

ERFELEK BARAJI YAĞIŞ HAVZASINDA (SİNOP) FARKLI
ARAZİ KULLANIM ŞEKİLLERİ ALTINDAKİ TOPRAKLARIN
BAZI HİDRO-FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Faruk YILMAZ

ŞUBAT 2007

ERFELEK BARAJI YAĞIŞ HAVZASINDA (SİNOP) FARKLI ARAZİ
KULLANIM ŞEKİLLERİ ALTINDAKİ TOPRAKLARIN BAZI
HİDRO-FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Faruk YILMAZ

ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALINDA
YÜKSEK LİSANS DERECEŚİ İÇİN GEREKLİ ÇALIŞMALARI
YERİNE GETİREREK
ONAYA SUNULAN TEZ

ŞUBAT 2007

Fen Bilimleri Enstitüsü'nün Onayı

Prof.Dr. Nihat ÇELEBİ

Enstitü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans derecesinde bir tez olarak gerekli çalışmaları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof.Dr.Refik KARAGÜL

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Başkanı

Okuduğumuz bu tezin Yüksek Lisans derecesinde bir tez olarak onaylanması düşüncemize göre, amaç ve kalite olarak tamamen uygundur.

Prof.Dr.Refik KARAGÜL

Tez Danışmanı

Jüri Üyeleri

1- Prof.Dr. Refik KARAGÜL

.....

2- Doç.Dr. Lokman ALTUN

.....

3- Yrd.Doç.Dr. Murat YILMAZ

.....

ABSTRACT

INVESTIGATIONS ON SOME HYDRO-PHYSICAL PROPERTIES OF THE SOILS UNDER DIFFERENT LAND USE TYPES IN ERFELEK DAM CREEK WATERSHED (SİNOP)

Faruk YILMAZ

Master of Science: Department of Forest Engineering

Supervisor: Professor Dr. Refik KARAGUL

February 2007, 99 pages

In this study, effects of different land use types on some hydro-physical properties of soils in Erfelek Dam watershed were investigated. The study area, Erfelek Dam watershed is located in the Middle Black Sea Region 45 kilometers far from Sinop. Erfelek Dam watershed was selected for this investigation because the construction is used for irrigation and drink water purposes.

Therefore, the soil samples were taken from three different land use types (rural area, cultivated and forested) and two different parent materials (mudstone and limestone) in such a way that they represented general conditions of the watershed area. Total 48 sample plots were taken, 15 in rural area, 13 in cultivated land and 20 in forested area. One soil profile per plot was investigated for two soil depths (0-20 cm and 20-50 cm).

Various physical (texture, erodibility, soil moisture content, permeability, water holding capacity, bulk density, soil particle density, porosity) and chemical (organic matter and pH) soil properties were measured on each soil sample.

Soil properties were significantly different among land use types and parent materials. In general average erodibility index values (dispersion ratio, erosion ratio, colloid-moisture equivalent ratio) of the soils in the study area were found to be greater than the suggested limiting value. This shows that watershed soils are susceptible to erosion. Dispersion ratio was higher than 15 in three types of land use, and it was the smallest in rural site and the highest in forest site.

In general, most soil properties at 0-20 cm soil depth didn't show significant differences between cultivated and rural area, but some soil properties (clay, available water, pH, dispersion ratio, erosion ratio, colloid-moisture equivalent ratio) show differences between forest site and the other land uses. At a soil depth of 20-50 cm there were significant differences among three land uses in terms of sand, clay, organic matter and pH.

Parent material affected significantly soil dispersion ratio, and dispersion ratio of the soils formed on mudstone is higher than that of soils formed on limestone. Parent material also affected soil pH, dispersion ratio, erosion ratio, available water and permeability.

The present study indicates that land use type and parent material should be taken into for further studies since they affect significantly some important soil properties.

Key words: erodibility index, land use type, permeability, soil properties

ÖZET

ERFELEK BARAJI YAĞIŞ HAVZASINDA (SİNOP) FARKLI ARAZİ KULLANIM ŞEKİLLERİ ALTINDAKİ TOPRAKLARIN BAZI HİDRO- FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Faruk YILMAZ

Yüksek Lisans: Orman Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Prof.Dr. Refik KARAGÜL

Şubat 2007, 99 sayfa

Çalışmada Sinop-Karasu çayı üzerinde yapılmakta olan Erfelek Barajının yağış havzasındaki farklı arazi kullanım şekillerinin, toprakların bazı hidro-fiziksel özelliklerine etkisi araştırıldı. Söz konusu baraj hem içme suyu ve hem de sulama amaçlı kullanılacaktır. Bu nedenle, farklı arazi kullanım şekillerinin havza topraklarının çeşitli özelliklerine, özellikle erozyon eğilimlerine etkilerinin bilinmesi yağış havzasının yönetimine önemli katkı sağlayacaktır.

Bu amaçla, yağış havzasında üç farklı arazi kullanım şeklinden (açıklık, tarım ve orman) havzayı temsil edecek şekilde toplam 48 örnek alan alındı. Örnek alanlar her arazi kullanım şeklinde iki farklı anakaya (çamurtaşı ve kireçtaşı) üzerinde seçildi. Her örnek alanda bir adet toprak profili açılarak 0-20 cm ve 20-50 cm derinlik kademelerinden toprak örnekleri alındı.

Laboratuarda toprak örnekleri üzerinde çeşitli fiziksel (tekstür, dispersiyon oranı, kolloid-nem ekivelanı oranı, erozyon oranı, tarla kapasitesi, solma noktası,

faydalı su kapasitesi, geçirgenlik, su tutma kapasitesi, hacim ağırlığı, tane yoğunluğu, gözenek hacmi) ve kimyasal (organik madde ve pH) özellikler belirlendi.

Arazi kullanım şekli ve anakaya türüne göre çeşitli toprak özellikleri arasında önemli farklılıklar bulundu. Erozyon eğilim indeksleri (dispersiyon oranı, erozyon oranı, kolloid-nem ekivalanı oranı) araştırma havzası topraklarında sınır değerlerin üzerinde gerçekleşti. Bu sonuç baraj havzasında toprakların erozyona duyarlı olduğunu göstermektedir. Tüm arazi kullanım şekillerinde dispersiyon oranları 15'ten büyüktür. Bununla birlikte dispersiyon oranı en düşük açık alanda, en yüksek ormanlık alanda belirlendi.

Genel olarak üst topraklar (0-20 cm) tarım ve açık alanda çoğu özellik bakımından benzerlik gösterirken, orman toprakları bazı özellikler (kil, faydalı su, pH, dispersiyon oranı, erozyon oranı, kolloid-nem ekivalanı oranı) bakımından diğer arazi kullanımlarından önemli farklılıklar gösterdi. Alt toprakta (20-50 cm) ise sadece kum, kil, organik madde ve pH arazi kullanımları arasında farklılık gösterdi.

Dispersiyon oranı anakayaya göre de farklılık gösterdi ve çamurtaşı anakayasında gelişen topraklarda daha yüksek gerçekleşti. Ayrıca anakayalar arasında pH, geçirgenlik, faydalı su, dispersiyon oranı ve erozyon oranı bakımından önemli farklılıklar belirlendi.

Arazi kullanım şekli ve anakayanın havza topraklarının çeşitli özelliklerine önemli etkileri bulunduğundan yapılacak çalışmalarda bu özelliklerin dikkate alınması faydalı olacaktır.

Anahtar Sözcükler: erozyon eğilim indeksleri, arazi kullanım şekli, geçirgenlik, toprak özellikleri

TEŞEKKÜR

“Erfelek Barajı Yağış Havzasında (Sinop) Farklı Arazi Kullanım Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Hidro-Fiziksel Özelliklerinin Araştırılması” adlı bu çalışma A.İ.B.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Öncelikle değerli katkılarından dolayı tez danışman hocam Sayın Prof. Dr. Refik KARAGÜL’e teşekkür ederim. Çalışmanın her aşamasında sağladığı maddi ve manevi katkılardan dolayı Sayın Yrd. Doç.Dr. Murat YILMAZ’a, tez jürisinde yer alan ve değerli katkılar sağlayan Sayın Doç. Dr. Lokman ALTUN hocalarıma ayrıca teşekkür ederim.

Arazi çalışmaları sırasında bana destek veren araştırma görevlileri Sayın Alkan GÜNLÜ, Engin GÜVENDİ, İlker ERCANLI ve İsmet YENER; Ayancık Orman İşletme Müdürü Zekeriya ASLAN ve Göldağ Orman İşletme Şefi Mesut CİVCİVOĞLU başta olmak üzere tüm işletme çalışanlarına teşekkür ederim.

Laboratuar çalışmalarının gerçekleştirilmesinde Sayın Orm.Yük. Müh. Ayhan USTA ve Orm. Müh. Selvinaz YILMAZ, istatistik analizlerinin gerçekleştirilmesinde Sayın Yrd. Doç. Dr. Emrah ÇİÇEK ve haritaların sayısallaştırılmasında emeği geçen Sayın Dr. Günay ÇAKIR’a da ayrıca teşekkür ederim.

Son olarak, bu günlere gelmemde her türlü maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ABSTRACT	III
ÖZET	V
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER.....	VIII
ÇİZELGE LİSTESİ.....	XII
ŞEKİL LİSTESİ	XIII
ŞEKİL LİSTESİ	XIII
KISALTMALAR LİSTESİ	XV
1. GİRİŞ	1
1.1. Genel Bilgiler.....	1
1.2. Barajlar ve Su Depolama Tesislerinin Önemi.....	2
1.3. Literatür Özeti	5
1.3.1. Türkiye’de Yapılan Çalışmalar.....	5
1.3.2. Dünyada Yapılan Çalışmalar	8
2. ARAŞTIRMA ALANININ TANITIMI	13
2.1. Konum	13
2.2. Jeolojik Yapı ve Toprak	14
2.3. İklim Özellikleri.....	15
2.4. Bitki Örtüsü	17
2.5. Sosyo-Ekonomik Yapı	18

3. MATERYAL VE YÖNTEM	20
3.1. Materyal	20
3.2. Yöntem	20
3.2.1. Arazi Çalışmaları	20
3.2.2. Örnek Alanların Seçilmesi.....	20
3.2.3. Toprak Örneklerinin Alınması.....	21
3.2.4. Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması.....	21
3.2.4.1. Tekstür Tayini	22
3.2.4.2. Organik Madde Tayini.....	22
3.2.4.3. pH Tayini	22
3.2.4.4. Dispersiyon Oranı.....	23
3.2.4.5. Kolloid/Nem Ekvivalent Oranı	23
3.2.4.6. Erozyon Oranı	24
3.2.4.7. Tarla Kapasitesi, Solma Noktası ve Faydalı Su Kapasitesi.....	24
3.2.4.8. Su Tutma Kapasitesi	25
3.2.4.9. Geçirgenlik (Permeabilite).....	25
3.2.4.10. Hacim ağırlığı.....	25
3.2.4.11. Tane Yoğunluğu	25
3.2.4.12. Gözenek Hacmi (Porosite).....	26
3.2.5. İstatistik Yöntemler	26
3.2.6. Veri Girişi ve Değerlendirme.....	26
3.2.6.1. Coğrafi Bilgi Sistemi	27
3.2.6.2. Verilerin Bilgisayara Girilmesi	27
3.2.6.3. Grafik Verilerin Bilgisayar Ortamına Aktarılması.....	27
3.2.6.4. Grafik Olmayan Verilerin Bilgisayar Ortamına Aktarılması.....	28
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	29
4.1. Toprakların Bazı Hidro-Fiziksel Özelliklerinin Arazi Kullanım Şekline	
 Göre Değişimi.....	29
4.1.1. Üst Topraklarda (0-20 cm)	29
4.1.1.1. Kum, Toz, Kil Oranları.....	29
4.1.1.2. Su Tutma Kapasitesi ve Geçirgenlik	33

4.1.1.3. Nem Ekivalanı (Tarla kapasitesi), Solma Noktası ve Faydalı Su	
Kapasitesi.....	36
4.1.1.4. Hacim Ağırlığı.....	38
4.1.1.5. Tane Yoğunluğu	39
4.1.1.6. Gözenek Hacmi (Porosite).....	40
4.1.1.7. Organik Madde ve pH	42
4.1.1.8. Erozyon Eğilimleri (Dispersiyon Oranı, Kolloid/Nem Ekivalanı Oranı ve Erozyon Oranı)	44
4.1.2. Alt Topraklarda (20-50 cm).....	48
4.1.2.1. Kum, Toz, Kil Oranları.....	49
4.1.2.2. Su Tutma Kapasitesi ve Geçirgenlik	50
4.1.2.3. Nem Ekivalanı (Tarla kapasitesi), Solma Noktası ve Faydalı Su	
Kapasitesi.....	53
4.1.2.4. Hacim Ağırlığı.....	54
4.1.2.5. Tane Yoğunluğu	55
4.1.2.6. Gözenek Hacmi (Porosite).....	56
4.1.2.7. Organik Madde ve pH	57
4.1.2.8. Erozyon Eğilimleri (Dispersiyon Oranı, Kolloid/Nem Ekivalanı Oranı ve Erozyon Oranı)	59
4.2. Araştırma Alanı Açık Alan Topraklarının Bazı Hidro-Fiziksel	
Özelliklerinin Toprak Derinliğine Göre Değişimi	61
4.2.1. Su Tutma Kapasitesi.....	62
4.2.2. Organik Madde	63
4.3. Araştırma Alanı Tarım Topraklarının Bazı Hidro-Fiziksel Özelliklerinin	
Toprak Derinliğine Göre Değişimi	64
4.4. Araştırma Alanı Orman Topraklarının Bazı Hidro-Fiziksel Özelliklerinin	
Toprak Derinliğine Göre Değişimi	65
4.4.1. Kum, Toz, Kil Oranları.....	65
4.4.2. Faydalı Su Kapasitesi	66
4.4.3. Hacim Ağırlığı	66
4.4.4. Gözenek Hacmi.....	67
4.4.5. Organik Madde ve pH	67

4.4.6. Erozyon Eğilimleri (Kolloid/Nem Ekivelanı ve Erozyon Oranı)	68
4.5. Araştırma Alanı Topraklarının Anakayalara Göre Değişimi	69
4.5.1. Geçirgenlik (Permeabilite).....	69
4.5.2. Faydalı Su Kapasitesi	70
4.5.3. pH	70
4.5.4. Erozyon Eğilimleri (Dispersiyon oranı ve Erozyon oranı).....	71
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	73
KAYNAKLAR.....	77
EKLER.....	84

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1.Sinop Meteoroloji İstasyonuna ait bazı iklim verileri	15
Çizelge 2. Sinop meteoroloji istasyonu verilerine göre enterpole edilmiş ortalama sıcaklık (°C) ve yağış (mm) değerleri.....	16
Çizelge 3. Erozyon eğilim indeksleri ıskalası	24
Çizelge 4. Toprakların (0-20 cm) arazi kullanım şekline göre duncan testi sonuçları.....	30
Çizelge 5. Toprakların (20-50 cm) arazi kullanım şekillerine göre duncan testi sonuçları.....	50
Çizelge 6. Açık alan topraklarının toprak derinliğine göre duncan testi sonuçları.....	62
Çizelge 7. Tarım topraklarının toprak derinliğine göre duncan testi sonuçları.....	64
Çizelge 8. Orman topraklarının toprak derinliğine göre duncan testi sonuçları	65
Çizelge 9. Toprakların anakayalara göre duncan testi sonuçları	69

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Araştırma Alanının Genel Konumu ve Topoğrafik Durumunu Gösteren	
Sayısal Arazi Modeli Haritası.....	13
Şekil 2. Araştırma alanın jeolojik durumu	14
Şekil 3. Araştırma Alanının Thornthwaite Yöntemine Göre Su Bilançosu.....	17
Şekil 4. Araştırma alanından genel bir görünüm.....	21
Şekil 5. Arazi kullanım şekillerine göre üst toprakların ortalama kum, toz ve kil	
miktarlarının değişimi	31
Şekil 6. Su tutma kapasitelerinin arazi kullanım şekillerine göre değişimi	33
Şekil 7. Toprakların geçirgenlik değerlerinin arazi kullanım şekillerine göre	
değişimi	35
Şekil 8. Toprakların nem sabitelerinin (TK, SN, FSK) arazi kullanım şekline göre	
değişimi	36
Şekil 9. Toprakların hacim ağırlığının arazi kullanım şekline göre değişimi	39
Şekil 10. Toprakların tane yoğunluğunun arazi kullanım şekline göre değişimi	40
Şekil 11. Toprakların gözenek hacminin arazi kullanım şekline göre değişimi	41
Şekil 12. Toprakların organik madde miktarlarının arazi kullanım şekline göre	
değişimi.....	42
Şekil 13. Toprakların pH değerlerinin arazi kullanım şekline göre değişimi	43
Şekil 14. Dispersiyon oranının arazi kullanım şekillerine göre değişimi	45
Şekil 15. Kolloid/nem ekivalanı değerlerinin arazi kullanım şekillerine göre	
değişimi.....	46
Şekil 16. Erozyon oranı değerlerinin arazi kullanım şekillerine göre değişimi	47
Şekil 17. Arazi kullanım şekillerine göre alt toprakların ortalama kum, toz ve kil	
miktarlarının değişimi	49

Şekil 18. Su tutma kapasitelerinin arazi kullanım şekillerine göre değişimi	51
Şekil 19. Alt toprakların geçirgenlik değerlerinin arazi kullanım şekillerine göre değişimi.....	52
Şekil 20. Toprakların nem sabitelerinin (TK, SN, FSK) arazi kullanım şekline göre değişimi.....	54
Şekil 21. Toprakların hacim ağırlığının arazi kullanım şekline göre değişimi	55
Şekil 22. Toprakların tane yoğunluğunun arazi kullanım şekline göre değişimi	56
Şekil 23. Toprakların gözenek hacminin arazi kullanım şekline göre değişimi	57
Şekil 24. Toprakların organik madde miktarlarının arazi kullanım şekline göre değişimi.....	57
Şekil 25. Toprakların pH değerlerinin arazi kullanım şekline göre değişimi	58
Şekil 26. Dispersiyon oranının arazi kullanım şekillerine göre değişimi	60
Şekil 27. Kolloid/nem ekivalanı değerlerinin arazi kullanım şekillerine göre değişimi.....	60
Şekil 28. Erozyon oranı değerlerinin arazi kullanım şekillerine göre değişimi	61

KISALTMALAR LİSTESİ

DO: Dispersiyon oranı

KNO: Kolloid/Nem ekivalanı

EO: Erozyon oranı

TK: Tarla Kapasitesi

SN: Solma Noktası

FSK: Faydalı Su Kapasitesi

OM: organik madde

⁰C: derece

mm: milimetre

ml: mililitre

m³: metreküp

ha: hektar

1. GİRİŞ

1.1. Genel Bilgiler

Yeryüzündeki hayatı sudan ayrı düşünmek mümkün değildir. Medeniyetin beşiği olarak adlandırılan bölgeler hep su havzalarının yakınlarına kurulmuş, medeniyet suyun hayat verdiği topraklarda yeşermiş, su adeta medeniyete de hayat vermiştir.

Suyun önemi, dünya nüfusunun artışına paralel olarak artmaktadır. Dünyanın 2/3'ü sularla kaplıdır. Dünya üzerinde mevcut suyun yaklaşık % 97.5'i tuzlu su niteliğindedir. Geriye kalan % 2.5'e yakın kısmı ise tatlı su olup, bununda büyük bir miktarı buzullarda ya da yer altı sularında bulunmaktadır (Anonim, 2006). Dolayısıyla kullanılabilir su miktarı % 0.01 düzeylerinde kalmakta, bu suyun toplam su miktarına oranı ise % 2.5 civarındadır (Anonim, 2006).

Türkiye'de yıllık ortalama yağış yaklaşık 643 mm olup, yılda ortalama 501 milyar m³ suya tekabül etmektedir. Bu suyun 274 milyar m³'ü toprak ve su yüzeyleri ile bitkilerden olan buharlaşmalar yoluyla atmosfere geri dönmekte, 69 milyar m³'lük kısmı yer altı suyunu beslemekte, 158 milyar m³'lük kısmı ise akışa geçerek çeşitli büyüklükteki akarsular vasıtasıyla denizlere ve kapalı havzalardaki göllere boşalmaktadır (Anonim, 2006). Yer altı suyunu besleyen 69 milyar m³'lük suyun 28 milyar m³'ü pınarlar vasıtasıyla yerüstü suyuna tekrar katılmaktadır. Ayrıca, komşu ülkelerden ülkemize gelen yılda ortalama 7 milyar m³ su bulunmaktadır. Böylece ülkemizin brüt yerüstü suyu potansiyeli 193 milyar m³ olmaktadır (Anonim, 2006).

Su kaynaklarının küresel ısınma ile iklim değişikliğine uğrayacağı bir gerçektir. Bu etkinin tesirlerini ve sonuçlarını şimdiden kestirmek mümkün değildir. Bugün için su kaynaklarının dünyanın bazı yerlerinde gelecek 50 yıl içinde yetersiz kalacağı hesaplanmaktadır. Yurdumuz için kişi başına düşecek su miktarındaki azalış oranı %40 civarında olacağı hesaplanmıştır. Bu değer oldukça yüksek bir orandır. Türkiye yarı kurak bir iklim kuşağında yer alması nedeniyle iklim değişikliğinin giderek daha fazla etkisi altında kalacağı kolayca anlaşılır. Küresel iklim değişikliği sonucu ortaya çıkması beklenen bu olumsuzluklara yönelik olarak önlemlerin şimdiden alınması zorunlu hale gelmiştir (Anonim, 2003).

Dünyadaki birçok ülke, gelecekte küresel iklim değişikliklerinin su kaynaklarına, tarımsal potansiyeline, ekonomik ve sosyal etkilerinin neler olacağı konusunda araştırmalar yapmaktadır. Ülkemizde yapılması gereken, küresel olarak yapılan büyük ölçekteki iklim değişimi ile ilgili tahminlerin bölgesel baza daha küçük ölçeğe indirilmesini sağlamak ve ülkemiz için olası iklim değişimi tahminlerini ortaya koymaktır. Bu iklim değişiklikleri tahminlerine göre, ülkemiz su kaynaklarının, tarımının ve ormanlarının, genel olarak ekosistemin bundan olası etkilenme derecelerini araştırmak, tespit etmek, çözüm önerileri ortaya koymak ve karar vereceklerle bu bilgi desteğini sağlamaktır (Anonim, 2003).

1.2. Barajlar ve Su Depolama Tesislerinin Önemi

Su depolama tesisleri; içme ve kullanma suyu, sulama, rekreasyon, sel ve taşkın kontrolü, elektrik üretimi ve endüstrinin gereksinim duyduğu suyu sağlamak gibi çok yönlü amaçlarla inşa edilmektedir. Ülkemizde de nüfusun gereksinim duyduğu suyu sağlamak amacı ile büyük barajlar ve diğer su temin etme amaçlı tesisler kurulmuş ve kurulmaya devam etmektedir.

Ancak, bu tesislerin inşa edilmesi sırasında yapılan planlama hataları tesislerin ekonomik ömürlerini azalttığı gibi bazen de doğal dengenin bozulmasına neden olabilmektedir. Elbette artan nüfus karşısında gereksinim duyulan su ihtiyacının karşılanması bir zorunluluktur. Ancak bu zorunluluğun karşılanmasında verimlilik ön planda olmalıdır.

Su depolama tesislerinin amacına uygun ve kapsamlı planlanması kadar, bu tesislerin inşasının tamamlanması ile ortaya çıkacak değişikliklerin tespiti ve doğal kaynak kullanımını sürekli yararlanılabilir durumda tutacak önlemlerin alınması da çok önemlidir. Amaç, istenildiği anda kaliteli ve yeterli su sağlamak olduğu takdirde planlanan tesislerin içinde yer aldığı su toplama havzaları büyük önem kazanmaktadır. Bu durum, doğal kaynakların korunması yetkisine sahip tüm kurum ve kuruluşların olduğu kadar söz konusu su toplama havzaları içerisinde yaşayan insanların da sorumluluk taşımasını gerektirir (Erol, 2004).

Önemli bir bölümü kurak ve yarı kurak iklimin etkisi altında bulunan yurdumuzda su temini önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. İçme-kullanma, tarımsal sulama, endüstri ve hidroelektrik üretimi gibi çeşitli amaçlar için hayati önem taşıyan suyu yeterli düzeyde sağlayabilmek için barajlar yapılmaktadır. Bir barajda her zaman yeterli miktar ve kalitede su bulundurulabilmenin temel şartlarından birisi o barajın su toplama havzasındaki arazi ve bitki örtüsünün iyi bir amenajman altında işletilebilmesidir. Bu nedenle, barajlar yapılmadan önce baraj havzasındaki önlemlerin alınarak bitki-toprak-su dengesinin sağlanması gerekmektedir (Erol, 2004).

Barajlara su sağlayan ve yağış havzası adı verilen doğal sınırlarla çevrili arazilerin bilimsel esaslara uygun bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Bu havzalardaki ormanların tahrip edilmesi ve doğal dengenin bozulması ile birlikte

barajlara suyla beraber topraklar da taşınmaya başlar. Elmalı I baraj havzasında arazi kabiliyet sınıfları dikkate alınmadan arazilerin kullanılmış olması baraj gölünün dolmasına neden olmuş ve Elmalı II barajının yapılma zorunluluğunu doğurmuştur.

Çeşitli kamu kuruluşları tarafından yapılan gözlem ve araştırmalar Türkiye'nin yaklaşık son 100 yıl içerisinde ikinci önemli ve büyük toprak erozyonu oluşumu devresine girmiş olduğunu ortaya koymaktadır. Nitekim son yıllarda inşa edilmiş bulunan barajların endişe verici şekilde sedimentle doluşu ve sıklaşan sel ve taşkın zararları bu durumun önemini açıkça ortaya koymaktadır (Balcı ve ark.,1981).

Barajların beklenen fonksiyonlarını yerine getirebilmeleri, havzalarındaki arazi kullanma şekillerinde bağlıdır. Bu nedenle barajların su verimliliği ve bunun sürekliliğinin sağlanması bakımından, yukarı yağış havzalarının önemli bir etkiye sahip oldukları göz ardı edilmemelidir. Barajlarda aranan en önemli nitelik, olanaklar ölçüsünde bol suyu biriktirecek bir kapasiteye sahip olmasıdır. Baraj kapasitesinin sürekli korunması, yani baraj ömrünün uzun olmasının sağlanması da önemli beklentiler arasında yer almaktadır. Birbirine bağlı bu iki özelliğin gerçekleşebilmesi için, barajların yakın ve uzak çevrelerindeki toprakların korunması, yani erozyonun önlenmesi gerekir (Çepel, 1986).

Bu çalışma, Karasu Çayı üzerinde yapımı devam eden Erfelek Barajı (Sinop) yağış havzasında gerçekleştirilmiştir. Erfelek barajı, yağış havzasının çıkış noktasında Karasu Çayı boyunca uzanan 3040 ha. tarım arazisinin sulanmasının yanında Sinop ili ve çevresinin içme-kullanma suyu ihtiyacının karşılanması amacıyla inşa edilmektedir.

Bu tez kapsamında, baraj havzasında özellikle arazi kullanım şekli, anakaya ve derinlik kademelerinin toprakların erozyon eğilimini ve diğer hidro-fiziksel özelliklerini nasıl etkilediği ve aralarında ne gibi ilişkilerin bulunduğu

belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece, elde edilen bilgiler ve ilişkiler; bölgede yapılacak olan toprak koruma, sel ve heyelanların önlenmesi, arazi sınıflaması, fonksiyonel ormancılık ve kırsal kalkınma planlarının yapımında altlık olarak kullanılmasına yardımcı olacaktır.

1.3. Literatür Özeti

1.3.1. Türkiye’de Yapılan Çalışmalar

Özyuvacı (1976), Arnavutköy deresi yağış havzasında yaptığı araştırmada dispersiyon oranlarını bütün toprak gruplarında 15’ten büyük bularak havza topraklarının genel olarak erozyona duyarlı olduğunu belirlemiş, bu duyarlılık üzerinde etkili olan en önemli faktörün anamateryal olduğunu belirtmiştir.

İç Anadolu’da anamateryal, bakı ve toprak derinliği faktörlerinin erodibilite ile ilgili toprak özellikleri üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, dispersiyon oranı 6 farklı anakaya üzerinde gelişen toprakların bütününde ortalama 15’ten büyük bulunmuş ve toprakların erozyona duyarlı olduğu belirlenmiştir (Balci, 1973).

Uslu (1971), İstanbul-Şeytandere havzasında muhtelif arazi kullanım şekillerinin yüzeysel akış ve erozyon üzerine etkisini incelemiştir. Muhtelif derinlik kademelerine ait dispersiyon oranı değerlerini 15’ten, erozyon oranı değerlerini de 10’dan büyük bularak, araştırma alanı topraklarının genellikle erozyona müsait olduğunu ortaya koymuştur.

Belgrad Ormanı Ortadere yağış havzasında farklı ana materyaller üzerinde gelişen toprakların bazı özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada ortalama olarak dispersiyon oranı değerlerinin % 22,5 ile 27,6 arasında değiştiği ve toprakların erozyona karşı duyarlı olduğu belirlenmiştir (Özhan,1977).

Kocaeli Yarımadası topraklarında erozyon eğiliminin hidrolojik toprak özelliklerine bağlı olarak değişiminin incelendiği bir çalışmada, araştırma alanındaki Üst-Kratase kalkerleri üzerinde yer alan kırsal alanların yüzeysel toprakları hariç diğer bütün toprak gruplarında dispersiyon oranı sınır değeri %15 ten büyük bulunmuş ve toprakların genellikle erozyona dayanıksız olduğu belirlenmiştir. Topraklar erozyona hassasiyetleri yönünden fazladan aza doğru ormanlık alanlarda ; Plio-Kuaterner>Trias>Eosen>Devon>Üst Kratase>Ordovisien, kırsal alanlarda ise; Ordovisien > Plio - Kuaterner > Trias > Devon > Eosen > Üst-Kratase şeklinde sınıflandırılmıştır (Özyuvacı, 1978).

Öztan (1980), Trabzon-Meryemana deresi yağış havzasında orman ve mera arazisinde otlatmanın etkilerini incelemiş ve orman topraklarında otlatmanın erozyon eğilimini artırıcı yönde etkileri olduğunu belirlemiştir. Yani otlatmaya açık orman topraklarının, otlatmaya kapalı orman topraklarına oranla erozyona daha az dayanıklı olduğunu tespit etmiştir.

Türüdü (1981), Trabzon-Hamsiköy yöresinde farklı arazi kullanım koşulları altındaki toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini araştırdığı çalışmada, tarım, çayırılık alan, kayın ve ladin ormanlarından aldığı toprak örneklerinde yaptığı analizler sonucunda, arazi kullanma şekillerine bağlı olarak toprakların hidrofiziksel özelliklerinde farklılıklar olduğunu belirlemiştir.

Okatan (1987), Trabzon-Meryemana Deresi Yağış Havzası alpin meralarında yaptığı çalışmada, araştırma alanından alınan toprak örneklerinin erozyona karşı duyarlı olduklarını ve kum, toz ve kil yüzdeleri, hacim ağırlığı, tane yoğunluğu, gözenek hacmi, ateşte kayıp ve organik maddenin toprak derinliği ile doğru orantılı, solma noktası, nem ekivelanı ve geçirgenliğin toprak derinliği ile ters orantılı olarak değişim gösterdiğini saptamıştır.

Çepel (1986), barajların su verimini artıracak uygulamalardan birisi olan ağaçlandırmaların su için tüketici bir ekosistem olup olmadığını araştırdığı çalışmasında, su üretimi yapılan her yerde, bir başka ifade ile su kaynaklarının değerlendirilmesinde, o yörenin iklim, topografya, toprak ve bitki örtüsü gibi doğal verilerin karakteristikleri ve bunlar arasındaki karmaşık ilişkilerin mutlaka hesaba katılması gerektiğini belirtmiştir.

Karagül (1994), Trabzon-Söğütlüdere Havzası'nda farklı arazi kullanım şartları altındaki toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini araştırdığı çalışmasında tarım, orman ve mera alanlarındaki arazi kullanım şekillerine göre, dispersiyon oranı, kolloid/nem ekivalanı oranı, toz yüzdesi, solma noktası, geçirgenlik, hacim ağırlığı, tane yoğunluğu, ateşte kayıp, organik madde, pH, iskelet içeriği ve kök oranı değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farkların olduğunu belirlemiş ve araştırma alanı topraklarının erozyona duyarlı olduklarını saptamıştır.

