



**T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANA BİLİM DALI**

**COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ VE
UZAKTAN ALGILAMA TEKNİKLERİ
KULLANILARAK MUT HAVZASINDA
(PİRİNÇSUYU VE KURTSUYU
DERELERİ) EROZYON DUYARLILIK
ALANLARININ BELİRLENMESİ**

Yakup KIZILELMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KAHRAMANMARAŞ
HAZİRAN - 2013**



**T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANA BİLİM DALI**

**COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ VE
UZAKTAN ALGILAMA TEKNİKLERİ
KULLANILARAK MUT HAVZASINDA
(PİRİNÇSUYU VE KURTSUYU
DERELERİ) EROZYON DUYARLILIK
ALANLARININ BELİRLENMESİ**

DANIŞMAN: Doç. Dr. Murat KARABULUT

Yakup KIZILELMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KAHRAMANMARAŞ
HAZİRAN - 2013**

KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANA BİLİM DALI

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE UZAKTAN
ALGILAMA TEKNİKLERİ KULLANILARAK
MUT HAVZASINDA (PİRİNÇSUYU VE
KURTSUYU DERELERİ) EROZYON
DUYARLILIK ALANLARININ BELİRLENMESİ**

Yakup KIZILELMA

Danışman : Doç. Dr. Murat KARABULUT

Yıl : 2013, Sayfa: 72+8

Jüri : Doç. Dr. Murat KARABULUT (Başkan)
: Yrd. Doç. Dr. Muhterem KÜÇÜKÖNDER (Üye)
: Yrd. Doç. Dr. Murat ZENGİN (Üye)

Bu çalışmanın amacı başta Mut havzasında (Pirinçsuyu ve Kurtsuyu dereleri) erozyona duyarlı alanların belirlenmesinin yanında Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama teknolojilerinin erozyon tahmininde yeteneği ve kapasitesini ortaya koymaktır. Havzada erozyona duyarlı alanların belirlenmesi için USLE eşitliği tercih edilmiştir. USLE’deki tüm parametreleri için Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında tematik katmanlar üretilmiştir. Çalışma alanının arazi örtüsü/kullanımı (C faktör) güncel uydu görüntülerinden yararlanılarak kontrolsüz sınıflandırma ve NDVI teknikleri kullanılarak belirlenmiştir. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından üretilen arazi kullanım verileriyle uzaktan algılama verileri kullanılarak elde edilen C faktörünün sisteme dâhil edilmesi sonucu havza için üç farklı erozyon duyarlılık haritası üretilmiştir. Sonuç duyarlılık haritalarına göre; Uzaktan Algılama teknikleri kullanılarak elde edilen sonuçlarda yüksek benzerlik tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Uzaktan Algılama, CBS, Erozyon, USLE, Mut Havzası

**DEPARTMENT OF GEOGRAPHY
INSTITUTE OF SOCIAL SCIENCES
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM UNIVERSITY**

ABSTRACT

MA THESIS

**DETERMINATION OF EROSION SENSITIVITY
AREAS USING GIS AND REMOTE SENSING IN
MUT BASIN (KURTSUYU AND PİRİNÇSUYU
STREAM)**

Yakup KIZILELMA

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Murat KARABULUT

Year : 2013, Pages: 72+8

**Jury : Assoc. Prof. Dr. Murat KARABULUT (Chairperson)
: Assist. Prof. Dr. Muhterem KÜÇÜKÖNDER (Member)
: Assist. Prof. Dr. Murat ZENGİN (Member)**

This study's purpose, beside determining the sensitive areas to erosion in primarily Mut (Pirincsuyu and Kurtsuyu streams) basin is to prove the capacity and talent of Geographic Information Systems and Remote Sensing technologies in guessing the erosion. In basin to determine the sensitive areas to erosion the USLE equation is preferred. For the all parameters in USLE thematic layers were produced in Geographic Information System. Land cover/land use of study area (Factor C) were determined by using NDVI techniques and unsupervised classification and benefiting from update satellite images. Three different erosion sensitive maps were produced as a result of including factor C in system by using the data of remote sensing and land use data which were produced by Village Service General Management. According to sensitive maps; high resemblance was seen in the result of using Remote Sensing techniques.

Keywords: Remote Sensing, GIS, Erosion, USLE, Mut Basin

ÖNSÖZ

Son yıllarda hızla artan dünya nüfusuyla birlikte tarımda ve yerleşmede mekanizasyon ihtiyacı doğmaktadır. Bu durum nedeniyle insanın doğal kaynaklar üzerindeki baskısı giderek artmaktadır. Söz konusu baskılar, en fazla verimli topraklar üzerinde olmaktadır. Türkiye’ de ve dünyada toprakların en büyük problemi şüphesiz erozyondur. Doğrudan yada dolaylı olarak büyük sorunlara sebep olan ve birçok karmaşık süreçten meydana gelen erozyon, yapısı gereği bazen çok yavaş gelişen ve fark edilmesi zaman alıcı olabilmektedir. Günümüz teknolojilerinin ve analiz araçlarının gelişmesiyle birlik erozyon daha hızlı ve daha ekonomik biçimde tahmin edilebilir duruma gelmiştir.

Bu tezin danışmanlığını yürüten, lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca gerek akademik gerekse beşeri ilişkilerde engin bilgi ve birikimleriyle bizlerin gelişmesinde büyük katkıları olan, modern Coğrafya’ nın ilkeleri ve yöntemlerinin anlaşılması için büyük mücadeleler veren değerli hocam Doç. Dr. Murat KARABULUT’ a, çalışmanın hazırlanması aşamasında bilimsel katkı ve önerilerinden dolayı tez jüri hocalarımdan Yrd. Doç. Dr. Muhterem KÜÇÜKÖNDER ve Yrd. Doç. Dr. Murat ZENGİN’ e, çalışmam boyunca desteğini esirgemeyen değerli çalışma arkadaşlarım Öğr. Gör. Mehmet DENİZDURDURAN’ a, Arş. Gör. Mehmet Ali ÇELİK’ e, Emrah CEYLAN ve Muhammet TOPUZ’ a en içten şükranlarımı sunuyorum.

Ayrıca hayatımın her aşamasında verdikleri maddi-manevi desteklerden ve gösterdikleri sabırdan dolayı babam Ramazan KIZILELMA, annem Beyaz KIZILELMA ve eşim Hülya KIZILELMA’ ya sonsuz teşekkür ederim.

Yakup KIZILELMA
HAZİRAN-2013

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
ÖN SÖZ.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
TABLolar LİSTESİ.....	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VII
KISALTMALAR.....	VIII
GİRİŞ.....	1
1.1. Erozyon Tipleri ve Oluşumunu Etkileyen Faktörler.....	1
1.1.1. Jeolojik ve Hızlandırılmış Erozyon.....	1
1.1.2. Erozyon Türleri.....	2
1.1.2.1. Su Erozyonu.....	2
1.1.2.1.1. Damla Erozyonu.....	2
1.1.2.1.2. Yüzeysel Akış Erozyonu.....	3
1.1.2.1.3. Parmak Erozyonu.....	3
1.1.2.1.4. Oyuntu Erozyonu.....	4
1.1.2.1.5. Akarsu Erozyonu.....	4
1.1.2.2. Rüzgâr Erozyonu.....	5
1.2. Türkiye’ de ve Dünyada Erozyonun Önemi.....	6
1.3. Erozyon Tahmin Modelleri.....	6
1.3.1. ICONA (Instituto para la Conservación de la Naturaleza).....	7
1.3.2. CORINE (Coordination of Information on the Environment).....	7
1.3.3. WEPP (Water Erosion Prediction Project).....	8
1.3.4. EPIC (Erosion Productivity Impact Calculator).....	8
1.3.5. AGNPS (Agricultural Non-Point Source Pollution Model).....	8
1.3.6. ANSWERS (Areal Nonpoint Source Watershed Environment Response Simulation).....	8
1.3.7. USLE (Universal Soil Loss Equation).....	8
1.3.8. RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation).....	9
1.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri, Uzaktan Algılama ve Erozyon Modellemesi.....	9
2. KONUyla İLGİLİ ÖNCEKİ ARAŞTIRMALAR.....	10
3. ÇALIŞMA ALANININ COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ.....	22
3.1. Coğrafi Konum ve Sınırlar.....	22
3.2. Topoğrafya.....	22
3.3. Genel Jeoloji.....	25
3.3.1. Derinçay Formasyonu.....	26
3.3.1.1. Göksu Üyesi.....	26
3.3.1.2. Fakırca Üyesi.....	26
3.3.1.3. Yapıntı Üyesi.....	27
3.3.2. Mut Formasyonu.....	27
3.3.3. Köselimli Formasyonu.....	27
3.3.3. Yenimahalle Formasyonu.....	27
3.4. Jeomorfoloji.....	28
3.5. İklim.....	30
3.6. Toprak.....	34
3.6.1. Alüvyal Topraklar.....	34
3.6.2. Kırmızı Kahverengi Akdeniz.....	34
3.6.3. Kolüvyal Topraklar.....	34

3.6.4. Kahverengi Orman.....	34
3.6.5. Rendzinalar	34
3.6.6. Kırmızı Akdeniz Topraklar (Terra-Rossa).....	35
3.7. Hidrografya.....	36
3.8. Beşeri Coğrafya Özellikleri	37
3.8.1. Nüfus.....	37
4. MATERYAL VE METOT.....	40
4.1. Materyal.....	40
4.2. Metot.....	40
4.2.1. Ünlversal Toprak Kayıpları Eşitliği (USLE)	40
4.2.1.2. Yağış Erozyon İndisi (R).....	41
4.2.1.3. Eğim Uzunluğu ve Eğim Faktörü (LS)	42
4.2.1.4. Toprak Erodibilite Faktörü (K)	42
4.2.1.5. Bitki Amenajman Faktörü (C).....	43
4.2.1.5.1. Kontrolsüz Sınıflandırma	43
4.2.1.5.2. Normalize Edilmiş Fark Bitki İndeksi (NDVI/Normalized Difference Vegetation Index)	44
4.2.1.6. Toprak Koruma Tedbirleri (P)	44
5. BULGULAR	45
5.1. Kontrolsüz Sınıflandırma	45
5.1.2. Doğruluk Analizleri	46
5.2. Normalize Edilmiş Fark Bitki İndeksi (NDVI/Normalized Difference Vegetation Index).....	48
6. SONUÇ VE TARTIŞMA.....	62
KAYNAKLAR.....	65
ÖZGEÇMİŞ	

TABLULAR LİSTESİ

<u>Tablolar</u>	<u>Sayfa</u>
Tablo 1.1. Toprak türü, humus içeriği ve toprak nemi ile rüzgar erozyonu tehlike sınıfları arasındaki ilişkiler	6
Tablo 3.1. Çalışma alanı eğim değerlerinin dağılımı	23
Tablo 3.2. Mut istasyonunu ait 1970-2010 yılları arasında aylık maksimum ve minimum sıcaklık ortalamaları	30
Tablo 3.3. Silifke istasyonunu ait 1970-2010 yılları arasında aylık maksimum ve minimum sıcaklık ortalamaları	30
Tablo 3.4. Karaman istasyonunu ait 1970-2010 yılları arasında aylık maksimum ve minimum sıcaklık ortalamaları	30
Tablo 3.5. Thornthwaite metoduna göre hazırlanan su bilançosu	33
Tablo 3.6. Çalışma alanı büyük toprak grupları dağılımı	36
Tablo 3.7. Nüfus sayım yıllarına göre Mut' un nüfus değişimi	39
Tablo 4.1. Çalışmada kullanılan K değerleri	43
Tablo 4.2. Çalışmada kullanılan C değerleri	43
Tablo 5.1. Kontrolsüz sınıflama doğruluk analizi sonuçları	47
Tablo 5.2. Çalışma sahasına ait erozyon duyarlılık alanların dağılımı	55

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Sekiller</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Yağmur damlasının direkt toprağa temas etmesiyle oluşan yüzey	3
Şekil 1.2. Çalışma alanının güneyinde oyuntu şekilleri	4
Şekil 1.3. Kemenli köyü güneyi Göksu nehri kıyı aşındırması	5
Şekil 3.1. Çalışma alanı lokasyon haritası	22
Şekil 3.2. Çalışma alanı topoğrafya haritası	24
Şekil 3.3. Çalışma alanı eğim haritası	25
Şekil 3.4. Mut ve çevresinin jeoloji haritası	28
Şekil 3.5. Mut ve çevresinin jeomorfoloji haritası	39
Şekil 3.6. Mut istasyonu yağış ve sıcaklıkların aylara göre dağılışı.....	31
Şekil 3.7. Silifke istasyonu yağış ve sıcaklıkların aylara göre dağılışı.....	31
Şekil 3.8. Karaman istasyonu yağış ve sıcaklıkların aylara göre dağılışı.....	32
Şekil 3.9. Çalışmada kullanılan istasyonlarda yağışların mevsimsel dağılışı	32
Şekil 3.10. Mut istasyonu su bilançosu diyagramı	33
Şekil 3.11. Çalışma sahasındaki büyük toprak gruplarının dağılımı	35
Şekil 3.12. Sayım yıllarına göre Mut'un kentsel ve kırsal nüfus değişimi.....	39
Şekil 4.1. CBS tabanlı USLE modeli akış şeması	41
Şekil 5.1. Çalışma sahası kontrolsüz sınıflandırma sonucu elde edilen arazi	47
Şekil 5.2. Çalışma alanı normalize fark bitki indeksi (NDVI) haritası	49
Şekil 5.3. KHGM tarafından üretilen arazi kullanım durumu haritası	50
Şekil 5.4. KHGM arazi kullanım haritası ve çalışma sahasının güneyindeki Göcekler - Tuğrul Köyleri civarı	51
Şekil 5.5. USLE modeli için oluşturulan katmanlar	53
Şekil 5.6. Çalışma sahası için oluşturulan erozyon modeli	54
Şekil 5.7. Çalışma alanı erozyona duyarlı alanlar - Duyarlılık-1	56
Şekil 5.8. Çalışma alanı erozyona duyarlı alanlar - Duyarlılık-2	57
Şekil 5.9. Çalışma alanı erozyona duyarlı alanlar - Duyarlılık-3	58
Şekil 5.10. Sarıveliler Köyü kuzeyinde belirlenen erozyona duyarlı alan	59
Şekil 5.11. Tuğrul-Çatalharman Köyleri civarında belirlenen erozyona duyarlı	60

KISALTMALAR LİSTESİ

- AGNPS:** Agricultural Non-Point Source Pollution Model)
ANSWERS: Areal Nonpoint Source Watershed Environment Response Simulation
CBS: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CORINE: Coordination of Information on the Environment
DEM: Digital Elevation Model
ED 50: European Datum 1950
EPIC: Erosion Productivity Impact Calculator
GIS: Geographical Information Systems
GPS: Global Positioning System
ICONA: Instituto para la Conservación de la Naturaleza
ISODATA: Iterative Self Organizing Data Analysis Techniques
KHGM: Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü
NDVI: Normalized Difference Vegetation Index
NIR: Near Infrared
RUSLE: Revised Universal Soil Loss Equation
SYM: Sayısal Yükseklik Modeli
TIR: Thermal Infrared
TM: Thematic Mapper
TUİK: Türkiye İstatistik Kurumu
USLE: Universal Soil Loss Equation
UTM: Universal Transverse Mercator.
WEPP: Water Erosion Prediction Project

1. GİRİŞ

Ana kaya, dış etkenler olarak tanımlanan akarsular, dalgalar, rüzgârlar, buzullar, bitki kökleri ve atmosfer faktörlerinin etkisi altında fiziksel çözülmeye uğrayarak parçalanır. Mekanik yolla meydana gelen bu ayrışma sonucu meydana gelen toprak partiküllerinin su, rüzgâr ve yerçekiminin etkisiyle bulunduğu mekândan başka bir mekâna taşınma süreci olarak tanımlanan erozyon, doğal bir süreç olmasına karşın, yanlış arazi kullanımı gibi sebeplerle erozyon süreci daha hızlı seyrebilmektedir. (Gitas vd., 2009:40; Karabulut ve Küçükönder, 2008:14; Mater, 2004:8). Erozyon sürecinde taşınan partiküller, taşındığı alanlarda sediment kirliliğine sebep olurken aynı zamanda verimli tarım arazilerinin üretkenliğini düşürmektedir. Diğer taraftan da aşımın gerçekleştiği alanlarda ciddi boyutlarda besin elementi kayıplarına neden olmaktadır. Böylece aşımın şiddetine göre, toprak besin elementleri yönünden fakirleşmekte ve bitkisel üretimde ciddi problemler oluşmaktadır (Yakupoğlu vd., 2007:207).

Birçok karmaşık süreçten meydana gelen erozyon, doğrudan yada dolaylı olarak büyük sorunlar oluşturabilmektedir. Erozyonun sebep olduğu sediment birikimiyle ilgili problemler göl ve nehir ağızlarında jeolojik çağlar boyunca dünyanın hemen hemen her yerinde devam etmektedir. Ancak son zamanlarda artan insan müdahaleleri gibi sorunlar durumu daha da ağırlaştırmaktadır (Gonzalez, 2008:1). Bu sorunlar arasında akarsu rejimlerinin bozulması, sulak alanların yok olması, rezervuar ömrünün kısalması, özel ve kamu alanlarında sediment birikmesi, taşkın olaylarının artması ve su kirliliği gibi çevresel problemlerin oluşması örnek olarak sayılabilir (Karabulut vd., 2008:14).

Erozyon, paradoksal niteliğe sahip bir süreçtir. Bu karşılık yararlı ve zararlı olarak ifade edilebilir (Çepel, 1997:3). Eğer antropojen bir etki yok ise ve doğal bir süreçte meydana geliyorsa bu olumlu olarak ifade edilir, çünkü verimli alüvyal materyalden kıyı ovaları veya deltalar gibi en verimli tarım arazileri meydana gelir. Erozyonun bu süreçle meydana gelmesi, normal veya jeolojik erozyon olarak ifade edilmektedir. Söz konusu erozyonun meydana gelmesinde belirli bir zaman biriminde taşınan materyalin doğal süreçte oluşan topraktan sürekli daha az olması kriteri bulunmaktadır. Bu bağlamda erozyon üzerinde etkili olan faktörleri doğal ve antropojen olarak ikiye ayırmak mümkündür (Çepel, 1997:3). Erozyon türleri ve oluşumunda rol oynayan faktörler üzerine birçok araştırmacı tarafından çeşitli açıklamalar yapılmıştır. Genel manada yapılan araştırmaların birleştiği sınıflama jeolojik erozyon, hızlandırılmış erozyon ve diğer erozyon tipleri şeklinde olmuştur.

1.1. Erozyon Tipleri ve Oluşumunu Etkileyen Faktörler

1.1.1. Jeolojik ve Hızlandırılmış Erozyon

Doğal erozyon, normal erozyon olarak da ifade edilen jeolojik erozyon, iklimik olayların başladığı ilk zamandan günümüze kadar devam eden bir olay olmasına rağmen konuyla ilgili gerçek manada bilimsel çalışmalar son bir asır içinde gerçekleşmiştir (Çelebi, 1975:115). Jeolojik erozyon, antropojenik bir müdahale olmadan toprak materyalinin, doğal koşullar altında dış kuvvetler tarafından aşındırılıp taşınması olayı olarak tanımlanmaktadır (Çepel, 1997:4). Aşınma ve taşınma alanlarında yer alan arazilerin kendilerini yenilenebilmesi ve gençleşebilmesi jeolojik erozyon vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Jeolojik erozyonda, ana kayanın ayrışmasıyla oluşan toprak oranı ile üstten taşınan toprak miktarı arasında oluşan dinamik bir denge söz konusudur ki bu da toprağın lehine olmaktadır (Sarı, 1998:58).

İnsan aktiviteleri sonucu meydana gelen hızlandırılmış erozyon ise arazi ve toprak degradasyonuna sebep olan en önemli faktör olarak ifade edilmektedir (Öztaş, 1997:32). Toprak erozyonunun boyutları üzerinde araştırma yapan ilk bilim adamlarından olan Sheldon Judson 1968 yılında, akarsuların okyanuslara taşıdığı malzeme nedeniyle dünyanın kaybettiği toprak miktarı, tarım, otlama ve diğer

antropojenik aktivitelerinin uygulanmadığı çağlarda, yılda 9 milyar ton, bu uygulamaların devreye girmesiyle yılda 24 milyar tona ulaştığı tahmininde bulunmuştur (Brown ve Wolf, 1997:18).

1.1.2. Erozyon Türleri

1.1.2.1. Su Erozyonu

Bitki örtüsünün cılız olduğu eğimli arazilerde yağmur ve eriyen kar sularının, toprakların infiltrasyon kapasitesinin aşılması neticesinde yüzey akışına geçerek toprağı aşındırıp taşımaya su erozyonu denir. Meydana gelecek olan erozyonun şiddeti daha çok, toprağı düşen su miktarı, suyun akış hızı, arazinin eğim özellikleri, toprağın fiziksel yapısı ve infiltrasyon kapasitesi, bitki örtüsü ve arazi kullanım şekli tarafından kontrol edilmektedir (Sarı, 1998:60). Türkiye topraklarının en büyük sorunları arasında ilk sırayı (toprakların %63,2' sinde) su erozyonu sorunu bulunmaktadır (Aydınlı, 2000:137; Kasap ve İrmak, 1999:9). Toprak ve arazi bozulmalarına sebep olan en önemli erozyon tipi olan su erozyonu oluşum şekillerine göre çeşitli sınıflara ayrılır.

