Utm)	:	392632 4499094	**Arazi kullanım durumu:**		Doğal Orman
Eğim (%)	:	0.5-2 (Düz-Düze Yakın)	**Dış Toprak hali**		Sarıçam. Alt tabakada sarıçam ve göknar gençliği hakim
Bakı	:	Kuzey batı			
Yükseklik(m)	:	1435	**Ana dereden uzaklık (m)**		100
Hava durumu	:	Açık Güneşli			
			Meşcere kapalılığı (%)		70-75

Mineral Toprak Horizonları

Horizon	Kalınlık (cm)	Strüktür tipi	Bağlılık	Taşlılık	Nem	Geçirgenlik	Lekelenme	Kök sıklığı	Karbonat
A_h	0-2	Granüler	Gevşek	<2mm	Nemli	İyi drenaj	Yok	Bol miktarda ince Orta miktarda orta	Yok
A_{el}	2-29	Granüler	Gevşek	<2mm	Nemli	Zayıf drenaj	Yok	Orta miktarda ince Ortamiktarda orta	Yok
C_v	29+	Granüler	Gevşek	Baskın veya iskelet (>80)	Islak	Zayıf drenaj	Yaygın (5-15)	Az miktar kalın Ortamiktarda orta	Yok

Diğer yorumlar: Aladağ serisi andezit anakayası üzerinde oluşan doğal toprak profili. B horizonu oluşmamış. Cv horizonunda taşlılık durumu %80'nin üzerinde Baskın veya iskelet şeklinde tanımlanmıştır. Anamateryal yumuşamış çatlaklar halindedeir. Cv horizonunda taş ve kaya parçalarının üzerinde demir, küf rengi belirgin bir şekildedir.

Ek 2.2.8 Aladağ Çayı havzası doğal orman arazisi sol sahil 150 m uzaklık 16 numaralı toprak profili yetişme ortamı özellikleri



Çalışma sahası	:	Aladağ Çayı havzası	**Kazı derinliği (cm)**	:	45
Mevki	:	2. örnekleme alanı Sol sahil	**Anakaya**	:	Andezit
Profil no	:	16	**Taban suyu**	:	Yok
Kordinatlar (Utm)	:	392652 4499048	**Arazi kullanım durumu:**		Doğal Orman
Eğim (%)	:	0.5-2 (Düz-Düze Yakın)	**Dış Toprak hali**		Sarıçam. Alt tabakada sarıçam ve göknar gençliği hakim
Bakı	:	Kuzey batı			
Yükseklik(m)	:	1435	**Ana dereden uzaklık (m)**		100
Hava durumu	:	Açık Güneşli			
			Meşcere kapalılığı (%)		70-75

Mineral Toprak Horizonları

Horizon	**Kalınlık (cm)**	**Strüktür tipi**	**Bağlılık**	**Taşlılık**	**Nem**	**Geçirgenlik**	**Lekelenme**	**Kök sıklığı**	**Karbonat**
A_h	0-3	Granüler	Gevşek	<2mm	Nemli	İyi drenaj	Yok	Bol miktarda ince Orta miktarda orta	Yok
A_{el}	3-14	Granüler	Gevşek	<2mm	Nemli	İyi drenaj	Yok	Az miktarda orta	Yok
B	14-31	Granüler	Sıkı		Islak	Mutedil drenaj	Yok	Orta miktarda kalın Orta miktarda orta	Yok
C_n	31+	Anakaya	Anakaya	Anakaya	Anakaya	Anakaya	Yok	Anakaya	Yok
Diğer yorumlar		Aladağ serisi andezit anakayası üzerinde oluşan doğal toprak profili.. Cn horizonu blok halinde anakayadır. Taban suyu problemi görülmemektedir.							

EK 2. 3. Aladağ Çayı havzası orman içi açıklık arazisi yetişme ortamı özellikleri

EK 2.3.1 Aladağ Çayı havzası orman içi açıklık arazisi sağ sahil 0 m uzaklık 17 numaralı toprak profili yetişme ortamı özellikleri



Çalışma sahası	:	Aladağ Çayı havzası	**Kazı derinliği (cm)**	:	70
Mevki	:	3.örnekleme alanı Sağ sahil	**Anakaya**	:	Gevşek depolar
Profil numarası	:	17	**Taban suyu**	:	66
Kordinatlar	:	397603 4499831	**AKT/AÖ**	:	Orman İçi Açıklık
Eğim (%)	:	0.5-2 (Düz-Düze Yakın)	**Ana dereden uzaklık (m)**	:	0
Bakı	:	GD	**Dış Toprak hali**	:	Çim kapağı oluşturmuş, Otsu türler, Örtme derecesi % 80, Yüzeyde taşlılık yok
Yükseklik(m)	:	1490			
Hava durumu	:	Açık Güneşli			

Mineral Toprak Horizonları

Katman	Kalınlık (cm)	Strüktür tipi	Bağlılık	Taşlılık	Nem	Geçirgenlik	Lekelenme (%)	Kök sıklığı	Karbonat
A_h	0-6	Granüler	Gevşek	<2mm	Nemli	İyi drenaj	Yok	Bol miktarda ince Orta miktarda orta	Yok
C_1	6-17	Granüler	Gevşek	<2mm	Islak	Mutedil drenaj	Yaygın (5-15)	Az miktarda ince Az miktarda orta	Yok
C_2	17-40	Masif	Sıkı	<2mm	Islak	Kötü drenaj	Çok (15-40	Az miktarda orta ve ince	Yok
C_3	40-66	Granüler	Gevşek	<2mm	Islak	Kötü drenaj	Bol (>40)	Yok	Yok
-	66+	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu

Diğer Yorumlar: Anamateryali Gevşek Depolar (Alüvyal ve kolüvyal birikintiler) oluşturmaktadır. Otsu türler topra yüzeyi sıkıca kapatmış güçlü bir çim kapağı oluşturmuştur. Genellikle Graminea familyasına ait türlerin yüksekli 6-7 cm bulmaktadır. Yüzey kaplama oranı %90-95'tir. Taban suyu problemi 66 cm'den başlamaktadır.C_1, C_2 ve C_3 katmanlarında lekelenme görülmektedir. C_3 katmanında gelyleşme ve kötü koku hakimdir.