Ulu (1998), Trabzon Uzungöl-Haldizen deresi yağış havzasında farklı arazi kullanım şekilleri altındaki toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini araştırdığı çalışmasında araştırma alanı topraklarının erozyona duyarlı olduğunu belirlemiştir.

Gökbulak (1998), otlatmanın toprağın hidro-fiziksel özellikleri üzerindeki etkilerini ortaya koymak amacıyla Kemerburgaz-Taşlıdere havzasında yaptığı bir araştırmada, toprak özelliklerinin; arazi kullanımı, toprak derinliği ve çığnenme derecesine bağlı olarak değişimi üzerinde durmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, toprakların sıkışması nedeniyle otlak alanındaki toprak özellikleri ile orman ve korunmuş alandaki toprak özellikleri arasında önemli farklılıklar tespit etmiştir. Özellikle otlatmaya açık alandaki toprakların su tutma kapasitesi, permeabilite, toplam boşluk hacmi ve organik madde miktarı gibi özelliklerin otlatmadan

korunmuş alan ve orman alanına göre daha düşük, hacim ağırlığının ise daha yüksek olduğunu ifade etmiştir.

Korkanç (2003), Bartın yöresinde arazi kullanım sorunlarını araştırdığı çalışmada araştırma alanı topraklarının, 3 erozyon eğilim indeksine (dispersiyon oranı, kolloid-nem ekivalanı ve erozyon oranı) göre erozyona duyarlı olduğunu belirlemiştir.

Kahramanmaraş Sır Barajı yağış havzasında yapılan bir çalışmada farklı arazi kullanım şekilleri altındaki toprakların erozyon eğilimleri araştırılmış ve her üç arazi kullanım şeklinde de (tarım, orman, mera) topraklar erozyana duyarlı bulunmuştur (Bozali, 2003).

Toprak oluşumunu etkileyen faktörlerin hidro-fiziksel toprak özelliklerine etkisinin araştırıldığı Gümüşhane ili Köse Deresi yağış havzasında dispersiyon oranı kuzey bakı grubu topraklarında %30.29, güney bakı grubu topraklarında ise %40.12 olarak tespit edilmiştir (Erol, 2004).

1.3.2. Dünyada Yapılan Çalışmalar

Jha ve Rathore (1981), Hindistan'da yaptıkları çalışmada, toprak işlemeli alanlar ve sürekli orman örtüsü altında bulunan alanların üst ve alt topraklarında erodibiliteleri araştırmışlardır. Bu çalışmada, erozyon, dispersiyon oranı ve kolloid/nem ekivalanı oranlarının toprak işlemeli alanların üst topraklarında (0-15 cm) daha büyük değerlerde olduğunu bulmuşlardır.

Fu ve arkadaşları (2000), Yangjuongou havzasında arazi kullanım değişikliklerinin toprak erozyonu, besin elementi dağılımı ve toprak nemi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; orman yada meradan eğimli

tarım alanına dönüştürülen yüksek erozyon riski altındaki alanlara tampon görevi görecek çalı türlerinin şeritler halinde dikilmesiyle hem toprağın erozyondan koruyacağını hem de çalı ve orman gruplarının birleşmesiyle biyolojik çeşitliliğin artacağını belirtmişlerdir.

Varela ve ark. (2001), yaptıkları çalışmada; 1998-1999 yılları arası kuzeybatı İspanya’da eğim değişikliği ve orman açmadan sonra oluşan toprak tahribatını incelemişlerdir. Ayrıca, alınan toprak örneklerinde; hacim yoğunluğu, toplam porozite, agregat stabilitesi ve toprağın tekstürü gibi özellikler belirlenmiştir. Çalışmada toprak tahribatı üzerinde en büyük etkiyi eğimin yaptığını, toprağın tekstürü ile ilişkili özelliklerin dışındaki fiziksel özelliklerin çabuk bir şekilde düzeldiğini ve eski halini aldığını ifade etmişlerdir.

Patiram (1995), Hindistan’ın Kuzeydoğu Hill Bölgesi’nde yaptığı araştırmada, toprak tahribatının ana sebeplerini; orman açma, ekonomik gelişme ve erozyona sebep olan dik eğimli yerlerde ilkel toprak işleme metotları şeklinde sıralamaktadır. Yapılabilen kontrol ölçümlerinin (toprak asitliğinin rolü ve ürün verimliliği sınırındaki besin azalması) ise bunu ispatladığını ifade etmektedir.

Rai ve Sharma (1998), Himalaya’nın Sikkim Havzası’nda arazi kullanımının bitki örtüsü değişimi ve hidrolojisi üzerine araştırmalar gerçekleştirmişlerdir. Orman ve tarımsal orman alanlarından tarıma dönüştürülen alanların arazi kullanım değişimi 1988’den 1992’ye kadar incelenmiştir. Sonuçta tarıma dönüştürülen alanların % 11 oranında arttığını gözlemlemişlerdir. Aynı süre içerisinde yoğun bir karışıma sahip ormanlarında antropojen etkilerin bir sonucu olarak bu özelliklerini kaybederek tahrip edilmiş ormanlara dönüştükleri gözlenmiştir.

Lumbanraja ve ark. (1988), yaptıkları çalışmada; Endonezya’da Batı Lampung’un yüksek eğimli bir bölgesinde arazi kullanım değişikliklerini 1970’den

1990'a kadar kaydettiler. Göç ve artan nüfusun arazi kullanım değişiminin artmasında önemli rol oynadığı ortaya çıkmıştır. 1970 yılında alanın % 57'sinin ormanlarla örtülü olduğu, ancak bu oranın 1990 yılında % 13'e düştüğü ortaya konulmuştur. Ormansızlaşmadan sonra farklı arazi kullanım değişimleri altındaki araziler için toprağın kimyasal özellikleri (toplam organik karbon, toplam azot, yarayışlı fosfor, değişebilir katyonlar, katyon değişim kapasitesi v.b.) analiz edilmiştir. Toprak örnekleri 0-20 cm ve 20-40 cm şeklinde iki derinlik kademesinden ve dört farklı arazi kullanım şekline alınmıştır. Analizlerden elde edilen sonuçlara göre; orman arazilerinden diğer arazi kullanım şekillerine doğru gidildikçe toprakların kimyasal özelliklerinin azaldığı belirlenmiştir.

İslam ve Weil (2000), "Bangladeş'in Tropik Orman Ekosistemlerinde Toprak Kalitesi Özellikleri Üzerine Arazi Kullanım Değişikliklerinin Etkileri" adlı araştırmalarında, bitişik arazilerde bulunan Shorea robusta doğal ormanı, Akasya ile ağaçlandırılmış arazi, otlak ve işlenmiş tarım arazilerinden toprak örnekleri alınarak incelemeler yapmışlardır. Çalışmada, arazi kullanımı/arazi örtme değişiklikleri (doğal ormanın tahribatı ve toprakların sonradan işlenmesi) ile toprak yüzeyinin sertleştiği ve önemli derecede bazı toprak özelliklerinin (toz ve kil içerikleri, porozite, agregat stabilitesi, N, C v.b.) azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca yapılan araştırmada, toprak işlemenin yapıldığı alanlar altında önemli bir toprak kalitesi bozulmasının (% 44) yaşandığını belirlemişlerdir.

Giovannini ve arkadaşları (2001) yangın ve arazi kullanımının toprak erozyonu üzerindeki kombine etkilerini bulmak amacıyla farklı arazi kullanım şekilleri üzerinde yakma uygulamaları yapmışlardır. Yakmanın tarım alanlarındaki erozyon miktarını az miktarda değiştirdiğini, buna karşın, çalılık ve ormanlık alanlardaki toprak erozyonu değerlerini artırdığını bulmuşlardır. Ayrıca araştırmacılar

yakmanın farklı arazi kullanım değerlerini benzer hale getirdiğini ortaya koymuşlardır.

Kenya’da kahve üretiminin başlamasından sonra arazi kullanımındaki değişimleri saptamak amacıyla hava fotoğrafları değerlendirilmiş, 1958’den 1996 yılına kadar geçen sürede ağaç örtüsünde bir azalma olduğu, eğimli yamaçlarda tarımsal uygulamaların erozyonu artırdığı ve topraktaki organik madde miktarını azalttığı vurgulanmıştır (Ovuka, 2000).

Karagöl 1994’e atfen Wischam ve Kasem (1973), yaptıkları çalışmada 0-20 cm derinliğindeki toprakların erodibilitesinin ve dispersiyon oranının eğim faktörü tarafından etkilendiğini, dispersiyon oranının kil içeriği ile negatif; hacim ağırlığı, organik madde ve çakıl miktarı ile pozitif korelasyon gösterdiğini belirtmişlerdir.

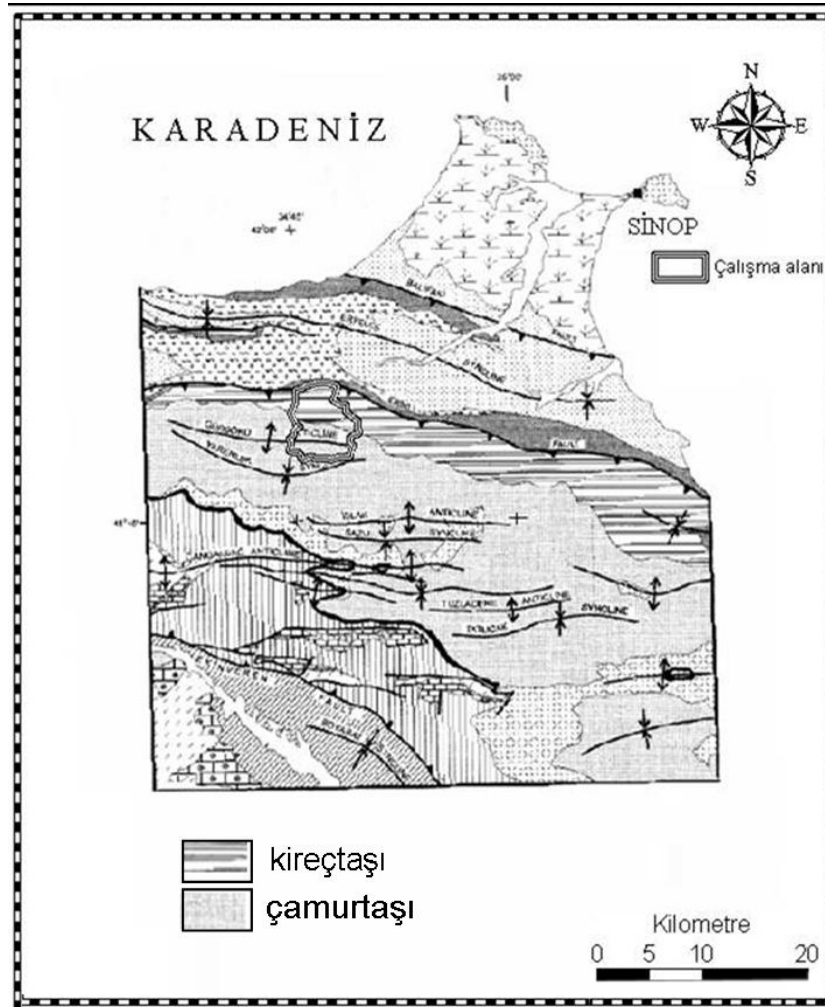
elik (2004), Türkiye’nin Güney Akdeniz’deki dağlık bölgesinde yapmış olduğu çalışmasında; arazi kullanım şekillerinin, organik madde ve fiziksel toprak özellikleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Bu maksatla, otlaktan tarıma dönüştürölmüş alan, otlak alanı ve orman alanı olmak üzere üç arazi kullanım şekli seğmiştir. Toprakların 0-20 cm. derinlik kademesindeki organik madde miktarları otlaktan tarıma dönüşmüş alanlarda önemli derecede (ortalama %49 oranında) bir azalış göstermektedir. Oysaki orman ve otlak alanlarındaki toprak organik maddesi hemen hemen benzer olup, her bir arazi kullanım şeklinde derinlikler bakımından toprak organik madde miktarı önemli bir fark göstermemiştir.

Bruand ve Tessier (2000), yaptıkları çalışmada kil karakteristiklerindeki değişimlerle alt toprak horizonlarının su tutma özellikleri arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Burada su tutma kapasiteleri, şişmenin maksimum olduğu ve su içeriğinin tarla kapasitesine yakın olduğu kış aylarında farklı yaştaki ve fasiyesteki kalkerli veya kalsiyumlu killi sedimentlerden alınan toprak örnekleri üzerinde

belirlenmiştir. Su tutma kapasitesinin kil içeriği ve yapısına bağlı olarak değişim gösterdikleri ifade edilmiştir.

2.2. Jeolojik Yapı ve Toprak

Bölgenin 1/500.000 ölçekli jeoloji haritası üzerinde yapılan incelemeye göre bölge arazisi genellikle kretase filişi, güney kısımlarında mümulitli kalkerle birlikte eosen filişi, kuzey kısımlarında kretaselerden oluşmuştur (Şekil 2), (Tüysüz., 1999). Bunların karışımından kalkerli, kumlu topraklar meydana gelmiştir. Bunlar oldukça derin, az taşlı verimli topraklardır (Anonim, 1999). Araştırma alanında çamurtaşı ve kireçtaşı anakayası üzerinde gelişen ağır kil, balçıklı kil, kumlu kil ve kumlu killi balçık tekstürlerinde topraklar bulunmaktadır (Ek Çizelge 1).



Şekil 2. Araştırma alanının jeolojik durumu (Tüysüz, 1999)

2.3. İklim Özellikleri

İklim, bir yerde uzun süre devam eden atmosferik olayların ortalamasıdır. Diğer bir deyişle, bir yerde uzun süre devam eden hava olaylarının bir bütün olarak gösterdiği karakteristiklerdir (Çepel, 1995).

Araştırma alanı, ülkemizin dört makro iklim tipinden biri olan Karadeniz ikliminin Batı Karadeniz alt iklim tipi sınırları içinde yer almaktadır. Karadeniz iklimi, her mevsim yağışlı olup sıcaklık bakımından deniz iklimi karakterini taşır (Çepel, 1995).

Araştırma alanlarına en yakın meteoroloji istasyonu Sinop ilindedir. Bu meteoroloji istasyonuna ait bazı iklim verileri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1.Sinop Meteoroloji İstasyonuna ait bazı iklim verileri (Anonim, 2005).

İklim Elemanları *	A Y L A R												Yıllık
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ort. Yağış (mm)	69.9	48.3	47.4	38.9	34.1	35.4	35.9	45.9	62.7	92.6	87.6	78.6	677.3
Ort. Sic. (°C)	6.9	6.3	7.4	10.7	14.8	19.6	22.7	23.0	19.8	15.9	12.0	8.8	14.0
Ort. Yüksek Sic. (°C)	9.6	9.3	10.5	14.2	18.2	23.0	25.8	26.3	23.1	19.1	15.0	11.7	17.2
Ort. Düşük Sic. (°C)	4.5	3.9	5.0	8.1	12.1	16.6	19.8	20.1	17.1	13.4	9.4	6.4	11.4
En Yüksek Sic. (°C)	22.8	23.4	28.1	30.9	33.6	31.4	34.4	33.2	31.7	34.0	27.2	24.2	34.4
En Düşük Sic. (°C)	-4.5	-7.5	-4.8	0.5	4.8	8.8	13.6	14.5	7.7	4.2	-0.4	-2.2	-7.5
Ort. Bağıl Nem (%)	70	70	73	75	77	75	75	75	74	73	71	69	73

* 32 m., Rasat süresi 1975-2005

Yapılan araştırmalardan; yağış miktarının denizden yükseldikçe arttığı bilinmektedir. Bu artış denizden her 100 m. yükseklik için yılda 45-54 mm kadardır. Yağışın aksine denizden yükseklik arttıkça sıcaklık derecesi düşer. Bu düşüş miktarının her 100 m yükseklik için yaklaşık olarak 0.5 °C olduğu kabul edilmektedir (Çepel, 1995).

Sinop meteoroloji istasyonu iklim verilerinden yağış ve sıcaklık ortalamaları enterpole edilerek araştırma alanının tahmini iklimi hakkında bilgi edinmek mümkün olmuştur. Enterpolasyon işleminde:

$Y_h = Y_o \pm 54h$ formülünden yararlanılmıştır (Çepel, 1995). Burada;

Y_h : Denizden ortalama yüksekliği bilinen ve üzerinde meteoroloji istasyonu bulunmayan yörenin hesaplanacak olan yıllık yağış miktarı (mm).

Y_o : Denizden yüksekliği belli olan meteoroloji istasyonunun ölçtüğü yıllık yağış miktarı ve

h : Meteoroloji istasyonunun denizden yüksekliği ile yağış miktarı bulunacak bölgenin ortalama yüksekliği arasındaki fark (hektometre olarak).

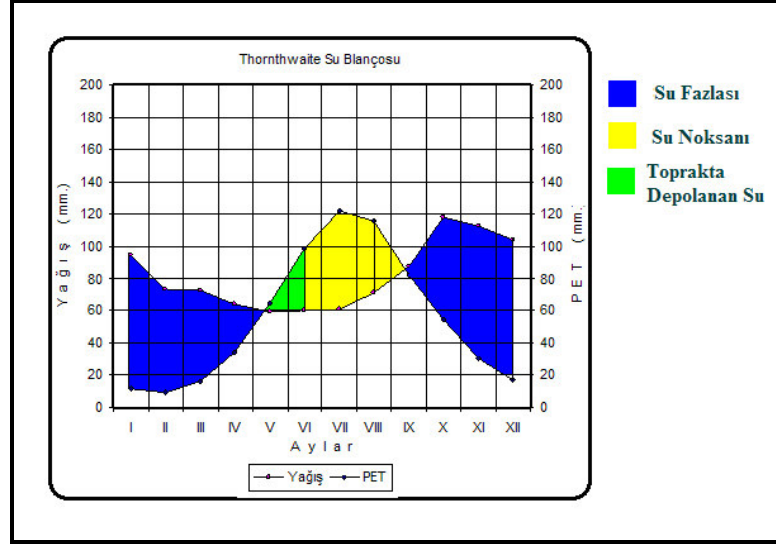
Böylece bir bölge için toplam yıllık yağış bulununca, bunun aylara dağılışı oranına paralel olarak hesaplanır (Çepel, 1995).

Çizelge 2. Sinop meteoroloji istasyonu verilerine göre enterpole edilmiş ortalama sıcaklık (°C) ve yağış (mm) değerleri

Enterpole Edilen*	AYLAR												Yıllık
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ortalama Sıcaklık (°C)	3.9	3.3	4.4	7.7	11.8	16.6	19.7	20.0	16.8	12.9	9.0	5.8	11.0
Ortalama Yağış (mm)	98.3	76.7	75.8	68.2	62.5	63.8	64.3	74.3	91.1	121	116	107	1017.5

(* 630 m. Ortalama yükseltiye göre)

Sinop meteoroloji istasyonu verilerinden yararlanarak bölgenin su açığının olup olmadığı Thornthwaite yöntemine göre araştırılmıştır (Çepel, 1995). Thornthwaite yöntemine göre Haziran ayı ortasından Ekim ayı ortalarına kadar bölgede su açığı olduğu görülmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Araştırma Alanının Thornthwaite Yöntemine Göre Su Bilançosu

2.4. Bitki Örtüsü

Araştırma alanı bitki coğrafyası açısından incelendiğinde Türkiye'deki üç büyük bitki topluluğu (flora) bölgesinden, Avrupa-Sibiry (Euro-Siberian) bitki (flora) alanının Öksin (Euxine) bölgesinde bulunup, Davis (1965)'e göre Türkiye bitki haritasının A5 paftasında yer almaktadır (Anşin, 1983).

Araştırma alanı Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) egemenliğinde olup, kayınla birlikte göknar, meşe, gürgen, sarıçam ve karaçam da karışıkta yer almaktadır (Anonim, 1999).

Ağaç türleri

Abies bornmülleriana
Fagus orientalis
Pinus nigra
Pinus sylvestris
Quercus spp.
Carpinus betulus
Ostrya carpinifolia
Populus tremula
Alnus glutinosa
Ulmus campestre
Hedera helix
Acer spp.
Sorbus spp.
Prunus spp.
Taxus baccata
Platanus orientalis

Ağaççık ve çalılar

Rhododendron spp.
Salix spp.
Crataegus monigyna
Ilex aquifolium
Rosa canina
Prunus lauroceracus
Vaccinium myrtillus
Rubus idaeus
Euonymus europaeus

Otsu Bitkiler

Pteridium aquilinum
Urtica dioica
Euphorbia amygdaloides
Verbascum olympicum
Trifolium pratense
Viscum album

2.5. Sosyo-Ekonomik Yapı

Bölge içerisinde ve bitişiğinde yaşayan halkın ekonomik ve sosyal olanaklarının yetersiz olması nedeniyle başta İstanbul olmak üzere diğer illere büyük oranda göç olmaktadır. Kalan genç nüfusun büyük bölümü çevredeki taş ocağı, tuğla fabrikası gibi yerlerde çalışmakta, kendi ihtiyacı kadar ziraat ve hayvancılık yapılmaktadır. Kalan nüfusun ormandaki üretim faaliyetlerinde çalışarak katkıları olmakta, ayrıca ormandan yakacak ve yapacak odun ihtiyacı karşılanmaktadır. Yöre halkı ormancılık faaliyetlerinde;

- Üretim işlerinde (ağaç kesme, sürütme ve taşıma işlerinde)
- Dikim işlerinde çalışmaktadır (Anonim, 1999).

Bölge ormanlarında hayvan otlatması az miktarda da olsa bulunmaktadır.

Bunun sonucu olarak hayvan otlatmasının zararları yer yer görülmektedir. Kaçak kesimlere az da olsa rastlanmaktadır (Anonim, 1999).

Bölge dahilindeki yerleşim yerleri ve nüfusları şöyledir:

Akören Köyü : 957 kişi

Kurt Köyü : 325 kişi

Avlasökö Köyü : 354 kişi

Ayrıca bölge ormanları içinde bu köylere ilişkin bir çok mahalle bulunmaktadır (Anonim, 1999).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Sinop ili Ayancık ilçesi Erfelek Barajı havzası, araştırma alanını oluşturmaktadır. Bu alanda tarım, orman ve açık alanlardan toplam 48 toprak profilinden 93 adet torba ve silindir örneği ayrı ayrı alınmıştır.

Profillerde yeterli derinlik olmayınca bazı örnekleme noktalarında sadece üst topraktan (0-20 cm.) toprak örneği alınmıştır.

Örnek alanlarda anakayayı belirlemek amacıyla her alandan mümkün olduğunca bozulmamış kayaç örnekleri alınmıştır. Alınan kayaç örneklerinin teşhisi KTÜ. Jeoloji Mühendisliği Bölümünde yaptırılmıştır.

3.2. Yöntem

Bu çalışma; arazi, laboratuvar, ve değerlendirme olmak üzere 3 aşamadan oluşmaktadır.

3.2.1. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları 2005 yılı Ağustos ayında yapılmıştır.

3.2.2. Örnek Alanların Seçilmesi

Sinop ili Ayancık ilçesi Karasu Çayı üzerinde yapımı süren Erfelek Barajı, tesis amacı içme suyu ve sulama olan bir baraj niteliğindedir. Baraj havzasındaki

farklı arazi kullanımları dikkate alınarak, seçme örnekleme yöntemine göre örnek alanların yerleri belirlenmiştir. Yerleri belirlenen örnek alanların koordinatları GPS yardımı ile kayıt edilmiştir. Profillerin yerlerinin seçiminde havza ve arazi kullanım şekillerinin temsil edilmesine dikkat edilmiştir.



Şekil 4. Araştırma alanından genel bir görünüm

3.2.3. Toprak Örneklerinin Alınması

Araştırma alanında bulunan açık alan, tarım ve orman alanlarında açılan toprak profillerinde iki derinlik kademesinden (0-20 cm, 20-50 cm) torba ve silindir örnekleri alınmıştır (Özyuvacı, 1978). Bazı örnekleme noktalarında sıg topraklardan yeterli derinlik olmadığı için toprak örneği alınamamıştır. Profillerin açıldığı yerlere ilişkin bazı ekolojik özellikler Ek Çizelge 1.de verilmiştir.

3.2.4. Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması

Araştırma alanlarındaki örnek alanlardan alınan torba örnekleri laboratuarda kağıt üzerine serilerek hava kurusu hale gelinceye kadar bekletilmiştir. Hava kurusu hale gelen toprak örnekleri, porselen havanda öğütülmüş ve 2 mm'lik elekten

geçirildikten sonra naylon torbalara doldurularak analize hazır hale getirilmiştir. Silindir örnekleri ise arazi çalışması dönüşünde, bekletilmeden analize tabi tutulmuştur. Alınan toprak örnekleri üzerinde tekstür, su tutma kapasitesi, geçirgenlik (permeabilite), hacim ağırlığı, tane yoğunluğu, gözenek hacmi (porosite), erozyon eğilimleri (dispersiyon oranı, erozyon oranı ve kolloid/nem ekivalanı oranı), nem sabiteleri (tarla kapasitesi, solma noktası ve faydalı su kapasitesi), organik madde ve pH gibi özellikler belirlenmiştir (Ek Çizelge 1).

3.2.4.1. Tekstür Tayini

2 mm'lik elekten geçirilmiş toprak örneklerinde Bouyoucos'un hidrometre yöntemi kullanılarak kum, toz ve kil yüzdeleri bulunmuştur (Irmak, 1954; Gülçur, 1974; Arp, 1999). Toprak türü ise Uluslararası tekstür üçgenine göre belirlenmiştir (Çepel, 1995).

3.2.4.2. Organik Madde Tayini

Organik madde tayini, Walkley-Black ıslak yakma yöntemine göre yapılmıştır. Organik karbondan gidilerek organik madde miktarı hesaplanmıştır (Irmak, 1954; Özyuvacı, 1971).

3.2.4.3. pH Tayini

1 / 2.5 oranında toprak-saf su karışımı 1 gece bekletilmek suretiyle Beckman pH metresinde ölçülmüştür (Irmak, 1954).

3.2.4.4. Dispersiyon Oranı

Bu oranın belirlenmesinde Middleton'un dispersiyon oranı esas alınmıştır. 2 mm'lik elekten geçirilmiş hava kurusu toprak örneklerinden, ince tekstürlü topraklardan 50 gr, kaba tekstürlü topraklardan 100 gr örnek 400 ml'lik beherlere konuldu. Daha sonra örneklerin üzerine 200 ml saf su ilave edilerek bir gece bekletildi. Süre sonunda beherdeki toprak-su çözeltisi bir piset yardımıyla hidrometre silindirine aktarıldı.

Hidrometre silindirinin üzeri 1000 ml olacak şekilde arı su ile tamamlandı. Bouyoucos'un hidrometre yöntemine göre yapılan okumalar ve değerlerin sıcaklık düzeltmeleri sonucunda kum, toz ve kil oranları hesaplanmıştır. Elde edilen "toz+kil" değerlerinin toplamı tekstür analizi sonucu elde edilen "toz+kil" değerleri toplamına bölünerek dispersiyon oranı hesaplanmıştır (Özyuvacı, 1971,1978; Balcı, 1996; Özhan, 2004).

$$Dispersiyon Oranı = \frac{Dispersleştirilmemiş(toz + kil)}{Dispersleştirilmiş(toz + kil)} \times 100$$

3.2.4.5. Kolloid/Nem Ekivalanı Oranı

Mekanik analiz sonucu elde edilen kil miktarı aynı toprağın nem ekivalanı (tarla kapasitesi) oranına bölünmesiyle hesap yoluyla bulunmuştur (Arp, 1999; Özhan, 2004).

Erozyon eğilim ölçütlerinin sınır değerlerine göre topraklar duyarlı veya dayanıklı olarak ayrılmaktadır (Çizelge 2) (Arp, 1999; Özhan, 2004).

3.2.4.6. Erozyon Oranı

Dispersiyon oranının aynı toprağın kolloid/nem ekivalanı oranına bölünmesiyle hesap yoluyla bulunmuştur (Arp, 1999; Özhan, 2004).

Çizelge 3. Erozyon eğilim indeksleri ıskalası

Erozyon Eğilim İndeksleri	Erozyona Karşı Dayanıklı	Erozyona Karşı Duyarlı
Dispersiyon Oranı	<15	>15
Erozyon Oranı	<10	>10
Kolloid/Nem ekivalanı	>1.5	<1.5

3.2.4.7. Tarla Kapasitesi, Solma Noktası ve Faydalı Su Kapasitesi

Soil Moisture Equipment co.'nun seramik levhalı basınç cihazı ile tarla kapasitesi ve solma noktası tayinleri yapılmıştır. Bunun için 2 mm'lik elekten geçirilmiş toprak örnekleri tarla kapasitesi için 1/3 atm, solma noktası için ise 15 atm basınca dayanıklı seramik levhalar üzerindeki lastik halkalara doldurularak, saf su ile doygun hale getirilmiştir. Seramik levhalar üzerindeki fazla su alınarak levhalar basınç kaplarına konulmuş ve tarla kapasitesi için 1/3 atm, solma noktası için ise 15 atm basınç uygulanmıştır. Basınç uygulamasında süre sınırlaması olmayıp, su çıkışı durduğu anda (büret üzerinde görülebilir) basınç uygulamasına son verilmiştir. Basınç kaplarından çıkarılan toprak örnekleri hızla tartılarak kurutma fırınına alınmış ve 105 °C de kurutulmuştur. Kaybolan nem, mutlak kuru toprağın tarla kapasitesi ve solma noktasında tuttuğu nem olarak % cinsinden hesaplanmıştır.

Faydalı su ise, aynı toprak örneklerinin tarla kapasitesi (nem ekivalanı) miktarı, solma noktasındaki miktarından çıkarılarak % cinsinden hesaplanmıştır (Özyuvacı, 1978).

3.2.4.8. Su Tutma Kapasitesi

Üzerinde geçirgenlik ölçmeleri yapılan silindir örnekleri eğimli bir yüzeyde 10 dakika serbest drenaja bırakılarak tartılmış ve daha sonra 105 °C de kurutulmuştur. Kuru ve ıslak ağırlık arasındaki fark, kuru ağırlığın tuttuğu maksimum su olarak % cinsinden hesaplanmıştır (Özyazıcı, 1978).

3.2.4.9. Geçirgenlik (Permeabilite)

Araziden getirilen silindir örnekleri üzerinde Özyuvacı tarafından geliştirilen bir düzenek kullanılarak ölçülmüştür (Özyuvacı, 1976).

3.2.4.10. Hacim ağırlığı

Permeabilite ölçmeleri yapıldıktan sonra hacim örnekleri 105 °C de kurutularak silindir içindeki mutlak kuru toprağın silindir hacmine bölünmesiyle gr/cm^3 cinsinden hesaplanmıştır (Özyazıcı, 1978).

3.2.4.11. Tane Yoğunluğu

İki milimetrelik elekten geçirilmiş 10gr fırın kurusu toprak örnekleri üzerinde piknometre yöntemiyle tayin edilmiştir (Gülçur, 1974).

3.2.4.12. Gözenek Hacmi (Porosite)

Laboratuarda hacim ağırlıkları ve tane yoğunlukları belirlenen örneklerle ait toplam boşluk hacmi değerleri, bu örneklerle ait hacim ağırlığı ile tane yoğunluğu arasındaki ilişkiden yararlanılarak hesaplanmıştır (Özyuvacı, 1978).

3.2.5. İstatistik Yöntemler

Arazi ve laboratuarda yürütülen çalışmalar sonucunda elde edilen veriler bilgisayarda istatistik yöntemlerle değerlendirilmiştir. Arazi kullanım şekli (açıklık, tarım ve orman alanları), toprak derinliği (0-20 cm ve 20-50 cm) ve anakayanın (çamurtaşı ve kireçtaşı) tespit edilen çeşitli toprak özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulandı. Ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan testi (Duncan Multiple Range Test) kullanıldı ($p < 0.05$). Ayrıca; her faktör seviyesi kendi içinde değerlendirilmek üzere verilere korelasyon (Pearson Correlation) analizi uygulandı. Verilerin bilgisayarda değerlendirilmesinde SPSS paket istatistik programından yararlanıldı (versiyon 13.0).

