

**KAR ÖRTÜSÜNDEKİ DEĞİŞKENLİĞİN
MERA TOPRAK ÖZELLİKLERİ ve EROZYON
ÜZERİNE ETKİSİ**

Atilla ÖZLÜ

**Doktora Tezi
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim dalı
Prof. Dr. Mustafa Y. CANBOLAT**

2011

Her hakkı saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**KAR ÖRTÜSÜNDEKİ DEĞİŞKENLİĞİN MERA TOPRAK
ÖZELLİKLERİ ve EROZYON ÜZERİNE ETKİSİ**

Atilla ÖZLÜ

**TOPRAK BİLMİ ve BİTKİ BESLEME
ANABİLİM DALI**

**ERZURUM
2011**

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

KAR ÖRTÜSÜNDEKİ DEĞİŞKENLİĞİN MERA TOPRAK ÖZELLİKLERİ VE EROZYON RİSKİ ÜZERİNE ETKİSİ

Prof.Dr. Mustafa Y. CANBOLAT danışmanlığında, Atilla ÖZLÜ tarafından hazırlanan bu çalışma 28./03/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof.Dr. Mustafa Y. CANBOLAT

İmza :

Üye : Prof.Dr. Taşkın ÖZTAŞ

İmza :

Üye : Prof.Dr. Ömer ANAPALI

İmza :

Üye : Prof.Dr. Metin TURAN

İmza :

Üye : Doç. Dr. Kerim Mesut ÇİMRİN

İmza :

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum
Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Ömer AKBULUT

Bu çalışma: **TAGEM- BB** projesi kapsamında desteklenmiştir.
Proje No: **06130K01**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Doktora Tezi

KAR ÖRTÜSÜNDEKİ DEĞİŞKENLİĞİN MERA TOPRAK ÖZELLİKLERİ ve EROZYON ÜZERİNE ETKİSİ

Atilla ÖZLÜ

Atatürk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa Y. CANBOLAT

Bu araştırma, mera alanında kar taşınım ve birikim örtüsü altındaki farklı topoğrafik şartlara sahip toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve hidrofiziksel özellikler ile mera kalite derecesi ve bitki örtüsünün toprağı kaplama oranı arasındaki ilişkileri ortaya koymak ve erozyon riskini değerlendirmek amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla seçilen araştırma alanı üç farklı yükselti grubuna (2025-2125, 1925-2025, 1810-1925 m), her yükselti grubunda kendi içerisinde dört farklı eğim grubuna (%0-5, %5-15, %15-30 ve >%30) ve eğim gruplarında iki farklı kar örtü (kar taşınım ve birikim) grubuna ayrılarak 23 adet toprak profili açılmıştır. Açılan toprak profilleri betimlenerek her bir horizontan bozulmuş toprak örnekleri alınarak kum ve kil içeriğı, tarla kapasitesi, solma noktası, kütle yoğunluğu, hidrolik iletkenlik, elektriki iletkenlik, organik madde, katyon değişim kapasitesi, kireç ve pH analizleri yapılmıştır. Ayrıca, her bir toprak profilinin temsil ettiğı alanda sıcaklık ve nem takibi ile mera kalite derecesi ve bitki örtüsünün toprağı kaplama oranları belirlenmiştir.

Araştırma alanında kar taşınım alanlarında kaba bünyeli toprak materyalinde meydana gelen artışa bağılı olarak hidrolik iletkenlik ve kütle yoğunluğunun arttığı, birikim alanlarında ise ince bünyeli materyaldeki artışa bağılı olarak katyon değişim kapasitesi ve elektriki iletkenlik değerlerinin arttığı kaydedilmiştir. Taşınma ve yıkanma en fazla 1925-2025 m yükselti grubu ile %30 üzerindeki eğim gruplarında tespit edilmiştir. Yükseltisi ve eğimi fazla olan alanlarda topraklar taşınımın etkisiyle nispi olarak artan kum içeriğine paralel olarak kütle yoğunluğu ve hidrolik iletkenlik değerlerinde artış tarla kapasitesi, solma noktası, katyon değişim kapasitesi ve elektriki iletkenlik değerlerinde ise azalışlar meydana gelmiştir. Eğimle birlikte kar örtü durumundaki değişim toprak özellikleri üzerinde önemli etki oluşturduğu saptanmıştır. Kar taşınım alanlarındaki toprak kil içeriğı, eğimdeki artışa bağılı olarak azalış gösterirken birikim alanlarında ise toprak özellikleri bakımından eğim grupları arasında herhangi bir farklılığın olmadığı görülmüştür. Üst horizontan alt horizonta doğru kil fraksiyonlarıyla birlikte kireç ve tuzun yıkandığı ve alt horizonta kireç içeriğindeki artış kısmende olsa pH'da artışa neden olduğu belirlenmiştir. Bitki örtüsünün toprağı kaplama oranı kar birikim alanlarında, kar taşınım alanlarına oranla ortalama %10,95 daha yüksek bulunmuştur. Mera kalite derecesi ise kar taşınım alanlarında daha yüksek bulunmuştur. Araştırma alanı gerçek erozyon riski bakımından düşük, potansiyel erozyon riski bakımından ise %96'sında düşük, %4'ünde ise orta derecede tespit edilmiştir.

2011, 117 sayfa

Anahtar Kelimeler: Kar örtüsü, Toprak özellikleri, Bitki örtüsü kaplılığı, Mera kalite derecesi, Erozyon riski

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

THE EFFECT ON PASTURE SOIL FEATURES AND EROSION OF SNOW COVER VARIABILITY

Atilla ÖZLÜ

Atatürk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Prof. Dr. Mustafa Y. CANBOLAT

In this research, it was researched to find out the correlation between pasture quality degree and canopy coverage with some physical, chemical and hydrophysical properties of soils that have different topographic conditions under transport and accumulation of snow cover in pasture areas and to assess the erosion risk. Hence, It was formed 23 soil profiles by dividing the selected in the research area in 3 different altitudes (2025-2125, 1925-2025, 1810-1925 m), each altitudes in 4 slope groups (0-5%, 5-15%, 15-30% and >30%) and each slope groups in 2 different snow cover (snow transport and accumulation). Contents of sand and clay, field capacity, wilting point, bulk density, hydrolic conductivity, organic matter, cation exchange capacity, lime and pH were analysed in samples taken from formed soil profiles. In addition, monitoring of temperature and humidity, pasture quality degree and the rates of vegetation cover of soil were determined in each soil profile represented

It was observed that hydraulic conductivity and bulk density rised in snow transport areas due to coarse-textured material increasing, and in accumulation areas, cation exchange capacity and electrical conductivity values went up due to fine-textured material increasing. In the reserch area, with range of 1925-2025m, >30% slope groups were determined as areas where there is much transporting and washing. With the effect of transport, in high altitudes and slopes, bulk density and hydraulic conductivity values rised, in parallel with the increasing of sand content but field capacity, wilting point, cation exchange capacity and electrical conductivity decreased. With Slope, change in the status of the snow cover was formed by significant effects on soil properties. Soil clay content in the snow transport areas decreased due to the increase of slope, and there were found no differences between slope groups in terms of soil properties in accumulation areas. It was seen that from the upper horizon through the lower horizon, lime and salt was washed with clay functions and increasing of lime in second horizon cause pH partly rise-up. canopy coverage in snow accumulation areas, was found averagely 10,95% higher than in snow transport areas. Canopy coverage causes significant differences on altitudes groups in transport areas but no differences in accumulation areas. Pasture quality degree rate was found higher in snow transport. Study area was found out low for real erosion risk and 96% of area low, 4% of area moderate for potensial erosion risk.

2011, 117 pages

Keywords: Snow cover, Soil properties, Canopy coverage, Pasture quality grade, Erosion risk

TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmam süresince desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, bilgi ve deneyimi ile çalışmamı yönlendiren Doktora Tez danışmanım Ziraat Fakültesi Dekanı Hocam Sayın Prof. Dr. Mustafa Y. CANBOLAT'a teşekkür ederim.

Tezimin yürütülmesi sırasında her zaman kolaylık gösteren Toprak ve Su Kaynakları Erzurum Araştırma Enstitüsü Müdürü Sayın Hikmet BİRHAN'a, laboratuvar çalışmalarım süresince yardımlarını gördüğüm Sayın N. Zeynep YILDIRIM'a, hiçbir zaman desteğini esirgemeyen mesai arkadaşım Sayın Dr. M. Ali ÇAKAL'a ve enstitü teknik personeli başta olmak üzere bütün çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Arazi çalışmalarım sırasında hiçbir yardım talebimi geri çevirmeyen Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü öğretim üyesi Sayın Yrd. Doç. Dr. Müdahir ÖZGÜL ile Narman Meslek Yüksek Okulu Tıbbi Hizmetler ve Teknikleri Bölümü öğretim üyesi Sayın Yrd. Doç. Dr. Mahmut DAŞCI'ya teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Her konuda olduğu gibi tez çalışmamda da beni teşvik eden ve her zaman destekleyen eşim Veteriner Fakültesi Gıda Hijyeni Bölümü Arş. Gör. Sayın Hayrunnisa ÖZLÜ'ye ve çocuklarımız Beyzanur Zehra ve Ayşe Begüm ÖZLÜ'ye teşekkür ederim.

Ayrıca doktora tezimin, TAGEM-BB-06130K01 nolu proje ile destekleyen Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü'ne teşekkürlerimi sunarım.

Atilla ÖZLÜ

Mart 2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	..i
ABSTRACT	..ii
TEŞEKKÜR	..iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	..vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	..ix
1. GİRİŞ	..1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	..4
2.1. Toprak	..4
2.2. Kar Örtüsü	10
2.3. Bitki Örtüsü	13
2.4. Erozyon	18
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	23
3.1. Materyal	23
3.1.1. Araştırma alanı	23
3.1.2. Araştırma alanının topoğrafik ve infiltrasyon karakteristikleri.....	24
3.1.3. İklim özellikleri.....	24
3.2. Yöntem.....	25
3.2.1. Kar taşınım ve birikim alanlarının belirlenmesi	25
3.2.2. Araştırmada kullanılan profil yerlerinin belirlenmesi ve betimlenmesi	27
3.2.3. Toprak örneklerinin analize hazırlanması.....	28
3.2.4. Toprak nem ve sıcaklık takibi	28
3.2.5. Bitki kaplılık oranı ve mera kalite derecesi	28
3.2.6. Toprak fiziksel ve kimyasal analizleri	29
3.2.7. Erozyon riski	29
3.2.8. İstatistiki analizler	31
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	33
4.1. Kar Örtü Durumuna Göre Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	34
4.2. Yükseltideki Değişime Göre Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	38

4.3. Eğimdeki Değişime Göre Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	43
4.4. Toprak Profilleri.....	51
4.4.1. Toprak profillerinin değerlendirilmesi.....	86
4.4.2. Toprak horizonlarına göre toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri	87
4.5. Toprakta Nem ve Sıcaklık Değişimi	88
4.6. Bitkinin Toprağı Kaplama Oranı ve Mera Kalite Derecesi	89
4.6.1. Bitkinin toprağı kaplama oranı üzerine kar örtü durumu, yükselti ve eğimdeki değişimin etkisi	91
4.6.2. Mera kalite derecesi üzerine kar örtü durumu, yükselti ve eğimdeki değişimin etkisi	93
4.7. Erozyon Riski.....	95
5. SONUÇ.....	103
KAYNAKLAR	108
ÖZGEÇMİŞ.....	116

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama	Birim
Al	Kimyasal element	Alaminyum
atm	Basınç birimi	Atmosfer
C	Kimyasal element	Karbon
Ca	Kimyasal element	Kalsiyum
CaCO ₃	Kimyasal bileşik	Kalsiyum karbonat
CH ₄	Kimyasal bileşik	Metan
cm	Uzunluk ölçü birimi	Santimetre
cm/sa	Hız birimi	Santimetre/saat
CO ₂	Kimyasal bileşik	Karbondioksit
°C	Sıcaklık ölçü birimi	Santigrat Derece
dS/m	Elektriki iletkenlik	desiSiemens metre
g/cm ³	Kütle yoğunluğu	Gram/santimreküp
HCl	Kimyasal bileşik	Hidroklorik asit
K	Kimyasal simge	Potasyum
km	Uzunluk ölçü birimi	Kilomtere
km ²	Alan ölçüsü birimi	Kilomterekare
m	Uzunluk ölçü birimi	Metre
m ²	Alan birimi	Metrekare
m/s	Hız birimi	Metre/saniye
me/100g	Katyon Değişim Kapasitesi	Miliekivalan/100gram
mm	Yağış yüksekliği	Milimetre
mm/sa	Hız birimi	Milimetre/saat
µm	Uzunluk	Mikrometre
N	Kimyasal element	Azot
P	Kimyasal element	Fosfor
P ₂ O ₅	Kimyasal bileşik	Fosfor pentoksit
pH	Çözeltinin Asit/Baziklik ölçü birimi	Toprak reaksiyonu
w, %	Tarla Kapasitesi/Solma Noktası	Ağırlıkça yüzde değeri

Kısaltmalar	Açıklama
BTKO	Bitki Örtüsünün Toprağı Kaplama Oranı
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CORINE	Erozyon risk belirleme yöntemi (Coordination of Information on the Environment)
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri
EEA	Avrupa Çevre Ajansı (European Environmental Agency)
EG	Eğim Grubu
Eİ	Elektriki İletkenlik
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Organizasyonu (Food and Agriculture Organization)
Hİ	Hidrolik İletkenlik
ICONE	Erozyon risk belirleme yöntemi (Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza)
KDK	Katyon Değişim Kapasitesi
KÖD	Kar Örtü Durumu
Landsat-7 ETM ⁺	Geliştirilmiş Tematik Haritalayıcı Lansat uydusu
LEAM	Erozyon risk belirleme yöntemi (Land Erodibility Assessment Methodology)
Mak.	Maksimum
Min.	Minumum
MKD	Mera Kalite Derecesi
OM	Organik Madde
Ort.	Ortalama
SN	Solma Noktası
Sts.	Standart Sapma
TK	Tarla Kapasitesi
UA	Uzaktan Algılama
USLE	Üniversal Toprak Kayp Eşitliği (Universal Soil Loss Equation)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Araştırma alanı.....	23
Şekil 3.2. Kar taşınım ve birikim alanlarının belirlenmesinde kullanılan akış şeması.....	25
Şekil 3.3. Kar taşınım ve birikim alanlarının dağılımı.....	27
Şekil 3.4. CORINE yöntemi akış şeması (EEA 2010).....	32
Şekil 4.1. Toprak tekstürüne göre aşınabilirlik	96
Şekil 4.2. Araştırma alanı topraklarının tekstür dağılımı	96
Şekil 4.3. Araştırma alanı topraklarının derinlik dağılımı	97
Şekil 4.4. Araştırma alanı aşınabilirlik dağılımı	99
Şekil 4.5. Araştırma alanı eğim haritası	100
Şekil 4.6. Araştırma alanı potansiyel toprak erozyon risk dağılımı	101

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Yükseltiye Bağlı Ortalama Minimum, Maksimum ve Alansal Kar Derinlik Dağılımı (1997-2007)	26
Çizelge 3.2. Mera kalite derece sınıfları	28
Çizelge 4.1. Araştırma alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri	33
Çizelge 4.2. Toprak örneklerinin fiziksel özelliklerine ait varyans analiz sonuçları ..	35
Çizelge 4.3. Toprak örneklerinin kimyasal özelliklerine ait varyans analiz sonuçları	35
Çizelge 4.4. Toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistiki değerleri	36
Çizelge 4.5. Kar taşınım ve birikim alanlarındaki toprak özelliklerine ait korelasyon analiz sonuçları	37
Çizelge 4.6. Araştırma alanı yükselti gruplarına göre toprak özelliklerine ait tanımlayıcı istatistiki değerler	39
Çizelge 4.7. Kar örtü durumu dikkate alınarak yükseltiye göre toprak profillerinden örneklenen toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler	41
Çizelge 4.8. Araştırma alanı topraklarının kar taşınım ve birikim alanlarında yükseltiye bağlı olarak toprak özelliklerine ait korelasyon analiz sonuçları	42
Çizelge 4.9. Araştırma alanı topraklarının farklı eğimlerdeki dağılımlarına göre sahip olduğu fiziksel ve kimyasal özelliklere ait tanımlayıcı istatistiki değerler	44
Çizelge 4.10. Kar örtü durumu dikkate alınarak eğime bağlı olarak toprakların bazı fiziksel özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler	47
Çizelge 4.11. Eğim grubuna bağlı olarak araştırma alanı topraklarının kar taşınım ve birikim alanlarında toprak özelliklerine ait korelasyon analiz sonuçları	48
Çizelge 4.12. Toprak profillerinin konumunu tanımlayıcı bilgi	51

Çizelge 4.13. Toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına ait istatistiki değerler	88
Çizelge 4.14. Araştırma alanı topraklarının nem ve sıcaklık varyans değerleri	88
Çizelge 4.15. Kar örtüsünün durumuna göre farklı eğim ve yükseltilerdeki nem ve sıcaklık değişim.....	89
Çizelge 4.16. Kar örtü durumundaki değişimin yükselti ve eğime bağlı olarak bitki örtüsünün toprağı kaplama oranına ait varyans analiz sonuçları	90
Çizelge 4.17. Kar örtü durumuna göre farklı eğim ve yükseltideki BTKO (%)	90
Çizelge 4.18. Kar örtü durumuna göre farklı eğim ve yükseltideki MKD (%).....	91
Çizelge 4.19. Araştırma alanı topraklarının tekstür, derinlik, taşlılık ve aşınabilirlik değerleri	95
Çizelge 4.20. Erzurum ili meteorolojik verileri (DMİ 2007).....	99
Çizelge 4.21. Araştırma alanı eğim, potansiyel ve gerçek erozyon riski tablosu	100
Çizelge 4.22. Gerçek erzoyon belirleme matriksi	102

1. GİRİŞ

Yeryüzü ve onun doğal ekosistemini anlamak, sistem içerisinde dinamik bir yapıya sahip olan temel doğal kaynaklardan toprak, su ve bitki örtüsünün birbirleriyle direkt veya dolaylı ilişkilerini çözümlemekle mümkündür. Yeryüzünün büyük bir kısmını kaplayan, üzerinde ve içerisinde geniş bir canlı alemini barındıran toprak; bitkilere durak ve besin kaynağı sağlayarak ekosistemde önemli bir görev üstlenmektedir. Kökeni mineral ve doğal kayalar olan bu malzemenin atmosfere açık olan kısmı bölgeden bölgeye değişim gösteren iklim ve topoğrafyaya bağlı olarak belirli dönemlerde suyun katı fazı olan kar ve bitki örtüsüyle kaplanmaktadır.

Hava sıcaklığının 0°C'nin altına düştüğü zaman meydana gelen bütün yağışlar katı buz kristalleri formundadır (Kanto 2006). Buz kristalleri yeryüzüne ulaştığında çevresel faktörlere bağlı olarak bulunduğu ortamı belirli bir süre terk etmeden bir örtü halinde kaplar. Kar örtüsü, yerde bulunduğu dönemde toprağın nem ve enerji içeriği ile ortamın sıcaklığına etkisinden dolayı en önemli iklimsel faktörlerden biridir (USDA and NRCS 2009). Bu örtü 40°'nin üzerindeki enlemlerde ve yüksek rakıma sahip bölgelerde daha uzun süre yerde kalmaktadır. Diğer bir ifade ile bu doğal malzemenin yerde kalma süresi deniz seviyesinden yükseldikçe ve kutup bölgelerine yaklaştıkça artmaktadır (Şen 1998).

Ekosistemin diğer önemli faktörlerinden biri olan bitki örtüsü, yeryüzünde bulunan insan ve hayvanların yaşamını sürdürmede etken bir rol üstlenen canlılardır. Bu örtü bir arazi parçası üzerinde bulunan, birbirleri ve çevresel faktörler ile karşılıklı olarak sürekli etkileşim içerisinde olan çok sayıda bitki türünün bir araya gelmesiyle oluşan doğal bir yapıdır (Anonim 2010). Bitki örtüsü karın aksine deniz seviyesine inildikçe ve kutuplardan uzaklaştıkça yoğunluğu ve çeşitliliği artmaktadır. Bitkilerin birçoğu yüksek sıcaklığa karşı göstermiş oldukları direnci düşük sıcaklıklara karşı gösteremezler. Bu nedenle sıcaklık sıfır derecenin altına indiği zaman ortamdaki su donar ve bitkiler ihtiyaçları olan bu suyu alamazlar. Böylece bitkilerin hayatı tehlikeye girer hatta yaşam faaliyetleri durabilir (Toroğlu ve Ünaldı 2008).

Bitki örtüsü, bir taraftan yağmur yağışının yeryüzüne düştüğü andaki yüksek kinetik enerjisini azaltarak toprak yüzeyini aşınmaya karşı korurken diğer taraftan infiltrasyon derecesini artırarak, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini geliştirir. Bunlara ilaveten çevresel faktörlere, rakıma ve yöneye göre değişiklik gösteren bitki örtüsü (Öztaş vd 2003), artan yağışla birlikte doymuş toprak üzerinde yüzey akışa geçen suyun akış hızını düşürerek toprağın bir arada tutunmasına yardımcı olup erozyon tehlikesini azaltır (Petter 1992; Hagos 1998).

Toprağın erozyona karşı duyarlılığı, onun oluşumu sırasında kazandığı statik, dinamik, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yanısıra topoğrafik yapı, bitki örtüsünün türü ve kaplılığı ile de yakından ilişkilidir (Tümsavaş ve Katkat 2000). Bitkiler kök ve gövdeleriyle toprak örtüsünü tutarken yapraklarıyla da yağış ve rüzgarın aşındırıcı etkisini azaltmaktadır. Böylece toprağın bitki örtüsüyle kaplanma oranı arttıkça erozyona karşı direnci artmaktadır. Yani bitki örtüsünün toprağı kaplama oranıyla erozyon arasında önemli oranda ters bir ilişki vardır (Mkhonta 2000).

Arazi örtüsü, iklim ve topoğrafik faktörler, kış sezonu boyunca doğal bir su deposu görevi üstlenen kar kristallerinin yağış anında veya sonrasında bir bölgeden başka bir bölgeye taşınmasına sebep olabilir (Özlü vd 2004). Böylece bu faktörlerin etkisiye kar kalınlığı bazı alanlarda ortalama kar derinliğinin üstünde veya altında gerçekleşebilir. Çevresel faktörleri etkileyici çok önemli dış müdahaleler yapılmadıkça kar taşınım ve birikim alanlarındaki kar derinlikleri oransal olarak hemen hemen aynı kalır. Kar örtüsü altında bulunan bitki örtüsü ve toprak bazen ikili bazende üçlü interaksyonlar halinde birbirleriyle sürekli etkileşim içerisinde olup donma/erime olaylarının da yardımıyla bazı özelliklerinde önemli değişiklikler oluşabilir.

Arazinin fizyografik özelliklerine bağlı olarak toprak (Shaver 1995; Qiu *et al.* 2001; Özgül 2003), kar (Goodrich 1982; Davies 1994; Nordell and Sundin 1998) ve bitki örtüsü (Hawley *et al.* 1983; Koç 1991; Koç vd 1994; Koç vd 2005; Pan *et al.* 2008) özelliklerinin araştırılması üzerine bugüne kadar ayrı ayrı birçok araştırma yürütülmüştür. Ancak bu faktörlerin birbirleri arasındaki ilişkilerine yönelik

araştırmalara (Brooks *et al.* 1998; Schimel *et al.* 2004) ise, kar örtüsünün hakim olduğu genelde kutup ya da kutuplara yakın soğuk tundura ikliminin grldğu bölgelerde ve çok az sayıda yapılmıştır. Farklı topoğrafik şartlar ve farklı kar örtüsü altında gelişen toprak özellikleri ve bitki örtüsüyle ilgili araştırmalara ise sınırlı sayıda rastlanmıştır.

Bu araştırma, mera alanında kar taşınım ve birikim örtüsü altındaki farklı topoğrafik şartlara sahip toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve hidrofiziksel özellikler ile mera kalite derecesi ve bitki örtüsünün toprağı kaplama oranı arasındaki ilişkileri ortaya koymak amacıyla yürütülmüştür. Ayrıca, step iklim özelliği gösteren araştırma alanında, Avrupa Birliği'nin evre değerlendirmesi yapmak ve doğru kararlar ve politikalar üretebilmek amacıyla, tüm Avrupa çapında yürütmüş olduğu evre Bilgileri Koordinasyonu (Coordination of Information on the Environment, CORINE) programı ile araştırma alanının potansiyel erozyon risk değerlendirilmesi yapılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Toprak

Toprak çeşitleri ve topraklar arasındaki farklılıklar söz konusu olduğunda toprak genetiğinin genel kuramı olan “toprak oluş faktörleri” (ana materyal, topoğrafya, zaman, iklim, canlılar) akla gelse de toprak ve çevre şartları arasındaki ilişkiyi tek başına toprak oluşum mekanizmasının açıklamaya yetmeyeceği Dinç vd (1987) tarafından ifade edilmiştir. Araştırmacılar toprağın oluşumuna ve karakteristiklerinin ortaya çıkışına profile aktif rol oynayan fiziksel, kimyasal ve biyolojik olayların değişik çevrelerdeki farklı katkı ve etki derecelerinin neden olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Toprak, zaman içerisinde ana materyal ile çevresi arasında interaksiyonla karakterize olan doğal bir varlıktır (Şimşek 2000). Bolca vd (2003)’ne göre, yerinde oluşmuş toprakları şekillendiren ve profil özelliklerini kazandıran pedolojik süreçleri yada taşınmış materyalin depolanma şekli ve pek çok fiziksel özelliğin belirginleşmesi bulundukları yerin topoğrafyasından kaynaklanmaktadır. Bu duruma yönelik farklı ekosistemlerde toprak özelliklerinin topoğrafik pozisyonla nasıl değişebileceğini saptamak amacıyla birçok araştırma yürütülmüştür (Ovalles and Collins 1986; Chen *et al.* 1997; Birkeland 1999; King *et al.* 1999; Fu *et al.* 2000; Kang *et al.* 2000).

Farklı üç arazi pozisyonunda açılan toprak profillerinin fiziksel, kimyasal ve morfolojik özelliklerindeki değişimlerinin belirlenmesi amacıyla Ovalles and Collins (1986) tarafından Florida’nın kuzeyinde yürütülen çalışmada, eğim aşağı inildikçe A horizonundaki kalınlık, kum içeriği, pH ve A horizonu altındaki organik C azalırken, toplam P, kil ve silt içeriğinin ise arttığı tespit edilmiştir.

Sidari *et al.* (2008) aynı iklim, vejetasyon ve ana materyale sahip İtalya’nın güneyindeki Aspromonte Dağları’nın güneye ve kuzeye bakışı olan iki komşu bölgesinde

yürüttükleri araştırmada toprakların kimyasal ve biyokimyasal özellikleri üzerinde bakının etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar bakının toprak özellikleri ve mikroklima değişkenleri üzerinde önemli derecede etkisinin olduğunu saptamışlardır. Ayrıca kuzey bakılı topraklarda mikroorganizma ve organik madde içeriği ile mikrobiyal enzim aktivitelerinin daha düşük olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Özyurt (2007), Doğu Akdeniz Bölgesinde ofiyolitler üzerinde bulunan tarım, orman, mera alanlarındaki yüzey ve yüzey altı toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değişimlerini incelemiştir. Araştırmacı yüzey topraklardaki (0-20 cm) kil ve kum içerikleri ile arazi kullanımı arasında önemli farklılıklar olduğunu tespit etmiştir. Araştırmacı, kil içeriğinin arazi kullanımına bağlı değişimini büyükten küçüğe doğru tarım (%37), orman (%27) ve mera (%22), organik madde içeriğini ise orman (%3,39), mera (%2,67) ve tarım (2,21) alanları olarak sıralamış ve yüzey topraklardaki pH içeriğinin yüzey altı topraklarından daha düşük olduğunu belirlemiştir.

Topraktaki sıcaklık değişiminin arazinin bakısına ve toprak özelliklerine bağlı olarak değiştiğini belirten Borman *et al.* (1999), siltli ve tınlı topraklardaki yıllık ortalama sıcaklığın killi topraklara oranla daha yüksek olduğunu kaydetmişlerdir. Diğer taraftan Gülser and Ekberli (2004) ise zamana ve mekana bağlı olarak değişen toprak sıcaklığının topraktaki kimyasal reaksiyonların hızını ve şeklini önemli derecede etkilediğini ifade etmişlerdir.

Wilkey (1979)'e göre, Franzmeier *et al.* (1969) Kuzey bakılı toprakların güney bakılı topraklara oranla daha fazla sıcaklık değişimine uğradığını, ayrıca yaz aylarındaki sıcaklık farkının kış aylarına oranla daha yüksek olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Kuzey İngiltere'de yeni dikilmiş bir ormanlık alanda Bocock *et al.* (2006) yürüttükleri bir araştırmada, toprak sıcaklığının toprak derinliğine bağlı olarak azaldığını, toprak derinliğinin 5 cm olduğu yerlerdeki ortalama toprak sıcaklığının düze yakın alanlardan ziyade sırt alanlarda ortalama 1,5°C daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca düz

alanlardaki ortalama sıcaklık değerinin kuzey-doğudaki alanlardan ziyade gney-batıdaki sırt alanlardan ortalama 0,3°C daha yksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Topraktaki nem dağılımı üzerine yapılan birçok araştırmada (Moore *et al.* 1988; Famiglietti *et al.* 1998; Pan *et al.* 2008) nem dağılımının topoğrafya, toprak özellikleri, vejetasyon tipi ve yoğunluğu, taban suyu seviyesi, yağış miktarı, gneşlenme ve diğer meteorolojik faktörler tarafından etkilendiği belirtilmiştir. Nyberg (1996) topraktaki nem dağılımı üzerine eğim ve/veya ykseletin etkisinin ters orantılı olduğunu ileri srmştir. Ancak, Crave and Gascuel-Odoux (1997) küçük bir havzada (1,3 km²) yrtkleri bir araştırmada ykseltisi fazla olan alanlardaki toprakların sürekli nemli olduğu ancak nemdeki değişimin çok az olduğu, daha düşük ykseltiye sahip alanlardaki toprakların ise nem içeriğinde artış olmasına karşın değişiminin çok yksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Tromp Van Meerveld and McDonnell (2006)'e göre bitki, toprak nemi ve bunların birbirleriyle bağlantısı toprak su dengesi ve ekohidrolojinin merkezinde yer almaktadır. Gündoğan (2005)'a göre ise, toprak neminin hidrolojik döngüdeki payı çok düşük olmasına karşın birçok hidrolojik, biyolojik ve biyokimyasal olaydaki önemi oldukça büyüktür. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelere düşen yağışın toprakta muhafaza edilmesi bitki yetiştiriciliği, tahıl üretimi bakımından büyük öneme sahip olduğunu vurgulayan araştırmacı sayısal ykseklik verilerinden yararlanarak elde ettiği eğim ve bakı bilgilerini kullanarak topoğrafyanın toprak su içeriği üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmacı sonbaharda 0-20 cm derinlikten aldığı toprak örneklerinde ağırlık esasına göre toprak su içeriğinin %9-27 arasında değiştiğini ve toprak su içeriği ile eğim arasında zayıf, bakı arasında ise önemli ilişkilerin olduğunu tespit etmiştir.

Famiglietti *et al.* (1998) yrtkleri bir araştırmada nispi ykseklik, eğim, bakı ve arazi yapısındaki değişimlerin arazi yüzeyine yakın olan toprağın (5 cm) nem dağılımını etkilediği ve toprağın yüzey yapısının yüzey akışın dağılımında ve birikiminde önemli etkiler oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar nemdeki artış üzerine i bükey alanların düz alanlardan, düz alanların da dış bükey alanlardan daha etkili olduğunu

belirtmiştir. Yine aynı araştırmacılar topraktaki nem içeriğinin kök dağılımı ve toprak kalınlığı ile önemsiz, eğim ve rakım ile önemli negatif korelasyona sahip olduğunu ve eğim derecesine bağlı olarak topraktaki nem değişiminin, infiltrasyon hızı ve akım ile etkilendiğini ileri sürmüşlerdir.

Tayvan'ın güneyinde tropikal bölgelere yakın fakat yüksek rakımdaki yağmur ormanlarında toprak-arazi yapısı ve toprak-vejetasyon ilişkisini belirlemek için bir araştırma yürütülmüştür (Chen *et al.* 1997). Bu çalışmada toprak örnekleme yerleri, arazi özelliklerine ve hakim kuzeydoğu muson rüzgarlarına maruz kalma durumuna bağlı olarak dört gruba ayrılmıştır. Arazi şekilleri arasında önemli bir farklılığa sahip olan toprakların pH, N, Al, K ve Ca içerikleri belirlenmiştir. Bunlardan pH'nın seviyesi ile Ca ve Mg'nin değişimi eğim aşağı doğru arttığı, Al değişiminin ise yüksek eğime sahip topraklarda daha yüksek olduğu görülmüştür.

Toprak neminin zamansal hareketini ve profil karakteristiklerinin değişimini belirlemek için Çin'in Da Nangou havzasında ki (3,5 km²) kuru nehir yatağında, 26 lokasyonda ve 5 derinlikte (0-5, 10-15, 20-25, 40-45 ve 70-75 cm) toprak nem dağılımının zamansal değişimi ile topoğrafya ve arazi kullanımı arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla bir araştırma yürütülmüştür (Qiu *et al.* 2001). Araştırmada toprak nem dağılımının değişim derecesi ve karakteristiğini, topoğrafya (arazinin tipi ve eğimi) ve arazi kullanımıyla ilişkilendirilirken toprak neminin profil tipi yalnızca arazi kullanımıyla ilişkilendirilmiştir. Diğer bir ifadeyle topraktaki nem içeriğinin zamansal değişimi eğimin şekliyle önemli bir ilişki gösterirken toprak neminin zamansal dinamik tipi yükselti, eğim ve bakıyla önemli bir ilişki gösterdiği kaydedilmiştir.

Arazi yüzeyine yakın depolanan toprak neminin mekansal ve zamansal değişimler arasındaki interaksiyonları dünya sistemini çok çeşitli şekilde etkilediği ileri sürülmüştür (Pan *et al.* 2008). Aynı araştırmacılar net radyasyonun kısımlarından olan gizli ve hissedilebilir ısı ile yağışın oluşturduğu akış ve infiltrasyonun en önemli kontrolü yüzey topraklarının nem içeriği ile ortaya çıktığını ifade etmişlerdir. Ayrıca

araştırmacılar evapotransprasyon süresince toprak nemi arazi yüzeyinde yağış ve bulut oluşumu için önemli bir kaynak olabileceğini ifade etmişlerdir.

Moore *et al.* (1988) yüzey nem içeriğı ile bakı, eğim, eğim şekli arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Araştırmacılar topoğrafik değışiklikler ile toprak yüzey nem içeriğı arasındaki ilişkiyi düşük bulmuşlardır.

Hawley *et al.* (1983) toprak nem dağılımı üzerine topoğrafya ve toprak özelliklerinin etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar yükseltinin toprak nem değışkenliğı üzerinde baskın bir etkisinin olduğunu ve toprak tipindeki olası büyük farklılıkların toprak nem dağılımı üzerine daha çok etki yapabileceğini ancak bu farklılıklar önemli oranda eğime bağılı olarak değıştiğinden her birinin nispi önemini belirlemenin oldukça zor olduğunu vurgulamışlardır.