1.1.2.1.1. Damla Erozyonu

Bu erozyon türü, su erozyonunun ilk basamağı olarak ifade edilebilir. Yağmur damlalarının yüzeye temas etmeden önce herhangi bir arazi örtüsüyle karşılaşmadan direkt toprağı temas etmesi sonucu toprağın strüktürel yapısında bozulmalar meydana gelmektedir. Bu bozulma ile birlikte dağılan agregatlardan açığı çıkan partiküller, yüzeyden toprağın profili boyunca gözenekleri tıkamaya sebep olmaktadır. Bu durum toprağın infiltrasyon yeteneğinin kaybolmasına kadar devam eder. Böylece yağmur damlalarının toprağın derinliklerine girmesi engellenmiş olur ve çarpma sonucu koparılan partiküller, yüzey akışına geçmiş sular ile birlikte taşınmış olur (Sarı, 1998:62). Yağmur damla çaplarının da önemli etkisi olup Laws ve Parsons (1943) yaptıkları çalışmada damla çapının 1 mm' den 5 mm' ye çıkmasıyla infiltrasyon hızının %70 azaldığını ve erozyonun da %1200 arttığını belirlemişlerdir (Çanga, 2011:23).

Su damlası erozyonu, toprak mekaniğı ile su arasındaki kompleks bir süreci ifade etmektedir. Bu süreç, suyun toprağı temas etmesi anında toprağın yapısı ve topraktaki akışkanlık dinamiğinin hesaplanmasına bağlıdır. Su damlasının etkisinin hesaplanması istatistiksel olarak çeşitli faktörlere (damla boyutu, hızı, etki bölgesi, frekansı vb.) göre şekillendiğinden izlenmesi ve sürecin kavranması için çeşitli teknikler geliştirilmiştir (Zhou vd.,2009:1156). Şekil 1.1 incelendiğinde; yağmur damlalarının herhangi bir engelleyici (bitki örtüsü vs.) tarafından tutulmadan toprağı temas etmesi sonucu yüzeyde bozulmalara sebep olmuştur. Toprağın bitki örtüsüyle kaplı olması durumunda yağmur damlası direkt toprağı temas etmeden önce bitki örtüsüne temas etmesiyle enerjisi azalacak ve yüzey akışına geçmeden toprağın infiltrasyon yeteneğine bağlı olarak derine doğru ilerleyecektir. Bu durum toprağı aşınmasını engelleyici bir etki yapacaktır.



Şekil 1.1. Yağmur damlasının direkt toprağa temas etmesiyle oluşan yüzey

1.1.2.1.2. Yüzeysel Akış Erozyonu

Arazi örtüsünün eğimli ve bitki örtüsünden yoksun olduğu alanlarda toprak partiküllerinin yağmur ve yüzeysel akışla parçalanarak taşınması olayı olarak tanımlanan yüzey erozyonunun gerçekleşebilmesi, yüzey akış suyu hızının 0,3-0,6 m/sn' yi geçtiği durumlarda meydana gelir (Çelik, 2011:6; Çanga, 2011:26). Yüzey örtüsünde meydana gelecek kayıplar, bitki örtüsünün çeşidine, yoğunluğuna, orman altı bitkilerinin ve diğer artıkların ortamdaki varlığına bağlıdır. Arazi örtüsünün iyi örtüye sahip olması kinetik enerji absorpsiyonunu ve su infiltrasyonunu arttırarak yüzey akışını önemli ölçüde geciktirir. Vejetasyon örtüsü atmosfer ve toprak arasında tampon işlevi görür. Yüzey üstündeki örtü düşen yağmur damlalarının, akan suyun ve rüzgarın enerjilerini absorbe eder, böylelikle toprağa yönelim azalır (Özsoy, 2007:11).

1.1.2.1.3. Parmak Erozyonu

Eğimli arazilerde, yağışlarla ve yağmur damlalarının çarpma etkisi ile toprakların strüktürel yapısında meydana gelen bozulmayla birlikte, infiltrasyon kapasiteleri zayıflamakta ve yağış sularının önemli bir kısmı yüzey akışına geçmektedir. Yüzey akışına geçen sular, zaman içerisinde arazi yüzeyinde çok sayıda irili ufaklı kanallar oluşturmakta ve oluşan yüzey sularının önemli bir kısmı da bu kanallarda akmaya başlamaktadır. Kanallarda akan su, eğimin neden olduğu ivmeyle birlikte türbülansa uğramaktadır. Bu durum toprak yüzeyinde koparma, oyma ve taşıma enerjisi kazanmaktadır. Böylece toprak partikülleri akış durumundaki su ile birlikte eğim doğrultusunda hareket ederek birkaç cm derinliğinde kanalcıklar oluşturmaktadır. Su akış kanallarının derinlikleri 30 cm' den az olup 15 t/ha' dan daha fazla erozyon oluşan yerlerde parmaklar oluşmaktadır (Sarı, 1998:62; Çanga, 2011:28; Akşit, 2004:51).

1.1.2.1.4. Oyuntu Erozyonu

Parmak erozyonu oluşum mekanizmasına benzerlik göstermekle beraber parmak erozyonu sonucu oluşan kanalların daha da derinleşmesi ile oluşan oyuntular şeklinde tanımlamak mümkündür. Söz konusu oyuntular, aşındırma mekanizmasına ve zemin yapısına göre “U” şeklinde veya “V” şeklinde olabilmektedir. Ayrıca derinliklerine göre küçük, orta ve büyük olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Oyuntu erozyonunun parmak erozyonundan en belirgin farkı erozyon kanalının 45-55 cm eninde, en az 25-30 cm derinliğinde olması gerekmektedir (Çepel, 1997:42).



Şekil 1.2. Çalışma alanının güneyinde oyuntu şekilleri

1.2.2.1.5. Akarsu Erozyonu

Bu erozyon tipi akarsu tabanlarında ve kenarlarında görülmektedir. Akarsuyun, tabanını ve kıyılarını yatay olarak aşındırması sonucu oluşan erozyon tipidir. Oyuntularda sadece su akışının olduğu dönemlerde erozyon meydana gelirken akarsularda sürekli bir erozyon söz konusudur. Sürecin süreklilik arz etmesi nedeniyle akarsu erozyonu, diğer erozyon tiplerine göre daha tehlikeli olabilmektedir. Akarsular, sürtünmenin etkisiyle yatağı boyunca kıyılarından koparılan ve sel sularıyla taşınan materyalleri taşırlar. Taşıdığı materyalin boyutu akarsuyun debisiyle orantılıdır. Debisi ne kadar yüksek ise taşıyacağı materyalin boyutu da büyük olacaktır. Bu nedenle akarsu erozyonuyla ilgili tedbirlerin alınması önemlidir. Türkiye’deki akarsuların neredeyse tamamında akarsu erozyonu bulunmaktadır. Akarsuların bulanık akmasındaki temel faktör bu tip erozyon olarak görülmektedir (Çanga, 2011:65; Çelebi, 1973:6).



Şekil 1.3. Kemenli köyü güneyi Göksu nehri kıyı aşındırması

1.1.2.2. Rüzgâr Erozyonu

Bu erozyon türü, toprağın üst tabakasında humus ve besin elementlerince zengin maddelerin, rüzgâr tarafından harekete geçirilerek belli bir alanda depolanması olarak tanımlanmaktadır. Çakıl ve taş parçaları bakımından zengin topraklarda, çakıllar arasındaki ince toprak kısmının rüzgar tarafından taşınması sonucunda toprak verimsizleşerek sert bir zeminin oluşmasına sebep olmaktadır (Çepel, 1997:45). Özellikle kurak ve yarı kurak iklim koşullarının hüküm sürdüğü bölgelerde rüzgâr erozyonunun etkisi daha fazla olmaktadır. Türkiye, dünya üzerindeki coğrafi konumu itibariyle iklim, toprak ve vejetasyon bakımından erozyona uygun şartlara sahip kritik bir geçiş noktası üzerinde bulunmaktadır (Topçuoğlu, 1963:10). Rüzgar erozyonu fiziksel bir olgu olduğundan doğrudan topraktaki fiziksel yapıya bağlı olarak gerçekleşmektedir (tablo 1.1). Toprağın strüktürel yapısına bağlı olarak kuru topraklar nemli topraklara göre rüzgâr erozyonundan daha fazla etkilenmektedir (Chepil, 1958:3). Bu nedenle rüzgâr erozyonunda iklim faktörünün etkisi büyüktür. Genel manada, rüzgâr erozyonunu etkileyen temel faktörleri bitki örtüsü, yağış ve toprak koşulları olarak sıralamak mümkündür. Aynı zamanda rüzgâr hızı ve yüzey pürüzlülüğü de topraktaki parçaları hareket ettirmede temel etkenlerdendir. Bu nedenle rüzgar erozyonunu tetikleyen rüzgar hızı ve yüzey pürüzlülüğü kuru topraklar için sorun teşkil ettiğinden, kontrol önlemlerinin, topraktaki nem oranının korunmasının sürdürülmesi ve rüzgar hızının azaltılması yada toprak yüzey pürüzlülüğünün artırılmasına yönelik olması gerektiği ortaya çıkmaktadır (Çanga, 2011:65). Bu erozyon tipleri dışında literatürde Kar, Buzul ve Kimyasal erozyon türleri de bulunmaktadır.

Tablo 1.1. Toprak türü, humus içeriği ve toprak nemi ile rüzgar erozyonu tehlike sınıfları arasındaki ilişkiler (Çepel, 1997:47)

Toprak Türü	Humus İçeriği	Toprağın Nem Derecesi			
		Az Nemli	Taze	Az Kuru	Çok Kuru
Kil ve Toz	-	0	1	-	-
Balçık	-	0	1	-	-
Balçıklı ve Çok Balçıklı Kum	%4'ten çok	1	2	3	-
	%4'ten az	2	2	3	-
Tozlu Kum, İnce Kum ve Kaba Kum	%4'ten çok	2	3	4	5
	%4'ten az	3	4	5	5
Orta ve İnce Kum	%4'ten çok	3	4	5	5
	%4'ten az	4	5	5	5

Tehlike Sınıfları: 0: yok 1: çok az 2: az 3: orta 4: yüksek 5: çok yüksek

1.2. Türkiye' de ve Dünyada Erozyonun Önemi

Dünya nüfusunun sürekli artmasına bağlı olarak nüfusun doğal kaynaklar ve çevre üzerindeki baskısı giderek artmaktadır. Bu baskı özellikle yenilenemeyen kaynaklar üzerinde olduğunda sorun katlanarak artmaktadır. Artan nüfusun besin ihtiyacını karşılamak için tarımda mekanizasyon artmakta ve yamaç alanlarının tarıma açılmasına bağlı olarak erozyon süreci hızlanmaktadır (Brown ve Wolf, 1997:1; Kasap ve Irmak, 1998:6).

Türkiye topraklarının %73' ü şiddetli erozyona maruzken, akarsularla birlikte alandan taşınan toprak, ABD' nin 7, Avrupa' nın 17 ve Afrika' nın 22 katı daha fazla düzeydedir. Türkiye' nin en önemli akarsularından olan Fırat Nehri, yılda 108 milyon ton, Yeşilirmak 55 milyon ton toprak taşımaktadır. Bununla beraber yılda Keban barajına 32 milyon, Karakaya barajına 31 milyon ton toprak birikmektedir. Her yıl tarım alanlarından 500 milyon ton, tüm ülke yüzeyinden 1,4 milyar ton verimli üst toprak, erozyonla kaybedilmektedir. Taşınan bu topraklar bir kilometre karelik alanda oluşan toprak kaybı itibariyle Avrupa'da 84, Avustralya'da 273, Amerika'da 491, Asya'da 610, Afrika kıtasında 715 iken Türkiye'de 800 tonu bulmaktadır (Aydınalp, 2000:136). Kaybedilen bu topraklar, 25 cm kalınlığında, yaklaşık 400 bin hektar genişliğinde bir araziye eşdeğerdir (OSİB, 10.04.2013, aris.ormansu.gov.tr). Avrupa birliği ülkelerinin tamamında tarım, mera ve orman arazilerinde 25 milyon hektarlık alanda erozyon sorunu bulunmaktayken, Türkiye' de tarım, mera ve orman arazilerinde 57,1 milyon hektarlık alan erozyonun etkisindedir (Kasap ve Irmak, 1998:6). Bu etkilerin oluşmasında Türkiye' nin topoğrafik, jeolojik ve pedolojik, iklim ve bitki örtüsü özelliklerinin yanında antropojenik etkiler sayılabilir. Özellikle ülke yüzeyinin %63' ünde eğim %21' in üzerinde olması, erozyon eğilimi yüksek gevşek yapıdaki birimlerin geniş alanda yayılış göstermesi, erozyona elverişli yarı kurak iklim bölgesinde bulunması, tarımsal faaliyetlerin uzun yıllar boyunca hiçbir koruma alınmadan intensif yollarla sürdürülmesi ve orman alanlarının tahribatı gibi nedenlerin yanında doğrudan antropojenik etkiler de eklendiğinde Türkiye' deki erozyon durumu netlik kazanacaktır (Çepel, 1997:50).

1.3. Erozyon Tahmin Modelleri

Herhangi bir mekânda meydana gelen erozyon veya erozyon potansiyeli olan alanlarının belirlenmesi için geçmişten günümüze kadar bilim insanları tarafından farklı zamanlarda çeşitli metotlar geliştirilmiştir. Bu metotlar içerisinde klasik metotlar kullanılarak erozyon tahmininde bulunan çalışmalar olmasının yanında modern teknikler yardımıyla da tahminlerde bulunulmuştur. Toprak erozyonu çalışmalarında kullanılan birçok model genellikle deneysel olup bunlardan en yaygın kullanılanı

USLE' dir. Buna benzer modeller temelde USLE' ye dayanan revize edilmiş modellerdir (Özsoy,2007:16). Özellikle son yıllarda teknolojiye paralel olarak erozyon tahmin metotları da daha pratik ve daha gerçekçi sonuçlar üretmeye başlamıştır.

Erozyon probleminin yoğun olduğu bazı ülkeler, kendi bölgelerinin özelliklerini dikkate alarak çeşitli erozyon tahmin modelleri geliştirmişlerdir. Avrupa Birliği ülkeleri tarafından ortak bir erozyon risk belirleme yöntemi olarak kabul edilen CORINE (Coordination of Information on the Environment) ve İspanya'da geliştirilen ICONA (*Instituto para la Conservación de la Naturaleza*) bunların yanında ayrıca; WEPP (*Water Erosion Prediction Project*), USLE (*Universal Soil Loss Equation*), RUSLE (*Revised Universal Soil Loss Equation*), SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*), EPIC (*Erosion-Productivity Impact Calculator*), ANSWERS (*Areal Nonpoint Source Watershed Environment Response Simulation*), AGNPS (*Agricultural Non-Point Source pollution model*), CREAMS (*Chemicals, Runoff and Erosion from Agricultural Management Systems*), EGEM (*Ephemeral Gully Erosion Model*), EPIC (*Erosion-Productivity Impact Calculator*), EUROSEM (*European Soil Erosion Model*), MOSES (*Modular Soil Erosion System*), SERAE (*Soil Erosion Risk Assessment in Europe*) gibi modeller bu çalışmalara örnek verilebilir (Bayramin, 2003:106; Yılmaz, 2006:23; Tombuş ve Ozulu, 2007:1).

1.3.1. ICONA (Instituto para la Conservación de la Naturaleza)

Bu model İspanya Doğa Koruma Enstitüsü tarafından geliştirilmiş ve ismini de bu kuruluştan almıştır. Birçok Avrupa Birliği ülkesinde ve Akdeniz ülkelerinde kullanılmaktadır. Simülasyon modellerinin CBS ve uzaktan algılama teknolojileriyle entegre edilmesiyle erozyon etkilerinin tahmin etmede etkili araçlar arasında kabul edilmektedir (Yusufeli HES projesi ve ÇED Raporu, 2006:1). Bu modelde, herhangi bir havza veya bölgede, su erozyonunun mevcut durum ve riskini kalitatif olarak haritalamak için kullanılır. Modelde erozyon riskini belirlemek için kullanılan parametreler; arazi kullanımı, bitki örtüsü yoğunluğu, fizyografik birimler (topografya ve eğim) ve lito-pedolojik birimler (jeoloji ve toprak) dikkate alınarak, ilk olarak koruma düzeyleri ve erozyona duyarlılık haritaları, daha sonra bu iki haritanın çakıştırılması ile de sonuç erozyon durum haritası hazırlanmaktadır (Yılmaz, 2006:21).

1.3.2. CORINE (Coordination of Information on the Environment)

Avrupa komisyonu tarafından 1985 yılında başlatılan bu programda, Avrupa Birliği'nin çevre ile ilgili bazı öncelikli konularda (hava, su, toprak, arazi örtüsü, kıyı erozyonu gibi) çevre ile ilgili bilgilerin toplanması izlenmesi ve çözüm önerilerinin sunulması hedeflenmiştir. Bu amaçlara hizmet etmek üzere tasarlanan CORINE, doğal kaynakların uygun biçimde kullanmak için gerekli politikaları uygulamada var olan bilgilerle birlikte biyosfer ve öğelerinin nasıl değiştiğini içeren bilgileri sağlamak amacıyla dayanmaktadır (03.09.2012, <http://corine.cevreorman.gov.tr>; Başayığıt, 2003:367). Toprak erozyonunun nitelik yönünden haritalanmasında uygulanan CORINE modelinde, genelde toprakların aşınma duyarlılığı (Erodibilite), aşındırıcı etken (Erozivite), topografik durum ve bitki örtüsü indisleri kullanılmaktadır (Doğan ve Denli, 1999:3).

1.3.3. WEPP (Water Erosion Prediction Project)

Yüzeysel akış ve sediment verimi tahmini için, toprak türü, iklim koşulları, topografik durum, toprak örtü yüzdesi dahil olmak üzere belirli erozyon faktörleri baz alınarak hesaplanmaktadır. WEPP modeli ile aylık ya da yıllık olarak sediment verimi, yüzeysel akış, infiltrasyon, erozyon miktarı ve depolama oranları hesap edilebilmektedir. WEPP modeli, işlem tabanlı model olduğundan, erozyon

değerlendirmesine ve sediment veriminin belirlenebilmesi için önemli miktarda veri girişi olmalıdır. Buna bağlı olarak verilerin güvenilir ve doğru olması çalışmanın sonucunu doğrudan etkileyecektir. WEPP modelinin erozyon ve sediment verimi tahminlerinde iyi sonuçlar el edildiği ifade edilmesine rağmen kısıtlı alanlarda kullanılması ve önemli miktarda veriye ihtiyaç duyması nedeniyle çok tercih edilmemektedir (Yılmaz, 2006:23; Aydın, 2009:56; Savacı, 2012:2).

1.3.4. EPIC (Erosion Productivity Impact Calculator)

Bu model, ABD' de toprak erozyonu ve toprak verimliliği arasındaki ilişkiyi belirlemek için geliştirilmiş kapsamlı bir modeldir. Modelde günlük yada sürekli veri girişiyle erozyon süreçlerini uzun yıllar izlemek mümkündür. Model fiziksel bazlı bileşenlerden oluşmaktadır. Bunlar: hidroloji, atmosferik koşullar, besin döngüsü, bitki gelişimi, toprak işleme ve toprak sıcaklığı gibi parametreleri kullanmaktadır (Williams, 1990:421).

1.3.5. AGNPS (Agricultural Non-Point Source Pollution Model)

Bu model ilk olarak 1989 yılında ABD Tarım Bakanlığı Tarımsal Araştırma Merkezi tarafından tek bir olaydaki yüzey akış, sediment ve kimyasal madde taşınımını simüle ederek tahmin etmek amacıyla geliştirilmiş bir bilgisayar programıdır. Model, hidroloji, erozyon ve sediment taşınımı, kimyasal taşınımı ve noktasal kaynaklı girdi gibi alt modellerden oluşmaktadır. Bu modelde toprak kayıplarının tahmin edilmesinde RUSLE eşitliğinden faydalanılmaktadır (Apaydın, 2002:48).

1.3.6. ANSWERS (Areal Nonpoint Source Watershed Environment Response Simulation)

Fiziksel parametrelere dayalı olan bu model, havza bazında çalışmaktadır. Yüzeysel akış ve sediment veriminin minimize edilmesinde tarım arazilerinde uygulanacak yöntemin seçimini belirleyen hidrolojik bir modeldir. Tarım alanlarının ve yerleşmelerin, araziden erozyonla kaybolan bitkisel besinlere etkisini amaçlayan bu model su yükü taşınımını hesaplar. Modelde; yağış, topografik özellikler, su geçirgenliği ve sızma, sediment parçalanması ve iletimi, Parmak, parmak arası ve kanal ve erozyon alanındaki strüktür bilgileri kullanılır (Savacı, 2012:1; Yılmaz, 2006:24).