Ek 2.3.2 Aladağ Çayı havzası orman içi açıklık arazisi sağ sahil 50 m uzaklık 18 numaralı toprak profili yetişme ortamı özellikleri



Çalışma sahası	:	Bolu Aladağ Çayı havzası	**Kazı derinliği (cm)**	:	70
Mevki	:	3.örnekleme alanı Sağ sahil	**Anakaya**	:	Gevşek depolar
Profil no	:	18	**Taban suyu**	:	66
Kordinatlar (Utm)	:	397599 4499884	**Arazi kullanım durumu**	:	Orman İçi Açıklık
Eğim (%)	:	0.5-2 (Düz-Düze Yakın)	**Ana dereden uzaklık (m)**	:	50
Bakı	:	Güney doğu	**Dış Toprak hali**	:	Çim kapağı oluşturmuş, Otsu türler, Örtme derecesi % 80, Yüzeyde taşlılık yok
Yükseklik(m)	:	1490			
Hava durumu	:	Açık Güneşli			

Mineral Toprak Horizonları

Horizon (Katman)	Kalınlık (cm)	Strüktür tipi	Bağlılık	Taşlılık	Nem	Geçirgenlik	Lekelenme	Kök sıklığı	Karbonat
A_h	0-4	Granüler	Sıkı	Az veya çok az (İnce çakıl-0,2-0,6cm)	Islak	İyi drenaj	Yok	Bol miktarda ince	Yok
C_1	4-18	Granüler	Sıkı	<2mm	Islak	Mutedil drenaj	Yok	Orta miktarda ince	Yok
C_2	18-31	Granüler	Sıkı	<2mm	Islak	Zayıf drenaj	Az (2-5)	Orta miktrada ince	Yok
C_3	31-62	Granüler	Sıkı		Islak	Zayıf drenaj	Çok (15-40)	Yok	Yok
C_4	62-82	Granüler	Sıkı	<2mm	Islak	Kötü drenaj	Bol (>40)	Yok	Yok
-	82+	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu

Diğer Yorumlar: Anamateryali Gevşek Depolar (Alüvyal ve kolüvyal birikintiler) oluşturmaktadır. Otsu türler toprak yüzeyini sıkıca kapatmış güçlü bir çim kapağı oluşturmuştur. Genellikle Graminea familyasına ait türlerin yüksekliği 6-7 cm bulmaktadır. Yüzey kaplama oranı %90-95'tir. Taban suyu problemi 82 cm'den başlamaktadır. C_3 katmanında lekelenme oranı %15-40 ve demir küf rengi görülmektedir. C_4 katmanı ise tamamen gleyleşmiş ve kötü koku hakimdir.

EK 2.3.3 Aladağ Çayı havzası orman içi açıklık arazisi sağ sahil 100 m uzaklık 19 numaralı toprak profili yetişme ortamı özellikleri



Çalışma sahası : Bolu Aladağ Çayı havzası

Mevki : 3.örnekleme alanı Sağ sahil

Profil no : 19

Kordinatlar (Utm) : 397591 4499930

Eğim (%) : 0.5-2 (Düz-Düze Yakın)

Bakı : Güney doğu

Yükseklik(m) : 1490

Hava durumu : Açık Güneşli

Kazı derinliği (cm) : 105

Anakaya : Gevşek depolar

Taban suyu : 94

Arazi kullanım durumu : Orman İçi Açıklık

Ana dereden uzaklık (m): 100

Dış Toprak hali : Çim kapağı oluşturmuş, Otsu türler, Örtme derecesi % 80, Yüzeyde taşlılık yok

Mineral Toprak Horizonları

Horizon (Katman)	Kalınlık (cm)	Strüktür tipi	Bağlılık	Taşlılık	Nem	Geçirgenlik	Lekelenme	Kök sıklığı	Karbonat
A_h	0-7	Granüler	Gevşek	Az veya çok az (İnce çakıl-0,2-0,6cm)	Islak	İyi drenaj	Yok	Bol miktarda ince Orta miktarda orta	Yok
C_1	7-38	Masif	Sıkı	<2mm	Islak	İyi drenaj	Yok	Orta miktarda ince	Yok
C_2	38-64	Masif	Sıkı	<2mm	Islak	Mutedil drenaj	Az (2-5)	Yok	Yok
C_3	64-78	Granüler	Gevşek	Az veya çok az (İnce çakıl-0,2-0,6cm)	Islak	Zayıf drenaj	Çok (15-40)	Yok	Yok
C_4	78-95	Granüler	Gevşek	Az veya çok az (İnce çakıl-0,2-0,6cm)	Islak	Kötü drenaj	Çok (15-40)	Yok	Yok
-	95+	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu

Diğer Yorumlar: Anamateryali gevşek depolar (Alüvyal ve kolüvyal birikintiler) oluşturmaktadır. Otsu türler toprak yüzeyini sıkıca kapatmış güçlü bir çim kapağı oluşturmuştur. Genellikle Graminea familyasına ait türlerin yüksekliği 6-7 cm bulmaktadır. Yüzey kaplama oranı %90-95'tir. Taban suyu problemi 95 cm'den başlamaktadır. C_3 ve katmanları Az veya çok az ince çakıllardan oluşmaktadır..

EK 2.3.4 Aladağ Çayı havzası orman içi açıklık arazisi sağ sahil 150 m uzaklık 20 numaralı toprak profili yetişme ortamı özellikleri



Çalışma sahası	:	Bolu Aladağ Çayı havzası	**Kazı derinliği (cm)**	:	100
Mevki	:	3.örnekleme alanı Sağ sahil	**Anakaya**	:	Gevşek depolar
Profil no	:	20	**Taban suyu**	:	Yok
Kordinatlar (Utm)	:	397590 4499981	**Arazikullanımdurumu**	:	Orman İçi Açıklık
Eğim (%)	:	0.5-2 (Düz-Düze Yakın)	**Anaderedenuzaklık(m)**	:	150
Bakı	:	Kuzey batı	**Dış Toprak hali**	:	Çim kapağı oluşturmuş, Otsu türler, Örtme derecesi % 80, Yüzeyde taşlılık yok
Yükseklik(m)	:	1490			
Hava durumu	:	Açık Güneşli			

Mineral Toprak Horizonları

Horizon (Katman)	Kalınlık (cm)	Strüktür tipi	Bağlılık	Taşlılık	Nem	Geçirgenlik	Lekelenme	Kök sıklığı	Karbonat
A_h	0-4	Granüler	Gevşek	Az veya çok az (İnce çakıl-0,2-0,6cm)	Nemli	İyi drenaj	Yok	Bol miktarda ince	Yok
C_1	4-16	Granüler	Gevşek	Az veya çok az (İnce çakıl-0,2-0,6cm)	Nemli	İyi drenaj	Yok	Orta miktarda ince Bol miktarda orta	Yok
C_2	16-50	Granüler	Gevşek	Az-İnce çakıl(0,2-0,6cm) Yaygın-Orta çakıl (0,6-2cm) Az -Kaba çakıl(2-6cm)	Nemli	İyi drenaj	Yok	Az miktarda orta ve ince	Yok
C_3	50-62	Granüler	Gevşek	Az-İnce çakıl(0,2-0,6cm) Yaygın-Orta çakıl (0,6-2cm) Az -Kaba çakıl(2-6cm)	Nemli	İyi drenaj	Yok	Yok	Yok
C_4	62+	Granüler	Gevşek	<2mm	Nemli	İyi drenaj	Yok	Yok	Yok

Diğer Yorumlar: Anamateryali Gevşek Depolar (Alüvyal ve kolüvyal birikintiler) oluşturmaktadır. Otsu türler toprak yüzeyini sıkıca kapatmış güçlü bir çim kapağı oluşturmuştur. Genellikle Graminea familyasına ait türlerin yüksekliği 6-7 cm bulmaktadır. Yüzey kaplama oranı %90-95'tir. Taban suyu problemi görülmemektedir.