Topraktaki organik madde birikintileri içerisindeki materyallerin hareketi ve dönüşümü iklim, toprak tipi, vejetasyon ve toprak organizmaları tarafından etkilenen dinamik bir olaydır. Bu nedenle soğuk şartlar altında gelişen topraklar genellikle zayıf ve hava kapasitelerinin düşük olduğu bunlara ilaveten soğuk kuru iklimlerde kimyasal bozunmanın yavaş olduğu ve biyolojik ajanlar soğuk ya da kuru çevre şartlarında çok iyi gelişmedikler için toprak gelişim hızının düşük olduğu bildirilmiştir (FAO 2005).

Sıcak ve nemli iklimlerde, hızlı kimyasal bozunmaların oluşmasına organik maddeleri üreten ve dönüştüren biyolojik ajanların yardımcı olmasından dolayı toprak oluşum hızı daha yüksek olduğu ve bu bölgelerde organik madde içeriğinin daha düşük olduğu belirtilmiştir (Louwagie *et al.* 2009).

Özellikle kurak bölgelerde, ana materyal tarafından etkilenen tekstürün toprak porozitesini, kütle yoğunluğunu, saturasyon kapasitesini, dispersiyon oranını da kapsayan toprağın hidrofiziksel özelliklerini, organik madde içeriğı ile toprak profilinin su tutma kapasitesini ve toprak profili boyunca su hareketini etkilenebileceğı ileri sürülmüşür (Gökbülak and Özcan 2008).

Göl vd (2004) Çankırı-Eldivan yöresinde suyun toprakta tutulması ve iletilmesi ile arazi kullanım türü ve bakı arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla farklı arazi kullanım türleri (tarım-orman-mera) ve bakının toprağın hidrofiziksel özellikleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Araştırmada doğal orman, dikim ormanı (plantasyon), mera ve tarım arazisi olarak değerlendirilen ve iki farklı bakıdaki 21 adet toprak profilinden alınan toprak örnekleri üzerinde yapılan bazı hidrofiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına göre, hidrolik iletkenliğin arazi kullanım türüne göre, hidrolik iletkenlik ve tarla kapasitesinin ise bakıya göre önemli düzeyde değiştiği bildirilmiştir.

Plante *et al.* (2006) korunmuş ve korunmamış toprak organik madde havuzlarında fiziksel ve kimyasal maddeler içerisinde tanımlanan organik C'nin dağılımındaki değişimin meydana gelişini araştırmışlardır. Araştırmacılar, kil oranları %16-60 ve %25-50 arasında değişen iki bölgede bulunan toprakların organik C içerikleri ile silt ve kil içeriği arasında pozitif yönde bir ilişkinin olduğunu, toprak tekstürü ile korunmamış C (kaba ve ince parçacıklı organik madde) arasın da ise ilişkinin olmadığını saptamışlardır.

Topraklardaki organik karbon içeriğini değerlendirerek mera ve işlenmemiş topraklarda C'nin bölgesel dağılımını tahmin etmek için ABD'de 500 mera ve 300 işlemeli tarım arazisi topraklarındaki pedon ve iklim verileri kullanılmıştır. Araştırmada işlenmiş topraklardaki C kayıpları yağıştan dolayı arttığı ve nispi organik karbonun killi topraklarda daha düşük olduğu bildirilmiştir (Burke *et al.* 1989).

Shiralipour *et al.* (1992) tarafından yapılan bir araştırmada, topraklara kompost uygulamasının, toprağın fiziksel özelliklerini geliştiren stabil organik maddeyi sağladığı, aynı zamanda toplam gözeneklilik, agregat stabilitesi ve su tutma kapasitesi gibi özellikleri de iyileştirdiği belirlenmiştir.

2.2. Kar Örtüsü

Kar örtüsü; bulunduğu bölgenin mikrokliması ve toprağın termal rejmi üzerinde önemli etkisi olan yüksek albedo ve düşük ısı iletimiyle toprak ve atmosfer arasında ısı iletimini sınırlayan doğal bir varlık olarak tanımlanmıştır (Goodrich 1982; Zhang 2005; Davies 1994; Nordell and Sundin 1998; Skogsberg and Lundberg 2005; Iwata *et al.* 2008). Kar örtüsü soğuk havanın dondurucu etkisini azaltıp toprak ve bitki örtüsü üzerinde koruyucu bir etki oluşturduğundan (Shanley and Chalmers 1999) dolayı kışın karla kaplı alanların altında yer alan toprakların sıcaklığı ortalama hava sıcaklığından daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Stieglitz *et al.* 2003).

Kar örtüsü yerde kaldığı sürece bitkileri donmaya (Bilbrough *et al.* 2000), dehidratasyona ve rüzgarın aşındırıcı etkisine karşı koruyarak bulunduğu ortamın fiziksel, biyolojik ve kimyasal değişiminde aktif rol oynamaktadır.

Kar derinliğindeki artışa bağlı olarak kar örtüsünün ısı yalıtım etkisini belirlemek için Sokratov *et al.* (2001) Rusya'nın Irkutsk bölgesinde bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmacılar 30 yıllık veri kullanılarak 20 cm derinliğindeki toprak sıcaklığı ile hava sıcaklığındaki aylık ortalama değişime bağlı olarak karın ısı izolasyon etkisi incemişlerdir. Bu analiz sonuçlarına göre toprak sıcaklığı ile hava sıcaklığı arasında yalnızca Şubat-Mart ayları arasında ilişki tespit edilirken diğer aylarda herhangi bir ilişkinin olmadığı kaydedilmiştir.

Karla kaplı alanların altındaki ısı akışını ölçmek ve donma-erime işlemleri ile toprak su dinamikleri üzerine kar örtüsü kalınlığının etkisini belirlemek amacıyla Japonya'da bir araştırma yürütülmüştür (Iwata *et al.* 2008). Bu çalışmada Aralık ayının ortalarında kar yağışını takiben kar örtüsü kalınlığının ince (>30 cm) olduğu dönemde toprağın donma derinliğinde bir artış ve 5 cm derinlikteki toprak sıcaklığında ise bir azalış olduğu, buna karşın kar kalınlığı 70 cm'ye ulaştığı Ocak ayında ise donmuş toprak katmanında erimenin başladığı kaydedilmiştir. Yine aynı araştırmacılar kar örtüsünün donma/erime olayının etkisiyle topraktaki su hareketini etkilediğini ancak toprak

yüzeyden donduğu için toprağın daha derin katmanlarından yüzeye doğru önemli miktarda suyun taşınabileceğini vurgulamışlardır.

Decker *et al.* (2003) kar örtüsü bir taraftan toprak sıcaklığını muhafaza ederken diğer taraftan sıcaklıktaki değişimi azaltıp toprak ortalama sıcaklığını 0°C civarında tutar ve böylece daha fazla donma ve erime olayının gerçekleşmesine yardımcı olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Aynı araştırmacılar, kış boyunca kar ile kaplı topraklardaki günlük ortalama sıcaklığın sürekli olarak 0°C'nin üzerinde olduğu buna karşın kar örtüsünün olmadığı dönemlerde toprak sıcaklığının çoğunlukla -3°C'nin altında olduğunu ifade etmişlerdir. Diğer taraftan hava sıcaklığının soğuk olarak seyretmediği ılık yıllarda kar altındaki toprakların sıcaklığı kar örtüsününün oluşmadığı toprakların sıcaklığından daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Edwards *et al.* (2007)'e göre, kar örtüsünün varlığı veya yokluğu toprak biyolojisi ve kimyası için belirli sonuçları olan topraktaki don gelişimini tanımlar ve enerji akışını kontrol etmektedir. Karın izolasyon özelliği toprağın donma-erime olaylarına direkt bir şekilde maruz kalma miktarını ve toprağın sıcaklık rejmini düzenler.

Kar örtüsünün iklim sistemlerinde önemli rol oynayabileceğini vurgulayan Davies (1994), kar örtüsününün sinoptik skala etkileri üzerine bir derleme çalışması yapmıştır. Bu çalışmada radyoaktif dönüşümün karın yüzey katmanlarında yoğunlaştığında özellikle geceleyin iyi bir izolatör görevi üstlendiğini ve böylece gece boyunca kar yüzey sıcaklığının 10°C'den daha fazla düştüğü bir dönemde 10 cm kalınlığındaki kar örtüsüyle kaplı toprakların yüzey sıcaklığının 1°C'den daha az düştüğünü ifade etmiştir.

Hardy *et al.* (2001) iklim değişiminin ılıman bölgelerde (orman) daha az kar yağışına neden olabileceğini ve böylece daha ılık kış sezonları yaşanabileceğini bildirmişlerdir. Bu durumun, izolasyon görevi yapan kar örtüsünün eksikliğine neden olacağından toprağın donmasında bir artışa ve kar erime periyodu boyunca toprak su dinamiklerinde bir değişime yola açabileceğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar donma derinliğinin genellikle kar derinliği ile ters orantılı olduğunu kar örtüsünün eksikliği veya kar

örtüsünün oluşmasındaki gecikme daha derin ve daha uzun bir zaman süresince toprağın donmasına neden olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Goodrich (1982) yıl bazında yeryüzünün termal rejmi üzerine sezonsal kar örtüsünün etkisinin uzun zamandan beri bilinen bir gerçek olduğunu ve kar örtüsünün yıllık sıcaklık döngüsünün yalnızca soğuk kısmında mevcut olduğundan bir yıl boyunca yıllık yeryüzü sıcaklığında ortalama birkaç derecelik bir artışa neden olabileceğini bildirmiştir. Araştırmacı, toprağın termal iletkenliğinin donmamış fazda donmuş faza oranla daha büyük olduğundan, ortalama yıllık yeryüzü sıcaklığının derinlikle azaldığını ileri sürmüştür. Ayrıca, toprak gizli ısının var olduğu dönemde permafrost şartlar için sezonsal kar örtüsünden dolayı yıllık ortalama yeryüzü sıcaklığında da artış olduğunu ifad etmiştir.

Kar yüzeyi kar örtüsünün yüksek albedo ve emisiviteye sahip olmasından dolayı hava sıcaklığına oranla daima daha soğuk olduğunu belirten Gupta *et al.* (2005), karın görünür bölgede (0,5-0,7 μm) yüksek bir yansıtıcı, kısa dalga infrate bölgesinde (1,0-3,5 μm) ise oldukça güçlü bir absorplayıcı olarak nitelendirmişlerdir.

Suizu and Yamada (2002) soğuk ve kuru günlerde havadaki buhar basıncının kar yüzeyindeki buhar basıncından daha düşük olmasından dolayı gizli ısının etkisiyle kar erimesinin meydana gelemeyeceğinden dolayı kar örtüsünün erimesi için gizli ısının gerekli olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Marsh and Pomeroy (1999), Kanada'nın kuzeyinde yürüttükleri bir araştırmada, hem lizimetrede (0,25 m²) hem de havza ölçeğinde erime suyunun kimyasındaki mekansal ve zamansal değişiklikleri göstermek için, alansal kar erimesi ölçümleri yapmışlardır. Bu ölçümler, mikroskalada akış hacminde meydana gelen değişimlerin erime suyu kimyasandaki değişime eşlik ettiğini göstermişlerdir.

Hava sıcaklığı 20 yüzyıl boyunca küresel ortamadan kuzeydeki yüksek enlemlerdekine oranla daha yüksek bir artış göstermiştir (McCarthy *et al.* 2001). Birçok küresel iklim

modeline göre bu trendin 21. yüzyılda da böyle devam etmesi halinde yaz mevsiminden ziyade kış mevsiminin daha sıcak olacağı tahminleri yapılmaktadır (Zhang *et al.* 2008).

Decker *et al.* (2003) kar örtüsü toprakta oluşan donma-erime döngü sayısını artırabilir. Bu durum bitki köklerinin kurumasında bir artışa neden olarak toprak agregat stabilitesi ve besin kayıplarını etkileyebileceği, her ne kadar toprak sıcaklığının iklim değişiklikleri üzerine direkt bir etkisi olmasa da kar kütlesindeki azalmanın toprak donundaki artış üzerine uzun süreli bir etkisinin potansiyel olarak her zaman olabileceğini ileri sürmüştür. Diğer taraftan hafif bir don olayının gerçekleşmesi toprakta nitrat artışına (Groffman *et al.* 2001) ve N, P ve C’de ise kayıplara neden olabileceği bildirilmiştir (Fitzhugh *et al.* 2001).

2.3. Bitki Örtüsü

Bitki örtüsü bir taraftan karın rüzgar etkisiyle taşınımını önlerken (Liston and Sturm 2002), diğer taraftan erime sonrası topraktaki nem düzeyinin dengeli bir şekilde azalmasına yardımcı olmaktadır (Engström *et al.* 2005). Sezonlar kar örtüsüyle kaplı alanlardaki toprak-bitki sistemi karın zamansal değişimine göre iklim, toprak nemi ve vejetasyon dinamiklerini kontrol etmektedir (Tromp Van Meerveld and McDonnell 2006).

Yüksek rakım ve enlemlerdeki vejetasyon topluluklarının kar örtüsü, çığ ve kar erimesi üzerindeki etkilerinin yanısıra kar örtüsüyle (kimyasal ve enerji değişimi) birlikte erime suyu, besinler, net radyasyon ve türbilans ısı değişiminin ilkbahardaki girdileri ve karın termal izolasyonuna duyarlılığıyla ilgili birçok araştırma yapılmıştır (Pomeroy and Brun, 2001; Pomeroy *et al.* 2001).

Yıllık yağışın önemli bir miktarının kar şeklinde düştüğü bölgelerde erken ilkbaharda kar erime sürecinde toprak-su sistemi için önemli bir katkı sağlamaktadır. Sonbaharda toprak üstünde kalan bitki artıklarının karın birikimi üzerinde etkili olduğunu vurgulayan Pomeroy *et al.* (2001) vejetasyonun sadece karın fiziksel ve kimyasal özellikleri

üzerinde değil aynı zamanda da karın birikmesi ve taşınması ile kimyasal yükü ve vejetasyon gelişiminde de çok büyük etkilere sahip olduğunu belirtmiştir.

Yöney, bitki örtüsünün gelişmesini belirleyen önemli ekolojik faktörlerden biridir. Bulunduğumuz yarım kürede güney yöneylerin daha fazla güneş alması ilkbaharda toprağın daha erken ısınmasına ve buna bağlı olarakta bitki örtüsünün daha erken gelişmesine neden olmaktadır. Erzurum ekolojisinde çevresel faktörler ve özellikle de iklimin etkisi altındaki bitki örtüleri, yıl boyunca belirli bir gelişme seyri göstermektedir (Koç 1995).

Wilkey (1979)'e göre soğuk iklimlerde yoğun vejetasyon altındaki toprak sıcaklığı ilkbahar ve yaz mevsiminde daha düşük, sonbaharda ise daha yüksek olma meylindedir. Orman örtüsü yıllık yağış ve fotoperyot döngüsünden sonra toprağın birbirini izleyen donma-erime üzerine etkili olan bitki örtüsü kendisi için uygun sıcaklık periyodu oluşturmaya meyleder. Bu nedenle özellikle soğuk iklime sahip bölgelerde bitki örtüsü daha kalın bir yapıya sahip olduğu görülmektedir.

Kış aylarında meydana gelen kar yağışı özellikle yüksek rakıma sahip alanlarda önemli bir su kaynağı oluşturmaktadır. Buna karşın yaz aylarında oluşan yağışlar çoğunlukla toprağın üst katmanında neme katkı sağladıklarından dolayı alt katmanlarda yer alan su, yüzeyden transpirasyonla kayıp olan suyu yeterince karşılayamamaktadır. Böylece yaz aylarında düşen yağışların hızlıca buharlaşmasından dolayı bitkiler için fazla elverişli olmadığı bildirilmiştir (Jensen *et al.* 1989).

Frenkel (1975) genellikle kuzey yüzdeki eğimlerin daha soğuk ve daha nemli, güney bakıların ise daha sıcak ve daha kurak olduğundan kuzey bakıdaki bitki örtüsünün güneye bakıdakine oranla daha yoğun olabileceğini belirtmiştir.

Nash *et al.* (1991)'a göre aşırı kurak şartlar altında su, çevresel değişimi etkileyen en önemli faktörlerden biri olduğundan dolayı toprak neminin kuru alanlarda çok yıllık bitki türlerinin büyüklüğünü ve sayısını etkileyebileceğini ileri sürmüştür. Pan *et al.*

(2008) ise çöl ekositeminde taban suyu seviyesi 80 m derinlikte bulunduğundan dolayı bu tür alanlar için suyun tek kaynağının yağışlar olduğunu bildirmiştir.

Erzurum at ilçesi doğal çayırların verimlik durumu ile bazı toprak özelliklerini karşılaştırmak amacıyla çayırlık alanların taban, yamaç ve tepe kısımlarından toprak ve ot numuneleri alınmıştır. ayırlardan elde edilen kuru ot verimi 125-1000 kg/da arasında değıştiğı, baklagillerin botanik kompozisyondaki oranı bazı çayırlar hariç yok denecek kadar az olduğı, ayır ot verimi ve botanik kompozisyon üzerine organik madde, azot, fosfor ve pH'nin etkili olduğı ifade edilmiştir (Şimşek vd 2005).

Ekosistemde çevrenin bir ürünü olan vejetasyon ile evre arasında önemli bir etkileşimin olduğı ve yüzey kaplılığın bitki türleri, arazi şekli ve toprak karaktersitiğinin fonksiyonu olduğı, vejetasyon örtüsününün kompleks bir obje oluşturmaya rağmen vejetasyonun tipi, arazi şekli ve toprak türü arasında korelasyon oluşturduğu ifade edilmiştir (Koç 1995; Bayat 1998; Mohammadi 2000).

Bayat (1998) Vejetasyon dağılımı ve yoğunluğı topoğrafya, toprak, jeomorfoloji ve iklim gibi biyotik faktörler arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüştür. Araştırmada yüksekliğın vejetasyon örtüsüyle negatif yönde önemli bir ilişkiye sahip olduğı ileri sürülmüştür. İncelenen bütün oluşumlarda vejetasyon kuzey bakıda maksimum (yıllık imen en yüksek güney bakıda) olduğı görülmüş, yüksek eğimler ile vejetasyon örtüsü arasında istatistiki bakımdan önemli olmayan zıt bir ilişkinin olduğı tespit edilmiştir.

Mirakhorlo (1998) tarafından mera ekosisteminde mevcut hayvan yemi ve vejetasyon örtüsü üzerinde çeşitli çevresel faktörlerin etkisini araştırmışlardır. Yapılan analizler sonucunda eğim, bakı, yükseklik ve iklimin ot ve vejetasyon örtüsüyle önemli bir ilişkiye sahip olduğı belirlenmiştir. En yüksek korelasyon eğimle vejetasyon örtüsü arasında bulunuştur.

Zuviria (1992) eğimli alanlarda hem günlük hemde aylık toplam radyasyon miktarı güney bakıda en yüksekken kuzey bakıda en düşük olduğunu bildirmiştir. Kuzey bakıda daha düşük güneş radyasyonu daha az evapotransprasyona neden olduğundan dolayı bitkiler tarafından kullanılabilir su daha yüksek olduğu ileri sürülmüştür (Frahnak and Movahhed 1997).

Birçok araştırmaya göre yarı kurak arazilerde yağış ve yükselti arasında yüksek bir korelasyon olmasından dolayı vejetasyon ve yükseklik arasında önemli bir ilişkinin olduğu gözlemlenmiştir (Smith *et al.* 1990). Zaremehrijardi *et al.* (2008)' göre Zohary (1973) nemin varlığı kurak zonlarda vejetasyon örtüsünü etkileyen önemli bir değişken olmaktadır. Sarp kayalar ve kaya çıkıntılarındaki bitki örtüsü diğer taşlık alanlardan daha fazla olması kaya oyuklarında biriken ince toprak materyalinin yağmurun buharlaşmadan korunduğu ortamlar oluşturmamasından kaynaklana bileceği şeklinde ifade edilmiştir.

Yarı kurak iklim zonu üzerinde vejetasyon örtüsü ile jeopedojik karakteristikler arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Araştırmada vejetasyon örtüsüyle yükseklik arasında düşük pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Araştırma alanındaki yükseltideki artışa bağlı olarak vejetasyon örtüsünde de artış olduğu ileri sürülmüştür. Diğer tarftan yükseklikle (<1200 ve 1200-1400 m) vejetasyonun örtü yüzdesi arasında önemli farklılıkların olduğu yani vejetasyon örtüsü ile eğim arasında pozitif bir korelasyon olduğu bildirilmiştir Zaremehrijardi *et al.* (2008).

İklimin, küresel ölçekte vejetasyon tiplerinin mekansal dağılımı üzerinde baskın bir etkisinin olduğu bilinmektedir. Vejetasyon örtüsü ise albedo, yüzey prürüzlüğü, su kondüktivitesi (biojeofiziksel mekanizma) ve atmosferik gazların (örn., biojeokimyasal etkileri olan CO₂ CH₄) arazi yüzeyinin fiziksel karakteristiklerini değiştirerek iklimi etkilediği ifade edilmiştir (Brovkin 2002).

Birhan vd (2002) Erzurum yöresi meralarını Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) teknikleri kullanılarak sınıflandırmışlardır. Araştırmada UA verisi olarak

Landsat TM5'i kullanılmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre Erzurum ili arazisinin %40,47 çok zayıf veya zayıf, %23,96'sı orta, %6,8'i iyi ve %1,66'sı çok iyi mera vasfı taşıdığı tespit edilmiştir. Ayrıca ilin %1,95'i çayır, %0,80'i orman, %18,94'ü tarım arazisi ve %5,43'ü ise diğer alanlar (bulut, gölge ve su yüzeyleri) olarak belirlenmiştir. Araştırmacılara göre yalnızca mera alanları dikkate alındığında Erzurum ili %55,5 zayıf, %32,9'u orta, %9,3'ü iyi ve %2,3 çok iyi mera alanları olarak sınıflandırmışlardır. Araştırma sonucuna göre en zayıf mera alanı Pazaryolu (%79,25) ve Uzundere (%77,55) ilçelerinde bulunurken iyi ve çok iyi mera alanları ise Şenkaya (%33,4) ve Karayazı (%31,6) ilçelerinde tespit edilmiştir.

Koç vd (2005) sodik karakterli toprak özelliğine sahip kofalık ve kofasız iki mera alanında modifiye edilmiş tekerlekli nokta metoduna göre vejetasyon etütleri yapmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre kofalık kesimde kofa (*Juncus effusus*), kofasız kesimde ise köpek dişi (*Cynedom dactylon*) baskın konumdaki bitkiler olurken her iki kesimde de bitkinin toprağı kaplama oranı %40'ın üzerinde tespit edilmiştir. Kofalık kesimde 17,5 olan mera kalite derecesi kofasız kesimde 40,0 olarak belirlenmiştir.

Öztaş *et al.* (2003) meralar, genellikle yüksek yarı kurak zonlara yerleşmiş alanlar olup sürekli ve aşırı otlatılma sonucunda toprak özelliklerinde ve bitki topluluklarında değişimlerin oluşabileceğini ve böylece hızlı bir bozulmaya sonuçlanabileceğini ileri sürmüşlerdir. Araştırmacılar botanik kompozisyondaki ot sıklığının %39,5-84,5 arasında değiştiğini, en düşük ve en yüksek ot sıklığının etek arazide, en düşük baklagil sıklığının ise tepe pozisyonunda olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırma alanında örtü kaplılığının %19,6-45,2 arasında değiştiği en yüksek miktarın etekte ve en düşük miktarında tepe arazide olduğunu belirlemişlerdir. Diğer tarftan aynı alan için mera kalite derecesi 3,2 ile 5,5 arasında değiştiği, mera kalite derecesi ile pozisyonlar arasında önemli bir farklılığın olmadığı fakat en düşük değerin tepe pozisyonunda belirlendiği kaydedilmiştir.

2.4. Erozyon

Günümüzde özellikle erozyon durumu ve erozyon riskini ortaya koyan metodolojiler giderek ağırlık kazanmış olup bunlardan biriside Avrupa Birliği'ne üye ülkelerince uygulanan erozyon riski ve arazi kalitelerini belirleyen CORINE modelidir (EEA 2010).

Doğan *et al.* (2000) Batı Akdeniz Bölgesinde yer alan Dalaman havzasının toprak erozyon riskini belirlemek amacıyla CORINE yöntemini kullandıkları bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmacılar havza topraklarının %27'i düşük, %40'ı orta ve %29'unun ise yüksek gerçek erozyon risk seviyesinde olduğunu belirlemişlerdir.

Türkiye'nin yağış, kuraklık, erozyon indisleri ve kuraklık dönemlerini belirlemek amacıyla ülkenin her yerini temsil edebilecek 245 meteoroloji istasyonunun uzun yıllık yağış ve sıcaklık verileri kullanılarak aşındırıcı güç indisleri belirlenmiştir (Doğan ve Denli 2000). Araştırmada indis hesapları yapılan 245 istasyonun 112'sinde düşük, 84'ünde orta ve 49'unda yüksek aşındırıcı güç değerleri belirlenmiştir.

Landsat-7 ETM⁺ uydu verilerinin temel alındığı, toprak, topoğrafik ve jeolojik haritalarının desteği ile Isparta-Merkez ilçesinin arazi kullanım haritasını hazırlamak amacıyla Başayığit (2004) tarafından CORINE arazi sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, CBS ortamında topoğrafik haritadan elde edilen eşyükselti eğrileri kullanılarak hazırlanan sayısal yükseklik modeli üzerine uydu verilerinin karşılaştırılması ile oluşturulan arazi modelinin, yüksekliğe bağlı olarak değişen ve çoğu dönemler için benzer yansıma gösteren arazi kullanım türlerinin ayırtedilmesinde kullanılabileceği belirlenmiştir.

Geliştirilen mantıksal ya da matematiksel modellerin yanı sıra UA ve CBS gibi teknolojilerin kullanımıyla daha etkin hale gelen erozyon belirleme metodolojilerinden USLE, CORINE, ICONE ve LEAM yöntemleri 1900 km² alan sahip Erzurum Tortum Gölü havzasının erozyon riskini tahmin etmek için kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara

göre en iyi sonucu %62'lik doğrulukla USLE metodu sağlarken sırasıyla %61 LEAM, %46 ICONA ve %37 CORINE olarak belirlenmiştir (Çakal vd 2002).

Birhan vd (2002) UA ve CBS teknikleri kullanarak Erzurum ili meralarının erozyon risk durumunu belirlemek için bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmacılar, mera alanlarının %38,82'si düşük, %24,03'ü orta, %16,28'i yüksek ve %20,87'si çok yüksek erozyon potansiyel riski taşımış olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırma alanı içerisinde yer alan Erzurum ili ilçelerinin meraları erozyon risk (yüksek ve çok yüksek alanları) durumuna göre; Uzundere'nin %75,35, İspir'in %67,40, Oltu'nun %63,33, Olur'un %58,59, Tortum'un %54,99, Şenkaya'nın %52,90, Pazaryolu'nun %50,70, Narman'ın %39,73, Çat'ın %29,77, Ilıca'nın %29,14, Karyazi'nin %28,83, Aşkale'nin %28,13, Horasan'ın %25,63, Pasinler'in %25,08, Merkez'in %25,32, Karaçoban'ın %21,45, Köprüköyü'nün %19,55, Tekman'ın %17,27 ve Hınıs'ın %15,94 şeklinde sıralanmıştır. Bütün bunlara ilaveten riskli alanların oluşmasında esas faktörün eğim olduğu ileri sürülmüştür.

Çakal vd (2001) Tortum Gölü havzasında LEAM metoduyla erozyon risk taşıyan alanların belirlenmesinde topoğrafya, uydu görüntüsü ve arazi çalışmalarından elde ettikleri verilerin CBS ortamında değerlendirmişlerdir. Araştırma sonucuna göre, havzanın %2'i risksiz %5'i orta, %30'u yüksek ve %61'i çok yüksek riskli olduğu tespit edilmiştir.

CBS ve UA tekniklerinin toprak erozyon riskinin belirlenmesinde kullanımına yönelik Ankara-Beyşehir yöresinde Bayramin vd (2003) tarafından bir araştırma yürütülmüştür. Bu çalışmada ICONA erozyon risk modeli kullanılmıştır. Bu modelin sonuçlarına göre araştırma alanının %8'i çok düşük, %24,7'si düşük %23,6'sı orta, %23,6'sı yüksek ve %20,1'i ise aşırı erozyon riski taşıyan alanlardan oluştuğu belirlenmiştir.

Baraj ve gölet gibi su depolama yapılarının planlanması aşamasında havzanın erozyon sorunları bakımından değerlendirilmesinin gereksiniminden hareketle Erol vd (2009)'ı Antalya havzasının Isparta sınırları içerisinde yer alan Darıderesi havzasında bir

araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmacılar bazı erodibilite özelliklerini arazi kullanım şekillerine bağlı değişimlerini ortaya koymak amacıyla, havzada yer alan orman, tarım ve mera alanlarında açılan profillerden toprak örnekleri almışlardır. Araştırmacılar orman ve tarım topraklarında kum oranlarının benzer, mera topraklarında ise farklı ve daha yüksek olduğunu, kil oranlarının ise hem orman ve tarım, hem de tarım ve mera topraklarında birbirlerine benzer olduğunu saptamışlardır. Diğer taraftan erozyon oranı değerleri, orman, tarım ve mera topraklarında sırasıyla 63,33; 83,45; 138,48 tespit etmişlerdir. Bu sonuçlara göre araştırma alanı erozyon oranları, istatistikî anlamda hem orman ve tarım topraklarında birbirlerine benzer, hem de tarım ve mera topraklarında birbirlerine benzer olduğu, mera toprakları tarım ve orman topraklarına oranla daha yüksek bulunurken, orman topraklarında erozyon oranını en yüksek olarak belirlenmiştir.

Genellikle yüksek yarı kurak zonlara yerleşmiş alanlar olan meraların, sürekli aşırı otlatma ile erozyonun toprak özelliklerinde ve bitki topluluklarında değişime neden olarak hızlıca bozulmasına yol açmaktadır. Bu durumu gözlemlemek amacıyla Öztaş *et al.* (2003)'nın aşırı otlatılan ve orta derecede aşınmış bir mera alanında üç arazi pozisyonunda (tepe, sırt ve etek) eğim boyunca toprak özellikleri ve vejetasyondaki değişimi incelemek amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırma alanında yüzey örneklerinden alınan toprakların kil içeriği tüm alanlarda sırt pozisyonunda en düşükken, tepe ve etek pozisyonlarının kil içerikleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Araştırma alanı topraklarının hacim ağırlığındaki değişiklikler eğim boyunca önemli bir trend göstermiş ve genellikle sırt ile etek pozisyonundaki hacim ağırlığı tepe pozisyonundan daha yüksek olduğu btespit edilmiştir.

Oğuz ve Noyan (2000), eğimli bir arazide topoğrafyaya bağlı olarak toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri ile erozyona uğramaya eğilimlerindeki değişimleri incelemek amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Toprak örneklerini iki farklı derinlikten (0–20 ve 20–40cm) alan araştırmacılar arazinin tepe kısmına olan mesafenin artmasıyla toprakta tuz, kil, P_2O_5 içeriği ile solma noktasının yükseldiğini, pH değeri, $CaCO_3$ ve kum içeriğinin ise azaldığını belirlemişlerdir. Araştırmacıların ifade ettiği bir diğer nokta ise

araştırmanın yürütüldüğü alana ait toprakların erozyona uğrama eğiliminin, arazinin tepe kısmından etek kısmına doğru gidildikçe azaldığı şeklindedir.

Sel, erozyon, taşınan çözelti ve yer-atmosfer ilişkisini içeren işlemlerin hidrolojik döngüsünü anlamak ve tahmin etmek için geçici ve mekansal değişimin yüksek bir seviyede sergileyen toprak nemi önemli bir değişkendir (Owe *et al.* 1992; Grayson *et al.* 1997). Toprak altı ve toprak yüzey nemlerinin her ikisinde sel ve erozyon üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Western and Grayson, 1998).

Bitki örtüsünün toprağı kaplama alanı azaldıkça erozyon artmakta, ancak bu artış doğrusal (linear) bir ilişki sergilememektedir. Bitki ile kaplı alan %30'ların altına düştüğü zaman su; %15'lerin altına indiği zaman da rüzgar erozyonu hızla artmaktadır. Ülkemizde ise yapılan çeşitli araştırmalara göre meralarda bitki örtülerinin toprağı kaplama alanları, Kırklareli'de %15,4, Konya'da %26,5, Erzurum'da %20,6 ve 17,5, Ankara'da %8,2-28,3 ve Niğde'de %19,3 olarak ifade edilmiştir (Altın 1994).

Toprakların kil yüzdesi arttıkça erozyona karşı dayanıklılık dereceleri de artar; kil yüzdesi azaldıkça ise, topraklar erozyona karşı daha dayanıksız olmaktadır (Irmak, 1968; Gülçur 1974; Sönmez 1994).

Candemir (1998), Çarsamba Ovası yüzey topraklarının erozyona uğrama eğilimlerini belirlemek üzere bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmada, toprakların kil, silt/kil, kation değişim kapasitesi ve organik madde içeriği gibi temel özellikleri ile strüktürel dayanıklılığı ve erozyona karşı duyarlılığı ortaya koymada esas alınan ölçütlerden strüktür stabilite indeksi, kil oranı, dispersiyon oranı, erozyon oranı, toprak aşınım faktörleri arasında istatistiksel bakımdan önemli ilişkiler olduğu bildirilmiştir.

Ana materyal, yalnızca toprağın verimliliğini gelişimini değil aynı zamanda toprak erodibilitesinde etkilemektedir (Gökbulak and Özcan 2008). Erodibilite, toprakların tamamen kendi bünyelerindeki çeşitli özelliklerinden kaynaklanan ve eroziv etmenlere karşı direncini veya erozyona uğrama eğilimini gösteren bir niteliğidir. Toprağın

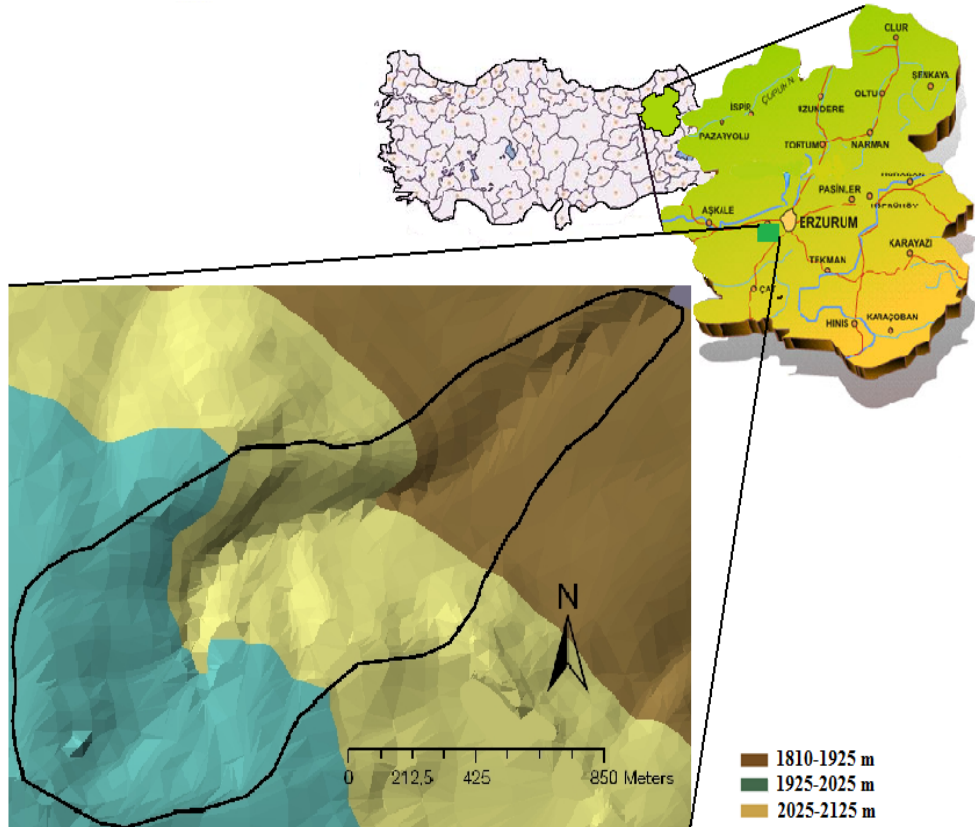
erozyona eğilimi ile birçok toprak özellikleri arasında bazı ilişkiler bulunmuş ve buna dayanarak bazı erozyon eğilim indeksleri geliştirilmiştir. Genellikle erodibilite göstergeleri ile topraktaki kaba fraksiyonlar arasında pozitif belirlenmiştir. Birçok araştırmada (Okatan vd 2000; Anşın vd 2002; Yüksek ve Kalay 2002) toprakta kum, toz miktarının artması ile erodibilite yani aşınımaya yatkınlığın arttığı ifade edilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma alanı

Araştırma, Erzurum-Azizye-Sinirbaşı deresi havzasında yürütülmüştür (Şekil 3.1). Araştırma alanı $39^{\circ}55'38''$ kuzey enlemi ile $41^{\circ}05'36''$ doğu boylamı arasında yer almakta olup, $1,465 \text{ km}^2$ alana sahiptir. Kuzey-doğu güney-batı istikametinde yer alan araştırma alanının, memba (2125 m) ile mansap (1810 m) arasındaki kot farkı 315 m'dir. Araştırma alanına ismini veren Sinirbaşı deresi 2. mertebeden kuru bir dere olup ilkbahar aylarında akıma geçen kar sularını Karasu'nun bir kolu olan Ömertepe çayına dökerek.