1.3.7. USLE (Universal Soil Loss Equation)

Evrensel toprak kayıpları eşitliği, herhangi bir alanda meydana gelen, potansiyel toprak kayıplarının hesaplanması ve izlenmesi amacıyla ABD Tarım Bakanlığı Toprak bölümü tarafından geliştirilmiştir. Dünyada birçok araştırmacı tarafından sıklıkla kullanılmış ve başarılı sonuçlar alınmıştır. Erozyon tahmin modellemelerinde en yaygın ve en kullanışlı yöntem olarak görülmektedir. Bu yöntem, manuel hesaplama yöntemlerinin yanında son yıllarda teknolojideki gelişmelere paralel olarak CBS ve uzaktan algılama araçları kullanılarak farklı bir ivme kazanmıştır. Yağış ve yüzey akışına bağlı olarak toprak kaybının hesaplandığı USLE eşitliği, özellikle farklı arazi örtüsü altında, uzun dönemlerde, ortalama yıllık toprak kaybının hesap edilmesinde isabetli sonuçlar vermektedir. USLE modelinde belirli bir alandaki toprak kaybı miktarını, yağış erozyon indisi, toprak aşınım faktörü, eğim derecesi ve eğim uzunluğu faktörü, bitki amenajman faktörü ve toprak koruma faktörleri kullanılarak hesaplanmaktadır (Görcelioğlu, 1989:1; Stone ve Hilborn, 2000:1; Doğan, 2002:1; Yılmaz, 2006:25; Özsoy, 2007:63; Karabulut ve Küçükönder, 2008:15; Tunç ve Schröder, 2010:60; Aksu ve Uçan, 2012:5).

1.3.8. RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation)

USLE modelinin yenilenmesi sonucu geliştirilen RUSLE, Amerika Birleşik Devletleri için geliştirilmiş olmakla birlikte dünyanın farklı yerlerinde de kullanılmaktadır (Ekinci, 2005:110; Tağıl, 2009:24). Etkin bir toprak erozyonu değerlendirmesi yapmak için kullanılan RUSLE modelinde çeşitli parametreler baz alınarak hesaplanmaktadır. Bu parametreler: yıllık yağış faktörü, toprak aşınım faktörü, eğim derecesi ve eğim uzunluğu faktörü, arazi örtüsü faktörü ve erozyon kontrol faktörü şeklinde sıralanabilir. Bu faktörler USLE ile aynı olmasına rağmen özellikle C, P ve LS faktörler revize edilmiştir. RUSLE eşitliğindeki faktörler, son yıllarda coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama teknolojileri yardımıyla haritalanarak modele dahil edilmekte ve sonuç haritaları üretilmektedir (Yılmaz, 2006:25; Özsoy, 2007:63; Tağıl, 2007:12; Karaburun vd., 2009:2; Chen vd., 2011:534).

1.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri, Uzaktan Algılama ve Erozyon Modellemesi

Yeryüzü, doğal süreçler ve beşeri müdahaleler neticesinde sürekli bir değişim içerisinde. Bu değişimlerden bazıları çok hızlı olabilirken; bazıları daha yavaş ve fark edilmesi zaman alıcı olabilmektedir. Bu tür değişimlerin izlenebilmesi için sürekli ve kesintisiz bilgiye ve bu bilgilerin güncellenebilme ihtiyacı doğmaktadır. Geçmişte mekâna ait bilgileri toplamak arazi çalışmalarıyla uzun zamanda ve maliyetli bir şekilde gerçekleşirken, günümüzde bu durum değişerek uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri sayesinde daha kısa sürede ve daha ucuza gerçekleşmektedir. Bu teknolojilerin birçok alanda başarılı bir biçimde kullanılmasıyla birlikte erozyon sahalarının haritalanmasında da sıkça tercih edilmektedir. Sürdürülebilir arazi kullanımı açısından erozyon probleminin doğru ve hızlı bir biçimde araştırılıp izlenmesi için uygun araçlar ve metodların kullanılması gerekmektedir (Karabulut ve Küçükönder, 2008:14). 1970'lerin ortalarından beri arazi kullanımını ve değişimini belirlemede uydu görüntüleri kullanılmaya başlanmıştır. Son on yıldır ise kaynak yönetiminde CBS'nin önemli bir araç olarak kullanıldığı görülmektedir (Tağıl, 2007:12).

Özellikle son yıllarda CBS ve uzaktan algılama teknolojilerinin birçok alanda araştırmacılar tarafından tercih edilmesi öneminin giderek arttığını göstermektedir. Ancak, CBS ile ilgili geçmişten günümüze kadar birçok tanım yapılmasına rağmen henüz kapsamlı ve doğru bir tanım yapılamamıştır. Bu süreç içerisinde CBS, birçok bilim dalı tarafından melezleştirilmiş, değiştirilmiş ve entelektüel, kültürel, ekonomik ve politik yönlerden ele alınarak farklı tanımları üretilmiştir. Tanımlardaki çeşitliliğin bu kadar kompleks olmasının temelinde yatan sebeplerden biri de CBS'nin kapasitesi, mantığı ve yeteneklerinin tam anlamıyla kavranamamış olmasıdır. Bu nedenle CBS'nin bilgisayarlı kartografyadan farklı olmadığı düşüncesinin yerleşmesine sebep olmuştur. Karabulut, (2005:195) CBS'yi, *"binlerce yıldır kesintisiz olarak devam eden coğrafi araştırmaların temelini oluşturan fikir, teori, kavram ve felsefi yaklaşımların otomatikleşmiş hali olup, çözümünü aranan sorulara harita temelli olarak cevap vermek amacıyla düzenlenmiş bir sistem"* olarak tanımlamaktadır.

Landsat-1 (1972)'den önce hava fotoğrafları, uzaktan algılama aracı olarak arazi kullanımı, erozyon durumu ve toprak haritalarının oluşturulmasında kullanılmıştır (Manchanda vd., 2002:62-63). 1973 yılında, multi-spektral algılayıcıların uydu sistemlerine yerleştirilmesiyle toprak erozyonu çalışmaları ve sınıflandırmaları yapılmış ve önemli sonuçlar elde edilmiştir. 1979 yılında, uydu görüntülerinden yararlanılarak ABD'de aşırı erozyona maruz kalmış alanlardaki bitkilerin cinsleri saptanmış ve erozyona yaptığı etkiler incelenmiştir (Tokmanoğlu, 1989:30). Son yıllarda bilgisayar teknolojisi, CBS ve uzaktan algılama tekniklerindeki gelişmeler sayesinde USLE metodunun uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemlerine entegrasyonu sağlanmıştır. Böylece detaylı verilerin bulunmadığı geniş havzalarda, erozyon modellemesi ve mekânsal dağılışı için daha hızlı, daha kısa ve daha doğru biçimde tahminler yapılmaktadır (Terranova, 2009:230; Özsoy, 2006:13; Chen, 2011:534).

2. KONUyla İLGİLİ ÖNCEKİ ARAŞTIRMALAR

Akarsu (1960), Mut bölgesinin jeolojisi isimli çalışmasında, Mut ve çevresinde yaptığı arazi çalışmalar ile birlikte ayrıntılı jeolojik özelliklerini anlatmıştır. Çalışma sahasında Paleozoik, Mezozoik, Tersiyer ve Kuvaterner yaşında sedimanter araziler, ayrıca Üst Kretase yaşında serpantinlerin olduğunu ifade etmiştir.

Gedik vd. (1979), Mut-Ermenek-Silifke yöresinin jeolojisi ve petrol olanakları isimli çalışmalarında, çalışma sahasının güney ve kuzeybatısında Paleozoik ve Mezozoik yaşta formasyonlar, kuzey ve kuzeydoğuda Mezozoik yaşta Ofiyolitli melanaj ile bunların üzerinde Eosen ve Miyosen yaşlı tortulların olduğu ifade edilmiştir. Miyosen başında karasal daha sonra denizel ortam şartlarında çökelen formasyonların çökeltme sırasındaki yatay ve yataya yakın konumlarını kaybetmemiş oldukları ve litolojinin çökeltme sırasındaki eski topografyaya bağlı olarak oluştuğu belirtilmiştir.

Biricik (1985), çalışma sahası olarak seçilen Sarayköy ve civarında erozyon önlemler üzerine yapılan incelemede, çalışma sahasının fiziki coğrafya özellikleri hakkında bilgiler verilmiştir. Çalışma sahasında erozyona maruz kalan bölgeler ve alınabilecek tedbirler belirtilmiştir. Sonuç olarak çalışma sahasında erozyonun faal olduğu ve bölgede son derece şiddetli erozyon sahaları, piroklastik maddenin hakim olduğu volkan konilerinin fazla eğimli yamaçlarına tekabül ettiğini ifade etmiştir. Diğer yandan hafif erozyon sahalarının fazla eğimli olmayan, yatay ve yataya yakın bünye düzlükleri üzerinde olduğunu ifade edilmiştir.

Görçelioğlu (1989), evrensel toprak kaybı eşitliği ve bunun yüzey ve çizgi erozyonuna bağlı toprak kayıplarının hesaplanmasında kullanılması isimli çalışmasında, USLE modelinin hesaplanma adımları avantaj ve dezavantajlarını açıklamıştır. Ayrıca modelin yerel ve global ölçekte kullanım alanlarını bu model için geliştirilmiş olan abakları göstererek erozyona maruz kalan mekânı manuel olarak hesaplanma adımlarını belirtmiştir.

Kocaman (1994), şiddetli erozyon etkisi altında bulunan Harşit çayı su toplama havzasında, sedimantasyon sorununun ortaya konması ve bu alanda toprak-su muhafazasının sağlanabilmesi için ileride uygulanabilecek bazı çözüm yöntemlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda çalışma sahasının jeolojik yapısı, toprak dağılımı ve topoğrafik durumu ile meca özellikleri incelenmiştir. Sonuçlara göre, çalışma sahasındaki toprakların 1.671 ha'lık alanı zayıf erozyon, 129.723 ha'ı orta şiddette erozyon, 194.408 ha' da şiddetli erozyon ve 23.557 ha' da çok şiddetli erozyon olduğu ifade edilmiştir.

Koç vd. (1994), Türkiye'de çayır-meraların durumu ve erozyon yönünden önemi çalışmalarında, Türkiye çayır ve mera varlığının ülke ve bölge yüzölçümüne göre dağılımı, işlemeli tarıma uygun olmayan ve erozyon problemi olan arazilerin alan ve oranının bölgelere göre dağılımı hakkında bilgiler verilmiştir. Bunun yanında, erozyonla mücadele yöntemleri, erozyona maruz kalan alanlardaki meraların kullanım durumu ve sonuçları üzerinde durulmuştur.

Mongkolsawat vd. (1994), USLE ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile toprak erozyonu haritalama başlıklı çalışmalarında Tayland'ın kuzeyindeki Huai Sua Ten havzasında 41 bin hektarlık alanda toprak erozyonu durumunu ortaya koymak hedeflenmiştir. Model için kullandıkları faktörlerle ilgili her biri için ayrı bir katman oluşturmuşlardır. Sonuçları erozyon şiddetine göre toplam sekiz ana sınıfa ayırarak mevcut yıllık ortalama toprak kaybını 53-159 ton arasında hesaplamışlardır.

Özdemir (1994), toprağın strüktürel dayanıklılığının ve erozyona karşı duyarlılığının mevsimsel değişimini belirlemek için Erzurum yöresine ait topraklar seçilmiştir. Çalışmada kullanılan örnekler ince ve orta derecede ince tekstürlü, organik madde içeriği düşük ile orta, kireç içeriği çok düşük ile yüksek olan, alkalilik sorunu bulunmayan topraklardır. Örneklerin strüktürel dayanıklılığı ile erozyona karşı duyarlılığını ortaya koymada geçirgenlik oranı ve toprak aşınım faktörü esas alınmıştır. Toprakların strüktürel dayanıklılığı sonbaharda, erozyona karşı duyarlılıkları ise ilkbaharda daha yüksek olduğu ifade edilmiştir.

Kaya (1995), Fırat vadisinde erozyon ve erozyon alanında iyi gelişen bitkiler isimli çalışmasında, çalışma alanındaki erozyon alanları belirlenmiş ve bu alanda yetişen bitki türleri belirlenmiştir. Bu bağlamda çalışma sahası sınırları içerisinde çeşitli örnekler sahalarda belirlenerek erozyona karşı daha olumlu bir gelişim sergileyen bitki türleri tespit edilmiştir. Sonuçlar, örnek sahalarda 33 familyaya ait 115 tür tespit edilmiş olup, araştırma alanında tür çokluğu yönünden ilk üç familya, Asteraceae, Lamiaceae ve Poaceae'dir. Türlerin %46,9'u hemikriptofit, %18,3'ü fanerofit, %15,7'si terofit, %12,2'si kamefit ve %6,9'u geofit olarak tespit edilmiştir.

Aşkın (1997), Ordu ili topraklarının strüktürel dayanıklılığı ve aşınma duyarlılığının belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada, USLE' de yer alan aşınım faktörü (K) için geliştirilen aşınım derecesi sınıflaması esas alınmış ve çalışmada seçilen ölçütler için Ordu iline ait sınır değerler oluşturulmuştur. Çalışmada 40 adet bozulmuş yüzey toprak örneği (0-20 cm) kullanılmıştır. Toprak örneklerinin söz konusu ölçüt değerleri, basit ve kısa süreli laboratuvar analiz verileri esas alınarak belirlenmiştir. Sonuçlara göre çalışma sahasının tamamına yakın bir kısmı strüktürel dayanıklılık ve erozyona duyarlılık ölçütlerine göre erozyona karşı dayanıksız ve çoğunlukla da kuvvetli derecede aşınabilir olduğu belirtilmiştir.

Prasad vd. (1997), uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak havza yönetiminde alt havza önceliklendirme çalışmalarında Nepal' in doğu bölgesinde birkaç dere ve akarsuyun birleşmesiyle oluşan Trijuga nehri havzası çalışma alanını oluşturmaktadır. Toplam havza alanı 732 km² olarak ifade edilmektedir. Daha çok alandaki arazi örtüsündeki değişim ve toprak kayıpları hesaplanmak hedeflenmiştir. Materyal ve metot olarak; 21 Aralık 1991 Landsat TM uydu görüntüleri, hava fotoğrafları ve 35 farklı istasyondan toprak örneği alınarak USLE modeli, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama vasıtasıyla 1978-1991 yılları arasındaki toplam 13 yıllık toprak kayıpları ve arazi örtüsündeki değişim ortaya konulmuştur. 1978 yılından 1991 yılına kadar, yıllık toprak kaybı 0,95' ten 1,37 mm' ye yükseldiği ifade edilmektedir.

Sevgi (1997), Işıklar deresi havzasında evrensel toprak kaybı eşitliğinin kurumsal olarak uygulanması çalışmasında havza sınırları içindeki araziler için evrensel toprak kaybı eşitliği parametreleri hesaplanmıştır. Çalışma alanı yaklaşık 6 bin hektarlık bir alan kaplamakla beraber yıllık ortalama 21,27 ile 78,38 ton arasında toprak kaybı gerçekleştiği ifade edilmektedir. Toprak kaybı belirlemede evrensel toprak kaybı eşitliğinin ulusal ve uluslararası birçok alanda kullanıldığını ve başarılı sonuçlara ulaşıldığı ifade edilmektedir.

Kasap ve Irmak (1998), Türkiye'de ve Kahramanmaraş ilinde tarım arazileri ve erozyon sorunları, mevcut durumu ortaya koymak hedeflenmiştir. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün hazırlamış olduğu Teknik Bültenler, Toprak Su İstatistik Bültenleri, Türkiye Genel Toprak Amenajmanı Planlaması, Kahramanmaraş İli Toprak Kaynağı Envanter Raporu materyal olarak kullanılmıştır. Bu kaynaklardaki veriler değerlendirilerek yorumlanmıştır. Rüzgâr ve su erozyonunun çalışma sahasındaki etkileri ve mevcut durumu buna bağlı olarak çözüm önerileri sunulmuştur.

Dutkuner ve Fakir (1999), erozyonla mücadelede ağaçlandırma faktörü üzerine yaptıkları çalışmada, erozyonla mücadelede en etkili yollardan birisinin ağaçlandırma olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca ağaçlandırmada dikkat edilmesi gereken mevzular üzerinde durularak erozyon alanlarında hangi ağaç türlerinin daha iyi bir gelişim göstereceği de ifade edilmiştir. Erozyonla mücadelede ağaçlandırma işlemlerinin bölgeye ve coğrafi şartlara uygun olarak uzmanlarca yapılması gerektiği belirtilmiştir.

Atabey vd. (2000), Mut - Karaman arası Miyosen havzasının litostratigrafisi ve sedimentolojisi çalışmalarında, istiflerin temsilci yerlerinden alınan ölçülü kesitler ile havza geometrisi ve çökel sisteme etki eden faktörleri açıklığa kavuşturmak hedeflenmiştir. Alınan örneklerin paleontolojik ve sedimanter petrografik tanımlamaları ile gerekli görülenlerden X-Ray analizi yapılmıştır.

Aydın (2000), Giresun Yağlıdere yağış havzasında yapılan çalışmada, farklı anakayalar, farklı arazi kullanım şekilleri, farklı bakılar ve farklı yükseklik kademeleri

dikkate alınarak toprakların erozyon eğilim değerleri ile bazı fiziksel, kimyasal ve hidrolojik toprak özellikleri araştırılmıştır. Bu bağlamda, araştırma sahasında her bir anakaya grubundan 12 adet olmak üzere toplam 60 adet toprak profili açılmış ve her bir profilden farklı derinlik kademelerinden toprak örnekleri alınmıştır. Sonuçlar, dispersiyon oranına göre sadece bazalt anakayasını üzerinde gelişen topraklar erozyona duyarlı olduğu ifade edilmiştir. Aynı zamanda havzadaki Koloid/nem ekivalanı oranını, erozyon ve kil oranı bakımından havza topraklarının tümünün erozyona duyarlı olduğu tespit edilmiştir.

Hickey (2000), CBS' de eğim açısı ve eğim uzunluğu çalışmasında, genellikle erozyon tahmin modellemelerinde kullanılan eğim açısı ve eğim uzunluğu faktörünün hesaplanması ve çözüm önerileri üzerinde durulmuştur. Geleneksel yöntemler yerine CBS ortamında LS faktörünün dijital yükselti modelinden (DEM) üretim şekli ve algoritması, hesaplanma adımları, avantaj ve dezavantajları hakkında bilgiler sunulmuştur.

Stone ve Hilborn (2000), Universal Soil Loss Equation (USLE) isimli çalışmalarında USLE' nin avantaj ve dezavantajlarından bahsetmişlerdir. Bu metodun temel mantığının uzun yıllar ortalama yıllık toprak kaybını tahmin etmede etkili olduğunu ve bunun için temel parametrelerin eğim, yağış paterni, toprak tipi, topoğrafik durum ve arazinin ekilip biçilme durumu olduğunu ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra örnek bir uygulama yaparak tolere edilebilir yıllık toprak kayıp sınırını 3 ton olarak ifade etmişlerdir.

Çiçek (2001), Mut ve yakın çevresinin jeomorfolojisi çalışmasında, Mut havzasını yatay ve yataya yakın Miyosen yaşlı kireçtaşı, marn ve killerden oluştuğu ifade edilmiştir. Miyosen yaşlı bu kayalar üzerinde 1450-2000 m'lerde yayılım gösteren Orta Miyosen yaşlı yapısal-aşınım yüzeyi, 850-1200 m'lerde yayılan Üst Miyosen aşınım yüzeyi, 500-700 m'lerde yayılan Pliyosen aşınım yüzeyi 250-400 m'lerde yayılan En alt Pleistosen aşınım yüzeyi olmak üzere 4 farklı yüzeye ayırmıştır.

Apaydın (2002), yüzey akış ve sediment modellerinin CBS yardımıyla uygulanması isimli çalışmasında, yağış- yüzey akış- erozyon modellerinden AGNPS, SWRRB ve GLEAMS' in CBS yardımıyla uygulanışı ve CBS' nin bu modellere sağlayacağı yararların belirlenmesi ve modellerin geçerliliği üzerinde durulmuştur. Sonuçlara göre, 1989-1997 yıllarının ortalamasına göre 464,42 mm yağış sonrası 100,05 mm akım, 29.61 mm yüzey akış olmuştur. SWRRB 39.84 mm akım, AGNPS 48.50 mm, GLEAMS 34.51 mm yüzey akış olacağını tahmin etmiştir. Yıllık ortalama sediment verimi 3.58 t/ha olan havzada AGNPS modeli ortalama 19.89 t/ha, SWRRB ortalama 19,8 t/ha, GLEAMS ise ortalama 1.33 t/ha sonuç elde edilmiştir.

Aşkın (2002), toprakların strüktürel dayanıklılığının ve erozyona duyarlılığının belirlenmesinde kullanılan kil oranı, strüktür stabilite indeksi, dispersiyon oranı, süzülme oranı, erozyon oranı, agregat stabilitesi ve toprak aşınım faktörü (USLE' deki K faktörü) gibi bazı parametrelerin uzaysal değişimleri belirlenmiştir. Samsun-Karakoy Tarım işletmesinde yaklaşık 1.35 ha arazide, aynı hat üzerinde olmak şartıyla 119 farklı topoğrafik pozisyona (tepe, yamaç ve teras) sahip bir merada, toprak aşınabilirliği bazı toprak özellikleri yardımıyla ortaya konulmuştur. Topoğrafyanın aşınabilirlik üzerine etkisi araştırılmış, seçilen aşınım parametrelerinin uzaysal değişimi jeostatistiksel tekniklerle değerlendirilmiş ve incelenen ölçütler haritalanmıştır. Sonuç olarak; araştırma alanı topraklarının tamamına yakın bir kısmı strüktürel dayanıklılık ve erozyona duyarlılık ölçütlerine göre erozyona karşı dayanıklı olarak nitelendirilmiştir.

Özdemir ve Sunkar (2002), Keban çayı havzasında doğal ortam insan ilişkileri ve erozyon problemi çalışmalarında, havzada bitki örtüsünün tahribi ve eğim koşullarına bağlı olarak havza topraklarında yaşanan büyük toprak kayıplarına buna bağlı olarak ekosistemdeki bozulmalara dikkat çekilmiştir. Çalışmada havzanın iklimik, toprak, topoğrafik gibi özellikleri üzerinde durulmuştur. Mevcut erozyon durumu hakkında ve alınabilecek tedbirler hakkında bilgiler verilmiştir.