3.2.6. Veri Girişi ve Değerlendirme

Çalışmada verilerin sayısal ortama girilmesinde ve değerlendirmesinde Coğrafi Bilgi Sistem yazılımları kullanılmıştır. Bilgisayar ortamına aktarılan bu grafik ve grafik olmayan verilerin saklanması, işlenmesinde, analiz edilmesinde ve elde edilen sonuçların kullanılmasında ARC/INFO yazılımının çeşitli modüllerinden yararlanılmıştır. Bu modüller Arc, Arcedit, Arcplot, Info ve Tın modülleridir.

3.2.6.1. Coğrafi Bilgi Sistemi

Coğrafi Bilgi Sistemi grafik ve grafik olmayan bilgilerin bütünleşik olarak yer aldığı ve çeşitli sorgulamalara cevap verebilecek şekilde yapılandırılmış bir sistemdir. Bilgi sistemlerinin alt sistemi olan Coğrafi Bilgi Sistemi, büyük miktardaki mekansal verilerin girişi, üretilmesi, saklanması, türetilmesi, analizi ve sunulması amacıyla geliştirilmiştir.

Coğrafi Bilgi Sistemi, araziye dayalı uzaysal, alansal ve niteliksel bilgilerin, depolanması, bu bilgilere ulaşılması, analizi yapılması, değerlendirilmesi, değiştirilmesi ve kontrolünün sağlanması otomasyonu olarak tanımlanmaktadır. Aslında bu sistem, bir bilgisayar yazılım ve donanımının insan bilgisiyle birlikte mantıklı konfigürasyon teknolojisidir (Yomralıoğlu, 2000).

3.2.6.2. Verilerin Bilgisayara Girilmesi

Coğrafi Bilgi Sistemine girilecek olan veriler grafik ve grafik olmayan veriler olarak ikiye ayrılarak bilgisayar ortamına girilmiştir. Grafik veriler, araştırma alanının 50 m’de bir eşyükselti eğrileridir. Grafik olmayan veriler, araştırma alanı parsellerinin dağılımı ve eğim sınıflarıdır (Yomralıoğlu, 2000).

3.2.6.3. Grafik Verilerin Bilgisayar Ortamına Aktarılması

Eşyükselti eğrilerinin bilgisayar ortamına aktarılmasında çalışma alanları sınırlarının bulunduğu 1/25 000 ölçekli harita üzerinden tarama yapıp 50 m’de bir eşyükselti eğrileri geçirilmiştir. Araştırma alanının sınırları sayısallaştırılarak ARC/INFO paket programına aktarılmış ve gerekli grafik düzeltme işlemleri yapılmıştır.

3.2.6.4. Grafik Olmayan Verilerin Bilgisayar Ortamına Aktarılması

Grafik olmayan veriler olarak, araştırma alanlarının eğitim sınıfları verileri ARC/INFO yazılımının INFO ve TABLES programı kullanılarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Toprakların Bazı Hidro-Fiziksel Özelliklerinin Arazi Kullanım

Şekline Göre Değişimi

4.1.1. Üst Topraklarda (0-20 cm)

Toprakların aşınımı ve taşınması bakımından üst toprak özellikleri önemlidir. Çünkü bir yağış havzasında erozyona sebep olan olaylar öncelikle üst toprak tabakasında (0-20 cm.) etkili olmaktadır. Yağan yağmur önce üst toprağa ulaşmakta, darbe etkisi ile çözülmüş toprak parçacıkları eğim yönünde yüzeysel akışa geçmektedir. Açık alan ve tarım alanlarında üretim maksatlı çalışmalardan daha çok üst toprak etkilenmektedir. Olumsuz ve zararlı etkilerle karşılaşılın alanlarda yapılacak iyileştirme çalışmaları da daha çok üst topraklara uygulanmaktadır. Bu nedenle erozyonun hem oluşumunda hem de önlenmesinde üst toprak oldukça fazla önem arz etmektedir.

4.1.1.1. Kum, Toz, Kil Oranları

Araştırma alanı üst topraklarının kum, toz ve kil fraksiyon oranları arazi kullanım şekillerine göre; açık alan, tarım ve orman alanı topraklarında ortalama olarak sırasıyla; %37.9 %17.5, %44.6; %33.6, %18.3, %48.1; %44.2, %20.3 ve %35.5 değerleri arasında değişmektedir (Çizelge 4, Şekil 5).

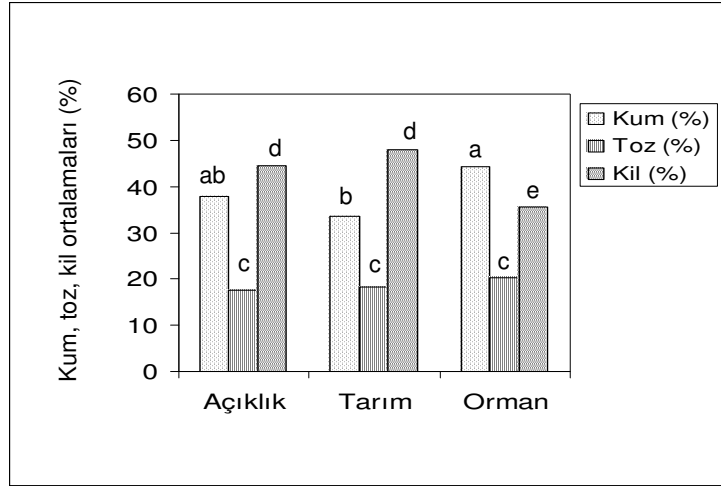
Çizelge 4. Toprakların (0-20 cm) arazi kullanım şekline göre duncan testi sonuçları

Değişken	Arazi Kullanma Şekli		
	Açık	Tarım	Orman
Kum (%)	37.9 <i>ab</i>	33.6 <i>b</i>	44.2 <i>a</i>
Toz (%)	17.5 <i>a</i>	18.3 <i>a</i>	20.3 <i>a</i>
Kil (%)	44.6 <i>a</i>	48.1 <i>a</i>	35.5 <i>b</i>
Su tutma kapasitesi (%)	35.6 <i>a</i>	37.6 <i>a</i>	34.6 <i>a</i>
Geçirgenlik (cm/saat)	39.0 <i>a</i>	80.9 <i>a</i>	67.1 <i>a</i>
Tarla kapasitesi (%)	37.2 <i>a</i>	39.9 <i>a</i>	36.5 <i>a</i>
Solma noktası (%)	24.2 <i>a</i>	26.9 <i>a</i>	21.1 <i>a</i>
Faydalı su (%)	13.1 <i>b</i>	13.1 <i>b</i>	15.4 <i>a</i>
Hacim ağırlığı (gr/cm ³)	1.29 <i>a</i>	1.19 <i>a</i>	1.24 <i>a</i>
Tane yoğunluğu (gr/cm ³)	2.59 <i>a</i>	2.58 <i>a</i>	2.60 <i>a</i>
Gözenek hacmi (%)	49.9 <i>a</i>	53.6 <i>a</i>	52.3 <i>a</i>
Organik madde (%)	2.92 <i>b</i>	4.54 <i>ab</i>	5.67 <i>a</i>
pH	6.72 <i>a</i>	6.75 <i>a</i>	5.23 <i>b</i>
Dispersiyon oranı	21.4 <i>a</i>	24.3 <i>a</i>	35.6 <i>b</i>
Kolloid/nem ekivalanı	1.19 <i>a</i>	1.20 <i>a</i>	0.99 <i>b</i>
Erozyon oranı	19.5 <i>b</i>	21.5 <i>b</i>	36.2 <i>a</i>

(Aynı satırdaki aynı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmazken, farklı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli fark vardır.)

Varyans analizi sonuçlarına göre; açık alan, tarım ve orman üst topraklarında toz oranları arasında istatistiki anlamda önemli bir farklılık saptanamamıştır. Kum ve kil fraksiyonlarının arazi kullanım şekillerine göre değişimi ise istatistiki anlamda önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Duncan testi ile karşılaştırıldığında ortalama kil oranları, açık alan ve tarım üst topraklarında birbirine yakın değerler gösterirken, orman üst topraklarında daha düşük düzeylerde olduğu gözlenmektedir (Çizelge 4). Kum oranlarına bakıldığında açık alan ile orman; tarım ile açık alan toprakları birbirine yakın değerler gösterirken, tarım ile orman toprakları arasında bir farklılık olup, en yüksek değeri orman topraklarında aldığı gözlenmektedir. Korkanç (2003) yapmış olduğu çalışmada en yüksek kum miktarının orman topraklarında en düşük kum miktarının ise açık alan topraklarında olduğunu bildirmektedir. Erol (2004) ve Bozali (2003) de çalışmalarında orman topraklarının kum miktarlarını diğer arazi

kullanım şekli altındaki toprakların kum miktarlarından daha yüksek bulmuştur. Yapılan benzer çalışmalarda ise otlak alanı topraklarının kum miktarlarının tarım ve orman alanı topraklarından daha yüksek olduğu saptanmıştır (Türüdü, 1981; Karagül, 1994). Araştırma alanı üst topraklarının kum miktarları erozyon eğilim indekslerinden dispersiyon oranı ve erozyon oranı ile pozitif, kolloid nem ekivalanı oranı ile ise negatif ilişki göstermektedir. Bu ilişkilerin korelasyon katsayıları sırası ile ($r=0.34$, $p<0.05$), ($r=0.55$, $p<0.01$) ve ($r=-0.80$, $p<0.01$) olarak değişmektedir. Karagül (1994)'de aynı yönlü ilişkilerden bahsetmektedir.



(Farklı harflere sahip ortalamalar arasında istatistikî anlamda önemli fark vardır ($P<0.05$))

Şekil 5. Arazi kullanım şekillerine göre üst toprakların ortalama kum, toz ve kil miktarlarının değişimi

Araştırma alanı üst toprakları arazi kullanım şekillerine göre kil miktarı bakımından farklılık göstermekte ve en yüksek kil miktarı %48.1 ile tarım topraklarında gözlenmektedir (Çizelge 4, Şekil 5). Arazi kullanım şekillerinin kil miktarının değişimini önemli şekilde etkilediği bildirilmektedir (Nkana ve Tonye, 2003). Türüdü (1981)'de Değirmendere havzasında yaptığı çalışmada tarım topraklarındaki kil oranını orman ve otlak alanlarından önemli derecede fazla olduğunu tespit etmiştir. Karagül (1994)'de ise tarım üst topraklarının kil oranını

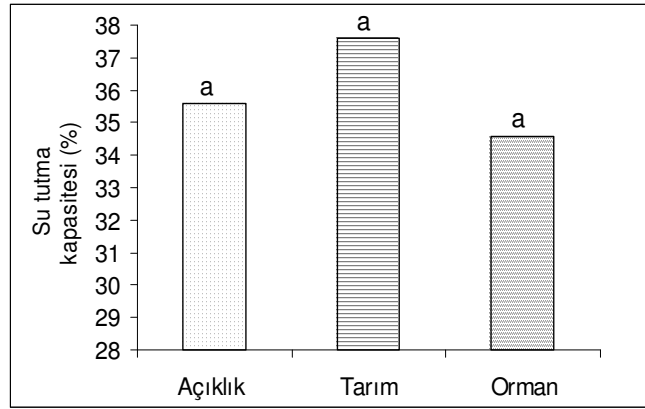
(%27.20), orman (%22,05) ve otlak (%23,65) topraklarından fazla olduğunu saptamış, ancak arazi kullanım şekilleri arasında kil oranı bakımından istatistiksel anlamda önemli farklılık olmadığını kaydetmiştir. Kil miktarının tarım topraklarında yüksek bulunduğu çalışmalar çoğaltılabilir (Bozali, 2003; Erol, 2004). Çalışma kapsamında tarım alanlarının üst topraklarında kil miktarının yüksek bulunması üzerinde; toprakların işlenmesine bağlı olarak fiziksel ve kimyasal ayrışmanın ileri boyutlara ulaşmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca tarım ile açık alanların eğimi orman alanlarına göre daha düşüktür. Bu durum kilin yıkanarak ortamdaki uzaklaşmasını yavaşlatmaktadır. Zira eğimin yüksek olduğu yerlerde kilin diğer toprak fraksiyonlarına göre daha fazla yıkanarak ortamda uzaklaşacağı ifade edilmektedir (Gabriels, 1999). Diğer taraftan hayvan gübrelemesi uygulaması yapılan tarım alanlarında kilin ortamdaki daha güçlü yıkanacağına işaret edilmektedir (Kantarci, 2000). Ormanlık alanlarda gerek orman örtüsü gerekse ölü örtü nedeniyle orman topraklarına sızan suyun daha uzun süreli ortamda kalması özellikle profilin üst katlarında (üst toprakta) yıkanmaya ve kilin taşınmasına sebep olmaktadır. Kilin taşındığı üst toprakta kum miktarı doğal olarak yüksek çıkmaktadır.

Araştırma alanı üst topraklarının kil miktarları ile dispersiyon oranı ($p<0.01$, $r=-0.55$) ve erozyon oranı ($p<0.01$, $r=-0.71$) arasında negatif, kolloid/nem ekivalanı arasında ise pozitif ($p<0.01$, $r=0.77$) bir ilişki bulunmuştur. Konu ile ilgili yapılan başka bir çalışmada, üst toprakların kil miktarları ile dispersiyon oranı arasında istatistiki anlamda herhangi bir ilişki bulunmazken, kolloid/nem ekivalanı ile pozitif ve erozyon oranı ile negatif ilişkilerden bahsedilmektedir (Karagül, 1994).

Araştırma alanı üst topraklarının arazi kullanım şekline göre toz miktarları arasında farklılık bulunmamakla birlikte ortalama toz miktarları sırasıyla orman, tarım ve açık alan olmak üzere %20.3, %18.3 ve %17.5 şeklinde bir değişim göstermektedir.

4.1.1.2. Su Tutma Kapasitesi ve Geçirgenlik

Araştırma alanı üst topraklarının su tutma kapasitesi ortalamaları açık alan, tarım ve orman alanlarında sırasıyla; %35.6, %37.6, %34.6'dır (Çizelge 4, Şekil 6). Ortalamalardan da görüleceği gibi araştırma alanı üst topraklarının ortalama su tutma kapasiteleri açık alan ve orman topraklarında birbirlerine daha yakın değerler alırken, tarım topraklarında ise az da olsa daha yüksek bulunmuştur.



(Aynı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki anlamda önemli fark yoktur ($P>0.05$))

Şekil 6. Su tutma kapasitelerinin arazi kullanım şekillerine göre değişimi

Aynı değerler varyans analizi ile karşılaştırıldığında; araştırma alanında açık alan, tarım ve orman üst topraklarının su tutma kapasiteleri arasında istatistiki anlamda önemli bir fark olmadığı ortaya çıkmıştır. Birbirine çok yakın değerler sergileyen su tutma kapasitesi en yüksek tarım topraklarında belirlenmiştir. Diğer etmenler aynı kalmak koşuluyla kil miktarı yüksek olan tarım topraklarında su tutma kapasitesinin yüksek olması beklenebilir. Ancak toprakların fazla su tutması faydalı su kapasitelerinin de yüksek olacağı anlamına gelmemektedir. Çünkü, tarım topraklarının ortalama kil miktarları fazla bulunmakla beraber düşük su tutma kapasitesine sahip oldukları ifade edilmektedir (Karagül, 1994; Bozali, 2003; Erol, 2004). Toprakların su tutma kapasiteleri üzerinde, toprak organik maddesi, toprak

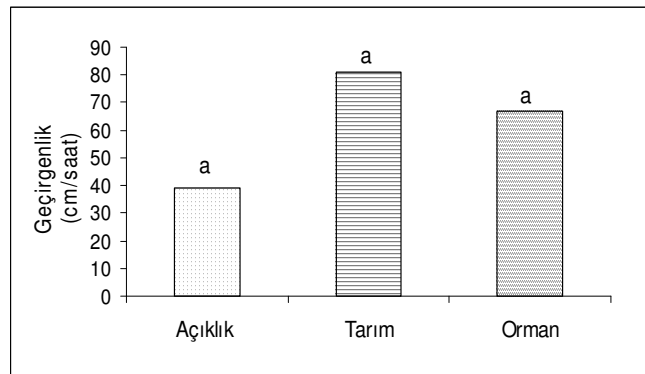
tekstürü, toprak taşlılığı gibi özellikler etkilidir (Kantarcı, 2000). Ayrıca toprakta suyun tutulmasında kil+toz miktarının da çok büyük önem taşıdığı unutulmamalıdır. En yüksek kil+toz miktarı (%66.3) tarım topraklarındadır. Su tutma kapasitesinin tarım üst topraklarında fazla olması üzerinde düşük hacim ağırlığı ve tane yoğunluğu ile yüksek gözenek hacmi ve organik madde (orman hariç) miktarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Organik madde ve gözenek hacminin su tutma kapasitesini artırdığı ve orman topraklarının su tutma kapasitelerinin otlak ve tarım topraklarından daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Karagül, 1994). Orman topraklarının su tutma kapasitelerinin daha yüksek bulunduğu başka çalışmalarda mevcuttur (Heiskanen ve ark. 2002; Allen ve Chapman, 2001). Bulunan sonuçların, bu araştırmacıların elde etmiş oldukları sonuçlara göre farklılık göstermesi, su tutma kapasitesini olumlu yönde etkileyen faktörlerden organik madde dışında kalanların daha iyi olmasından kaynaklanmaktadır. Bu çalışmada su tutma kapasitesi ile organik madde ($p<0.01$, $r=0.45$) ve gözenek hacmi ($p<0.01$, $r=0.73$) arasında pozitif, hacim ağırlığı ($p<0.01$, $r=-0.79$) ile negatif bir ilişki söz konusudur. Ayrıca, su tutma kapasitesi ile dispersiyon ve erozyon oranları arasında da negatif bir ilişki bulunmuştur ($p<0.01$, $r=-0.46$, $p<0.01$, $r=-0.41$), (Ek Çizelge 8).

Araştırma alanı üst toprakları sadece arazi kullanım şekillerinin etkisi bakımından ele alındıklarında; açık alan ve orman topraklarının birbirlerine yakın, tarım topraklarının ise açık alan ve ormandan daha yüksek geçirgenlik değerlerine sahip olduğu görülecektir. Varyans analizi sonuçlarına göre ise arazi kullanım şekillerinin farklı oluşu geçirgenlikler arasında istatistiki anlamda önemli bir farklılık ortaya çıkarmamıştır.

Araştırma alanı üst topraklarının en yüksek geçirgenlik (permeabilite) değerleri tarım alanlarında (%80.9) bulunmuştur. Tarım topraklarının

geçirgenliklerinin yüksek çıkması üst toprağın işlenmesi ve yeterli organik madde miktarı ile açıklanabilir. Karagül (1994) tarafından gerçekleştirilen çalışmada da en yüksek geçirgenlik tarım üst topraklarında bulunmuştur. Geçirgenliğin insan ve hayvan baskısına maruz kalan ve kompaktlaşan açık alan topraklarında düşük çıkması olağandır. Nitekim Hedday ve Odoux (1999) çığnenen alanlarda çığnenmeyen alanlara göre geçirgenliğin topraktaki sıkışmadan dolayı daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Shwartz ve arkadaşları (2003) yaptıkları çalışmada tarım alanlarındaki geçirgenliği (234 cm/saat) açık alan topraklarındaki geçirgenlikten (56.7 cm/saat) daha fazla bulmuşlardır. Bunun nedenini tarım alanlarında toprak işlemesine, açık alanlarda ise otlatmaya bağlamışlardır. Yapılan bir çok çalışmada çığnenmeden dolayı toprakların büyük boşluklarının azaldığı ve buna bağlı olarak geçirgenliğin de azalmakta olduğu ifade edilmiştir (Langmaack ve ark. 1999; Sutherland ve ark. 2001).

Araştırma alanı üst topraklarının genel geçirgenlik (permeabilite) ortalamaları; açık alan, tarım ve orman topraklarında sırasıyla 39.0 cm/saat, 80.9 cm/saat, 67.1 cm/saat'tir (Şekil 7).



(Aynı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki anlamda önemli fark yoktur ($P>0.05$))

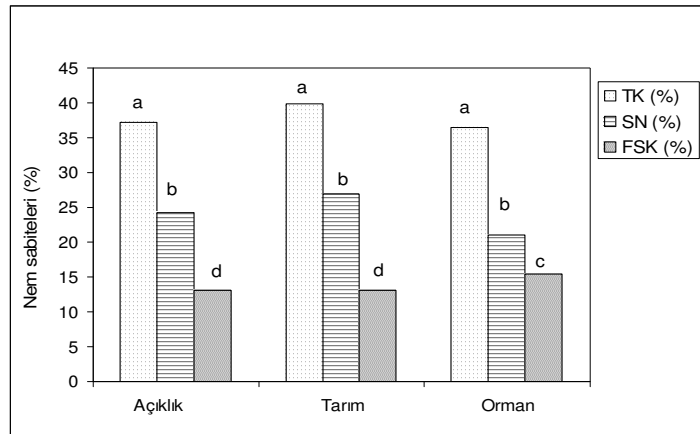
Şekil 7. Toprakların geçirgenlik değerlerinin arazi kullanım şekillerine göre değişimi

4.1.1.3. Nem Ekvivalanı (Tarla kapasitesi), Solma Noktası ve Faydalı Su Kapasitesi

Araştırma alanı üst topraklarının nem ekivalanı ortalamaları; açık alan, tarım ve orman topraklarında sırasıyla %37.2, %39.9, %36.5'dir. Açık alan ve orman topraklarının ortalama nem ekivalanları birbirine yakın iken tarım topraklarında ise bu değer biraz daha yüksek bulunmuştur. Fakat bu fark, varyans analizi sonucunda nem ekivalanları arasında istatistiki anlamda önemli değildir.

Solma noktası ortalamaları; açık alan, tarım ve orman topraklarında sırasıyla %24.2, %26.9, %21.1'dir. Yine varyans analizi sonuçlarına göre solma noktası ortalamaları bakımından istatistiki anlamda önemli bir fark görülmemektedir.

Ortalama faydalı su kapasitesi; açık alan, tarım ve orman topraklarında sırasıyla %13.0, %13.0, %15.4'dir. Varyans analizi sonuçlarına göre faydalı su kapasitesi bakımından arazi kullanım şekilleri arasında istatistiki anlamda önemli bir fark bulunmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 4, Şekil 8). Duncan testine göre faydalı su kapasitesi bakımından orman üst toprakları açık alan ve tarım topraklarından farklı olup daha yüksek değerdedir.



(Farklı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki anlamda önemli fark vardır ($P<0.05$))

Şekil 8. Toprakların nem sabitelerinin (TK, SN, FSK) arazi kullanım şekline göre değişimi

Tarla kapasitesi serbest drenajlı topraklarda bitki kök bölgesi toprağında tutulabilen maksimum nem yüzdesidir (Özhan, 2004). Tarla kapasitesi, toprağın bünyesine, yapısına, tane dağılımına ve porositesine (boşluk hacmi) göre değişir. Kil miktarı yüksek olan toprakların tarla kapasiteleri ve solma noktaları yüksek olabilir (Kantarci, 2000). En yüksek tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri tarım topraklarında en düşük değerleri ise orman topraklarında bulunmuştur. Korkanç (2004) en yüksek tarla kapasitesi ve solma noktası değerlerini tarım topraklarında bulmuş ve bu özelliklerin arazi kullanım şekilleri bakımından farklılık gösterdiğini bildirmiştir. Tarım topraklarının tarla kapasitesi ve solma noktalarının orman topraklarının tarla kapasitesi ve solma noktasından yüksekliği tarım topraklarının kil içeriğinin orman topraklarından yüksek olmasından kaynaklanabilir. Nitekim Teepe ve arkadaşları (2003) da yaptıkları çalışmada solma noktasındaki değişimde tarım topraklarının kil içeriklerinin önemli rol oynadığını, tarım topraklarındaki solma noktası değerlerinin de buna bağlı olarak orman topraklarından yüksek olabileceğini kaydetmişlerdir. Tarla kapasitesi ve solma noktası değerlerinin yüksek çıkmasında, hacim ağırlığı ve tane yoğunluğu değerlerinin düşük olmasının etkili olduğu bilinmektedir. Wall ve Heiskanen (2003)'de yaptıkları çalışmada, toprakların tarla kapasitesinin hacim ağırlığı ve tekstüre göre değişim gösterdiğini; kil içeriği ile nem ekivalanı arasında pozitif yönlü bir korelasyon olduğunu ifade etmişlerdir. Karagül (1994)'de yüksek tarla kapasitesi ve solma noktası değerlerini düşük hacim ağırlığı ve dane yoğunluğu değerlerinden kaynaklandığını bildirmektedir. Araştırma alanı topraklarının tarla kapasitesi ve solma noktasındaki nem miktarları arazi kullanım şekline göre farklılık göstermemektedir. Tarla kapasitesindeki nem miktarı bakımından orman toprakları ile tarım toprakları arasında bir farklılıktan söz edilirken solma noktasındaki nem miktarı bakımından arazi kullanım şekillerine göre

farklılık bulunmamıştır (Karagül, 1994).

Araştırma alanı topraklarının tarla kapasitesi ve solma noktasındaki nem miktarları toprakların kil içeriği ile $p<0.01$ düzeyinde sırasıyla $r=0.59$ ve $r=0.61$ korelasyon katsayılarıyla pozitif ilişki göstermektedir. Toprakların tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri ile dispersiyon oranı ($p<0.01$, $r=-0.61$, $p<0.01$, $r=-0.74$) ve erozyon oranı ($p<0.01$, $r=-0.52$, $p<0.01$, $r=-0.66$) arasında negatif korelasyonlar söz konusudur (Ek Çizelge 8).

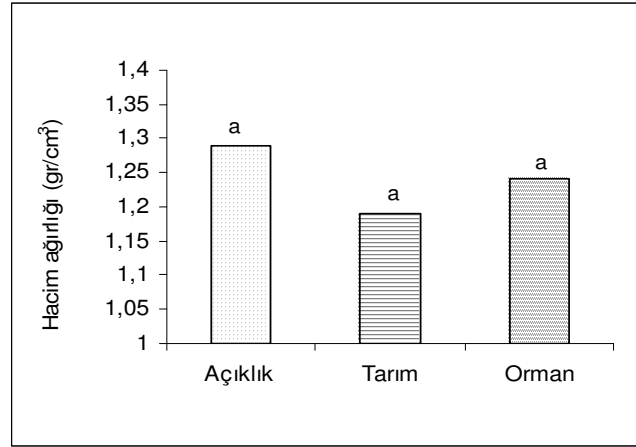
Araştırma alanı topraklarının en yüksek faydalı su değerleri orman üst topraklarında %15.4 iken, tarım ve açık alan topraklarında bu değer %13.0 civarında bulunmuştur. Orman üst topraklarında yüksek faydalı su kapasitesinin bulunması beklenen bir sonuçtur. Zira, faydalı su kapasitesinin orman topraklarında yüksekliği organik madde miktarının yüksekliği ve kil miktarının düşüklüğü ile açıklanabilir. Van den Berg ve arkadaşları (1997) faydalı suyun kil içeriği ile Hudson (1994) ise organik madde ile bağlantılı olduğunu ifade etmişlerdir. Organik madde miktarının faydalı su kapasitesini artırdığı bildirilmektedir (Heiskanen and Makitola, 2002; Allen and Chapman, 2001).

4.1.1.4. Hacim Ağırlığı

Araştırma alanı üst topraklarının hacim ağırlığı ortalamaları; açık alan, tarım ve orman topraklarında sırasıyla 1.29gr/cm^3 , 1.19 gr/cm^3 , 1.24 gr/cm^3 'tür.

Araştırma alanı üst topraklarının hacim ağırlığı, arazi kullanma şekillerine bağlı olarak değerlendirildiğinde en yüksek değerler açık alan topraklarında, en düşük değerlerini ise tarım topraklarında aldığı görülmüş; ancak aradaki fark istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır (Çizelge 4, Şekil 9). Organik madde ve kök miktarı bakımından tarım ve orman topraklarından daha düşük değerlere sahip olan açık alan

topraklarında hacim ağırlığı yüksek bulunmaktadır. Bunun yanı sıra hayvanların çiğnemesine maruz kalan açık alan topraklarında boşluk hacmi azalmakta ve hacim ağırlığı artmaktadır. Bu nedenlerden dolayı en yüksek hacim ağırlığı değerlerinin açık alan topraklarında bulunduğu düşünülmektedir. Otlatma yapılan alanlarda çiğnenme nedeniyle hacim ağırlığının artacağı belirtilmektedir (Wienhold ve ark., 2001). Williams ve arkadaşları (2003) da yaptıkları çalışma sonucunda yapraklı orman alanları altındaki toprakların hacim ağırlığının (1.0 gr/cm^3) tarım alanlarındaki toprakların hacim ağırlığından (1.6 gr/cm^3) daha düşük olduğunu saptamışlardır. Benzer şekilde Varela ve arkadaşları (2001), Jaiyeoba (2003), Langmaack ve arkadaşları (1999) da arazi kullanma şekli değiştikçe hacim ağırlığının değiştiğini ortaya koymuşlardır.



(Aynı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki anlamda önemli fark yoktur ($P>0.05$))

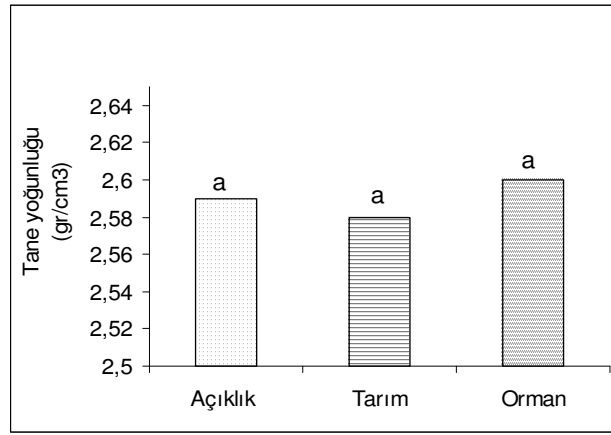
Şekil 9. Toprakların hacim ağırlığının arazi kullanım şekline göre değişimi

4.1.1.5. Tane Yoğunluğu

Toprakların ortalama tane yoğunlukları; açık alan, tarım ve orman topraklarında 2.59 gr/cm^3 , 2.58 gr/cm^3 , 2.60 gr/cm^3 dir.

Varyans analizi sonuçlarına göre tane yoğunluğu ortalamaları arasında istatistiki anlamda önemli bir fark görülmemiştir.

Tane yoğunluğunda da eğilim hacim ağırlığında olduğu gibidir. Üç arazi kullanım şeklinde de tane yoğunlu değerleri birbirin çok yakın bulunmuştur. Karagül (1994) yapmış olduğu değerlendirmede tane yoğunluğu değerlerini tarım alanlarında daha yüksek bulmuş, orman ve otlak alanlarından farklı olduğunu bildirmiştir. Korkanç tarafından yapılan çalışmada ise arazi kullanma şekline göre araştırma alanı topraklarının tane yoğunluğunun istatistiksel bakımdan önemli olmadığını vurgulamıştır.



(Aynı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki anlamda önemli fark yoktur ($P>0.05$))

Şekil 10. Toprakların tane yoğunluğunun arazi kullanım şekline göre değişimi

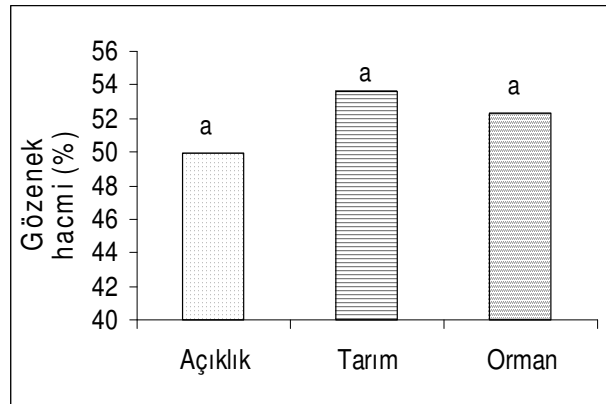
4.1.1.6. Gözenek Hacmi (Porosite)

Araştırma alanı üst topraklarının gözenek hacmi ortalamaları; açık alan, tarım ve orman topraklarında sırasıyla %49.9, %53.6, %52.3'dır. Bu değerler açık alan, tarım ve orman topraklarında birbirine benzerlik göstermektedir.