Şekil 3.1. Araştırma alanı

3.1.2. Araştırma alanının topoğrafik ve infiltrasyon karakteristikleri

Araştırma alanının çevresel uzunluğu 5,3 km, en geniş yerinin uzunluğu 0,6 km, ortalama yükseltisi 1978 m, ortalama eğimi %17, ana su yolu uzunluğu 2,67 km ve toplam su yolları 3,3 km uzunluktadır. Kuzey-doğu güney-batı istikametinde gidildikçe yükseltisi ve genişliği artmakta olan araştırma alanının %43,8'i kuzey, %43'ü doğu, %11,4'ü güney ve %1,8'i batı bakılı alanlardan oluşmaktadır.

Araştırma alanının infiltrasyon hızları 1810-1925 m yükselti grubunda 62.0 mm/sa, 1925-2025 m yükselti grubunda 32 mm/sa ve 2025-2125 m yükselti grubunda ise 259 mm/sa olarak oldukça değişiklik göstermektedir (Bakır vd 2009).

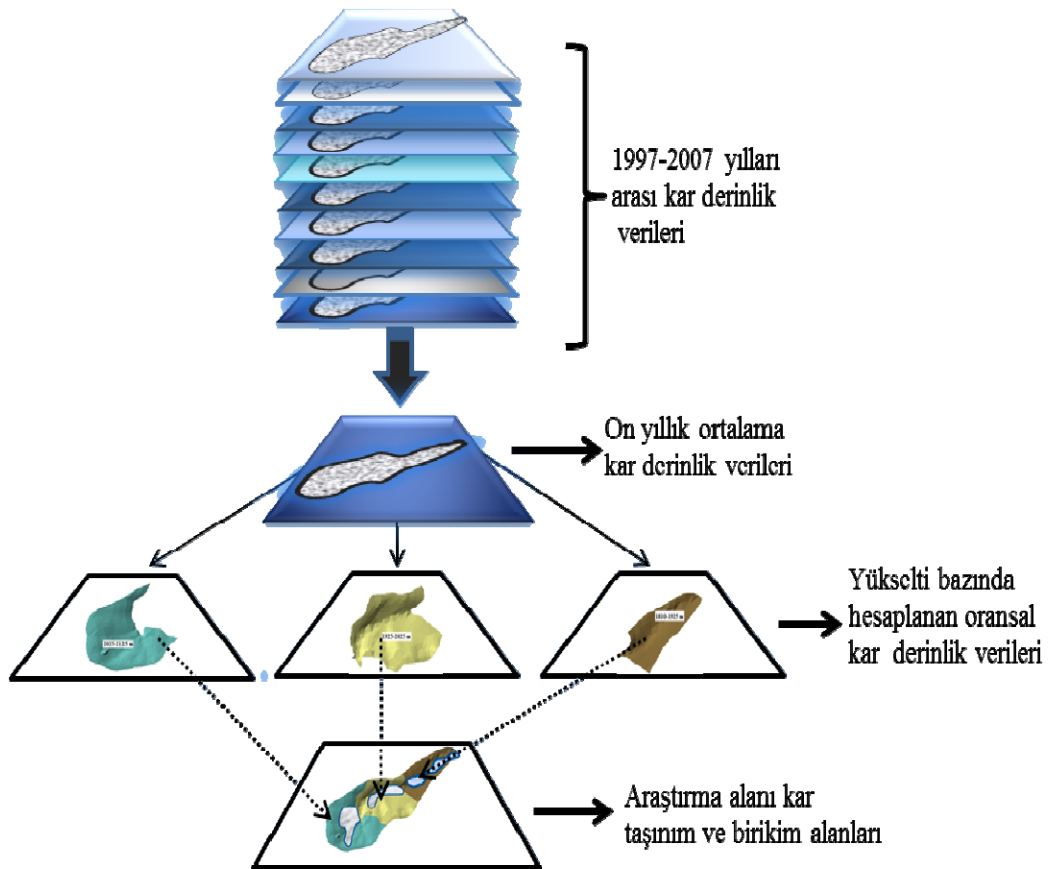
3.1.3. İklim özellikleri

Araştırma alanının yer aldığı Erzurum ili, yazları sıcak ve kurak kışları ise soğuk ve kar yağışlıdır. İlde kar yağışının olduğu günlerin sayısı ortalama 51,8 iken karla kaplı olan gün sayısı ortalama 112,3 tür. Erzurum ilinin yıllık yağışı ortalaması 434,9 mm olup en fazla yağışın ortalama 54,5 mm ile Mayıs ayında, en az yağışın ise 17,6 mm ile Ağustos ayında almaktadır. Yıllık ortalama hava sıcaklığının 5,6°C olduğu ilde en yüksek ortalama hava sıcaklığı 19,5°C ile Ağustos, en düşük -9,2°C ile Ocak ayında görülmektedir. Uzun yıllık verilere göre il bazındaki toprak (5 cm derinlikte) sıcaklığının sıfırın altına düştüğü dönemler Aralık, Ocak ve Şubat aylarıdır. Erzurum ilinde yıllık ortalama buharlaşma miktarı 925,9 mm, rüzgar hızı 2,6 m/s ve nispi nem %64,1 olup Ağustos ayında %47,7'ye düşen ortalama nisbi nem Aralık, Ocak ve Şubat aylarında sırasıyla %76,3; %75,3 ve %74,3'e kadar çıkmaktadır (DMİ 2007).

3.2. Yöntem

3.2.1. Kar taşınım ve birikim alanlarının belirlenmesi

Araştırmanın yapıldığı alanda kar örtü durumunun (KÖD) belirlenmesinde Şekil 3.2'deki akış şeması takip edilerek ilgili havzada yürütülen bir araştırma projesinin 1997-2007 yılları arasında ölçülmüş kar derinlik verilerinden yararlanılmıştır. Bu veriler araştırma alanının temsilen 50x50 m gride bölünmüş 465 noktasından elde edilmiştir (Bakır vd 2009).



Şekil 3.2. Kar taşınım ve birikim alanlarının belirlenmesinde kullanılan akış şeması

Kar örtü durumunu belirlerken yükselti farklılığından kaynaklanabilecek olumsuzlukları azaltmak amacıyla araştırma alanı 1:25000'lik sayısal topoğrafik haritadan

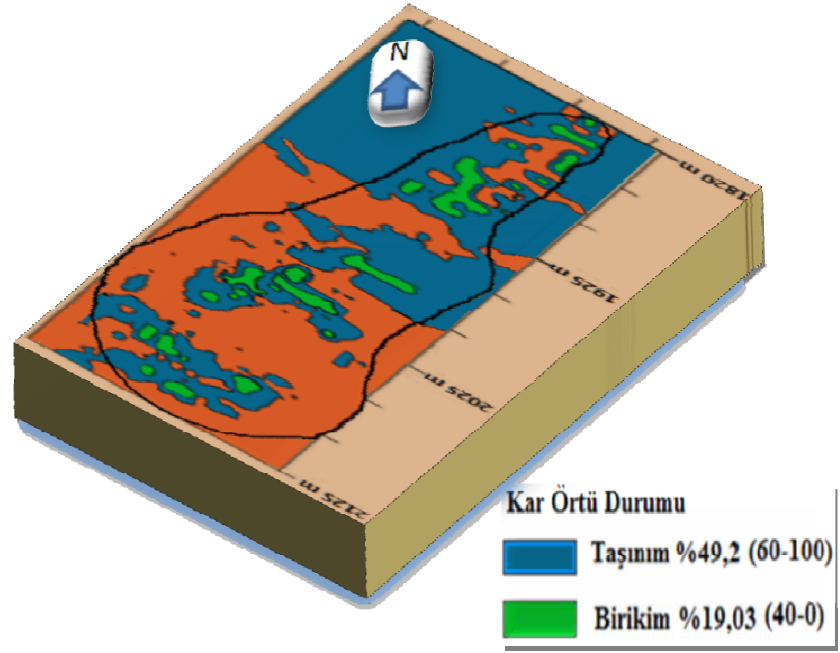
yararlanılarak mansaptan menbaya doğru yaklaşık 100 m yükselti farkı oluşturacak şekilde 1810-1925 m, 1925-2025 m ve 2025-2125 m aralıklarla üç yükselti grubuna ayrılmıştır.

Sonra araştırma alanın değerlendirmeye alınan on yıllık kar derinlik verilerinin ortalaması alınarak maksimum ve minimum değerleri belirlenmiştir (Çizelge 3.1). Ortalama kar derinlik değerlerini boyutsazlaştırmak için her bir yükselti grubu içerisinde belirlenmiş olan maksimum kar derinlik değerlerini 100 (yüz)'e, minimum kar derinlik değerlerini ise 0 (sıfır)'a eşitleyip ara kar derinlik değerlerinin oransal dönüşümü gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.1. Yükseltiye Bağlı Ortalama Minimum, Maksimum ve Alansal Kar Derinlik Dağılımı (1997-2007)

KÖD	Yükselti Grupları (m)	Kar Derinlik (cm)	Alan (%)	Min. Kar Derinliği (cm)	Mak. Kar Derinliği (cm)
Taşınım	1810-1920	21,30	19,40	7,75	
	1920-2025	25,20	19,40	8,95	
	2025-2125	24,80	10,40	8,16	
Birikim	1810-1920	41,50	7,03		51,26
	1920-2025	50,00	5,80		62,34
	2025-2125	60,00	6,30		76,6

Daha sonra her üç yükselti grubu içinde grid bazında ölçülen kar derinlik değerlerini 100 birimlik bir ıskalada ayrı ayrı hesaplanmış olan kar derinlik değerlerinin 0-40 aralığında yer alan değerlerini taşınım, 60-100 arasında yer alan kar derinlik değerlerini ise birikim alanları olarak adlandırılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Kar taşınım ve birikim alanlarının dağılımı

En sonunda araştırma alanı, kar taşınım ve birikim alanlarından CORINE’de belirtilen %0-5, %5-15, %15-30 ve >%30 eğime sahip alanlar klizimetre yardımıyla tespit edilerek sınıflandırılmıştır.

3.2.2. Araştırmada kullanılan profil yerlerinin belirlenmesi ve betimlenmesi

Araştırma alanında, üç yükselti grubunda yer alan 4 farklı eğim grubu için kar taşınım ve birikim alanları dikkate alınarak toplam 23 adet (2025-2125 m yükselti aralığındaki kar taşınım alanında >%30 eğim olmadığından bir profil eksik açılmıştır) toprak profili açılmış ve betimlenmiştir.

3.2.3. Toprak örneklerinin analize hazırlanması

Betimlenen profillerin yüzey ve yüzey altı horizonundan bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örnekleri laboratuara getirilerek, kurutulmuş, ezilmiş ve 2 mm'lik elekte elenmiştir. Bu örnekler üzerinde fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Kütle yoğunluğu tayininde, kesek örnekleri kullanılmıştır.

3.2.4. Toprak nemi ve sıcaklık takibi

Araştırma alanında nem ölçümleri, yirmi gün aralıklı olarak bütün profillerin temsil ettiği alanda, her horizonun orta noktası referans alınarak gravimetrik metotla yapılmıştır. Sıcaklık takibi ise üç yükselti grubundaki kar taşınım ve birikim alanlarında yer alan %5-15 eğim grubundaki profillerin horizon derinliklerinin orta noktaları referans alınarak yerleştirilmiş tüpler aracılığı ile horizonla indirilen termometrenin probu torağa saplanarak yirmi gün aralıklı ölçümler alınmıştır.

3.2.5. Bitki kaplılık oranı ve mera kalite derecesi

Bitki örtüsünün toprağı kaplama oranı (BTKO), botanik kompozisyonun belirlenmesinde transekt yöntemi ile elde edilen veriler kullanılmıştır. Bu yöntemde bitki örtüsünün BTKO, bitkiye rastlanan transekt sayısının toplam transekt sayısına oranıyla (Gökkuş vd 1995) belirlenmiştir. Mera kalite derecesi (MKD) ise ülkemiz meraları için Koç vd (2003) önerdiği metot kullanılmıştır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Mera kalite derece sınıfları

Sınıf	Mera kalite derecesi
8,1-10	Çok iyi
7,1-8	İyi
6,1-7	Yeterli
5,1-6	Orta
3,1-5	Yetersiz
0,0-3	Fakir

3.2.6. Toprak fiziksel ve kimyasal analizleri

Toprak örneklerinin fiziksel (tane büyüklük dağılımı, kütle yoğunluğu (KY), tarla kapasitesi (TK), solma noktası (SN), hidrolik iletkenlik (Hİ)) ve kimyasal (organik madde içeriği (OM), katyon değişim kapasitesi (KDK), elektriki iletkenlik (Eİ), kireç içeriği, toprak reaksiyonu (pH)) özellikleri aşağıda açıklanan yöntemlerle belirlenmiştir.

Tane büyüklük dağılımı, Bouyoucos hidrometre yöntemi ile (Gee and Bauder 1986); kütle yoğunluğu, kesek yöntemi ile (Demiralay 1993); tarla kapasitesi, 1/3 atm ve solma noktası 15 atm hava basıncında basınç ekstraktöründe (Black 1965); hidrolik iletkenlik, sabit su seviyeli permeametre yöntemiyle (Demiralay 1993); organik madde içeriği, Smith-Weldon yöntemi ile (Nelson and Sommers 1982); katyon değişim kapasitesi, atomik absorpsiyon spektrofotometresinde (Rhoades 1982); elektriki iletkenlik (dS/m), toprak saturasyon macunundan elde edilen ekstraksiyonda (Demiralay 1993); kireç içeriği, Scheibler kalsimetresi ile volümetrik yöntemle (Aydın ve Sezen 1995); toprak reaksiyonu (pH), 1:1'lik toprak su oranında potansiyometrik olarak cam elektrotlu pH metre ile (Aydın ve Sezen 1995) tespit edilmiştir.

3.2.7. Erozyon riski

Araştırma alanı gerçek erozyon riski, CORINE'ye göre değerlendirilmiştir. CORINE yöntemi akış şemasında (Şekil 3.4) ifade edilen parametreler temel alınarak gerekli analizler yapılmış, toprağın aşınabilirliği (erodibilite), toprak için aşındırıcı güç (erosivite), arazinin topoğrafyası (eğim) ve arazi örtüsü gibi bazı temel parametreler ile bu değişkenlerin ortak etkileri belirlenmiş ve ArcGIS 9.3 programı ve interpolasyon teknikleri (Kriking ve Radial Basis Functions (Dairesel Tabanlı Fonksiyon)) kullanılarak temel parametrelere ait alanasal dağılım haritaları hazırlanmıştır.

Araştırma alanının gerçek erozyon riskini belirlemek için potansiyel toprak erozyon riski ve bitki örtüsü kaplılık indeksleri kullanılmıştır.

Gerçek erozyon riski = Bitki örtüsü kaplılık indeksi x Potansiyel erozyon risk indeksi

Bitki örtüsü kaplılık indeksinin belirlenmesinde arazinin, ormanlık, çalılık ve mera alanları ile kaplı olması durumunda korumalı, işlemeli tarımın yapıldığı ve çıplak alanlar ise korumasız olarak nitelendirilerek Şekil 3.4'den indeks değerleri tespit edilmiştir.

Potansiyel erozyon riskinin saptanmasında aşınabilirlik, aşındırıcı güç ve arazinin eğim indekslerinden yararlanılmıştır.

Potansiyel erozyon risk = Aşınabilirlik indeksi x Aşındırıcı güç indeksi x Eğim indeksi

Toprak aşınabilirliğinin belirlenmesinde toprak tekstürü, toprak derinliği ve arazi yüzeyinin taşla kaplılığı (CORINE yöntemine göre yüzey taşlılığı arazi yüzeyinde çapı 20 mm'den daha büyük taşlar dikkate alınmıştır) parametrelerinden faydalanılmıştır. Belirlenmiş olan bu parametrelerin Şekil 3.4'den indeks değerleri saptanmıştır.

Aşınabilirlik = Toprak tekstür indeksi x Toprak indeksi x Taşla kaplılık indeksi

Topağın aşındırıcı güç indeksinin saptanmasında, öncelikle araştırma alanının yağış verileri kullanılarak Fournier yağış indeksi, sıcaklık ve yağış verileri kullanılarak Bagnouls-Gaussen kuraklık indeksi belirlenmiştir.

$$\text{Fournier yağış indeksi} = \sum_{n=1}^{12} \frac{P_n^2}{P}$$

$$\text{Bagnouls - Gaussen kuraklık indeksi} = \sum_{n=1}^{12} (2t_n - P_n)k_n$$

P_n : n ayındaki toplam yağış (mm)

$\bar{P}$: Yıllık ortalama toplam yağış (mm)

$\bar{t}_n$: n ayı için ortalama sıcaklık (°C)

k_n : ($2\bar{t}_n - \bar{P}_n > 0$) olduğu ayların oranı

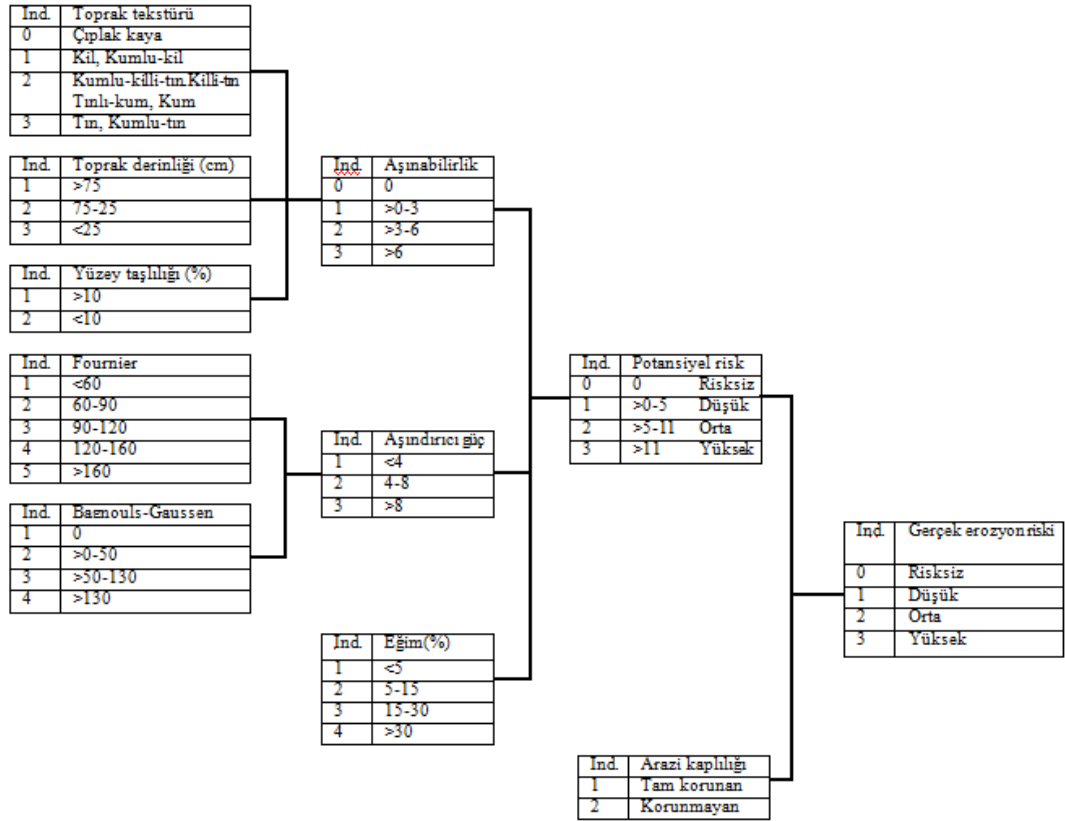
Belirlenen Fournier yağış ve Bagnouls-Gaussen kuraklık indeksleri yardımıyla araştırma alanının aşındırıcı güç değeri hesaplanmış, bu değere karşılık Şekil 3.4'den indeks değeri belirlenmiştir.

Aşındırıcı güç = Fournier yağış indeksi x Bagnouls-Gaussen kuraklık indeksi

3.2.8. İstatistiki analizler

Verilerin değerlendirilmesinde varyans analizi, Duncan çoklu karşılaştırma testi ve korelasyon analizi uygulanmıştır (Düzgüneş vd 1987).

Korelasyon analizinde, toprak fiziksel ve kimyasal özelliklerinden, kum, kil ve organik madde içeriği bağımsız değişken; kütle yoğunluğu, tarla kapasitesi, solma noktası, hidrolik iletkenlik, katyon değişim kapasitesi ve elektriki iletkenlik değerleri bağımlı değişken olarak seçilmiştir.



Şekil 3.4. CORINE yöntemi akış şeması (EEA 2010)

*İnd., indeksin kısaltmasını ifade etmektedir

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Araştırma alanında kar örtü durumuna, yükseltiye ve eğime bağlı olarak açılan toprak profillerine ait yüzey ve yüzey altı horizontandan alınan toprak örnekleri üzerinde tayin edilen fiziksel ve kimyasal özelliklere ait sonuçlar Çizelge 4.1’de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.2 ve 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Araştırma alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri

KÖD	Yükselti (m)	Eğim (%)	Horizon	Kum (%)	Kil (%)	KY (g/cm ³)	Hİ (cm/sa)	TK (%)	SN (%)	OM (%)	KDK (me/100g)	Eİ (dS/m)	Kireç (%)	pH
Taşınım	1810-1925	0-5	1	14,90	63,12	1,35	1,59	42,17	29,94	2,28	37,83	3,32	1,61	7,51
			2	17,82	62,57	1,39	1,59	40,21	29,63	1,66	35,85	2,96	7,96	7,62
		5-15	1	24,32	52,37	1,51	2,70	40,26	27,60	1,68	30,81	2,35	8,44	7,78
			2	26,59	50,15	1,55	3,27	40,87	27,50	1,39	28,90	2,21	12,15	7,83
		15-30	1	47,66	45,00	1,56	7,66	25,47	15,73	4,57	35,07	2,12	0,86	7,70
			2	40,17	34,83	1,69	8,44	30,77	19,85	0,54	28,90	1,53	8,82	7,70
		>30	1	32,77	38,57	1,49	6,38	28,68	19,65	4,82	32,54	1,97	0,51	7,03
			2	39,59	35,43	1,64	8,93	35,16	17,88	1,59	28,09	1,99	0,89	7,08
	1925-2025	0-5	1	23,81	58,45	1,44	3,17	47,08	37,40	2,71	36,68	4,32	0,52	6,73
			2	14,37	67,77	1,30	1,62	50,01	38,84	1,98	39,33	3,78	0,87	6,74
		5-15	1	22,04	53,84	1,47	2,71	36,36	29,68	2,39	33,49	3,12	0,82	6,79
			2	13,27	70,66	1,28	1,14	44,50	34,77	0,97	38,00	2,99	0,87	6,98
		15-30	1	23,46	54,89	1,49	2,68	38,80	27,45	1,68	32,07	2,90	9,16	7,51
			2	11,62	60,60	1,37	1,14	36,10	23,78	1,09	33,30	2,24	14,71	7,50
		>30	1	26,42	43,60	1,47	3,55	34,18	25,28	4,54	34,29	2,14	0,24	6,74
			2	26,42	43,60	1,48	3,54	34,18	25,28	4,04	32,91	2,14	0,24	6,74
	2025-2125	0-5	1	35,95	58,60	1,49	3,50	35,74	21,26	3,44	38,76	0,88	0,57	6,86
			2	31,81	42,07	1,54	5,79	35,14	20,76	3,30	30,11	0,97	0,59	6,60
		5-15	1	39,46	38,33	1,60	6,25	27,02	17,32	2,83	26,95	1,10	0,32	6,62
			2	39,42	35,54	1,63	6,50	20,21	12,96	1,91	22,27	0,88	0,70	6,88
		15-30	1	47,71	29,61	1,63	10,43	24,60	15,27	2,51	24,71	1,33	0,44	7,00
			2	57,59	35,58	1,73	11,22	20,77	13,87	0,59	23,41	0,85	0,45	6,74
Birlikim	1810-1925	0-5	1	38,11	40,34	1,54	5,34	31,33	21,77	4,37	34,59	2,98	0,63	7,49
			2	24,36	56,03	1,48	2,97	35,32	22,55	1,97	34,52	3,67	0,67	7,30
		5-15	1	27,33	46,81	1,48	4,41	34,21	23,02	4,00	36,61	2,58	7,40	7,68
			2	21,83	49,72	1,49	2,97	32,86	21,60	2,51	33,14	2,98	7,71	7,63
		15-30	1	34,50	39,91	1,51	5,34	31,43	21,91	4,54	34,94	2,11	0,63	6,90
			2	29,78	48,76	1,53	3,50	33,03	21,85	2,86	33,82	2,50	0,95	6,70
		>30	1	31,19	44,95	1,50	4,07	33,95	23,09	4,39	36,96	2,51	4,89	7,67
			2	35,86	39,33	1,63	5,64	34,94	17,13	1,46	26,48	2,01	7,51	7,75
	1925-2025	0-5	1	21,30	59,22	1,41	2,64	38,88	24,77	2,86	39,05	3,35	0,44	6,85
			2	20,62	57,55	1,43	2,63	37,13	23,69	2,45	36,86	2,96	0,57	6,84
		5-15	1	19,91	58,09	1,42	2,50	38,01	24,27	2,74	38,09	3,55	1,08	7,12
			2	13,18	64,73	1,34	1,25	38,79	23,92	1,27	36,56	3,37	1,82	7,31
		15-30	1	21,20	54,42	1,41	3,06	38,98	25,52	4,25	41,24	3,11	0,82	7,03
			2	15,13	64,87	1,31	1,24	42,83	26,93	3,25	43,16	3,68	1,52	6,70
		>30	1	23,51	52,16	1,41	3,13	39,17	25,98	4,98	42,51	2,18	0,76	6,40
			2	35,28	44,10	1,58	5,52	30,00	20,24	2,68	30,80	2,26	0,57	6,26
	2025-2125	0-5	1	23,13	55,13	1,45	3,63	36,89	23,85	3,01	37,50	2,00	0,70	6,50
			2	32,70	45,84	1,58	3,83	29,91	19,95	2,12	29,92	2,66	7,84	7,34
		5-15	1	29,31	44,41	1,54	3,76	30,41	20,51	2,77	31,35	1,02	0,63	6,27
			2	24,05	55,61	1,48	2,90	35,20	22,52	2,03	34,50	1,51	0,63	6,00
		15-30	1	16,13	60,99	1,39	1,43	37,71	23,64	1,78	36,37	1,40	0,57	6,01
			2	16,66	60,60	1,40	1,54	37,44	23,49	1,75	36,08	2,50	0,63	6,55
		>30	1	28,27	47,17	1,49	3,55	34,64	23,29	4,11	37,15	2,05	1,14	6,94
			2	26,73	50,34	1,45	2,72	37,25	24,80	4,53	40,120	2,53	3,11	7,50

4.1. Kar Örtü Durumuna Göre Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Kar örtü durumuna göre, kar taşınım ve birikim alanlarından alınan toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4’den görüleceği gibi, kar örtü durumuna göre, ortalama değerler bakımından kum içeriği, kütle yoğunluğu, solma noktası, hidrolik iletkenlik, kireç içeriği ve pH değerleri taşınım alanında; kil içeriği, tarla kapasitesi, organik madde içeriği, katyon değişim kapasitesi ve elektrik iletkenlik değerleri ise birikim alanında daha yüksektir.

Kar örtü durumuna göre, kum içeriği, kil içeriği, hidrolik iletkenlik, katyon değişim kapasitesi ve elektrik iletkenlik değerlerinin %1, kütle yoğunluğunun ise %5 seviyesinde farklı olduğu varyans analiz sonuçlarından tespit edilmiştir (Çizelge 4.2 ve 4.3).

Kar örtü durumuna göre bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki korelasyonlar Çizelge 4.5’de verilmiştir. Kar taşınım alanlarındaki kum içeriği ile kütle yoğunluğu ve hidrolik iletkenlik değerleri arasında önemli ($p<0,01$) pozitif, tarla kapasitesi, solma noktası ve katyon değişim kapasitesi arasında önemli ($p<0,01$) negatif ilişkiler tespit edilmiştir. Kil içeriği ile kütle yoğunluğu ve hidrolik iletkenlik değerleri arasında önemli ($p<0,01$) negatif, tarla kapasitesi, solma noktası ve katyon değişim kapasitesi değerleri arasında önemli ($p<0,01$) pozitif ilişkiler belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.2. Toprak örneklerinin fiziksel özelliklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kum (%)			Kil (%)		Kütle Yoğunluğu (g/cm ³)		Tarla Kapasitesi (%)		Solma Noktası (%)		Hidrolik İletkenlik (cm/sa)	
	Sd	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
KÖD	1	415,61	10,91**	246,71	6,70**	0,03	5,85*	17,54	1,41	0,10	0,02	36,74	18,27**
Yükselti	2	724,90	19,02**	646,67	17,55**	0,08	15,83**	282,90	22,71**	253,87	53,97**	31,68	15,75**
Eğim	3	192,78	5,06**	381,08	10,34**	0,02	3,14*	99,31	7,97**	73,01	15,52**	13,69	6,81**
Horizon	1	30,85	0,81	31,55	0,86	0,001	0,30	0,14	0,001	4,23	0,90	0,23	0,11
KÖDxYükselti	2	451,74	11,85**	354,12	9,61**	0,03	5,30**	166,25	13,34**	163,43	34,75**	26,79	13,32**
KÖDxEğim	3	190,70	5,00**	198,91	5,40**	0,02	5,02**	112,30	9,01**	86,70	18,43**	13,74	6,83**
KÖDxHorizon	1	0,31	0,01	15,59	0,42	0,001	0,003	7,31	0,59	2,58	0,55	1,59	0,79
Hata	32	38,12		36,84		0,001		12,46		4,70		2,01	
Toplam	46												

**P < 0,01 seviyesinde önemli KÖD: Kar örtü durumu KO: Kareler ortalaması
 *P < 0,05 seviyesinde önemli Sd: Serbestlik derecesi

Çizelge 4.3. Toprak örneklerinin kimyasal özelliklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Organik Madde (%)			Kasyon Değişim Kapasitesi (me/100g)		Elektriki İletkenlik (dS/m)		Kireç İçeriği (%)		pH	
	Sd	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
KÖD	1	2,59	3,16	220,60	22,16**	3,20	14,46**	1,68	0,17	0,09	0,61
Yükselti	2	0,03	0,03	116,14	11,67**	9,55	43,14**	55,79	5,72**	2,29	16,50**
Eğim	3	4,87	5,94**	27,69	2,78	1,72	7,78**	16,07	1,65	0,06	0,45
Horizon	1	18,72	22,82**	59,28	5,96*	0,01	0,02	33,26	3,41	0,01	0,05
KÖDxYükselti	2	1,06	1,29	40,06	4,03*	1,02	4,62*	25,32	2,60	0,01	0,09
KÖDxEğim	3	1,06	1,29	44,47	4,47**	0,20	0,90	35,86	3,68*	0,45	3,26*
KÖDxHorizon	1	0,01	0,01	0,78	0,08	0,99	4,51*	3,46	0,36	0,04	0,31
Hata	32	0,82		9,95		0,22		9,75		0,14	
Toplam	46										

**P < 0,01 seviyesinde önemli KÖD: Kar örtü durumu KO: Kareler ortalaması
 *P < 0,05 seviyesinde önemli Sd: Serbestlik derecesi

Çizelge 4.4. Toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistiki değerleri

Toprak Özellikleri	Kar Taşınım Alanı			Kar Birikim Alanı		
	N=22			N=24		
	Ort. ±Sts.	Min	Mak	Ort. ±Sts.	Min	Mak
Kum (%)	29,87±12,46	11,62	57,59	25,42±6,96	13,18	38,11
Kil (%)	49,01±11,93	29,61	70,66	51,71±7,70	39,33	64,87
Kütle Yoğ. (g/cm ³)	1,50±1,21	1,28	1,73	1,47±0,08	1,31	1,63
Tarla Kapasitesi (w, %)	34,92±8,06	20,21	50,01	35,01±4,01	24,94	42,83
Solma Noktası (w, %)	24,17±7,43	12,96	38,84	22,93±2,14	17,13	26,93
Hidrolik İletkenlik (cm/sa)	4,72±3,09	1,14	11,22	3,32±1,30	1,24	5,64
Organik Madde (%)	2,39±1,28	0,54	4,82	3,03±1,11	1,27	4,98
Katyon Değişim Kapasitesi (me/100 g)	32,01±4,94	22,27	39,33	35,93±3,93	26,48	43,16
Elektriki İletkenlik (dS/m)	2,19±0,98	0,85	4,32	2,56±0,71	1,02	3,68
Kireç (%)	3,26±4,55	0,24	14,71	2,22±2,65	0,44	7,84
pH	7,10±0,41	6,60	7,83	6,95±0,54	6,00	7,75
Ort.: ortalamalar Sts.: standart sapma	Min.: Minimum Mak.:Maksimum		N:Örnek sayısı			

Çizelge 4.5’de görüleceği gibi kar birikim alanında, organik madde içeriği ile katyon değişim kapasitesi değerleri arasında önemli ($p<0,01$) pozitif ilişki saptanmıştır. Kar taşınım alanında kum içeriği ile elektriki iletkenlik değeri arasında önemli ($p<0,01$) negatif ve kil içeriği ile elektriki iletkenlik değeri arasında da önemli ($p<0,01$) pozitif ilişkiler belirlenmiştir.