Shi vd. (2002), Hanjiang nehrinin orta ve aşağı kısmında RUSLE modeli ve coğrafi bilgi sistemleriyle erozyon risk değerlendirmesi çalışmalarında, RUSLE

modelinde kullanılan verileri ve CBS ortamında kullanım biçimi hakkında bilgiler verilmiştir. Faktörlerin hesaplanma adımları ve sonuçlar tematik katmanlara dönüştürülerek sonuç haritaları üretilmiştir. Sonuçlara göre, çalışma alanının %31'i tolere edilebilir erozyon risk sınıfı içerisinde olurken, %5,7' si ise yüksek risk sınıfı içerisinde yer almaktadır. Yüksek erozyon risk sınıfına giren alanda yıllık ortalama 80 ton/ha kayıp yaşandığı ifade edilmiştir. Ayrıca bu alanların daha çok eğimin yüksek olduğu alanlarda ve Hanjiang nehrinin orta kısmında olduğu ifade edilmiştir.

Erol ve Çanga (2003), Eskişehir ili Mihaliççık ilçesinin kuzeybatısında yer alan Kabağın deresinin bulunduğu havzada potansiyel ve gerçek erozyon tehlikesi alanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada, seçilmiş alanın erozyon durumunun belirlenmesi ve haritalandırılmasında CORINE yöntemi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri tekniği kullanılmıştır. Potansiyel erozyon tehlikesi haritası sonucuna göre çalışma alanının %44' ünün düşük, %52' sinin orta, %4' ünün ise yüksek erozyon tehlikesi gösterdiği belirtilmiştir. Gerçek erozyon tehlikesi haritası sonuçlarına göre ise alanın, %31' i düşük, %20' si orta, %49' unun yüksek derecede erozyona maruz kaldığı ifade edilmektedir.

Akşit (2004), çalışmasında, tarımsal topraklarda, toprağı işleme yöntemlerindeki değişime bağlı olarak çizgi erozyonunun gelişimindeki farklılıkları ortaya koymak ve çizgilerin geometrik alanlarından toprak kaybı hesaplanmıştır. Amaca yönelik olarak Acıpayam-Kumafşarı çevresindeki eğimli tarım arazilerinden farklı toprak tekstürleri içeren 40x24 m'lik dört tarla seçilmiştir. Sonuç olarak; konturlara paralel sürüm yapılan alanlarda oluk erozyonu daha fazla ilerleme göstermekte, konturlara dik sürüm yapılan alanlarda ise oluk erozyonu sürüm şeritleri tarafından kontrol altında tutulduğu belirtilmiştir.

Fu vd. (2004), çalışmalarında, işlenmemiş arazilerdeki sediment verimi ve toprak erozyonu modellemesi için RUSLE, SEDD ve CBS tekniklerinden yararlanılmıştır. Çalışma sahası olarak yaklaşık 327 km² bir alan kaplayan Washington' un güneydoğusundaki Pataha deresi havzası seçilmiştir. Kullanılan modellerin hesaplanma adımları açıklandıktan sonra her faktöre ait katmanlar CBS yardımıyla üretilmiştir. Sonuçlara göre havzada yıllık ortalama toprak kaybı 0 ile 50 ton arasında değiştiği ifade edilmiştir.

İrvem ve Tülücü (2004), coğrafi bilgi sistemi ile toprak kaybı ve sediment verimi tahmin modelinin oluşturulması ve Seyhan Körkün alt havzasına uygulanması çalışmalarında geniş havzalarda toprak kaybı ve sediment verimi tahminine yönelik bir modelin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Toprak kaybı tahmini için USLE modeli kullanılırken sediment verimi tahmini için çeşitli istatistiksel işlemler kullanılmıştır. USLE' de kullanılan her faktör için Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında katmanlar oluşturulmuş ve sonuç haritası için çakıştırılmıştır.

Özdoğan (2004), Mut havzasının Miyosen stratigrafisi, Adana havzası ile ilişkisi ve paleocoğrafik gelişimi isimli çalışmasında, bölgenin 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası yapılmış ve bölgedeki istifin stratigrafik dağılımı belirlenmiştir. Farklı dönemlere ait çökel türleri ve ortam özellikleri açısından Mut havzasının Adana havzasıyla uyum içerisinde olduğu ifade edilmiştir.

Shi vd. (2004), Wangjiaqiao havzasında (Çin) küçük havza düzeyinde toprak koruma planlaması çalışmalarında RUSLE ve CBS' den yararlanılmıştır. Toprak kayıpları ve korunmasının planlamasında geniş alanlar için RUSLE modelinin avantajlı ve pratik olduğu ifade edilmiştir. Modelleme ve sonuç çıktılarının üretilmesi aşamasında CBS' den faydalanılmıştır. Sonuçlara göre, çalışma sahasında yıllık ortalama toprak kaybı havzanın eğimli bölümlerinde 26 ile 52 ton arasında değiştiği belirtilmiştir.

Balabanlı vd. (2005), erozyon ve çayır-mera ilişkileri çalışmalarında, erozyonun oluşum süreçleri, erozyon çeşitleri ve Türkiye' de arazilerin yapısı ve erozyona maruz kalan alanların sayısal olarak ifade edilmesi erozyonun etkisi hakkında genel bilgiler verilmiştir. Bunun yanında erozyon alanlarında çayır ve meranın erozyona etkileri, erozyon oluşumuna etki eden faktörler üzerinde durulmuştur.

Ekinci (2005), çalışma sahası olarak seçilen Kozlu deresi havzasında erozyon durumunu ortaya koyma hedeflenen çalışmada CBS ortamında RUSLE modeli kullanılarak sonuç haritaları oluşturulmuş ayrıca sonuçlar sayısal olarak ifade edilmiştir. RUSLE modelindeki her faktör için hesaplanan parametreler CBS ortamında tematik katmanlara dönüştürülmüştür. Sonuçlara göre, inceleme alanının erozyon bakımından fazla riskli olmadığı ifade edilirken, tüm alanın %64,20'si çok hafif, %20,18'i hafif, %7,10' u orta, %6,42' si güçlü, %1,65' i şiddetli, %0,45' i çok şiddetli erozyon sınıflarına dahil olduğu belirtilmiştir.

Gupta vd. (2005), Loni nehri havzasında Coğrafi Bilgi Sistemi ortamında USLE modeli kullanılarak toprak erozyonu değerlendirmesi adlı çalışmalarında, toprak erozyonunun kompleks bir yapıya sahip olduğunu ve bu tür çalışmalarda modern tekniklerin etkin bir biçimde kullanılması durumunda daha gerçekçi sonuçlara ulaşılabileceğini ifade etmişlerdir. Loni nehri havzasında yıllık ortalama toprak kaybını 9,97 ton olarak tespit etmişlerdir. Çalışma alanındaki yıllık toprak kaybını haritalarken toprak kaybını, şiddetine göre çok düşük toprak kaybindan; yüksek toprak kaybına olarak beş sınıfa ayırmışlardır ve her sınıf için toprak kaybını yüzde olarak belirtmişlerdir.

Karaş (2005), Küçükemalı ve Güvenç Havzaları seçilerek yürütülen çalışmada havzaların su ve sediment verimleri SWAT Modeli kullanılarak belirlenmiştir. Küçükemalı havzasındaki bir alt havzada ölçülen su ve sediment verimi sonuçlarına göre havzanın gözlenen su verimi 141,85 mm, tahmin edilen su verimi ise 245,76 mm iken ölçülen sediment verimi 0.001 t/ha/yıl, tahmin edilen sediment verimi ise 4.21 t/ha/yıl olarak hesaplanmıştır. Güvenç havzasında ölçülen su ve sediment verimi sonuçlarına göre havzanın gözlenen su verimi 119,62 mm ve tahmin edilen su verimi ise 127,38 mm iken ölçülen sediment verimi 35.83 t/ha/yıl, tahmin edilen sediment verimi ise 1.28 t/ha/yıl olarak ifade edilmiştir.

Tombuş (2005), çalışmasında, erozyon risk belirleme yöntemlerinden CORINE ve ICONA incelenmiş, çok ölçütlü karar verme problemlerinin çözümünde kullanılan analitik hiyerarşik süreç ile yeni bir erozyon risk değerlendirme yöntemi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Analitik hiyerarşik süreç ile belirlenen erozyon değişkenlerinin ağırlıkları ve yeni erozyon risk formülü, erozyon risk haritasının oluşturulmasında kullanılmıştır. Çalışma alanı olarak Çorum ili seçilmiştir. Yeni yöntemin çalışma alanına uygulanmasında, uzaktan algılama ve CBS tekniklerinden yararlanılmıştır. Sonuçlara göre, çalışma alanının %7' sinde çok az, %13' ünde az, %20' sinde orta, %27' sinde yüksek, %33' ünde çok yüksek düzeyde erozyon riski olduğu ifade edilmiştir.

Yılmaz (2005), Kızılırmak deltasında meydana gelen erozyonun coğrafi analizi isimli çalışmasında Kızılırmak deltası kıyılarındaki erozyonal süreçlerle bağlantılı olarak meydana gelen ekolojik değişimler ve sorunlar üzerinde yoğunlaşmıştır. Deltanın kıyı kesimindeki gerilemeyi durdurmak için gerçekleştirilen beşeri müdahalelerin sonuçları üzerinde durulmuştur.

Yılmaz (2006), Çamlıdere Barajı havzasında erozyon problemi ve risk analizi çalışmasında, USLE modeli kullanılarak elde edilen değerler ile havzadaki erozyonun şiddeti ve miktarı belirlenmiştir. Ayrıca baraj yapımından önceki topografya haritasından elde edilen bilgilere ve barajın su alma yapısının özelliklerine bağlı olarak, ölü hacim hesabı yapılarak, barajın ekonomik ömrü hesaplanmıştır. Sonuçlara göre havzada yılda 716,000 ton toprak kaybolmaktadır. Bunun %34' ü orman alanlarından, %28' i meralardan, %19' u tarım alanlarından, %16' sı kırgıbayır alanlarından, %3' ü de yerleşme alanlarından kaynaklandığı ifade edilmiştir.

Akgün (2007), çalışmasında, CBS ve Uzaktan Algılama yöntemleri yardımıyla Ayvalık ve yakın çevresine ait 424 km²' lik bir bölgenin erozyon ve heyelan açısından duyarlılık değerlendirmesi yapılmıştır. Ayvalık ve yakın çevresine ait kayalara ait sahanın yüzey erozyon duyarlılığını belirleyen ana faktörlerin yüzey suyu, litoloji, eğim ve bozunma derecesi olduğu ifade edilmiştir.

Koç (2007), Göksu deltasının jeolojik gelişimi isimli çalışmasında, Göksu

deltasının kıyı çizgisi değişimleri ölçülmüş, kıyı boyunca alınan çökel örneklerinde tane boyu analizleri yapılmış, deltanın Kuvaterner çökel alanları belirlenmiştir. Göksu deltası, taban kenarı 26 km'lik uzunluğunda ana karaya bağlı ve 42 km'lik uzunlukla denize bağlı, 164 km²'lik alanlı bir yamuk morfolojisinde olduğu ifade edilmiştir. Deltayı akarsuya bağlı gelişen birimler, kıyıya bağlı gelişen birimler ve rüzgâra bağlı gelişen üç ayrı birim olarak tasniflendirmiştir.

Özkale vd. (2007), Kozlar (Mut-Mersin) dolayının stratigrafisi isimli çalışmalarında, bölgenin stratigrafik özellikleri incelenerek, belirtilen alanın 1/25.000 ölçekli detay jeoloji haritası hazırlanmıştır. Sonuçlara göre çalışma alanında başlıca 5 adet kaya stratigrafi birimi ayırtılarak haritalanmıştır. Tersiyer istifli; killi kireçtaşı ve marn ardalanmalı Erken Miyosen yaşlı Karsanti formasyonu; siltaşı, marn ve kumlu kireçtaşı yapıllı Erken-Orta Miyosen yaşlı Kaplankaya formasyonu; resifal kireçtaşından oluşan Erken-Orta Miyosen yaşlı Karaisalı kireçtaşı; marn, killi kireçtaşı, kireçtaşı, kumtaşı ve çakıltası yapıllı Erken-Orta Miyosen yaşlı Güvenç formasyonu ve Kuvaterner yaşlı Yamaç Molozu ile temsil edildiği ifade edilmiştir.

Özsoy (2007), çalışmasında, CBS ortamında RUSLE parametreleri ile Mustafakemalpaşa nehri drenaj havzasında yıllık potansiyel toprak kaybı belirlenmiş, toprak erozyon riski tahmininde Uzaktan Algılama ve CBS tekniklerinin uygulanabilirliği sınanmıştır. RUSLE-R faktörü yerel meteoroloji istasyonlarının aylık yağış verileri kullanılarak hesaplanmıştır, topoğrafik faktörler sayısal yükseklik modelinden, toprak verileri sayısallaştırılmış toprak haritalarından ve arazi kullanım/örtüsü verileri Landsat-7 ETM uydu verilerinden üretilmiştir. Çalışma sahasında yıllık ortalama toprak kaybı 11,18 ton/ha olarak hesaplanmıştır.

Üstün (2007), Ganos Dağı çevresinde toprak erozyonu nedeniyle kaybedilen toprak miktarının boyutlarının yıllık bazda ana hatları ile ortaya konulması amaçlanan çalışmada, güncel arazi kullanımına etkin ve süratli bir şekilde ulaşabilmek amacıyla uydu görüntülerinden faydalanılmıştır. Çalışma sahasındaki toprak erozyonu riskinin tahmini bir modelini ortaya koyan Morgan yöntemi tercih edilmiştir. Sonuçlar, Ganos Dağı çevresinde erozyonun kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu, dolayısıyla bölgede hızlandırılmış erozyonun etkisi Türkiye genelindeki kadar çok hissedilmediği ifade edilmiştir.

Tağlı (2007), Batı Anadolu' nun kuzeybatısındaki Biga Yarımadasındaki Tuzla Çayı havzasının Uzaktan Algılama ve coğrafi bilgi sistemi teknikleri kullanarak arazi degradasyonunu ve erozyon riskini ortaya koymak ve erozyon riski üzerine arazi kullanımı- arazi örtüsü değişikliklerinin etkisini ortaya koymak amaçlanmıştır. Havzadaki toprak kaybının tespitinde toprak kaybı modeli RUSLE kullanılmıştır. Modeldeki dinamik arazi örtüsü parametresi, Landsat TM 1987 ve Landsat ETM+ 2000 çok bantlı sensor sitemlerinden elde edilen uzaktan algılama verileri kullanılarak yapılmıştır. Erozyon modeli, yüksek toprak erozyon risk gruplarında arazi örtüsündeki değişime bağlı olarak 1987 yılından 2000 yılına kadar artış olduğunu göstermektedir.

Yakupoğlu ve Özdemir (2007), erozyona uğramış topraklara uygulanan arıtma çamuru ve çay endüstrisi atığının toprakların mikro element içeriklerine etkileri çalışmalarında, Samsun ilinin merkez ilçesine bağlı Aşağı Aksu köyünde farklı düzeylerde (hafif, orta ve şiddetli) aşınmaya uğramış topraklara ilave edilen arıtma çamuru ve çay endüstrisi atığının, toprakların mikro element kapsamına etkilerini belirlemek amaçlanmıştır. Sonuçlar, organik atık uygulamalarının, erozyona uğramış toprakların mikro element içeriklerini, kontrol uygulamasına göre önemli derecede artırdığı ifade edilmiştir.

Yüksel vd. (2007), WEPP modeli kullanarak Ayvalı Barajı havzasında (Kahramanmaraş) sediment verimi tahmininde bulunmuşlardır. Çalışmada WEPP modeli için çeşitli dosyalar oluşturulmuştur. Oluşturulan bu dosyalar CBS' ye entegre edilerek sonuç haritası elde edilmiştir. Ayrıca, arazi kullanım tiplerine göre sediment verimleri hesaplanmıştır. Sonuçlara göre, orman alanlarındaki sediment verimi 1.32 ton/ha/yıl, mera alanlarında 4,69 ton/ha/yıl ve tarım alanlarında ise 23,95 ton/ha/yıl olarak hesaplanmıştır.

Gonzalez (2008), CBS ve uzaktan algılama kullanılarak Río Grande de Arecibo havzasında toprak erozyonunun hesaplanması çalışmasında, USLE eşitliği kullanılmıştır. Arazi örtüsü faktörü (C) Landsat 7 ETM uydu görüntüsünden NDVI üretilerek hesaplanmıştır. USLE modelinin küçük havzalardaki potansiyel erozyonu tahmin etmede etkili ve kullanışlı olduğu ifade edilirken çalışma sahasında yıllık ortalama potansiyel erozyon alanları için üretilen sonuç haritasına göre yaklaşık 0 ile 44 ton arasında toprak kaybı yaşandığı hesaplanmıştır.

Karabulut ve Küçükönder (2008), coğrafi bilgi sistemleri ortamında USLE modelini kullanarak Kahramanmaraş ovasında erozyon açısından problemlili alanları tespit etmek ve aynı zamanda erozyon modeli oluşturulması sırasında ihtiyaç duyulan veriler ve veri ölçekleri hakkında mevcut durum ve elde edilen sonuçlar üzerinden riskli görülen arazi kullanım türleri belirlenmeye çalışılmıştır. USLE modelindeki tüm parametreler CBS ortamında model oluşturularak hesaplanmış ve bu parametreler için tematik katmanlar oluşturulmuştur. Yine CBS ortamında bu katmanlar çakıştırılarak sonuç risk haritası üretilmiştir. Sonuç olarak çalışma alanında yıllık ortalama 0 ile 21 ton aralığında toprak kaybı oranları hesaplanmıştır.

Kaya (2008), Türkiye geneline yayılmış ve düzenli yağış ölçümlerinin yapıldığı 252 adet meteoroloji istasyonunun günlük yağış verileri kullanılarak, 1993–2004 yılları arasında oluşan her bir yağışın enerjisi ve şiddeti hesaplanmıştır. Ülke ölçeğinde yağış enerji ve şiddetlerinden RUSLE-R değişkeni belirlenmiştir. Türkiye genelinde olmak üzere toplam 252 istasyona ait R değişkeni belirlenmiş ve bölgesel bazda değerlendirmelerde bulunulmuştur.

Yakupoğlu vd. (2008), çalışmalarında, toprak erozyonunu tahminlemede bulanık mantık temelli modellerin kullanımı değerlendirilmiştir. Bu amaçla öncelikle iki değerli mantık tanımlanmış ve iki değerli klasik mantıktan bulanık mantığa geçiş süreci irdelenmiştir. Aynı zamanda klasik modelleme yöntemleriyle gerçekleştirilen çalışmalarda bulanık mantık algoritmasının kullanılmasının avantajlarından bahsedilmiştir. Son kısmında ise konuya örnek olan bir çalışmaya yer verilmiştir.

Yüksel (2008), Kahramanmaraş Kartalkaya Barajı havzasında CBS ve Uzaktan Algılama teknikleri kullanılarak erozyon riski haritalanmıştır. Çalışmada, CORINE modeli tercih edilerek havzadaki erozyon riski değerlendirilmiştir. Arazi kullanımı/örtüsü ASTER uydu görüntülerinden sınıflama yapılarak elde edilmiştir. Çalışma alanındaki potansiyel ve aktüel toprak erozyonu hesaplanmıştır. Buna göre, potansiyel erozyon ve aktüel toprak erozyonu risk sınıfları düşük, orta ve yüksek diye 3 sınıfa ayrılmıştır. Havzanın %18,01' i düşük, %34,18' i orta ve %47,81' i ise yüksek potansiyel erozyon sınıfına girdiği ifade edilmiştir. Diğer taraftan havzada, %34 düşük, %35 orta ve %31' i yüksek aktüel toprak erozyonu sınıfları içerisine dahil olduğu ifade edilmiştir.

Aladağ (2009), Kahramanmaraş yöresi ahır dağı meralarında WEPP yöntemiyle toprak kayıplarının belirlenmesi üzerine araştırmalar (keklik deresi yağış havzası örneği) çalışmasında, bazı fiziksel, kimyasal ve hidrolojik toprak özelliklerinin farklı yükselti, anakaya ve bakı gruplarına göre değişimi incelenmiştir. Araştırma alanından tahmini kaybolan toprak ve sediment miktarının belirlenmesinde; programın net veriler verebileceği ve alan olarak havza alanına yakın bir nokta seçilmiş ve bu noktada GeoWEPP programı uygulanmak suretiyle havzada meydana gelen sediment verimi ortaya konulmuştur. Buna göre, araştırma alanında toplam sediment verimi 34533,5 ton/yıl olarak belirlenmiş ve bu değer havza alanına bölündüğünde ortalama olarak kaybolan toprak kaybı 44 ton/ha/yıl olduğu belirtilmiştir.

Aydın (2009), toprak kayıpları ve alınması gereken önlemlerle ilgili Gümüşhane-Torul barajı yağış havzasında arazi kullanımına göre WEPP (Water Erosion Prediction Project) modeli tercih edilmiştir. WEPP modeli için kullanılan parametrelerle ilgili hesaplamalar ve katmanlar oluşturulmuştur. Farklı arazi kullanım şekillerine göre tahmini toprak kayıpları ayrıca hesaplanmıştır. Sonuçlar toplam havza alanında yıllık ortalama yaklaşık 33 bin tonluk bir kayıp olduğu ifade edilmiştir.