Nitekim, varyans analizi ile karşılaştırıldığında da arazi kullanım şekillerinin gözenek hacimleri üzerindeki etkisinin istatistiki anlamda önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 4, Şekil 11).

Arazi kullanma şekilleri bakımından farklılık olmamakla beraber en yüksek gözenek hacmi değerleri tarım üst topraklarında bulunmuştur. Toprakların gözenek

hacmini organik madde miktarı, kum, toz, kil miktarları ve toprak strüktürü tayin eder (Özhan, 2004). Toprakların organik madde miktarlarının yüksekliği gözenek hacimlerini de artırmaktadır. Üç arazi kullanımı altındaki toprakların en yüksek organik madde miktarı orman üst topraklarındadır. Ancak en yüksek gözenek hacmi orman topraklarında çıkmamıştır. Tarım üst topraklarındaki organik madde miktarıda az değildir. Tarım üst topraklarının daha fazla killi olması gözenek hacmini artırmıştır. Zira kum miktarı düşük kil miktarı yüksek topraklarda gözenek hacminin arttığı bildirilmektedir (Özhan, 2004). Korkanç tarafından yapılan çalışmada toplam gözenek hacmi en fazla orman topraklarında sonra tarım topraklarında en azda açık alan topraklarında saptanmıştır. Bunun nedeni olarak ta orman topraklarının organik madde ve kök oranı bakımından zengin olmasını göstermiştir. Öte yandan açık alan topraklarında hayvan otlatması yapılması nedeniyle topraklarda sıkışma sonucu iri boşluk oranını ve dolayısıyla toplam boşluk oranının azalmasıyla gözenek hacminin düşmüş olabileceği söylenebilir. Birçok çalışmada arazi kullanım şekilleri değiştikçe toplam gözenek hacminin de farklılık gösterdiği saptanmıştır (Özyuvacı, 1976; Özhan 1977; Hızal, 1984). Gökbülak (2003) çalışmasında otlak alanlarında düzensiz ve aşırı otlatma faaliyetlerinden dolayı meydana gelen toprak sıkışması sonucunda toplam gözenek hacminin azaldığını belirtmiştir.



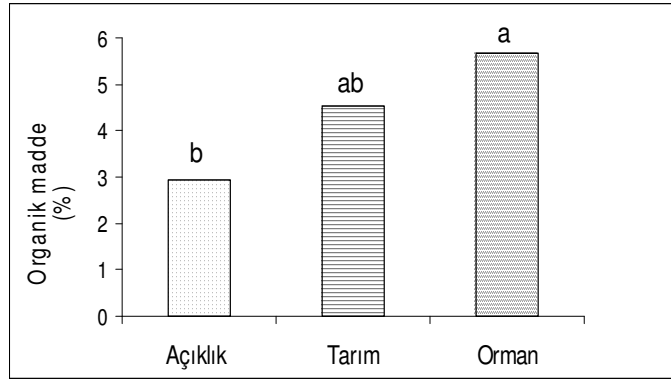
(Aynı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki anlamda önemli fark yoktur ($P>0.05$))

Şekil 11. Toprakların gözenek hacminin arazi kullanım şekline göre değişimi

4.1.1.7. Organik Madde ve pH

Araştırma alanı üst topraklarının organik madde ortalamaları; açık alan, tarım ve orman topraklarında sırasıyla %2.91, %4.54, %5.67'dir.

Araştırma alanında orman ve tarım üst toprakları organik madde bakımından açık alan topraklarından yüksek değere sahiptir. Organik madde miktarları arazi kullanım şekillerine göre istatistiksel anlamda farklılık göstermektedir (Çizelge 4, Şekil 12). Duncan testi sonuçlarına göre orman toprakları tarım toprakları ile tarım toprakları da açık alan toprakları ile ayrı ayrı birer grup oluştururken açık alan toprakları ile orman toprakları birbirinden farklı bulunmuştur.



(Farklı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki anlamda önemli fark vardır ($P < 0.05$))

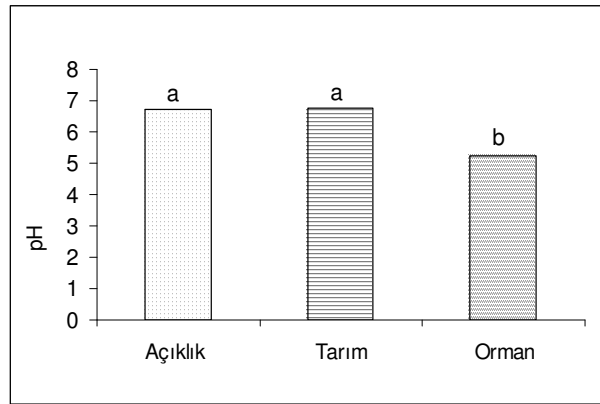
Şekil 12. Toprakların organik madde miktarlarının arazi kullanım şekline göre değişimi

Karagül (1994) en yüksek organik madde miktarlarını otlak üst topraklarında (%5.05), en düşük de tarım üst topraklarında (%0.78) bulmuştur. Bu çalışmada tarım üst topraklarıyla orman üst topraklarının organik madde miktarlarının birbirine çok yakın çıkmasının iki nedeni olabilir. Bazı orman örnek alanlarında sıkışık kapallılık nedeniyle toprak yüzeyine yeterli miktarda sıcaklık ve nem ulaşamamakta dolayısıyla ölü örtü tam ayrışarak mineral toprağa karışamamaktadır. Bu örnek alanlarda ayrışıp mineral toprağa karışamayan organik madde genel ortalamayı düşürebilmektedir. Killi tarım topraklarında yapılan ahır gübrelemesi ile de bu

toprakların organik madde miktarları artmaktadır. Kayın ormanlık alanlarında yapılan bir çalışmada da üst toprakların organik madde miktarları daha yüksek (%7.67) bulunmuştur (Yılmaz, 2005). Nkana ve Tonye (2003) yaptıkları çalışmada orman topraklarındaki organik karbon miktarını %5.38, tarım alanlarındaki organik karbon miktarını ise %2.76 olarak tespit etmişlerdir. Fullen ve arkadaşları (1998) açık alanlardaki organik maddenin (%4.38), çıplak alanlardaki (%2.04) organik madde miktarından fazla olduğunu bulmuşlardır. Varela (2001), Jaiyeoba (2001), Fu ve arkadaşları (2000), Neufeldt ve arkadaşları (2002) da yaptıkları çalışmalarda arazi kullanım şekillerinin toprak organik madde miktarlarını etkilediğini ortaya koymuşlardır.

Araştırma alanı üst topraklarının ortalama pH değerleri; açık alan, tarım ve orman alanlarında sırasıyla 6.72, 6.75 ve 5.23'dür. Açık alan ve tarım toprakları pH değerleri bakımından benzerlik gösterirken, orman topraklarında bu değer biraz daha düşük bulunmuştur.

Araştırma alanı üst topraklarının pH değerleri arazi kullanma şekillerine göre istatistiksel anlamda önemli bir değişim göstermektedir (Çizelge 4, Şekil 13).



(Farklı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiksel anlamda önemli fark vardır ($P < 0.05$))

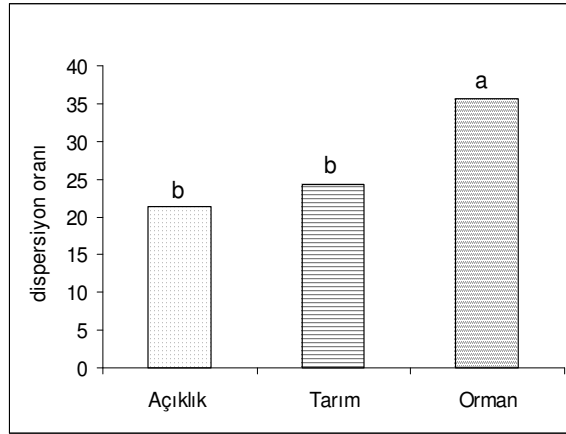
Şekil 13. Toprakların pH değerlerinin arazi kullanım şekline göre değişimi

Toprakların en düşük pH değerleri (pH=5.23) ormanlık alanlarda, en yüksek pH değerleri (pH=6.75) ise tarım alanlarında bulunmuştur. Açık alan toprakları da tarım topraklarına yakındır (pH=6.72). Orman toprakları diğer iki arazi kullanım şekli altındaki topraklardan istatistiki olarak farklıdır. Orman topraklarının tarım ve açık alan topraklarına göre daha düşük pH değerlerine sahip olması organik maddenin kaynaklanmaktadır. Ölü örtünün ayrışıp organik maddeye dönüşmesi sırasında oluşan organik asitler toprak tepkimesini düşürmektedir (Kantarcı, 2000). Tarım ve açık alan topraklarının yüksek pH'ya sahip olmalarında ana materyalin etkisi olduğu düşünülmektedir. Zira tarım ve açık alan topraklarının çoğunluğu kireçtaşı anakayası üzerinde yer almaktadır. Türüdü (1981)'de yaptığı çalışmada en düşük pH değerlerini (pH=5.3) ormanlık alan topraklarında bulmuştur.

4.1.1.8. Erozyon Eğilimleri (Dispersiyon Oranı, Kolloid/Nem Ekivalanı Oranı ve Erozyon Oranı)

Araştırma alanı üst topraklarının ortalama dispersiyon oranları arazi kullanım şekillerine göre; mera, tarım ve orman topraklarında sırasıyla; %21.4, %24.3, %35.6 değerleri arasında değişmektedir. Ortalama dispersiyon oranları açık alan ve tarım arazilerinde birbirine yakın olup orman topraklarında bu değer en yüksek bulunmuştur.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre dispersiyon oranları arasında istatistiki olarak farklılık vardır. Orman toprakları açık alan ve tarım topraklarından farklılık gösterirken, açık alan ve tarım topraklarının ise birbirinden farksız olduğu görülmektedir (Çizelge 4, Şekil 14).



(Farklı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki anlamda önemli fark vardır ($P < 0.05$))

Şekil 14. Dispersiyon oranının arazi kullanım şekillerine göre değişimi

Araştırma kapsamında seçilen üç arazi kullanım şekli altındaki topraklarının tamamı dispersiyon oranı sınır değeri olan 15'ten büyük olduğundan erozyona duyarlıdır. En yüksek dispersiyon oranı orman topraklarında (%35.6) olarak bulunmuştur. Genel bir kanı olarak orman örtüsünün erozyonu engellediği bilinmekle beraber; yapılan bir çok çalışmada orman topraklarının sınır değer olan 15'ten büyük olduğu tespit edilmiştir (Karagül, 1994; Karagül, 1998; Ulu, 1998; Bozali, 2003, Korkanç, 2003; Erol, 2004). Orman topraklarının erozyona dayanıklı olduğunu saptayan çalışmalar da bulunmaktadır (Usta, 2002).

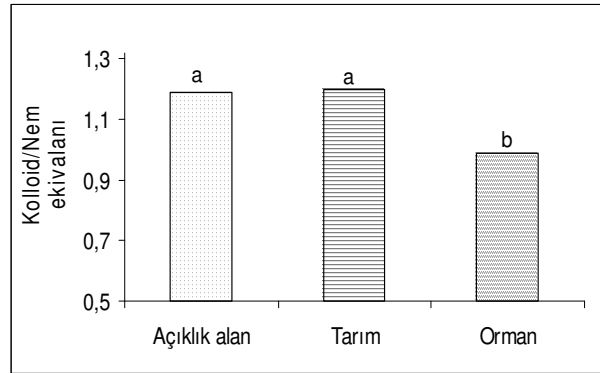
Araştırma alanında erozyona en dayanıklı topraklar açık alan topraklarıdır. Korkanç (2003) da açık alan topraklarının dispersiyon oranı bakımından en dayanıklı topraklar olduğunu bildirmektedir.

Dispersiyon oranı agregatlaşmış kil+toz miktarının saf suda çalkalandığında ayrılıp ayrılmadığına göre değer almaktadır. Bu agregatlaşmış kil+toz ne kadar stabil ise yani saf suda kolay dispersleşmiyorsa toprak erozyona daha dayanıklı olmaktadır (Karagül, 1994; Balcı, 1996; Özhan, 2004). Bu çalışmada; orman üst topraklarının organik madde miktarlarının yüksekliği ve stabil bir strükture sahip oldukları halde dispersiyon oranının açık alan ve tarım topraklarından daha yüksek çıkması ilginçtir.

Orman topraklarının kil+toz miktarları diğer iki arazi kullanım şekillerine göre daha düşüktür. Bununla birlikte saf su ile çalkalamada orman topraklarının kil+toz miktarları diğer iki arazi kullanım şekline göre daha yüksek bulunmuştur. Bu iki nedenden dolayı orman topraklarının dispersiyon oranları daha yüksek çıkmıştır. Orman topraklarında dispersleşmemiş kil+toz miktarının yüksek çıkması topraklardaki kil minerallerinin cinsinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Alınan toplam 20 adet orman örnek alanının 12 adeti Karasu deresinin bir yamacında, 8 adeti de diğer yamacında bulunmaktadır. On iki adet örnek alanın alındığı yamaçta topraklar çamurtaşı anakayasından gelişmiş olup dispersiyon oranları 52.7 olarak bulunmuştur. Dispersiyon oranı 21.6 olan diğer yamaçta ise anakaya kireçtaşıdır. Özellikle çamurtaşı anakayasından gelişen toprakların dispersiyon oranı değerleri ortalamayı yükseltmektedir. Bu anakayadan gelişen toprakların suyla temas halinde daha kolay dispersleşebilen kil minerali içerdiği düşünülmektedir.

Toprakların ortalama kolloid/nem ekivalanı değerleri açık alan, tarım ve orman topraklarında sırasıyla; 1.19, 1.20, 0.99 olarak bulunmuştur. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre orman toprakları en düşük değeri alıp açık alan ve tarım topraklarından farklılık göstermektedir (Çizelge 4, Şekil 15).

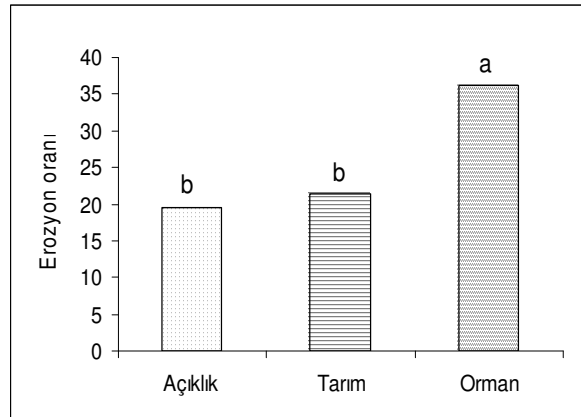


(Farklı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki anlamda önemli fark vardır ($P < 0.05$))

Şekil 15. Kolloid/nem ekivalanı değerlerinin arazi kullanım şekillerine göre değişimi

Kolloid/nem ekivalanı oranı bakımından topraklar sınır değer olan 1.5’den küçük değerler almakta ve erozyona duyarlı bulunmaktadır. Kolloid/nem ekivalanı oranı aynı toprağın mekanik analizde bulunan kil miktarının nem ekivalanına (tarla kapasitesi) bölünmesiyle hesaplanmaktadır (Balcı, 1996; Özhan, 2004). Araştırma alanında tarım toprakları, orman ve açık alan topraklarından daha yüksek kil değerlerine sahiptir. Dolayısıyla tarım topraklarının kolloid/nem ekivalanı değerleri yüksek bulunmuştur. Benzer çalışmalarda da kolloid/nem ekivalanı en yüksek tarım topraklarında bulunmuştur (Karagül, 1994,1998). Bu çalışmada orman toprakları diğer iki arazi kullanım şekillerine göre kolloid/nem ekivalanı indeksi bakımından erozyona daha duyarlıdır. Orman topraklarının erozyona daha duyarlı bulunduğu araştırmalar da mevcuttur (Bozali, 2003; Korkanç, 2003).

Ortalama erozyon oranı değerleri arazi kullanım şekillerine göre sırasıyla; açık alanda 19.5, tarımda 21.5 ve ormanda 36.2 olarak bulunmuştur. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre erozyon oranları arasında istatistiki olarak bir fark bulunmuştur (Çizelge 4). Duncan (çoklu karşılaştırma) testine göre erozyon oranları bakımından en yüksek değeri orman toprakları alıp tarım ve açık alan topraklarından farklılık gösterirken, tarım ve açık alan toprakları arasında bir farklılık bulunmamaktadır (Şekil 16).



(Farklı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki anlamda önemli fark vardır ($P < 0.05$))

Şekil 16. Erozyon oranı değerlerinin arazi kullanım şekillerine göre değişimi

Toprakların erozyon oranları dispersiyon oranının kolloid/nem ekivalanına bölünmesiyle hesaplanır (Balcı, 1996; Özhan, 2004). En yüksek erozyon oranı dispersiyon oranında olduğu gibi orman üst topraklarında bulunmuş olup bütün arazi kullanım şekillerinde sınır değeri olan 10'dan yüksektir. Bu erozyon indeksine göre de araştırma alanı toprakları erozyona duyarlıdır. Bazı çalışmalarda toprakların erozyon oranları otlak topraklarında daha yüksek iken (Karagül, 1994; Korkanç, 2003), bazı çalışmalarda ise orman topraklarında daha yüksek bulunmuştur (Karagül, 1998; Bozali, 2003).

Sonuç olarak; araştırma alanı toprakları her üç erozyon eğilim indeksine göre erozyona duyarlı bulunmaktadır. Ancak, tarım ve açık alan topraklarına göre daha dayanıklı olması beklenen orman toprakları en duyarlı topraklardır. Bu bir çelişki olarak algılanmamalıdır. Bunun nedeni; orman alanlarının çoğunda toprakların su ile temasta daha kolay dispersleşebilen killerin bulunduğu düşünülmektedir.

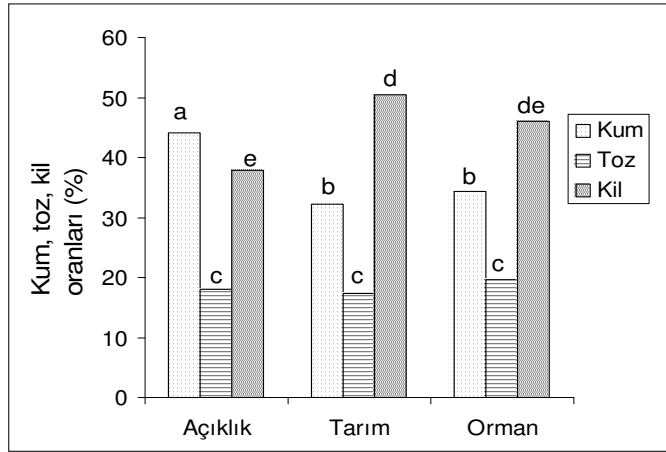
Araştırma alanı üst toprakları için yapılan korelasyon analizinde dispersiyon oranı; kum, toz, hacim ağırlığı, faydalı su kapasitesi ile pozitif, su tutma kapasitesi, tarla kapasitesi, solma noktası, kil ve gözenek hacmi ile negatif önemli ilişki göstermektedir (Ek çizelge 8).

4.1.2. Alt Topraklarda (20-50 cm)

Dış etkenlerle üst toprağın önemli ölçüde değişime uğradığı havzalarda alt topraklar daha durağan koşullara sahip olabilmektedir. Bu nedenle alt toprakların özellikleri önem kazanmaktadır. Bu önem üst toprağın taşınmış olduğu havzalarda daha da artmaktadır. Bundan dolayı bu bölümde araştırma alanındaki alt toprakların (20-50 cm) bazı özellikleri ile erozyon eğilimlerinin arazi kullanım şekline göre değişimi incelenecektir.

4.1.2.1. Kum, Toz, Kil Oranları

Araştırma alanı alt topraklarının ortalama kum miktarları, açık alan, orman ve tarım toprakları olmak üzere sırasıyla; %44.1, %34.4 ve %32.3 olarak bulunmuştur. Tarım ve orman toprakları aynı grupta yer alırken açık alan toprakları kum miktarı bakımından farklılık göstermektedir (Çizelge 5, Şekil 17). Alt derinlik kademesinde açık alan topraklarının kum miktarlarının daha yüksek çıkmasında ana materyal özelliklerinin etken olduğu düşünülmektedir. Alt derinlik kademesinde daha hafif toprakların bulunması iskelet içeriği fazla ve daha fazla kumlu toprak veren anakayadan kaynaklanabilir. Açık alan alt toprakları en yüksek kum ve en düşük kil miktarlarına sahiptir. Karagül (1994) çalışmasında en yüksek kum miktarı ile en düşük kil miktarının otlak alanlarının alt derinlik kademelerinde (20-50 cm) olduğunu bildirmektedir. Bu çalışmada olduğu gibi tarım alt topraklarında en yüksek kil miktarı belirlenmiştir. Kum ve kil miktarı bakımından arazi kullanım şekilleri arasında önemli farklılık görülmektedir.



(Farklı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki anlamda önemli fark vardır ($P < 0.05$))

Şekil 17. Arazi kullanım şekillerine göre alt toprakların ortalama kum, toz ve kil miktarlarının değişimi

Araştırma alanı alt toprakları (20-50 cm) ortalama kil ve toz miktarları bakımından, açık alan, tarım ve orman olmak üzere sırasıyla; %37.8, %18.1; %50.4,

%17.3 ve %46.0, %19.6 olarak bulunmuştur (Çizelge 5). En yüksek kil değeri tarım topraklarında belirlenmişken, en düşük kil değeri ise açık alan topraklarında ölçülmüştür. Kil miktarları bakımından tarım ve orman toprakları arasında fark bulunmazken açık alan toprakları, tarım ve orman topraklarından farklıdır.

Toz miktarları bakımından orman toprakları, tarım ve açık alan topraklarından daha yüksek değerler almıştır. Toz miktarları bakımından arazi kullanım şekilleri arasındaki fark önemli bulunmamaktadır.

Çizelge 5. Toprakların (20-50 cm) arazi kullanım şekillerine göre duncan testi sonuçları

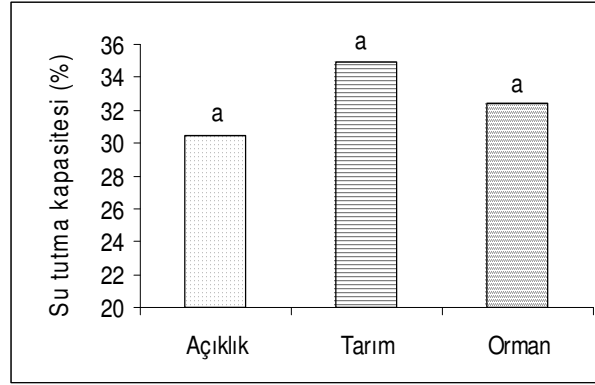
Değişken	Arazi Kullanma Şekli		
	Açık	Tarım	Orman
Kum (%)	44.1 <i>a</i>	32.3 <i>b</i>	34.4 <i>b</i>
Toz (%)	18.1 <i>a</i>	17.3 <i>a</i>	19.6 <i>a</i>
Kil (%)	37.8 <i>b</i>	50.4 <i>a</i>	46.0 <i>ab</i>
Su tutma kapasitesi (%)	30.5 <i>a</i>	34.9 <i>a</i>	32.4 <i>a</i>
Geçirgenlik (cm/saat)	66.6 <i>a</i>	56.2 <i>a</i>	35.0 <i>a</i>
Tarla kapasitesi (%)	34.5 <i>a</i>	39.2 <i>a</i>	35.0 <i>a</i>
Solma noktası (%)	21.1 <i>a</i>	26.5 <i>a</i>	21.5 <i>a</i>
Faydalı su (%)	13.4 <i>a</i>	12.7 <i>a</i>	13.5 <i>a</i>
Hacim ağırlığı (gr/cm ³)	1.36 <i>a</i>	1.31 <i>a</i>	1.39 <i>a</i>
Tane yoğunluğu (gr/cm ³)	2.63 <i>a</i>	2.62 <i>a</i>	2.59 <i>a</i>
Gözenek hacmi (%)	48.4 <i>a</i>	49.9 <i>a</i>	46.1 <i>a</i>
Organik madde (%)	1.13 <i>b</i>	4.44 <i>a</i>	2.40 <i>b</i>
pH	6.95 <i>a</i>	6.96 <i>a</i>	5.75 <i>b</i>
Dispersiyon oranı	23.4 <i>a</i>	20.4 <i>a</i>	29.8 <i>a</i>
Kolloid/nem ekivalanı	1.09 <i>a</i>	1.29 <i>a</i>	1.33 <i>a</i>
Erozyon oranı	23.9 <i>a</i>	16.1 <i>a</i>	23.3 <i>a</i>

(Aynı satırdaki aynı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmazken, farklı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki olarak p<0.05 düzeyinde önemli fark vardır.)

4.1.2.2. Su Tutma Kapasitesi ve Geçirgenlik

Araştırma alanı alt topraklarında ortalama su tutma kapasitesi, tarımda, ormanda ve açık alan topraklarında olmak üzere sırasıyla; %34.9, %32.4 ve %30.5 olarak, geçirgenlik ise %56.2, %35.0 ve %66.6 olarak belirlenmiştir (Çizelge 5, Şekil

18, 19). Bu sonuçlara göre geçirgenlik ve su tutma kapasitesi değerlerinde arazi kullanım şekillerine göre farklılık önemli bulunmamaktadır. En yüksek su tutma kapasitesi üst topraklarda olduğu gibi tarım topraklarında belirlenmiştir. Tarım topraklarında su tutma kapasitesinin yüksek çıkması organik madde miktarı ve gözenek hacminin yüksek olmasıyla açıklanabilir. Organik madde ve gözenek hacminin su tutma kapasitesini artırdığı bildirilmektedir (Karagül, 1994).



(Aynı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki anlamda önemli fark yoktur ($P>0.05$))

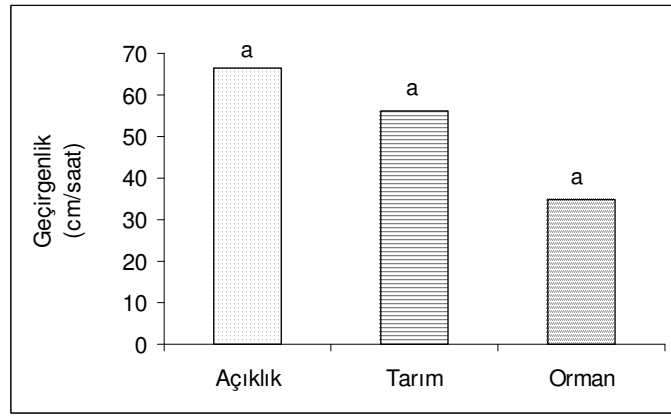
Şekil 18. Su tutma kapasitelerinin arazi kullanım şekillerine göre değişimi

Orman alt topraklarında maksimum su tutma kapasitesi tarım topraklarından düşük, açık alan topraklarından daha yüksek bulunmuştur. Tarım topraklarından daha düşük su tutma kapasitesi; orman alt topraklarındaki düşük organik madde miktarı ve gözenek hacmi yanında daha yüksek hacim ağırlığı ile açıklanabilir. Açık alan topraklarındaki düşük su tutma kapasitesi üzerinde kum miktarının yüksek, organik madde ve kil miktarlarının ise orman ve tarım topraklarına göre daha düşük seviyede olmasının etkili olduğu anlaşılmaktadır.

Araştırma alanı alt topraklarının su tutma kapasitesi; kum, hacim ağırlığı, erozyon oranı, dispersiyon oranı ile negatif ($p<0.01$), kil, tarla kapasitesi, solma noktası ve gözenek hacmi ile de pozitif ($p<0.01$) korelasyonlar göstermektedir.

Alt toprakların geçirgenliği arazi kullanım şekillerine göre farklılık göstermemektedir (Çizelge 5). Toprakların geçirgenliği açık alan topraklarında daha

yüksektir. Üst derinlik kademelerinde açık alan topraklarında geçirgenlik en düşük iken alt derinlik kademesinde aynı arazi kullanım şekli altındaki topraklarda çıkmış olması azalan kil ve organik madde, artan kum miktarı ile açıklanabilir. Bazı çalışmalarda geçirgenlik orman alanlarındaki topraklarda daha yüksek bulunmuştur (Karagül, 1994; Bozali, 2003; Korkanç, 2003). Otlak ve tarım alanlarında geçirgenliğin yüksek bulunduğu araştırmalar da mevcuttur (Türüdü, 1981; Karagül, 1998).



(Aynı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki anlamda önemli fark yoktur ($P>0.05$))

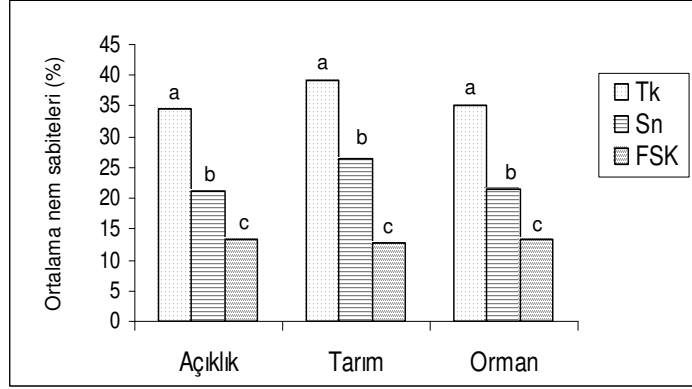
Şekil 19. Alt toprakların geçirgenlik değerlerinin arazi kullanım şekillerine göre değişimi

Araştırma kapsamında orman topraklarının daha düşük geçirgenlik değeri alması; orman alt topraklarında hacim ağırlığının yüksek, gözenek hacminin düşük olmasından kaynaklanabilir. Ayrıca orman alanlarındaki çürüntülü ve ham humus oluşumu, tam olarak ayrışamayan ölü örtünün alt topraklara organik madde sağlamasını engellemektedir. Bu nedenle alt toprakların organik madde miktarları düşük çıkmıştır. Düşük çıkan organik madde miktarları da geçirgenliğin az olmasına sebep olmuş olabilir. Tarım ve orman topraklarının kil miktarlarının birbirine yakın ve su tutma kapasiteleri arasında farklılığın bulunmaması bu düşüncüyü destekler mahiyettedir.

Alt toprakların geçirgenlik değerleri ile toprakların hacim ağırlığı arasında ($p<0.05$, $r=-0.36$) negatif, gözenek hacmi ($p<0.05$, $r=0.36$) arasında ise pozitif ilişki bulunmuştur (Ek çizelge 9).

4.1.2.3. Nem Ekivalanı (Tarla kapasitesi), Solma Noktası ve Faydalı Su Kapasitesi

Araştırma alanı alt topraklarının ortalama tarla kapasitesi (nem ekivalanı) değerleri; açık alan, tarım ve ormanda sırasıyla; %34.5, %39.2 ve %35.0 olarak saptanmıştır (Çizelge 5, Şekil 20). Varyans analizi sonuçlarına göre araştırma alanı alt toprakları arazi kullanım şekilleri bakımından farklılık göstermemektedir. En yüksek nem ekivalanı değerleri tarım topraklarında bulunurken bunda yüksek kil ile düşük kum miktarının daha çok etkili olduğu düşünülmektedir. Toprakların kil miktarlarının artması tarla kapasitesini artırabileceği ifade edilmekte, ancak kil miktarı solma noktasını da artıracığından faydalı su kapasitesinin yüksek olamayacağı ifade edilmektedir (Kantarıcı, 2000). Gerçekten de araştırma alanı alt topraklarında yüksek tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri tarım topraklarında ölçölmüş ve doğal olarak bu toprakların faydalı su kapasiteleri en düşük (%12.7) kalmıştır. Bu sonucun ortaya çıkmasında toprakların kil miktarı ile kil cinsinin etkili olabileceği düşünülmektedir. Faydalı su kapasitesinde önemli etkileri olan organik madde miktarının, tarım alt topraklarında en yüksek olmasına rağmen, bu toprakların düşük faydalı su kapasitesi değerlerine sahip olması bu yargıyı destekler niteliktedir.