EK 2.3.5 Aladağ Çayı havzası orman içi açıklık arazisi sol sahil 0 m uzaklık 21 numaralı toprak profili yetişme ortamı özellikleri



Çalışma sahası	:	Aladağ Çayı Havzası	**Kazı derinliği (cm)**	:	100
Mevki	:	3.örnekleme alanı Sol sahil	**Anakaya**	:	Gevşek depolar
Profil no	:	21	**Taban suyu**	:	63
Kordinatlar (Utm)	:	397727 4499856	**Arazi kullanım durumu**	:	Orman İçi Açıklık
Eğim (%)	:	0.5-2 (Düz-Düze Yakın)	**Ana dereden uzaklık (m)**	:	0
Bakı	:	Kuzey batı	**Dış Toprak hali**	:	Çim kapağı oluşturmuş, Otsu türler, Örtme derecesi % 80, Yüzeyde taşlılık yok
Yükseklik(m)	:	1490			
Hava durumu	:	Açık Güneşli			

Mineral Toprak Horizonları

Horizon (Katman)	Kalınlık (cm)	Strüktür tipi	Bağlılık	Taşlılık	Nem	Geçirgenlik	Lekelenme	Kök sıklığı	Karbonat
A_h	0-4	Granüler	Gevşek	>2mm	Islak	Mutedil drenaj	Az (2-5)	Bol miktarda ince	Yok
C_1	4-37	Granüler	Gevşek	>2mm	Islak	Mutedil drenaj	Yaygın (5-15)	Bol miktarda ince Orta miktarda orta	Yok
C_2	37-61	Granüler	Gevşek	>2mm	Islak	Kötü drenaj	Çok (15-40)	Yok	Yok
-	63+	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu

Diğer Yorumlar: Anamateryali Gevşek Depolar (Alüvyal ve kolüvyal birikintiler) oluşturmaktadır. Otsu türler toprak yüzeyini sıkıca kapatmış güçlü bir çim kapağı oluşturmuştur. Genellikle Graminea familyasına ait türlerin yüksekliği 8-9cm bulmaktadır. Yüzey kaplama oranı %90-95'tir. Taban suyu 63 cm'de başlamaktadır. C_2 katmanında kötü koku oluşumu hakimdir.

EK 2.3.6 Aladağ Çayı havzası orman içi açıklık arazisi sol sahil 50 m uzaklık 22 numaralı toprak profili yetişme ortamı özellikleri



Çalışma sahası	:	Aladağ Çayı havzası Sol sahil	**Kazı derinliği (cm)**	:	70
Mevki	:	3.örnekleme alanı Sol sahil	**Anakaya**	:	Gevşek depolar
Profil no	:	22	**Taban suyu**	:	59
Kordinatlar (Utm)	:	397701 4499814	**Arazi kullanım durumu**	:	Orman İçi Açıklık
Eğim (%)	:	0.5-2 (Düz-Düze Yakın)	**Ana dereden uzaklık m)**	:	50
Bakı	:	Kuzey batı	**Dış Toprak hali**	:	Çim kapağı oluşturmuş, Otsu türler, Örtme derecesi % 80, Yüzeyde taşlılık yok
Yükseklik(m)	:	1490			
Hava durumu	:	Açık Güneşli			

Mineral Toprak Horizonları

Horizon (Katman)	Kalınlık (cm)	Strüktür tipi	Bağlılık	Taşlılık	Nem	Geçirgenlik	Lekelenme	Kök sıklığı	Karbonat
A_h	0-5	Granüler	Gevşek	>2mm	Islak	İyi drenaj	Yok	Bol miktarda ince Orta miktarda orta	Yok
C_1	5-27	Granüler	Gevşek	>2mm	Islak	Mutedil drenaj	Yok	Bol miktarda ince Orta miktarda orta	Yok
C_2	27-42	Granüler	Gevşek	>2mm	Islak	Zayıf drenaj	Yaygın (5-15)	Yok	Yok
C_3	42-59	Granüler	Gevşek	Az-İnce çakıl(0,2-0,6cm) Yaygın-Orta çakıl (0,6-2cm)	Islak	Kötü drenaj	Yaygın (5-15)	Yok	
-	59+	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu

Diğer Yorumlar: Anamateryali Gevşek Depolar (Alüvyal ve kolüvyal birikintiler) oluşturmaktadır. Otsu türler toprak yüzeyini sıkıca kapatmış güçlü bir çim kapağı oluşturmuştur. Genellikle Graminea familyasına ait türlerin yüksekliği 3-4cm'dir. Yüzey kaplama oranı %90-95'tir. Taban suyu 59 cm'den başlamaktadır.

EK 2.3.7 Aladağ Çayı havzası orman içi açıklık arazisi sol sahil 100 m uzaklık 23 numaralı toprak profili yetişme ortamı özellikleri



Çalışma sahası	:	Aladağ Çayı havzası	**Kazı derinliği (cm)**	:	80
Mevki	:	3.örnekleme alanı Sol sahil	**Anakaya**	:	Gevşek depolar
Profil no	:	23	**Taban suyu**	:	75
Kordinatlar (Utm)	:	397672 4499764	**Arazi kullanım durumu**	:	Orman İçi Açıklık
Eğim (%)	:	0.5-2 (Düz-Düze Yakın)	**Ana dereden uzaklık (m)**	:	100
Bakı	:	Kuzey batı	**Dış Toprak hali**	:	Çim kapağı oluşturmuş, Otsu türler, Örtme derecesi % 80, Yüzeyde taşlılık yok
Yükseklik(m)	:	1490			
Hava durumu	:	Açık Güneşli			