Bahadır (2009), uzaktan algılama ve CBS kullanılarak toprak erozyonu

duyarlılığı haritalama isimli çalışmasında çalışma alanı olarak Tayland'ın üst Nam Wa havzası seçilmiştir. Çalışma alanındaki toprak erozyonu riskini ortaya koymak için USLE eşitliği tercih edilmiştir. Modeldeki tüm parametreler için hesaplama adımları açıklandıktan sonra CBS ortamında tematik katmanlar oluşturulmuştur. Çalışma alanı toplam on adet erozyon risk sınıfına ayrılmıştır. Ayrıca çalışma alanındaki arazi örtüsü sınıflarına göre toprak erozyon oranları belirlenmiştir.

Bingölbali (2009), çalışmasında, Erkenez çayı havza topraklarının bünyesel özellikleri ve bazı kimyasal özellikleri ile toprak erodibilite değerleri arasında ilişkiler belirtmeye, bunun yanında da havzanın erozyondan ve sularının kirlilikten korunması için gerekli teknik ve yönetsel önlemlerin irdelenmesi hedeflenmiştir. Sonuçlara göre, kation değişim kapasitesi, sodyum, Ca + Mg, agregat stabilitesi, organik madde/kil+silt, toplam tuz, pH, organik madde, kil miktarı, kaba kum miktarı ve potasyum miktarı arttıkça toprakların erozyona duyarlılıklarında azalma görülmektedir. Ancak silt/kil oranı, silt + çok ince kum, çok ince kum, silt ve kum oranları arttıkça toprakların erozyona duyarlılıkları da arttığı belirtilmiştir.

Ergül (2009), Kahramanmaraş Kartalkaya barajı yağış havzasında farklı arazi kullanım şekilleri altındaki arazilerden, Geotekstil yöntemi (silt fens) kullanılması ile yamaç arazilerden meydana gelen toprak kayıplarının belirlenmesi hedeflenen çalışmada, araziden ölçülen sediment değerleri ve toprak kayıpları WEPP modelinin uygulanması ile elde edilecek tahminlerle karşılaştırılmıştır. Kartalkaya Barajı yağış havzasının içerisinde kurulan deneme parsellerinin bulunduğu mevki toprakları geçirgenlik ve drenaj bakımından yeterli bir niteliğe sahip olsa da toprak yüzeyinin açık bulunduğu tarım ve mera alanlarında önemli bir toprak taşınması olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca çalışma sahası içerisinde farklı arazi kullanım şekilleri altındaki arazilerde (tarım, orman, mera) kurulan geotekstillerde de (silt fens) tarım alanında fazla miktarda toprak kaybı olduğu belirtilmiştir.

Erol vd. (2009), Isparta-Darıderesi havzası topraklarında erozyona duyarlılığın arazi kullanım şekillerine bağlı değişimi isimli çalışmalarında, Darıderesi havzası topraklarının erozyona duyarlılık oranlarının belirlenmesi yanında, yağış erozyon risk sınıfları da ortaya konulmuş ve erozyona duyarlılık oranlarının arazi kullanım şekillerine bağlı değişimleri değerlendirilmiştir. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile erozyona duyarlılıklarını belirlemede kullanılan bazı erodibilite indekslerinin arazi kullanım şekillerine bağlı değişimlerine ait verilerin değerlendirilmesinde, varyans analizi kullanılmış ve önemli çıkan analizlerde gruplaşmayı belirlemek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Sonuçlar, çalışma alanındaki arazilerin erozyona duyarlılıkları çok yüksek olduğu ifade edilmektedir.

Karaburun vd. (2009), Büyükçekmece havzasında erozyon tahmini için CBS tabanlı RUSLE modeli tercih edilmiştir. Büyükçekmece havzasının RUSLE faktörleri beş raster katman olarak üretilmiştir. Bu raster katmanlar CBS ortamında çarpım işlemi sonucu yıllık ortalama toprak kaybı ve toprak kayıp risk haritası üretilmiştir. Havzada gerçekleşen ortalama toprak kaybı ise yıllık 2,4 ton olarak hesaplanmıştır.

Reis vd. (2009), Kahramanmaraş yöresi Keklik deresi yağış havzasında dere akımlarını etkileyen fizyografik etmenlerin irdelenmesi çalışmalarında, araştırma alanından toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve hidrolojik özellikleri ile erozyon eğilimlerini belirlemek için, farklı anakayalar, farklı yükseklik kademeleri ve farklı bakı gruplarından toprak örnekleri alınmıştır. Toprakların erozyon eğilimi ile bazı fiziksel, kimyasal ve hidrolojik özelliklerinin, anakaya, yükselti ve bakıya göre farklılık gösterip göstermediği varyans analizi yöntemi ile toprakların çeşitli özellikleri arasındaki ilişkiler korelasyon analizi yöntemi ile ortalamaların karşılaştırılması ise Duncan testi ile yapılmıştır.

Şensoy ve Palta (2009), yamaç şekillerinin toprak erozyonu üzerine etkisi çalışmalarında, erozyonla ilgili yapılan modelleme ve istatistiki çalışmalarda yamaç şekillerinin göz ardı edildiği ifade edilirken USLE modelinin erozyon çalışmalarında yamaç eğimini ön planda tuttuğu ve kullanışlı olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada

yapılan arazi ve laboratuvar çalışmalarının ortaya koyduğu sonuçlara göre; yamaç şekilleri, sediment taşınımı ve yüzeysel akışa dikkate değer ölçüde etki ettiği ifade edilmektedir.

Tağıl (2009), Çakırdere ve Yahu Dere havzalarında toprak kaybının ortaya konması ve toprak kaybındaki mekânsal farklılıklar üzerinde etkili olan faktörlerin vurgulanması konulu çalışmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri ve istatistiksel yöntemlerden yararlanılmıştır. Özellikle toprak kaybının tespitinde RUSLE modeli kullanılmış sonuç haritaları CBS ortamında üretilmiştir. Yahu Dere havzasında toprak kaybının Çakırdere havzasından daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar arazi örtüsü ve topografyanın havzalardaki toprak erozyonunun mekânsal dağılımında bir havzadan diğerine farklılıklara neden olduğunu göstermektedir.

Yılman (2009), çalışmasında, USLE ve RUSLE ile birlikte CBS ve jeostatistiksel yöntemler kullanılarak, Eldivan Sarayköy sulama göleti su toplama havzasında toprak erozyon riski belirlenmiştir. Sonuç olarak, USLE/RUSLE yönteminin yağış ve yüzey akış aşındırma enerjisi, toprak erozyon duyarlılığı, eğim uzunluğu ve dikliği ve bitkisel örtü ve ürün yönetimi değişkenleri hesaplanarak, ilgili su toplama havzasına gelmesi olası ortalama toprak miktarı hesaplanmıştır.

Zengin vd. (2009), Çoruh havzası erozyon durumunun CBS ile belirlenmesi ve çözüm önerileri konulu çalışmalarında, Çoruh havzasında iklim ve topoğrafik koşullara bağlı olarak ortaya çıkan etkili erozyonun ve derecesinin havza içerisinde eğime bağlı olarak dağılımı araştırılmıştır. Çeşitli kamu kuruluşlarından elde edilen haritalar CBS ortamında sayısallaştırılmıştır. Sonuçlar, çalışma alanı topraklarının şiddetli derecede erozyona uğradıkları ve bu durumun devam ettiği saptanmıştır.

Adediji vd. (2010), CBS ve uzaktan algılama kullanılarak RUSLE ile Nijerya'nın Katsina bölgesinde erozyon risk değerlendirmesi çalışmalarında, araştırma sahasında yıllık ortalama 17,35 ton toprak kaybı yaşandığı ifade edilmiştir. Arazi kullanım ve arazi örtüsü için Landsat ETM uydu görüntüleri kullanılmıştır. Coğrafi bilgi sistemleri ve Uzaktan Algılama tekniklerin bu tür çalışmalarda etkili ve kullanışlı olduğu ifade edilmiştir.

Altan (2010), CBS ve uzaktan algılama yöntemleri yardımıyla Giresun (Şebinkarahisar) ve çevresinin erozyon riskinin incelenmesi çalışmasında RUSLE modeli tercih edilmiştir. Çalışmada, Landsat 5 TM (2001) yılına ait uydu görüntüsü, 1/25000 ölçekte topoğrafya haritası, büyük toprak gurupları haritası ve inceleme alanına ait yağış verileri olmak üzere dört temel veri gurubu kullanılmıştır. Sonuçlara göre, inceleme alanının 9.98 km²'lik kısmının çok düşük, 16.25 km²'lik kısmının düşük, 3.78 km²'lik kısmının orta, 0.32 km²'lik kısmının yüksek ve 0.03 km²'lik kısmının ise çok yüksek erozyon riskine sahip olduğu belirtilmiştir.

Barut (2010), Artvin Şavşat yöresinde su erozyonu çeşitleri - toprak tekstürü ilişkileri isimli çalışmasında, arazide suyun neden olduğu farklı görünümdeki toprak erozyonu tiplerinin, toprak tekstüründe nasıl bir değişim yarattığını ortaya koyma hedeflenmiştir. Bu bağlamda, kumtaşı ve marn ana kayasından gelişen topraklar üzerinde erozyona uğramış ve erozyona uğramamış alanlarda parseller seçilmiştir. Bu parsellerden toprak örnekleri alınmış, çizgi ve oyuntu erozyonu kesit alanları ölçülmüştür. Sonuçlara göre, kumtaşı ana kayasından gelişen toprakların, marn ana kayasından gelişen topraklara göre su erozyonuna karşı gösterdikleri davranışların farklı olduğu ortaya konmuştur.

Chen vd. (2010), Çin' in kuzeyindeki Miyun havzasında CBS ve Uzaktan Algılama teknikleriyle toprak erozyonu haritalama çalışmalarında RUSLE modeli kullanılmıştır. Havzanın üst kısmında toplam 12 yerleşim biriminde RUSLE modeliyle elde edilen erozyon risk sonuçları altı adet risk sınıfına ayrılmıştır. Bu sınıfların alansal ve yüzde olarak dağılımı belirtilmiştir. Ayrıca her faktör için CBS ortamında katmanlar oluşturulmuştur. Sonuçlar, çalışma sahasının yarısından fazlasında (%66,88) çok düşük erozyon riski olduğu ifade edilmiştir.

Ekinci vd. (2010), uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak erozyon duyarlılık haritalarının oluşturulması konulu çalışmalarında İstanbul' un

Durusu Baraj Gölü havzası tercih edilmiştir. Özellikle USLE modelinin revize edilmiş hali olan RUSLE modeli kullanılarak potansiyel erozyon alanları belirlenmiştir. Bu modelde her faktörün hesaplanma adımları açıklanarak tematik katmanlar CBS ortamında oluşturulmuştur. Sonuçlar, erozyon risk sınıflarına ayrılarak ifade edilmiş ve çalışma sahasının yarısına yakınında çok yüksek erozyon riski olduğu belirtilmiştir.

Ertekin ve Özel (2010), Çorum’ da bulunan Karhın çayı havzası ile Karaveran havzasında 1999 ve 2001 yıllarında erozyonla mücadele kapsamında yapılan karaçam ve Toros sediri ağaçlandırmaları incelemişlerdir. Bu amaçla farklı ağaçlandırma alanlarından üç tekerrür olacak şekilde 400 m²’ lik toplam 24 adet deneme alanı alınmıştır. Bölgelere ve bakılara göre belirlenen deneme alanlarında, deneme alanlarına giren tüm fidanların fidan boyu, kök boğaz çapı ve yaşama yüzdesi değerleri belirlenmiştir. Elde edilen deneme alanı ortalama değerlerine varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analizi sonucuna göre; karaçam ağaçlandırmalarında yaşama yüzdesi ve fidan gelişimi yönünden hem bölge hem de bakı olarak farklılıklar bulunduğu tespit edilmiştir. Toros sediri ağaçlandırmalarında ise herhangi bir farklılık bulunamamıştır. Her iki ağaç türünün gelişimi ve yaşama yüzdesi dikkate alındığında havzaların batı bakılarında yapılan ağaçlandırmaların daha başarılı olduğu ifade edilmiştir.

Hui vd. (2010), Çin’ in Jiangxi eyaletindeki Liao havzasında CBS ve Uzaktan Algılama teknikleri yardımıyla ve USLE modeli kullanılarak toprak erozyonu ve sediment verimi belirlenmiştir. Havza çevresindeki toplam 7 meteoroloji istasyonundan 1971-2000 yılları arasını kapsayan aylık yağış değerleri kullanılarak R faktörü hesaplanmıştır. K faktörü değerleri için her toprak tipine göre hesaplanmış önceki çalışmalardan yararlanılmıştır. LS faktörü SRTM dijital sayısal yükselti modelinden üretilmiştir. Havzadaki sediment verimi için SDR (Sediment Dağıtım Oranı) modülü kullanılmıştır. Sonuçlara göre havzada, 18,2 ton/ha’ lık bir standart sapma ile ortalama toprak erozyonu 109,3 ton/ha olarak hesaplanmıştır.

Oruç (2010), Artvin-Murgul yöresinde 1996 yılında dikimle oluşturulmuş yalancı akasya meşcerelerinde ve bu meşcerelerin bitişiğinde bulunan çayırılık alanlarda erozyon potansiyeli incelenmiştir. Araştırma alanında 6 adet güneşli ve 6 adet gölgeli bakı olmak üzere toplam 12 adet deneme alanları belirlenmiştir. Bu deneme alanlarında 2008 yılı Kasım ayından itibaren her ay su örnekleri alınmış ve yüzeysel akış miktarları ile sediment miktarları hesaplanmıştır. Akasyalık ve çayırılık alanlarda, bakıya ve bitki örtüsüne göre belirlenen, bakı ve zaman bileşenlerinin ortalama değerleri arasında farklılık olup olmadığı, korelasyon ve varyans analizleri yardımıyla yapılmıştır. Araştırmanın sonunda akasyalık alanların yüzeysel akış önlemede çayırılık alanlara göre 4,5 kat daha fazla etkili ifade edilirken. Çayırılık alanlarda akasyalık alanlara göre 6 kat daha fazla sediment taşındığı belirtilmiştir.

Pehlivan (2010), Araban ve Yavuzeli bölgesindeki tarım topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri dikkate alınarak erozyona duyarlılık durumlarının araştırılması hedeflenen çalışmada, Araban ve Yavuzeli bölgelerinden toplam 32 adet istasyon belirlenmiş ve toprak örnekleri alınmıştır. Organik maddenin genellikle yetersiz olması, tüm topraklarda Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum konsantrasyonlarının yüksek olması ve silt içeriğinin genellikle yüksek olması, kilce zengin topraklarda ise organik maddenin yetersizliği ve genellikle zayıf vejetasyon nedeniyle bu bölgedeki tarım topraklarının erozyona oldukça duyarlı olduğu ifade edilmiştir.

Shinde vd. (2010), çalışmalarında, USLE etkileşimli raster tabanlı CBS ile Hindistan’ ın üst Damodar vadisi Konar havzasında mikro havza düzeyinde potansiyel toprak kaybı belirlenme hedeflenmiştir. 1993-2001 yılları arasındaki günlük yağış değerleri kullanılarak R faktörü, arazi kullanımı/örtüsü faktörü için Landsat ETM uydu görüntüleri kullanılmıştır. Sonuçlara göre, 961.4 km² alana sahip Konar havzasında yıllık ortalama toprak kaybı 1,68 ton olarak hesaplandığı belirtilmiştir.

Şensoy (2010), yamaç şekillerinin toprak erozyonuna etkilerinin araştırılması isimli çalışmada, doğal yamaç şekillerinin erozyona etkisi iki yıl süreyle yüzeysel

akış parselleri kullanılarak doğal yağış koşullarında araştırılmıştır. Düz, içbükey ve dışbükey yamaç şekilleri üzerine her yamaç şekli için 6 tane, toplamda ise 18 tane yüzeysel akış parseli tesis edilmiştir. Parsellerin dokuz tanesi 5,50; diğer dokuzu tanesi 11,05 metre uzunluğunda olup tamamı 1,87 metre genişliğindedir. Düz yamaç şekillerinde en yüksek yüzeysel akış ve toprak kaybı meydana geldiği belirtilmiştir. En düşük yüzeysel akış dışbükey yamaç şekillerinde, en düşük toprak kaybı içbükey yamaç şekillerinde meydana geldiği ifade edilmiştir.

Tunç ve Schröder (2010), Ankara'nın batısındaki tarım topraklarında erozyonun boyutunu tespit etmek amacıyla USLE modelini kullanmışlardır. Çalışma alanı sınırları içerisinde belirli istasyonlardan toprak örnekleri 0-40 cm derinlikten alarak çeşitli erozyon parametreleri açısından değerlendirmiş ve bu alanda erozyonun şiddetinin kabul edilebilir sınırın üstünde olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Yüksek vd. (2010), kurak bir iklimin görüldüğü ve erozyon etkilerinin var olduğu Artvin-Pamukçular havzasında yapılan ağaçlandırma çalışmalarının toprak özelliklerinde meydana getirmiş olduğu değişimler ve ağaçlandırma çalışmalarının üst toprak özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Yalancı Akasya ile yapılan ağaçlandırma çalışmalarının toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde olumlu yönde etkisi olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle, benzer arazi ve iklim özelliklerine sahip kurak ve yarı kurak alanlardaki ağaçlandırma çalışmalarında yalancı akasya türünün kullanılmasının öncelikle toprak özellikleri üzerinde olumlu etkilerinin olacağı ifade edilmiştir.

Karaburun (2010), toprak erozyonu modellemelerinden en yaygın biçimde kullanılan USLE ve RUSLE modellerinde arazi örtüsü faktörünün (C) hesaplanmasında Normalize Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) tekniğinin kullanımı çalışmada Büyükçekmece havzası örnek çalışma sahası olarak seçilmiştir. NDVI'nin hesaplama adımları ve çalışma sahasına ait örnek tematik haritalar üretilmiştir. Geniş alanlarda erozyon tahmin modellemelerinde C faktörü için NDVI tekniğinin kullanışlı ve pratik olduğu ifade edilmiştir.

Yılmaz (2010), Kürkçayı havzasının uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak erozyon riskinin belirlenmesi çalışmada, CORINE, ICONE ve Analitik Hiyerarşik Süreç yöntemleri incelenmiş, bu yöntemlerden RUSLE modeli tercih edilmiştir. Sonuçlara göre, çalışma alanının %1'inde erozyon görülmezken, %23,1'inde çok hafif, %31,6'ında hafif, %26,3'ünde hafif şiddetli, %12,7'sinde şiddetli, %5,4'ünde çok şiddetli erozyon riski olduğu belirtilmiştir.

Aktufan (2011), Mut'un beşeri ve ekonomik coğrafyası isimli çalışmada, Mut ilçe merkezi ve kırsal yerleşim birimlerinin beşeri özellikleri hakkında bilgiler verilmiştir. Aynı zamanda çalışma sahasının genel fiziki coğrafya özelliklerinden bahsedilmiştir.

Chen vd. (2011), RUSLE, CBS ve uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak bölgesel toprak erozyonu risk haritalarının oluşturulması isimli çalışmalarında Çin'in kuzeyindeki Miyun Havza'sını örnek çalışma sahası olarak tercih etmişlerdir. Miyun Havza'sında yıllık ortalama toprak kaybını 2005 yılı için 9,86 ton olarak hesaplamıştır. Toprak kaybı denklemindeki her faktör için tematik katmanlar oluşturularak görsel zenginlik ve anlaşılabilirliği artırılmıştır. Sonuç risk katmanını oluştururken erozyon şiddet sınıfları oluşturulmuş ve sınıfların alanları ayrıca hesaplanmıştır.

Çelik (2011), CBS ve uzaktan algılama teknikleri kullanılarak RUSLE yöntemiyle Afyonkarahisar iline bağlı Değirmendere havzasında erozyon risk alanları belirlenmiştir. Çalışma sahasındaki potansiyel toprak kaybı değerlerine göre, beş sınıfa bölünerek, havza için potansiyel risk sınıfları haritası oluşturulmuştur. Özellikle LS faktörünün, diğer faktörlere göre erozyon üzerinde büyük bir etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Havzada yüksek eğime sahip alanlar yüksek erozyon riskine sahip yerler olduğu ifade edilmiştir. Sonuçlara göre çalışma sahasında, havzanın %30'unda şiddetli ve çok şiddetli erozyon olduğu tespit edilmiştir.

Haile ve Fetene (2011), CBS ve uzaktan algılama teknikleri kullanılarak USLE modeliyle Kilie havzasında (Doğu Shoa, Etiyopya) erozyon tehlikesinin değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Çalışmada USLE modelinin erozyon risk

değerlendirmesinde kullanışlı ve pratik olduğu ifade edilmiştir. Sonuçlar, yüksek arazilerin, alçak arazilere göre daha yüksek erozyon tehlikesinin olduğu ve bunun sebeplerinden bahsedilmiştir. 0-5 ton arasındaki toprak kaybı çalışma sahasının %75' ini oluştururken, çalışma sahasının %0.08' inde yıllık ortalama 50-60 ton toprak kaybı gerçekleştiği ifade edilmiştir.

Prasannakumar vd. (2011), CBS ve uzaktan algılama teknikleri kullanılarak RUSLE modeliyle Siruvani nehri havzasında (Hindistan), erozyon riskinin mekânsal tahmini isimli çalışmasında, özellikle çalışma sahasının yüksek erozyon riskine maruz kaldığı ifade edilmiştir. RUSLE modelindeki tüm parametrelerle ilgili tematik katmanlar oluşturulmuş ve hesaplama adımları açıklanmıştır. Sonuçlara göre, çalışma sahasının %38,24' ünde çok düşük toprak erozyonu tespit edilirken, %5,76' sında ise çok şiddetli erozyona uğradığı ifade edilmiştir.