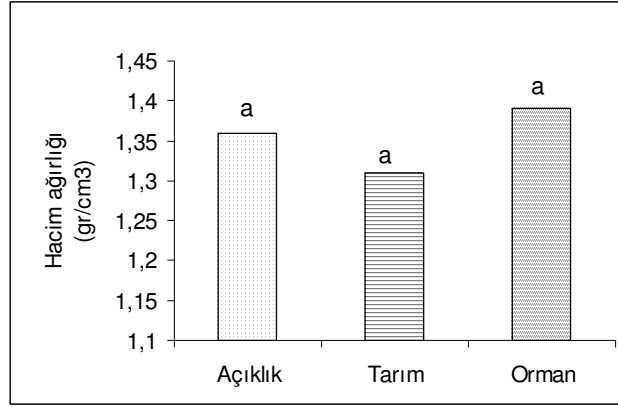


(Aynı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki anlamda önemli fark yoktur ($P>0.05$))

Şekil 20. Toprakların nem sabitelerinin (TK, SN, FSK) arazi kullanım şekline göre değişimi

4.1.2.4. Hacim Ağırlığı

Araştırma alanı alt topraklarının hacim ağırlığı değerleri ormanda 1.39 gr/cm^3 , açık alanda 1.36 gr/cm^3 ve tarım alanında 1.31 gr/cm^3 ; tane yoğunluğu değerleri ormanda 2.59 gr/cm^3 , açık alanda 2.63 gr/cm^3 ve tarımda 2.62 gr/cm^3 ; gözenek hacmi ise ormanda %46.1, açık alanda %48.4 ve tarımda %49.9 olarak saptanmıştır (Çizelge 5, Şekil 21, 22, 23). Bu ortalama değerlere göre aralarında istatistiksel olarak bir fark olmamakla birlikte, tarım alt toprakları orman alt topraklarından daha düşük hacim ağırlığına sahiptir. En yüksek hacim ağırlığı ise orman topraklarında saptanmıştır. Hacim ağırlığının tarım topraklarında daha düşük çıkması yüksek organik madde ve gözenek hacminden kaynaklanmaktadır. Hacim ağırlığının tarım alt topraklarında yüksek bulunduğu benzer çalışmalar da mevcuttur (Karagül, 1994; Bozali, 2003). Alt topraklardaki ortalama hacim ağırlığı değerleri bütün arazi kullanım şekillerinde üst topraklardan daha yüksektir. Toprak derinliğine doğru inildikçe organik madde azalmaktadır. Bu da hacim ağırlığının artmasına neden olmaktadır.



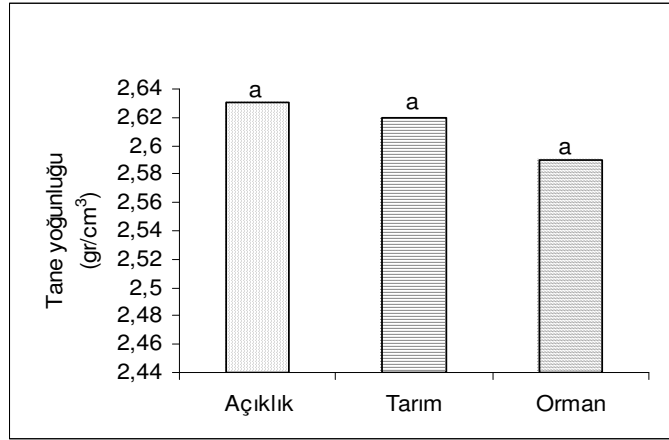
(Aynı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki anlamda önemli fark yoktur ($P>0.05$))

Şekil 21. Toprakların hacim ağırlığının arazi kullanım şekline göre değişimi

Alt toprakların ortalama hacim ağırlığı değerleri ile erozyon oranı ($p<0.01$, $r=0.39$), dispersiyon oranı ($p<0.01$, $r=0.48$) ile pozitif, tarla kapasitesi ($p<0.01$, $r=-0.51$), solma noktası ($p<0.01$, $r=-0.51$), geçirgenlik ($p<0.05$, $r=-0.36$), maksimum su tutma kapasitesi ($p<0.01$, $r=-0.70$) ve gözenek hacmi ($p<0.01$, $r=-0.93$) arasında negatif korelasyonlar bulunmuştur.

4.1.2.5. Tane Yoğunluğu

En yüksek tane yoğunluğu değerleri açık alan alt topraklarında bulunmuştur. Toprakların ince veya kaba tekstürlü olmasının veya toprak katı maddesinin istifleniş tarzının tane yoğunluğu üzerinde bir etkisi bulunmamaktadır (Özhan, 2004). Organik maddenin düşük olduğu açık alan alt topraklarında tane yoğunluğu değerinin yüksek çıkması olağandır. Organik maddenin yüksek olduğu üst topraklarda tane yoğunluğu değerleri alt topraklardan düşüktür. Nitekim, İç Anadolu'da kumtaşı anakayasası üzerinde gelişmiş toprakların alt derinlik kademelerindeki tane yoğunluğu değerleri (2.60 gr/cm^3), üst derinlik kademelerindeki tane yoğunluğu değerlerinden (2.56 gr/cm^3) yüksek bulunmuştur (Balcı, 1973).



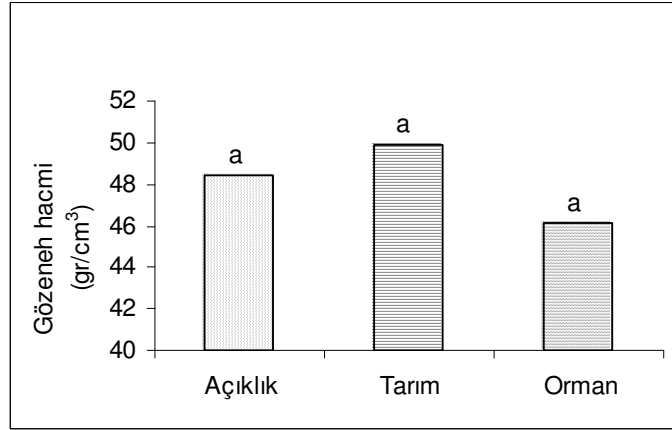
(Aynı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki anlamda önemli fark yoktur (P>0.05))

Şekil 22. Toprakların tane yoğunluğunun arazi kullanım şekline göre değişimi

4.1.2.6. Gözenek Hacmi (Porosite)

Araştırma alanı alt toprakları gözenek hacimleri bakımından arazi kullanım şekillerine göre farklılık göstermemektedir. Ortalama gözenek hacimleri yüksekten düşüğe doğru tarımda %49.9, açık alanda %48.4 ve orman alanlarında %46.1 bulunmuştur. Tarım alt topraklarında gözenek hacminin yüksek çıkması organik madde miktarı ve kil miktarının yüksekliğinden kaynaklanmaktadır. Üst topraklar genellikle organik madde bakımından alt topraklar göre daha zengin olduğundan gözenek hacimleri daha fazladır (Moolenaar ve ark. 1998). Kil topraklarının da gözenek hacminin yüksek olduğu bildirilmektedir (Özhan, 2004).

Toprakların gözenek hacmi ile tarla kapasitesi, solma noktası, tane yoğunluğu, geçirgenlik ve su tutma kapasitesi arasında pozitif, erozyon oranı, dispersiyon oranı ve hacim ağırlığı arasında negatif korelasyonlar bulunmuştur (Ek çizelge 9).

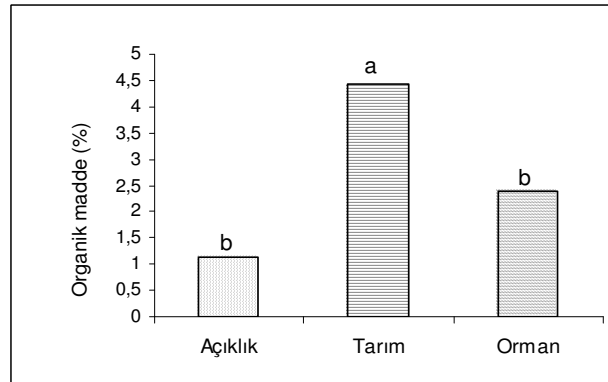


(Aynı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki anlamda önemli fark yoktur ($P>0.05$))

Şekil 23. Toprakların gözenek hacminin arazi kullanım şekline göre değişimi

4.1.2.7. Organik Madde ve pH

Araştırma alanı alt topraklarında ortalama organik madde değerleri açık alan, tarım ve orman olmak üzere sırasıyla %1.13, %4.44 ve %2.40 olarak bulunmuştur (Çizelge 5, Şekil 24).



(Farklı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki anlamda önemli fark vardır ($P<0.05$))

Şekil 24. Toprakların organik madde miktarlarının arazi kullanım şekline göre değişimi

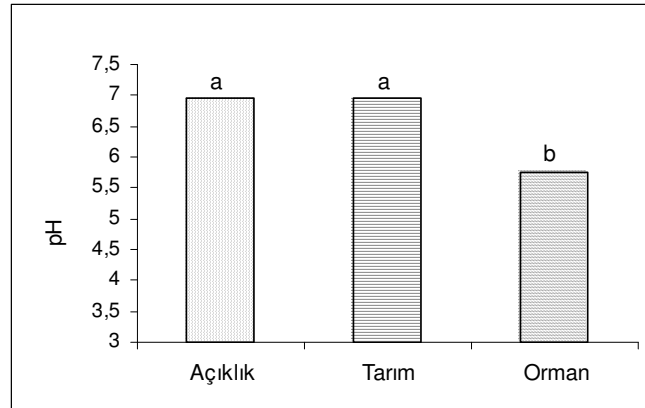
Toprakların organik madde miktarları arazi kullanım şekillerine göre farklılık göstermektedir. Tarım alt toprakları organik madde miktarı bakımından açık alan ve orman topraklarından yüksek değer almakta ve farklılık göstermektedir.

Orman topraklarının organik madde miktarları tarım topraklarından daha düşük çıkması bir çelişki olarak algılanabilir. Ancak, daha önce de açıklandığı gibi

orman alanlarında çürüntülü ya da ham humus formu mevcut olduğundan ölü örtü kolayca ayrışamamış ve mineral toprağa organik madde yeterince karışamamıştır. Ayrıca tarım alanlarında yoğun bir şekilde hayvan gübresi kullanılması yanında toprağın işlenerek organik maddenin alt topraklara karıştırılması, tarım topraklarında organik maddenin yüksek çıkmasına sebep olmaktadır. Alt toprakların organik madde miktarları üst topraklardan daha düşüktür. Organik maddenin üst topraklarda alt topraklara göre daha fazla olduğu bildirilmektedir (Watanebe ve ark. 2001). Üst toprakların organik maddece zengin olmaları, toprak yüzeyindeki ayrışma, bitki artıklarının yanması vb olaylarla sürekli N, P ve temel elementlerin döngüsüne bağlanmıştır (Juo ve Manu, 1996).

Alt toprakların organik madde değerleri ile pH, tarla kapasitesi ve solma noktası arasında pozitif ($p<0.05$), kum miktarı ile negatif ilişki bulunmaktadır.

Toprakların pH değerleri açık alan, tarım ve orman olmak üzere sırasıyla 6.95, 6.96 ve 5.75 olarak saptanmıştır (Çizelge 5, Şekil 25). Toprak reaksiyonu bakımından orman toprakları daha asidik değere sahiptir. Arazi kullanım şekli bakımından ortalama pH değerleri arasında istatistik olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Açık alan toprakları ile tarım toprakları birbirine çok yakın değerler sergilerken orman toprakları bu gruptan farklıdır.



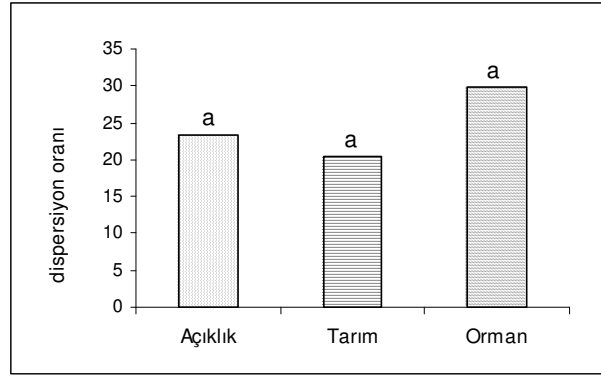
(Farklı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki anlamda önemli fark vardır ($P<0.05$))

Şekil 25. Toprakların pH değerlerinin arazi kullanım şekline göre değişimi

Yapılan çalışmalarda organik madde miktarının daha düşük olduğu toprakların pH'sı daha yüksek bulunmuştur. Yani organik madde artıkça pH düşmektedir (Karagül, 1994; Karagül, 1998). Oysaki araştırma alanında alt topraklarda organik madde miktarı yüksek olan tarım topraklarının pH'sı yüksek bulunmuştur. Ancak toprak reaksiyonunu etkileyen etmenlerden anakaya dikkate alındığında çelişki gibi görünen bu durum açıklanabilir. Şöyle ki; araştırma alanında genel olarak iki farklı anakaya (çamurtaşı, kireçtaşı) bulunmaktadır. Orman örnek alanlarının çoğunluğu çamurtaşı anakayası üzerindedir. Tarım ve açık alan topraklarının çoğu da kireçtaşı anakayası üzerindedir. Anakayalardaki bu farklılık toprak reaksiyonundaki farklılığın nedenidir. Zira kireçtaşı anakayasından gelişen topraklar Ca^{++} bakımından zengindir. Türüdü (1981) de en yüksek pH'nın tarım alanlarındaki topraklarda (pH=7.10), en düşük pH'nın ise orman alanındaki topraklarda (pH=5.3) olduğunu belirlemiştir.

4.1.2.8. Erozyon Eğilimleri (Dispersiyon Oranı, Kolloid/Nem Ekvivalanı Oranı ve Erozyon Oranı)

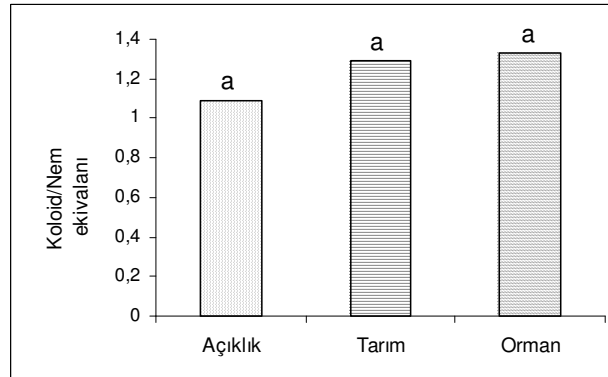
Araştırma alanı alt toprakları her üç erozyon eğilim indeksine göre arazi kullanım şekilleri bakımından istatistiksel olarak önemli farklılık göstermemektedir. Toprakların dispersiyon oranları açık alan, tarım ve orman alanlarında sırasıyla 23.4, 20.4 ve 29.8 olarak değişmektedir (Çizelge 5, Şekil 26). Ortalama dispersiyon oranları üst toprak kademesinde olduğu gibi en yüksek orman alt topraklarındadır. Orman alt topraklarında dispersiyon oranı üst toprak kademesinden düşüktür. Bu durum toprak derinliğine doğru inildikçe artan kil miktarıyla açıklanabilir. Korelasyon tablosundan da izlenebileceği gibi toprakların kil miktarı ile dispersiyon oranı arasında önemli negatif bir ilişki vardır ($p<0.01$, $r=-0.49$). Alt topraklarda organik madde ve kil miktarı en yüksek olan tarım topraklarının dispersiyon oranı en düşük çıkmıştır.



(Aynı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki anlamda önemli fark yoktur ($P>0.05$))

Şekil 26. Dispersiyon oranının arazi kullanım şekillerine göre değişimi

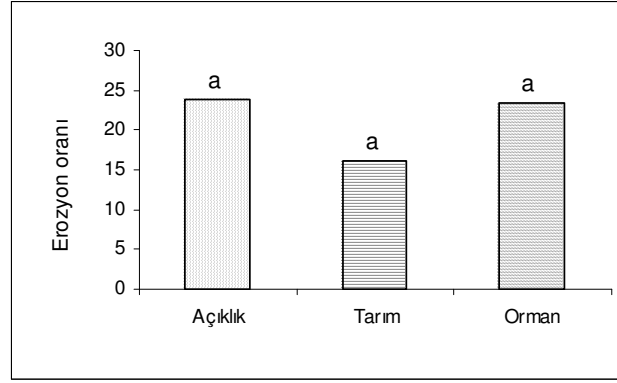
Toprakların ortalama kolloid/nem ekivalanı oranları açık alan, tarım ve orman alanlarında sırasıyla 1.09, 1.29 ve 1.33 şeklinde bir değişim göstermektedir. Kolloid/nem ekivalanı oranında açık alan topraklarında bir azalma söz konusu iken, tarım ve orman topraklarında bir artma gözlenmektedir.



(Aynı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki anlamda önemli fark yoktur ($P>0.05$))

Şekil 27. Kolloid/nem ekivalanı değerlerinin arazi kullanım şekillerine göre değişimi

Sınır değer olan 15'ten büyük olmakla birlikte üç arazi kullanım şeklinden erozyona en dayanıklı tarım topraklarıdır. Aynı ilişki erozyon oranında da görülmektedir. Ortalama erozyon oranları açık alan, tarım ve orman alanlarında sırasıyla 23.9, 16.1 ve 23.3 olarak bulunmuştur.



(Aynı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki anlamda önemli fark yoktur ($P>0.05$))

Şekil 28.Erozyon oranı değerlerinin arazi kullanım şekillerine göre değişimi

Dispersiyon oranı ve erozyon oranı indekslerine göre açık alan alt topraklarında üst topraklara göre bir artma eğilimi gözlenmiştir. Tarım ve orman topraklarında ise bu erozyon indeksleri bakımından üst topraklara oranla bir azalma mevcuttur.

4.2. Araştırma Alanı Açık Alan Topraklarının Bazı Hidro-Fiziksel Özelliklerinin Toprak Derinliğine Göre Değişimi

Araştırma havzasındaki açık alan topraklarında incelen 16 toprak özelliğinden ancak 2'si derinlik kademelerine göre istatistiki olarak önemli farklılık göstermiştir. Bu toprak özellikleri su tutma kapasitesi ve organik madde miktarıdır. Açık alan topraklarının bazı özelliklerinin derinlik kademelerine göre değişimine ilişkin duncan testi sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Açık alan topraklarının toprak derinliğine göre duncan testi sonuçları

Değişken	Toprak Derinliği	
	0-20 cm	20-50cm
Kum (%)	38.0 <i>a</i>	44.1 <i>a</i>
Toz (%)	17.5 <i>a</i>	18.1 <i>a</i>
Kil (%)	44.6 <i>a</i>	37.8 <i>a</i>
Su tutma kapasitesi (%)	35.6 <i>a</i>	30.5 <i>b</i>
Geçirgenlik (cm/saat)	39.0 <i>a</i>	66.6 <i>a</i>
Tarla kapasitesi (%)	37.2 <i>a</i>	34.5 <i>a</i>
Solma noktası (%)	24.2 <i>a</i>	21.1 <i>a</i>
Faydalı su (%)	13.1 <i>a</i>	13.5 <i>a</i>
Hacim ağırlığı (gr/cm ³)	1.29 <i>a</i>	1.36 <i>a</i>
Tane yoğunluğu (gr/cm ³)	2.59 <i>a</i>	2.63 <i>a</i>
Gözenek hacmi (%)	49.9 <i>a</i>	48.4 <i>a</i>
Organik madde (%)	2.92 <i>a</i>	1.13 <i>b</i>
pH	6.72 <i>a</i>	6.96 <i>a</i>
Dispersiyon oranı	21.4 <i>a</i>	23.3 <i>a</i>
Kolloid/nem ekivalanı	1.19 <i>a</i>	1.09 <i>a</i>
Erozyon oranı	19.5 <i>a</i>	23.9 <i>a</i>

(Aynı satırdaki aynı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmazken, farklı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli fark vardır.)

Aşağıda derinlik kademelerine göre farklılık gösteren toprak özelliklerinin irdelenmesi yapılacaktır.

4.2.1. Su Tutma Kapasitesi

Araştırma alanında açık alan topraklarının ortalama su tutma kapasitesi 0-20 cm derinlik kademesinde %35.6, 20-50 cm derinlik kademesinde ise %30.5 olarak belirlenmiştir. Toprakların su tutma kapasitesini toprak türü, toprak taşlılığı, organik madde miktarı etkilemektedir. Üst topraklardan (0-20 cm) alt topraklara (20-50 cm) inildikçe su tutma kapasitesi azalmaktadır. Derinlik kademelerine göre su tutma kapasitesinin azalmasına, azalan kil miktarı ve organik madde miktarı ile artan kum miktarı neden olmaktadır. Korkanç (2003) yaptığı çalışmada toprak derinliğine göre maksimum su tutma kapasitesindeki değişimi anlamlı bulup ($p<0.05$), üst toprakların maksimum su tutma kapasitesini alt topraklardan daha yüksek bulmuştur. Toprak

derinliğinin artışına bağlı olarak su tutma kapasitesinin azaldığını tespit eden başka çalışmalarda bulunmaktadır (Özyuvacı, 1976; Short ve ark.,1986; Heiskanen ve ark., 2002).

4.2.2. Organik Madde

Toprakların organik madde miktarlarının derinlikle beraber azaldığı bilinmektedir. Araştırma alanı açık alan topraklarında üştopraklarda %2.91 olan organik madde miktarı alt topraklarda %1.13 düzeyine inmiştir. Bazı alanlarda biçilen otların artıkları organik maddenin kaynağını oluşturmaktadır. Nkana ve Tonye (2003) alışmalarında üştoprakların organik karbon miktarını %5.38 ve alt toprakların organik karbon miktarını ise % 0.98 olarak belirlemiştir. Watanebe ve arkadaşları (2001) yapmış oldukları çalışmada organik madde miktarını üştopraklarda alt topraklara göre daha fazla bulmuşlardır.

Toprak derinliğinin artması ile kum, toz, geçirgenlik, faydalı su kapasitesi, hacim ağırlığı, tane yoğunluğu, pH, dispersiyon oranı ve erozyon oranı gibi toprak özelliklerinde artış; kil, tarla kapasitesi, solma noktası, gözenek hacmi ve kolloid/nem ekivalanı oranı gibi toprak özelliklerinde bir azalış söz konusudur (izelge 6).

4.3. Araştırma Alanı Tarım Topraklarının Bazı Hidro-Fiziksel

Özelliklerinin Toprak Derinliğine Göre Değişimi

Araştırma alanı tarım toprakları yapılan varyans analizine göre hiçbir özellik bakımından derinlik kademelerine göre farklılık göstermemektedir (Çizelge 7). Toprak özelliklerinden kum, toz, su tutma kapasitesi, geçirgenlik, tarla kapasitesi, solma noktası, faydalı su kapasitesi, organik madde, dispersiyon oranı ve erozyon oranı gibi toprak özelliklerinde derinlik arttıkça azalma; kil, hacim ağırlığı, tane yoğunluğu, pH, ve kolloid/nem ekivalanı oranı gibi toprak özelliklerinde derinlik arttıkça bir artış gözlenmiştir.

Tarım toprakları devamlı işlenmekte ve tabiat şartlarından çok insan müdahalesine maruz kalmakta ve toprak özellikleri insan eliyle önemli ölçüde değişebilmektedir. Zaten tarım alanlarında birçok toprak özelliği orman ve açık alan topraklarındaki gibi fazla değişim göstermemektedir (Karagül, 1994).

Çizelge 7. Tarım topraklarının toprak derinliğine göre duncan testi sonuçları

Değişken	Toprak Derinliği	
	0-20 cm	20-50cm
Kum (%)	33.6 <i>a</i>	32.3 <i>a</i>
Toz (%)	18.3 <i>a</i>	17.2 <i>a</i>
Kil (%)	48.0 <i>a</i>	50.4 <i>a</i>
Su tutma kapasitesi (%)	37.6 <i>a</i>	34.9 <i>a</i>
Geçirgenlik (cm/saat)	80.9 <i>a</i>	56.2 <i>a</i>
Tarla kapasitesi (%)	39.9 <i>a</i>	39.2 <i>a</i>
Solma noktası (%)	26.9 <i>a</i>	26.5 <i>a</i>
Faydalı su (%)	13.1 <i>a</i>	12.7 <i>a</i>
Hacim ağırlığı (gr/cm ³)	1.19 <i>a</i>	1.31 <i>a</i>
Tane yoğunluğu (gr/cm ³)	2.58 <i>a</i>	2.62 <i>a</i>
Gözenek hacmi (%)	53.7 <i>a</i>	49.8 <i>a</i>
Organik madde (%)	4.54 <i>a</i>	4.44 <i>a</i>
pH (H ₂ O)	6.75 <i>a</i>	6.96 <i>a</i>
Dispersiyon oranı	24.3 <i>a</i>	20.4 <i>a</i>
Kolloid/nem ekivalanı	1.20 <i>a</i>	1.29 <i>a</i>
Erozyon oranı	21.5 <i>a</i>	16.1 <i>a</i>

(Aynı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki anlamda önemli fark yoktur (P>0.05))

4.4. Araştırma Alanı Orman Topraklarının Bazı Hidro-Fiziksel

Özelliklerinin Toprak Derinliğine Göre Değişimi

Araştırma alanındaki orman toprakları birçok özellik bakımından derinlik kademelerine göre istatistiki anlamda farklılık göstermektedir (Çizelge 8).

Çizelge 8. Orman topraklarının toprak derinliğine göre duncan testi sonuçları

Değişken	Toprak Derinliği	
	0-20 cm	20-50 cm
Kum (%)	44.2 <i>a</i>	34.4 <i>b</i>
Toz (%)	20.3 <i>a</i>	19.6 <i>a</i>
Kil (%)	35.5 <i>b</i>	46.0 <i>a</i>
Su tutma kapasitesi (%)	34.6 <i>a</i>	32.4 <i>a</i>
Geçirgenlik (cm/saat)	67.1 <i>a</i>	35.0 <i>a</i>
Tarla kapasitesi (%)	36.5 <i>a</i>	35.0 <i>a</i>
Solma noktası (%)	21.1 <i>a</i>	21.5 <i>a</i>
Faydalı su (%)	15.4 <i>a</i>	13.5 <i>b</i>
Hacim ağırlığı (gr/cm ³)	1.24 <i>b</i>	1.39 <i>a</i>
Tane yoğunluğu (gr/cm ³)	2.60 <i>a</i>	2.59 <i>a</i>
Gözenek hacmi (%)	52.3 <i>a</i>	46.3 <i>b</i>
Organik madde (%)	5.67 <i>a</i>	2.40 <i>b</i>
pH	5.23 <i>b</i>	5.75 <i>a</i>
Dispersiyon oranı	35.6 <i>a</i>	29.8 <i>a</i>
Kolloid/nem ekivalanı	0.99 <i>b</i>	1.33 <i>a</i>
Erozyon oranı	36.3 <i>a</i>	23.3 <i>b</i>

(Aynı satırdaki aynı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmazken, farklı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli fark vardır.)

4.4.1. Kum, Toz, Kil Oranları

Orman topraklarında derinlik kademelerine göre kum, toz ve kil miktarları sırasıyla; 0-20 cm derinlik kademesinde %44.2, %20.3, %35.5 iken 20- 50 cm derinlik kademesinde ise %34.4, %19.6 ve %46.0 dır.

Orman topraklarının kum miktarları derinlik kademelerine göre farklılık göstermektedir. Kum miktarı üst derinlik kademesinden alt derinlik kademesine inildikçe azalmaktadır. Üst toprak kademesinden alt toprak kademesine doğru

mineral toprağın ince kısım elemanlarından kilin taşınmasıyla alt topraklarda kil miktarı artmıştır. Kil miktarının artması alt toprakta kum miktarının düşmesine neden olmuştur. Yapılan benzer bir çalışmada, toprakların kil oranının toprak derinliğine göre değişimi değerlendirilmiş ve derinliğe göre kil oranındaki artış istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Üst toprak kademesindeki kil oranının alt toprak kademesinden az bulunması, kilin üst topraktan yıkanıp alt toprakta birikmiş olduğunu göstermektedir (Korkanç, 2003). Nitekim Karagül (1994) de yaptığı çalışmada orman üst topraklarındaki kil miktarını, orman alt topraklarından daha az bulmuştur. Bunun yanında orman topraklarının toz miktarları derinlik kademlerine göre bir farklılık göstermemektedir.

4.4.2. Faydalı Su Kapasitesi

Faydalı su kapasitesi bakımından orman toprakları derinlik kademelerine göre farklılık göstermektedir. Üst toprak kademesinde fazla olan faydalı su kapasiteleri (%15.4), alt derinlik kademesinde (%13.5) daha düşüktür. Alt toprak kademesinde organik madde miktarı, nem ekivalanı ve gözenek hacminin azalması faydalı su kapasitesinin azalmasına neden olmuştur. Nitekim Hudson (1994) faydalı su içeriğinin organik madde ile bağlantılı olduğunu ifade etmiştir.

4.4.3. Hacim Ağırlığı

Toprakların hacim ağırlıkları üst toprak kademesinde 1.24 gr/cm^3 alt toprak kademesine ise 1.39 gr/cm^3 olup derinlik kademlerine göre bu özellik bakımından farklılık mevcuttur. Hacim ağırlığının alt topraklarda yüksek bulunması azalan organik madde miktarıyla açıklanabilir. Maynard ve arkadaşları (2002) meşe

vejetasyonu altındaki topraklarda yaptıkları çalışmada üst topraklardaki hacim ağırlığını 1.26 gr/cm³, alt topraklardaki hacim ağırlığını ise 1.61 gr/cm³ olarak saptamış, hacim ağırlığını derinlik kademelerine göre farklılık gösterdiğini belirlemiştir. Benzer çalışmalarda yine hacim ağırlığının derinliğe bağlı olarak arttığı fakat bu artışın istatistiksel anlamda önemli olmadığı saptanmıştır (Korkanç, 2003; Jaiyeoba, 2003).

4.4.4. Gözenek Hacmi

Toprakların gözenek hacmi 0-20 cm derinlikte %52.3 iken 20-50 cm derinlikte %46.3 olup istatistiksel olarak derinlik kademelerine göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Gözenek hacminin alt toprak kademesinde düşük çıkması organik madde miktarının düşüklüğünden kaynaklanabilir. Yapılan benzer çalışmalarda da ortalama gözenek hacminin derinlik kademesine bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir (Karagül, 1994; Heiskanen ve ark., 2002; Korkanç, 2003).

4.4.5. Organik Madde ve pH

Organik madde miktarı bakımından orman toprakları derinlik kademelerine göre üst toprakta ortalama %5.67, alt toprakta ise %2.40 civarında değişmektedir. Yapılan varyans analizine göre derinlik kademeleri arasındaki bu fark önemli bulunmuştur. Genellikle orman toprakları sürekli vejetasyon örtüsü altında bulunup, bu vejetasyonun doğal bir ürünü olan ölü örtü ile kaplıdır. Orman üst topraklarındaki organik madde miktarının yüksek olmasının nedeni, bitki artıkları ve ölü örtü ile mikroorganizma faaliyetleri sonucu açığa çıkan organik maddenin toprağa karışmasından kaynaklanmaktadır. Nitekim Joe ve Manu (1996) üst toprakların organik maddece zengin olmalarının nedenini toprak yüzeyindeki ayrışma, bitki

artıklarının yanması vb. olaylarla sürekli N, P, ve temel elementlerin döngüsüne bağlamışlardır. Yine yapılan bazı çalışmalarda organik maddenin derinlikle azaldığı tespit edilmiştir (Karagül, 1994,1998; Korkanç, 2003).

Orman toprakları pH bakımından derinlik kademelerine göre farklılık göstermektedir. Üst topraktan (5.23) alt toprağa (5.75) inildikçe pH artmaktadır. Derinlikle birlikte azalan organik madde miktarı ve üst topraktan alt toprağa doğru yıkanan bazı katyonlar (Ca, Mg), pH'nın yükselmesinde etkili olmaktadır. Yapılan bir çok çalışmada toprak derinliğine bağlı olarak pH'nın arttığı ve bu artışın organik maddedeki azalıştan kaynaklandığı ifade edilmektedir (Özyuvacı, 1976; Short ve ark., 1986; Karagül, 1994; Korkanç, 2003).