Kar birikim alanında ise kum içeriği ile tarla kapasitesi, solma noktası ve katyon değişim kapasitesi arasında önemli ($p<0,01$) negatif, kütle yoğunluğu ve hidrolik iletkenlik değerleri arasında önemli ($p<0,01$) pozitif ilişkiler tespit edilmiştir. Kil içeriği ile kütle yoğunluğu ve hidrolik iletkenlik değerleri arasında önemli ($p<0,01$) negatif, tarla kapasitesi, solma noktası ve katyon değişim kapasitesi değerleri arasında önemli ($p<0,01$) pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Organik madde ile katyon değişim kapasitesi arasında önemli ($p<0,01$) pozitif ilişki saptanmıştır. Kar taşınım alanlarında kum içeriğinin yüksek olması, kütle yoğunluğunda yüksek olmasına neden olmuştur. Kum içeriğindeki artış hidrolik iletkenlik üzerinde artırıcı bir etki oluşturmuştur. Taşınım alanındaki toprakların kum içeriklerinin birikim alanlarındakine oranla daha yüksek

bulunması taşınım sürecinde ince materyalin bu alanlarda nispi olarak azalmasından kaynaklanmış olabilir.

Çizelge 4.5. Kar taşınım ve birikim alanlarındaki toprak özelliklerine ait korelasyon analiz sonuçları

Toprak Özellikleri	Taşınım			Birikim		
	Kil	Kum	OM	Kil	Kum	OM
Kütle Yoğunluğu (g/cm ³)	-0,899**	0,904**	-0,076	-0,890**	0,910**	-0,002
Tarla Kapasitesi (%)	0,840**	-0,832**	-0,170	0,860**	-0,843**	0,133
Solma Noktası (%)	0,843**	-0,844**	-0,138	0,699**	-0,697**	0,386
Katyon Değişim Kapasitesi (me/100g)	0,833**	-0,690**	0,260	0,581**	-0,591**	0,518**
Hidrolik iletkenlik (cm/sa)	-0,879**	0,946**	0,021	-0,932**	0,944**	0,331
Elektriki İletkenlik (dS/m)	0,725**	-0,729**	-0,077	0,403	-0,324	-0,010
**P < 0,01 Seviyesinde önemli		OM: Organik madde içeriği				
*P < 0,05 Seviyesinde önemli						

Kar birikim alanlarında kil ve organik madde içeriğinin taşınım alanlardakine göre daha yüksek bulunması, taşınım alanlarından birikim alanlarına doğru karsız ve karlı mevsimlerde üfürülme etkisiyle ince materyalin taşınımına ve birikimine yol açmış olabilir. Taşınan ince materyal nispi olarak ortamda kil içeriğindeki artışa sebep olarak tarla kapasitesi ve katyon değişim kapasitesinin daha fazal artmasına yol açmış olabilir.

Bağımsız değişkenlerden kum ve kil ile bağımlı değişkenlerden solma noktası, katyon değişim kapasitesi ve elektriki iletkenlik değerleri taşınım alanlarında birikim alanına oranla daha yüksek ilişkiler belirlenmiştir.

Kil fraksiyonunun, topraktaki gözenek hacmindeki artışa sebep olarak, tarla kapasitesi ve solma noktası üzerinde artırıcı bir etki ortaya koyduğu farklı araştırmacılar (De Benedetto *et al.* 2010; Oyedele and Tijani 2010) tarafından da vurgulanmıştır.

Kar örtüsünün dağılımını etkileyen temel faktörler, mikroklimatik etkenler, topoğrafya, bitki örtüsü ve arazinin yüzey pürüzlülüğüdür (McKay and Gray 1981). Kar birikiminin

oluştugu alanlar rüzgar etkisinin daha az olduğu yüzeyi pürüzlü ve iç bükey alanlardır Famiglietti *et al.* (1998).

Kar birikim alanlarında taşınım alanlarına oranla organik maddenin nispi olarak fazla olması bu alanlarda rüzgar etkisinin daha az olmasından kaynaklanabilir. Birikim alanlarında azalan rüzgar etkisinden dolayı kar kütlesindeki erimenin yavaş oluşmasına sebep olabilir. Böylece erime hızındaki azalış birikim alanlarında şiddetli akışın meydana gelme olasılığını azaltarak erime sürecinde toprak üst katmanındaki materyalle birlikte organik madde taşınımında azalışa neden olabilir. Diğer taraftan kil içeriği, erken ilkbaharda toprakta tutulan su miktarını artırarak toprak sıcaklığının erime ve erime sonrası belirli bir dönem düşük kalmasını sağlayarak organik madde birikimin etki etmiş olabilir.

4.2. Yükseltideki Değişime Göre Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Araştırma alanında alınan toprak örneklerinin sahip olduğu fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistiki değerler farklı yükselti gruplarına göre, Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Yükselti grupları, kum içeriği, kil içeriği, kütle yoğunluğu, tarla kapasitesi, solma noktası, hidrolik iletkenlik, katyon değişim kapasitesi, elektriki iletkenlik, kireç içeriği ve pH değerleri bakımından %1 seviyesinde birbirlerinden farklı bulunmuştur (Çizelge 4.2 ve 4.3). İlgili özellikler bakımından, ortalamalar arası Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, kum içeriği, kütle yoğunluğu ve hidrolik iletkenlik ortalama değerleri II. yükselti grubunda, I. ve III. yükselti gruplarından farklı olup, daha düşük değerlere sahiptir. Kil içeriği, tarla kapasitesi, solma noktası ve katyon değişim kapasitesi ortalama değerleri için de aynı durum söz konusu olup, daha yüksek değerlere sahiptir.

Elektriki iletkenlik değerleri her üç yükselti grubunda da birbirlerinden farklıdır.

Kireç içeriği ortalama değerleri, I. yükselti grubunda III. yükselti grubundan farklı, pH ortalama değerleri ise I. yükselti grubunda II. ve III. yükselti grubundan farklı ve daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Araştırma alanı yükselti gruplarına göre toprak özelliklerine ait tanımlayıcı istatistiki değerler

Toprak Özellikleri	1810-1925 m (I)			1925-2025 m (II)			2025-2125 m (III)		
	16			16			14		
	Ort.±Sts.	Min	Mak	Ort.±Sts.	Min	Mak	Ort.±Sts.	Min	Mak
Kum (%)	30,42±8,79a	14,90	47,66	20,72±6,17b	11,62	35,28	32,07±11,46a	16,13	57,59
Kil (%)	46,93±8,51b	34,83	63,12	56,78±8,23a	43,60	70,66	47,13±10,15b	29,61	60,99
Kütle Yoğunluğu (g/cm ³)	1,52±0,09a	1,35	1,69	1,41±0,08b	1,28	1,58	1,53±0,05a	1,39	1,73
Tarla Kapasitesi (%)	33,79±5,19b	24,94	42,17	39,06±5,03a	30,00	50,01	31,64±6,23b	20,21	37,71
Solma Noktası (%)	22,54±4,25b	15,73	29,94	27,36±5,24a	20,24	38,84	20,25±3,91c	12,96	24,80
Hidrolik İletkenlik (cm/sa)	4,68±2,29a	1,59	8,93	2,60±1,16b	1,14	5,52	4,79±2,98a	1,43	11,22
Organik Madde (%)	2,79±1,43	0,54	4,82	2,74±1,22	0,97	4,98	2,62±1,03	0,59	4,53
Katyon Değişim Kapasitesi (me/100 g)	33,07±3,45b	26,48	37,83	36,77±3,75a	30,80	43,16	32,09±5,99b	22,27	40,12
Elektriki İletkenlik (dS/m)	2,49±0,57b	1,53	3,67	3,01±0,67a	2,14	4,32	1,55±0,67c	0,85	2,66
Kireç (%)	4,48±4,00a	0,51	12,15	2,19±3,96ab	0,24	14,71	1,31±2,00b	0,32	7,84
pH	7,43±0,35a	6,70	7,83	6,89±0,35b	6,26	7,51	6,70±0,44b	6,00	7,50
Ort.: Ortalamalar Sts.: Standart sapma	Min.: Minimum Mak.:Maksimum			*Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır.					

Çizelge 4.6'den görüleceği gibi, toprak özelliklerinden kum içeriği, kütle yoğunluğu ve hidrolik iletkenlik en yüksek ortalama değerleri III. yükselti grubunda, kil içeriği, tarla kapasitesi, solma noktası, katyon değişim kapasitesi ve elektriki iletkenlik en yüksek ortalama değerleri II. yükselti grubunda, organik madde içeriği, kireç içeriği ve pH en yüksek ortalama değeri I. yükselti grubunda bulunmuştur. Kum içeriğinin III. yükselti grubunda yüksek olması kütle yoğunluğu ve hidrolik iletkenlik değerlerinin de yüksek olmasını sağlamıştır. Kum içeriğinin III. yükselti grubunda yüksek bulunması, ince materyalde bir taşınma sürecinin yaşandığını gösterebilir. Bu durum kar erimeleri, yağış ve rüzgarın etkisiyle araştırma alanı üst kotlarından alt kotlarına doğru ince bünyeli toprak materyalinin taşınmasıyla açıklanabilir. Araştırma alanının 1810-1925 m yükselti grubunda kil içeriği ortalama değerinin düşük olması ise söz konusu alanda daha önceleri işlemeli tarımın yapılmış olmasından kaynaklanabilir. Genelde taban arazilerinde kil içeriği miktarında artışın olması beklenen bir durumdur. Ancak, eğimli

arazilerde geleneksel toprak işlemeli tarımın yapılması, topraktaki parçacık dağılımı üzerinde önemli etki oluşturduğu, bununda kil ve silt içeriğinde önemli kayıplara yol açabileceği (Wang *et al.* 2006) bildirilmiştir.

Araştırma alanı topraklarının elektriki iletkenlik ortalama değerleri (1,55-3,01 dS/m) 4dS/m'den küçük olduğu için topraklar tuzsuz sınıfında değerlendirilmiştir.

Topraklardaki pH ve kireç içeriği ortalama değerleri III. yükselti grubunda en düşük, I. yükselti grubunda ise en yüksek değerlere sahip olmuştur. Oğuz ve Noyan (2000), yaptıkları bir araştırmada arazinin tepe kısmının etek kısmına olan mesafesindeki artışa bağlı olarak, solma noktasının yükseldiğini, pH, kireç ve kum içeriği değerlerinin ise azaldığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3'den görüleceği gibi, kar örtü durumu ile yükselti arasındaki interaksiyon dikkate alındığında kum içeriği, kil içeriği, kütle yoğunluğu, tarla kapasitesi, solma noktası, hidrolik iletkenlik %1, katyon değişim kapasitesi ve elektriki iletkenlik değerleri bakımından farklılığın %5 seviyesinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Bu toprak özelliklerine ait ortalama değerler arasında yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.7'da verilmiştir.

Araştırma alanı topraklarında, yükseltiye bağlı olarak kar taşınım ve birikim alanlarına ait toprak özellikleri arasındaki ilişkiler, Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8'den görüleceği gibi, kar taşınım alanlarında I. yükselti grubunda kum içeriği ile kütle yoğunluğu ($p<0,05$) ve hidrolik iletkenlik ($p<0,01$) arasında pozitif, tarla kapasitesi, solma noktası ($p<0,01$) ve elektriki iletkenlik ($p<0,05$) arasında negatif, kil içeriği ile tarla kapasitesi ($p<0,05$), solma noktası ve elektriki iletkenlik ($p<0,01$) arasında pozitif, kütle yoğunluğu ve hidrolik iletkenlik ($p<0,01$) arasında negatif yönde ilişkiler belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. Kar örtü durumu dikkate alınarak yükseltiye göre toprak profillerinden örneklenen toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler

Toprak Özellikleri	Yükselti Grupları (m)	N	Taşınım			Birikim		
			Ort±Sts	Min.	Mak.	Ort±Sts	Min.	Mak.
Kum (%)	1925-1810	8	30,48±11,55b	14,90	47,66	30,37±5,69a	21,83	38,11
	2025-1925	8	20,18±6,10c	11,62	26,42	21,27±6,62b	13,18	35,28
	2125-2025	6	41,99±9,27a	31,81	57,59	24,62±5,89ab	16,13	32,70
Kil (%)	1925-1810	8	48,13±10,87b	34,83	63,12	45,73±5,82b	39,33	56,03
	2025-1925	8	56,68±9,93a	43,60	70,66	56,89±6,81a	44,10	64,87
	2125-2025	6	39,96±10,00c	29,61	58,60	52,51±6,52a	44,41	60,99
Kutle Yoğunluğu (g/cm³)	1925-1810	8	1,52±0,12a	1,35	1,69	1,52±0,05a	1,48	1,63
	2025-1925	8	1,41±0,09b	1,28	1,49	1,41±0,08b	1,31	1,58
	2125-2025	6	1,60±0,08a	1,49	1,73	1,47±0,07ab	1,39	1,58
Tarla Kapasitesi (%)	1925-1810	8	35,45±6,41b	25,47	42,17	32,14±3,21b	24,94	35,32
	2025-1925	8	40,15±6,19a	34,18	50,01	37,97±3,62a	30,00	42,83
	2125-2025	6	27,25±6,83c	20,21	35,74	34,93±3,14ab	29,91	37,71
Solma Noktası (%)	1925-1810	8	23,47±5,76b	15,73	29,94	21,62±1,90b	17,13	23,09
	2025-1925	8	30,31±5,91a	23,78	38,84	24,42±2,01a	20,24	26,93
	2125-2025	6	16,91±3,51c	12,96	21,26	22,75±1,69ab	19,93	24,80
Hidrolik İletkenlik (cm/sa)	1925-1810	8	5,07±3,11b	1,59	8,93	4,28±1,08a	2,97	5,64
	2025-1925	8	2,44±1,01c	1,14	3,55	2,75±1,34b	1,24	5,52
	2125-2025	6	7,28±2,95a	3,50	11,22	2,92±0,97b	1,43	3,83
Organik Madde (%)	1925-1810	8	2,32±1,54	0,54	4,82	3,26±1,21	1,46	4,54
	2025-1925	8	2,43±1,30	0,97	4,54	3,06±1,14	1,27	4,98
	2125-2025	6	2,43±1,06	0,59	3,44	2,76±1,07	1,75	4,53
Kasyon Değişim Kapasitesi (me/100g)	1925-1810	8	32,25±3,66a	28,09	37,83	33,88±3,26b	26,48	36,96
	2025-1925	8	35,01±2,65a	32,07	39,33	35,91±2,88a	30,75	39,78
	2125-2025	6	27,70±6,09b	22,77	38,76	35,37±3,35ab	29,92	40,12
Elektriki İletkenlik (dS/m)	1925-1810	8	2,31±0,58b	1,53	3,32	2,67±0,54a	2,01	3,67
	2025-1925	8	2,95±0,79a	2,14	4,32	3,06±0,57a	2,18	3,68
	2125-2025	6	1,00±0,19c	0,85	1,33	1,96±0,60b	1,02	2,66
Kireç (%)	1925-1810	8	5,16±4,66a	0,51	12,15	3,80±3,41	0,63	7,71
	2025-1925	8	3,43±5,46ab	0,24	14,71	0,95±0,49	0,44	1,82
	2125-2025	6	0,51±0,14b	0,32	0,70	1,91±2,55	0,57	7,84
pH	1925-1810	8	7,46±0,33a	7,03	7,83	7,39±0,39a	6,70	7,75
	2025-1925	8	6,97±0,34b	6,73	7,51	6,81±0,36b	6,26	7,31
	2125-2025	6	6,78±0,16b	6,60	7,0	6,64±0,57b	6,00	7,50
Ort.: Ortalamalar Sts.:Standart sapma	Min.: Minimum Mak.:Maksimum	*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)						

İkinci yükselti grubunda kum içeriği ile kütle yoğunluğu ve hidrolik iletkenlik ($p<0,01$) arasında pozitif, kil içeriği ile tarla kapasitesi ve katyon değişim kapasitesi ($p<0,05$) arasında pozitif, kütle yoğunluğu ve hidrolik iletkenlik ($p<0,01$) arasında negatif, organik madde ile hidrolik iletkenlik ($p<0,01$) arasında pozitif ilişkiler saptanmıştır.

Üçüncü yükselti grubunda ise kum içeriği ile kütle yoğunluğu ve hidrolik iletkenlik ($p<0,05$) arasında pozitif, kil içeriği ile katyon değişim kapasitesi ($p<0,01$) arasında pozitif, organik madde ile tarla kapasitesi ve solma noktası ($p<0,05$) arasında pozitif ve kütle yoğunluğu ($p<0,01$) arasında negatif yönde ilişkiler belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. Araştırma alanı topraklarının kar taşınım ve birikim alanlarında yükseltiye bağlı olarak toprak özelliklerine ait korelasyon analiz sonuçları

	Değişkenler	Kütle Yoğunluğu (g/cm ³)	Tarla Kapasitesi (%)	Solma Noktası (%)	Hidrolik iletkenlik (cm/sa)	Katyon Değişim Kapasitesi (me/100g)	Elektriki İletkenlik (dS/m)
Taşınım	I. Yükselti	Kum 0,819*	-0,870**	-0,962**	0,935**	-0,445	-0,824*
		Kil -0,881**	0,742*	0,855**	-0,925**	0,703	0,955**
		OM -0,238	-0,611	-0,436	0,176	0,442	-0,009
	II. Yükselti	Kum 0,877**	-0,43	-0,286	0,988**	-0,487	-0,118
		Kil -0,875**	0,781*	0,687	-0,870**	0,719*	0,547
		OM 0,618	-0,435	-0,3	0,885**	-0,257	-0,288
	III. Yükselti	Kum 0,879*	-0,725	-0,697	0,892*	-0,565	0,074
		Kil -0,765	0,768	0,777	-0,801	0,939**	-0,507
		OM -0,953**	0,851*	0,831*	-0,775	0,727	0,263
Birikim	I. Yükselti	Kum 0,664	-0,621	-0,408	0,905**	-0,262	-0,561
		Kil -0,635	0,718*	0,475	-0,939**	0,312	0,774*
		OM -0,409	0,357	0,621	0,318	0,748*	-0,195
	II. Yükselti	Kum 0,964**	-0,864**	-0,706	0,991**	-0,597	-0,768*
		Kil -0,924**	0,815*	0,622	-0,979**	0,496	0,849**
		OM 0,042	0,227	0,488	0,238	0,615	-0,422
	III. Yükselti	Kum 0,941**	-0,807*	-0,601	0,893**	-0,458	0,139
		Kil -0,891**	0,813*	0,587	-0,854**	0,434	-0,016
		OM 0,136	0,082	0,393	0,41	0,55	0,227

**P < 0.01 Seviyesinde önemli

*P < 0.05 Seviyesinde önemli

Kar birikim alanlarında I. yükselti grubunda kum içeriği ile hidrolik iletkenlik ($p<0,01$) arasında pozitif, kil içeriği ile tarla kapasitesi ve elektriki iletkenlik ($p<0,05$) arasında pozitif, hidrolik iletkenlik ($p<0,01$) arasında negatif, organik madde ile katyon değişim kapasitesi ($p<0,01$) arasında pozitif ilişkiler belirlenmiştir.

İkinci yükselti grubunda kum içeriği ile kütle yoğunluğu ve hidrolik iletkenlik ($p<0,01$) arasında pozitif, tarla kapasitesi ($p<0,01$) ve elektriki iletkenlik ($p<0,05$) arasında negatif, kil içeriği ile tarla kapasitesi ($p<0,05$) ve elektriki iletkenlik ($p<0,01$) arasında pozitif, kütle yoğunluğu ve hidrolik iletkenlik ($p<0,01$) arasında negatif ilişkiler saptanmıştır.

Kar örtü durumu ile yükselti arasındaki interaksyona göre, III. yükselti grubunda birikim alanlarına göre taşınım alanlarında kil içeriği diğer yükselti gruplarından daha düşük bulunmuştur ilgili süreçte hem rüzgarın hem de yağışın ince materyali azaltmasında etkili faktörler olduğu bu durumun, kum içeriğinde nispi bir artışa yol açtığı, kil içeriğinde ise azalmaya neden olduğu ifade edilebilir. İlgili alanlarda kil içeriğinde meydana gelen bu durum, tarla kapasitesi, solma noktası ve katyon değişim kapasitesi değerlerinin artmasına, hidrolik iletkenlik değerlerinin ise azalmasına neden olmuştur.

Birikim alanlarında kil içeriği ortalama değeri, II. ve III. yükselti gruplarında birbirlerinden farksız, I. yükselti grubunda diğer iki yükselti grubundan farklı olduğu tespit edilmiştir. İkinci ve üçüncü yükselti gruplarında kar birikiminin fazla olması söz konusu alanda rüzgarın taşıyıcı özelliğinin yüksek olmamasından kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla taşınım alanlarına oranla birikim alanlarında kil içeriğinde artışa sebep olmuştur. Buna karşın I. yükselti grubunda kil içeriğinde meydana gelen azalışa ise profil boyunca yıkanma etkili olabilir. Birikim alanları genelde iç bükey alanlar olduklarından eriyen kar kütlesi hemen akışa geçmez ve bulunduğu konumda profil boyunca dikey olarak hareket eder ve üst horizonlardan alt horizonlara doğru ince materyalin yıkanması kil içeriğinde artışa sebep olabilir. Bu durum Akgül (1994)'ün Daphan ovası topraklarıyla ilgili araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

4.3. Eğimdeki Değişime Göre Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Araştırmada 4 farklı eğim grubuna giren toprak örneklerinin sahip olduğu fiziksel ve kimyasal özelliklere ait istatistiki sonuçlar Çizelge 4.9'de verilmiştir.

Çizelge 4.9. Araştırma alanı topraklarının farklı eğimlerdeki dağılımlarına göre sahip olduğu fiziksel ve kimyasal özelliklere ait tanımlayıcı istatistikî değerler

Toprak Özellikleri	I. E.G. (%0-5)			II. E.G. (%5-15)			III. E.G. (%15-30)			IV. E.G. (>%30)		
	Ort±Sts	Min.	Mak.	Ort±Sts	Min.	Mak..	Ort±Sts	Min.	Mak..	Ort±Sts	Min.	Mak..
Kum (%)	24,91±7,99b	14,37	38,11	25,06±8,35b	13,18	39,46	30,13±15,26a	11,62	57,69	30,61±5,18a	23,51	39,59
Kil (%)	55,56±8,52a	40,34	67,77	51,69±10,06ab	35,54	70,66	49,17±12,00bc	29,61	64,87	44,23±4,71c	38,43	52,16
Kütle Yoğunluğu (g/cm ³)	1,45±0,08b	1,30	1,58	1,48±0,10ab	1,28	1,63	1,50±0,13ab	1,31	1,73	1,51±0,08a	1,41	1,64
Tarla Kapasitesi (%)	38,32±5,89a	29,91	50,01	34,89±6,65b	20,21	44,50	33,16±6,75b	20,77	42,83	33,22±4,21b	24,94	39,17
Solma Noktası (%)	26,20±6,40a	19,93	38,84	23,81±5,73b	12,96	34,77	21,61±4,55c	13,87	27,45	22,26±3,28bc	17,13	25,98
Hidrolik İletkenlik (cm/sa)	3,19±1,36b	1,59	5,79	3,36±1,67b	1,14	6,50	4,81±3,72a	1,14	11,22	4,70±1,92a	2,72	8,93
Organik Madde (%)	2,68±0,77b	1,66	4,37	2,21±0,84b	0,97	4,00	2,45±1,46b	0,54	4,57	3,71±1,32a	1,46	4,98
Katyon Değişim Kapasitesi (me/100 g)	35,92±3,17	29,92	39,33	32,56±4,79	22,27	38,09	33,59±5,84	23,41	43,16	34,18±5,09	26,48	42,51
Elektriki İletkenlik (dS/m)	2,82±1,06a	0,88	4,32	2,31±0,96b	0,88	3,55	2,19±0,82b	0,85	3,68	2,18±0,20b	1,97	2,53
Kireç (%)	1,91±2,81	0,44	7,96	3,55±4,15	0,32	12,15	3,30±4,80	0,44	14,71	1,99±2,45	0,24	7,51
pH	7,03±0,39	6,65	7,62	7,07±0,60	6,00	7,83	6,96±0,47	6,01	7,70	7,01±0,51	6,26	7,75
Ort.: Ortalamalar Sts.: Standart sapma değerleri	Min.: Minimum Mak.:Maksimum			*Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır (p<0,05) E.G.: Eğim grubu								

Çizelge 4.2 ve 4.3'den görüleceği gibi eğim grupları arasında, toprak fiziksel özelliklerinden kum içeriği, kil içeriği, tarla kapasitesi, solma noktası ve hidrolik iletkenlik değerleri, kimyasal özelliklerden ise organik madde içeriği ve elektriki iletkenlik değerleri arasında farklılığın %1, kütle yoğunluğu değerleri arasındaki farklılığın %5 düzeyinde önemli olduğu kaydedilmiştir.

Toprak özelliklerinin ortalama değerleri bakımından, kum içeriği ve kütle yoğunluğu IV., kil içeriği, tarla kapasitesi, solma noktası, organik madde içeriği ve elektriki iletkenlik I., hidrolik iletkenlik ise III. eğim grubunda en yüksek değeri almıştır (Çizelge 4.9).

Araştırma alanında eğim grupları dikkate alındığında kil içeriği, kütle yoğunluğu, tarla kapasitesi, solma noktası, hidrolik iletkenlik, organik madde içeriği ve elektriki iletkenlik değerleri bakımından eğim grupları %1 düzeyinde farklı bulunmuştur. Eğimdeki artışa bağlı olarak kil içeriği azalmıştır.

Kil içeriğindeki bu azalışa, kar erimeleri ve yağmur yağışlarından kaynaklanan yüzey akışının etkili olduğu söylenebilir. Araştırma alanında eğimdeki artışa bağlı olarak kütle yoğunluğu ve hidrolik iletkenlik değerlerinde artış, tarla kapasitesi, solma noktası, kation değişim kapasitesi ve elektriki iletkenlik değerlerinde ise azalış meydana gelmiştir. Bu durum farklı araştırmacılar tarafından da vurgulanmıştır (Canbolat 1998; Öztaş *et al.* 2003; Oorts *et al.* 2003).

Kar örtü durumu ile eğim arasındaki interaksyonun kum içeriği, kil içeriği, kütle yoğunluğu, tarla kapasitesi, solma noktası, hidrolik iletkenlik ve kation değişim kapasitesi değerleri bakımından farklılığın önemli ($p<0,01$), kireç içeriği ve pH değerleri bakımından ise farklılığın önemli ($p<0,05$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2 ve 4.3).

Kar taşınım alanlarında Duncan çoklu karşılaştırma testine göre, toprak özelliklerinden kil içeriği, tarla kapasitesi, solma noktası, kation değişim kapasitesi ve elektriki

iletkenlik ortalama değeri I. eğitim grubunda diğer eğitim gruplarından farklı, kum içeriği ve hidrolik iletkenlik ortalama değeri III. eğitim grubunda I. ve II. eğitim gruplarından farklı, kütle yoğunluğu ortalama değeri I. eğitim grubunda III. eğitim grubundan farklı, organik madde içeriği ortalama değeri IV. eğitim grubunda II. ve III. eğitim gruplarından farklı ve pH ortalama değeri III. eğitim grubunda IV. eğitim grubundan farklı özellikler gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.10).

Kar birikim alanlarındaki eğitim grupları arasında Duncan çoklu karşılaştırma testine göre herhangi bir farklılık görülmemiştir.

Çizelge 4.11' den görüleceği gibi, kar taşınım alanına ait I. eğitim grubu içerisinde yer alan kum içeriği ile kütle yoğunluğu arasında önemli ($p<0,01$) pozitif, hidrolik iletkenlik arasında önemli ($p<0,05$) pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Kil içeriği ile hidrolik iletkenlik arasında önemli ($p<0,01$) negatif, kütle yoğunluğu arasında önemli ($p<0,05$) negatif, katyon değişim kapasitesi arasında önemli ($p<0,05$) pozitif ilişkiler tespit edilmiştir.

İkinci eğitim grubunda yer alan kum içeriği ile kütle yoğunluğu ve hidrolik iletkenlik arasında önemli ($p<0,01$) pozitif, solma noktası, katyon değişim kapasitesi, elektriksel iletkenlik arasında önemli ($p<0,01$) negatif ve tarla kapasitesi arasında önemli ($p<0,05$) negatif ilişkiler belirlenmiştir. Kil içeriği ile kütle yoğunluğu ve hidrolik iletkenlik arasında önemli ($p<0,01$) negatif, solma noktası, katyon değişim kapasitesi arasında önemli ($p<0,01$) pozitif ve tarla kapasitesi, elektriksel iletkenlik arasında önemli ($p<0,05$) pozitif ilişkiler tespit edilmiştir.

Eğitim gruplarına bağlı olarak kar taşınım ve birikim alanlarındaki toprak özellikleri arasındaki korelasyon analiz sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Kar örtü durumu dikkate alınarak eğime bağlı olarak toprakların bazı fiziksel özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler

Toprak Özellikleri	Eğimler (%)	N	Kar taşınım alanları			Kar birikim alanları		
			Ort± Sts	Min.	Mak.	Ort± Sts	Min.	Mak.
Kum (%)	0-5	6	23,11±9,09b	14,37	36,00	26,70±7,08	20,62	38,11
	5-15	6	27,52±10,28b	13,27	39,46	22,60±5,76	13,18	29,31
	15-30	6	38,04±17,22a	11,62	57,59	22,23±8,09	15,13	34,50
	>%30	4	31,30±6,29ab	26,42	39,59	30,14±4,89	23,51	35,86
Kil (%)	0-5	6	58,76±8,87a	42,07	67,77	52,35±7,51	40,34	59,22
	5-15	6	50,15±12,59b	35,54	70,66	53,23±7,65	44,41	64,73
	15-30	6	43,42±12,29bc	29,61	60,60	54,93±9,29	39,91	64,87
	>%30	4	41,05±2,95c	38,43	43,60	46,34±4,62	39,33	52,16
KutleYoğunluğu (g/cm ³)	0-5	6	1,42±0,09b	1,30	1,54	1,48±0,06	1,41	1,58
	5-15	6	1,51±0,13ab	1,28	1,63	1,46±0,07	1,34	1,54
	15-30	6	1,58±0,13a	1,37	1,73	1,42±0,08	1,31	1,53
	>%30	4	1,52±0,08ab	1,47	1,74	1,51±0,08	1,41	1,63
Tarla Kapasitesi (%)	0-5	6	41,73±5,98a	35,14	50,01	34,91±3,54	29,91	38,88
	5-15	6	34,87±9,34b	20,21	44,50	34,92±3,15	30,41	38,79
	15-30	6	29,42±7,04c	20,77	38,80	36,90±4,13	31,43	42,83
	>%30	4	33,05±2,95bc	28,68	35,16	33,33±5,16	24,94	39,17
Solma Noktası (%)	0-5	6	29,64±7,67a	20,76	38,84	22,76±1,74	19,93	24,77
	5-15	6	24,97±8,18b	12,96	34,77	22,64±1,42	20,51	24,27
	15-30	6	19,33±5,39c	13,87	27,45	23,89±2,01	21,85	26,93
	>%30	4	22,02±3,83bc	17,88	25,28	22,42±3,23	17,13	25,98
Hidrolik iletkenlik (cm/sa)	0-5	6	2,88±1,67c	1,59	5,79	3,51±1,03	2,63	5,34
	5-15	6	3,76±2,15bc	1,14	6,50	2,97±1,09	2,25	4,41
	15-30	6	6,93±4,12a	1,14	11,22	2,69±1,60	1,24	5,34
	>%30	4	5,60±2,59ab	3,54	8,93	4,11±1,23	2,72	5,64
Organik Madde (%)	0-5	6	2,56±0,70ab	1,66	3,44	2,80±0,87	1,97	4,37
	5-15	6	1,86±0,67b	0,97	2,83	2,55±0,90	1,27	4,00
	15-30	6	1,83±1,53b	0,54	4,57	3,07±1,19	1,75	4,54
	>%30	4	3,75±1,47a	1,59	4,82	3,69±1,35	1,46	4,98
Kasyon Değişim Kapasitesi (me/100g)	0-5	6	36,43±3,35a	30,11	39,33	35,41±3,21	29,92	39,05
	5-15	6	30,07±5,42b	22,27	38,00	35,04±2,51	31,35	38,09
	15-30	6	29,58±4,74b	23,41	35,07	37,60±3,73	33,82	43,16
	>%30	4	31,96±2,69b	28,09	34,29	35,67±5,98	26,48	42,51
Elektriki İletkenlik (dS/m)	0-5	6	2,71±1,45a	0,88	4,32	2,94±0,58	2,00	3,67
	5-15	6	2,11±0,94b	0,88	3,12	2,50±1,03	1,02	3,55
	15-30	6	1,83±0,74b	0,85	2,90	2,55±0,79	1,40	3,68
	>%30	4	2,06±0,09b	1,97	2,14	2,26±0,22	2,01	2,53
Kireç (%)	0-5	6	2,02±2,94	0,52	7,96	1,81±2,96	0,44	7,84
	5-15	6	3,88±5,11	0,32	12,15	3,21±3,39	0,63	7,71
	15-30	6	5,74±6,03	0,44	14,71	0,85±0,36	0,57	1,52
	>%30	4	0,47±0,31	0,24	0,89	3,00±2,77	0,57	7,71
pH	0-5	6	7,01±0,44ab	6,60	7,62	7,05±0,38	6,50	7,49
	5-15	6	7,15±0,52ab	6,62	7,83	7,00±0,71	6,00	7,68
	15-30	6	7,27±0,37a	6,74	7,70	6,65±0,36	6,01	7,03
	>%30	4	6,90±0,18b	6,74	7,08	7,09±0,65	6,26	7,75

Ort.: Ortalamalar

Sts.: Standart sapma değerleri

Min.: Minimum

Mak.:Maksimum

*Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Üçüncü eğim grubunda yer alan kum içeriği ile kütle yoğunluğu arasında önemli ($p<0,05$) ve hidrolik iletkenlik arasında önemli ($p<0,01$) pozitif, tarla kapasitesi ($p<0,01$) ve solma noktası arasında önemli ($p<0,05$) negatif ilişkiler elde edilmiştir. Kil içeriği ile kütle yoğunluğu arasında önemli ($p<0,05$) ve hidrolik iletkenlik arasında önemli ($p<0,01$) negatif, elektriki iletkenlik arasında ise önemli ($p<0,05$) pozitif ilişkiler saptanmıştır.

Çizelge 4.11. Eğim grubuna bağlı olarak araştırma alanı topraklarının kar taşınım ve birikim alanlarında toprak özelliklerine ait korelasyon analiz sonuçları

Değişkenler		Toprak Özellikleri	Kütle Yoğunluğu (g/cm³)	Tarla Kapasitesi (%)	Solma Noktası (%)	Hidrolik İletkenlik (cm/sa)	Kasyon Değişim Katsayısı (me/100 g)	Elektriki İletkenlik (dS/m)
Taşınım	I. EG. (%0-5)	Kum	0,92**	-0,73	-0,75	0,82*	-0,38	-0,81
		Kil	-0,89*	0,68	0,68	-0,96**	0,91*	0,65
		OM	0,84*	-0,6	-0,66	0,84*	-0,34	-0,71
	II. EG. (%5-15)	Kum	0,92**	-0,91*	-0,98**	0,99**	-0,94**	-0,95**
		Kil	-0,97**	0,89*	0,95**	-0,96**	0,96**	0,88*
		OM	0,61	-0,63	-0,58	0,66	-0,45	-0,44
	III. EG (%15-30)	Kum	0,89*	-0,93**	-0,89*	0,96**	-0,61	-0,76
		Kil	-0,90*	0,78	0,78	-0,95**	0,76	0,82*
		OM	-0,18	-0,21	-0,27	0,06	0,47	0,28
	IV. EG (%>30)	Kum	0,92	0,01	-0,96*	0,99**	-0,93	-0,85
		Kil	-0,67	0,42	0,99*	-0,92	0,72	0,99**
		OM	-0,96*	-0,61	0,59	-0,75	0,93	0,34
Birikim	I. EG (%0-5)	Kum	0,88*	-0,91*	-0,78	0,92**	-0,67	-0,09
		Kil	-0,87*	0,91*	0,78	-0,94**	0,67	0,2
		OM	0,09	-0,17	0,07	0,76	0,24	-0,21
	II. EG (%5-15)	Kum	0,95**	-0,84*	-0,69	0,94**	-0,54	-0,76
		Kil	-0,93**	0,93**	0,78	-0,93**	0,62	0,6
		OM	0,59	-0,45	-0,18	0,90*	0,04	-0,13
	III. EG (%15-30)	Kum	0,92**	-0,89*	-0,73	0,97**	-0,59	-0,22
		Kil	-0,91*	0,90*	0,73	-0,99**	0,58	0,38
		OM	0,31	-0,22	0,07	0,74	0,26	-0,21
	IV. EG (%>30)	Kum	0,97**	-0,94**	-0,94**	0,94**	-0,96**	0,36
		Kil	-0,96**	0,97**	0,96**	-0,90*	0,96**	0,51
		OM	-0,98**	0,98**	0,99**	-0,92*	0,98**	-0,09

EG: Eğim grubu

Dördüncü eğim grubunda kum içeriği ile hidrolik iletkenlik arasında önemli ($p<0,01$) pozitif, solma noktası arasında önemli ($p<0,05$) negatif ilişkiler belirlenmiştir. Kil içeriği ile solma noktası arasında önemli ($p<0,05$) ve elektriki iletkenlik arasında önemli ($p<0,01$) pozitif ilişkiler tespit edilmiştir. Organik madde ile kütle yoğunluğu arasında önemli ($p<0,05$) negatif ilişki belirlenmiştir.