Sheikh vd. (2011), Himalayan havzasındaki toprak kayıplarının tespit edilmesi için CBS ve USLE entegrasyonu çalışmalarında, erozyon çalışmalarının kompleks ve yığın veriye ihtiyaç duyması nedeniyle CBS' ye ihtiyaç duyulduğu ifade edilmiştir. 113 km² lik alana sahip çalışma alanında toprak kayıplarının belirlenmesi amacıyla USLE modeli tercih edilmiştir. Modeldeki tüm faktörler için CBS ortamında katmanlar oluşturulmuş ve sonuç haritası üretilmiştir. Sonuçlara göre, havzada yıllık ortalama toprak kaybı 0 ile 60 ton arasında değiştiği ifade edilmiştir.

Aksu ve Uçan (2012), Hurman çayı havzasında ampirik yöntemlerle hesaplanan süspanse sediment verimleriyle, ölçümle bulunan sediment verimi değerleri karşılaştırılmış ve ampirik yöntemlerden havza için uygulanabilir olan ampirik yöntem araştırılmıştır. Sediment verimleri; Brüt Erozyon Yöntemi ile 201.975 tonyıl⁻¹km⁻², Universal Toprak Kayıpları Eşitliği (USLE) ile 198.500 tonyıl⁻¹km⁻², EİE eşitliği ile 142.935 tonyıl⁻¹km⁻² ve Türkiye Genel Denklemi ile de 72.570 tonyıl⁻¹km⁻² bulunmuştur. Kullanılan bu metotların gözleme dayalı hesaplamaya en yakın sonuç değerleri karşılaştırılmıştır.

Erkal ve Yıldırım (2012), Afyonkarahisar ilinde yer alan Sincanlı havzasında CBS ve Uzaktan Algılama teknikleri kullanılarak toprak erozyonu riski değerlendirmesi yapılmıştır. Toprak kayıpları hesaplama tekniklerinden USLE tekniği tercih edilmiştir. USLE modelindeki tüm faktörler açıklanmış ve sonuç haritası üretilmiştir. Sonuçlara göre çalışma sahası olan Sincanlı havzasının %83' ünde çok hafif erozyon, %2' lik bir alanda ise hafif erozyonun etkili olduğu belirtilmiştir. Orta şiddetteki erozyon Sincanlı Havzası'nın %4' lük bir bölümünde etkisini gösterirken, %11 değerindeki şiddetli erozyon ise kireçtaşı, tuf-aglomera, andezit ve trakit gibi dayanımlı kayaların yüzeylendiği güneybatı, güney, doğu ve kısmen kuzeydoğu kesimlerdeki dağlık alanlarda olduğu belirtilmiştir.

Savacı (2012), Kahramanmaraş ili Göz ve Haman deresi yağış havzalarında CORINE metodolojisi ile erozyon risk haritalarının oluşturulması hedeflenen çalışmada, modelde kullanılmak üzere toprak bünyesi, derinliği, taşlılık, eğim, güncel arazi kullanımı ve arazi örtüsü haritaları oluşturularak birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Göz deresi yağış havzasında potansiyel risk haritası sonuçlarına göre alanın %70.17' si düşük, %15.86' sı orta ve %13.97' si çok az kısmı ise yüksek erozyon riskine sahiptir. Aktüel erozyon risk haritası sonuçlarına göre alanın %73.87' sinin düşük ve %26.13' ünün orta derecede erozyona maruz kaldığı görülmüştür. Haman deresi yağış havzasında ise; potansiyel erozyon risk haritası sonuçlarına göre alanın %70.83' ü düşük ve %29.17' si yüksek erozyon riskine sahiptir. Aktüel erozyon risk haritası sonuçlarına göre, alanın %23.22' sinin orta ve %76.78' inin yüksek derecede erozyona maruz kaldığı ifade edilmiştir.

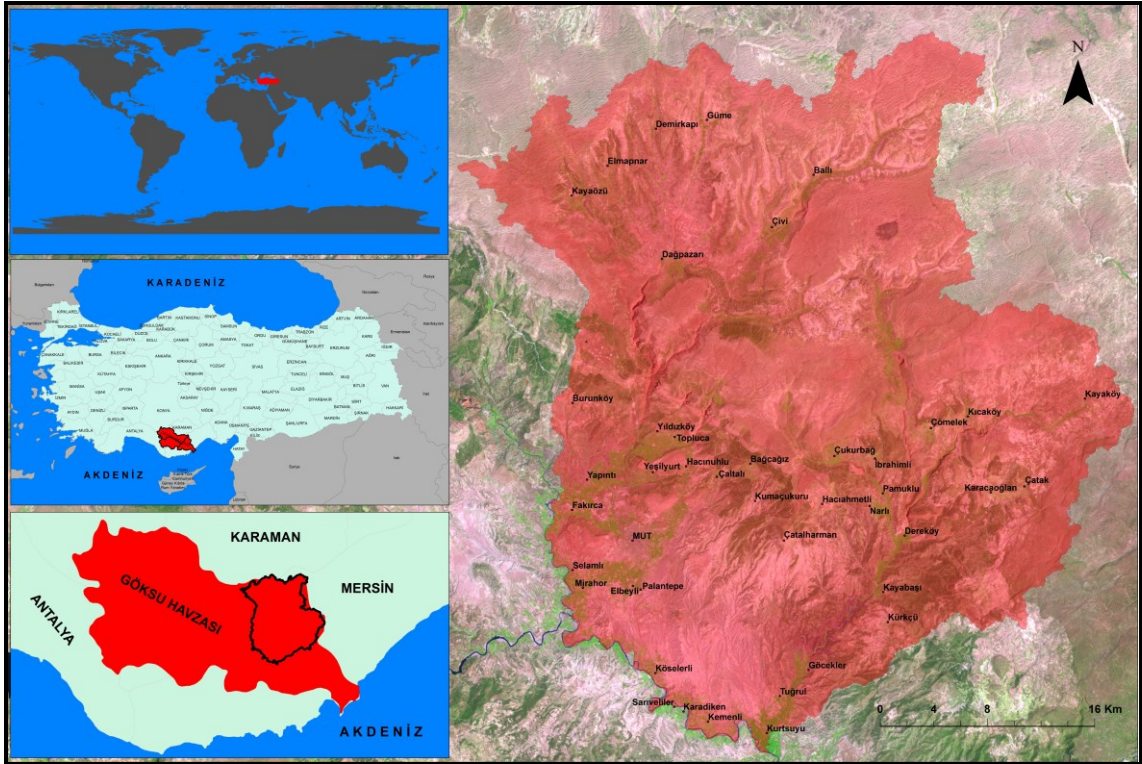
Sönmez vd., (2013), Kilis merkez ilçesinin erozyon risk alanlarını coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama teknikleriyle belirlemişlerdir. Erozyon üzerinde etkili olan, eğim, yağış, bakı, litoloji, yükseklik, bitki örtüsü yoğunluğu ile toprak derinliği ve sıklığı parametreleri baz alınarak erozyon risk alanlarını çok kriterli karar verme yöntemiyle belirlemişlerdir. Çalışmanın son bölümünde ise tekniğin avantajları ve erozyonla mücadelede izlenmesi gereken yöntemler üzerine durmuşlardır.

3. ÇALIŞMA ALANININ COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ

3.1. Coğrafi Konum ve Sınırlar

Akdeniz bölgesinde, Mersin ilinin kuzeybatısındaki ilçesi olan Mut merkezi de içine alan çalışma alanı, Göksu nehrinin kollarından olan Kurtsuyu ve Pirinçsuyu derelerinin havza sınırları içerisinde toplam 158,588 hektarlık alanı kapsamaktadır. Çalışma alanı doğudan Silifke, batıdan Ermenek, güneyden Gülnar ve kuzeyden Karaman ile çevrilidir (Şekil 3.1). Çalışma alanında minimum 49 m, maksimum 2055 m arasında değişen düz, engebeli ve tepelik olmak üzere çeşitli topoğrafik yapılar gözlemlenmektedir. Akdeniz iklim özellikleri gösteren çalışma sahasında yıllık ortalama sıcaklık 18 °C, yıllık ortalama toplam yağış 372,7 mm' dir.

Çalışma alanı sınırları belirlenirken Kurtsuyu ve Pirinçsuyu derelerinin havza sınırlarını içerisine alacak şekilde ArcGIS programının ArcHydro aracı kullanılarak belirlenmiştir. Çalışma alanı, İç Anadolu bölgesini Akdeniz' e bağlayan yol güzergâhı üzerinde yer aldığından bu yol güzergâhı boyunca yoğun kırsal yerleşim birimleri görülmektedir. Çalışma alan sınırları içerisindeki en büyük yerleşim birimi Mut ilçesi olup ortalama 300 m. rakıma sahiptir.



Şekil 3.1. Çalışma alanı lokasyon haritası

3.2. Topğrafya

Çalışma sahasında dağ, plato ve derin vadilerin yaygın olması özellikle jeolojik birimlerdeki çeşitlilik ile Göksu nehri ve kolları tarafından bu alanların aşındırılmasıyla ilgilidir. Havza sınırları içerisinde yükselti değerleri 49-2060 m arasında değişmektedir. En yüksek noktayı 2055 m. yükselti değeriyle Büyük Eyre dağı oluşturmaktadır. Bu dağın güneydoğusundan Küçük Eyre dağı yer almaktadır (şekil 3.2). Ayrıca çalışma sahasında Göksu nehri ve kolları tarafından oluşturulan kanyon ve çentik vadi tipleri görülmektedir. Mut'un doğusunda yer alan Göden çayı, Göğden ve Erkeç Çayı birleşerek Kurtsuyu' na katılmaktadır. Söz konusu dereler birçok alanda kanyon vadiler oluşturmaktadır. Bunlardan Çömelek köyünde Sason kanyonu, Dereköy' de Dere

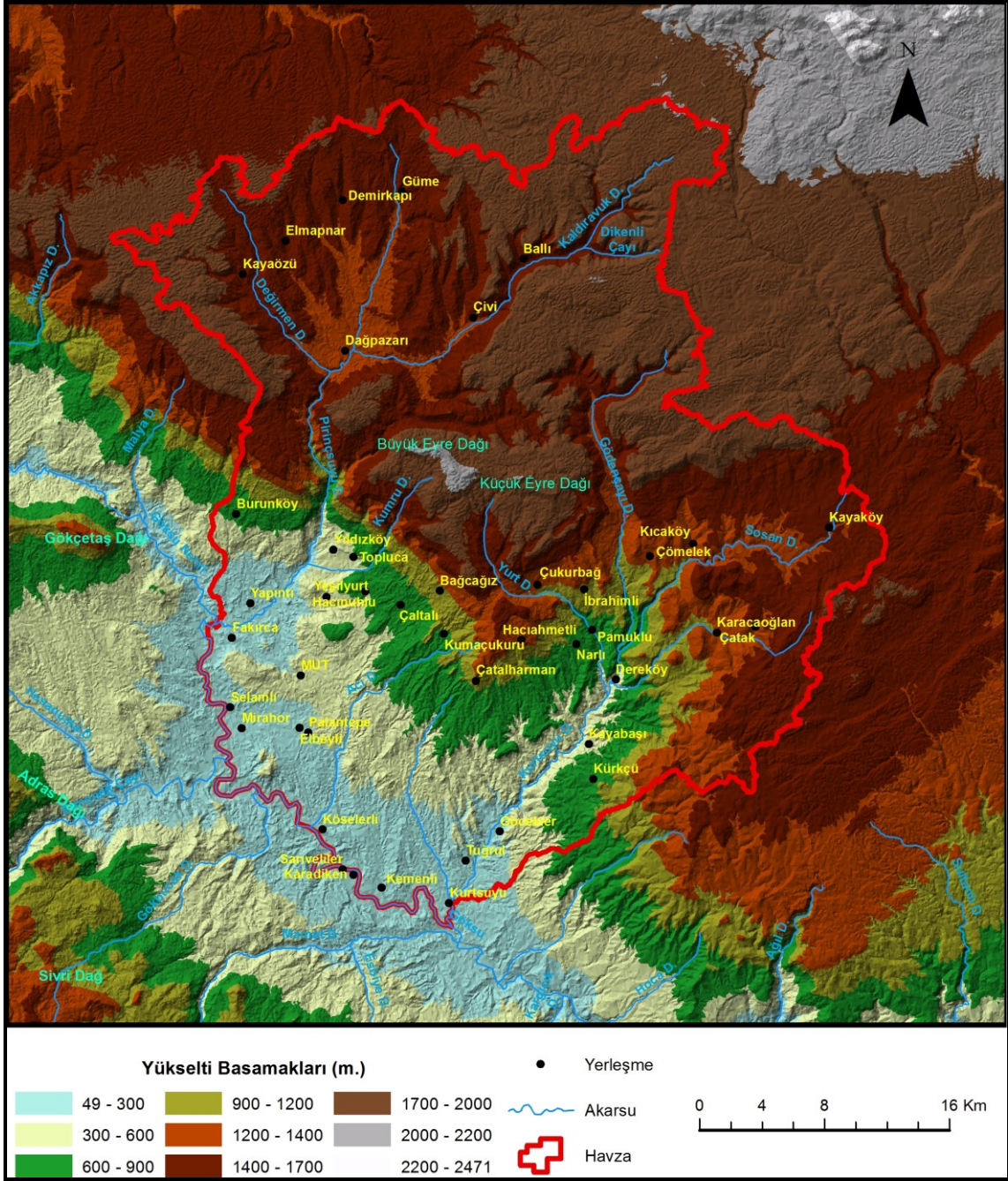
kanyonu, Göğden yaylasında Göğden kanyonu ve Göksu kanyonu dikkat çekicidir (Aktufan, 2011:33).

Sayısal yükseklik modeli kullanılarak oluşturulan çalışma sahasına ait eğim haritasına göre; en fazla alana sahip eğim sınıfı %36,5 ile hafif eğimli, %27,3 oran ile orta eğimli-dik ve çok dik eğim sınıfı içerisine girmektedir (tablo 3.1; şekil 3.3).

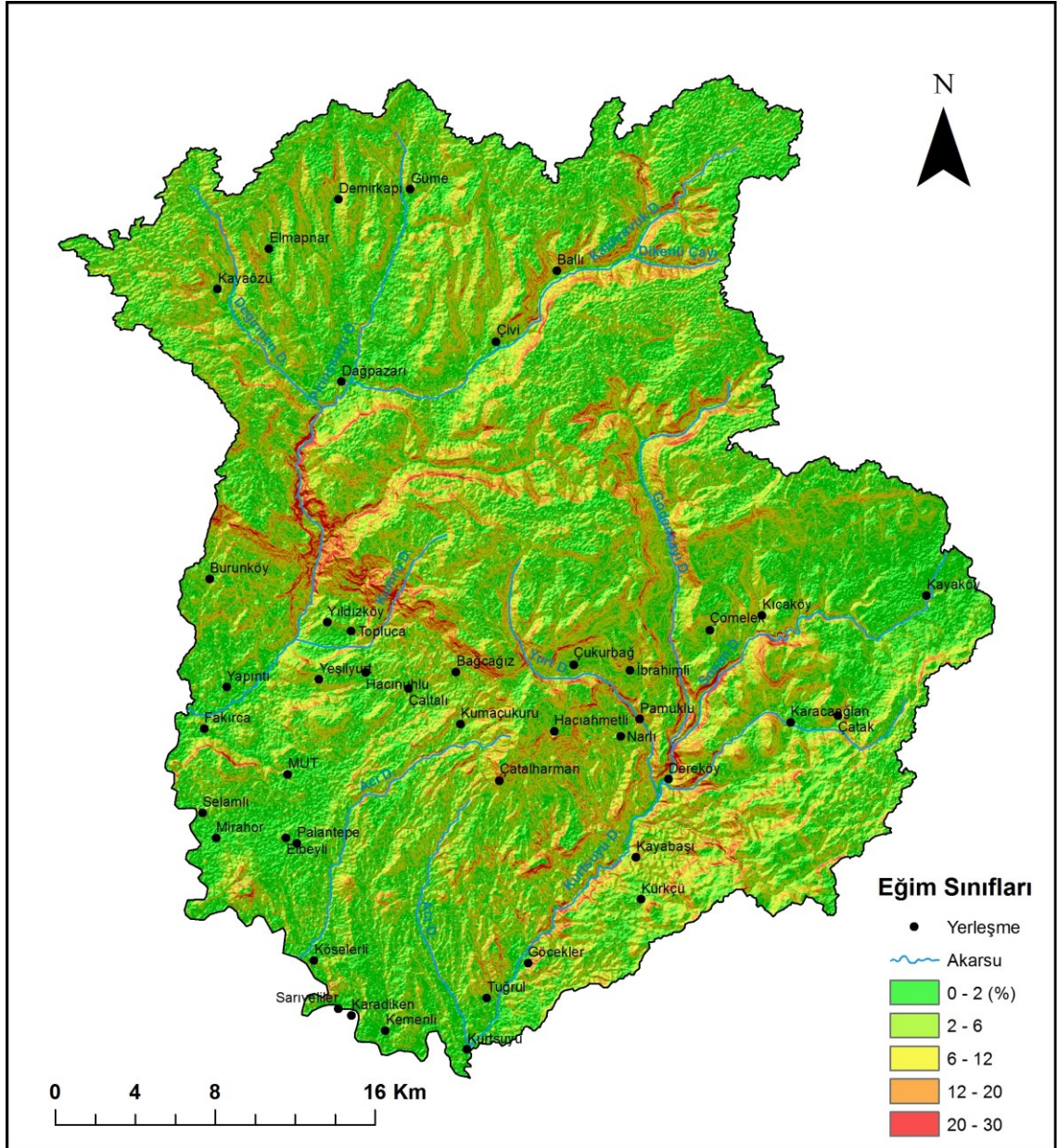
Tablo 3.1. Çalışma alanı eğim değerlerinin dağılımı

<i>Eğim Sınıfları(%)</i>	<i>Açıklama</i>	<i>Alansal Dağılım (ha)</i>	<i>Oransal Dağılım (%)</i>
0-2	Düz/düze yakın	57417	36,2
2-6	Hafif eğimli	57890	36,5
6-12	Orta eğimli	29818	18,8
12-20	Dik	11796	7,5
20-30	Çok Dik	1667	1,0

Çalışma sahasında eğim değerlerinin mekânsal dağılışı incelendiğinde; özellikle akarsu vadileri boyunca eğim değerleri yüksek değerlerde seyretmektedir. Bu durumun oluşmasındaki temel faktör çalışma alanının jeolojik özellikleri ve bu alanlarda yer alan akarsuların dağılışıdır. Daha önce de belirtildiği üzere çalışma alanında düşük dirence sahip birimlerin varlığı ve bu alanların akarsular tarafından derine doğru aşındırmasıyla kısa mesafede yükselti farkları oluşmuştur. Özellikle havzanın orta ve batı kısımlarında Bağcağz, Topluca, Yıldızköy ve Burunköy yerleşme hattı boyunca yüksek eğim değerleri gözlemlenmektedir. Bu yanında, Kurtsuyu deresi vadisi boyunca ve Dereköy, Pamuklu, Çatalharman yerleşmeleri üçgeninde yüksek eğim değerleri görülmektedir. Yine Pirinçsuyu yan kollarından olan Kaldıravuk ve Dikenli dereleri vadisi boyunca eğim değerleri yüksektir. Çalışma sahası sınırları içerisinde diğer mevsimlik ve sürekli akan derelerin birleşmesiyle Pirinçsuyu ve Kurtsuyu derelerinin derin vadiler oluşturmasında etkili olmuştur. Bu vadi yamaçları boyunca eğim haritasından da anlaşılacağı üzere eğim değerleri yüksektir.



Şekil 3.2. Çalışma alanı topoğrafya haritası



Şekil 3.3. Çalışma alanı eğim haritası

3.3. Genel Jeoloji

Orta Toros kuşağında yer alan, çalışma sahasının jeolojisi ile ilgili bilgiler daha önce yapılmış olan çalışmalardan faydalanılarak verilmiştir. Çalışma sahası Türkiye'nin güneyinde Akdeniz Miyosen Havzaları olarak tanımlanan bölgede yer almaktadır. Bu havzalar içerisinde en büyüğünü Mut havzası oluşturmaktadır (Özdoğan, 2004:78). Çalışma sahasında, Paleozoik, Mezozoik (Kretase), Tersiyer (Alt Miyosen, Orta Miyosen, Pliyosen) ve Kuvaterner yaşında sedimanter araziler bulunmaktadır. Ayrıca, üst Kretase yaşlı serpantinler de çalışma sahasında yayılış göstermektedir. Bu arazilerden Paleozoik arazileri, sarımsı veya kahverengi şist ve kalkerlerden oluşurken, Mezozoik (Kretase) gri, bazen bej renkli, ince ve sık dokulu, sert, yer yer kristalize, çok kırıklı ve tabakalanma durumu çok defa belli olmayan 1000 m. civarında kalkerlerle temsil edilmektedir (şekil 3.4). Tersiyer tabakaları ise daha çok denizel olan Alt ve Orta Miyosen kalkerleri (1000 m. kalınlıkta) ile bunlardan daha genç olan tatlı su kalkerlerinden (en fazla 25 m. kalınlıkta) oluşmaktadır. Kuvaterner arazisini taraça ve

alüvyonlar teşkil etmektedir. Mut ve çevresi, Paleozoikte denizle örtülüyken, devrin sonlarına doğru yan basınçların etkisiyle yükselen bölge Kretase başlarında su üstünde kalmıştır. Uzun bir erozyon devrinden sonra Kretase denizi bölgeyi istila etmiştir. Söz konusu denizin çekilmesiyle yeni bir erozyon devri başlamıştır. Bu süreçler neticesinde oluşan araziler Miyosen denizi tarafından istilaya uğramıştır. Orta Miyosenin sonlarına doğru deniz yavaş yavaş çekilmeye başlamıştır. Böylece meydana gelen karalarda birtakım göller oluşmuş ve buna bağlı olarak tatlı su kalkerlerinin çökmesine neden olmuştur (Akarsu, 1960:36).