4.4.6. Erozyon Eğilimleri (Kolloid/Nem Ekivalanı ve Erozyon Oranı)

Toprakların kolloid/nem ekivalanı oranları üst toprakta ortalama 0.99 iken alt toprakta 1.33 olup istatistiksel olarak farklılık göstermektedir. Kolloid/nem ekivalanı aynı toprağın mekanik analizde bulunan kil miktarının nem ekivalanına bölünmesiyle bulunur. Alt derinlik kademelerinde kil miktarının yüksekliği ve nem ekivalanının düşüklüğü nedeni ile kolloid/nem ekivalanı yüksek çıkmıştır. Korkanç (2003) da yaptığı çalışmada kolloid/nem ekivalanı ve erozyon oranına göre erozyona en hassas toprakların 1. derinlik kademesindeki topraklar olduğunu ortaya koymuştur.

Orman topraklarının erozyon oranı değerleri üst toprakta 36.3, alt toprakta da 23.3 olarak tespit edilmiştir. Erozyon oranı, dispersiyon oranının kolloid/nem ekivalanı oranına bölünmesiyle hesaplanmaktadır. Derinliğe bağlı olarak azalan dispersiyon oranı ve artan kolloid/nem ekivalanı oranından dolayı da üst derinlik kademesinde yüksek olan erozyon oranı alt derinlik kademesinde düşük bulunmuştur. Benzer çalışmalarda erozyon oranının üst toprak kademelerinde daha

yüksek bulunduğunu göstermektedir (Karagül, 1994,1998; Ulu, 1998; Korkanç, 2003).

4.5. Araştırma Alanı Topraklarının Anakayalara Göre Değişimi

Araştırma alanından alınan örnek alanlar iki farklı anakaya grubu (çamurtaşı ve kireçtaşı) üzerinde yer almaktadır. İncelenen toprak özelliklerinden anakayalara göre farklılık gösterenler aşağıda irdelenecektir (Çizelge 9).

Çizelge 9. Toprakların (0-20 ve 20-50cm ortalamaları) anakayalara göre duncan testi sonuçları

Değişken	Anakaya	
	Çamurtaşı	Kireçtaşı
Kum (%)	38.2 <i>a</i>	37.8 <i>a</i>
Toz (%)	19.2 <i>a</i>	18.3 <i>a</i>
Kil (%)	42.5 <i>a</i>	43.9 <i>a</i>
Dispersleşmemiş kil+toz	19.3 <i>a</i>	14.0 <i>b</i>
Kil+Toz	61.7 <i>a</i>	62.1 <i>a</i>
Su tutma kapasitesi (%)	33.6 <i>a</i>	34.6 <i>a</i>
Geçirgenlik (cm/saat)	32.7 <i>b</i>	71.7 <i>a</i>
Tarla kapasitesi (%)	36.5 <i>a</i>	37.1 <i>a</i>
Solma noktası (%)	21.8 <i>a</i>	24.2 <i>a</i>
Faydalı su (%)	14.8 <i>a</i>	12.9 <i>b</i>
Hacim ağırlığı (gr/cm ³)	1.31 <i>a</i>	1.29 <i>a</i>
Tane yoğunluğu (gr/cm ³)	2.58 <i>a</i>	2.61 <i>a</i>
Gözenek hacmi (%)	49.1 <i>a</i>	50.5 <i>a</i>
Organik madde (%)	3.26 <i>a</i>	3.83 <i>a</i>
pH	5.61 <i>b</i>	6.69 <i>a</i>
Dispersiyon oranı	32.3 <i>a</i>	23.2 <i>b</i>
Kolloid/nem ekivalanı	1.17 <i>a</i>	1.18 <i>a</i>
Erozyon oranı	29.2 <i>a</i>	21.1 <i>b</i>

(Aynı satırdaki aynı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmazken, farklı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki olarak p<0.05 düzeyinde önemli fark vardır.)

4.5.1. Geçirgenlik (Permeabilite)

Anakaya gruplarına göre toprakların geçirgenlik değerleri de farklılık göstermektedir (p<0.05). Çamurtaşından gelişen topraklarda geçirgenlik 32.7 cm/saat iken kireçtaşından gelişen topraklarda bu değer 71.7 cm/saat olarak saptanmıştır.

Kireçtaşı anakayasından gelişen toprakların organik madde miktarları çamurtaşı anakayasından gelişenlere göre daha yüksektir. Ayrıca bu topraklar iskelet içeriği bakımından da zengin olduklarından geçirgenlikleri yüksek çıkmıştır.

4.5.2. Faydalı Su Kapasitesi

Araştırma alanı topraklarının faydalı su kapasiteleri arasında da anakaya gruplarına göre fark mevcuttur ($p<0.01$) (Çizelge 9). Ortalama faydalı su kapasitesi çamurtaşı anakayasından gelişen topraklarda %14.8 iken kireçtaşı anakayasından gelişen topraklarda ise %12.9 olarak saptanmıştır (Çizelge 9). Anakaya grupları bakımından organik madde miktarları arasında farkın olmayışının yanında kireçtaşı anakayasından gelişen toprakların faydalı su kapasitesinin düşük olması yüksek solma noktası ve kil miktarının fazlalığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Faydalı su kapasiteleri kil kolloidlerinin cinsinden ve miktarından da etkileneceği unutulmamalıdır. İki tabakalı kil minerallerinin topraklarda bulunuşu faydalı su kapasitesinin azalmasına sebep olmaktadır (Kantarcı, 2000).

4.5.3. pH

Araştırma alanı topraklarının pH değerleri anakayalara göre farklılık göstermektedir. Çamurtaşı anakayalarından gelişen toprakların ortalama pH'sı 5.61 iken kireçtaşı anakayasından gelişen toprakların ortalama pH'sı ise 6.69 olarak saptanmıştır (Çizelge 9). Kireçtaşı anakayasındaki karbonatlar, bu anakaya üzerindeki toprakların pH'sını çamurtaşı anakayasından gelişen topraklara göre daha fazla yükseltmiştir.

4.5.4. Erozyon Eğilimleri (Dispersiyon oranı ve Erozyon oranı)

Araştırma alanı topraklarının erozyon eğilim indekslerinden dispersiyon oranı ve erozyon oranı değerleri anakaya grupları bakımından farklılık göstermektedir. Toprakların dispersiyon oranları, çamurtaşı anakayalarından gelişen topraklarda ortalama 32.2 iken kireçtaşı anakayasından gelişen topraklarda ise 23.2 olarak saptanmıştır. Toprakların dispersiyon oranları dispersleşmemiş kil+toz miktarının mekanik analiz sonucu bulunmuş kil+toz miktarına bölünmesiyle bulunur (Balcı, 1996; Özhan, 2004). Anakayalara göre, mekanik analiz sonucu elde edilmiş kil+toz miktarları arasında bir fark bulunmazken dispersleşmemiş kil+toz miktarları istatistiki anlamda kuvvetli farklılık göstermektedir ($p<0.01$). Dispersleşmemiş kil+toz miktarları, ortalama olarak çamurtaşı anakayasında 19.3 iken kireçtaşı anakayasında 14.0 olarak belirlenmiştir. Dispersiyon oranının kireçtaşı anakayalarında daha düşük çıkması saf su ile dispersleşebilen kil+toz miktarının düşüklüğünden kaynaklanmaktadır (Çizelge 9). Toprakların vermiş oldukları kil miktarının yanında kil mineralleri cinsi, saf su ile dispersleşebilen kil miktarını etkilemektedir. Eğer kil mineralleri üç tabakalı (simektit) bir mineral ise kolayca dispersleşmekte ve dispersiyon oranının hesaplandığı formülde pay yüksek çıkmaktadır. Kesrin payı yüksek paydası düşük olduğunda dispersiyon oranı yüksek bulunmaktadır. Yapılan bazı çalışmalarda da dispersiyon oranı killi şist anakayalarında yüksek bulunmuştur (Özyuvacı, 1976).

Araştırma alanı toprakları anakaya gruplarına göre erozyon oranları bakımından da farklılık göstermektedir ($p<0.01$). Erozyon oranındaki eğilim dispersiyon oranındaki gibidir. Yani çamurtaşı anakayasında gelişen toprakların erozyon oranları kireçtaşı anakayasında gelişen toprakların erozyon oranından yüksektir. Erozyon oranları çamurtaşı ve kireçtaşı anakayalarında sırası ile 29.2 ve

21.1 olarak belirlenmiştir. Erozyon oranı dispersiyon oranının kolloid/nem ekivalanı oranına bölünmesi ile hesaplandığından toprakların kil miktarı ve tarla kapasitesindeki nem miktarı bu değişkende etkilidir. Erozyon oranının yüksekliği, çamurtaş ana kayasından gelişen toprakların kil miktarları ve tarla kapasitelerinin, kireçtaşı ana kayasından gelişen toprakların kil miktarları ve tarla kapasitelerinden daha düşük olmasıyla açıklanabilir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Araştırma alanından alınan toprak örnekleri üzerinde bazı hidro-fiziksel toprak özelliklerinin arazi kullanım şekli (açık alan, tarım ve orman), anakaya (çamurtaşı ve kireçtaşı) ve toprak derinliğine (0-20 cm. ve 20-50cm.) göre değişimi incelenmiştir. Toprak örnekleri üzerinde 16 toprak özelliği belirlenmiş ve bu özellikler varyans analizi, duncan testi ve korelasyon analizleri ile karşılaştırmalı olarak mukayese edilmiştir.

Buraya kadar yapılan incelemeler sonucunda araştırma alanı ile ilgili olarak varılan sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

Araştırma alanı üst topraklarında arazi kullanım şekline göre ortalama erozyon eğilimleri, erozyon eğilim indekslerine göre (dispersiyon oranı (DO), erozyon oranı (EO) ve kolloid/nem ekivalanı (KNO)) sırasıyla açık alanda 21.4, 19.5, 1.19; tarımda 24.3, 21.5, 1.20 ve ormanda 35.6, 36.2 ve 0.99 olarak bulunmuştur. Anakaya gruplarına göre ise erozyon eğilim indeksleri (DO, EO, KNO) sırasıyla çamurtaşı anakayasında gelişen topraklarda (0-20 cm ve 20-50 cm ortalamasına göre) 32.3, 29.2, 1.17 iken, kireçtaşı anakayasında 23.2, 21.1, 1.18 olarak belirlenmiştir.

Arazi kullanım şekli ve anakaya, havza topraklarının özelliklerini önemli ölçüde değiştirmektedir. Erozyon eğilim indekslerinin tümünde topraklar sınır değerlerin üzerinde bulunmuştur. Dolayısıyla havza toprakları erozyona duyarlı bulunmaktadır.

Orman alanlarında toprak özelliklerinden kum, kil, faydalı su, hacim ağırlığı, gözenek hacmi, organik madde (OM), pH, KNO ve EO; derinlikle birlikte önemli ölçüde değişim gösterirken açık alan topraklarında ise su tutma kapasitesi ve OM

bakımından toprak derinlik kademeleri arasında farklılıklar vardır.

Tarım alanlarında toprak özellikleri derinlikle birlikte nisbi olarak bir değişim göstermekle birlikte istatistiksel olarak önemli fark bulunamamıştır. Tarım topraklarındaki yoğun işlenmeden dolayı toprak özelliklerinin derinlik kademeleri bakımından homojen bir yapı gösterdikleri söylenebilir.

Havzanın tümü için yapılan değerlendirmede incelenen 16 toprak özelliğinden üst topraklarda (0-20 cm) 8 özellik (kum, kil, faydalı su kapasitesi, OM, pH, DO, EO ve KNO), alt topraklarda (20-50 cm) ise 4 özellik (kum, kil, OM ve pH) arazi kullanım şekline göre istatistiki olarak önemli farklılık göstermektedir. Buradan, havzadaki arazi kullanım şekli özellikle üst toprak özelliklerinin farklı olmasında önemli bir etkiye sahip olduğu söylenebilir.

Araştırma alanının genelinde anakaya gruplarına (çamurtaşı ve kireçtaşı) göre 16 toprak özelliğinden 6'sı (dispersleşmemiş kil+toz, geçirgenlik, faydalı su kapasitesi, pH, DO ve EO) istatistiki olarak önemli farklılık göstermiştir. Çamurtaşı anakayasında geçirgenlik 32.7 cm/saat iken kireçtaşı anakayasında 71.7 cm/saat olarak değişmektedir. Yine çamurtaşı anakayasında pH 5.61 iken, kireçtaşı anakayasında pH 6.69 bulunmuştur. Dispersiyon oranları bakımından da çamurtaşı anakayası 32.3 iken, kireçtaşı anakayası 23.2 arasında değerler almıştır. Bu sonuçlardan anlaşılabacağı üzere anakaya farklılığı toprak özelliklerinin farklılık göstermesinde çok önemli etkiye sahiptir.

Önemli bir erozyon eğilim indeksi olan dispersiyon oranı yapılan korelasyon analizinde araştırma alanı üst toprak özelliklerinden kum, toz , faydalı su kapasitesi ve hacim ağırlığı ile pozitif; kil, su tutma kapasitesi ve gözenek hacmi ile de negatif anlamlı ve önemli ilişkiler göstermiştir (Ek çizelge 8).

İncelenen 16 toprak özelliğinden farklı olanların sayısı ormandan açık alan ve tarım alanlarına doğru gidildikçe azalmaktadır. Bunun sebebinin doğal şartların etkisinin azalıp insan müdahalesinin artması olarak düşünülebilir.

Araştırma alanı topraklarında geçirgenlik; belirlenen geçirgenlik sınıfları ile karşılaştırıldığında genel olarak orta ile çok hızlı arasında (35.0 ile 80.9 arasında) değişmektedir. Ancak, toprakların erozyon eğilimlerinin yüksek, özellikle açıklık ve tarım alanlarındaki toprak derinliklerinin sığ olması, üst toprakların korunarak kullanılmadıkları takdirde, erozyon olgusunun meydana gelmesinin kaçınılmaz olacağı akıldan çıkarılmamalıdır. Erozyon eğiliminin yüksekliği nedeniyle toprak yüzeyinden meydana gelecek aşırı taşınma toprak derinliğini daha da sığlaştırarak su tutma kapasitesinin azalmasına yol açabilecektir. Araştırma alanının yer aldığı sahadan su üretimine yönelik önemli bir işlev beklenmesi durumunda bu özelliklerin dikkate alınması kaçınılmaz olacaktır.

Araştırma alanında dispersiyon oranı ve erozyon oranı en yüksek orman alanlarında tespit edilmiştir. Bu yüzden ormanlara yapılacak olan müdahalelerde çok dikkatli olunması gerekmektedir. Havzanın çıkış noktasında yapılmakta olan baraja kalite ve kantite yönünden yeterli suyun sağlanması gerekmektedir. Bu amaca yönelik olarak havzadaki ormanların işletilme amaçları belirlenmelidir. Özellikle koruma ve su üretimine yönelik olarak belirlenecek işletme amaçları daha sağlıklı sonuçlar vereceği kanaatini oluşturmaktadır.

Araştırma alanı barajın su toplama havzasında yer almaktadır. Bu toprakların korunmaması durumunda, erozyona hassas olan topraklar taşınarak barajın su depolama kapasitesini azaltacak, buna bağlı olarak barajın ekonomik ömrü kısılacaktır. Bu ise telafisi mümkün olmayan sonuçlar doğuracaktır. İşte bundan dolayıdır ki havzanın yukarı kesimlerinde gerekli teknik, idari ve sosyo-ekonomik tedbirlerin alınması gerekmektedir.

Araştırma alanında yer alan tarım toprakları genellikle %20'den fazla eğime sahip olup bu alanların tamamında kontrolsüz ve işlemeli tarım yapılmaktadır. Oysa ki tarım yapılan % 8-20 arası eğime sahip alanlarda bile koruma tedbirleri alınması gerekmektedir. Daha yüksek eğimli alanlar ise tamamen devamlı bir vejetasyon örtüsü altında bulundurulmalıdır.

Arazi sınıflamasının temel ilkelerinden olan “toprağın bütün fiziksel, hidrolojik ve kimyasal özelliklerine bağı olan toprak verimliliğinin sürekliliğı” korunmalıdır.

Unutmamak gerekir ki, araziyi kapasitesi ve yeteneklerine uygun bir şekilde yapılmış sınıflandırmaya göre kullanmak, toprak erozyonunu önlemek veya toprak erozyonun başlamasına fırsat vermemek demektir. Bu suretle de toprak korumasındaki en iyi ve temel ilke olan “araziyi toprak erozyonuna neden olmadan kullanma ilkesi” yerine getirilmiş olacaktır.

KAYNAKLAR

ALLEN, A. and CHAPMAN, D., 2001. Impacts of Afforestation on Graundwater Resources and Quality, Hydrogeology Journal, Volume 9, pp: 390-400.

ANONİM, 1999. T.C. Sinop Orman Bölge Müdürlüğü, Ayancık Orman İşletme Müdürlüğü, Göldağ Orman İşletme Şefliği Amenajman Planı.

ANONİM, 2003. Türkiye Ulusal Jeodezi ve Jeofizik Birliği, Türkiye Ulusal Meteorolojik ve Hidrolojik Afetler Programı (TUMEHAP), Ankara.

ANONİM, 2005. D.M.İ., Sinop Meteoroloji Müdürlüğü.

ANONİM, 2006. Toprak ve Su Kaynaklarımız, <http://www.dsi.gov.tr/topraksu.htm> (Ziyaret Tarihi: 16 Kasım 2006).

ANŞİN, R., 1983. Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve Bu Bölgelerde Yayılan Asal Vejetasyon Tipleri, K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 6, 2, 318-340.

ARP, P.A., 1999. Soils for Plant Growth Field and Laboratory Manual, Faculty of Forestry and Environmental Management, University of New Brunswick.

BALCI, A.N., 1973. İç Anadolu'da Anamateryal ve Bakı Faktörlerinin Erodobilité İle İlgili Toprak Özellikleri Üzerindeki Etkileri, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 195, İstanbul.

BALCI, A.N., ÖZYUVACI, N. ve ÖZHAN, S., 1981. Havza Amenajmanı ve Türkiye'deki Gelişimi, Doğumunun 100. Yılında Atatürk'e Armağan, İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul.

BALCI, A.N., 1996. Toprak Koruması, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:439, İstanbul

BOZALİ, N., 2003. Kahramanmaraş Sır Barajı Derin Dere Yağış Havzasında Farklı Arazi Kullanım Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Hidrolojik Özellikleri ile Erozyon Eğilimleri Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, A.İ.B.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu.

BRUAND, A. and TESSIER, D., 2000. Water Retention Properties of the Clay in Soils Developed on Clayey Sediments: Significance of Parent Material and Soil History, *European Journal of Soil Science*, Volume 51, pp: 679-688.

ÇELİK, İ., 2004. Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of Turkey, *Soil&Tillage Research* 83 (2005) 270-277.

ÇEPEL, N., 1986. Barajların Yukarı Yağış Havzaları İçin Arazi Kullanma Planlamasının Ekolojik Esasları, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, Cilt36, Sayı 2

ÇEPEL, N., 1995. Orman Ekolojisi, *İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları*, Yayın No: 399, İstanbul.

DAVIS, P.H., 1965. *Flora of Turkey and The East Aegean Islands*, Vol.1, at the University Press, Edinburgh.

EROL, A., 2004. Gümüşhane İli Köse Deresi Yağış Havzasında Toprak Oluşumunu Etkileyen Faktörlerin Hidro-Fiziksel Toprak Özellikleri Üzerindeki Etkisi, *Doktora Tezi*, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

FU, B., CHEN, L., MA, K., ZHOU, H. and WANG, J., 2000. The Relationships between Land Use and Soil Conditions in the Hilly Area of the Loess plateau in Northern Shaanxi, China, *Catena*, Volume 39, Issue 1, pp:69-78.

GABRIELS, D., The Effect of Slope Length on the Amount and Size Distribution of Eroded Silt Loam Soils: Short Slope Laboratory Experiments on Interill Erosion, *Geomorphology*, Volume 28, pp: 169-172, 1999.

GIOVANNI, G., VALLEJO, R., LUCCHESI, S., BAUTISTA, S., CIOMPI, S. and LIOVET, J., 2001. Effects of Land Use and Eventual Fire on Soil Erodibility in Dry Mediterranean Conditions, *Forest Ecology and Management*, Volume 147, Issue 1, pp: 15-23.

GÖKBULAK, F., 1998. Hayvan Çiğnenmesinin Toprağın Hidro-Fiziksel Özellikleri Üzerindeki Etkileri, *Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 48, sayı 2, İstanbul.

GÖKBULAK, F., 2003. Otlaklarda Hayvanların Geçiş Yaptığı Aşırı Derecede Çiğnenmiş Güzergahlarda Bazı Fiziksel Toprak Özelliklerinin Değişimi, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 53, Sayı 1, Sayfa 39-46.

GÜLÇUR, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 201, İstanbul.

HEDDAJ, D. and GASCUEL-ODOUX, C., 1999. Topografik and Seasonal Variations of Unsaturated Hydraulic Conductivity as Measured by Tension Disc Infiltrometers at the Field Scale, European Journal of Soil Science, Volume 50, pp: 275-283.

HEISKANEN, J. and MAKITALO, K., 2002. Soil Water-Retention Characteristics of Scots Pine and Norway Spruce Forest Sites in Finnish Lapland, Forest Ecology and Management, Volume 162, pp: 137-152.

HIZAL, A., 1984. Hava Fotoğrafları Yorumlamasının Havza Amenajmanı (Ova Deresi Havzası, Kocaeli) Çalışmalarında Uygulanma Olanaklarının Araştırılması, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3144, O.F. Yayın No: 341, İstanbul.

HUDSON, B.D., 1994. Soil Organic Matter and Available Water Capacity, Journal of Soil and Water Conservation, Volume 49, Number 2, pp. 189-194.

IRMAK, A., 1954. Arazide ve Laboratuvarda Toprağın Araştırılması Metodları, İ.Ü. Orman fakültesi Yayınları, Yayın No: 27, İstanbul.

ISLAM, K.R. and WEIL, R.R., 2000. Land Use Effects on Soil Quality in a Tropical Forest Ecosystem of Bangladesh, Agricultural Ecosystem& Environment, 79 (1) 9-16.

JAIJEGBA, I.A., 2003. Channges in Soil Properties due to Continuous Cultivation in Nigerian Semiarid Savannah, Soil&Tillage Research, Volume 70, pp: 91-98.

JHA, M.N. and RATHORE, R.K., 1981. Erodibility of Soil in Shifting Cultivation Areas of Tripura and Orissa, Indian Forestry, Volume 5, pp. 310-313.

JUO, A.S.R. and MANU, A., 1996. Chemical Dynamics in Slash and Burn Agriculture, Agriculture Ecosystems and Environment, Volume 558, pp:49-60.

KANTARCI, M.D., 2000. Toprak İlimi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 462, Çantay Basımevi, İstanbul.

KARAGÜL, R., 1994. Trabzon-Söğütüdere Havzasında Farklı Arazi Kullanma Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Özellikleri ile Erozyon Eğilimlerinin Araştırılması, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

KARAGÜL, R., 1998. Kaynaşlı Havzasında Arazi Kullanım Durumu ve Bazı Toprak Özelliklerinin Araştırılması, A.İ.B.Ü. Araştırma Fonu Projesi, Proje Kod No: 96.05.02.17, Düzce/BOLU.

KORKANÇ, S.Y., 2003. Bartın Yöresinde Arazi Kullanım Sorunları ve Çözüm Önerileri (Iskalan Deresi Yağış Havzası Örneği), Doktora Tezi, İ.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

LANGMAACK, M., WIERMANN, C. and SCHRADER, S., 1999. Interrrelation Between Soil Physical Properties and Enchytraeidae Abundances Following a Single Soil Compaction in Arable Land, Journal of plant Nutr. Soil Science, Volume 162, pp:517-525.

LUMBANRAJA, J., SYAM, T., HISHIDE, H., MAHI, A.K., UTOMO, M., SARNO and KIMURA, M., 1988. Deterioration of Soil Fertility by Land Use Changes in South Sumatra, Indonesia; from 1970-1990, Hydrological Processes, 12 (13/14) 2003-2013.

MAYNARD, J.L., GRAHAM, R.C., WU, L. and SHOUSE, P.J., 2002. Modification of Soil Structural and Hydraulic Properties After 50 Years of Imposed Chapparal and Pine Vegetation, Geoderma, Volume 110, pp: 227-240.

MOOLENAAR, S.W. and TEMMINGHOFF, H. F.A.M., 1998. Modelling Dynamic Copper Balances for a Contaminated Sandy Soil Following Land Use Change From Agriculture to Forestry, Environmental Pollution, Volume 103, pp: 117-125.

NEUFELDT, H., RESCK, D. and AYARZA, M., 2002. Texture and Land Use Effects on Soil Organic Matter in cerrado Oxisols, Central Brasil, Geoderma, Volume 199, pp: 1-13.

NKANA, J.C.V. and TONYE, J., 2003. Assestment of Certain Soil Properties Related to Different Land-Use Systems in Kaya Watershed of Humid Forest Zone of Cameroon, Land Degradation&Development, Volume: 14, pp: 57-67.

OKATAN, A., 1987. Trabzon-Meryemana Deresi Yağış Havzası Alpin Meralarının Bazı Fiziksel ve Hidrolojik Toprak Özellikleri ile Vejetawsyon Yapısı Üzerine Araştırmalar, Tarım Orman Köyişleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayın No: 664, Seri No: 62, Ankara.

OVUKA, M., 2000. More People, More Erosion? Land Use, Soil Erosion and Soil Productivity in Murang'a District, Kenya, Land Degradation & Development, Volume 11, Issue 2, 111-124.

ÖZHAN, S., 1977. Belgrad Ormanı Ortadere Yağış Havzasında Ölü Örtünün Hidrolojik Bakımdan Önemli Özelliklerinin Bazı Yöresel Etmenlere Göre Değişimi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın NO: 2330, O.F. Yayın No: 235, İstanbul.

ÖZHAN, S., 2004. Havza Amenajmanı, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 481, İstanbul.

ÖZTAN, Y., 1980. Meryemana Deresi Havzasındaki Mera ve Orman Arazisinde Otlatmanın Değişik Etmenlerle İlişkili Olarak Fiziksel ve Hidrolojik Toprak Özellikleri Üzerindeki Etkileri, K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 3-1, 74-104, Trabzon.

ÖZYUVACI, N., 1971. Topraklarda Erozyon Eğiliminin Tesbitinde Kullanılan Bazı Önemli İndeksler, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, B. 21, 1, 190-207.

ÖZYUVACI, N., 1976. Arnavutköy Deresi Yağış Havzasında Hidrolojik Durumu Etkileyen Bazı Bitki-Toprak-Su İlişkileri, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 221, İstanbul.

ÖZYUVACI, N., 1978. Kocaeli Yarımadası Topraklarında Erozyon Eğiliminin Hidrolojik Toprak Özelliklerine Bağlı Olarak Değişimi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 233, İstanbul.

PATIRAM, BHADURIA, S.B.S., Soil Degradation in North Eastern Hill Region of India-an Overview, Indian Forester, 121 (4) 262-272., 1995.

RAI, S.C. and SHARMA, E., 1998. Comparative Assessment of Runoff Characteristics Under Different Land Use Patterns within a Himalayan Watershed Hydrological Processes 12 (13/14) 2235-2248.

SCHWARTZ, R.C., EVEET, S., UNGER, P.W., 2003. Soil Hydraulic Properties of Cropland Compared with Reestablished and Native Grassland, Geoderma, volume 116, p:47-60.

SHORT, J.R., FANNING, D.S., MC INTOSH, M.S., FOSS, J.E. and PATTERSON, J.C., 1986. Soils of The Mall in Washington, D.C: I. Statistical Summary of Properties, Soil Science Society of America Journal, Volume 3, Number 50, pp: 699-704.

SUTERLAND, R.A., BUSSEN, J.O., PLONDKE, D.L., EVANS, B.M. and ZIEGLER, A.D., 2001. Hydrophysical Degradation Associated with Hiking-Trail Use: A Case Study of Hawai'iloa Ridge Trail O'ahu, Hawai'i, Land Degradation&Development, Volume 12, pp: 71-86.

TEEPE, R., DILLING, H. and BEESE, F., 2003. Estimating Water Retention Curves of Forest Soils From Soil Texture and Bulk Density, Journal of Plant Nutr. Soil Science, Volume 166, pp: 111-119.

TÜRÜDÜ, Ö.A., 1981. Trabzon İli Hamsiköyü Yöresindeki Yüksek Arazide Aynı Bakıda Bulunan Ladin Ormanı, Kayın Ormanı, Çayır ve Mısır Tarlası Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Karşılaştırılmalı Olarak Araştırılması, KTÜ Orman Fakültesi Yayınları, Fakülte Yayın No: 13, Trabzon.

TÜYSÜZ, O., 1999. Geology of the Cretaceous Sedimentary Basins of the Western Pontides, Geological Journal, 34, 75-93.

ULU, F., 1998. Trabzon Uzungöl-Haldızın Deresi Yağış Havzasında Farklı Arazi Kullanım Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Hidrolojik Özellikleri ile Erozyon Eğilimleri Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

USLU, S., 1971. Muhtelif Arazi Kullanma Şekillerinin Yüzeysel Akış ve Erozyon Üzerine Tesiri, İ.Ü. Yayın No: 1643, O.f. Yayın No: 167, İstanbul.

USTA, A., 2002. 6831 Sayılı Orman Kanunun 2/B Maddesiyle Orman Sınırı Dışına Çıkarılan Yerlerin Kimi Ekolojik Özelliklere Göre İrdelenmesi (Ordu-Ünye), Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

VAN DEN BERG, M., KLAMT, E., VAN REEUWIJK, L.P. and SOMBROEK, W.G., Pedotransfer Functions for the Estimation of Moisture Retention Characteristics of Ferrasols and Related Soils, Vol. 78, 3, pp: 189-194, 1997.

VARELA, M.E., DE BLAS, E. and BENITO, E., 2001. Physical Soil Degradation Induced by Deforestation and Slope Modification in a Temperate-Humid Environment, Land Degradation&Development, Volume 12, Issue 5, 477-484.

WALL, A. and HEISKANEN, J., 2003. Water Retention Characteristics and Related Physical of Soil on Afforested Agricultural Land in Finland, Forest Ecology and Management, Volume 186, pp: 21-37.

WATENABE, A., SARNO R.J., TSUTSUKI, K. and 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, Volume 52, pp: 599-606.

WIENHOLD, B.J., HENRICKSON, and KARN, J.F., 2001. Pasture Management Influences on Soil Properties in the Northern Great Plains, Journal of Soil and Water Conservation, Volume 56, Number 1, pp: 27-31.

WILLIAMS, A.G., TERNAN, J.L., FITZJOHN, C., ALBA, S. and PEREZ-GONZALEZ, A., 2003. Soil Moisture Variability and Land Use in a Temperate-Humid Environment, Land Degradation&Development, Volume 12, pp: 477-484.

WISCHARN, T. and KASEM, C., 1973. An Astimation and Soil Erodibility from Clay Content, Organic Matter, Bulk Density and Gravel of Hill Evergreen Forest in Thailand, Kog-Ma Watershed Research Bulletin, Faculty of Forestry, Kasestart University, 13, p.40.

YILMAZ, M., 2005. Doğu Karadeniz Bölümü Saf Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Ekosistemlerinde Kimi Ortam Etmenlerinin Kayının Gelişimine (Verimliliğine) Etkileri Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

YOMRALIOĞLU, T., 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar, 1. Baskı, Seçil Ofset, İstanbul.