Çizelge 4.11'den görüleceği gibi, kar birikim alanındaki birinci eğim grubunda kum içeriği ile kütle yoğunluğu arasında önemli ($p<0,05$) ve hidrolik iletkenlik arasında önemli ($p<0,01$) pozitif, tarla kapasitesi arasında önemli ($p<0,05$) negatif ilişkiler belirlenmiştir. Kil içeriği ile kütle yoğunluğu arasında önemli ($p<0,05$) ve hidrolik iletkenlik arasında önemli ($p<0,01$) negatif, tarla kapasitesi arasında ise önemli ($p<0,05$) pozitif ilişkiler saptanmıştır.

İkinci eğim grubunda, kum içeriği ile kütle yoğunluğu ve hidrolik iletkenlik arasında önemli ($p<0,01$) pozitif, tarla kapasitesi arasında önemli ($p<0,05$) negatif ilişkiler belirlenmiştir. Kil içeriği ile kütle yoğunluğu ve hidrolik iletkenlik arasında önemli ($p<0,01$) negatif, tarla kapasitesi arasında önemli ($p<0,01$) pozitif ilişkiler saptanmıştır. Organik madde içeriği ile hidrolik iletkenlik arasında önemli ($p<0,05$) pozitif ilişki tespit edilmiştir.

Üçüncü eğim grubunda kum içeriği ile kütle yoğunluğu ve hidrolik iletkenlik arasında önemli ($p<0,01$) pozitif, tarla kapasitesi arasında önemli ($p<0,05$) negatif ilişkiler elde edilmiştir. Kil içeriği ile kütle yoğunluğu arasında önemli ($p<0,05$), hidrolik iletkenlik arasında önemli ($p<0,01$) negatif, tarla kapasitesi arasında önemli ($p<0,05$) pozitif ilişkiler saptanmıştır.

Dördüncü eğim grubunda kum içeriği ile kütle yoğunluğu ve hidrolik iletkenlik arasında önemli ($p<0,01$) pozitif, tarla kapasitesi, solma noktası ve katyon değişim kapasitesi arasında önemli ($p<0,01$) negatif ilişkiler belirlenmiştir. Kil içeriği ile kütle yoğunluğu arasında önemli ($p<0,01$), hidrolik iletkenlik arasında önemli ($p<0,05$) negatif, tarla kapasitesi, solma noktası ve katyon değişim kapasitesi arasında önemli ($p<0,01$) pozitif

ilişkiler tespit edilmiştir. Organik madde içeriği ile kütle yoğunluğu arasında önemli ($p<0,01$) ve hidrolik iletkenlik arasında önemli ($p<0,05$) negatif, tarla kapasitesi, solma noktası ve kation değişim kapasitesi arasında önemli ($p<0,01$) pozitif ilişkiler saptanmıştır.

Kar örtü durumu ile eğim grupları arasındaki interaksiyonun etkisine bağlı olarak kar taşınım alanlarındaki toprak özelliklerinden kil içeriği, eğimdeki artışa bağlı olarak azalış göstermiş ve en yüksek değer en düşük eğim grubunda ölçülmüştür. Bununla birlikte tarla kapasitesi, solma noktası, kation değişim kapasitesi ve elektrik iletkenlik değerleri kil içeriğindeki değişimle paralellik göstermiştir. Kar birikim alanlarında ise toprak özellikleri bakımından eğim grupları arasında herhangi bir farklılık görülmemiştir. İncelenen toprak özellikleri yönünden birikim ve taşınım alanlarında ortaya çıkan bu farklılık birikim alanlarındaki kar örtüsü kalınlığından kaynaklanmış olabilir. Kar örtüsü toprakta donma/çözünme olayında etkili olan iyi bir izolatördür. Özellikle erken ilkbaharda kar örtüsünün zayıf olduğu topraklarda don derinliği fazla olduğundan ani sıcaklık değişimleriyle oluşan erimiş kar sularını infiltre edemez ve akışa geçen kar suları toprak üst katmanındaki ince materyalin eğim aşağı taşınmasına yol açabilir (Luo *et al.* 2003). Bu nedenle toprak yüzeyindeki ince materyalin daha düşük eğim gruplarında birikmesine yol açabilir. Eğim gruplarına bağlı taşınım alanlarındaki toprak pH'sı 6,90–7,27 arasında değiştiğinden nötr gruba (6,6–7,3) dahil edilmiştir. pH'nın en yüksek değeri III. eğim grubunda belirlenmiştir.

Taşınım alanlarında en yüksek organik madde içeriği IV. eğim grubunda belirlenmiştir. Buna karşın kation değişim kapasitesi ise I. eğim grubunda ölçülmüştür. Bu durum I. eğim grubunda yer alan yüksek kil içeriğinden kaynaklanmış olabilir. Bu durum Güner (2008)'de kil ile kation değişim kapasitesi arasında ifade ettiği ilişkiyle paralellik göstermektedir.

4.4. Toprak Profilleri

Araştırma alanında üç yükselti grubunda yer alan 4 farklı eğim grubu için kar taşınım ve birikim alanları dikkate alınarak açılan toplam 23 adet toprak profiline ait betimlemeler Çizelge 4.12'deki sıralamaya göre aşağıda verilmiştir. Araştırmada her bir profilin yüzey (A) ve yüzey altı (B) olmak üzere ilk iki horizonuna ait toprak özellikleri değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.12. Toprak profillerinin konumunu tanımlayıcı bilgi

Yükselti (m)	Kar örtü durumu	Eğim grubu (%)	Profil no
1810-1925	Taşınım	0-5	1
		5-15	2
		15-30	3
		>30	4
	Birikim	0-5	5
		5-15	6
		15-30	7
		>30	8
1925-2025	Taşınım	0-5	9
		5-15	10
		15-30	11
		>30	12
	Birikim	0-5	13
		5-15	14
		15-30	15
		>30	16
2025-2125	Taşınım	0-5	17
		5-15	18
		15-30	19
		>30	—
	Birikim	0-5	20
		5-15	21
		15-30	22
		>30	23

Profil No.....1
 Tarihi18/06/2008
 Koordinatları679119 N ve 4421676 E
 Rakım1820 m
 MevkiiErzurum-Azizye
 Yeri.....Erzurum-Azizye ilçesi 3,5 km güneyinde yer almaktadır
 Rölyef.....1820-1920 m rakımları arasında, %0-5 eğim grubunda
 (%4) ve kuzey doğu-alt etek
 Ana Materyal.....Kireçli marn
 Arazi kullanım şekliÇok önceleri (yaklaşık 30 yıl) belirli bir dönem tarım
 arazisi olarak kullanılmış fakat şimdi mera vasfındadır
 ErozyonBelirtisi görülmemiştir.
 Bitki örtüsü.....*Poa bulbosa*, *Medicago sativa*, *Galium aparine*, *Trifolium repans*, *Thymus fallax*, *Onobrychis viciifolia*
 Drenaj durumuİyi
 Taşlılık1. Sınıf
 Taban suyu derinliği.....Profil derinliği boyunca rastlanmadı
 TuzlulukBelirtisi yok
 Kök dağılışıYüzeyde yoğun ve ince, derinlerde az ve ince kökler
 Sulama durumuYok
 Biyolojik aktivite.....Kök faaliyetlerine bağlı olarak derinlikle azalmaktadır
 İnsan faaliyetiİlkbahar ve yaz döneminde hayvan otlatma
ABD toprak taksonomisindeki yeri
 SıraEntisol
 Alt sıra.....Ustent
 Büyük grup.....Haplustent

Horizon	Derinlik (cm)	Fiziksel ve Morfolojik Özellikleri
	0-20	Kuru iken koyu grimsi kahverengi (10 YR 4/2, kuru), nemli iken koyu kahverengi (10 YR 3/3, nemli); kil; oldukça kuvvetli, kaba, granüler küresel strüktürlü; hafif alkali; az kireçli; 1/3HCl ile haif bir köpürme vardır.
	20-45	Kuru iken kahverengi (10 YR 5/3 kuru), nemli iken kahve-koyu kahverengi (10 YR 4/3, nemli); kil; zayıf, kaba, granüler küresel strüktürlü; hafif alakli; kireçli; 1/3HCl ile şiddetli köpürme vardır.

Profil No.....2

Tarihi.....18/06/2008

Koordinatları.....678672 N ve 4421437 E

Rakım1852 m

MevkiiErzurum-Azizye

Yeri.....Erzurum-Azizye ilçesi 3,5 km güneyinde yer almaktadır

Rölyef.....1820-1920 m rakımları arasında, %5-15 eğim grubunda (%10) ve kuzey doğu-alt etek

Ana Materyal.....Kireçli marn

Arazi kullanım şekliÇok önceleri (yaklaşık 30 yıl) belirli bir dönem tarım arazisi olarak kullanılmış fakat şimdi mera vasfındadır

ErozyonBelirtisi görülmemiştir.

Bitki örtüsü.....*Poa bulbosa*, *Medicago sativa*, *Galium aparine*, *Trifolium*

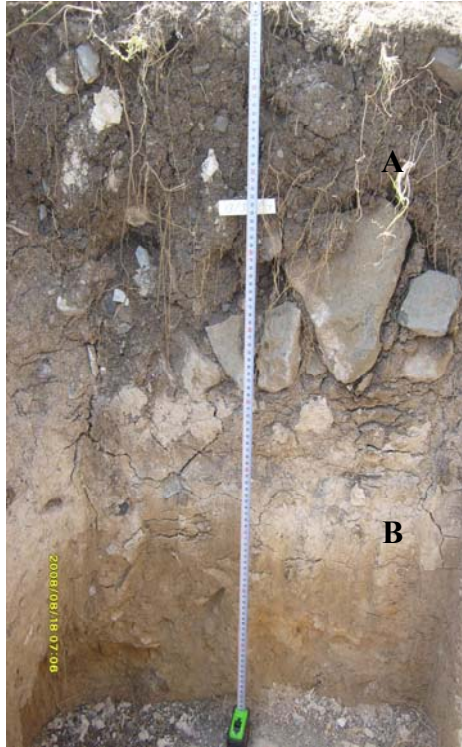
repans, Thymus fallax, Onobrychis viciifolia

Drenaj durumuİyi
 Taşlılık1. Sınıf
 Taban suyu derinliği.....Profil derinliği boyunca rastlanmadı
 TuzlulukBelirtisi yok
 Kök dağılışıYüzeyde yoğun ve ince, derinlerde az ve ince kökler
 Sulama durumuYok
 Biyolojik aktivite.....Kök faaliyetlerine bağlı olarak derinlikle azalmaktadır
 İnsan faaliyetiİlkbahar ve yaz döneminde hayvan otlatma

ABD toprak taksonomisindeki yeri

SıraEntisol
 Alt sıra.....Ustent
 Büyük grup.....Haplustent

Horizon	Derinlik (cm)	Fiziksel ve Morfolojik Özellikleri
	0-30	Kuru iken açık gri (10 YR 7/2, kuru), nemli iken soluk kahverengi (10 YR 6/3, nemli); kil; zayıf, orta, tek taneli grnaüler küresel stüktür; hafif alkali; kireçli; 1/3 HCl ile şiddetli köpürme vardır.
	30-50	Kuru iken kahverengi, (10 YR 7/3 kuru), nemli iken koyu kahverengi (10 YR 6/4, nemli); kil; oldukça kuvvetli, kaba, blok benzeri strüktürlü; hafif alkali; kireçli; 1/3 HCl ile şiddetli köpürme vardır.



Profil No.....3
 Tarihi18/06/2008
 Koordinatları678555 N ve 4421202 E
 Rakım1879 m
 MevkiiErzurum-Azizye
 Yeri.....Erzurum-Azizye ilçesi 3,5 km güneyinde yer almaktadır
 Rölyef.....1820-1920 m rakımları arasında, %5-15 eğim grubunda
 (%15) ve kuzey doğu-alt etek
 Ana Materyal.....Kireçli marn
 Arazi kullanım şekliÇok önceleri (yaklaşık 30 yıl) belirli bir dönem tarım
 arazisi olarak kullanılmış fakat şimdi mera vasfındadır
 ErozyonBelirtisi görülmemiştir.
 Bitki örtüsü.....*Poa bulbosa*, *Medicago sativa*, *Galium aparine*,
Trifolium repans, *Thymus fallax*, *Onobrychis viciifolia*
 Drenaj durumuİyi
 Taşlılık1. Sınıf
 Taban suyu derinliği.....Profil derinliği boyunca rastlanmadı
 TuzlulukBelirtisi yok
 Kök dağılışıYüzeyde yoğun ve ince, derinlerde az ve ince kökler
 Sulama durumuYok
 Biyolojik aktivite.....Kök faaliyetlerine bağlı olarak derinlikle azalmaktadır
 İnsan faaliyetiİlkbahar ve yaz döneminde hayvan otlatma
ABD toprak taksonomisindeki yeri
 SıraEntisol
 Alt sıra.....Ustent
 Büyük grup.....Haplustent

Horizon	Derinlik (cm)	Fiziksel ve Morfolojik Özellikleri
	0-20	Kuru iken koyu grimsi kahverengi (10 YR 4/2, kuru), nemli iken çok grimsi kahverengi (10 YR 3/2, nemli); kil; zayıf, küçük, kırıntı strüktürlü; hafif alkali, kireçli; 1/3HCl ile şiddetli köpürme vardır.
	20-45	Kuru iken beyaz nemli iken, (10 YR 8/1 kuru), nemli iken çok soluk kahverengi (10 YR 7/4, nemli); kiltin; zayıf, orta, köşeli blok benzeri strüktürlü; nötür; kireçli; 1/3HCl ile şiddetli köpürme vardır.

Profil No.....4

Tarihi.....18/06/2008

Koordinatları678385 N ve 4421227 E

Rakım1883 m

MevkiiErzurum-Azizye

Yeri.....Erzurum-Azizye ilçesi 3,5 km güneyinde yer almaktadır

Rölyef.....1820-1920 m rakımları arasında, >%30 eğim grubunda (%30) ve güney doğu-sırt

Ana Materyal.....Kaya

Arazi kullanım şekliÇok önceleri (yaklaşık 30 yıl) belirli bir dönem tarım arazisi olarak kullanılmış fakat şimdi mera vasfındadır

ErozyonBelirtisi görülmemiştir.

Bitki örtüsü.....*Poa bulbosa*, *Medicago sativa*, *Galium aparine*, *Trifolium repans*, *Thymus fallax*, *Onobrychis viciifolia*

Drenaj durumuİyi

Taşlılık1. Sınıf

Taban suyu derinliği.....Profil derinliği boyunca rastlanmadı
 TuzlulukBelirtisi yok
 Kök dağılışıYüzeyde yoğun ve ince, derinlerde az ve ince kökler
 Sulama durumuYok
 Biyolojik aktivite.....Kök faaliyetlerine bağlı olarak derinlikle azalmaktadır
 İnsan faaliyetiİlkbahar ve yaz döneminde hayvan otlatma

ABD toprak taksonomisindeki yeri

SıraEntisol
 Alt sıraUstent
 Büyük grup.....Haplustent

Horizon	Derinlik (cm)	Fiziksel ve Morfolojik �zellikleri
	0-10	Kuru iken açık kahverengimsi gri (10 YR 6/2, kuru), nemli iken koyu koyu grimsi kahverengi renkli (10 YR 4/2, nemli); kil; zayıf, çok küçük, kırıntı strüktürlü; nötür; az kireçli; 1/3HCl ile az bir köpürme vardır.
	10-40	Kuru iken açık kahverengi nemli iken (10 YR 6/2, kuru), nemli iken koyu grimsi kahverengi renkli (10 YR 4/2, nemli); kumlu-kil; zayıf, çok küçük, kırıntı strüktürlü; nötür; az kireçli; 1/3HCl ile az bir köpürme vardır.

Profil No:.....5

Tarihi18/06/2008

Koordinatları678721 N ve 4421395 E

Rakım1850 m

Mevkii Rakım.Erzurum-Azizye

Yeri.....Erzurum-Azizye ilçesi 3,5 km güneyinde yer almaktadır

Rölyef:.....2020-2125 m rakımları arasında, %0-5 eğim grubunda
(%4) ve kuzey doğu-sırt

Ana Materyal:Kireç marn

Arazi kullanım şekliÇok önceleri (yaklaşık 30 yıl) belirli bir dönem tarım
arazisi olarak kullanılmış fakat şimdi mera vasfındadır

ErozyonBelirtisi görülmemiştir.

Bitki örtüsü.....*Poa bulbosa*, *Medicago sativa*, *Galium aparine*, *Trifolium
repans*, *Thymus fallax*, *Onobrychis viciifolia*

Drenaj durumuİyi

Taşlılık:1. Sınıf

Taban suyu derinliği.....Profil derinliği boyunca rastlanmadı

Tuzluluk:Belirtisi yok

Kök dağılışıYüzeyde yoğun ve ince, derinlerde az ve ince kökler

Sulama durumuYok

Biyolojik aktivite.....Kök faaliyetlerine bağlı olarak derinlikle azalmaktadır

İnsan faaliyetiİlkbahar ve yaz döneminde hayvan otlatma

ABD toprak taksonomisindeki yeri

SıraEntisol

Alt sıra.....Ustent

Büyük grup.....Haplustent

Horizon	Derinlik (cm)	Fiziksel ve Morfolojik Özellikleri
	0-25	Kuru iken koyu gri (10 YR 4/1, kuru), nemli iken çok koyu grimsi kahverengi renkli (10 YR 3/2, nemli); kil; zayıf, küçük, küresel strüktürlü; hafif alkali; az kireçli; 1/3HCl ile az bir köpürme vardır.
	25-50	Kuru iken koyu gri (10 YR 4/1 kuru), nemli iken çok koyu grimsi kahverengi renkli (10 YR 3/2, nemli); kil; oldukça kuvvetli, kaba, köşeli blok strüktürlü; nötr kireçli; 1/3HCl ile az bir köpürme vardır.

Profil No:.....6

Tarihi18/06/2008

Koordinatları678892 N ve 4421280 E

Rakım1832 m

Mevkii Rakım.Erzurum-Azizye

Yeri.....Erzurum-Azizye ilçesi 3,5 km güneyinde yer almaktadır

Rölyef:.....2020-2125 m rakımları arasında, %5-15 eğim grubunda (%12) ve kuzey doğu-sırt

Ana Materyal:Kireçli marn

Arazi kullanım şekliÇok önceleri (yaklaşık 30 yıl) belirli bir dönem tarım arazisi olarak kullanılmış fakat şimdi mera vasfındadır

ErozyonBelirtisi görülmemiştir.

Bitki örtüsü.....*Poa bulbosa*, *Medicago sativa*, *Galium aparine*, *Trifolium repans*, *Thymus fallax*, *Onobrychis viciifolia*

Drenaj durumuİyi

Taşlılık:1. Sınıf

Taban suyu derinliği.....Profil derinliği boyunca rastlanmadı

Tuzluluk:Belirtisi yok

Kök dağılışıYüzeyde yoğun ve ince, derinlerde az ve ince kökler

Sulama durumuYok

Biyolojik aktivite.....Kök faaliyetlerine bağlı olarak derinlikle azalmaktadır

İnsan faaliyetiİlkbahar ve yaz döneminde hayvan otlatma

ABD toprak taksonomisindeki yeri

SıraEntisol

Alt sıraUstent

Büyük grup.....Haplustent

Horizon	Derinlik (cm)	Fiziksel ve Morfolojik Özellikleri
A	0-20	Kuru iken gri-koyu gri (10 YR 5/1, kuru), nemli iken koyu grimsi kahverengi renkli (10 YR 4/2, nemli); kil; zayıf, orta, granüler küresel strüktürlü; hafif alkali; kireçli; 1/3HCl ile köpürme vardır.
B	20-50	Kuru iken koyu grimsi kahverengi (10 YR 4/2 kuru), nemli iken çok koyu grimsi kahverengi renkli (10 YR 3/2, nemli); kil; zayıf, kaba, köşeli blok strüktürlü; hafif alkali; kireçli; 1/3HCl ile köpürme vardır.

Profil No:.....7

Tarihi18/06/2008

Koordinatları678536 N ve 4421280 E

Rakım1867 m

Mevkii Rakım.Erzurum-Azizye

Yeri.....Erzurum-Azizye ilçesi 3,5 km güneyinde yer almaktadır

Rölyef:.....2020-2125 m rakımları arasında, %5-15 eğim grubunda
(%22) ve kuzey doğu-sırt

Ana Materyal:Kaya

Arazi kullanım şekliÇok önceleri (yaklaşık 30 yıl) belirli bir dönem tarım
arazisi olarak kullanılmış fakat şimdi mera vasfındadır

ErozyonBelirtisi görülmemiştir.

Bitki örtüsü.....*Poa bulbosa*, *Medicago sativa*, *Galium aparine*, *Trifolium
repans*, *Thymus fallax*, *Onobrychis viciifolia*

Drenaj durumuİyi

Taşlılık:2. Sınıf

Taban suyu derinliği.....Profil derinliği boyunca rastlanmadı

Tuzluluk:Belirtisi yok

Kök dağılışıYüzeyde yoğun ve ince, derinlerde az ve ince kökler

Sulama durumuYok

Biyolojik aktivite.....Kök faaliyetlerine bağlı olarak derinlikle azalmaktadır

İnsan faaliyetiİlkbahar ve yaz döneminde hayvan otlatma

ABD toprak taksonomisindeki yeri

SıraEntisol

Alt sıra.....Ustent

Büyük grup.....Haplustent

Horizon	Derinlik (cm)	Fiziksel ve Morfolojik Özellikleri
	0-25	Kuru iken koyu gri (10 YR 4/1, kuru), nemli iken çok koyu gri renkli (10 YR 3/1, nemli); killi-tın; orta, zayıf, granüler küresel strüktürlü; nötür; az kireçli; 1/3HCl ile hafif bir köpürme vardır.
	25-60	Kuru iken beyaz, (10 YR 8/2 kuru), nemli iken soluk kahverengi renkli (10 YR 6/3, nemli); kil; oldukça kuvvetli, kaba, köşeli blok strüktürlü; nötür; az kireçli; 1/3HCl ile hafifi bir köpürme vardır.

Profil No:.....8

Tarihi18/06/2008

Koordinatları678687N ve 4421488 E

Rakım1849 m

Mevkii Rakım.Erzurum-Azizye

Yeri.....Erzurum-Azizye ilçesi 3,5 km güneyinde yer almaktadır

Rölyef:.....2020-2125 m rakımları arasında, >%30 eğim grubunda (%34) ve kuzey-sırt

Ana Materyal:Kireçli marn

Arazi kullanım şekliÇok önceleri (yaklaşık 30 yıl) belirli bir dönem tarım arazisi olarak kullanılmış fakat şimdi mera vasfındadır

ErozyonBelirtisi görülmemiştir.

Bitki örtüsü.....*Poa bulbosa*, *Medicago sativa*, *Galium aparine*, *Trifolium repans*, *Thymus fallax*, *Onobrychis viciifolia*

Drenaj durumuİyi

Taşlılık:1. Sınıf

Taban suyu derinliği.....Profil derinliği boyunca rastlanmadı

Tuzluluk:Belirtisi yok

Kök dağılışıYüzeyde yoğun ve ince, derinlerde az ve ince kökler

Sulama durumuYok

Biyolojik aktivite.....Kök faaliyetlerine bağlı olarak derinlikle azalmaktadır

İnsan faaliyetiİlkbahar ve yaz döneminde hayvan otlatma

ABD toprak taksonomisindeki yeri

SıraEntisol

Alt sıra.....Ustent

Büyük grup.....Haplustent

Horizon	Derinlik (cm)	Fiziksel ve Morfolojik Özellikleri
	0-25	Kuru iken koyu grimsi kahverengi (10 YR 4/2, kuru), nemli iken çok koyu grimsi kahverengi renkli (10 YR 3/2, nemli); kil; orta, zayıf, granüler küresel strüktürlü; hafif alkali; kireçli; HCl ile köpürme vardır.
	25-50	Kuru iken açık gri (10 YR 5/3 kuru), nemli iken soluk kahverengi (10 YR 4/3, nemli); kil; zayıf, orta, köşeli blok benzeri strüktürlü; hafif alkali; kireçli; 1/3HCl ile köpürme vardır.



Profil No.....9
 Tarihi18/06/2008
 Koordinatları677980 N ve 4420586 E
 Rakım2008 m
 MevkiiErzurum-Azizye
 Yeri.....Erzurum-Azizye ilçesi 3,5 km güneyinde yer almaktadır
 Rölyef.....1920-2020 m rakımları arasında, %0-5 eğim grubunda
 (%3) ve kuzey doğu-sırt
 Ana Materyal.....Kaya
 Arazi kullanım şekliÇok önceleri (yaklaşık 30 yıl) belirli bir dönem tarım
 arazisi olarak kullanılmış fakat şimdi mera vasfındadır
 ErozyonBelirtisi görülmemiştir.
 Bitki örtüsü.....*Poa bulbosa*, *Medicago sativa*, *Galium aparine*, *Trifolium*
repans, *Thymus fallax*, *Onobrychis viciifolia*
 Drenaj durumuİyi
 Taşlılık1. Sınıf
 Taban suyu derinliği.....Profil derinliği boyunca rastlanmadı
 TuzlulukBelirtisi yok
 Kök dağılışıYüzeyde yoğun ve ince, derinlerde az ve ince kökler
 Sulama durumuYok
 Biyolojik aktivite.....Kök faaliyetlerine bağlı olarak derinlikle azalmaktadır
 İnsan faaliyetiİlkbahar ve yaz döneminde hayvan otlatma
ABD toprak taksonomisindeki yeri
 SıraEntisol
 Alt sıra.....Ustent
 Büyük grup.....Haplustent

Horizon	Derinlik (cm)	Fiziksel ve Morfolojik Özellikleri
	0-20	Kuru iken koyu gri (10 YR 4/1, kuru), nemli iken çok koyu grimsi kahverengi (10 YR 3/2, nemli); kil; zayıf, küçük, granüler küresel strüktürlü; nötür; az kireçli; 1/3HCl ile az bir köpürme vardır.
	20-40	Kuru iken koyu gri (10 YR 4/1 kuru), nemli iken çok koyu grimsi kahverengi (10 YR 3/2, nemli); kil; oldukça kuvvetli, küçük, köşeli blok benzeri strüktürlü; nötür alkali; az kireçli; 1/3HCl ile az bir köpürme vardır.

Profil No:.....10

Tarihi18/06/2008

Koordinatları678123 N ve 4421006 E

Rakım1935 m

Mevkii Rakım.Erzurum-Azizye

Yeri.....Erzurum-Azizye ilçesi 3,5 km güneyinde yer almaktadır

Rölyef:.....1920-2020 m rakımları arasında, %5-15 eğim grubunda (%12) ve kuzey doğu-alt etek

Ana Materyal:Kireçli marn

Arazi kullanım şekliÇok önceleri (yaklaşık 30 yıl) belirli bir dönem tarım arazisi olarak kullanılmış fakat şimdi mera vasfındadır

ErozyonBelirtisi görülmemiştir.

Bitki örtüsü.....*Poa bulbosa*, *Medicago sativa*, *Galium aparine*, *Trifolium repans*, *Thymus fallax*, *Onobrychis viciifolia*

Drenaj durumuİyi

Taşlılık:2. Sınıf

Taban suyu derinliği.....Profil derinliği boyunca rastlanmadı

Tuzluluk:Belirtisi yok

Kök dağılışıYüzeyde yoğun ve ince, derinlerde az ve ince kökler

Biyolojik aktivite.....Kök faaliyetlerine bağlı olarak derinlikle azalmaktadır

İnsan faaliyetiİlkbahar ve yaz döneminde hayvan otlatma

ABD toprak taksonomisindeki yeri

SıraVertisol

Alt sıra.....Ustert

Büyük grup.....Haplustert

Horizon	Derinlik (cm)	Fiziksel ve Morfolojik Özellikleri
	0-30	Kuru iken koyu grimsi kahverengi (10 YR 4/2, kuru), nemli iken çok koyu grimsi kahverengi (10 YR 3/2, nemli); kil; oldukça kuvvetli, kaba, granüler küresel strüktürlü; nötür; az kireçli; 1/3HCl ile az bir köpürme vardır.
	30-50	Kuru iken kahverengi nemli iken, (10 YR 5/3 kuru), nemli iken koyu kahverengi (10 YR 4/3, nemli); kil; oldukça kuvvetli, kaba, prizma benzeri strüktürlü; nötür; kireçli 1/3HCl ile şiddetli köpürme vardır.

Profil No:.....11
 Tarihi18/06/2008
 Koordinatları677599N ve 4420860 E
 Rakım1998m
 Mevkii Rakım.Erzurum-Azizye
 Yeri.....Erzurum-Azizye ilçesi 3,5 km güneyinde yer almaktadır
 Rölyef:.....1920-2020 m rakımları arasında, %15-30 eğim grubunda
 (%22) ve kuzey doğu-sırt
 Ana Materyal:Kireçli marn
 Arazi kullanım şekliÇok önceleri (yaklaşık 30 yıl) belirli bir dönem tarım
 arazisi olarak kullanılmış fakat şimdi mera vasfındadır
 ErozyonBelirtisi görülmemiştir.
 Bitki örtüsü.....*Poa bulbosa, Medicago sativa, Galium aparine, Trifolium
 repans, Thymus fallax, Onobrychis viciifolia*
 Drenaj durumuİyi
 Taşlılık:3. Sınıf
 Taban suyu derinliği.....Profil derinliği boyunca rastlanmadı
 Tuzluluk:Belirtisi yok
 Kök dağılışıYüzeyde yoğun ve ince, derinlerde az ve ince kökler
 Biyolojik aktivite.....Kök faaliyetlerine bağlı olarak derinlikle azalmaktadır
 İnsan faaliyeti.....İlkbahar ve yaz döneminde hayvan otlatma
ABD toprak taksonomisindeki yeri
 SıraVertisol
 Alt sıra.....Ustert
 Büyük grup.....Haplustert

Horizon	Derinlik (cm)	Fiziksel ve Morfolojik Özellikleri
	0-25	Kuru iken koyu kahve-koyu kahverengi (10 YR 4/3, kuru), nemli iken koyu kahverengi renkli (10 YR 3/3, nemli); kil; oldukça kuvvetli, orta, granüler strüktürlü; hafif alkali; kireçli; 1/3HCl ile şiddetli köpürme vardır.
	20-50	Kuru iken açık kahve grimsi (10 YR 6/2 kuru), nemli iken sarımsı kahverengi (10 YR 5/4, nemli); kil; olukça kuvvetli orta, prizmatik strüktürlü; nötür; çok fazla kireçlidir; 1/3 HCl ile şiddetli köpürme vardır.

Profil No.....12

Tarihi18/06/2008

Koordinatları677599 N ve 4420860 E

Rakım1998 m

MevkiiErzurum-Azizye

Yeri.....Erzurum-Azizye ilçesi 3,5 km güneyinde yer almaktadır

Rölyef.....1920-2020 m rakımları arasında, >%30 eğim grubunda (%30) ve kuzey doğu-sırt

Ana Materyal.....Kaya

Arazi kullanım şekliÇok önceleri (yaklaşık 30 yıl) belirli bir dönem tarım arazisi olarak kullanılmış fakat şimdi mera vasfındadır

ErozyonBelirtisi görülmemiştir.

Bitki örtüsü.....*Poa bulbosa*, *Medicago sativa*, *Galium aparine*, *Trifolium*

repans, Thymus fallax, Onobrychis viciifolia

Drenaj durumuİyi
 Taşlılık3. Sınıf
 Taban suyu derinliği.....Profil derinliği boyunca rastlanmadı
 TuzlulukBelirtisi yok
 Kök dağılışıYüzeyde yoğun ve ince, derinlerde az ve ince kökler
 Sulama durumuYok
 Biyolojik aktivite.....Kök faaliyetlerine bağlı olarak derinlikle azalmaktadır
 İnsan faaliyeti.....İlkbahar ve yaz döneminde hayvan otlatma

ABD toprak taksonomisindeki yeri

SıraEntisol
 Alt sıra.....Ustent
 Büyük grup.....Haplustent

Horizon	Derinlik (cm)	Fiziksel ve Morfolojik Özellikleri
	0-15	Kuru iken koyu kahverengi (10 YR 3/3, kuru), nemli iken çok koyu kahverengi (10 YR 3/3, nemli); kil; zayıf, küçük, granüler küresel strüktürlü; nötür; az kireçli; 1/3HCl ile az bir köpürme vardır.
	15+	Kuru iken koyu kahverengi (10 YR 3/3, kuru), nemli iken çok koyu kahverengi renkli (10 YR 3/3, nemli); kil; zayıf, küçük, granüler küresel strüktürlü; nötür; az kireçli; 1/3HCl ile köpürme yoktur.



Profil No:.....13
 Tarihi18/06/2008
 Koordinatları677927 N ve 4420642 E
 Rakım2010 m
 Mevkii Rakım.Erzurum-Azizye
 Yeri.....Erzurum-Azizye ilçesi 3,5 km güneyinde yer almaktadır
 Rölyef:.....2020-2125 m rakımları arasında, %0-5 eğim grubunda
 (%5) ve kuzey- tepe
 Ana Materyal:Kireçli marn
 Arazi kullanım şekliÇok önceleri (yaklaşık 30 yıl) belirli bir dönem tarım
 arazisi olarak kullanılmış fakat şimdi mera vasfındadır
 ErozyonBelirtisi görülmemiştir.
 Bitki örtüsü.....Medicago, Galium, Brom, Agroprom, Allium ve Korunga
 Drenaj durumuİyi
 Taşlılık:2. Sınıf
 Taban suyu derinliği.....Profil derinliği boyunca rastlanmadı
 Tuzluluk:Belirtisi yok
 Kök dağılışıYüzeyde yoğun ve ince, derinlerde az ve ince kökler
 Sulama durumuYok
 Biyolojik aktivite.....Kök faaliyetlerine bağlı olarak derinlikle azalmaktadır
 İnsan faaliyeti.....İlkbahar ve yaz döneminde hayvan otlatma
ABD toprak taksonomisindeki yeri
 SıraEntisol
 Alt sıra.....Ustent
 Büyük grup.....Haplustent

Horizon	Derinlik (cm)	Fiziksel ve Morfolojik Özellikleri
	0-20	Kuru iken koyu gri (10 YR 4/1, kuru), nemli iken çok koyu grimsi kahverengi renkli (10 YR 3/2, nemli); kil; zayıf, küçük, granüler küresel strüktürlü; nötür; az kireçli; 1/3HCl ile hafif bir köpürme vardır.
	20-45	Kuru iken koyu gri (10 YR 4/1, kuru), nemli iken çok koyu grimsi kahverengi renkli (10 YR 3/2, nemli); kil; zayıf, küçük, granüler küresel strüktürlü; nötür; az kireçli; 1/3HCl ile hafif bir köpürme vardır.