Mineral Toprak Horizonları

Horizon (Katman)	Kalınlık (cm)	Strüktür tipi	Bağlılık	Taşlılık	Nem	Geçirgenlik	Lekelenme	Kök sıklığı	Karbonat
A_h	0-6	Granüler	Gevşek	<2mm	Nemli	İyi drenaj	Yok	Bol miktarda ince Orta miktarda orta	Yok
C_1	6-27	Granüler	Gevşek	<2mm	Nemli	İyi drenaj	Yok	Bol miktarda ince Orta miktarda orta	Yok
C_2	27-50	Masif	Sıkı	<2mm	Islak	Zayıf drenaj	Yaygın (5-15)	Yok	Yok
C_3	50-75	Masif	Sıkı	<2mm	Islak	Kötü drenaj	Bol (>40)	Yok	
-	75+	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu

Diğer Yorumlar: Anamateryali Gevşek Depolar (Alüvyal ve kolüvyal birikintiler) oluşturmaktadır. Otsu türler toprak yüzeyini sıkıca kapatmış güçlü bir çim kapağı oluşturmuştur. Genellikle Graminea familyasına ait türlerin yüksekliği 3-4cm'dir. Yüzey kaplama oranı %90-95'tir. Taban suyu 75 cm'den başlamaktadır. C_2 ve C_3 katmanındaki lekelenmeler küf rengindedir.

EK 2.3.8 Aladağ Çayı havzası orman içi açıklık arazisi sol sahil 150 m uzaklık 24 numaralı toprak profili yetişme ortamı özellikleri



Çalışma sahası	:	Aladağ Çayı avzası	**Kazı derinliği (cm)**	:	55
Mevki	:	3.örnekleme alanı Sol sahil	**Anakaya**	:	Gevşek depolar
Profil no	:	24	**Taban suyu**	:	75
Kordinatlar (Utm)	:	397664 4499720	**Arazi kullanım durumu**	:	Orman İçi Açıklık
Eğim (%)	:	0.5-2 (Düz-Düze Yakın)	**Ana dereden uzaklık (m)**	:	150
Bakı	:	Kuzey batı	**Dış Toprak hali**	:	Çim kapağı oluşturmuş, Otsu türler, Örtme derecesi % 80, Yüzeyde taşlılık yok
Yükseklik(m)	:	1490			
Hava durumu	:	Açık Güneşli			

Mineral Toprak Horizonları

Horizon (Katman)	Kalınlık (cm)	Strüktür tipi	Bağlılık	Taşlılık	Nem	Geçirgenlik	Lekelenme	Kök sıklığı	Karbonat
A_h	0-7	Granüler	Gevşek	<2mm	Islak	Mutedil drenaj	Yok	Bol miktarda ince Orta miktarda orta	Yok
C_1	7-55	Granüler	Gevşek	<2mm	Islak	Mutedil drenaj	Az (2-5)	Az miktarda ince Az miktarda orta	Yok
-	60+	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu	Taban suyu

Diğer Yorumlar: Anamateryali Gevşek Depolar (Alüvyal ve kolüvyal birikintiler) oluşturmaktadır. Otsu türler toprak yüzeyini sıkıca kapatmış güçlü bir çim kapağı oluşturmuştur. Genellikle Graminea familyasına ait türlerin yüksekliği 3-4cm'dir. Yüzey kaplama oranı %90-95'tir. Taban suyu 55 cm'den başlamaktadır.

EK 3 Aladağ Çayı havzası toprak özelliklerine ait istatistiksel analiz sonuçları

EK 3.1 Aladağ Çayı havzası üst toprak (0 - 30 cm) özelliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Toprak Özellikleri	AKT /AÖ	n	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata	En Düşük	En Yüksek
Kum (%)	DM	84	48.70	9.32	1.02	30.00	81
	DO	84	63.83	6.41	0.69	50.00	84
	OİA	84	60.38	10.83	1.18	39.00	87
Hacim ağırlığı ($gr.cm^{-3}$)	DM	84	0.96	0.15	0,02	0.60	1.24
	DO	84	0.83	0.09	0.01	0.60	1.04
	OİA	84	0.91	0.14	0.01	0.48	1.10
Maksimum. su tutma Kapasitesi (%)	DM	84	36.74	8.90	0.97	15.10	48.70
	DO	84	37.91	3.94	0.43	23.90	44.60
	OİA	84	37.24	5.10	0.55	23.50	48.30
Ca (ppm)	DM	84	1907	365.63	39.91	1048	2871
	DO	84	1567	534.95	58.40	697	3799
	OİA	84	1969	630.31	68.81	724	3055
Mg (ppm)	DM	84	300.52	82.26	8.98	180.90	509.10
	DO	84	175.78	72.17	7.87	59.70	353.50
	OİA	84	269.61	97.52	10.64	63.40	485.10
Na (ppm)	DM	84	41.19	11.60	1.26	24.03	76.50
	DO	84	28.76	7.64	0.83	20.10	57.45
	OİA	84	38.69	12.01	1.31	20.77	75.44
K (ppm)	DM	84	98.95	51.03	5.57	37.00	263.00
	DO	84	114.70	55.23	6.02	26.00	285.00
	OİA	84	115.71	68.00	7.42	31.00	309
C (%)	DM	84	2.39	1.22	0.13	0.47	4.87
	DO	84	5.08	2.73	0.29	1.52	12.02
	OİA	84	2.63	0.90	0,09	0.56	5.12
N (%)	DM	84	0.23	0.11	0.01	0.04	0.59
	DO	84	0.31	0.12	0.01	0.11	0.58
	OİA	84	0.28	0.08	0.01	0.04	0.44

AKT/AÖ:Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü, DM: Doğal mera, DO: Doğal orman, OİA: Orman içi açıklık, n: Örnek sayısı, Ca: Kalsiyum, Mg: Magnezyum, K: Potasyum, Na: Sodyum, C: Karbon, N: Azot

EK 3.2 Aladağ Çayı havzası üst toprak (0- 30 cm) özelliklerine ait Varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

EK 3.2.1 Farklı AKT/AÖ gruplarında ana dereden uzaklaştıkça kum (%) miktarının değişimine ilişkin varyans analizi

AKT/AÖ	Varyasyon Kaynakları	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Olasılık
DM	Ana dereden uzaklık	6	3701.64	616.94	13.50	0.0001
	Hata	77	3519.91	45.71	-	-
	Toplam	83	7221.55	-	-	-
DO	Ana dereden uzaklık	6	1015.83	169.30	5.43	0.0001
	Hata	77	2401.83	31.19	-	-
	Toplam	83	3417.66	-	-	-
OİA	Ana dereden uzaklık	6	2332.47	388.74	4.04	0.0014
	Hata	77	7409.33	96.22	-	-
	Toplam	83	9741.80	-	-	-