Özdoğan (2004), bölgede yüzeylenen kayaları Miyosen ve Miyosen öncesi olarak sınıflandırarak, Miyosen öncesi kayaları, Paleozoik (karbonatlı, kırıntılı ve metamorfik kayalar) ile Mezozoik yaşlı kireçtaşlarından oluştuğunu ifade etmiştir. Diğer taraftan Miyosen çökelleri de fiziksel özelliklerine göre dört formasyona ayırarak incelemiştir. Miyosen istifin tabanında, temel kayaların üzerinde, açısız uyumsuzlukla Derinçay Formasyonu yer alır. Söz konusu formasyon, Akitaniyen-Burdigaliyen zaman aralığında çökmüştür. Bu formasyonun üzerinde resifal özellikteki Mut Formasyonu bulunmakta olup, Mut ve Derinçay Formasyonu yanal ve düşey geçişli dokunak özellik göstermektedir. Kösellerli Formasyonu, Mut Formasyonu üzerinde yanal ve düşey geçişli olarak yer alır.

3.3.1. Derinçay Formasyonu

Bu formasyon Gedik vd., (1979) tarafından Derinçay köyü civarında tanımlanmıştır. Çalışma sahası sınırları içerisindeki Göksu nehrinin aşındırarak açtığı derin vadi sistemlerinin içerisinde yüzey vermektedir. Genel olarak kırmızı renge sahip olması nedeniyle diğer birimlerden rahatlıkla ayrılmaktadır. Farklı türden sedimanter yapılar içeren kumtaşları bu formasyonun hâkim litolojisini oluşturmaktadır (Özdoğan, 2004:82). Derinçay formasyonu kalın tabakalı, teknesel ve düzlemsel çapraz tabakalı kumtaşı, çakıltaşı, kırmızı çamurtaşı, gri kumlu, milli çamurtaşı aralanmasından oluşmaktadır. Kalınlığı 150-300 m arasındadır. Derinçay formasyonu üstüne denizel kaya birimlerinden Mut formasyonu ile Kösellerli formasyonu uyumsuz olarak gelir (Atabey vd., 2000:58). Derinçay formasyonu, Gedik vd. (1979) tarafından üç üyeye ayrılarak incelenmiştir.

3.3.1.1. Göksu Üyesi: Gedik vd., (1979) tarafından Derinçay formasyonu içinde ayrılan bu üyeyi, kırmızı konglomera-kumtaşı ve çamurtaşı aralanması oluşturur. Üye, Göksu nehrinin açmış olduğu derin vadiler içinde ve yaygın olarak Derinçay ve Yalnızcağ yerleşimleri çevresinde yüzey göstermektedir. Miyosen istifinin tabanını oluşturan bu üye temel kayalar üzerine açısız uyumsuzlukla gelir. Göksu üyesi, kırmızı-yeşil konglomera, iri taneli, çapraz tabakalı kumtaşı ve kırmızı-yeşil kiltası aralanmasından oluşmaktadır. Konglomeralar genelde tane destekli olup, kireçtaşı, çört, serpantin ve radyolarit çakıl bileşenlerde yuvarlaklaşma iyi gelişmiştir. Ayrıca kumtaşlarında tabakalanma iyi gelişmiş olup 50 cm kalınlığındadır (Özdoğan, 2004:83).

3.3.1.2. Fakırca Üyesi: Killi kireçtaşı ve silttaşı bantları içeren ve şeylden oluşan kaya birimi Gedik ve diğerleri, (1979) tarafından Mut' un kuzeybatısındaki Fakırca köyüne atfen Derinçay formasyonunun Fakırca üyesi olarak adlandırılmıştır. Üyeyi formasyon olarak değerlendiren araştırmacılar da bulunmaktadır. Fakırca Üyesi, beyaz rengi ve litolojik özelliği ile Derinçay Formasyonu içindeki diğer üyelerden kolayca ayırt edilir. Birim siyahımsı kahverengi, gri şeyl, kahverengi gri silttaşı, açık renkli yeşil-gri marn, açık renkli killi kireçtaşı aralanmasından oluşmaktadır. Killi kireçtaşı seviyeleri, ince tabakalı, laminal ve kartonsudur (Atabey vd., 2000:59; Özdoğan, 2004:83).

3.3.1.3. Yapıntı Üyesi: Derinçay formasyonunun üst seviyesini oluşturan bu üye, çalışma alanı sınırları içerisindeki Yapıntı köyü civarında yüzeylenen

kumtaşlarından oluşmaktadır. Kumtaşları genelde iyi boylanmalıdır. Marnlarla arılanmalı olarak bulunan kumtaşları bazı seviyelerde kireçtaşlarıyla birlikte gözlenmekte olup, üye üst seviyelere doğru Mut formasyonunun resifal kireçtaşlarıyla yanal ve düşey geçişlidir (Özdoğan, 2004:84).

3.3.2. Mut Formasyonu

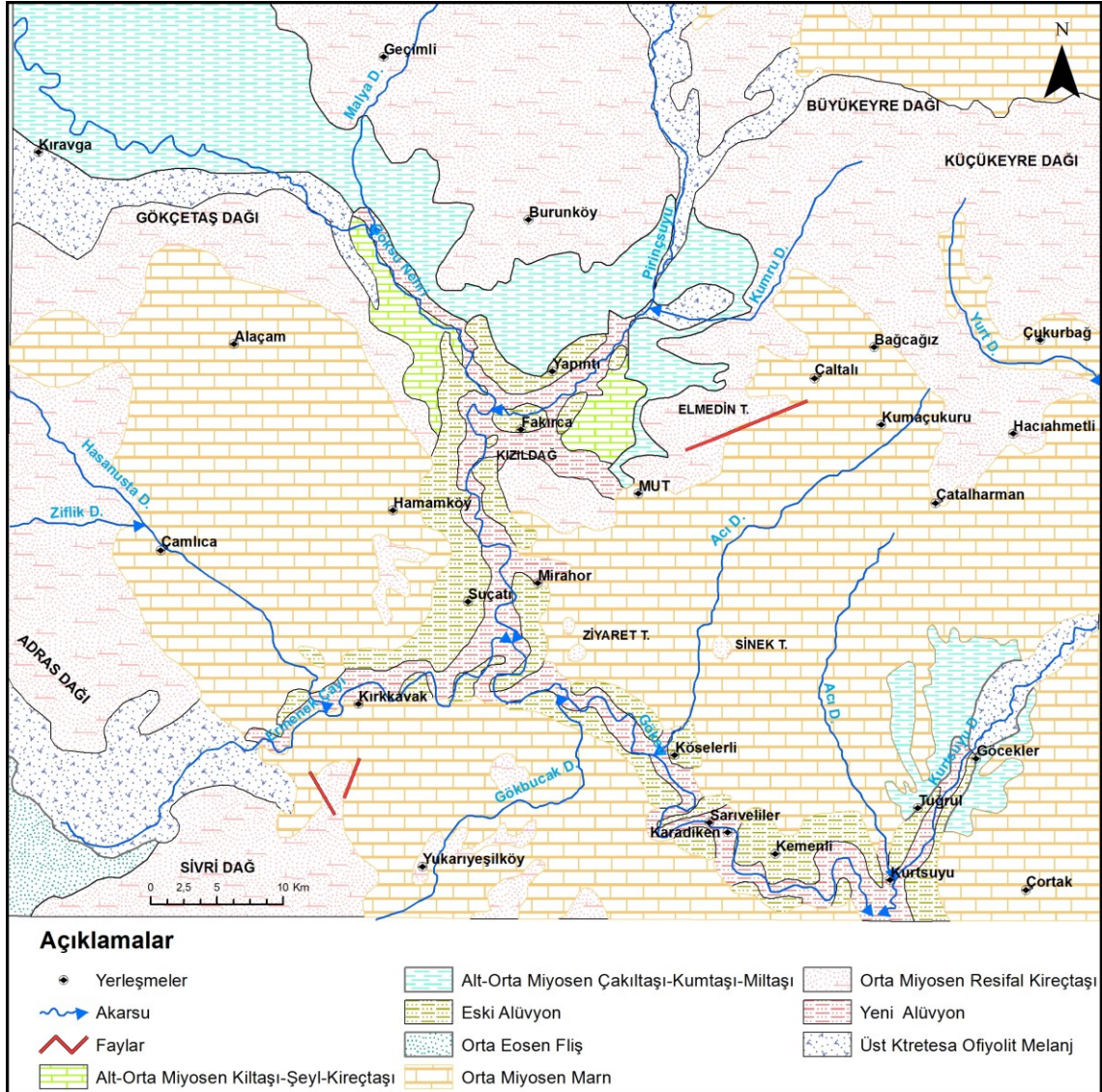
Çalışma alanında yüzeyleyen Miyosen yaşlı tüm kireçtaşları Gedik vd., (1979) tarafından Mut formasyonu olarak isimlendirilmiştir. Ancak ilk kez Mut civarında yüksek topoğrafik lokalitelerde yüzeyleyen kireçtaşları için kullanılmıştır. Bu formasyon genelde alttaki Derinçay Formasyonu ile stratigrafik açıdan yanal ve düşey geçişli olarak yer almakta ve baskın litolojisini resifal kireçtaşları oluşturmaktadır (Atabey vd., 2000:59; Özdoğan, 2004:84; Koç, 2007:16).

3.3.3. Köşelerli Formasyonu

Bu formasyon çalışma alanının güneyinde Göksu nehri vadisinde yer alan Köşelerli köyünden adını almaktadır. Köşelerli formasyonu, Mut ile Köşelerli arasında, Mut, Sarıkavak ve Dereköy arasında geniş bir alanda yüzeylemektedir. Başlıca marn, killi kireçtaşı arılanmasından oluşmaktadır. Sinek tepe ve Hacılioğlu dağı kesitlerinde istifin en üstünde algli, mercanlı, yumrulu resifal kireçtaşı yer almaktadır. Mut-Silifke karayolu boyunca yaygın olarak kirli krem renkli özellikteki birim, Mut formasyonuna ait resifal kireçtaşları ile yanal ve düşey yönde geçişlidir. Baskın litolojisi yeşil-krem marnlar olup, killi kireçtaşı, kireçtaşı, bol fosilli kumtaşı seviyeleri içerir. Alt seviyelerde kireçtaşı yaygın olmasına karşın, üste doğru kalkerli kiltası düzeyinde bir artış bulunmaktadır. Güneye doğru formasyonun litolojisini krem renkli marnlar oluşturmaktadır (Atabey vd., 2000:62; Özdoğan, 2004:85).

3.3.3. Yenimahalle Formasyonu

Bölgenin transgresif Tersiyer istifinin başlangıç düzeyi yer yer değişmekle beraber, bilinen en yaşlı Tersiyer birimi, Gedik ve diğerleri (1979) tarafından adlandırılmış olan bu formasyondur (Tanar ve Gökçen, 1990:176). Filiş fasiyesinde olup, şeyl, marn, miltaşı gibi ince taneli çökeller ile kumtaşı, çakıltası gibi kaba taneli çökellerden başka, kırıntılı şelf kireçtaşlarının türbidit akıntıları nedeni ile arılanması şeklinde görülmektedirler. Genel görünüşleri gri yeşil renktedir. Kum taşlarında derecelenme, laminalanma, akıntı kırışıkları, kaval kalıpları, oygu ve dolgu yapıları, biyojenik izler gibi taban yapıları bulunmaktadır, ince çapraz tabakalanma, kumtaşı bantlarının belirgin özelliklerindedir (Koç, 2007:16).

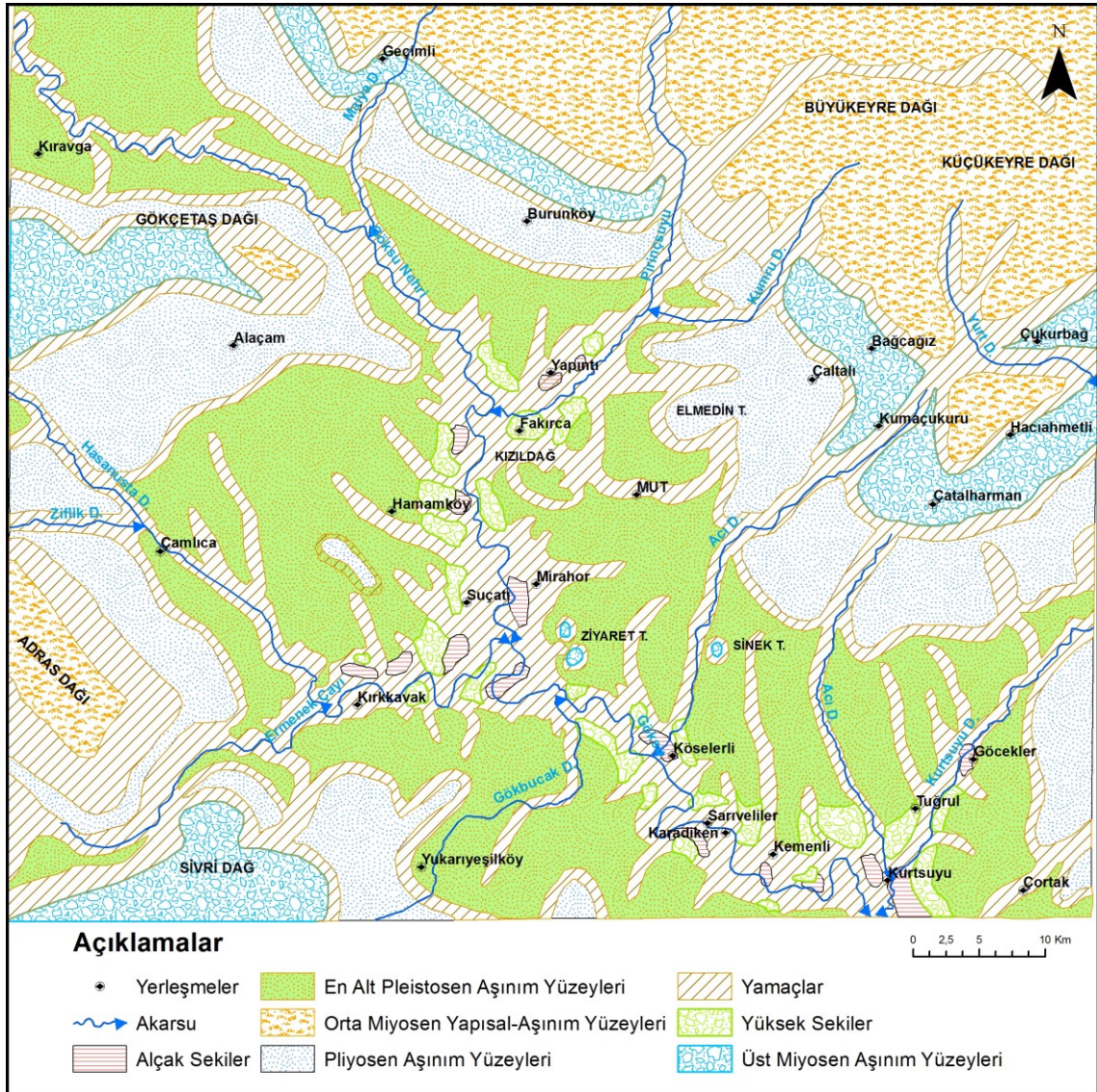


Şekil 3.4. Mut ve çevresinin jeoloji haritası (Çiçek, 2001' den uyarlanmıştır)

3.4. Jeomorfoloji

Çalışma sahasının jeomorfolojik özellikleri daha önceki yıllarda yapılmış çalışmalardan yararlanılarak verilmiştir. Jeomorfolojik bakımdan Taşeli Platosu olarak adlandırılan çalışma sahası, genel manada Göksu nehrinin açtığı vadi ve bu vadinin iki yamacındaki basamaklı bir topografyadan oluşmaktadır. Kuzeydoğuda ortalama 1900 m. yükseltiye sahip geniş bir plato yüzeyi ve buradan itibaren basamaklanarak alçalan yüzeyler ve tepeler görülürken; diğer taraftan Miyosen marnlarının aşınmasıyla oluşan ortalama 300 m. yükseltiye sahip Mut havzası yer almaktadır. Kısa mesafede yükselti farkındaki bu değişiklik, yörenin morfolodinamik açıdan aktif olduğunu göstermektedir (Çiçek, 2001:8). Çalışma sahası genel anlamda, plato-dağlar, yüksek ve dik yamaçlar, 200-1000 m. yükseltideki etek düzlükleri ve tepelik aşınım alanları ile vadi tabanlarıdır. Alt-Orta Miyosen (Serravalien) süresince denizler altında olan yöre, resifal kireçtaşları, kil ve marnlar yanal ve dikey geçişli olarak tortulanmıştır. Orta Miyosen sonunda epirojenik bir yükselmeye karışan saha, Kuvaternere kadar devam etmiştir. Yörede, 1450-2000 m.' lerde yayılım gösteren Orta Miyosen (Serravalien) yaşlı yüzey, 850-1200 m.' lerde yayılan Üst Miyosen (Mesinien) yüzeyi, 500-700 m.' lerde yayılan Pleistosen yüzeyi ve 250-400 m.' lerde yayılan en alt Pleistosen yüzeyi olmak üzere dört

aşınım yüzeyi görülmektedir (şekil 3.5). Orta Miyosen yüzeyi yapısal özelliklerin ağır bastığı bir yüzeydir. Üst Miyosen aşınım yüzeyi pediment karakterinde olup, kurak iklim koşulları altında gelişmiştir. Üst Pliyosen ve en alt Pleistosen aşınım yüzeyleri ise flüvyal karakter göstermektedir. Göksu vadisi boyunca Pleistosen yaşlı dört sekiye rastlanır. Bunlar çimentolanma dereceleriyle birbirinden ayrılabilir. Göksu nehri ve kolları tarafından açılan boğazlar epijenik karakterlidir. Mut havzasının ortasında görülen Kızıldağ, Elmedin Tepe, Kuşçu Tepe gibi tepeler birer sertgen (monadnock), Sinek Tepe, Ziyaret Tepe ise birer tanık tepe özelliği göstermektedir. Çalışma sahasındaki plato-dağlar alanı, kuzeybatı-güneydoğu yönünde uzanırken yükseltisi 2000 m.' yi aşan çok derin yarılmış plato blokları görünümündedir. Kuzeybatıdan güneydoğuya doğru yükselen bu alanları Avlama, Höbük ve Büyük Eyre dağı oluşturmaktadır. Plato-dağlar alanında karstik şekillerden dolinler yaygın olarak görülmekle beraber, Alt Kretase kalkerleri üzerinde eğime uygun oluklu lapyalar görülmektedir. Tabakaların yataya yakın istiflenmesi nedeniyle bu alanlar basamaklı bir görünüme sahiptir. Genel anlamda çalışma sahasındaki karstik şekiller Kuvaterner yaşlı olduğu ifade edilmektedir (Uğur, 1988:30; Çiçek, 2001:13).



Şekil 3.5. Mut ve çevresinin jeomorfoloji haritası (Çiçek, 2001' den uyarlanmıştır)

3.5. İklim

Türkiye, subtropikal kuşakta kıtaların batı bölümünde meydana gelen Akdeniz iklimi olarak adlandırılan büyük bir iklim bölgesinde yer almaktadır. Ortalama 1100 m. yükseltiye sahip olması, kısa mesafede yükselti farklarının fazla olması ve etrafının denizlerle çevrili olması, yıl boyunca orta enlem ve tropikal kuşaklardan kaynaklanan çeşitli basınç sistemleri ve hava tiplerinin etki alanına giren geçiş bölgesinde olması gibi nedenlerden dolayı iklim tipleri ve çeşitli alt iklim tiplerinin oluşmasına neden olmuştur (Türkeş, 2000:9). Genel olarak çalışma alanında, kış aylarında sıcaklığın azalmasındaki en önemli etken Sibiryaya yüksek basınç sistemi olurken, yaz aylarında basınç merkezlerinin yer değiştirmesiyle birlikte bölge, Muson alçak basıncının etkisi altına girmekte ve böylece sıcaklık artışı gerçekleşmektedir (Karabulut, 2012: 40). Çalışma sahasının iklim tipi ve özelliklerini belirlemek için Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden sahaya en yakın meteoroloji istasyonlarından kesintisiz ve uzun yıllar ölçümlerin yapıldığı toplam üç istasyona ait uzun yıllar yağış ve sıcaklık verileri temin edilmiştir. İstasyonlar seçilirken çalışma sahasına yakın olmasına ve iklim verilerinin süreklilik göstermesine dikkat edilmiştir. Bu istasyonlara ait sıcaklık ve yağış verileri 1970-2010 ölçüm periyodunu kapsamaktadır. İstasyonlara ait yağış ve sıcaklıkların aylara göre dağılışı grafikleri oluşturulmuş ayrıca yağışların mevsimlere göre oransal dağılımı belirtilmiştir (şekil 3.9). Havza sınırları içerisinde yer alan Mut istasyonuna ait sıcaklık ve yağış verileri kullanılarak Thornthwaite ve De Martonne iklim sınıflandırmalarına göre iklim tipi ortaya konulmuştur. Mersin' in kuzeybatısında ilin en dağlık kesiminde yer alan Mut, genel anlamda yazlar sıcak ve kurak geçerken; kış mevsimi, kıyı kesime göre daha soğuk bir özellik göstermektedir. Kıyıda yaklaşık 50 km. mesafede olan ilçe, Göksu nehrinin açmış olduğu vadide etrafı yüksek plato-dağlar ile çevrili bir alanda yer almaktadır. Bu özelliğiyle kıyı kesimlere göre daha karasal bir iklim özelliği göstermektedir. Mut istasyonunda, 1970-2010 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklık 18,1 °C olarak ölçülmüştür. En sıcak aylar Temmuz (30,1 °C) ve Ağustos (29,7 °C) ayları iken en soğuk aylar ise Ocak (6,7 °C) ve Aralık (7,9 °C) aylarıdır. Silifke istasyonunda 1970-2010 ölçüm periyodunda yıllık ortalama sıcaklık 19,1 °C iken, Karaman istasyonunda 11,8 °C' ye kadar düşmektedir.