Profil No:.....14

Tarihi18/06/2008

Koordinatları678056 N ve 4421007 E

Rakım1944 m

Mevkii Rakım.Erzurum-Azizye

Yeri.....Erzurum-Azizye ilçesi 3,5 km güneyinde yer almaktadır

Rölyef:.....2020-2125 m rakımları arasında, %5-15 eğim grubunda (%11) ve kuzey etek

Ana Materyal:Kireçli marn

Arazi kullanım şekliÇok önceleri (yaklaşık 30 yıl) belirli bir dönem tarım arazisi olarak kullanılmış fakat şimdi mera vasfındadır

ErozyonBelirtisi görülmemiştir.

Bitki örtüsü.....*Poa bulbosa*, *Medicago sativa*, *Galium aparine*, *Trifolium*

repans, Thymus fallax, Onobrychis viciifolia

Drenaj durumuİyi

Taşlılık:3. Sınıf

Taban suyu derinliği.....Profil derinliği boyunca rastlanmadı

Tuzluluk:Belirtisi yok

Kök dağılışıYüzeyde yoğun ve ince, derinlerde az ve ince kökler

Sulama durumuYok

Biyolojik aktivite.....Kök faaliyetlerine bağlı olarak derinlikle azalmaktadır

İnsan faaliyetiİlkbahar ve yaz döneminde hayvan otlatma

ABD toprak taksonomisindeki yeri

SıraVertisol

Alt sıra.....Ustert

Büyük grup.....Haplustert

Horizon	Derinlik (cm)	Fiziksel ve Morfolojik Özellikleri
	0-20	Kuru iken koyu grimsi kahverengi (10 YR 4/2, kuru), nemli iken çok koyu grimsi kahverengi renkli (10 YR 3/2, nemli); kil; zayıf, küçük, granüler küresel strüktürlü; nötür; az kireçli; 1/3HCl ile hafif bir köpürme vardır.
	20-70	Kuru iken koyu gri (10 YR 4/1 kuru), nemli çok koyu grimsi kahverengi renkli (10 YR 3/2, nemli); kil; kuvvetli, kaba, köşeli blok benzeri strüktürlü; nötür; kireçli; 1/3HCl ile köpürme vardır.



Profil No:.....15
 Tarihi18/06/2008
 Koordinatları678189 N ve 4421005 E
 Rakım1932 m
 Mevkii Rakım.Erzurum-Azizye
 Yeri.....Erzurum-Azizye ilçesi 3,5 km güneyinde yer almaktadır
 Rölyef:.....2020-2125 m rakımları arasında, %15-30 eğim grubunda
 (%16) ve kuzey etek
 Ana Materyal:Kireçli marn
 Arazi kullanım şekliÇok önceleri (yaklaşık 30 yıl) belirli bir dönem tarım
 arazisi olarak kullanılmış fakat şimdi mera vasfındadır
 ErozyonBelirtisi görülmemiştir.
 Bitki örtüsü.....*Poa bulbosa*, *Medicago sativa*, *Galium aparine*, *Trifolium repans*, *Thymus fallax*, *Onobrychis viciifolia*
 Drenaj durumuİyi
 Taşlılık:1. Sınıf
 Taban suyu derinliği.....Profil derinliği boyunca rastlanmadı
 Tuzluluk:Belirtisi yok
 Kök dağılışıYüzeyde yoğun ve ince, derinlerde az ve ince kökler
 Sulama durumuYok
 Biyolojik aktivite.....Kök faaliyetlerine bağlı olarak derinlikle azalmaktadır
 İnsan faaliyetiİlkbahar ve yaz döneminde hayvan otlatma
ABD toprak taksonomisindeki yeri
 SıraVertisol
 Alt sıra.....Ustert
 Büyük grup.....Haplustert

Horizon	Derinlik (cm)	Fiziksel ve Morfolojik Özellikleri
	0-20	Kuru iken koyu grimsi kahverengi (10 YR 4/2, kuru), nemli iken koyu grimsi kahverengi renkli (10 YR 3/3, nemli); kil; oldukça kuvvetli, küçük, granüler küresel sürtüktür; nötür; az kireçli; 1/3HCl ile hafif bir köpürme vardır.
	20-50	Kuru iken kahverengi (10 YR 5/3 kuru), nemli iken koyu sarımsı kahverengi (10 YR 4/4, nemli); kil; oldukça kuvvetli, orta, prizmatik strüktürlü; nötür; az kireçli; 1/3HCl ile hafif bir köpürme vardır.

Profil No:.....16

Tarihi18/06/2008

Koordinatları677989 N ve 4421083 E

Rakım1941m

Mevkii Rakım.Erzurum-Azizye

Yeri.....Erzurum-Azizye ilçesi 3,5 km güneyinde yer almaktadır

Rölyef:.....2020-2125 m rakımları arasında, >%30 eğim grubunda (%31) ve kuzey sırt

Ana Materyal:Kaya

Arazi kullanım şekliÇok önceleri (yaklaşık 30 yıl) belirli bir dönem tarım arazisi olarak kullanılmış fakat şimdi mera vasfındadır

ErozyonBelirtisi görülmemiştir.

Bitki örtüsü.....*Poa bulbosa*, *Medicago sativa*, *Galium aparine*, *Trifolium*

repans, Thymus fallax, Onobrychis viciifolia

Drenaj durumuİyi

Taşıllık:3. Sınıf

Taban suyu derinliği.....Profil derinliği boyunca rastlanmadı

Tuzluluk:Belirtisi yok

Kök dağılışıYüzeyde yoğun ve ince, derinlerde az ve ince kökler

Sulama durumuYok

Biyolojik aktivite.....Kök faaliyetlerine bağlı olarak derinlikle azalmaktadır

İnsan faaliyetiİlkbahar ve yaz döneminde hayvan otlatma

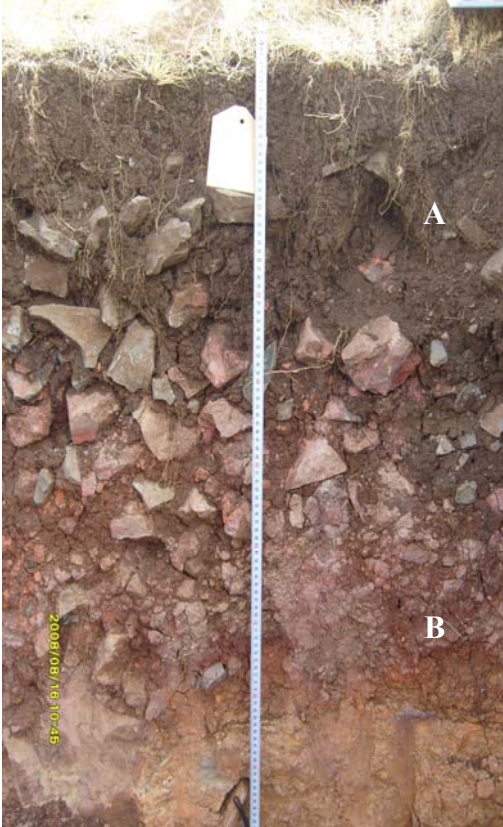
ABD toprak taksonomisindeki yeri

SıraEntisol

Alt sıra.....Ustent

Büyük grup.....Haplustent

Horizon	Derinlik (cm)	Fiziksel ve Morfolojik Özellikleri
	0-15	Kuru iken koyu grimsi kahverengi (10 YR 4/2, kuru), nemli iken çok koyu grimsi kahverengi renkli (10 YR 3/2, nemli); kil; zayıf, küçük, granüler küresel strüktürlü; hafif asidik; az kireçli; 1/3HCl ile hafif bir köpürme vardır
	15-50	Kuru iken koyu gri (10 YR 4/1 kuru), nemli iken koyu kahverengi renkli (10 YR 4/3, nemli); kil; zayıf, orta, köşeli blok benzeri strüktürlü; hafif asidik, az kireçli; 1/3HCl ile hafif bir köpürme vardır.



Profil No:.....17
 Tarihi18/06/2008
 Koordinatları677545 N ve 4420346 E
 Rakım2054 m
 Mevkii Rakım.Erzurum-Azizye
 Yeri.....Erzurum-Azizye ilçesi 3,5 km güneyinde yer almaktadır
 Rölyef:.....2020-2125 m rakımları arasında, %0-5 eğim grubunda
 (%4) ve kuzey doğu-alt etek
 Ana Materyal:Kaya
 Arazi kullanım şekliÇok önceleri (yaklaşık 30 yıl) belirli bir dönem tarım
 arazisi olarak kullanılmış fakat şimdi mera vasfındadır
 ErozyonBelirtisi görülmemiştir.
 Bitki örtüsü.....*Poa bulbosa, Medicago sativa, Galium aparine, Trifolium*
repans, Thymus fallax, Onobrychis viciifolia
 Drenaj durumuİyi
 Taşlılık:3. Sınıf
 Taban suyu derinliği.....Profil derinliği boyunca rastlanmadı
 Tuzluluk:Belirtisi yok
 Kök dağılışıYüzeyde yoğun ve ince, derinlerde az ve ince kökler
 Sulama durumuYok
 Biyolojik aktivite.....Kök faaliyetlerine bağlı olarak derinlikle azalmaktadır
 İnsan faaliyetiİlkbahar ve yaz döneminde hayvan otlatma
 ABD toprak taksonomisindeki yeri
 SıraEntisol
 Alt sıra.....Ustent
 Büyük grup.....Haplustent

Horizon	Derinlik (cm)	Fiziksel ve Morfolojik Özellikleri
	0-10	Kuru iken sarımsı kahverengi (10 YR 5/4, kuru), nemli iken koyu kahverengi renkli (10 YR 3/3, nemli); kil; zayıf, küçük, tektaneli granüler küresel strüktürlü; nötür; az kireçli; 1/3HCl ile az bir köpürme vardır.
	10-25	Kuru iken kahverengi nemli iken, (10 YR 5/2 kuru), nemli iken çok koyu grimsi kahverengi renkli (10 YR 3/2, nemli); kil; zayıf, orta, granüler küresel strüktürlü; nötür; az kireçli; 1/3HCl ile az bir köpürme vardır.

Profil No:.....18

Tarihi18/06/2008

Koordinatları677406 N ve 4420348 E

Rakım2063 m

Mevkii Rakım.Erzurum-Azizye

Yeri.....Erzurum-Azizye ilçesi 3,5 km güneyinde yer almaktadır

Rölyef:.....2020-2125 m rakımları arasında, %5-15 eğim grubunda (%14) ve kuzey doğu-alt etek

Ana Materyal:Kaya

Arazi kullanım şekliÇok önceleri (yaklaşık 30 yıl) belirli bir dönem tarım arazisi olarak kullanılmış fakat şimdi mera vasfındadır

ErozyonBelirtisi görülmemiştir.

Bitki örtüsü.....*Poa bulbosa*, *Medicago sativa*, *Galium aparine*, *Trifolium repans*, *Thymus fallax*, *Onobrychis viciifolia*

Drenaj durumuİyi

Taşıllık:1. Sınıf

Taban suyu derinliği.....Profil derinliği boyunca rastlanmadı

Tuzluluk:Belirtisi yok

Kök dağılışı.....Yüzeyde yoğun ve ince, derinlerde az ve ince kökler

Sulama durumuYok

Biyolojik aktivite.....Kök faaliyetlerine bağlı olarak derinlikle azalmaktadır

İnsan faaliyeti.....İlkbahar ve yaz döneminde hayvan otlatma

ABD toprak taksonomisindeki yeri

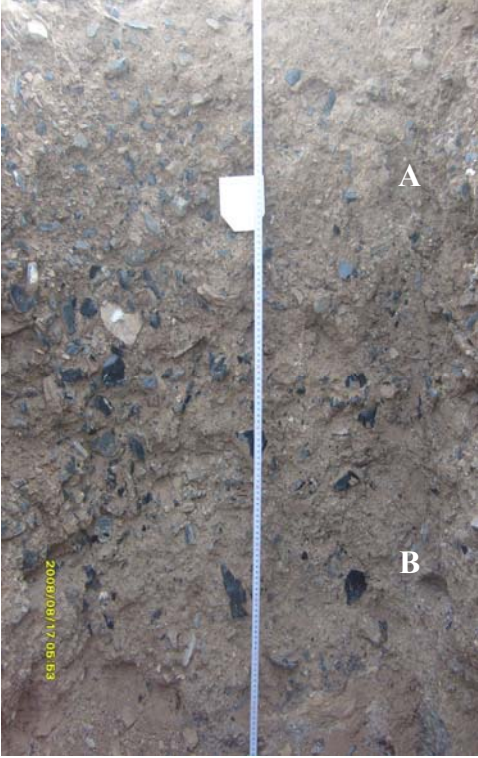
SıraEntisol

Alt sıra.....Ustent

Büyük grup.....Haplustent

Horizon	Derinlik (cm)	Fiziksel ve Morfolojik Özellikleri
A	0-20	Kuru iken sarımsı kahverengi (10 YR 5/4, kuru), nemli iken çok koyu grimsi kahverengi renkli (10 YR 3/2, nemli); killi-tın; zayıf, küçük, kırıntı strüktürlü; nötür; az kireçli; 1/3HCl ile hafif bir köpürme yoktur.
B	20-50	Kuru iken sarımsı kahverengi (10 YR 5/5 kuru), nemli iken koyu kahverengi renkli (10 YR 3/3, nemli); kumlu-killi-tın; oldukça kuvvetli, küçük, köşeli blok strüktürlü; nötür; az kireçli; 1/3HCl ile köpürme vardır.

Profil No:.....19
 Tarihi18/06/2008
 Koordinatları677598 N ve 4420585 E
 Rakım2029 m
 Mevkii Rakım.Erzurum-Azizye
 Yeri.....Erzurum-Azizye ilçesi 3,5 km güneyinde yer almaktadır
 Rölyef:.....2020-2125 m rakımları arasında, %15-30 eğim grubunda
 (%4) ve kuzey doğu-sırt
 Ana Materyal:Kaya
 Arazi kullanım şekliÇok önceleri (yaklaşık 30 yıl) belirli bir dönem tarım
 arazisi olarak kullanılmış fakat şimdi mera vasfındadır
 ErozyonBelirtisi görülmemiştir.
 Bitki örtüsü.....*Poa bulbosa, Medicago sativa, Galium aparine, Trifolium
 repans, Thymus fallax, Onobrychis viciifolia*
 Drenaj durumuİyi
 Taşlılık:3. Sınıf
 Taban suyu derinliği.....Profil derinliği boyunca rastlanmadı
 Tuzluluk:Belirtisi yok
 Kök dağılışıYüzeyde yoğun ve ince, derinlerde az ve ince kökler
 Sulama durumuYok
 Biyolojik aktivite.....Kök faaliyetlerine bağlı olarak derinlikle azalmaktadır
 İnsan faaliyetiİlkbahar ve yaz döneminde hayvan otlatma
ABD toprak taksonomisindeki yeri
 SıraEntisol
 Alt sıra.....Ustent
 Büyük grup.....Haplustent

Horizon	Derinlik (cm)	Fiziksel ve Morfolojik Özellikleri
	0-15	Kuru iken koyu grimsi kahverengi (10 YR 4/2, kuru), nemli iken çok koyu grimsi kahverengi renkli (10 YR 3/2, nemli); kumlu-killi-tın; zayıf, çok küçük, granüler küresel strüktürlü; nötür; az kireçli; 1/3HCl ile hafif köpürme vardır.
	15-50	Kuru iken kahverengi (10 YR 5/3 kuru), nemli iken koyu sarımsı kahverengi renkli (10 YR 4/4, nemli); kumlu-killi-tın; orta, orta, granüler küresel strüktürlü; nötür nötür; az kireçli; 1/3HCl ile hafif bir köpürme vardır.

Profil No:.....20

Tarihi18/06/2008

Koordinatları677710 N ve 4420453 E

Rakım2040m

Mevkii Rakım.Erzurum-Azizye

Yeri.....Erzurum-Azizye ilçesi 3,5 km güneyinde yer almaktadır

Rölyef:.....2020-2125 m rakımları arasında, %0-5 eğim grubunda (%5) ve kuzey-tepe

Ana Materyal:Kireçli marn

Arazi kullanım şekliÇok önceleri (yaklaşık 30 yıl) belirli bir dönem tarım arazisi olarak kullanılmış fakat şimdi mera vasfındadır

ErozyonBelirtisi görülmemiştir.

Bitki örtüsü.....*Poa bulbosa*, *Medicago sativa*, *Galium aparine*, *Trifolium repans*, *Thymus fallax*, *Onobrychis viciifolia*

Drenaj durumuİyi

Taşlılık:2. Sınıf

Taban suyu derinliği.....Profil derinliği boyunca rastlanmadı

Tuzluluk:Belirtisi yok

Kök dağılışıYüzeyde yoğun ve ince, derinlerde az ve ince kökler

Sulama durumuYok

Biyolojik aktivite.....Kök faaliyetlerine bağlı olarak derinlikle azalmaktadır

İnsan faaliyetiİlkbahar ve yaz döneminde hayvan otlatma

ABD toprak taksonomisindeki yeri

SıraEntisol

Alt sıraUstent

Büyük grup.....Haplustent

Horizon	Derinlik (cm)	Fiziksel ve Morfolojik Özellikleri
A	0-20	Kuru iken koyu gri (10 YR 4/1, kuru), nemli iken çok koyu grimsi kahverengi renkli (10 YR 3/2, nemli); kil; zayıf, orta, granüler küresel strüktürlü; hafif asidik; az kireçli; 1/3HCl ile hafif bir köpürme vardır
	20-60	Kuru iken açık kahverengimsi gri (10 YR 6/2 kuru), nemli iken sarımsı kahverengi renkli (10 YR 5/4, nemli); kil; kuvvetli, kaba, köşeli blok benzeri strüktürlü; nötür; çok fazla kireçli; 1/3HCl ile şiddetli bir köpürme vardır.
		

Profil No:.....21

Tarihi18/06/2008

Koordinatları677311 N ve 4420527 E

Rakım2039m

Mevkii Rakım.Erzurum-Azizye

Yeri.....Erzurum-Azizye ilçesi 3,5 km güneyinde yer almaktadır

Rölyef:.....2020-2125 m rakımları arasında, %5-15 eğim grubunda
(%8) ve kuzey doğu-etek

Ana Materyal:Kaya

Arazi kullanım şekliÇok önceleri (yaklaşık 30 yıl) belirli bir dönem tarım
arazisi olarak kullanılmış fakat şimdi mera vasfındadır

ErozyonBelirtisi görülmemiştir.

Bitki örtüsü.....*Poa bulbosa, Medicago sativa, Galium aparine, Trifolium
repans, Thymus fallax, Onobrychis viciifolia*

Drenaj durumuİyi

Taşlılık:1. Sınıf

Taban suyu derinliği.....Profil derinliği boyunca rastlanmadı

Tuzluluk:Belirtisi yok

Kök dağılışıYüzeyde yoğun ve ince, derinlerde az ve ince kökler

Sulama durumuYok

Biyolojik aktivite.....Kök faaliyetlerine bağlı olarak derinlikle azalmaktadır

İnsan faaliyetiİlkbahar ve yaz döneminde hayvan otlatma

ABD toprak taksonomisindeki yeri

SıraEntisol

Alt sıra.....Ustent

Büyük grup.....Haplustent

Horizon	Derinlik (cm)	Fiziksel ve Morfolojik Özellikleri
	0-25	Kuru iken kahverengi (10 YR 5/2, kuru), nemli iken çok koyu grimsi kahverengi (10 YR 3/2, nemli); kil; zayıf, orta, granüler küresel strüktürlü; hafif asidik; az kireçlidir. 1/3HCl ile hafif bir köpürme vardır.
	25-65	Kuru iken koyu grimsi kahverengi (10 YR 4/2 kuru), nemli iken çok koyu grimsi kahverengi (10 YR 3/2, nemli); kil; zayıf, kaba, granüler küresel strüktürlü; orta asidik; az kireçli; 1/3HCl ile hafif bir köpürme vardır.

Profil No:.....22

Tarihi18/06/2008

Koordinatları677246 N ve 4420582 E

Rakım2060 m

Mevkii Rakım.Erzurum-Azizye

Yeri.....Erzurum-Azizye ilçesi 3,5 km güneyinde yer almaktadır

Rölyef:.....2020-2125 m rakımları arasında, %15-30 eğim grubunda (%25) ve kuzey doğu-sırt

Ana Materyal:Kaya

Arazi kullanım şekliÇok önceleri (yaklaşık 30 yıl) belirli bir dönem tarım arazisi olarak kullanılmış fakat şimdi mera vasfındadır

ErozyonBelirtisi görülmemiştir.

Bitki örtüsü.....*Poa bulbosa*, *Medicago sativa*, *Galium aparine*, *Trifolium*

repans, Thymus fallax, Onobrychis viciifolia

Drenaj durumuİyi

Taşlılık:1. Sınıf

Taban suyu derinliği.....Profil derinliği boyunca rastlanmadı

Tuzluluk:Belirtisi yok

Kök dağılışıYüzeyde yoğun ve ince, derinlerde az ve ince kökler

Sulama durumuYok

Biyolojik aktivite.....Kök faaliyetlerine bağlı olarak derinlikle azalmaktadır

İnsan faaliyetiİlkbahar ve yaz döneminde hayvan otlatma

ABD toprak taksonomisindeki yeri

SıraEntisol

Alt sıra.....Ustent

Büyük grup.....Haplustent

Horizon	Derinlik (cm)	Fiziksel ve Morfolojik Özellikleri
A	0-20	Kuru iken kahverengi (10 YR 5/3, kuru), nemli iken kahve-koyu kahverengi (10 YR 3/3, nemli); kil; zayıf, orta, granüler küresel strüktürlü; orta asitli; az kireçli; 1/3HCl ile hafif bir köpürme vardır.
	20-50	Kuru iken soluk kahve (10 YR 6/3 kuru), nemli iken sarımsı kahverengi (10 YR 4/3, nemli); kil; kuvvetli, kaba, köşeli blok benzeri strüktürlü; nötür; az kireçli; 1/3HCl ile hafif bir köpürme vardır.



Profil No:.....23

Tarihi18/06/2008

Koordinatları677261 N ve 4420287 E

Rakım2082 m

Mevkii Rakım.Erzurum-Azizye

Yeri.....Erzurum-Azizye ilçesi 3,5 km güneyinde yer almaktadır

Rölyef:.....2020-2125 m rakımları arasında, >%30 eğim grubunda
(%31) ve kuzey-sırt

Ana Materyal:Kireçli marn

Arazi kullanım şekliÇok önceleri (yaklaşık 30 yıl) belirli bir dönem tarım
arazisi olarak kullanılmış fakat şimdi mera vasfındadır

ErozyonBelirtisi görülmemiştir.

Bitki örtüsü.....*Poa bulbosa*, *Medicago sativa*, *Galium aparine*, *Trifolium
repans*, *Thymus fallax*, *Onobrychis viciifolia*

Drenaj durumuİyi

Taşlılık:2. Sınıf

Taban suyu derinliği.....Profil derinliği boyunca rastlanmadı

Tuzluluk:Belirtisi yok

Kök dağılışıYüzeyde yoğun ve ince, derinlerde az ve ince kökler

Sulama durumuYok

Biyolojik aktivite.....Kök faaliyetlerine bağlı olarak derinlikle azalmaktadır

İnsan faaliyetiİlkbahar ve yaz döneminde hayvan otlatma

ABD toprak taksonomisindeki yeri

SıraEntisol

Alt sıra.....Ustent

Büyük grup.....Haplustent

Horizon	Derinlik (cm)	Fiziksel ve Morfolojik Özellikleri
	0-15	Kuru iken koyu grimsi kahverengi (10 YR 4/2, kuru), nemli iken çok koyu grimsi kahverengi (10 YR 3/2, nemli); kil; zayıf, orta, granüler küresel strüktürlü; nötür; az kireçli; 1/3HCl ile hafif bir köpürme vardır.
	15-40	Kuru iken koyu gri (10 YR 4/1 kuru), nemli iken çok koyu grimsi kahverengi (10 YR 3/2, nemli); kil; kuvvetli, kaba, köşeli blok benzeri strüktürlü; hafif alkali; kireçli; 1/3HCl ile köpürme vardır.

4.4.1 Toprak profillerinin değerlendirilmesi

Araştırma alanının 1810-1925 m yükselti grubunda topraklar, genel itibariyle kireçli marn üzerinde oluşmuş horizonlaşmadan yoksun veya başlangıç devresinde olan yüzey horizonlarından kirecin yıkanmasına bağlı olarak B ve C horizonunda kalsik bir durum göstermiş ABD tasnif sisteminde entisol ordosuna dahil genç topraklardır.

Araştırma alanının yükseklik olarak orta kuşağı sayılan 1925-2025 m yükselti grubunda açılan 8 adet profil incelendiğinde, bu profillerin mollik epipedona sahip olduğu, yüzeyden kısmen kil yıkanmasına bağlı olarak B horizonunda argilik yapı gösterdiği ve ABD tasnif sisteminde entisol ve vertisol ordosuna dahil olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma alanının 2020-2125 m yükselti grubunda 7 adet toprak profili açılmıştır. Profiller incelendiğinde topraklar genelde volkanik karakterli materyaller üzerinde oluşmuştur. Yarı kurak iklim kuşaklarında toprak oluşturan faktörlere ve ana materyalin özelliklerine bağlı olarak oluşan tipik bir AC profilli genç toprakardır. Bu özelliklere sahip topraklar, genel olarak araştırma alanının yüksek kısımları ile eğimin çok fazla olduğu alanlarda yayılım göstermektedir. Bu alanlar çok uzun zaman önce toprak işlemeli tarımda kullanılıp terkedilmiş bir alan olup, çok az düzeyde de olsa alt horizona bir kil yıkanması görülmektedir. Araştırma alanı içerisinde bu özellikteki topraklar ABD tasnif sistemine göre, Entisol olarak sınıflandırılmışlardır.

4.4.2 Toprak horizonlarına göre toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri

Araştırma alanında açılan profillerin yüzy ve yüzey altı horizonundan alınan toprak örneklerine ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.13’de verilmiştir.

Varyans analizi sonucuna göre, örneklenen yüzey ve yüzey altı horizon toprak özellikleri bakımından organik madde içeriği ($p<0,01$) ve katyon değişim kapasitesi ($p<0,05$) hariç diğer özellikler bakımından farksız bulunmuştur (Çizelge 4.2 ve 4.3).

Horizonlara göre, farklı bulunan toprak özelliklerinden organik madde içeriği ile katyon değişim kapasitesinin en yüksek ortalama değerleri sırasıyla $\%3,36\pm1,08$ ve $35,20\pm4,18$ me/100g ile üst horizonunda kaydedilmiştir (Çizelge 4.13).

Organik madde içeriğinin üst horizonunda yüksek olması, katyon değişim kapasitesinde bu horizonunda artmasına neden olmuştur.

Çizelge 4.13. Toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına ait istatistiki değerler

Toprak Özellikleri	Üst Horizon			Alt Horizon		
	N=23			N=23		
	Ort. ±Sts.	Min.	Mak.	Ort. ±Sts.	Min.	Mak.
Kum (%)	28,37±8,92	14,90	47,71	26,73±11,33	11,60	57,60
Kil (%)	49,56±8,79	29,61	63,12	51,27±11,09	34,83	70,66
Kütle Yoğunluğu (g/cm ³)	1,48±0,07	1,35	1,63	1,49±0,13	1,28	1,73
Tarla Kap (%)	35,04±5,49	24,60	47,08	34,90±6,97	20,21	50,01
Solma Nok (%)	23,84±4,86	15,27	37,40	23,21±5,88	12,96	38,84
Hidrolik İletkenlik (cm/sa)	4,06±2,07	1,43	10,43	3,91±2,76	1,14	11,22
Organik Madde (%)	3,36±1,08	1,68	4,98	2,08±1,02	0,54	4,53
Kasyon Değişim Kapasitesi (me/100g)	35,20±4,18	24,71	42,51	32,91±5,22	22,27	43,16
Elektriki İletkenlik (dS/m)	2,37±0,88	0,88	4,32	2,40±0,86	0,85	3,78
Kireç İçeriği (%)	1,88±2,73	0,24	9,16	4,33±4,56	0,24	14,71
pH	7,01±0,49	6,01	7,78	7,03±0,49	6,00	7,83
Ort.: Ortalama	Min.: Minimum	*Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar Sts.: Standart sapma Mak.:Maksimum istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).				

4.5. Toprakta Nem ve Sıcaklık Değişimi

Bitki gelişimi açısından toprak nem ve sıcaklık değişimleri oldukça önemlidir. Bu durum dikkate alınarak araştırma alanında yirmi gün aralıklı olarak sıcaklık ve nem takibi yapılmıştır. Ölçümler toprak horizon derinlikleri dikkate alınarak yapılmıştır. Ölçülen sıcaklıklar değerlerine ilişkin varyans analiz değerleri Çizelge 4.14’de ve tanımlayıcı istatistik değerleri Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4. 14. Araştırma alanı topraklarının nem ve sıcaklık varyans değerleri

Varyasyon Kaynağı	Nem			Sıcaklık		
	Sd	KO	F	Sd	KO	F
KÖD	1	892,5	44,2**	1	43,9	8,8**
Yükselti	2	484,6	24,0**	2	62,0	12,4**
Eğim	3	163,7	8,1**			
Hata	223	20,2		58	5,0	

Çizelge 4.14’den görüleceği gibi toprak nemi; kar örtü durumu, yükselti ve eğim bakımından, sıcaklığın ise kar örtü durumu ve yükselti bakımından %1 seviyesinde farklılık göstermiştir.

Çizelge 4.15. Kar örtüsünün durumuna göre farklı eğim ve yükseltilerdeki nem ve sıcaklık değişim

Bağımsız Değişkeler		Nem (%)		Sıcaklık (°C)	
Yük.	Eğim	Taşınım Ort.±Sts.	Birikim Ort. ± Sts.	Taşınım Ort±Sts.	Birikim Ort±Sts.
I	I	18,6±5,2	23,2±5,5a	25,2±2,1a	23,14±2,7a
	II	16,8±5,3	21,2±5,0ab		
	III	16,0±4,8	19,9±5,2ab		
	IV	14,4±4,7	18,1±4,70b		
	Ort.	16,5±5,0A	20,6±5,3A		
II	I	16,7±4,1	21,2±4,5a	22,73±2,1b	21,69±1,5a
	II	15,9±4,0	20,1±4,5ab		
	III	15,0±4,1	18,5±4,1ab		
	IV	13,2±3,9	16,6±3,4b		
	Ort.	15,2±4,1A	19,1±4,4A		
III	I	13,3±5,4	17,2±4,5	21,70±2,0b	19,8±1,4b
	II	12,1±5,1	16,0±4,5		
	III	11,4±5,0	14,9±4,5		
	IV	-	13,8±4,7		
	Ort.	12,3±5,0B	15,5±4,5B		

*Aynı satırdaki büyük harfler ortalamalar arasındaki farkı, küçük harfler sütunlar arasındaki farkı göstermektedir (p<0,05).
Sd: erbestlik derecesi

Duncan çoklu karşılaştırma testine göre, araştırma alanı topraklarının ortalama nem ve sıcaklık içeriği bakımından hem taşınım hemde birikim alanlarında yükseltiye bağlı olarak farklılık göstermiştir. Bu fark yalnızca III. yükselti grubuyla diğer iki yükselti grubu arasında gerçekleşirken, I. ve II. yükselti grubu birbirlerinden farksız bulunmuştur. Eğimler arasında ise taşınım alanlarında her üç yükselti grubunda da farklılık belirlenmezken, birikim alanlarında yalnızca I. ve II. yükselti grubunda eğimler arasında fark tespit edilmiştir. Eğimler arasında nem içeriği yükseltideki artışla azalış göstermiştir. Sıcaklık ise hem taşınım hemde birikim alanlarında yüksekliğe bağlı olarak azalmıştır. Yükselti grupları arasında I. yükselti grubundaki sıcaklık, diğer iki yükseltiden daha yüksek bulunmasına karşın taşınım alanlarında II. ve III. yükselti grubu, birikim alanlarında ise I. ve II. yükselti grupları birbirlerinden farksız olduğu saptanmıştır.

4.6. Bitkinin Toprağı Kaplama Oranı ve Mera Kalite Derecesi

Bitkinin toprağı kaplama oranı ve mera kalite derecesi, iki farklı kar örtüsü, üç farklı yükselti, ve dört farklı eğim grubu esas alınarak transekt ile yapılan ölçümlerle

değerlendirilmiştir. Bitki örtüsünün toprağı kaplama oranına ve mera kalite derecesine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16’de tanımlayıcı istatistiksel sonuçlar Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.16. Kar örtü durumundaki değişimin yükselti ve eğime bağlı olarak bitki örtüsünün toprağı kaplama oranına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Sd	BTKO		MKD	
		KO	F	KO	F
Kar Örtü Durumu	1	168,6	8,59**	13,4	36.17**
Yükselti	2	84,8	4,32*	13,5	36.46**
Eğim	3	65,1	3,32*	1,8	4.79**
Kar Örtü Durumu x Yükselti	2	67,6	3,45*	0,6	1.49
Kar Örtü Durumu x Eğim	3	104,8	5,34**	0,8	2.11
Yükselti x Eğim	6	203,9	10,39**	1,2	3.34**
Hata	46	19,6		0,4	
**P < 0,01 seviyesinde önemli		KÖD: Kar örtü durumu		KO:Kareler ortalaması	
*P < 0,05 seviyesinde önemli		Sd: Serbestlik derecesi			

Çizelge 4.16’den görüleceği gib BTKO ve MKD; kar örtü durumu, yükselti ve eğime bağlı olarak farklılıkların önemli olduğu belirlenmiştir. İnteraksiyonlar açısından ise yükselti ile eğimin ortak etkisi hem BTKO hemde MKD bakımından %1 seviyesinde farklılığın önemli olduğu buna karşın Kar Örtü Durumu x Yükselti ve Kar Örtü Durumu x Eğim interaksiyonları bakımından MKD bakımından farklılığın önemli olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.17. Kar örtü durumuna göre farklı eğim ve yükseltideki BTKO (%)

Eğimler (%)	Kar Taşınım Alanları				Kar Birikim Alanları			
	Yükselti (m)							
	1810/1925	1925/2025	2025/2125	Ort.	1810/1925	1925/2025	2025/2125	Ort.
0-5	27,0±3,5*	25,7±0,6	23,0±0,0	25,2±2,5	26,3±3,5	19,00±6,93	28,67±0,7	24,7±5,8 b
5-15	18,0±4,6	31,7±2,6	26,0±2,0	25,2±6,6	18,0±1,7	28,67±0,58	28,67±3,5	25,1±5,7 b
15-30	25,0±1,0	27,7±2,6	18,7±0,6	23,8±4,2	43,3±1,2	29,00±4,00	28,67±4,5	33,7±7,9 a
>30	23,0±8,0	31,7±1,5	-	27,3±7,0	29,0±14,8	37,67±0,58	22,67±0,6	29,8±9,9 ab
Ort.	23,3±5,5 b	29,2±3,2 a	22,6±3,4b	25,2±5,1	29,2±11,6	28,58±7,70	27,17±3,7	28,3±8,1

* Standart sapma

* Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Çizelge 4.18. Kar örtü durumuna göre farklı eğim ve yükseltideki MKD (%)

Eğim (%)	Kar Taşınım Alanları				Kar Birikim Alanları			
	Yükseltiler (m)							
	1820/1920	1920/2020	2020/2125	Ort.	1820/1920	1920/2020	2020/2125	Ort.
0-5	5,7±0,5*	4,4±0,3	3,1±0,4	4,4±1,2 ab	3,9±0,2	3,8±0,3	4,3±0,9	4,0±0,5 a
5-15	4,6±1,4	5,3±0,3	2,8±0,0	4,2±1,3 b	3,0±0,4	3,9±0,3	2,0±0,1	2,9±0,9 b
15-30	4,7±0,6	5,6±0,4	4,4±0,2	4,9±0,6 a	4,0±0,8	4,9±0,9	2,1±0,3	3,7±1,4 a
>30	4,7±0,7	4,8±1,1	-	4,8±0,8 a	4,0±0,4	3,9±0,6	2,6±0,9	3,5±0,9 a
Ort.	4,9±0,9 b	5,0±0,7 a	3,4±0,8 b	4,6±1,0	3,7±0,6 b	4,1±0,7 a	2,8±1,1 b	3,5±0,9
* Standart sapma		* Aynı satır ve sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)						

* Standart sapma

* Aynı satır ve sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

4.6.1. Bitkinin toprağı kaplama oranı üzerine kar örtü durumu, yükselti ve eğimdeki değişimin etkisi

Araştırma alanında incelenen parametrelerden, bitki örtüsünün toprağı kaplama oranı, kar örtü durumu bakımından önemli ($p<0,01$), yükselti ve eğim grupları bakımından ise önemli ($p<0,05$) farklılıklar göstermiştir. Ayrıca, kar örtü durumunun yükselti ve eğimle olan interaksiyonları sırasıyla %5 ve %1 seviyesinde önemli olduğu Çizelge 4.16'den varyans analiz sonuçlarında belirtilmiştir.