AKT/AÖ:Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü, DM: Doğal mera, DO: Doğal orman, OİA: Orman içi açıklık, DF: Serbestlik derecesi

EK 3.2.2 Farklı AKT/AÖ gruplarında ana dereden uzaklaştıkça sağ ve sol sahil üst toprak (0- 30 cm) kum (%) miktarının karşılaştırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları

Ana Dereden Uzaklık (m)	Örnek Sayısı (N)	DM $\overline{X} \pm S_X$	DO $\overline{X} \pm S_X$	OİA $\overline{X} \pm S_X$
0	12	$62\pm2.55_{a}$	$69\pm2.09_{a}$	$71\pm3.44_{a}$
25	12	$54\pm1.89_{b}$	$65\pm2.35_{a}$	$62\pm3.86_{b}$
50	12	$40\pm1.89_{d}$	$61\pm1.68_{bdc}$	$53\pm1.29_{b}$
75	12	$45\pm1.64_{dc}$	$58\pm1.29_{d}$	$59\pm3.60_{b}$
100	12	$46\pm1.44_{c}$	$60\pm0.80_{dc}$	$56\pm2.56_{b}$
125	12	$46\pm1.35_{c}$	$64\pm1.25_{bac}$	$59\pm1.79_{b}$
150	12	$45\pm2.52_{dc}$	$65\pm1.24_{ba}$	$59\pm2.20_{b}$

Not: Aynı veya ortak harfi taşıyan uzaklıklar arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir ($P < 0.05$), (a>b>c>d)

EK 3.2.3 Farklı AKT/AÖ gruplarında ana dereden uzaklaştıkça topraktaki hacim ağırlığı ($gr.cm^{-3}$) değişimine ilişkin varyans analizi

AKT/AÖ	Varyasyon Kaynakları	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Olasılık
DM	Ana dereden uzaklık	6	0.35	0.05	2.73	0.0184
	Hata	77	1.64	0.02	-	-
	Toplam	83	1.99	-	-	-
DO	Ana dereden uzaklık	6	0.12	0.02	2.52	0.0282
	Hata	77	0.66	0.00	-	-
	Toplam	83	0.79	-	-	-
OİA	Ana dereden uzaklık	6	0.10	0.01	0.88	0.516
	Hata	77	1.56	0.02	-	-
	Toplam	83	1.66	-	-	-

AKT/AÖ:Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü, DM: Doğal mera, DO: Doğal orman, OİA: Orman içi açıklık, DF: Serbestlik derecesi

EK 3.2.4 Farklı AKT/AÖ gruplarında ana dereden uzaklaştıkça hacim ağırlıklarının ($gr.cm^{-3}$) karşılaştırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları

Ana Dereden Uzaklık (m)	Örnek Sayısı (N)	DM $\bar{X} \pm S_X$	DO $\bar{X} \pm S_X$	OİA $\bar{X} \pm S_X$
0	12	$0.88\pm0.05_{b}$	$0.77\pm0.04_{c}$	$0.89\pm0.02_{a}$
25	12	$0.87\pm0.04_{b}$	$0.84\pm0.02_{bac}$	$0.94\pm0.02_{a}$
50	12	$0.96\pm0.04_{ba}$	$0.84\pm0.02_{bac}$	$0.92\pm0.04_{a}$
75	12	$0.92\pm0.03_{ba}$	$0.82\pm0.02_{bac}$	$0.85\pm0.05_{a}$
100	12	$0.99\pm0.04_{ba}$	$0.81\pm0.01_{bc}$	$0.90\pm0.04_{a}$
125	12	$1.03\pm0.02_{a}$	$0.87\pm0.01_{ba}$	$0.88\pm0.03_{a}$
150	12	$1.06\pm0.03_{a}$	$0.90\pm0.01_{a}$	$0.96\pm0.02_{a}$

Not: Aynı veya ortak harfi taşıyan uzaklıklar arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir ($P < 0.05$), (a>b>c>d)

EK 3.2.5 Farklı AKT/AÖ gruplarında ana dereden uzaklaştıkça maksimum su tutma kapasitesi (%) değişimine ilişkin varyans analizi

AKT/AÖ	Varyasyon Kaynakları	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Olasılık
DM	Ana dereden uzaklık	6	2412.69	402.11	7.42	0.0001
	Hata	77	4170.39	54.16	-	-
	Toplam	83	6583.08	-	-	-
DO	Ana dereden uzaklık	6	89.28	14.88	0.95	0.462
	Hata	77	1202.03	15.61	-	-
	Toplam	83	1291.32	-	-	-
OİA	Ana dereden uzaklık	6	159.63	26.60	1.02	0.4175
	Hata	77	2004.58	26.03	-	-
	Toplam	83	2164.22	-	-	-

AKT/AÖ:Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü, DM: Doğal mera, DO: Doğal orman, OİA: Orman içi açıklık, DF: Serbestlik derecesi

EK 3.2.6 Farklı AKT/AÖ gruplarında ana dereden uzaklaştıkça maximum su tutma kapasitesinin (%) karşılaştırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları

Ana Dereden Uzaklık (m)	Örnek Sayısı (N)	DM $\bar{X} \pm S_X$	DO $\bar{X} \pm S_X$	OİA $\bar{X} \pm S_X$
0	12	$32.1 \pm 1.36_{dc}$	$38.1 \pm 1.28_{a}$	$37.7 \pm 0.95_{a}$
25	12	$35.3 \pm 2.73_{bc}$	$36.2 \pm 0.74_{a}$	$36.8 \pm 1.50_{a}$
50	12	$26.9 \pm 3.28_{d}$	$38.1 \pm 1.67_{a}$	$37.5 \pm 1.29_{a}$
75	12	$37.1 \pm 1.98_{bac}$	$38.9 \pm 0.69_{a}$	$34.2 \pm 1.72_{a}$
100	12	$40.6 \pm 2.53_{ba}$	$36.5 \pm 1.58_{a}$	$37.2 \pm 1.44_{a}$
125	12	$42.9 \pm 0.79_{a}$	$39.2 \pm 0.89_{a}$	$38.9 \pm 1.37_{a}$
150	12	$42.0 \pm 0.74_{a}$	$38.2 \pm 0.57_{a}$	$38.1 \pm 1.84_{a}$

Not: Aynı veya ortak harfi taşıyan uzaklıklar arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir ($P < 0.05$), (a>b>c>d)

EK 3.2.7 Farklı AKT/AÖ gruplarında ana dereden uzaklaştıkça Ca (ppm) miktarının değişimine ilişkin varyans analizi