EKLER

Ek Çizelge 1. Araştırma Sahasına İlişkin Bazı Bilgiler ve Toprak Özellikleri

Akş	Profil No	Ana kaya	Bakı Grubu	Toprak Der.(cm)	Eğim %	Toprk türü	Kum %	Toz %	Kil %	Dmmktz %	Ktoz %	Sutut %	Perm. cm/h	Tk %	Sn %	Fsk %	Hacg gr/cm ³	Tnyoğ gr/cm ³	Gzhac %	Om %	pH (H ₂ O)	Do	Kolne	Ero
AÇIKLIK	1	Kireçtaşı	K	0-20	45	BK	52.1	15.6	32.4	12.9	47.9	33.4	179.6	32.6	17.9	14.7	1.09	2.53	56.8	3.08	7.52	27.0	0.99	27.1
	20-50			45	AK	36.5	17.9	45.6	11.6	63.5	34.9	83.4	33.1	19.6	13.5	1.23	2.65	53.4	1.12	7.43	18.3	1.38	13.3	
	2			0-20	30	BK	41.6	18.7	39.7	13.2	58.4	29.0	13.3	29.9	17.4	12.5	1.46	2.49	41.6	2.10	7.62	22.6	1.33	17.0
	20-50			30	BK	42.8	24.6	32.7	15.5	57.2	24.9	24.2	29.8	14.2	15.6	1.42	2.53	44.1	0.70	7.55	27.0	1.10	24.6	
	3			0-20	10	AK	30.0	15.1	54.9	12.7	70.0	41.1	10.6	43.4	30.3	13.1	1.14	2.68	57.4	7.00	6.31	18.1	1.27	14.3
	20-50			10	BK	36.5	19.5	44.0	11.2	63.5	35.7	32.4	43.5	29.5	14.0	1.21	2.74	56.1	3.50	6.50	17.7	1.01	17.5	
	4		0-20	10	AK	26.2	16.3	57.5	11.0	73.8	40.9	74.4	41.9	29.5	12.4	1.14	2.42	52.8	7.79	6.56	14.9	1.37	10.9	
	5		G	0-20	50	BK	45.3	23.4	31.3	21.2	54.8	32.3	9.1	33.6	20.2	13.4	1.43	2.71	47.4	2.64	7.32	38.7	0.93	41.4
	20-50			50	BK	54.5	18.6	26.9	12.8	45.5	24.6	1.3	29.9	17.2	12.8	1.65	2.63	37.4	3.50	7.64	28.2	0.90	31.5	
	6			0-20	40	AK	33.3	17.3	49.3	8.4	66.7	31.0	47.8	32.0	20.3	11.8	1.28	2.78	53.9	1.82	7.54	12.6	1.54	8.2
	20-50			40	KuK	57.7	16.9	25.4	14.9	42.3	25.5	48.5	31.8	19.3	12.5	1.50	2.73	45.1	1.26	7.44	35.3	0.80	44.3	
	7			0-20	15	KuKB	59.7	18.4	22.0	10.2	40.4	31.7	2.7	25.3	14.5	10.8	1.40	2.45	43.0	2.10	5.36	25.2	0.87	29.0
	20-50			15	KuK	55.5	17.7	26.8	8.8	44.5	28.9	26.6	24.8	12.7	12.1	1.42	2.56	44.6	0.70	5.48	19.7	1.08	18.3	
	8		K	0-20	35	BK	45.1	15.5	39.3	14.3	54.9	31.3	1.2	43.0	26.9	16.1	1.49	2.45	39.2	0.88	5.92	26.1	0.91	28.5
	20-50			35	AK	37.2	16.4	46.4	15.1	62.8	37.7	36.4	43.1	27.5	15.6	1.25	2.49	50.0	0.70	6.20	24.0	1.08	22.2	
	9			0-20	60	AK	24.2	17.2	58.6	11.9	75.8	37.5	42.0	42.5	25.2	17.3	1.33	2.51	46.8	2.38	7.37	15.8	1.38	11.4
	20-50			60	BK	49.2	18.1	32.7	15.0	50.8	30.7	260.5	38.3	24.1	14.2	1.16	2.73	57.7	1.40	7.50	29.4	0.85	34.5	
	10		G	0-20	40	BK	34.3	24.8	41.0	16.2	65.7	33.1	49.6	34.1	23.8	10.3	1.32	2.74	51.9	0.28	7.62	24.6	1.20	20.5
	20-50	40		BK	40.7	25.5	33.9	14.9	59.3	30.7	46.1	30.9	18.0	12.9	1.30	2.70	52.1	0.14	7.76	25.1	1.10	22.9		
	11	Ç.a mur taşı	K	0-20	30	AK	35.9	11.9	52.2	16.0	64.1	32.8	0.3	38.0	24.6	13.4	1.43	2.37	39.8	3.78	5.94	25.0	1.38	18.2
	12	20-50		30	AK	31.7	14.0	54.3	10.8	68.3	40.2	9.3	37.2	23.1	14.2	1.26	2.52	50.0	0.28	6.03	15.8	1.46	10.9	
		0-20		20	AK	22.1	18.0	60.0	13.3	77.9	35.1	0.3	40.3	27.4	12.9	1.45	2.76	47.4	1.68	6.02	17.1	1.49	11.5	
		20-50		20	AK	23.1	14.8	62.1	10.1	77.0	29.5	1.1	38.1	26.1	12.0	1.52	2.66	42.9	0.14	6.50	13.2	1.63	8.1	
	13	Çamurtaşı	G	0-20	15	BK	45.4	15.5	39.1	8.7	54.6	34.5	11.5	36.9	26.8	10.1	1.23	2.48	50.3	0.98	7.02	15.9	1.06	15.0
	14			0-20	5	AK	19.0	23.4	57.6	12.7	81.0	44.3	129.6	41.9	28.0	13.9	1.07	2.74	60.9	3.22	5.35	15.7	1.37	11.4
	15			0-20	20	KuK	55.2	10.9	33.9	9.9	44.8	45.3	12.9	43.5	30.1	13.4	1.12	2.75	59.5	4.06	7.35	22.1	0.78	28.3
20-50				20	KuKB	63.6	13.1	23.4	9.7	36.4	22.7	229.6	33.9	21.8	12.1	1.35	2.56	47.4	0.14	7.45	26.6	0.69	38.6	

Ek Çizelge 1 (devamı). Araştırma Sahasına İlişkin Bazı Bilgiler ve Toprak Özellikleri

Akış	Profil No	Ana kaya	Bakı Grubu	Toprak Der.(cm)	Eğim %	Toprak türü	Kum %	Toz %	Kil %	Dmmktz %	Ktoz %	Sutut %	Perm. cm/h	Tk %	Sn %	Fsk %	Hacg gr/cm ³	Tnyoğ gr/cm ³	Gzhac %	Om %	pH (H ₂ O)	Do	Kolne	Ero
TARIM	1	Kireç taşı	K	0-20	3	BK	46.9	22.9	30.2	12.4	53.1	41.9	104.2	37.6	25.6	12.0	1.11	2.78	60.0	1.89	7.51	23.4	0.80	29.1
				20-50	3	BK	38.5	17.5	44.0	12.8	61.5	34.9	260.5	37.2	24.9	12.3	1.08	2.64	59.3	4.92	7.58	20.8	1.18	17.6
	2			0-20	20	BK	33.6	28.7	37.8	14.3	66.4	48.4	63.5	45.0	31.9	13.1	0.99	2.60	62.0	8.57	7.29	21.5	0.84	25.7
				20-50	20	AK	23.2	17.8	59.0	11.6	76.8	44.2	1.8	45.8	32.0	13.8	1.05	2.70	61.0	6.82	7.44	15.1	1.29	11.7
	3	Kireçtaşı	G	0-20	50	BK	37.0	21.0	42.1	17.2	63.0	38.2	15.8	36.7	21.0	15.7	1.31	2.72	51.9	1.52	7.52	27.4	1.15	23.8
				20-50	50	AK	20.0	27.3	52.7	19.0	80.0	34.8	4.3	33.9	21.0	12.9	1.33	2.42	45.2	9.90	7.41	23.7	1.55	15.3
	4		K	0-20	10	AK	30.8	22.7	46.5	24.3	69.2	29.5	4.5	30.9	21.1	9.9	1.47	2.67	44.8	3.43	7.69	35.1	1.50	23.3
				20-50	10	AK	32.6	20.9	46.5	27.0	67.4	24.6	2.5	32.4	17.1	15.3	1.69	2.70	37.5	9.08	7.70	40.1	1.43	28.0
	5			0-20	40	AK	19.0	17.5	63.6	14.7	81.1	47.0	260.5	46.6	32.2	14.5	0.97	2.72	64.4	4.63	5.84	18.2	1.36	13.3
				20-50	40	BK	41.4	14.2	44.4	9.2	58.6	35.0	0.0	45.1	30.1	15.1	1.34	2.68	50.1	2.74	6.34	15.7	0.98	15.9
	6			0-20	15	KuKB	64.6	12.0	23.5	14.6	35.4	22.3	17.5	26.7	15.7	11.0	1.59	2.58	38.5	1.41	7.40	41.3	0.88	46.9
				20-50	15	KuKB	61.5	15.5	23.0	11.0	38.5	.	.	24.7	14.5	10.2	.	2.71	.	1.59	7.65	28.7	0.93	30.8
	7			0-20	10	AK	30.4	18.7	51.0	15.1	69.7	36.4	236.8	42.4	28.1	14.3	1.13	2.50	54.7	4.35	7.42	21.7	1.20	18.0
				20-50	10	AK	32.2	16.7	51.1	10.8	67.8	34.0	108.5	40.2	26.5	13.7	1.31	2.74	52.2	3.24	7.45	15.9	1.27	12.5
	8			0-20	20	AK	17.5	14.6	67.9	15.9	82.5	47.2	113.3	52.8	36.8	16.0	1.02	2.52	59.7	11.93	7.37	19.3	1.28	15.0
				20-50	20	AK	26.8	22.7	50.6	12.9	73.2	33.0	4.7	45.2	30.2	15.0	1.40	2.51	44.1	3.33	7.56	17.6	1.12	15.7
	9	Çamurtaşı	G	0-20	20	AK	31.1	19.6	49.4	15.2	69.0	37.2	84.0	36.2	20.4	15.8	1.12	2.53	55.7	3.65	4.62	22.1	1.36	16.2
				20-50	20	AK	24.1	8.2	67.6	10.5	75.9	38.1	0.0	46.1	30.8	15.3	1.45	2.75	47.5	2.82	5.11	13.8	1.47	9.4
	10			0-20	5	AK	42.4	11.4	46.2	10.8	57.6	45.3	26.1	42.6	27.6	15.1	1.04	2.15	51.4	5.11	4.94	18.7	1.08	17.2
				20-50	5	BK	44.3	16.5	39.2	6.0	55.7	23.0	13.7	39.1	26.4	12.7	1.37	2.36	42.0	3.33	4.81	10.7	1.00	10.7
	11			0-20	20	AK	30.1	18.2	51.7	14.8	69.9	35.7	0.0	45.7	32.8	12.8	1.22	2.71	54.9	3.81	6.50	21.2	1.13	18.7
				20-50	20	AK	27.5	17.5	55.0	13.5	72.5	49.4	2.5	47.0	32.4	14.5	1.07	2.62	59.2	3.43	6.55	18.6	1.17	15.9
	12	Kireçtaşı	K	0-20	20	AK	22.0	13.5	64.5	12.2	78.0	37.8	0.6	38.5	29.6	9.0	1.17	2.55	53.9	4.07	6.41	15.7	1.68	9.4
				20-50	20	AK	20.2	13.8	66.0	13.7	79.8	38.0	0.0	43.0	32.1	10.9	1.23	2.64	53.4	2.76	7.16	17.1	1.53	11.2
	13			0-20	25	AK	32.0	17.7	50.3	20.9	68.0	22.1	125.2	37.3	26.4	10.9	1.36	2.50	45.9	4.67	7.27	30.7	1.35	22.8
				20-50	25	AK	27.9	15.7	56.4	20.0	72.1	29.9	275.5	29.5	26.8	2.8	1.41	2.61	46.1	3.81	7.72	27.7	1.91	14.5

Ek Çizelge 1 (devamı). Araştırma Sahasına İlişkin Bazı Bilgiler ve Toprak Özellikleri

Akş	Profil No	Ana kaya	Bakı Grubu	Toprak Der.(cm)	Eğim %	Toprk türü	Kum %	Toz %	Kil %	Dmmktz %	Ktoz %	Sutut %	Perm. cm/h	Tk %	Sn %	Fsk %	Hacg gr/cm³	Tnyoğ gr/cm³	Gzhac %	Om %	pH (H₂O)	Do	Kolne	Ero
ORMAN	1	Kireç taşı	K	0-20	20	BK	40.5	15.4	44.1	17.4	59.5	37.7	1.2	43.4	34.2	9.2	1.30	2.53	48.6	20.06	7.26	29.2	1.02	28.7
	20-50			20	AK	36.0	14.2	49.9	9.9	64.0	46.4	4.8	42.0	29.4	12.6	1.19	2.66	55.5	4.83	7.31	15.4	1.19	13.0	
	2			0-20	35	BK	47.9	13.8	38.3	8.3	52.1	40.2	31.0	42.2	33.3	8.9	1.18	2.57	54.0	6.84	5.68	15.9	0.91	17.5
	20-50			35	BK	42.3	19.8	37.9	11.0	57.7	52.0	47.4	44.2	32.1	12.1	1.29	2.50	48.6	4.60	6.98	19.1	0.86	22.2	
	3			0-20	35	BK	38.1	25.4	36.5	18.7	61.9	26.8	35.4	31.0	16.1	14.9	1.48	2.50	41.1	3.68	4.96	30.2	1.18	25.6
	20-50			35	BK	42.4	23.2	34.3	29.6	57.6	23.7	0.2	26.8	15.0	11.8	1.63	2.41	32.7	1.06	5.79	51.4	1.28	40.2	
	4		G	0-20	3	BK	39.4	19.2	41.5	10.4	60.6	30.6	200.4	33.4	19.3	14.2	1.39	2.54	45.4	1.89	4.70	17.1	1.24	13.8
	20-50			3	AK	30.9	10.9	58.3	11.0	69.1	38.0	43.4	37.6	27.0	10.6	1.35	2.61	48.3	0.66	4.86	15.8	1.55	10.2	
	5			0-20	55	KuK	59.8	14.8	25.4	8.9	40.3	31.4	52.6	45.3	27.5	17.9	1.20	2.75	56.3	6.26	4.40	22.0	0.56	39.2
	20-50			55	AK	30.3	17.8	51.9	14.4	69.7	32.5	90.6	36.5	24.0	12.6	1.32	2.66	50.3	4.75	5.46	20.7	1.42	14.6	
	6	Çamurtaşı	K	0-20	10	BK	48.2	19.7	32.1	12.5	51.8	31.9	173.6	34.4	19.3	15.1	1.11	2.73	59.6	4.47	5.74	24.0	0.94	25.7
	20-50			10	BK	41.2	20.5	38.4	14.6	58.8	39.2	118.4	33.3	21.4	12.0	1.19	2.71	56.3	2.81	5.86	24.9	1.15	21.6	
	7			0-20	20	BK	53.2	14.7	32.1	9.0	46.8	35.6	7.2	42.1	28.1	14.1	1.30	2.76	52.9	4.83	4.51	19.3	0.76	25.3
	20-50			20	AK	24.7	16.1	59.2	11.5	75.3	32.9	118.4	42.6	28.9	13.7	1.40	2.50	43.9	2.15	5.11	15.3	1.39	11.0	
	8		G	0-20	35	AK	36.6	14.0	49.4	13.2	63.4	41.9	34.7	52.0	38.9	13.0	1.08	2.61	58.8	10.81	6.60	20.9	0.95	21.9
	20-50			35	BK	48.9	17.2	33.9	8.5	51.1	24.0	27.6	47.4	35.0	12.4	1.41	2.69	47.8	4.07	7.04	16.6	0.71	23.2	
	9		K	0-20	5	BK	45.6	11.6	42.8	11.0	54.4	39.3	110.2	48.0	35.6	12.4	1.13	2.42	53.1	6.42	5.14	20.2	0.89	22.7
	20-50			5	AK	13.8	16.5	69.7	6.5	86.3	32.5	29.8	44.8	30.8	14.0	1.30	2.75	52.5	4.47	6.74	7.5	1.56	4.9	
	10			0-20	5	BK	43.2	22.6	34.2	10.4	56.8	36.8	275.5	38.9	21.9	17.1	1.07	2.59	58.8	7.82	5.16	18.3	0.88	20.9
	20-50			5	AK	24.4	13.8	61.7	14.1	75.6	38.0	137.8	37.2	22.1	15.1	1.15	2.48	53.4	3.58	5.01	18.7	1.66	11.2	
	11	0-20		25	BK	48.4	14.1	37.6	10.7	51.6	37.7	137.8	40.0	28.3	11.7	0.97	2.64	63.2	2.73	4.47	20.7	0.94	22.0	
				20-50	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.62	.	.	.	.
	12	Çamurtaşı	G	0-20	30	BK	41.5	25.0	33.5	41.4	58.5	33.1	5.9	31.6	11.1	20.6	1.34	2.53	46.9	4.11	4.98	70.9	1.06	66.9
	20-50			30	AK	30.1	22.1	47.8	35.8	69.9	26.6	1.1	29.7	15.0	14.6	1.57	2.64	40.5	1.73	5.19	51.2	1.61	31.8	
	13		K	0-20	15	BK	43.1	23.4	33.5	24.4	56.9	29.8	1.3	30.6	15.2	15.4	1.39	2.75	49.3	3.05	5.93	42.8	1.10	39.1
				20-50	15	BK	32.8	24.1	43.1	21.9	67.2	26.5	0.0	31.3	16.1	15.2	1.60	2.71	40.8	0.66	5.55	32.6	1.38	23.6

Ek Çizelge 1 (devamı). Araştırma Sahasına İlişkin Bazı Bilgiler ve Toprak Özellikleri

Akş	Profil No	Ana kaya	Bakı Grubu	Toprak Der.(cm)	Eğim %	Toprkr türü	Kum %	Toz %	Kil %	Dmmktz %	Ktoz %	Sutut %	Perm. cm/h	Tk %	Sn %	Fsk %	Hacg gr/cm³	Tnyoğ gr/cm³	Gzhac %	Om %	pH (H₂O)	Do	Kolne	Ero
ORMAN	14	Çamurtaşı	G	0-20	25	BK	52.1	22.9	25.1	31.0	48.0	28.2	15.1	31.0	11.4	19.6	1.45	2.74	47.2	3.55	4.65	64.6	0.81	79.7
				20-50	25	BK	42.4	22.6	35.0	26.0	57.6	26.2	1.8	28.8	13.5	15.3	1.54	2.47	37.6	1.08	5.05	45.2	1.21	37.2
	15		K	0-20	70	BK	36.5	29.6	33.9	37.6	63.5	28.4	37.2	28.9	11.1	17.8	1.40	2.55	45.2	2.68	4.48	59.2	1.17	50.5
				20-50	70	BK	34.3	22.8	42.9	33.1	65.7	29.8	13.2	30.1	15.7	14.4	1.30	2.46	47.0	1.32	4.72	50.4	1.42	35.4
	16			0-20	20	BK	41.3	23.3	35.4	26.4	58.7	34.6	1.4	32.6	14.8	17.8	1.29	2.50	48.4	4.18	5.04	44.9	1.09	41.3
				20-50	20	AK	28.3	18.9	52.8	16.6	71.7	29.0	27.2	33.8	19.5	14.3	1.51	2.43	38.0	0.44	5.86	23.1	1.56	14.8
	17			0-20	20	BK	48.2	23.8	28.1	28.7	51.8	29.8	80.1	26.5	9.0	17.5	1.16	2.45	52.7	2.48	4.65	55.4	1.06	52.4
				20-50	20	AK	32.0	17.2	50.9	20.2	68.0	27.3	0.2	30.5	18.0	12.5	1.44	2.44	40.9	0.83	5.18	29.8	1.67	17.8
	18			0-20	30	BK	51.3	22.6	26.1	33.8	48.7	31.2	1.9	26.0	9.8	16.2	1.43	2.51	42.9	3.31	5.54	69.3	1.01	68.9
				20-50	30	BK	47.0	24.7	28.3	29.7	53.0	29.2	2.8	25.0	9.6	15.3	1.45	2.64	44.9	1.45	6.05	56.1	1.13	49.7
	19			0-20	50	BK	39.7	27.7	32.7	26.8	60.3	38.9	77.2	32.9	12.1	20.8	1.06	2.77	61.8	5.60	5.48	44.4	0.99	44.8
				20-50	50	BK	42.7	24.6	32.7	24.8	57.3	30.8	0.3	28.9	13.5	15.4	1.40	2.68	47.8	1.44	5.52	43.2	1.13	38.2
	20		G	0-20	40	AK	30.3	22.5	47.3	16.1	69.7	47.4	62.0	38.3	24.4	13.9	1.02	2.57	60.4	8.62	5.22	23.1	1.23	18.7
				20-50	40	AK	29.8	25.0	45.2	21.0	70.2	30.2	0.7	33.8	21.5	12.3	1.44	2.79	48.4	3.38	6.05	30.0	1.34	22.4

Akş:Araz kullanım şekli, G: Güney bakı, K: Kuzey bakı, BK: Balçıklı kil, AK: Ağır kil, KuK;Kumlu kil, KuKB: Kumlu killi balçık, Dmmktz:Dispersleşmemiş kil+toz, Ktoz: kil+toz, Sutut:Su tutma kapasitesi,

Perm:Permeabilite, Tk: Tarla Kapasitesi, Sn: Solma Noktası, Fsk: Faydalı su kapasitesi, Hacg: Hacim ağırlığı, Tnyoğ: Tane yoğunluğu, Gzhac: Gözenek hacmi, Om: Organik madde, Do: Dispersiyon oranı, Kolne:

Kolloid/Nem ekivalanı oranı, Ero: Erozyon oranı

Ek Çizelge 2. Üst toprak (0-20 cm) özelliklerinin arazi kullanım şekline göre varyans analizi sonuçları

Değişkenler	Arazi K.Ş.	N	Ortalama	Standart Hata	F oranı	Önem Seviyesi
Kum (%)	Açıklık	15	37.96	3.222	4.204	0.021
	Tarım	13	33.63	3.464		
	Orman	20	44.22	1.558		
Toz (%)	Açıklık	15	17.46	1.021	1.623	0.209
	Tarım	13	18.32	1.346		
	Orman	20	20.29	1.177		
Kil (%)	Açıklık	15	44.58	3.087	6.517	0.003
	Tarım	13	48.05	3.584		
	Orman	20	35.48	1.542		
Su tutma kapasitesi (%)	Açıklık	15	35.56	1.317	0.910	0.410
	Tarım	13	37.62	2.425		
	Orman	20	34.56	1.202		
Geçirgenlik (cm/saat)	Açıklık	15	39.01	13.624	1.223	0.304
	Tarım	13	80.92	24.086		
	Orman	20	67.08	17.125		
Tarla kapasitesi (%)	Açıklık	15	37.25	1.483	1.075	0.350
	Tarım	13	39.92	1.925		
	Orman	20	36.45	1.633		
Solma noktası (%)	Açıklık	15	24.18	1.297	2.404	0.102
	Tarım	13	26.86	1.667		
	Orman	20	21.06	2.151		
Faydalı su (%)	Açıklık	15	13.07	0.511	4.219	0.021
	Tarım	13	13.06	0.659		
	Orman	20	15.40	0.753		
Hacim ağırlığı (gr/cm ³)	Açıklık	15	1.29	0.039	1.282	0.287
	Tarım	13	1.19	0.053		
	Orman	20	1.24	0.035		
Tane yoğunluğu (gr/cm ³)	Açıklık	15	2.59	0.038	0.094	0.910
	Tarım	13	2.58	0.045		
	Orman	20	2.60	0.025		
Gözenek hacmi (%)	Açıklık	15	49.91	1.823	1.072	0.351
	Tarım	13	53.67	2.036		
	Orman	20	52.32	1.481		
Organik madde (%)	Açıklık	15	2.92	0.543	3.036	0.049
	Tarım	13	4.54	0.800		
	Orman	20	5.67	0.916		
pH	Açıklık	15	6.72	0.217	17.971	0.000
	Tarım	13	6.75	0.285		
	Orman	20	5.23	0.167		
Dispersiyon oranı	Açıklık	15	21.42	1.736	5.458	0.008
	Tarım	13	24.31	2.046		
	Orman	20	35.62	4.262		
Kolloid/nem ekivalanı	Açıklık	15	1.19	0.064	5.103	0.010
	Tarım	13	1.20	0.072		
	Orman	20	0.99	0.037		
Erozyon oranı	Açıklık	15	19.52	2.430	7.257	0.002
	Tarım	13	21.49	2.599		
	Orman	20	36.28	4.252		

Ek Çizelge 3. Alt toprak (20-50 cm) özelliklerinin arazi kullanım şekline göre varyans analizi sonuçları

Değişkenler	Arazi K.Ş.	N	Ortalama	Standart Hata	F oranı	Önem Seviyesi
Kum (%)	Açıklık	12	44.07	3.484	4.383	0.019
	Tarım	13	32.32	3.241		
	Orman	19	34.44	2.033		
Toz (%)	Açıklık	12	18.10	1.084	1.248	0.298
	Tarım	13	17.25	1.273		
	Orman	19	19.57	0.960		
Kil (%)	Açıklık	12	37.83	3.598	3.692	0.034
	Tarım	13	50.43	3.246		
	Orman	19	45.99	2.592		
Su tutma kapasitesi (%)	Açıklık	12	30.51	1.619	1.202	0.311
	Tarım	12	34.90	2.125		
	Orman	19	32.36	1.712		
Geçirgenlik (cm/saat)	Açıklık	12	66.60	24.999	0.671	0.517
	Tarım	12	56.17	29.885		
	Orman	19	35.02	10.628		
Tarla kapasitesi (%)	Açıklık	12	34.54	1.625	2.064	0.140
	Tarım	13	39.18	1.991		
	Orman	19	34.96	1.521		
Solma noktası (%)	Açıklık	12	21.09	1.506	3.048	0.058
	Tarım	13	26.52	1.615		
	Orman	19	21.47	1.681		
Faydalı su (%)	Açıklık	12	13.45	0.370	0.647	0.529
	Tarım	13	12.66	0.940		
	Orman	19	13.49	0.339		
Hacim ağırlığı (gr/cm ³)	Açıklık	12	1.36	0.043	1.054	0.358
	Tarım	12	1.31	0.053		
	Orman	19	1.39	0.032		
Tane yoğunluğu (gr/cm ³)	Açıklık	12	2.63	0.026	0.431	0.652
	Tarım	13	2.62	0.034		
	Orman	19	2.59	0.028		
Gözenek hacmi (%)	Açıklık	12	48.38	1.709	1.253	0.297
	Tarım	12	49.79	2.150		
	Orman	19	46.07	1.467		
Organik madde (%)	Açıklık	12	1.13	0.343	10.627	0.000
	Tarım	13	4.44	0.712		
	Orman	20	2.40	0.345		
pH	Açıklık	12	6.96	0.222	11.044	0.000
	Tarım	13	6.96	0.273		
	Orman	19	5.75	0.179		
Dispersiyon oranı	Açıklık	12	23.35	1.871	2.855	0.069
	Tarım	13	20.41	2.196		
	Orman	19	29.83	3.479		
Kolloid/nem ekivalanı	Açıklık	12	1.09	0.081	3.033	0.059
	Tarım	13	1.29	0.077		
	Orman	19	1.33	0.060		
Erozyon oranı	Açıklık	12	23.87	3.268	2.266	0.117
	Tarım	13	16.08	1.778		
	Orman	19	23.30	2.815		

Ek Çizelge 4. Açık alan topraklarının derinlik kademelerine göre varyans analizi sonuçları

Değişkenler	Top.Der.	N	Ortalama	Standart Hata	F oranı	Önem Seviyesi
Kum (%)	0-20 cm	15	37.96	3.222	1.646	0.211
	20-50cm	12	44.07	3.484		
Toz (%)	0-20 cm	15	17.46	1.021	0.179	0.676
	20-50cm	12	18.10	1.084		
Kil (%)	0-20 cm	15	44.58	3.087	2.044	0.165
	20-50cm	12	37.83	3.598		
Su tutma kapasitesi (%)	0-20 cm	15	35.56	1.317	5.988	0.022
	20-50cm	12	30.51	1.619		
Geçirgenlik (cm/saat)	0-20 cm	15	39.01	13.624	1.045	0.316
	20-50cm	12	66.60	24.999		
Tarla kapasitesi (%)	0-20 cm	15	37.25	1.483	1.509	0.231
	20-50cm	12	34.54	1.625		
Solma noktası (%)	0-20 cm	15	24.18	1.297	2.441	0.131
	20-50cm	12	21.09	1.506		
Faydalı su (%)	0-20 cm	15	13.07	0.511	0.339	0.565
	20-50cm	12	13.45	0.370		
Hacim ağırlığı (gr/cm ³)	0-20 cm	15	1.29	0.039	1.222	0.279
	20-50cm	12	1.36	0.043		
Tane Yoğunluğu (gr/cm ³)	0-20 cm	15	2.59	0.038	0.496	0.488
	20-50cm	12	2.63	0.026		
Gözenek hacmi (%)	0-20 cm	15	49.91	1.823	0.356	0.556
	20-50cm	12	48.38	1.709		
Organik madde (%)	0-20 cm	15	2.92	0.543	6.880	0.015
	20-50cm	12	1.13	0.343		
pH	0-20 cm	15	6.72	0.217	0.565	0.459
	20-50cm	12	6.96	0.222		
Dispersiyon oranı	0-20 cm	15	21.42	1.736	0.568	0.458
	20-50cm	12	23.35	1.871		
Kollloid/nem ekivalanı	0-20 cm	15	1.19	0.064	1.003	0.326
	20-50cm	12	1.09	0.081		
Erozyon oranı	0-20 cm	15	19.52	2.430	1.191	0.286
	20-50cm	12	23.87	3.268		

Ek Çizelge 5. Tarım topraklarının derinlik kademelerine göre varyans analizi sonuçları

Değişkenler	Top.Der.	N	Ortalama	Standart Hata	F oranı	Önem Seviyesi
Kum (%)	0-20 cm	13	33.63	3.464	0.076	0.785
	20-50cm	13	32.32	3.241		
Toz (%)	0-20 cm	13	18.32	1.346	0.336	0.568
	20-50cm	13	17.25	1.273		
Kil (%)	0-20 cm	13	48.05	3.584	0.242	0.627
	20-50cm	13	50.43	3.246		
Su tutma kapasitesi (%)	0-20 cm	13	37.62	2.425	0.702	0.411
	20-50cm	13	34.90	2.125		
Geçirgenlik (cm/saat)	0-20 cm	13	80.92	24.086	0.422	0.523
	20-50cm	13	56.17	29.885		
Tarla kapasitesi (%)	0-20 cm	13	39.92	1.925	0.072	0.791
	20-50cm	13	39.18	1.991		
Solma noktası (%)	0-20 cm	13	26.86	1.667	0.021	0.886
	20-50cm	13	26.52	1.615		
Faydalı su (%)	0-20 cm	13	13.06	0.659	0.126	0.726
	20-50cm	13	12.66	0.940		
Hacim ağırlığı (gr/cm ³)	0-20 cm	13	1.19	0.053	2.492	0.128
	20-50cm	13	1.31	0.053		
Tane Yoğunluğu (gr/cm ³)	0-20 cm	13	2.58	0.045	0.575	0.456
	20-50cm	13	2.62	0.034		
Gözenek hacmi (%)	0-20 cm	13	53.67	2.036	1.722	0.202
	20-50cm	13	49.79	2.150		
Organik madde (%)	0-20 cm	13	4.54	0.800	0.008	0.928
	20-50cm	13	4.44	0.712		
pH	0-20 cm	13	6.75	0.285	0.276	0.604
	20-50cm	13	6.96	0.273		
Dispersiyon oranı	0-20 cm	13	24.31	2.046	1.686	0.206
	20-50cm	13	20.41	2.196		
Kollloid/nem ekivalanı	0-20 cm	13	1.20	0.072	0.789	0.383
	20-50cm	13	1.29	0.077		
Erozyon oranı	0-20 cm	13	21.49	2.599	2.951	0.099
	20-50cm	13	16.08	1.778		

Ek Çizelge 6. Orman topraklarının derinlik kademelerine göre varyans analizi sonuçları