Çizelge 4.17'den görüleceği gibi bitkinin toprağı kaplama oranı birikim alanında ortalama %28,3±8,1 kar taşınım alanında %25,2±5,1 olarak tespit edilmiştir.

Yükselti arasındaki farklılığı ortaya koymak amacıyla kar taşınım alanlarında bitkinin toprağı kaplama oranı üzerine Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Buna göre I. ve III. yükselti gruplarının II. yükselti grubundan farklı olduğu, en yüksek ortalama bitki örtüsü kaplılığının %29,17±3,19 ile II. yükselti grubunda, en düşüğün ise %22,56±3,36 ile III. yükselti grubunda saptanmıştır. Kar birikim alanlarında ise yükselti arasında herhangi bir farklılık belirlenmemiştir (Çizelge 4.17).

Bitki örtüsünün toprağı kaplılığı kar birikim alanlarında, kar taşınım alanlarına oranla ortalama %10,95 daha yüksek bulunmuştur. Bu durum kar birikim alanlarındaki toprakların nem düzeyinin ilkbahar ve yaz mevsimi süresince taşınım alanlarına oranla daha yüksek olmasından kaynaklanabilir. Çizelge 4.15'den de görüleceği gibi kar

birikim alanlarındaki nem içeriğinin taşınım alarındaki nem içeriğine göre fazla olması bu durumu açıklayabilir. Koç (1995) tarafından yapılan bir araştırmada da bitkinin toprağı kaplama oranının topraktaki nem oranındaki artışa bağı olarak arttığı bildirilmiştir.

Bitkinin toprağı kaplama oranı, taşınım alanında Duncan çoklu karşılaştırma testine göre, I. ve III. yükselti grupları arasında farklılığın olmadığı, II. yükselti grubunda ise farklılığın diğer iki yükselti grubundan farklı olduğu saptanmıştır Bu durumun bitki örtüsünün gelişimiyle önemli derecede ilişkili olduğu söylenebilir. Dolayısıyla bitkinin toprak yüzeyinde kaplılığının artması yüksekliğe bağı olduğunu bu durum üzerinede sıcaklık ve yağışın da etkili olduğu bildirilmiştir (Gökkuş vd 1993; Koç 1995; Holechek *et al.* 2004).

Ancak, birikim alanındaki yükselti grupları arasında ise herhangi bir farklılık görülmemiştir.

Bitki gelişimi sıcaklık ve nemin yanısıra meranın otlatılmasıyla da ilişkilidir. Düşük kotların hayvanlar için her zaman geçiş güzergahı olması nedeniyle daha üst kotlara oranla daha yoğun otlatılmaktadır. Bu nedenle alt kotlarda yoğun otlatılma sonucu bitki örtüsü kaplılığı azalırken üst kotlarda hızlı nem kaybı bitki kaplılığını düşürmektedir. Çizelge 4.15’den de görüleceğı gibi kar taşım alanlarında II. yükselti grubundaki nem düzeyi ile birinci yükselti grubundaki nem seviyesi arasında istatistiki bir fark görülmemiştir. Bitki kaplılığı yüksek olması birinci rakım grubuna göre otlatılma yükünün daha az olmasıyla açıklanabilir.

Eğimler arasındaki farkı ortaya koymak amacıyla kar taşınım alanlarında bitkinin toprağı kaplama oranı üzerine Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Buna göre, kar taşınım alanlarında eğimler arasında önemli farkın olmadığı, ancak birikim alanlarında I. ve II. eğim gruplarının III. eğim grubundan farklı olduğu saptanmıştır. Kar birikim alanlarında en yüksek ortalama bitkinin toprağı kaplama oranı $33,67 \pm 7,87$

ile III. eğim grubunda, en düşük değer $24,67 \pm 5,85$ ile I. eğim grubunda kaydedilmiştir.

Araştırmanın yürütüldüğü araştırma alanında, taşınım alanında bitki örtüsünün toprağı kaplama oranında eğimler arasında fark bulunmamış, ancak nispi olarak en yüksek kaplılık en yüksek eğim grubunda belirlenmiştir. Bu duruma eğim grupları arasındaki otlatılma farkının neden olduğu ve yüksek eğimlerden ziyade düşük eğim gruplarında daha fazla otlatılmasından kaynaklanabilir. Yapılan birçok araştırmada (Robertson 1971; Büyükburç 1983; Tükel and Hatipoğlu 1998) aşırı otlatmanın mera vejetasyon verimi üzerine olumsuz etkisinin olduğu vurgulanmıştır. Koç (1995) tarafından yürütülen bir araştırmada da, meralarda ki otlatmanın etek kısmından sırta doğru çıkıldıkça azaldığı kaydedilmiştir.

4.6.2. Mera kalite derecesi üzerine kar örtü durumu, yükselti ve eğimdeki değişimin etkisi

Mera kalite derecesi bakımından varyans analiz sonuçlarına göre, kar örtü durumu, yükselti ve eğim grupları arasında önemli ($p < 0,05$) farklılıklar tespit edilmiştir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.18'den görüleceği gibi araştırma alanı mera kalite derecesi kar birikim alanında ortalama $3,5 \pm 0,9$ kar taşınım alanında ise $4,6 \pm 1,0$ olarak tespit edilmiştir.

Yükselti arasındaki farklılığı ortaya koymak amacıyla kar taşınım alanlarında mera kalite derecesi üzerine Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Buna göre I. ve III. yükselti gruplarının II. yükselti grubundan farklı olduğu, en yüksek ortalama mera kalite derecesi $5,03 \pm 0,69$ ile II. yükselti grubunda, en düşük değer $3,42 \pm 0,77$ ile III. yükselti grubunda saptanmıştır. Kar birikim alanlarında ise I. ve II. yükselti gruplarının III. yükselti grubundan farklı olduğu en yüksek ortalama mera kalite derecesi $4,11 \pm 0,69$ ile II. yükselti grubunda, en düşük değer $2,75 \pm 1,11$ ile III. yükselti grubunda belirlenmiştir (Çizelge 4.18).

Eğimler arasındaki farkı ortaya koymak amacıyla kar taşınım alanlarında Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Buna göre, III. ve IV. eğitim gruplarının II. eğitim grubundan farklı olduğu, en yüksek ortalama mera kalite derecesi $4,89 \pm 0,64$ ile III. eğitim grubunda, en düşük değer $4,23 \pm 1,33$ ile II. eğitim grubunda saptanmıştır. Kar birikim alanlarında ise II. eğitim grubunun I., II. ve III. eğitim gruplarından farklı olduğu en yüksek ortalama mera kalite derecesi $3,98 \pm 0,54$ ile I. yükselti grubunda, en düşük değer $2,94 \pm 0,85$ ile II. eğitim grubunda tespit edilmiştir.

Araştırmada, kar taşınım alanlarında mera kalite derecesi birikim alanlarına oranla daha yüksek bulunmuştur. Taşınım ve birikim alanlarındaki mera kalite derecesinde ortaya çıkan farklılıkların temel sebebi bitki kompozisyonunda yer alan türlerin kalite puanlarıdır. Bu nedenle birikim alanında bitki örtüsündeki kaplılığındaki artışın kalite puanındaki artışla orantılı olmadığı görülmüştür. Taşınım alanındaki kaplılıktaki azalışın nedeninin topraktaki nem içeriğinin düşüşü olarak ifade edilebilir.

Toprak organik maddesi temelde bitki atıklarından sağlanmaktadır. Bu nedenle mera topraklarında bitki popülasyonu arttıkça toprakta organik madde miktarının artması beklenen bir sonuçtur. Ancak bu durum mera kalite derecesinin de artmasına neden olacağı anlamından ziyade kalite derecesinin artma ihtimalini güçlendirebilir. Nitekim birinci ve ikinci yükselti grubu arasında nem içeriği bakımından bir farklılık olmadığı buna karşın mera kalite derecesinin ikinci yükselti grubunda daha fazla olduğu görülmüştür. Bu durum araştırma alanının genel olarak düşünürsek en çok otlatılmaya maruz kalan kısım birinci yükselti grubundaki alanlardır.

Diğer taraftan yüksek eğitimle birlikte mera kalite dercelerinde bir artış olmasının otlatma baskısıyla ilgili olduğunu ortaya koymaktadır.

Çünkü otlatma ile birlikte merada yüksek puana sahip ve hayvanlar tarafından arzulanan türlerin oranının azalmasına sebep olmaktadır. Okatan (1987) yapmış olduğu bir araştırmada mera kalite derecesini otlatmaya açık alanda 3,71 ile 5,42 arasında;

otlatmaya kapalı alanda ise 6,89 ile 7,82 arasında bulunmuş olması bu durumu desteklemektedir.

4.7. Erozyon Riski

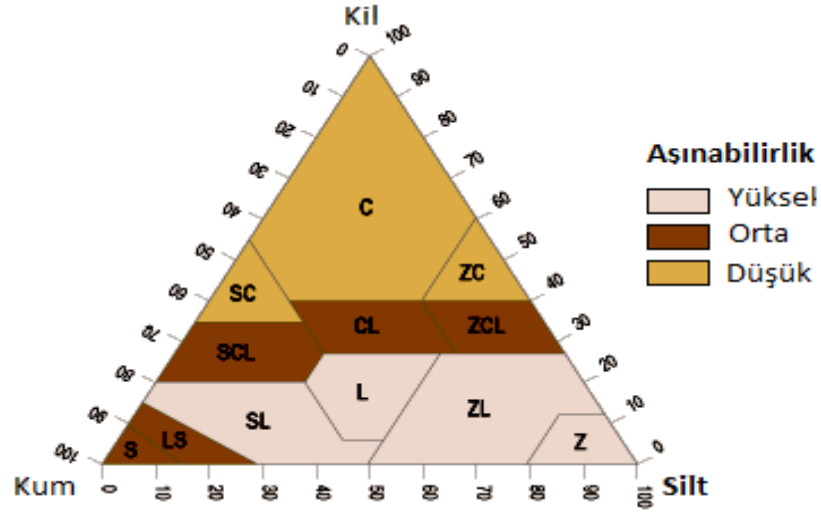
Araştırma konusu havzada gerçek erozyon riskine sahip alanların belirlenmesinde CORINE yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle aşınabilirlik, aşındırıcı güç ve arazi örtüsü parametreleri kullanılarak araştırma alanının gerçek potansiyel erozyon riski belirlenmiştir.

Araştırma alanı topraklarının tekstür sınıfları, toprak derinlikleri ve çevresel gözlemlerle belirlenen arazi yüzeyinin taşlılığı ile aşınabilirlik sınıfları saptanmıştır (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. Araştırma alanı topraklarının tekstür, derinlik, taşlılık ve aşınabilirlik değerleri

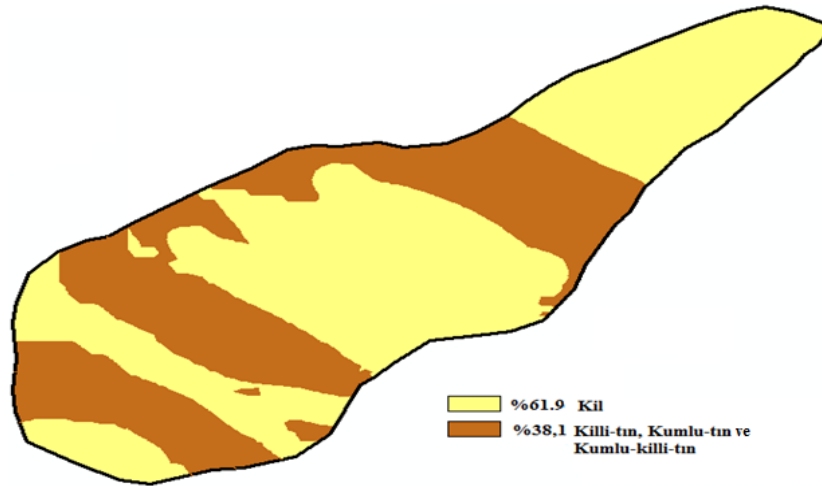
Toprak tekstürü				Toprak derinliği			Arazi yüzey taşlılığı			Toprak aşınabilirlik		
İndeks Değeri	Sınıfı	Alanı (%)	Aşınabilir	İndeks Değeri	Toprak Derinliği (cm)	Alanı (%)	İndeks Değeri	Sınıfı	Alanı (%)	İndeks Değeri	Sınıfı	Alanı (%)
1	Kil	61,90	Düşük	1	>75	55,58	1	>%10	100	1	Düşük	93,1
	Killi-tın	33,44		2	75-25	42,42						
2	Kumlu-tın	4,50	Orta	3	<25	2,00				2	Orta	6,9
	Kumlu-killi-tın	0,16										

Araştırma konusu havza, toprak profillerinden alınan örnekler üzerinde yapılan tekstür analizi sonucu kil, kumlu-tın, killi-tın ve kumlu-killi-tın toprak tekstür sınıflarından oluştuğu belirlenmiştir. Bu tekstür özelliklerine sahip toprakların CORINE yöntemine göre düşük (kil) ve orta (kumlu-tın, killi-tın ve kumlu-killi-tın) derecede aşınabilirlik sınıfına girdiği belirlenmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Toprak tekstürüne göre aşınabilirlik (EEA 2010)

Çizelge 4.19'den görüleceği gibi araştırma alanı topraklarının tekstür dağılımı yapılan krikling analizine göre %61,9'u düşük aşınabilir özelliği gösteren kil tekstür sınıfındaki topraklardan, %38,1 orta aşınabilir özelliği gösteren killi-tın, kumlu-tın ve kumlu-killi-tın tekstür sınıfındaki topraklardan oluşmuştur (Şekil 4.2).

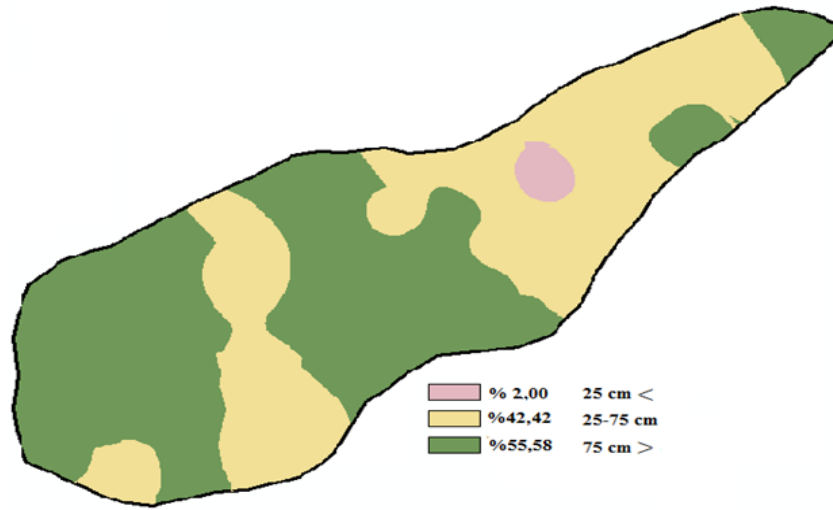


Şekil 4.2. Araştırma alanı topraklarının tekstür dağılımı

Genellikle toprak aşınabilirlik indeksi ile topraktaki kaba fraksiyonlar arasında pozitif bir korelasyon mevcuttur. Yani topraktaki kum ve silt fraksiyonun yüksek olması ile aşınabilirlik artmaktadır. Toprağın kil içeriğindeki artışına bağlı olarak erozyona karşı

direncinin artması kil fraksiyonunun kum ve silt fraksiyonlarına göre birbirleriyle daha güçlü agregat oluşturmamasından kaynaklanabilir. Eroziv kuvvetlere karşı çözülmeyi ve aşınmayı azaltıcı ve önleyici rolü olan kil ve diğer ince fraksiyonlu kolloidler ile aşınabilirlik arasında negatif bir ilişkinin olduğunu (Balcı 1996) ve böylece killi toprakların diğer tekstür özelliğine sahip topraklardan erozyona karşı daha dirençli olduğu bildirilmiştir (Zhang *et al.* 2002).

Aşınabilirlik üzerine etkili olan diğer faktörlerde toprak derinliği ve arazi yüzeyinin taşlılığıdır. Araştırma alanı topraklarının profil incelemeleri sonucunda toprak derinliği üç sınıfa ayrılmıştır. Yapılan kriking analizine göre araştırma alanı topraklarının %42,42'i 75 cm'nin üzerinde, %55,68'i 75-25 cm aralığında ve %2,00'i de 25 cm'nin altındaki derinliklere sahip oldukları saptanmıştır (Şekil 4.3).



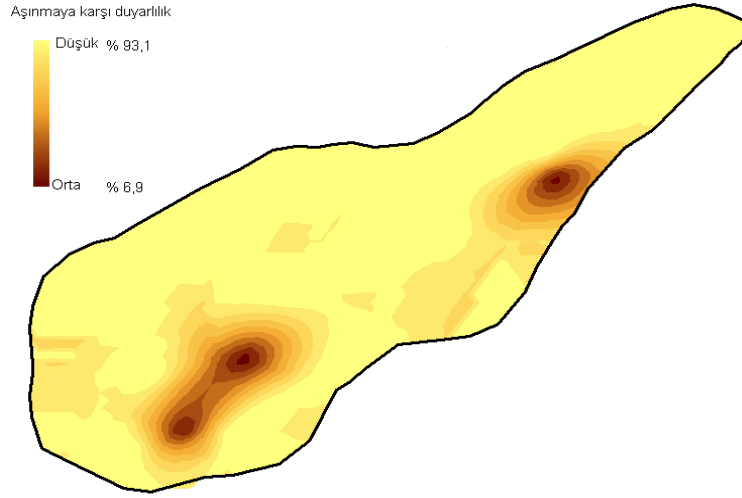
Şekil 4.3. Araştırma alanı topraklarının derinlik dağılımı

Aşınabilirliğin toprak derinliğindeki ve yüzey taşlılığındaki artışa bağlı olarak azaldığı kaydedilmiştir (Çizelge 4.19). Toprak derinliğindeki artışa bağlı olarak su tutma kapasitesinin arttığı ancak derinliğin azalmasıyla birlikte organik madde içeriği ve bitki besin kaybının artabileceği ve toprak degradasyonun hızlanabileceği ileri sürülmüştür. (Erol ve Çanga 2004).

Çizelge 4.19'den görüleceği gibi arazi yüzeyinde taşlılık yüzdesi arttığı zaman toprağı bir arada tutan bağ kuvvetleride artmakta ve aşınmaya karşı meyil azalmaktadır. Yapılan araştırmalarda (Poesen 1990; Benkobi *et al.* 1993) taş fragmentlerinin toprağı bir malç örtüsü gibi kaplayarak erozyona karşı koruduğı bildirilmiştir. CORINE yöntemine göre yüzey taşlılığı arazi yüzeyinde çapı 20 mm'den daha büyük taşlar dikkate alınarak yapılan sınıflamaya göre %10'dan büyük alanlar korumalı, %10'dan küçük alanlar ise korumasız olarak ifade edilmektedir. Bu duruma göre referans olarak kabul edilen profillerin temsil ettikleri alanlardaki taşların yüzeyi kaplama oranları %10'dan büyük olarak belirlenmiş olması nedeniyle araştırma alanının tamamı korumalı olarak nitelendirilmiştir. Chow *et al.* (1992), Kanada New Brunswick bölgesinde taş örtülü ve şahit konularında toprak kaybı ve yüzey akışı arasındaki ilişkileri saptamak amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, şahit konulardaki yüzey akışın, taş örtülü konulara göre 1,5-3,0 kat, toprak kaybının ise 1,2-2,0 kat daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Diğer taraftan Bunte and Poessen (1993) yaptıkları araştırma sonucuna göre taş örtüyle kaplıtaki artışın yüzey akışı ve toprak kaybı arasında negatif bir ilişkinin olduğunu, taş örtüyle kaplılığın %20'nin üzerinde olduğu durumlarda, yüzey akışı ve toprak kaybında oldukça büyük azalmalar yaşanacağını ileri sürmüşlerdir.

CORINE yöntemine göre toprak tekstürü, toprak derinliği ve taşlılık faktörlerinin ortak etkisi sonucu araştırma alanının aşınabilirlik durumu iki sınıfa ayrılmıştır (Çizelge 4.19). Aşınmaya karşı duyarlılığın arazideki dağılımını belirlemek için yapılan kriking analizine göre araştırma alanının %93,1'i düşük %6,9'u ise orta derecede aşınabilirlik özelliği gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.4).

Şekil 4.4'den de görüleceği gibi araştırma alanında düşük ve orta iki aşınabilirlik sınıfının yer aldığı, orta aşınabilirlik kısmı araştırma alanının birinci yükselti grubu diye nitelendirdiğimiz 1810-1925 m aralığı ile üçüncü yükselti grubu olarak belirtilen 2025-2125 m aralığında yer aldığı görülmüştür.



Şekil 4.4. Araştırma alanı aşınabilirlik dağılımı

Toprak erozyonu üzerine etkili olan diğer bir etmende meteorolojik etkenlere bağlı olarak değişen aşındırıcı güçtür. CORINE yöntemine göre aşındırıcı gücü belirlemek için Fournier yağış indeksi ve Bagnouls-Gaussen kuraklık indeks değerleri kullanılmıştır. Her iki indeks içinde DMİ'nin Erzurum ili için uzun yıllar ortalama iklim verileri Çizelge 4.20'de kullanılmıştır. Yapılan değerlendirmeye göre her iki faktörün ortak etkisi sonucu araştırma alanının meteorolojik faktörler yönünden düşük aşındırıcı güç gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.20. Erzurum ili meteorolojik verileri (DMİ 2007)

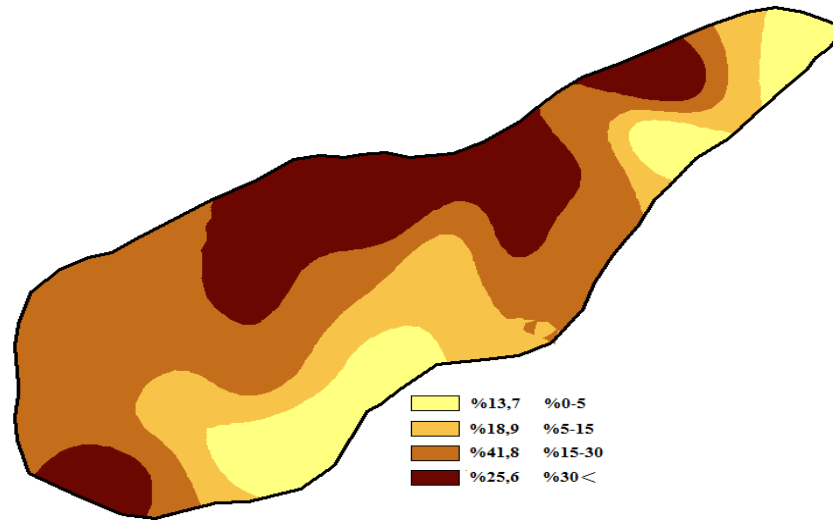
Meteoroloji Verileri	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ort \Top
Yağış (mm)	22,5	27,2	35,2	54,5	71,5	49,6	27,9	17,6	24,0	46,6	35,4	22,9	434,9
Hava Sıcaklığı (°C)	-9,2	-7,8	-2,8	5,2	10,6	14,4	19,3	19,5	14,7	8,1	1,0	-5,6	5,6

Toprak aşınabilirlik, aşındırıcı güç ve eğim haritalarını birer katman gibi kullanılarak bitki örtüsünün dikkate alınmamış olduğu potansiyel erozyon risk haritası oluşturmak için Çizelge 4.21'daki veriler kullanılmıştır.

Çizelge 4.21. Araştırma alanının eğim, potansiyel ve gerçek erozyon riski tablosu

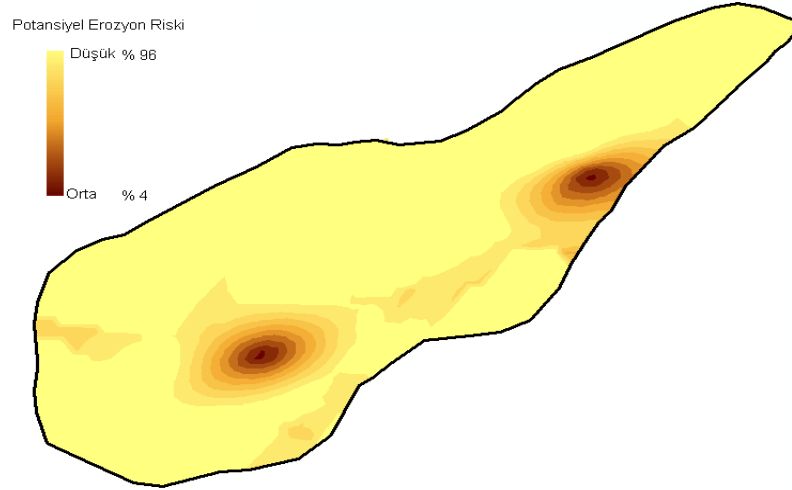
Eğim			Potansiyel erozyon riski			Gerçek erozyon riski		
İndeks	Sınıfı (%)	Alanı (%)	İndeks	Sınıfı	Alanı (%)	İndeks	Sınıfı	Temsil ettiği Alan (%)
1	0-5	13,7	1	Düşük	96	1	Düşük	100
2	5-15	18,9	2	Orta	4	2	Orta	
3	15-30	41,8	3	Yüksek		3	Yüksek	
4	>30	25,6						

CORINE yönteminde potansiyel erozyon riskini belirlemek için aşınabilirlik, aşındırıcı güç ve eğim birer faktör olarak kullanılmaktadır. Araştırma alanı eğim haritasının oluşturulmasında profil noktalarından klizimetre yardımıyla alınan arazi eğim değerleri kullanılmıştır. Eğim dağılımı için Dairesel Tabanlı Fonksiyon (Radial Basis Functions) modeli seçilmiştir. Elde edilen haritaya göre %5'den daha fazla eğime sahip alanlar araştırma alanının %13,7'sini, %5-15 eğim grubu %18,9'nu, %15-30 eğim grubu %41,8'ini ve %30'dan daha büyük eğime sahip alanlar ise araştırma alanının %25,6'sını kapladığı görülmüştür (Şekil 4.5).

**Şekil 4.5.** Araştırma alanının eğim haritası

Toprak aşınabilirliği, aşındırıcı güç ve topoğrafik eğimin ortak etkisiyle araştırma alanının potansiyel erozyon riski belirlenmiştir. Araştırma alanının potansiyel erozyon riski düşük ve orta olmak üzere iki sınıfa ayrılmıştır. Düşük potansiyel erozyon riskine

sahip alanlar araştırma alanının %96'nı oluştururken orta derecede potansiyel erozyon riskine sahip alanlar ise araştırma alanının %4'ünü oluşturmaktadır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Araştırma alanının potansiyel toprak erozyon risk dağılımı

Şekil 4.6'daki araştırma alanının aşınabilirlik hartiasından görüleceği gibi potansiyel erozyon riski birinci ve üçüncü yükselti grupları içerisinde orta derecede olup lokal iki alanda belirlenirken, araştırma alanının diğer kısmı ise erozyon potansiyeli açısından düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, araştırma alanının iç dinamikleri açısından erozyon oluşturabilecek kadar potansiyelinin olmadığı sonucu çıkarılabilir.

Araştırma alanının gerçek erozyon riskini değerlendirilmesinde CORINE yönteminde, mevcut arazi kullanım durumu önemli bir faktördür. Araştırma sahasında yapılan etüt sonucu araştırma alanının tamamının bitki örtüsüyle kaplı olduğu ve bu nedenle "tamamen korumalı" bir yapı gösterdiği belirlenmiştir. Tamamen korumalı yapı araştırma alanının orman örtüsü, kalıcı mera ve yoğun çalılıklarla kaplılığının bir ifadesidir (EEA 2010). Bu ifadeye göre araştırma alanı "kalıcı mera" özelliği gösterdiği bu nedenle tamamen korumalı bir alana sahip olduğu belirlenmiştir.

Bitki örtüsü durumuna bağlı olarak tespit edilen indeks değeri ile daha önce belirlemiş olduğumuz potansiyel erozyon riski indeks değerleri Çizelge 4.20’de verilen matriks tablosu kullanılarak arazinin gerçek toprak erozyon riskinin düşük olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.22. Gerçek erozyon belirleme matriksi

		Potansiyel Erozyon Risk İndeksi			
		0 (Yok)	1(Düşük)	2(Orta)	3(Yüksek)
Bitki örtüsü ndeksi	1 (Tamamen kaplı)	0	1	1	2
	2 (Tamamen kaplı değil)	0	1	2	3

Bitki örtüsü, üzerine düşen yağış sularının bir kısmının akışa geçmesini engelleyerek tedrici olarak toprağın derinliklerine süzülmesine yardımcı olabilir. Bitkiler yağmur damlalarının çarpma etkisini hafifletirler ve yağışların bir kısmını yapraklarında depolayabilirler. Bu şekilde, katı toprak parçacıklarının su ile yıkanması ve rüzgarla savrulması ile agregat parçalanması ve toprakların çamurlaşıp sıkışmasını azaltabilir (Schachtschabel *et al.* 2001). Bu etki çayır-mera örtüsüyle kaplı topraklarda için daha da yüksek düzeyde gerçekleşebilir. Bu durum Altın (1999) tarafından iyi vejetasyonlu bir mera alanının su emme gücü 62,5 mm/sa iken, zayıf vejetasyonlu mera alanlarında 12,5 mm/sa olduğu ifadesiyle paralellik göstermiştir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada, Erzurum-Sinirbaşı deresi havzasında topoğrafik koşullara bağlı olarak kar taşınım ve birikim alanlarında, toprak ve bitki örtüsü özellikleri ile gerçek potansiyel erozyon riski araştırılmıştır.

Genel itibariyle araştırma alanı topraklarının %69,1'i kil, %38,1'i killi-tın, kumlu-tın ve kumlu-killi-tın tekstür sınıfında yer almıştır. Araştırma alanının toprakları ortalama değerlere bakımından organik madde içeriği (%2,72) orta, kireç içeriği (%2,72) az, elektriki iletkenlik (2,38 dS/m) düşük, toprak reaksiyonu (pH:7,03) ise nötr, özellik gösterdiği saptanmıştır. Diğer taraftan ortalama kütle yoğunluğu $1,49 \text{ kg/m}^3$, tarla kapasitesi %35,19 ve solma noktası %23,52 olarak belirlenmiştir.

Araştırma alanında kar örtü durumuna bağlı olarak taşınım alanlarında kaba bünyenin arttığı, ince bünyenin ise azaldığı tespit edilmiştir.

Kar örtü durumuna göre, taşınım ve birikim alanları arasında kum içeriği, kil içeriği, hidrolik iletkenlik, katyon değişim kapasitesi ve elektriki iletkenliğin %1, kütle yoğunluğunun ise %5 seviyesinde farklı olduğu tespit edilmiştir.

Üç farklı yükseltinin konu olduğu çalışmada, yükselti grupları arasında, kum içeriği, kil içeriği, kütle yoğunluğu, tarla kapasitesi, solma noktası, hidrolik iletkenlik, katyon değişim kapasitesi, elektriki iletkenlik, kireç içeriği ve pH'nın %1 seviyesinde farklı olduğu kaydedilmiştir.

Yükseltiye bağlı olarak, II. yükselti grubunda, kum içeriği, kütle yoğunluğu, hidrolik iletkenlik en düşük, kil içeriği, tarla kapasitesi, katyon değişim kapasitesi ise en yüksek değerlere sahip olmuştur. Bu özellikler bakımından diğer iki yükselti grubu arasında ise bir farklılık tespit edilmemiştir.

Solma noktası ve elektriki iletkenlik değerleri bakımından üç yükselti grubu da birbirlerinden farklı bulunmuştur.

Dört farklı eğimin dikkate alındığı araştırma alanında, eğitim grupları arasında, kum içeriği, kil içeriği, tarla kapasitesi, solma noktası ve hidrolik iletkenlik, organik madde içeriği ve elektriki iletkenlik değerinin %1, kütle yoğunluğunun ise %5 seviyesinde farklı olduğu saptanmıştır.

Toprak özelliklerinin ortalama değerleri bakımından, kum içeriği ve kütle yoğunluğu IV., kil içeriği, tarla kapasitesi, solma noktası, organik madde içeriği ve elektriki iletkenlik I., hidrolik iletkenlik ise III. eğitim grubunda en yüksek değeri almıştır.

Araştırma alanının 1810-1925 m yükselti grubunda betimlenen profillerin toprak katmanları bakımından homojen olmadığı, profil boyunca belirgin bir renk ve özellik göstermediği, büyük ve köşeli taş parçalarının hakim olduğu, infiltrasyon hızlarının oldukça yüksek ve doğal drenajın da çok iyi olması nedeniyle her hangi bir tuzluluk probleminin bulunmadığı belirlenmiştir.

Araştırma alanında topraklar, topografik duruma bağlı olarak gravitasyon, kayma, heyelan, yüzey akış, donma olayları sonucu taşınarak yığılma şeklinde bir oluşum göstermiş olabileceği sonucuna varılmıştır.

Türkiye'nin hemen her bölgesinde rastlanması olası azonal topraklar içerisinde incelenen kolluviyal topraklardan olduğu çok yüzeysel, yüzeysel veya orta derecede yüzeysel topraklar olup kireç kapsamaları, reaksiyonları bulundukları bölgenin iklim koşulları ve üzerinde oluştukları ana materyale bağlı olarak değiştiği düşünülmektedir.