AKT/AÖ	Varyasyon Kaynakları	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Olasılık
DM	Ana dereden uzaklık	6	1649181.81	274863.63	2.28	0.0480
	Hata	77	9447175.00	122690.58	-	-
	Toplam	83	11096356.81	-	-	-
DO	Ana dereden uzaklık	6	6241194.17	1040199.03	4.57	0.0005
	Hata	77	17511692.50	227424.58	-	-
	Toplam	83	23752886.67	-	-	-
OİA	Ana dereden uzaklık	6	4123228.17	687204.69	1.83	0.0103
	Hata	77	28852583.50	374708.88	-	-
	Toplam	83	32975811.67	-	-	-

AKT/AÖ:Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü, DM: Doğal mera, DO: Doğal orman, OİA: Orman içi açıklık, DF: Serbestlik derecesi

EK 3.2.8 Farklı AKT/AÖ gruplarında ana dereden uzaklaştıkça Ca (ppm) miktarının karşılaştırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları

Ana Dereden Uzaklık (m)	Örnek Sayısı (N)	DM $\overline{X} \pm S_X$	DO $\overline{X} \pm S_X$	OİA $\overline{X} \pm S_X$
0	12	$1652 \pm 114.70_{b}$	$1737 \pm 85.19_{a}$	$1687 \pm 179.41_{b}$
25	12	$1850 \pm 65.4_{ba}$	$1796 \pm 128.23_{a}$	$1926 \pm 94.73_{ba}$
50	12	$1921 \pm 60.8_{ba}$	$1689 \pm 198.06_{a}$	$2182 \pm 99.30_{ba}$
75	12	$1973 \pm 65.6_{ba}$	$1672 \pm 114.82_{a}$	$2333 \pm 113.91_{a}$
100	12	$1854 \pm 65.6_{ba}$	$1789 \pm 217.66_{a}$	$2033 \pm 192.91_{ba}$
125	12	$2154 \pm 165.8_{a}$	$1158 \pm 74.65_{b}$	$1931 \pm 223.14_{ba}$
150	12	$1941 \pm 120.2_{ba}$	$1124 \pm 62.88_{b}$	$1687 \pm 260.92_{b}$

Not: Aynı veya ortak harfi taşıyan uzaklıklar arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir ($P < 0.05$), (a>b>c>d)

EK 3.2.9 Farklı AKT/AÖ gruplarında ana dereden uzaklaştıkça Mg (ppm) miktarının değişimine ilişkin varyans analizi

AKT/AÖ	Varyasyon Kaynakları	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Olasılık
DM	Ana dereden uzaklık	6	88343.76	14723.96	2.39	0.0356
	Hata	77	473408.82	6148.16	-	-
	Toplam	83	561752.59	-	-	-
DO	Ana dereden uzaklık	6	270613.77	45102.29	21.46	0.0001
	Hata	77	161802.21	2101.32	-	-
	Toplam	83	432415.98	-	-	-
OİA	Ana dereden uzaklık	6	172923.22	28820.53	3.60	0.0034
	Hata	77	616466.15	8006.05	-	-
	Toplam	83	789389.38	-	-	-

AKT/AÖ:Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü, DM: Doğal mera, DO: Doğal orman, OİA: Orman içi açıklık, DF: Serbestlik derecesi

EK 3.2.10 Farklı AKT/AÖ gruplarında ana dereden uzaklaştıkça Mg (ppm) miktarının karşılaştırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları

Ana Dereden Uzaklık (m)	Örnek Sayısı (N)	DM $\bar{X} \pm S_X$	DO $\bar{X} \pm S_X$	OİA $\bar{X} \pm S_X$
0	12	$257 \pm 9.23_{b}$	$242 \pm 8.89_{a}$	$228 \pm 20.11_{dc}$
25	12	$271 \pm 13.43_{b}$	$263 \pm 19.15_{a}$	$257 \pm 26.35_{bdac}$
50	12	$322 \pm 24.98_{ba}$	$175 \pm 21.41_{b}$	$335 \pm 14.86_{a}$
75	12	$298 \pm 15.19_{ba}$	$138 \pm 8.88_{c}$	$315 \pm 11.10_{ba}$
100	12	$286 \pm 18.52_{ba}$	$189 \pm 11.73_{b}$	$298 \pm 34.54_{bac}$
125	12	$329 \pm 29.78_{ba}$	$120 \pm 8.37_{c}$	$252 \pm 29.05_{bdc}$
150	12	$357 \pm 34.95_{a}$	$100 \pm 6.04_{c}$	$199 \pm 34.64_{d}$

Not: Aynı veya ortak harfi taşıyan uzaklıklar arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir ($P < 0.05$), (a>b>c>d)

EK 3.2.11 Farklı AKT/AÖ gruplarında ana dereden uzaklaştıkça Na (ppm) miktarının değişimine ilişkin varyans analizi

AKT/AÖ	Varyasyon Kaynakları	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Olasılık
DM	Ana dereden uzaklık	6	3816.37	636.06	6.65	0.0001
	Hata	77	7365.69	95.65	-	-
	Toplam	83	11182.07	-	-	-
DO	Ana dereden uzaklık	6	2760.37	460.06	16.98	0.0001
	Hata	77	2085.7	27.08	-	-
	Toplam	83	4846.11	-	-	-
OİA	Ana dereden uzaklık	6	4225.96	704.32	7.00	0.0001
	Hata	77	7745.07	100.58	-	-
	Toplam	83	11971.03	-	-	-

AKT/AÖ:Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü, DM: Doğal mera, DO: Doğal orman, OİA: Orman içi açıklık, DF: Serbestlik derecesi

EK 3.2.12 Farklı AKT/AÖ gruplarında ana dereden uzaklaştıkça Na (ppm) miktarının karşılaştırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları

Ana Dereden Uzaklık (m)	Örnek Sayısı (N)	DM $\bar{X} \pm S_X$	DO $\bar{X} \pm S_X$	OİA $\bar{X} \pm S_X$
0	12	$49\pm4.10_{a}$	$41\pm3.18_{a}$	$45\pm4.16_{ba}$
25	12	$43\pm2.39_{ba}$	$30\pm1.52_{b}$	$44\pm3.07_{a}$
50	12	$49\pm3.13_{a}$	$27\pm1.30_{cb}$	$45\pm3.82_{ba}$
75	12	$35\pm1.95_{bc}$	$25\pm0.57_{c}$	$36\pm2.77_{bc}$
100	12	$42\pm3.21_{ba}$	$25\pm0.46_{c}$	$34\pm1.85_{c}$
125	12	$37\pm2.89_{bc}$	$26\pm0.75_{cb}$	$32\pm2.08_{c}$
150	12	$30\pm0.89_{c}$	$23\pm0.72_{c}$	$28\pm1.38_{c}$