Değişkenler	Top.Der.	N	Ortalama	Standart Hata	F oranı	Önem Seviyesi
Kum (%)	0-20 cm	20	44.22	1.558	14.775	0.000
	20-50cm	19	34.44	2.033		
Toz (%)	0-20 cm	20	20.29	1.177	0.224	0.638
	20-50cm	19	19.57	0.960		
Kil (%)	0-20 cm	20	35.48	1.542	12.438	0.001
	20-50cm	19	45.99	2.592		
Su tutma kapasitesi (%)	0-20 cm	20	34.56	1.202	1.124	0.296
	20-50cm	19	32.36	1.712		
Geçirgenlik (cm/saat)	0-20 cm	20	67.08	17.125	2.468	0.125
	20-50cm	19	35.02	10.628		
Tarla kapasitesi (%)	0-20 cm	20	36.45	1.633	0.445	0.509
	20-50cm	19	34.96	1.521		
Solma noktası (%)	0-20 cm	20	21.06	2.151	0.022	0.882
	20-50cm	19	21.47	1.681		
Faydalı su (%)	0-20 cm	20	15.40	0.753	5.126	0.030
	20-50cm	19	13.49	0.339		
Hacim ağırlığı (gr/cm ³)	0-20 cm	20	1.24	0.035	10.634	0.002
	20-50cm	19	1.39	0.032		
Tane Yoğunluğu (gr/cm ³)	0-20 cm	20	2.60	0.025	0.064	0.802
	20-50cm	19	2.59	0.028		
Gözenek hacmi (%)	0-20 cm	20	52.32	1.481	8.995	0.005
	20-50cm	19	46.07	1.467		
Organik madde (%)	0-20 cm	20	5.67	0.916	11.179	0.002
	20-50cm	19	2.40	0.345		
pH	0-20 cm	20	5.23	0.167	4.615	0.038
	20-50cm	19	5.75	0.179		
Dispersiyon oranı	0-20 cm	20	35.62	4.262	1.094	0.302
	20-50cm	19	29.83	3.479		
Kollloid/nem ekivalanı	0-20 cm	20	0.99	0.037	23.374	0.000
	20-50cm	19	1.33	0.060		
Erozyon oranı	0-20 cm	20	36.28	4.252	6.333	0.016
	20-50cm	19	23.30	2.815		

Ek Çizelge 7. Topraklarının (0-20 ve 20-50 cm ortalamaları) anakayalara göre varyans analizi sonuçları

Değişkenler	Anakaya	N	Ortalama	Standart Hata	F oranı	Önem Seviyesi
Kum %	Çamurtaşı	36	38.23	1.797	0.027	0.869
	Kireçtaşı	56	37.83	1.579		
Toz %	Çamurtaşı	36	19.25	0.889	0.892	0.347
	Kireçtaşı	56	18.33	0.528		
Kil (%)	Çamurtaşı	36	42.53	1.964	0.260	0.612
	Kireçtaşı	56	43.85	1.647		
Dispersleşmemiş Kil+Toz (%)	Çamurtaşı	36	19.26	1.652	11.989	0.001
	Kireçtaşı	56	14.04	0.583		
Kil+Toz (%)	Çamurtaşı	36	61.77	1.797	0.027	0.869
	Kireçtaşı	56	62.17	1.579		
Su tutma kapasitesi (%)	Çamurtaşı	36	33.66	1.173	0.383	0.538
	Kireçtaşı	55	34.57	0.906		
Geçirgenlik (cm/saat)	Çamurtaşı	36	32.68	8.321	6.238	0.014
	Kireçtaşı	55	71.65	11.374		
Tarla kapasitesi (%)	Çamurtaşı	36	36.53	1.212	0.174	0.678
	Kireçtaşı	56	37.14	0.861		
Solma noktası (%)	Çamurtaşı	36	21.76	1.438	2.555	0.113
	Kireçtaşı	56	24.20	0.809		
Faydalı su (%)	Çamurtaşı	36	14.78	0.394	12.353	0.001
	Kireçtaşı	56	12.93	0.336		
Hacim ağırlığı (gr/cm ³)	Çamurtaşı	36	1.31	0.027	0.269	0.605
	Kireçtaşı	55	1.29	0.024		
Tane Yoğunluğu (gr/cm ³)	Çamurtaşı	36	2.58	0.025	1.467	0.229
	Kireçtaşı	56	2.61	0.014		
Gözenek hacmi (%)	Çamurtaşı	36	49.11	1.124	0.848	0.360
	Kireçtaşı	55	50.51	0.985		
Organik madde (%)	Çamurtaşı	36	3.26	0.374	0.837	0.363
	Kireçtaşı	56	3.85	0.460		
pH	Çamurtaşı	36	5.61	0.140	28.186	0.000
	Kireçtaşı	56	6.69	0.136		
Dispersiyon oranı	Çamurtaşı	36	32.28	2.995	11.037	0.001
	Kireçtaşı	56	23.22	1.044		
Kollloid/nem ekivalanı	Çamurtaşı	36	1.17	0.044	0.035	0.852
	Kireçtaşı	56	1.18	0.037		
Erozyon oranı	Çamurtaşı	36	29.23	3.039	7.814	0.006
	Kireçtaşı	56	21.13	1.264		

Ek Çizelge 8. Araştırma alanı üst topraklarının (0-20 cm) bazı özellikleri arasındaki ilişkiler

		kum	toz	kil	Dmktöz	ktöz	sutut	perm	tk	sn	fsk	hacagr	tanyğ	göz hacmi	om	pH	do	kolne
toz	Kor.Kts	-0.133																
	Önem S.	0.369																
	N	48																
kil	Kor.Kts	-0.910**	-0.289*															
	Önem S.	0.000	0.046															
	N	48	48															
Dmktöz	Kor.Kts	0.024	0.639**	-0.290*														
	Önem S.	0.871	0.000	0.046														
	N	48	48	48														
Mktöz	Kor.Kts	-1.000**	0.133	0.910**	-0.024													
	Önem S.	0.000	0.369	0.000	0.871													
	N	48	48	48	48													
sutut	Kor.Kts	-0.409**	-0.155	0.460**	-0.351*	0.409**												
	Önem S.	0.004	0.294	0.001	0.014	0.004												
	N	48	48	48	48	48												
perm	Kor.Kts	-0.178	0.049	0.152	-0.233	0.178	0.198											
	Önem S.	0.226	0.743	0.304	0.111	0.226	0.178											
	N	48	48	48	48	48	48											
tk	Kor.Kts	-0.403**	-0.483**	0.591**	-0.508**	0.403**	0.699**	0.196										
	Önem S.	0.005	0.001	0.000	0.000	0.005	0.000	0.182										
	N	48	48	48	48	48	48	48										
sn	Kor.Kts	-0.382**	-0.584**	0.612**	-0.652**	0.381**	0.628**	0.125	0.928**									
	Önem S.	0.007	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.396	0.000									
	N	48	48	48	48	48	48	48	48									
fsk	Kor.Kts	0.078	0.431**	-0.255	0.551**	-0.078	-0.044	0.121	-0.143	-0.502**								
	Önem S.	0.599	0.002	0.080	0.000	0.599	0.767	0.412	0.333	0.000								
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48								
hacagr	Kor.Kts	0.258	0.117	-0.297*	0.339*	-0.258	-0.795**	-0.533**	-0.573**	-0.486**	-0.039							
	Önem S.	0.077	0.430	0.040	0.018	0.077	0.000	0.000	0.000	0.792								
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48								
tanyğ	Kor.Kts	-0.013	0.275	-0.102	-0.015	0.013	0.029	0.033	0.015	0.003	0.028	-0.040						
	Önem S.	0.928	0.059	0.491	0.917	0.929	0.845	0.824	0.921	0.986	0.851	0.785						
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48						
gözhac	Kor.Kts	-0.243	-0.003	0.236	-0.313*	0.243	0.737**	0.503**	0.530**	0.447**	0.044	-0.931**	0.400**					
	Önem S.	0.096	0.985	0.107	0.030	0.096	0.000	0.000	0.000	0.001	0.767	0.000	0.005					
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48					
om	Kor.Kts	-0.173	-0.168	0.237	-0.072	0.173	0.450**	0.069	0.533**	0.499**	-0.089	-0.395**	-0.126	0.325*				
	Önem S.	0.239	0.253	0.104	0.628	0.239	0.001	0.643	0.000	0.000	0.549	0.006	0.393	0.024				
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48				
pH	Kor.Kts	-0.217	-0.140	0.268	-0.226	0.217	0.056	-0.077	0.116	0.285*	-0.485**	0.086	0.140	-0.025	0.032			
	Önem S.	0.138	0.343	0.065	0.122	0.138	0.703	0.604	0.431	0.050	0.000	0.560	0.344	0.867	0.831			
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48			
do	Kor.Kts	0.340*	0.530**	-0.550**	0.938**	-0.340*	-0.461**	-0.275	-0.616**	-0.742**	0.541**	0.412**	-0.014	-0.380**	-0.135	-0.272		
	Önem S.	0.018	0.000	0.000	0.018	0.000	0.001	0.058	0.000	0.000	0.000	0.000	0.927	0.008	0.360	0.062		
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48		
kolne	Kor.Kts	-0.809**	0.017	0.774**	0.020	0.809**	0.004	0.009	-0.039	0.052	-0.230	0.089	-0.125	-0.127	-0.119	0.246	-0.227	
	Önem S.	0.000	0.911	0.000	0.894	0.000	0.978	0.953	0.790	0.723	0.116	0.545	0.396	0.388	0.419	0.092	0.121	
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	
ero	Kor.Kts	0.552**	0.426**	-0.711**	0.790**	-0.552**	-0.416**	-0.261	-0.523**	-0.667**	0.557**	0.351*	0.077	-0.291*	-0.095	-0.318*	0.940**	-0.502**
	Önem S.	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.003	0.073	0.000	0.000	0.000	0.014	0.604	0.045	0.519	0.027	0.000	0.000
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48

** p<0.01. * p<0.05 düzeyinde önemli, Kor.Kts.: Korelasyon katsayısı, Dmktz: Dispersleşmemiş kil+toz, ktöz: kil+toz, Sutut: Su tutma kapasitesi, Perm: Permeabilite, Tk: Tarla Kapasitesi, Sn: Solma Noktası, Fsk: Faydalı su kapasitesi, Hacg: Hacim ağırlığı, Tanyğ: Tane yoğunluğu, Gözhc: Gözenek hacmi, Om: Organik madde, Do: Dispersiyon oranı, Kolne: Kolloid/Nem ekivalanı oranı, Ero: Erozyon oranı

Ek Çizelge 9. Araştırma alanı alt topraklarının (20-50 cm) bazı özellikleri arasındaki ilişkiler

		kum	toz	kil	Dmktöz	ktoz	sutut	perm	tk	sn	fsk	hacagr	tanyğ	göz hacmi	om	pH	do	kolne
toz	Kor.Kts	0.060																
	Önem S.	0.698																
	N	44																
kil	Kor.Kts	-0.941**	-0.395**															
	Önem S.	0.000	0.008															
	N	44	44															
Dmktöz	Kor.Kts	-0.038	0.620**	-0.176														
	Önem S.	0.808	0.000	0.254														
	N	44	44	44														
Mktoz	Kor.Kts	-1.000**	-0.060	0.941**	0.038													
	Önem S.	0.000	0.697	0.000	0.809													
	N	44	44	44	44													
sutut	Kor.Kts	-0.399**	-0.297	0.464**	-0.346*	0.399**												
	Önem S.	0.008	0.053	0.002	0.023	0.008												
	N	43	43	43	43	43												
perm	Kor.Kts	0.193	-0.253	-0.085	-0.185	-0.193	-0.025											
	Önem S.	0.215	0.102	0.588	0.236	0.215	0.874											
	N	43	43	43	43	43	43											
tk	Kor.Kts	-0.445**	-0.465**	0.567**	-0.587**	0.445**	0.587**	-0.029										
	Önem S.	0.002	0.001	0.000	0.000	0.002	0.000	0.851										
	N	44	44	44	44	44	43	43										
sn	Kor.Kts	-0.424**	-0.547**	0.576**	-0.639**	0.424**	0.575**	0.117	0.948**									
	Önem S.	0.004	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.456	0.000									
	N	44	44	44	44	44	43	43	44									
fsk	Kor.Kts	-0.070	0.248	-0.020	0.155	0.070	0.014	-0.452**	0.173	-0.151								
	Önem S.	0.653	0.104	0.897	0.316	0.653	0.930	0.002	0.263	0.329								
	N	44	44	44	44	44	43	43	44	44								
hacagr	Kor.Kts	0.190	0.272	-0.267	0.448**	-0.190	-0.709**	-0.362*	-0.516**	-0.517**	0.024							
	Önem S.	0.222	0.078	0.084	0.003	0.221	0.000	0.017	0.000	0.000	0.880							
	N	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43							
tanyğ	Kor.Kts	0.037	-0.117	0.006	-0.160	-0.037	0.112	0.090	0.156	0.168	-0.035	-0.109						
	Önem S.	0.812	0.449	0.970	0.300	0.812	0.474	0.564	0.313	0.276	0.820	0.488						
	N	44	44	44	44	44	43	43	44	44	44	43						
gözhac	Kor.Kts	-0.168	-0.287	0.252	-0.458**	0.168	0.681**	0.360*	0.537**	0.538**	-0.025	-0.934**	0.454**					
	Önem S.	0.282	0.062	0.103	0.002	0.281	0.000	0.018	0.000	0.000	0.875	0.000	0.002					
	N	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43					
om	Kor.Kts	-0.350*	0.102	0.287	-0.056	0.349*	0.272	-0.012	0.333*	0.351*	-0.052	-0.175	0.111	0.204				
	Önem S.	0.020	0.511	0.059	0.717	0.020	0.078	0.938	0.027	0.020	0.738	0.261	0.473	0.190				
	N	44	44	44	45	44	43	43	44	44	44	43	44	43				
pH	Kor.Kts	0.191	0.067	-0.199	-0.281	-0.191	0.075	0.287	0.105	0.188	-0.253	-0.177	0.359*	0.288	0.332*			
	Önem S.	0.213	0.668	0.196	0.065	0.213	0.635	0.062	0.496	0.222	0.097	0.256	0.017	0.061	0.028			
	N	44	44	44	44	44	43	43	44	44	44	43	44	43	44			
do	Kor.Kts	0.321*	0.597**	-0.498**	0.924**	-0.321*	-0.459**	-0.115	-0.717**	-0.764**	0.135	0.488**	-0.112	-0.483**	-0.198	-0.181		
	Önem S.	0.034	0.000	0.001	0.000	0.034	0.002	0.462	0.000	0.000	0.382	0.001	0.470	0.001	0.197	0.238		
	N	44	44	44	44	44	43	43	44	44	44	43	44	43	44	44		
kolne	Kor.Kts	-0.799**	-0.078	0.762**	0.292	0.799**	0.088	-0.059	-0.083	-0.020	-0.196	0.092	-0.152	-0.134	0.109	-0.328*	-0.017	
	Önem S.	0.000	0.614	0.000	0.055	0.000	0.576	0.707	0.592	0.897	0.203	0.556	0.326	0.391	0.479	0.030	0.915	
	N	44	44	44	44	44	43	43	44	44	44	43	44	43	44	44	44	
ero	Kor.Kts	0.680**	0.480**	-0.789**	0.622**	-0.680**	-0.472**	0.005	-0.606**	-0.656**	0.147	0.395**	0.006	-0.358*	-0.264	0.045	0.862**	-0.478**
	Önem S.	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.975	0.000	0.000	0.340	0.009	0.967	0.018	0.083	0.773	0.000	0.001
	N	44	44	44	44	44	43	43	44	44	44	43	44	43	44	44	44	44

** p< 0.01. * p<0.05 düzeyinde önemli, Kor.Kts.: Korelasyon katsayısı, Dmmktz: Dispersleşmemiş kil+toz, ktoz: kil+toz, Sutut: Su tutma kapasitesi, Perm: Permeabilite, Tk: Tarla Kapasitesi, Sn: Solma Noktası, Fsk: Faydalı su kapasitesi, Hacg: Hacim ağırlığı, Tanyğ: Tane yoğunluğu, Gözhac: Gözenek hacmi, Om: Organik madde, Do: Dispersiyon oranı, Kolne: Kolloid/Nem ekivalanı oranı, Ero: Erozyon oranı

Ek Çizelge 10. Araştırma alanı açık alan topraklarının bazı özellikleri arasındaki ilişkiler

		kum	toz	kil	Dmktz	ktoz	sutut	perm	tk	sn	fsk	hacagr	tanyğ	Göz hacmi	om	pH	do	kolne
toz	Kor.Kts	-0.160																
	Önem S.	0.425																
	N	27																
kil	Kor.Kts	-0.953**	-0.146															
	Önem S.	0.000	0.468															
	N	27	27															
Dmktz	Kor.Kts	-0.041	0.486*	-0.108														
	Önem S.	0.840	0.010	0.592														
	N	27	27	27														
Mktoz	Kor.Kts	-1.000**	0.160	0.953**	0.041													
	Önem S.	0.000	0.425	0.000	0.840													
	N	27	27	27	27													
sutut	Kor.Kts	-0.535**	-0.184	0.593**	-0.133	0.535**												
	Önem S.	0.004	0.357	0.001	0.510	0.004												
	N	27	27	27	27	27												
perm	Kor.Kts	0.225	-0.007	-0.223	-0.031	-0.225	-0.119											
	Önem S.	0.259	0.972	0.263	0.878	0.260	0.554											
	N	27	27	27	27	27	27											
tk	Kor.Kts	-0.545**	-0.332	0.648**	0.027	0.545**	0.685**	0.008										
	Önem S.	0.003	0.090	0.000	0.894	0.003	0.000	0.968										
	N	27	27	27	27	27	27	27										
sn	Kor.Kts	-0.534**	-0.354	0.643**	-0.068	0.534**	0.689**	-0.023	0.957**									
	Önem S.	0.004	0.070	0.000	0.736	0.004	0.000	0.911	0.000									
	N	27	27	27	27	27	27	27	27									
fsk	Kor.Kts	-0.196	-0.032	0.207	0.303	0.196	0.190	0.099	0.431*	0.151								
	Önem S.	0.326	0.875	0.301	0.124	0.326	0.343	0.623	0.025	0.451								
	N	27	27	27	27	27	27	27	27	27								
hacagr	Kor.Kts	0.223	0.082	-0.249	0.212	-0.223	-0.717**	-0.467*	-0.447*	-0.454*	-0.112							
	Önem S.	0.263	0.685	0.211	0.288	0.263	0.000	0.014	0.019	0.017	0.579							
	N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27							
tanyğ	Kor.Kts	-0.120	0.350	0.013	0.091	0.120	0.075	0.146	0.076	0.140	-0.177	-0.146						
	Önem S.	0.550	0.074	0.947	0.650	0.550	0.708	0.468	0.708	0.486	0.376	0.469						
	N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27						
gözhac	Kor.Kts	-0.233	0.067	0.213	-0.148	0.233	0.645**	0.467*	0.410*	0.441*	0.026	-0.926**	0.505**					
	Önem S.	0.242	0.739	0.286	0.463	0.242	0.000	0.014	0.034	0.021	0.897	0.000	0.007					
	N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27					
om	Kor.Kts	-0.212	-0.217	0.279	-0.026	0.213	0.507**	-0.071	0.391*	0.416*	0.039	-0.374	-0.072	0.295				
	Önem S.	0.287	0.277	0.158	0.899	0.287	0.007	0.723	0.043	0.031	0.847	0.055	0.722	0.135				
	N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27				
pH	Kor.Kts	0.255	0.206	-0.318	0.202	-0.255	-0.375	0.280	-0.225	-0.240	-0.020	0.036	0.291	0.092	-0.138			
	Önem S.	0.200	0.302	0.106	0.313	0.200	0.054	0.158	0.260	0.229	0.923	0.857	0.141	0.647	0.494			
	N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27			
do	Kor.Kts	0.654**	0.239	-0.729**	0.712**	-0.654**	-0.493**	0.171	-0.351	-0.414*	0.091	0.340	0.027	-0.278	-0.152	0.332		
	Önem S.	0.000	0.231	0.000	0.000	0.000	0.009	0.394	0.073	0.032	0.651	0.083	0.892	0.161	0.449	0.090		
	N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27		
kolne	Kor.Kts	-0.869**	0.018	0.865**	-0.166	0.869**	0.325	-0.303	0.190	0.211	-0.008	-0.048	-0.010	0.031	0.082	-0.222	-0.726**	
	Önem S.	0.000	0.931	0.000	0.407	0.000	0.098	0.124	0.342	0.291	0.970	0.813	0.959	0.879	0.685	0.265	0.000	
	N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
ero	Kor.Kts	0.801**	0.068	-0.824**	0.456*	-0.801**	-0.488**	0.294	-0.294	-0.331	0.028	0.264	0.080	-0.191	-0.153	0.324	0.930**	-0.888**
	Önem S.	0.000	0.737	0.000	0.017	0.000	0.010	0.136	0.136	0.092	0.892	0.184	0.691	0.340	0.445	0.099	0.000	0.000
	N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27

** p< 0.01. * p<0.05 düzeyinde önemli, Kor.Kts.: Korelasyon katsayısı, Dmmktz: Dispersleşmemiş kil+toz, ktoz: kil+toz, Sutut: Su tutma kapasitesi, Perm: Permeabilite, Tk: Tarla Kapasitesi, Sn: Solma Noktası, Fsk: Faydalı su kapasitesi, Hacg: Hacim ağırlığı, Tanyğ: Tane yoğunluğu, Gzhac: Gözenek hacmi, Om: Organik madde, Do: Dispersiyon oranı, Kolne: Kolloid/Nem ekivalanı oranı, Ero: Erozyon oranı

Ek Çizelge 11. Araştırma alanı tarım topraklarının bazı özellikleri arasındaki ilişkiler

		kum	toz	kil	Dmktöz	ktoz	sutut	perm	tk	sn	fsk	hacagr	tanyğ	göz. hacmi	om	pH	do	kolne
toz	Kor.Kts	-0.138																
	Önem S.	0.502																
	N	26																
kil	Kor.Kts	-0.925**	-0.249															
	Önem S.	0.000	0.219															
	N	26	26															
Dmktöz	Kor.Kts	-0.238	0.407*	0.076														
	Önem S.	0.242	0.039	0.712														
	N	26	26	26														
Mktoz	Kor.Kts	-1.000**	0.138	0.925**	0.238													
	Önem S.	0.000	0.503	0.000	0.242													
	N	26	26	26	26													
sutut	Kor.Kts	-0.415*	0.064	0.367	-0.313	0.415*												
	Önem S.	0.039	0.762	0.071	0.128	0.039												
	N	25	25	25	25	25												
perm	Kor.Kts	-0.084	0.006	0.077	0.104	0.084	0.060											
	Önem S.	0.690	0.979	0.713	0.620	0.690	0.776											
	N	25	25	25	25	25	25											
tk	Kor.Kts	-0.589**	-0.097	0.614**	-0.372	0.589**	0.700**	-0.067										
	Önem S.	0.002	0.638	0.001	0.061	0.002	0.000	0.750										
	N	26	26	26	26	26	25	25										
sn	Kor.Kts	-0.640**	-0.149	0.683**	-0.344	0.640**	0.637**	0.078	0.913**									
	Önem S.	0.000	0.467	0.000	0.086	0.000	0.001	0.711	0.000									
	N	26	26	26	26	26	25	25	26									
fsk	Kor.Kts	-0.130	0.068	0.101	-0.203	0.130	0.362	-0.293	0.568**	0.183								
	Önem S.	0.528	0.742	0.625	0.319	0.528	0.075	0.155	0.002	0.371								
	N	26	26	26	26	26	25	25	26	26								
hacagr	Kor.Kts	0.305	-0.084	-0.253	0.409*	-0.305	-0.836**	-0.327	-0.620**	-0.617**	-0.224							
	Önem S.	0.139	0.688	0.222	0.042	0.139	0.000	0.111	0.001	0.001	0.282							
	N	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25							
tanyğ	Kor.Kts	-0.016	0.065	-0.009	0.121	0.016	0.074	0.063	-0.051	-0.030	-0.063	0.127						
	Önem S.	0.938	0.754	0.965	0.556	0.938	0.727	0.764	0.805	0.886	0.761	0.544						
	N	26	26	26	26	26	25	25	26	26	25	25						
gözhac	Kor.Kts	-0.345	0.103	0.284	-0.332	0.346	0.852**	0.347	0.619**	0.621**	0.214	-0.933**	0.237					
	Önem S.	0.091	0.625	0.168	0.105	0.091	0.000	0.089	0.001	0.001	0.305	0.000	0.255					
	N	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25					
om	Kor.Kts	-0.493*	0.343	0.351	0.357	0.493*	0.250	0.049	0.310	0.252	0.239	-0.217	-0.271	0.140				
	Önem S.	0.010	0.087	0.079	0.073	0.010	0.228	0.815	0.123	0.214	0.240	0.297	0.181	0.504				
	N	26	26	26	26	26	25	25	26	26	26	25	26	25				
pH	Kor.Kts	0.048	0.407*	-0.203	0.475*	-0.048	-0.150	0.171	-0.307	-0.199	-0.336	0.205	0.391*	-0.062	0.157			
	Önem S.	0.817	0.039	0.320	0.014	0.817	0.475	0.413	0.128	0.329	0.093	0.326	0.048	0.768	0.444			
	N	26	26	26	26	26	25	25	26	26	26	25	26	25	26			
do	Kor.Kts	0.412*	0.214	-0.485*	0.762**	-0.412*	-0.505*	0.028	-0.717**	-0.718**	-0.279	0.561**	0.141	-0.497*	0.005	0.499**		
	Önem S.	0.037	0.294	0.012	0.000	0.037	0.010	0.896	0.000	0.000	0.167	0.004	0.492	0.011	0.979	0.009		
	N	26	26	26	26	26	25	25	26	26	26	25	26	25	26	26		
kolne	Kor.Kts	-0.677**	-0.136	0.714**	0.468*	0.677**	-0.142	0.172	-0.095	0.091	-0.412*	0.208	0.004	-0.177	0.209	0.033	0.016	
	Önem S.	0.000	0.509	0.000	0.016	0.000	0.499	0.410	0.645	0.658	0.036	0.319	0.984	0.396	0.306	0.873	0.937	
	N	26	26	26	26	26	25	25	26	26	26	25	26	25	26	26	26	
ero	Kor.Kts	0.747**	0.174	-0.797**	0.311	-0.747**	-0.331	-0.064	-0.589**	-0.648**	-0.111	0.355	0.146	-0.308	-0.172	0.405*	0.818**	-0.514**
	Önem S.	0.000	0.394	0.000	0.122	0.000	0.106	0.760	0.002	0.000	0.589	0.081	0.475	0.134	0.402	0.040	0.000	0.007
	N	26	26	26	26	26	25	25	26	26	26	25	26	25	26	26	26	26

** p<0.01. *p<0.05 düzeyinde önemli, Kor.Kts.: Korelasyon katsayısı, Dmktz:Dispersleşmemiş kil+toz, ktoz: kil+toz, Sutut:Su tutma kapasitesi, Perm:Permeabilite, Tk: Tarla Kapasitesi, Sn: Solma Noktası, Fsk: Faydalı su kapasitesi, Hacg: Hacim ağırlığı, Tanyğ: Tane yoğunluğu, Gzhac: Gözenek hacmi, Om: Organik madde, Do: Dispersiyon oranı, Kolne: Kolloid/Nem ekivalanı oranı, Ero: Erozyon oranı

Ek Çizelge 12. Araştırma alanı orman topraklarının bazı özellikleri arasındaki ilişkiler

		kum	toz	kil	Dmktöz	Mktöz	sutut	perm	tk	sn	fsk	hacagr	tanyğ	göz. hacmi	om	pH	do	kolne
toz	Kor.Kts	0.048																
	Önem S.	0.770																
	N	39																
kil	Kor.Kts	-0.896**	-0.487**															
	Önem S.	0.000	0.002															
	N	39	39															
Dmktöz	Kor.Kts	0.074	0.755**	-0.401*														
	Önem S.	0.652	0.000	0.011														
	N	39	39	39														
Mktöz	Kor.Kts	-1.000**	-0.048	0.896**	-0.074													
	Önem S.	0.000	0.770	0.000	0.652													
	N	39	39	39	39													
sutut	Kor.Kts	-0.051	-0.404*	0.224	-0.454**	0.051												
	Önem S.	0.759	0.011	0.171	0.004	0.759												
	N	39	39	39	39	39												
perm	Kor.Kts	0.018	-0.189	0.069	-0.450**	-0.018	0.245											
	Önem S.	0.913	0.249	0.679	0.004	0.914	0.133											
	N	39	39	39	39	39	39											
tk	Kor.Kts	-0.041	-0.748**	0.369*	-0.780**	0.041	0.560**	0.224										
	Önem S.	0.804	0.000	0.021	0.000	0.803	0.000	0.171										
	N	39	39	39	39	39	39	39										
sn	Kor.Kts	-0.100	-0.813**	0.449**	-0.820**	0.100	0.545**	0.172	0.955**									
	Önem S.	0.546	0.000	0.004	0.000	0.546	0.000	0.296	0.000									
	N	39	39	39	39	39	39	39	39									
fsk	Kor.Kts	0.203	0.616**	-0.451**	0.557**	-0.203	-0.263	0.035	-0.420**	-0.670**								
	Önem S.	0.215	0.000	0.004	0.000	0.215	0.105	0.834	0.008	0.000								
	N	39	39	39	39	39	39	39	39	39								
hacagr	Kor.Kts	-0.154	0.351*	-0.021	0.438**	0.154	-0.710**	-0.555**	-0.505**	-0.416**	0.007							
	Önem S.	0.349	0.028	0.897	0.005	0.349	0.000	0.000	0.001	0.008	0.964							
	N	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39							
tanyğ	Kor.Kts	0.130	0.043	-0.132	-0.198	-0.130	0.021	-0.028	0.158	0.086	0.134	-0.137						
	Önem S.	0.431	0.797	0.422	0.226	0.431	0.900	0.866	0.335	0.603	0.415	0.404						
	N	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39						
gözhac	Kor.Kts	0.181	-0.305	-0.023	-0.462**	-0.181	0.655**	0.495**	0.513**	0.410**	0.031	-0.948**	0.444**					
	Önem S.	0.270	0.059	0.891	0.003	0.270	0.000	0.001	0.001	0.010	0.849	0.000	0.005					
	N	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39					
om	Kor.Kts	0.126	-0.281	0.015	-0.247	-0.126	0.478**	0.087	0.566**	0.534**	-0.218	-0.473**	0.066	0.455**				
	Önem S.	0.445	0.083	0.927	0.125	0.445	0.002	0.598	0.000	0.000	0.183	0.002	0.689	0.004				
	N	39	39	39	40	39	39	39	39	39	39	39	39	39				
pH	Kor.Kts	-0.192	-0.166	0.242	-0.274	0.192	0.287	-0.248	0.367*	0.445**	-0.444**	0.029	0.161	0.030	0.394*			
	Önem S.	0.241	0.314	0.138	0.091	0.241	0.076	0.129	0.022	0.005	0.005	0.860	0.329	0.858	0.013			
	N	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39			
do	Kor.Kts	0.292	0.719**	-0.576**	0.964**	-0.292	-0.444**	-0.426**	-0.760**	-0.818**	0.602**	0.384*	-0.152	-0.398*	-0.243	-0.287		
	Önem S.	0.071	0.000	0.000	0.000	0.071	0.005	0.007	0.000	0.000	0.000	0.016	0.354	0.012	0.136	0.077		
	N	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39		
kolne	Kor.Kts	-0.859**	0.028	0.739**	0.159	0.859**	-0.214	-0.123	-0.339*	-0.215	-0.190	0.381*	-0.278	-0.437**	-0.408**	-0.025	-0.044	
	Önem S.	0.000	0.868	0.000	0.334	0.000	0.191	0.456	0.035	0.188	0.246	0.017	0.087	0.005	0.010	0.878	0.790	
	N	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	
ero	Kor.Kts	0.554**	0.598**	-0.750**	0.794**	-0.554**	-0.332*	-0.340*	-0.552**	-0.671**	0.672**	0.214	0.004	-0.193	-0.083	-0.281	0.917**	-0.385*
	Önem S.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.039	0.034	0.000	0.000	0.000	0.192	0.982	0.239	0.617	0.084	0.000	0.016
	N	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39

** p<0.01. *p<0.05 düzeyinde önemli, Kor.Kts.: Korelasyon katsayısı, Dmktz:Dispersleşmemiş kil+toz, ktöz: kil+toz, Sutut:Su tutma kapasitesi, Perm:Permeabilite, Tk: Tarla Kapasitesi, Sn: Solma Noktası, Fsk: Faydalı su kapasitesi, Hacg: Hacim ağırlığı, Tanyğ: Tane yoğunluğu, Gzhac: Gözenek hacmi, Om: Organik madde, Do: Dispersiyon oranı, Kolne: Kolloid/Nem ekivalanı oranı, Ero: Erozyon oranı