Araştırma alanının yüksekli olarak orta kuşağı sayılan 1925-2025 m grubunda açılan toprakların profilleri incelendiğinde bu profillerin temsil ettiği alanlar içerisinde devamlılık arz etmemesine rağmen belirli kısımlarda morfolojik olarak benzer alanların olduğu görülmüştür.

Betimlenen profiller genelde koyu ve kestane renkli, üst kısımları granüler özellik gösteren, sert yapıdaki topraklardan oluştuğu tespit edilmiştir.

Killi bünyeye sahip olmalarından dolayı özellikle toprak nemli olduğu ilkbahar döneminde yoğun otlatma sonucu toprağın sıkışarak sert özellik kazanmasına neden olduğu düşünülmektedir.

Erken ilkbaharda eriyen kar sularının toprak içerisine sızarak belirli oranlarda geçirgenliği düşük bir katmanla karşılaşmaları ve biriken neme bağlı olarak yaz dönemlerinde sıcaklığında etkisi ile üst horizonunda organik maddenin biriktiği mollik epipedonlu topraklarla karakterize olabileceği sonucuna varılmıştır

Bu yükselti grubundaki topraklarda donma ve çözünme olayları ile parçalanma ve ayrışma bağlı olarak kısmen yüzeyden kil yıkanmasının sonucu olarak B horizonunda argilik nitelik gösteren bir yapının ortaya çıkmasına neden olmuş olabilir.

Araştırma alanı toprakları ABD tasnif sistemine göre entisol ve vertisol olarak sınıflandırılmış olup vertisol topraklar 1925-2025 m yükselti grubunda yer aldığı tespit edilmiştir.

Araştırma alanının 2025-2125 m kotunda yer alan topraklar genelde yarı kurak iklim kuşaklarında yer alan toprak oluşum faktörlerine ve ana materyalin özelliklerine bağlı olarak tipik AC profilli genç topraklar olduğu tahmin edilmektedir. Araştırma alanının üst kotu olarak nitelendirebileceğimiz bu yükselti grubunda çok uzun zaman önce işlemeli tarımın yapıldığı daha sonra terk edilerek mera vasfı kazandığı ve çok az düzeyde de olsa alt horizonuna doğru bir kil yıkanmasının görüldüğü topraklardan oluştuğu düşünülmektedir.

Toprağın ilk iki horizonuna göre, organik madde içeriğinin %1, kation değişim kapasitesinin ise %5 seviyesinde farklı olduğu tespit edilmiştir.

Horizonlara göre, farklı bulunan toprak özelliklerinden organik madde içeriği ile katyon değişim kapasitesinin en yüksek ortalama değerleri birinci horizontda kaydedilmiştir.

Araştırmanın yürütüldüğü havzadaki kar taşınım ve birikim alanlarında, bitkinin toprağı kaplama oranı ve mera kalite derecesi sırasıyla ortalama %28,3; %25,2 ve ortalama 3,5; 4,6 olarak tespit edilmiştir.

Bitki örtüsünün toprağı kaplama oranı bakımından, taşınım alanında eğimler arasında fark bulunmamış ancak nispi olarak en yüksek kaplılık en yüksek eğim grubunda saptanmıştır.

Bitki örtüsünün toprağı kaplama oranının birikim alanlarından III. eğim grubu diğer eğim gruplarından farklı olduğu tespit edilmiştir.

Mera kalite derecesi taşınım alanlarında birikim alanlarına oranla daha yüksek bulunmuştur. Araştırmaya konu olan meranın kalite derecesi II: yükselti grubunda diğerlerinden daha yüksek bulunurken diğer iki yükselti arasında bir fark ortaya çıkmamıştır.

Kar örtü durumu, yükselti ve eğim grupları dikkate alınarak yapılan değerlendirmede her üç özellik için, toprakların nem içeriği %1 seviyesinde farklı bulunurken yalnızca kar örtü durumu ve yükseltinin dikkate alınarak yapılan toprak sıcaklık değerlendirmesi %1 seviyesinde farklı tespit edilmiştir.

CORINE yöntemine göre toprak tekstürü, toprak derinliği ve taşlılık faktörlerinin ortak etkisi sonucu araştırma alanının aşınabilirlik durumu iki sınıfa ayrılmıştır. Aşınmaya karşı duyarlılığın arazideki dağılımını belirlemek için yapılan kriking analizine göre araştırma alanının %93,1'i düşük %6,9'u ise orta derecede aşınabilirlik özelliği gösterdiği belirlenmiştir.

Araştırma alanının aşınabilirlik ve potansiyel erozyon riski bakımından düşük ve orta olmak üzere iki sınıfa ayrılmıştır. I. ve III. yükselti grubu orta, II. yükselti grubu ise düşük aşınabilirlik özelliği gösterirken, potansiyel erozyon riski görölen alanlar ise havazının %96'lık kısmında düşük %4'ünde ise orta olarak tespit edilmiştir.

Gerçek erozyon riski bakımından araştırma alanının tamamı düşük risk grubunda yer aldığı belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Akgül, M., 1994. Daphan ovası Topraklarının Temel Toprak Etüdleri Bazı fiziksel ve Kimyasal Özellikler. Atatürk Üni. Zir. Fak. Der. 25 (2), 223-237.
- Altın, M., 1999. Mera-Erozyon İlişkileri. TEMA Eğitim Semineri Notları, Tema Vakfı Yayınları, (2), 127-151, İstanbul.
- Anonim, 2010. <http://www.tema.org.tr/> (25.12.2010).
- Anşin, R., Eminağaoğlu, Ö. ve Yüksek, T., 2002. Artvin-Fıstıklı Köyü Fıstık Çamı Meşceresinin Flora ve Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Bildiriler Kitabı, (1), 762-769. Artvin.
- Aydın, A., Sezen, Y., 1995. Toprak Kimyası Uygulama Kitabı. Atatürk Üniversitesi Yayınları, 174, Erzurum.
- Bakır, H., Coşkun, T., Birhan, H., Daşçı, E., Özlü, A., Çakal M.A. ve Öztaş, T., 2009. Erzurum-Ilıca-Sinirbaşı Deresi Havzası Yağış ve Akımlarının Karakteristikleri, 1997-2009 Ara Raporu, Erzurum.
- Balcı, A.N., 1996. Toprak Koruması, İ.Ü. Yayınları, 3947, İ.O.F. Yayın, 439, İstanbul.
- Başayığıt, L., 2004. CORINE Arazi Kullanımı Sınıflandırma Sistemine Göre Arazi Kullanım Haritasının Hazırlanması: Isparta Örneği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi (Özet), 10(4), 366-374.
- Bayat M, F., 1998. Surveying of the relationship between vegetation cover and some environmental variables (Altitude, aspect and slope). Pajouhesh&Sazandegi, (45) 24-27.
- Bayramin, Ü., Dengiz, O. Başkan O. and Parlak. M., 2003. Soil Erosion Assessment with ICONA Model Case Study: Beypazarı Area. Turk J Agric For, 27 (2), 105-116.
- Benkobi, L., Trlica, M.J., Smith, J. L., 1993. Evaluation of a Refined Surface Cover Subfactor for Use in RUSLE. J. Range Manage, (47), 74-78.
- Bilbrough, C., Welker, J. M, Bowman, W. D., 2000. Early-spring N uptake by snow covered plants: A comparison of arctic and alpine plant function under snowpack. Arctic, Antarctic and Alpine Research, (32), 404-411.
- Birhan, H., Çakal, M. A., Koç, A., Özlü, A., Coşkun, T., Daşçı, E., Bayraktutan, M. ve Yıldırım Z., 2002. Erzurum Yöresi Meralarının UA ve CBS Teknikleri kullanılarak sınıflandırılması, erozyon risk haritalarının çıkarılması ve iyileştirme yöntemlerinin belirlenmesi, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Araştırma Yıllığı, 145-166.
- Birkeland, P. W., 1999. Soils and geomorphology. Oxford University Press, Inc., New York.
- Black, C. A., 1965. Methods of soil analysis part. II. American Soc. Of agronomy. inc., publisher Madison, 1372-1376, Wisconsin. U.S.A.
- Bocock, K. L., Bailey, A. D. and Hornung, M., 2006. Variation in soil temperature with microrelief and soil depth in a newly planted forest. European Journal of Soil Science, 33(1), 55 – 62.
- Bolca, M., Altınbaş, Ü. ve Kurucu, Y., 2003. Arazi Fizyografyası ile Toprak Taksonomik Birimleri İlişkilerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Büyük Menderes Havzası Örneği. Ege Üniv.Ziraat Fak. Derg., 40(2), 97-104.

- Borman, M. M., Krueger, W. C., and Johnson, D. E., 1999. Growth patterns of perennial grasses in the annual grassland type of southwestern Oregon, *Agron. J.*, (82), 1093-1098.
- Brooks, P. D., Williams, M. W., Schmidt, S. K., 1998. Inorganic nitrogen and microbial biomass dynamics before and during spring snowmelt. *Biogeochemistry*, (43), 1-15.
- Brovkin, V., 2002. Climate-Vegetation Interaction. *J. Phys. IV France* (12),:57-52.
- Burke, I. C., Yonker, C. M., Parton, W. J., Cole, C. V., Flach, K., Schimel, D. S., 1989. Texture, climate, and cultivation effects on soil organic matter content in US grassland soils. *Soil Science Society of America Journal* (53), 800- 805.
- Bunte, K. and Poessen, J., 1993, Effects of Rock Fragment Covers on Erosion and Transport of Noncohesive Sediment by Shallow Overland Flow, *Water Resources Research*, 29(5),1415-1424.
- Büyükburç, U., 1983. Ankara İli Yavrucak Köyü Meralarının Gübreleme ve Dinlendirme Yolu ile Islahı Olanakları Üzerinde Bir Araştırma. *Çayır-Mera ve Zootekni Araştırma Ens.*, 161, Ankara.
- Canbolat, M. Y., Öztaş, T. ve Akgül, M. ve Barik, K., 1998. Erzurum Daphan Ovası topraklarının mekaniksel özellikleri. *Doğu Anadolu Tarım Kongresi.2.Cilt*,1236-1246.
- Candemir, M., 1998. A Special Report on The Development and Growth of Cut Flowers in Turkey. *Flower Business International Journal*, 209(42), 12, 15-22.
- Chen, Z. S., Hsieh, C. F., Jiang, F. Y., Hsieh, T. H. and Sun, I. F. 1997. Relations of Soil Properties to Topography and Vegetation in a Subtropical Rain Forest in Southern Taiwan. *Plant Ecology*, (132), 229-241.
- Chow, T. L., Rees, H. W., Moodie, R. L., 1992. Effects of Stone Removal and Stone Crushing on Soil Properties, Erosion and Potato Quality. *Soil Science*, 183 (3), 242-249.
- Crave, A and Gascuel-Oudoux, C. 1997. The influence of Topography on time and space distribution of soil surface water content. *Hydrological Processes*, (11), 203-210.
- Çakal, M. A., Birhan, H., Özlü, A., Coşkun, T., Gültepe, N. Z. ve Bakır, H., 2001. Corine Metoduyla Tortum Gölü Havzasında Erozyon Risk Alanlarının CBS ve UA Kullanılarak Belirlenmesi. *Trakya Toprak ve Su kaynakları Sempozyumu*. 13-18, Köy Hizmetleri Atatürk Araştırma Enstitüsü, Kırklareli.
- Çakal, M. A., Birhan H., Özlü A., Coşkun T.,Yıldırım, N. Z., Sevim, Z., Bakır, H., 2002. Tortum Gölü Havzasının Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemiyle LEAM metodolojisini kullanarak Erozyon Risk Haritasının Çıkarılması. *Su havzalarında toprak ve su kaynaklarının korunması, geliştirilmesi sempozyumu*, 385-390.
- Davies, T. D., 1994. Snow cover-atmosphere interactions. In: *Snow and Ice Covers; Interactions with the Atmosphere and Ecosystem* (Eds. H.G. Jones, T.D. Davies, A. Ohmura and E.M. Morris), International Association of Hydrological Sciences, Publ. No. 223, Wallingford, U.K.
- Decker, K. L. M., Wang, D., Waite, C., and Scherbatskoy, T. 2003. Snow removal and ambient air temperature effects on forest soil temperatures in northern Vermont. *Soil Sci. Assoc. Am. J.*, 67, 1234-1242.

- De Benedetto, D., Castrignanò, A., Sollitto, D., Modugno, F., 2010. Spatial relationship between clay content and geophysical data. *Mineralogical Society of Great Britain and Ireland*, 45(2), 197-207.
- Demiralay, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 143:131, Erzurum.
- Dinç, U., Kapur, S., Şenol, S., Özbek, H., 1987. Toprak Genesisi ve Sınıflandırılması. Ç.Ü. Yay. No: (7)1-3, Adana.
- DMİ, 2007. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Tarımsal Hidroloji Dairesi Dökümantasyon Merkezi Verileri, Ankara.
- Doğan, O. and Denli, Ö., 2000. Türkiye'nin Yağış-Kuraklık-Erozyon İndisleri ve Kurak Dönemleri. II. Ulusal Kar Kongresi. KHGM Yayınları, Yayın No:73: 61-72, Erzurum.
- Doğan, O., Özel, M. E., Yıldırım, H. and Küçükçakar, N., 2000. Erosion risk mapping of Dalaman Basin located in Mediterranean Region using CORINE method. *Proceedings of International Symposium on Desertification (ISD)*, Congress Book, 125-128. Konya, Turkey.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F., 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları II). Ankara Üniversitesi BasımEvi. Ankara.
- Edwards, A. C., Scalenghe, R., Freppaz, M., 2007. Changes in The Seasonal Snow Cover of Alpine Regions and Its Effect on Soil Processes: A Review. *Quaternary International* 172-181.
- EEA, 2010. Land resources- contents. <http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-soil>.
- Engström, P., Dalsgaard, T., Hulth, S. and Aller, R.C., 2005. *Geochim. Cosmochim. Acta* (69), 2057–2065.
- Erol E. and Çanga M. R., 2004. Coğrafi Bilgi Sistemi Tekniği Kullanılarak Erozyon Tehlikesinin Değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10 (2):136-143.
- Erol, A., Babalık, A.A., Sönmez, K. and Serin, N., 2009. Isparta-Darıderesi Havzası Topraklarında Erozyona Duyarlılığın Arazi Kullanım Şekillerine Bağlı Değişimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A(2):21-36.
- Famiglietti, J., Rudnicki, J., and Rodell, M., 1998. Variability in Surface Soil Moisture Content Along A Hillslope Transect: Rattlesnake Hill, Texas. *Journal of Hydrology*, (210), 259–281.
- FAO., 2005. Special event on impact of climate change, pests and diseases on food security and poverty reduction. Background Document. 31st Session of the Committee on World Food Security.
- Frenkel, R. E., 1975. *Preserve Analysis: Steens Mountain Summit*. Salem, OR: Natural Area Preserves Advisory Committee, 37.
- Fitzhugh, R. D., Driscoll, C.T., Groffman, P.M., Tierney, G.L., Fahey, T.J., Hardy, J.P., 2001. Effects of Soil Freezing Disturbance on Soil Solution Nitrogen, Phosphorus, and Carbon Chemistry in a Northern Hardwood Ecosystem. *Biogeochemistry* (56), 215–238.
- Frahnak, M. and Movahhed, F., 1997. *Rangeland and Biomas Modeling in Zangan Mountains, Iran: a GIS-RS case study*. ITC, Enschede, the Netherlands.
- Fu, B. J., Chen, L. D., Ma, K. M., Zhou, H. F., Wang, J., 2000. The relationships between land use and soil conditions in the hilly area of the Loess Plateau in northern Shaanxi, China. *Catena*, (39), 69–78.

- Gee, G. W. and Bauder, J. W., 1986. Particle-size Analysis. In A. Klute (ed) Methods of Soil Analysis. Part I, 2nd ed., Agronomy monogr. 9, 363-375, ASA and SSSA, Madison, WI, USA.
- Goodrich, L. E., 1982. The Influence of Snow Cover on The Ground Thermal Regime. Canadian Geotechnical Journal, (19), 421-432.
- Gökbulak, F. and Özcan, M., 2008. Hydro-Physical Properties of Soils Developed From Different Parent Materials. Geoderma, 145,(3-4), 376-380.
- Gökkuş, A., Avcı, M., Aydın, A., Mermer, A., Ulutas, Z., 1993. Yükseklik, Eğitim ve Yöneyin Mera Vejetasyonlarına Etkileri. Tarım Orman Köyişleri Bakanlığı Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 13, A.Ü. Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum.
- Gökkuş, A., Koç, A. ve Çomaklı, B., 1995. Çayır-Mera Uygulama Klavuzu. Atatürk Üniv. Zir. Fak. No: 142, Erzurum.
- Göl, C., Ünver, İ., Özhan, S., 2004. Çankırı-Eldivan Yöresinde Arazi Kullanma Türleri ile Yüzey Toprağı Nemi Arasındaki İlişkiler, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, (A2), 17-29.
- Grayson, R. B., Western, A. W., Chiew, F. H. S., Blöschl, G., 1997. Preferred States in Spatial Soil Moisture Patterns: Local and Nonlocal Controls. Wat. Resour. Res. 33, 2897-2908.
- Groffman, P. M., Driscoll, C. T., Fahey, T. J., Hardy, J. P., Fitzhugh, R. D. and Tierney, G. L. 2001. Effects of Mild Winter Freezing on Soil Nitrogen and Carbon Dynamics in a Northern Hardwood Forest. Biogeochemistry (56), 215-238.
- Gupta, R. P., Haritashya, U. K. and Singh, P., 2005. Mapping dry/wet snow cover in the Indian Himalayas using IRS multispectral images.. Remote Sensing of Environment, (97), 458-469.
- Gülçur, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No.201, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- Gülser, C. and Ekberli, I., 2004. A Comparison of Estimated and Measured Diurnal Soil Temperature Through a Clay Soil Depth. Journal of Applied Sciences 4(3):418-423.
- Gündoğan, R., 2005. Toprak Su İçeriğinin Topoğrafik Özelliklere Bağlı Değişkenliği. KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi, 8(1), 200.
- Güner, Ş. T., 2008. Bozkıra geçiş bölgesindeki sarıçam (*Pinus sylvestris* L. ssp. *hamata* (Steven) Fomin.) ormanlarının gelişimi ile bazı yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü Yayını, Bakanlık Yayın No: 358, Müdürlük Yayın No: 3: 41.
- Hagos, D. W. 1998. Assessment of the Effect of Present Land Use on Soil Degradation, a Case Study in Lom Kao Area, Central Thailand. Msc, ITC, Enschede. 82.
- Hardy, J. P., Groffman, P. M., Fitzhugh, R. D., Henry, K. S., Welman, T. A., Demers, J.D., Fahey, T.J., Driscoll, C.T., Tierney, G.L. and Nolan, S., 2001. Snow Depth Manipulation and Its Influence on Soil Frost and Water Dynamics in a Northern Hardwood Forest. Biogeochem,(56), 151-174.
- Hawley, M. E., Jackson, T. J. and McCuen, R. H., 1983. Surface Soil Moisture Variation on Small Agricultural Watersheds. Journal of Hydrology, (62), 179-200.

- Holechek, J. L., Pieper, R. D., Herbel, C. H., 2004. Range management: Principles And Practices. 5th ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice-Hall Book Co. 607.
- Irmak, A., 1968. Toprak İlimi, İ.Ü. Yayın No: 1268, Orman Fakültesi Yayın No: 121, Becid Basımevi, İstanbul.
- Iwata. Y., Hayashi, M., Hirota, T., 2008. Effects of Snow Cover on Soil Heat Flux and Freeze-Thaw Processes. *J. Agric. Meteorology*, 64 (4), 301–309.
- Jensen, E. J., Thomas, G. E., Toon, O. B., 1989. On the Diurnal Variation of Noctilucent Clouds. *Journal of Geophysical Research*, 94, 14693–14702.
- Kang S. K., Kim, C. S., Kim J. D., 2000. Neutrino Masses And Leptonic CP Violation. *Phys. Rev. D*. 62, 073011.
- Kanto, E., 2006. Snow Characteristics in Dronning Maud Land, Antarctica (PhD. Thesis), Rep. Ser. In Geophysics, University of Helsinki. No: 49.
- King, D., Bourennane, H., Isambert, M., Macaire, J. J., 1999. Relationship of the Presence of a Non-Calcareous Clay-Loam Horizon to DEM Attributes in a Gently Sloping Area. *Geoderma*, 89, 95–111.
- Koç, A., 1991. Güzelyurt (Erzurum) Meralarının Otlatmaya Başlama ve Son Verme Zamanlarının Belirlenmesi ile Topraküstü Biomasi ve Otun Kimyasal Kompozisyonunun Yıl İçerisindeki Değişimi Üzerinde Bir Araştırma (Y. Lisans Tezi), Atatürk Üniv. Fen Bil. Enst. Erzurum.
- Koç, A., Gökkuş A. ve Serin Y., 1994. Türkiye’de Çayır-Meraların Durumu ve Erozyon Yönünden Önemi. *Ekoloji Çevre Dergisi*, (13), 36- 41.
- Koç, A., 1995. Topoğrafya ile Toprak Nem ve Sıcaklığının Mer’a Bitki Örtülerinin Bazı Özelliklerine Etkileri (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bil. Enst., Erzurum.
- Koç, A., Gökkuş, A., Altın, M., 2003. Mera durumu tespitinde dünyada yaygın olarak kullanılan yöntemlerin mukayesesi ve Türkiye için bir öneri. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kong., Diyarbakır.
- Koç, A., Sürmen, M. ve Kaçan, K., 2005. Erzincan ovası taban meralarının bitki örtülerinin mevcut durumu. Cilt II, Türkiye VI. Tarla Bitkileri. Kongresi, 847-850, Antalya.
- Liston, G. E. and Sturm, M., 2002. Winter Precipitation Patterns in Arctic Alaska Determined From a Blowing-Snow Model and Snow-Depth Observations. *J. Hydrometeorology*, 3(6), 646-659.
- Luo, L., Robock, A., Vinnikov, K. Y., Schlosser, C. A., Slater, A. G., Boone, A., Braden, H., Cox, P., de Rosnay, P., Dickinson, R.E., *et. al.*, 2003. Effects of Frozen Soil on Soil Temperature, Spring Infiltration, and Runoff: Results from the PILPS 2(d) Experiment at Valdai, Russia. *Journal of Hydrometeorology*, 4(2), 334-351.
- Louwagie, G., Gay, H. S., Burrell, A., 2009. Final Report on the Project ‘Sustainable Agriculture and Soil Conservation’ (SoCo). Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Marsh, P., Pomeroy J. W., 1999. Spatial and Temporal Variations in Snowmelt Runoff Chemistry, Northwest Territories, Canada, *Water Resour. Res.*, 35(5), 1559–1567.
- McCarthy, J. J., Canziani, O. F, Leary, N. A., Dikken, D. J. and White, K.S., Eds., 2001. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation & Vulnerability, The Third

- Assessment Report of Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press.
- McKay, G.A., Gray, D.M., 1981. The distribution of snowcover. In *Handbook of Snow: Principles, Processes, Management and Use*, Gray, D. M, Male, D. H (eds). Pergamon Press: 153–190, Toronto.
- Mirakhorlo, K., 1998. Measurement of the rangeland in Demavand, Iran using RS & GIS Unpubl. MSc thesis, ITC, Enschede, The Netherlands.
- Mkhonta, M. M. 2000. Use of Remote Sensing and Geographic Information System (GIS) in the Assessment of Soil Erosion in the Gwayimane and Mahhuku Catchment Areas with Special Attention on Soil Erodibility K-Factor. Msc Thesis, Int. Inst. For Geo-inform. Science and Earth Observation (ITC), Enschede, 88, Netherlands
- Moore, I. D., Burch, G. J., Mackenzie, D. H., 1988. Topographic effects on the distribution of surface water and the location of ephemeral gullies, *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.*, 31, 1098– 1107.
- Mohammadi, A., 2000. Determining range type and condition using RS and GIS. Unpubl. MSc thesis, ITC, Enschede, Netherlands.
- Nash, M. S., Wierenga, P. J., Gutjahr, A., 1991. Time series analysis of soil moisture and rainfall along a line transect in arid rangeland. *Soil Science* 152,189–198.
- Nelson, D. W and Sommers, L. E., 1982. Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter. In: Page AL (ed), *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties*, ASA-SSSA, 539-577, Madison, Wisconsin,
- Nordell, B. and Sundin, E., 1998. Snoupplagfor sasongslagring av kyla (Snow Deposit for Seasonal Storage of Cold). Division of Water Resources Engineering, Lulea University of Technology, Sweden,.
- Nyberg, L., 1996. Spatial variability of water content in the covered catchment at Gardsjon, Sweden, *Hydrological Processes*, (10), 89–103.
- Oğuz, İ. and Noyan, Ö.F., 2000. Soil Properties and Soil Erodibility Changes Along a Slope, *Proceedings of International Symposium on Desertification*, 21 th., Konya.
- Okatan, A., 1987. Trabzon Meryemana Deresi Yağış Havzası Alpin Meralarının Bazı Fiziksel ve Hidrolojik Toprak özellikleri ile Vejetasyon Yapısı Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, 664(62), Ankara,
- Okatan, A., Yüksel, A. ve Reis, M., 2000. Kahramanmaraş-Ayvalı Barajı Kızıldere Yağış Havzasında Toprakların Erozyon Eğilim Değerlerinin Hidrofiziksel Toprak Özelliklerine Bağlı Olarak Değişimi. *Fen ve Mühendislik Dergisi*, 3 (1) 28-42.
- Oorts K., Vanluwe B., Merckx R., 2003. Cation exchange capacity of organic matter fractions in a Ferric Lixisol with different organic matter inputs. *Agric. Ecosyst.Environ.*, 100, 61-171.
- Ovalles, F.A. and Collins, M. E., 1986. Soil Landscape Relationships and Soil Variability in North Central Florida. *Soil Sci. Am. J.*, 50, 401-408.
- Owe, M., Van de Griend, A. A., Chang, A. T. C., 1992. Surface moisture and satellite microwave observations in semiarid southern Africa. *Wat. Résout: Res.* 28(3), 829-839.

- Oyedele, D.J. and Tijani, F.O., 2010. Department of Soil Science, Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria, 4 (2), 171-176.
- Özgül, M., 2003. Erzurum Yöresinde Yaygın Olarak Bulunan Büyük Toprak Gruplarının Sınıflandırılması ve Haritalanması. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Özlu, A., Çakal, M. A., Birhan, H., Çoşkun, T., Bakır, H., Daşçı, E. ve Sevim, Z., 2004. Palandöken Konaklı Havzasının Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemi (GBS) Teknikleri Kullanılarak Kar dağılım Haritasının Çıkarılması. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Sonuçları Raporu. Köy Hizmetleri Genel müdürlüğü, 68-84, Ankara.
- Öztaş, T., Koç, A. and Çomaklı, B., 2003. Changes in Vegetation and Soil Properties Along a Slope on overgrazed and eroded rangelands. *Journal of Arid Environments*, 55, 93-100.
- Özyurt, H., 2007. Arazi Kullanımının Doğu Akdeniz Bölgesinde Ofiyolitler Üzerinde Oluşan Toprakların Kimi Özellikleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.
- Pan, Y. X., Wang X. P., Jia, R. L., Chen, Y. W. and He, M. Z., 2008. Spatial Variability of Surface Soil Moisture Content in a Re-Vegetated Desert Area in Shapotou, Northern China. *Journal of Arid Environments*, (72), 1675-683.
- Petter, P., 1992. GIS and Remote Sensing for Soil Erosion Studies in Semi-arid Environments. PhD, University of Lund, 112, Lund.
- Plante, A. F., Conant, R. T., Stewart, C. E., Paustian, K. and Six, j., 2006. Impact of Soil Texture on the Distribution of Soil Organic Matter in Physical and Chemic Chemical Fractions *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 70 (1), 287 - 296.
- Poesen, J., 1990. Conditions for the evacuation of rock fragments from cultivated upland areas during rainstorms. *Erosion, Transport and Deposition Processes (Proceedings of the Jerusalem Workshop, March-April 1987)*. IAHS Publ. 189.
- Pomeroy, J. W. and Brun, E., 2001. "Physical properties of snow" In, (eds. H.G. Jones, J.W. Pomeroy, D.A. Walker and R.W. Hoham) *Snow Ecology: an Interdisciplinary Examination of Snow-covered Ecosystems*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 45-118.
- Pomeroy, J. W., Höller, P. Marsh, P., Walker, D. A. and Williams, M., 2001. Snow vegetation interactions: issues for a new initiative. In, *Soil, Vegetation, Atmosphere Transfer Schemes and Large Scale Hydrological Models*. IAHS Publ. No. 270. IAHS Press, 299-306. Wallingford.
- Qiu, Y., Fu, B. J., Wang, J. and Chen, L. D., 2001. Soil moisture variation in relation to topography and land use in a hillslope catchment of the Loess Plateau, China. *J. Hydrol.* 240 (3-4), 243-263.
- Rhoades, J.D. 1982. Cation exchange capacity. In: A.L. Page, R.H. Miller, and D.R. Keeney (eds.) *Methods of soil analysis. Part 2. Agron. Monogr. 9*, Am. Soc. Agron., WI. 149-157, Madison.
- Robertson, J. H., 1971. Changes on a sagebrush-grass range in Nevada un-grazed for 30 years. *J. Range Manage.* 24, 397-400.
- Schachtschabel, P., Blume, P.H., Brümmer, G., Hartge, H.K., Schwertmann, U., 2001. Toprak bilimi, Ders Kitapları Yayın No:A-16 (Çevirenler: Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H.).Ç.Ü.Ziraat Fak. Genel Yayın No:73,

- Schimel, J. P., Bilbrough, C. and Welker, J. A., 2004. Increased snow depth affects microbial activity and nitrogen mineralization in two Arctic tundra communities. *Soil Biology and Biochemistry*, (36), 217–227.
- Shanley, J. B. and Chalmers, A., 1999. The effect of frozen soil on snowmelt runoff at Sleepers River, Vermont. *Hydrol. Processes*, 13, 1843–1857.
- Shaver, G. R., 1995. Plant functional diversity and resource control of primary production in Alaskan arctic tundras. *Arctic and Alpine Biodiversity*, New York.
- Shiralipour, A., McConnell, D. B. and Smith, W. H., 1992. Uses and benefits of MSW compost: a review and an assessment. *Biomass and Bioenergy*, (3), 267–279.
- Sidari, M., Ronzello, G., Ecchio, G. and Muscolo, A., 2008. Influence of Slope Aspects on Soil Chemical and Biochemical Properties in A Pinus Laricio Forest Ecosystem of Aspromonte (Southern Italy). *European Journal of Soil Biology*, 44(4), 364–372.
- Skogsberg, K. and Lundberg, A., 2005. Wood chips as thermal insulation of snow. *Cold Regions Science and Technology* (43), 207–218.
- Smith, M. D., Ustint, S. L., Adams, J. B. and Gillespie, A. R., 1990. vegetation in desert Environmental influences on regional abundance, Remote sensing of environment 31:27-52.
- Sokratov, S. A., Golubev, V. N. and Barry, R. G., 2001. The relation of the heat and mass-transfer processes in snow with climate change. *Kriosfera Zemli*, (5), 2.
- Stieglitz, M., Déry, M. S., Romanovsky, V. E. and Osterkamp, T. E., 2003. The role of snow cover in the warming of Arctic permafrost. *Geophys. Res. Lett.*, 30, 1721.
- Suizu, S. and Yamada, Y., 2002. A snowmelt and water equivalent snow model applicable to an extensive area. *Journal of Japanese Society of Snow and Ice* 64: 617–630.
- Şen Z., 1998. Derece Gün Kar Hesaplamaları ve Bölgesel Değerlendirme Yönergesi. I. Ulusal Kar Kongresi. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Erzurum.
- Şimşek, G., 2000. Toprak Oluşumu (Pedogenesis) ve Sınıflama Ders Notları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum.
- Şimşek, U., Çakal, Ş., Özgöz, M. M. Sürmen, M., Aksakal, E. ve Dumlu, S., 2005. Erzurum Çat İlçesi Doğal Çayırlarının Verim ve Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 851-856, Antalya.
- Sönmez, K., 1994. Toprak Koruma, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 169, Erzurum.
- Toroğlu, E. ve Ünaldı, Ü. E., 2008. Aladağlar'da (Toros Dağları) Bitki Örtüsünün Ekolojik Şartları. *Fırat University Journal of Social Science*, 18 (2), 23-48, Elazığ.
- Tromp-van Meerveld, H. J. and McDonnell, J. J., 2006. On the interactions between the spatial patterns of topography, soil moisture, transpiration and species distribution at the hillslope scale. *Advances in Water Resources* (29), 293–310.
- Tukel, T. and Hatipoğlu, R., 1998. Grazing management problems and their consequences in Turkey. *Proceedings of the International Workshop on Ecological Basis of Livestock Grazing in Mediterranean Ecosystems*, Oct. 23-25, Thessaloniki, Greece, 318-321.

- Tümsavaş Z. ve Katkat, A.V., 2000. Bursa ili ve Civarındaki Eğimli Tarım Topraklarının Laboratuvar Koşullarında Su Erozyonuna Karşı Duyarlılıklarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Turk J Agric For*, 24, 737-744. Türkiye.
- USDA and NRCS, 2009. Soil Quality: Managing Cool, Wet Soils. Soil Quality-Agronomy Technical Note No.20.
- Wang, C. K., Yang, J. Y., and Zhang, Q. Z. 2006. Soil respiration in six temperate forests in china. *Glob. Change Biol.* 12 (11), 2103-2114.
- Western, A. W, Grayson, R. B., 1998. The Tarrawarra data set: Soil moisture patterns, soil characteristics and hydrological flux measurements. *Water Resources Research* (34), 2765–2768.
- Wilkey, J. S. 1979. Effects of aspect and elevation on soil properties in Guadalupe Mountains National Park, Texas. M.S. Thesis. Texas Tech Univ., Lubbock.
- Yüksek, T. ve Kalay, H. Z., 2002. Kızılağaç Baltalık Büklerinin Çay Tarımına Dönüştürülmesi Sonucu Toprakların Bazı Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimlerin Karşılaştırılması, II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, (II), 780-789.
- Zaremehrjardiri, M., Ghodousi, J., Noruozi, A. and Lotfollazadeh, D., 2008. Analysis of the relationship between geopedologic characteristics with vegetation in Dagh-Finou catchment of Bandar Abbas. *Pajouhesh and Sazandegi*, 76: 144-150.
- Zhang, T., 2005. Influence of the seasonal snow cover on the ground thermal regime: An overview, *Rev. Geophys.*, 43, RG4002, doi:10.1029/2004RG000157.
- Zhang, Y., Wang, S., Barr, A.G. and Black, T.A., 2008. Impact of snow cover on soil temperature and its simulation in the EALCO model. *Cold Regions Science and Technology*, 52, 355-370.
- Zuviria, M., 1992. Mapping agrotopoclimates by integrating topographic meteorologic and land ecological data in a geographic information system, ITC publication No. 14, Enschede, 34-100.

ÖZGEÇMİŞ

1969 yılında Erzurum-Merkez-Umudum köyünde doğdu. İlkokulu Umudum köyünde, orta ve lise öğrenimini Erzurum'da tamamladı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü'nden 1992 yılında mezun oldu. 1995-1997 yılları arasında 100. Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümün'de Araştırma görevlisi olarak çalıştı. 1997-2009 yılları arasında Toprak ve Su Kaynakları Erzurum Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Havza Yönetimi Bölümü'nde Ziraat Yüksek Mühendisi olarak görev yaptı. Halen Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu'nda Yerinde Kontrol Uzmanı olarak görev yapmaktadır. Evli ve iki çocuk babasıdır.