Not: Aynı veya ortak harfi taşıyan uzaklıklar arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir ($P < 0.05$), (a>b>c>d)

EK 3.2.13 Farklı AKT/AÖ gruplarında ana dereden uzaklaştıkça K (ppm) miktarının değişimine ilişkin varyans analizi

AKT/AÖ	Varyasyon Kaynakları	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Olasılık
DM	Ana dereden uzaklık	6	78494.97	13082.49	7.32	0.0001
	Hata	77	137668.83	1787.90	-	-
	Toplam	83	216163.80	-	-	-
DO	Ana dereden uzaklık	6	72248.47	12041.41	5.12	0.0002
	Hata	77	180997.08	2350.61	-	-
	Toplam	83	253245.55	-	-	-
OİA	Ana dereden uzaklık	6	131211.30	21868.55	6.67	0.0001
	Hata	77	252595.83	3280.46	-	-
	Toplam	83	383807.14	-	-	-

AKT/AÖ:Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü, DM: Doğal mera, DO: Doğal orman, OİA: Orman içi açıklık, DF: Serbestlik derecesi

EK 3.2.14 Farklı AKT/AÖ gruplarında ana dereden uzaklaştıkça K (ppm) miktarının karşılaştırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları

Ana Dereden Uzaklık (m)	Örnek Sayısı (N)	DM $\bar{X} \pm S_X$	DO $\bar{X} \pm S_X$	OİA $\bar{X} \pm S_X$
0	12	$129\pm19.36_{ba}$	$156\pm21.10_{a}$	$104\pm14.47_{bc}$
25	12	$152\pm18.53_{a}$	$104\pm9.72_{bc}$	$173\pm25.74_{a}$
50	12	$89\pm8.70_{cd}$	$149\pm18.83_{a}$	$107\pm14.23_{bc}$
75	12	$1008.95\pm_{bc}$	$88\pm6.96_{c}$	$149\pm15.36_{ba}$
100	12	$93\pm7.21_{bcd}$	$133\pm12.71_{ba}$	$147\pm22.09_{ba}$
125	12	$61\pm6.62_{d}$	$94\pm9.92_{bc}$	$67\pm7.70_{c}$
150	12	$65\pm7.69_{cd}$	$76\pm13.06_{c}$	$61\pm7.69_{c}$

Not: Aynı veya ortak harfi taşıyan uzaklıklar arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir ($P < 0.05$), (a>b>c>d)

EK 3.2.15 Farklı AKT/AÖ gruplarında ana dereden uzaklaştıkça N (%) miktarının değişimine ilişkin varyans analizi

AKT/AÖ	Varyasyon Kaynakları	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Olasılık
DM	Ana dereden uzaklık	6	0.31	0.05	4.57	0.0005
	Hata	77	0.86	0.01	-	-
	Toplam	83	1.16	-	-	-
DO	Ana dereden uzaklık	6	0.37	0.06	5.21	0.0002
	Hata	77	0.91	0.01	-	-
	Toplam	83	1.28	-	-	-
OİA	Ana dereden uzaklık	6	0.18	0.03	5.65	0.0001
	Hata	77	0.42	0.00	-	-
	Toplam	83	0.61	-	-	-

AKT/AÖ:Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü, DM: Doğal mera, DO: Doğal orman, OİA: Orman içi açıklık, DF: Serbestlik derecesi

EK 3.2.16 Farklı AKT/AÖ gruplarında ana dereden uzaklaştıkça N (%) miktarının karşılaştırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları

Ana Dereden Uzaklık (m)	Örnek Sayısı (N)	DM $\bar{X} \pm S_X$	DO $\bar{X} \pm S_X$	OİA $\bar{X} \pm S_X$
0	12	$0.266 \pm 0.02_{ba}$	$0.394 \pm 0.04_{a}$	$0.323 \pm 0.02_{a}$
25	12	$0.271 \pm 0.04_{ba}$	$0.355 \pm 0.04_{ba}$	$0.315 \pm 0.02_{a}$
50	12	$0.297 \pm 0.02_{a}$	$0.334 \pm 0.03_{ba}$	$0.315 \pm 0.01_{a}$
75	12	$0.293 \pm 0.03_{a}$	$0.313 \pm 0.02_{ba}$	$0.290 \pm 0.01_{a}$
100	12	$0.222 \pm 0.02_{ba}$	$0.330 \pm 0.02_{ba}$	$0.274 \pm 0.01_{a}$
125	12	$0.195 \pm 0.02_{b}$	$0.262 \pm 0.01_{c}$	$0.274 \pm 0.01_{a}$
150	12	$0.116 \pm 0.01_{c}$	$0.174 \pm 0.01_{c}$	$0.174 \pm 0.02_{b}$

Not: Aynı veya ortak harfi taşıyan uzaklıklar arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir ($P < 0.05$), (a>b>c>d)

EK 3.2.17 Farklı AKT/AÖ gruplarında ana dereden uzaklaştıkça C (%) miktarının değişimine ilişkin varyans analizi

AKT/AÖ	Varyasyon Kaynakları	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Olasılık
DM	Ana dereden uzaklık	6	36.20	6.03	5.26	0.0001
	Hata	77	88.39	1.14	-	-
	Toplam	83	124.59	-	-	-
DO	Ana dereden uzaklık	6	146.64	24.44	3.97	0.0016
	Hata	77	474.01	6.15	-	-
	Toplam	83	620.65	-	-	-
OİA	Ana dereden uzaklık	6	19.29	3.21	5.15	0.0002
	Hata	77	48.07	0.62	-	-
	Toplam	83	67.37	-	-	-

AKT/AÖ:Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü, DM: Doğal mera, DO: Doğal orman, OİA: Orman içi açıklık, DF: Serbestlik derecesi

EK 3.2.18 Farklı AKT/AÖ gruplarında ana dereden uzaklaştıkça C (%) miktarının karşılaştırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları

Ana Dereden Uzaklık (m)	Örnek Sayısı (N)	DM $\overline{X} \pm S_X$	DO $\overline{X} \pm S_X$	OİA $\overline{X} \pm S_X$
0	12	$2.64\pm0.32_{ba}$	$6.00\pm0.94_{a}$	$3.20\pm0.35_{a}$
25	12	$2.64\pm0.36_{ba}$	$6.19\pm1.02_{a}$	$2.90\pm0.28_{a}$
50	12	$3.24\pm0.34_{a}$	$6.36\pm0.71_{a}$	$2.71\pm0.13_{a}$
75	12	$2.91\pm0.33_{ba}$	$5.78\pm0.87_{a}$	$2.60\pm0.17_{a}$
100	12	$2.31\pm0.30_{ba}$	$4.56\pm0.41_{a}$	$2.86\pm0.19_{a}$
125	12	$1.94\pm0.29_{b}$	$4.23\pm0.35_{b}$	$2.61\pm0.13_{a}$
150	12	$1.09\pm0.12_{c}$	$2.43\pm0.26_{b}$	$1.56\pm0.21_{b}$

Not: Aynı veya ortak harfi taşıyan uzaklıklar arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir ($P < 0.05$), (a>b>c>d)

EK 3.2.19 AKT/AÖ ve ana dereden uzaklığa göre C (%) miktarının değişimine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Olasılık
AKT/AÖ	2	371.02	185.51	70.20	0.0001
Ana dereden uzaklık	6	156.38	26.06	9.86	0.0001
AKT/AÖ X Ana dereden uzaklık	12	610.47	3.81	1.44	0.1475
Hata	231	198.16	16.51	-	-

AKT/AÖ:Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü, DM: Doğal mera, DO: Doğal orman, OİA: Orman içi açıklık, DF: Serbestlik derecesi

EK 3.2.20 Topraktaki C (%) miktarının AKT/AÖ'ne göre karşılaştırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları

AKT/AÖ	Örnek Sayısı	$\bar{X} \pm S_X$
DM	84	$2.39 \pm 0.29_b$
DO	84	$5.08 \pm 0.65_a$
OİA	84	$2.63 \pm 0.20_b$

Not: Aynı veya ortak harfi taşıyan uzaklıklar arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir ($P < 0.05$), (a>b>c>d)

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	: Hüseyin
Doğum Yeri	: YILMAZ
Doğum Tarihi	: 14.09.1983
Medeni Hali	: Evli
Yabancı Dili	: İngilizce
Adres	: Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü/Antalya
Tel	: +90 (532) 347 91 04 / +90 (242) 345 04 38
E-posta	: hsynylmz07@gmail.com

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise	: Serik Anadolu Lisesi (1999-2001)
Lisans	: Ankara Üniversitesi, Çankırı Orman Fakültesi (2002-2006)
Yüksek Lisans	: Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı (2007-2010)
Doktora	: Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı (2011-2017)

Yayınları

Uluslararası İndekslere (SCI - Expended) Giren Dergilerdeki Makaleler

1. Göl, C., Ediş, S., Yılmaz, H., 2017. Legal And Admınıstratıve Problems In Watershed Management In Turkey; Case Of Tatlıçay Watershed, Environmental Engineering and Management Journal, Vol 16, No:12
2. Göl, C., Yılmaz, H., 2017. The Effect Of Land Use Type/Land Cover And Aspect On Soil Properties At The Gökdere Catchment In Northwestern Turkey. Šumarski list, Journal of Forestry Society of Croatia, 9-10, CXXXXI (2017): 459-468, ISSN No.: 0373-1332.
3. Yılmaz, H., Göl, C., Ediş, S., 2011. The Importance Of Watershed Characteristics In Integrated Watershed Management (A Case Of Gökdere Watershed, Turkey), Fresenius Environmental Bulletin, Vol 20/ No 12/ 2011 -pages 3126 - 3134
4. Göl, C. Özden, S. Yılmaz, H., 2011. Interactions between rural migration and land use change in the forest villages in Gökçay Watershed. Turkish Journal Of Agriculture and Forestry. doi:10.3906/tar-0912-583
5. Özden, S. Nayır, İ. Göl, C. Ediş, S. Yılmaz, H. , 2011. Health Problems and Conditions of the Forestry Workers in Turkey. African Journal of Agricultural Research 6 (27), pp. 5884-5890, doi: 10.5897/AJAR11.505

6. Göl, C. Çakır, M., Ediş, S., Yılmaz, H., 2010. The effects of landuse/land cover change and demographic processes (1950-2008) on soil properties in the Gökçay catchment, Turkey, . African Journal of Agricultural ResearchVol. 4(13), 1670-1677

Uluslararası Kongre/Sempozyum Bildirileri

1. Göl, C. Ediş, S. Yılmaz, H. , 2011. Water Harvesting in Rural Micro-Watersheds Research People and Actual Tasks on Multidisciplinary Sciences, Third International Conference, Bulgarian National Multidisciplinary Scientific Network of the Professional Society for Research Work, Vol. 3, P: 10-15, Lozenec, Bulgaria 8-10 June 2011
2. Göl, C., Yılmaz, H., Ediş, S. , 2010. Land use effects on some soil properties in a semi-arid ecosystem (Middle North Anatolia), . International Soil Science Congress on "Management of Natural Resources to Sustain Soil Health and Quality, Ondokuz Mayıs University and The Soil Science Society of Turkey, May 26 - 28, 2010, Samsun/Turkey.
3. Göl, C., Yılmaz, H., Ediş, S., Dengiz, O., 2010. Effects of physiographic factors and some hydrophysical soil properties on river follow in Ovacikyayla river catchment. International Soil Science Congress on "Management of Natural Resources to Sustain Soil Health and Quality, Ondokuz Mayıs University and The Soil Science Society of Turkey, May 26 - 28, 2010, Samsun/Turkey.

Ulusal Kongre/Sempozyum Bildirileri

1. Yılmaz, H., Göl, C., 2012, Çankırı Yöresi Kurak-Yarı Kurak Meralarında Islah ve Erozyon Önleyici Bitki Türleri, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Tarım Sempozyumu, 20-23 Nisan 2012, Çankırı
2. Yılmaz, H., Göl, C., 2011. Batı Akdeniz Anamas Dağları Yörük Kültürü ve Yaylacılık Faaliyetlerinin Doğal Kaynaklara Etkileri. Ekoloji 2011 Sempozyumu, Bildiri Özetleri Kitabı, 44-45, Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, 5-7 Mayıs 2011, Düzce
3. Yılmaz, H., Göl, C., 2010. Gökdere Havzasında Arazi Kullanım Türleri ile Hidrofiziksel Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler. Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu, 634-643, Çorum
4. Göl, C. Yılmaz, H. Ediş, S., 2010. Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanı Topraklarının Bazı Özellikleri Ve Sınıflandırması. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs 2010, Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Artvin
5. Ediş, S., Göl, C., Yılmaz, H., 2010. Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi ve Türkiye Su Mevzuatı Uyum Süreci. Çölleşme İle Mücadele Sempozyumu, 17-18 Haziran, Çorum
6. Göl, C., Ediş, S., Yılmaz, H., 2010. Bütünsel Havza Yönetimi Anlayışı Kapsamında Acıçay Havzasının İdari Ve Yasal Sorunları. Çölleşme İle Mücadele Sempozyumu, 17-18 Haziran, Çorum