Tablo 3.2. Mut istasyonunu ait 1970-2010 yılları arasında aylık maksimum ve minimum sıcaklık ortalamaları

AYLAR	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Maks.Sic.	16,7	19,1	24,5	30,0	34,8	39,0	41,0	40,9	37,5	32,9	24,6	18,4	30,0
Min. Sic.	-3,2	-2,4	0,9	5,2	9,6	14,2	18,0	17,5	13,6	7,8	1,6	-2,0	6,7
Nisbi Nem (%)	64,5	60,6	56,0	54,5	51,0	43,5	41,7	41,9	47,3	52,6	60,2	64,9	53,2

Tablo 3.3. Silifke istasyonunu ait 1970-2010 yılları arasında aylık maksimum ve minimum sıcaklık ortalamaları

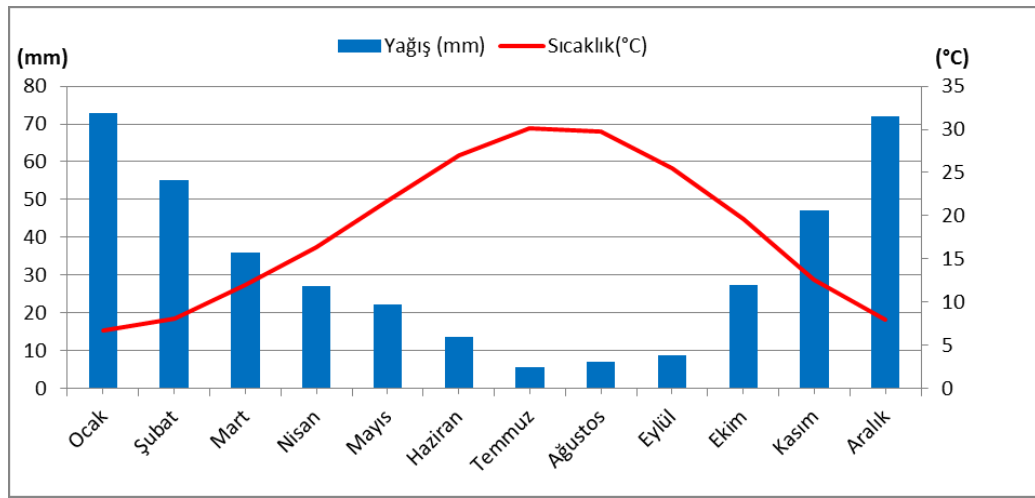
AYLAR	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Maks.Sic.	19,3	20,6	24,9	30,1	33,7	35,2	37,3	37,1	36,0	33,3	27,3	21,0	29,6
Min. Sic.	2,5	2,2	4,9	8,5	11,9	16,0	19,6	20,0	17,1	12,8	7,6	4,0	10,6
Nisbi Nem (%)	56,9	57,9	60,7	63,7	65,1	65,4	66,0	65,4	59,1	55,5	56,2	57,5	60,8

Tablo 3.4. Karaman istasyonunu ait 1970-2010 yılları arasında aylık maksimum ve minimum sıcaklık ortalamaları

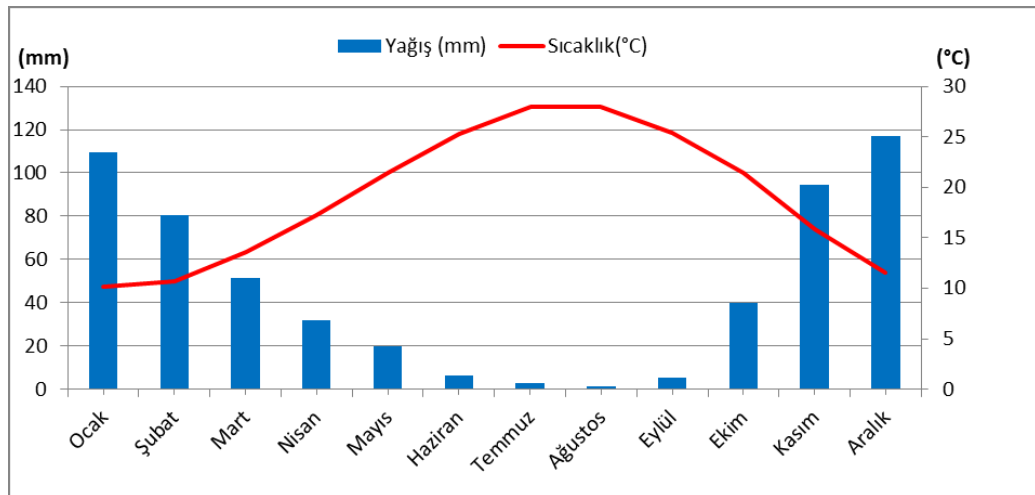
AYLAR	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Maks.Sic.	13,2	15,5	21,0	26,2	30,1	34,1	36,4	36,2	32,9	28,7	21,0	15,6	25,9
Min. Sic.	-14,4	-14,0	-8,2	-2,2	2,7	7,3	10,8	9,5	4,1	-1,6	-7,3	-12,1	-2,1
Nisbi Nem (%)	75,3	72,1	64,2	58,7	56,2	50,1	45,1	45,9	50,9	60,7	69,3	74,9	60,3

Mut istasyonunda maksimum sıcaklık ortalaması en yüksek olan ay 41 °C ile Temmuz ayı iken minimum sıcaklık ortalaması en düşük -3,2 °C ile Ocak ayı olarak karşımıza çıkmaktadır. Silifke ve Karaman istasyonlarında da maksimum sıcaklıkların en yüksek olduğu ay ile minimum sıcaklıkların en düşük olduğu aylar Mut istasyonuyla benzerlik göstermektedir. Mut istasyonunda yıllık nisbi nem ortalaması % 53,22, Silifke’ de % 60,8 ve Karaman’ da % 60,3 olarak tespit edilmiştir. Nemin en yüksek olduğu aylar Mut istasyonunda Aralık, Ocak ve Şubat ayları iken en düşük olduğu aylar ise Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarıdır (tablo 3.2).

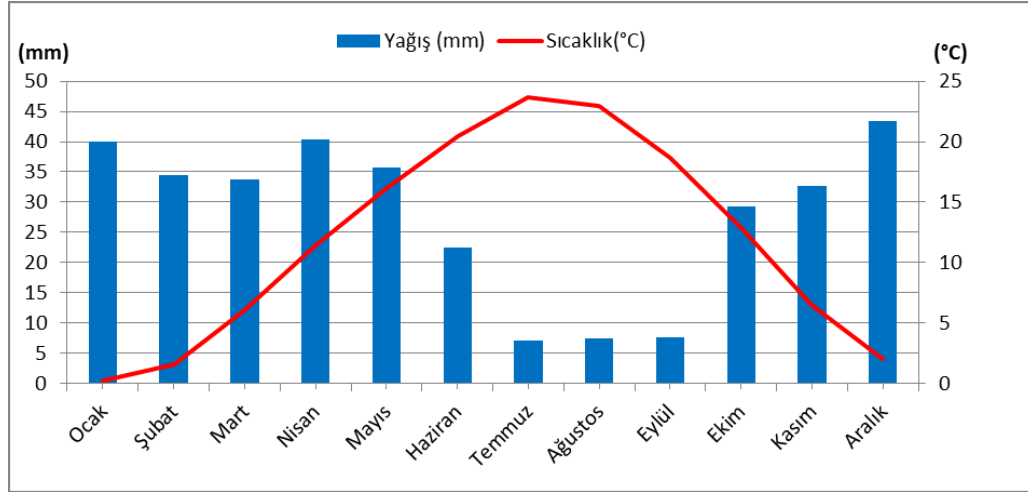
1970-2010 yılları arasındaki ortalama verilere göre Mut istasyonunda yıllık toplam 394,7 mm. Silifke’ de 548,4 mm. ve Karaman istasyonunda 327 mm. yağış düşmektedir. Mut istasyonunda en fazla yağış 72,9 mm ile Ocak ve 72,0 mm ile Aralık aylarında düşerken, en az yağış ise 5,6 mm ile Temmuz ve 6,9 mm Ağustos aylarında düşmektedir. Yağış ve sıcaklıkların aylara göre dağılışı incelendiğinde Silifke ile Mut istasyonunda benzerlik bulunurken Karaman istasyonu farklılık göstermektedir (şekil 3.6;3.7;3.8).



Şekil 3.6. Mut istasyonu yağış ve sıcaklıkların aylara göre dağılışı

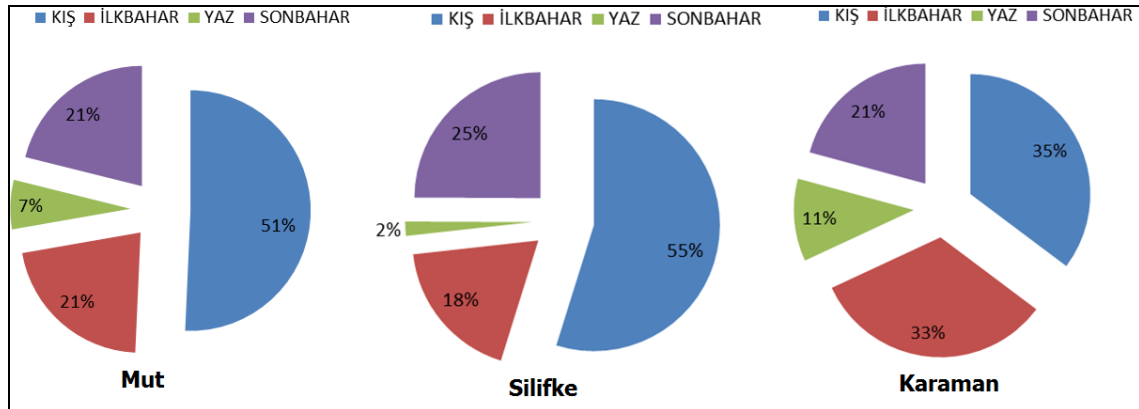


Şekil 3.7. Silifke istasyonu yağış ve sıcaklıkların aylara göre dağılışı



Şekil 3.8. Karaman istasyonu yağış ve sıcaklıkların aylara göre dağılışı

Çalışma sahası sınırları içerisindeki Mut istasyonuna ait yağışların mevsimlik dağılışı incelendiğinde, Akdeniz iklim özelliklerini yansıttığı görülmektedir. En yağışlı mevsim % 51 ile kış iken, en düşük yağışların gerçekleştiği mevsim % 7 ile yaz olarak karşımıza çıkmaktadır. Silifke ve Karaman istasyonundaki yağışların mevsimlere göre dağılışına bakıldığında; Silifke istasyonu Mut ile benzerlik gösterirken Karaman istasyonu farklılaşmaktadır. Karaman istasyonunda uzun yıllar toplam yağışların dağılışı kış ve ilkbahar mevsimlerinde eşit iken (% 35) en az yağışın düştüğü mevsim yaz olmuştur (Şekil 3.9).

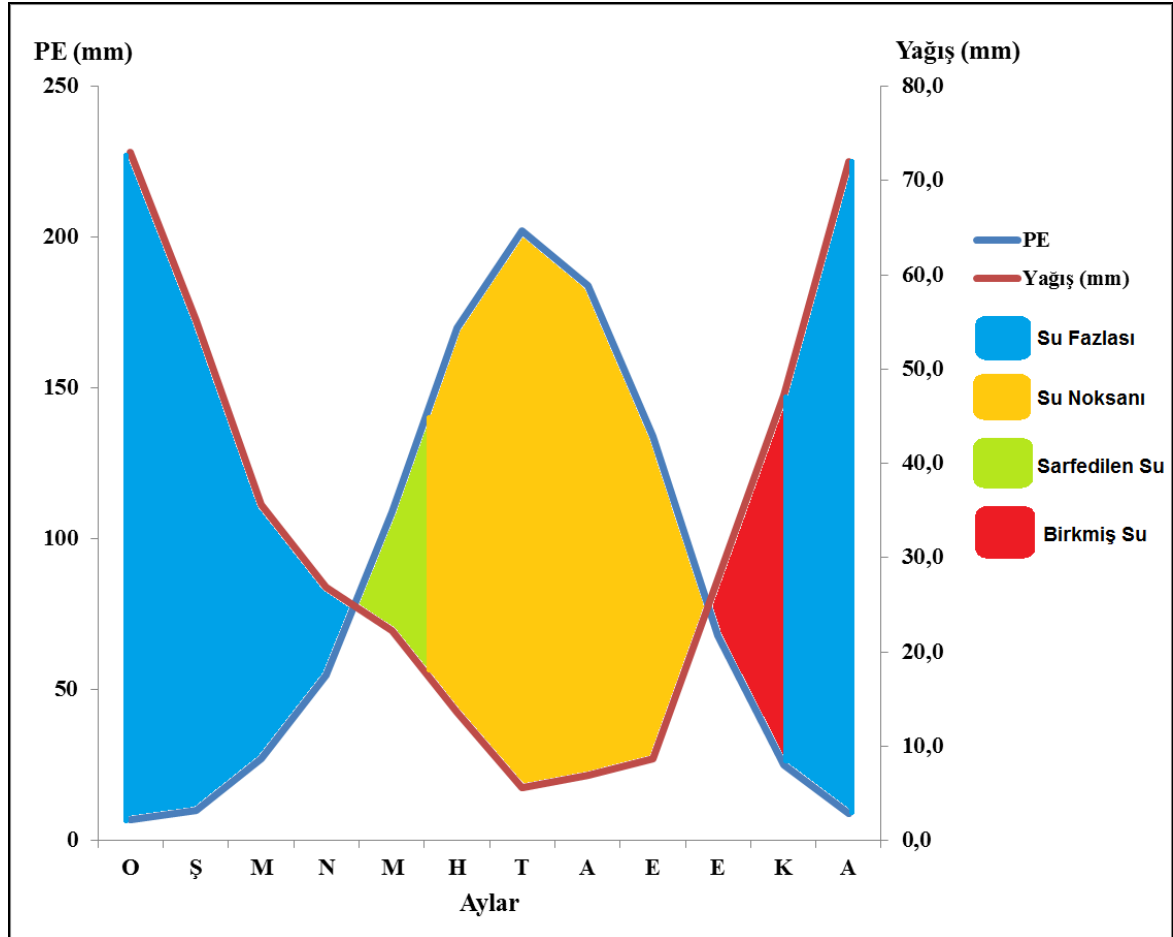


Şekil 3.9. Çalışmada kullanılan istasyonlarda yağışların mevsimsel dağılışı

Çalışma sahasının iklim tipini belirlemek için kullanılan Thornthwaite metoduna göre iklim tipi D, B_4, s, b_3 harfleriyle ifade edilen yarı kurak, dördüncü dereceden mezotermal, su fazlası orta derecede kış mevsiminde, denizel şartlara yakın iklim tipine sahip olduğu tespit edilmiştir. Thornthwaite metoduna göre hazırlanan su bilançosuna göre, Mayıs-Ekim arasındaki aylarda su noksanı, Kasım-Nisan arasındaki aylarda toprakta birikmiş su bulunmaktadır. Benzer şekilde, uzun yıllar ortalama sıcaklık ve toplam yağış verileriyle en kurak ayın yağışı ve ortalama sıcaklığın ön planda tutulduğu diğer bir iklim sınıflandırma metodu olan De Martonne' a göre: Çalışma alanı, Step (yarı kurak) iklim bölgesi içerisinde yer almaktadır (tablo 3.5).

Tablo 3.5. Thornthwaite metoduna göre hazırlanan su bilançosu

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Sıcaklık(°C)	6,7	8,1	11,9	16,3	21,7	27,0	30,1	29,7	25,5	19,6	12,6	7,9	18,1
Sıcaklık İndisi	1,56	2,08	3,72	5,98	9,23	12,85	15,15	14,84	11,78	7,91	4,05	2,00	91,15
Tashihsiz PE	8	12	26	50	90	139	163	159	130	70	29	11	
Tashih Edilmiş PE	7	10	27	55	109	170	202	184	134	68	25	9	1000
Yağış (mm)	72,9	55,1	35,7	26,8	22,3	13,6	5,6	6,9	8,7	27,7	47,2	72,0	394,7
Birik. Su. Ay. Değ.	16,8	0	0	-28,2	-71,8	0	0	0	0	0	22,2	61	
Birikmiş Su	100	100	100	71,8	0	0	0	0	0	0	22,2	83,2	
Hakiki Evap.	7	10	27	55	94,1	13,6	5,6	6,9	8,7	27,7	25	9	289,6
Su Noksanı	0	0	0	0	14,9	156,4	196,4	177,1	125,3	40,3	0	0	710,4
Su Fazlası	50	45,1	8,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103
Akış	25	35	22	11	6	3	1	0	0	0	0	0	103
Nemlilik Oranı	9,4	4,5	0,3	-0,5	-0,8	-0,9	-1,0	-1,0	-0,9	-0,6	0,9	7,0	



Şekil 3.10. Mut istasyonu su bilançosu diyagramı

3.6. Toprak

Çalışma alanı sınırları içerisinde yer alan toprak tipleri ve bunların mekânsal dağılışı şekil 3.11’ de gösterilmektedir. Bilindiği üzere benzer koşullar altında farklı özellikteki toprak tipleri farklı derecede erozyona uğramaktadır. Bundan hareketle USLE modelinde K faktörünün de oluşturulmasında kullanılan toprak tipleri, erozyon sürecine pozitif veya negatif yönde etki etmektedir. Bu bağlamda çalışma alanındaki toprak tiplerinin özellikleri ayrıca açıklanmıştır.

3.6.1. Alüvyal Topraklar

Çalışma alanında alüvyal topraklar, toplam alanın %1,03’ ünü kaplamaktadır. Bu da 1640 hektarlık alana tekabül etmektedir. Bu topraklar, havza sınırları içerisinde akarsu ve dereler tarafından taşınan materyallerin eğimin azaldığı alanlarda biriktirmesi sonucu oluşmaktadır. Genel olarak drenajın iyi olduğu bu topraklar, besin maddeleri bakımından zengin olup tarıma uygundur. Özellikle Göksu vadisi kenarlarında, Kurtsuyu deresi çevresinde, Pirinç suyu deresi boyunca, Narlı dere, Ketencik dere, Demirkapı dere, Erkeççayı dere, Kestel kapısı dere boyunca alüvyal topraklar geniş yayılış gösterir (Atalay, 2008:101; Aktufan, 2011:47).

3.6.2. Kırmızı Kahverengi Akdeniz

Bu toprak tipi havza sınırları içerisinde en az alan kaplayan toprak tipini oluşturur. Toplam 1056,4 hektarlık alan kaplayan bu toprak tipi Mut ilçe merkezinin kuzeyinde ve Yıldızköy, Topluca yerleşmeleri çevresinde bulunmaktadır.

3.6.3. Kolüvyal Topraklar

Eğimli yamaçlarda ayrışan çeşitli boyuttaki materyallerin dağların etek kısımlarında birikmesiyle oluşan kumlu, çakıllı birikintiye kolüvyal depo, bunlar üzerinde oluşan toprak tipine de kolüvyal topraklar denilir. Bu tip topraklarda, yağışın ve yüzeysel akışın yoğunluğuna ve eğim derecesine göre biriktirdiği materyalin boyutu değişmektedir (Atalay, 2008:95; Denizdurduran, 2012:24) Çalışma alanında bu tip topraklar üzerinde bağcılık ve bahçe tarımı yapılmaktadır. Özellikle havzanın kuzey kesimlerinde eğimin fazla olduğu Çivi, Ballı, Güme, Demirkapı Kayaözü yerleşmeleri çevresinde yayılış göstermektedir.

3.6.4. Kahverengi Orman

Çalışma alanı sınırları içerisinde en fazla yayılış gösteren toprak türüdür. Toplam arazinin %66,98’ inde bu toprak tipi bulunmaktadır. Bu toprağın karakteristik özelliği, ılıman kuşakta yaprağını döken orman örtüsü altında bulunmaktadır. Yağışın fazla olduğu alanlarda topraktaki karbonatların yıkanmasıyla topraktaki karbon miktarı azdır. Ayrıca bu topraklar, asit reaksiyonlu kireçsiz topraklar olarak da adlandırılır. Bu topraklar üzerinde sulama imkânlarının olduğu alanlarda meyve tarımı yapılırken, sulama imkânı olmayan alanlarda ise kuru tarım faaliyetleri yapılmaktadır (Atalay, 2008:95; Denizdurduran, 2012:24).

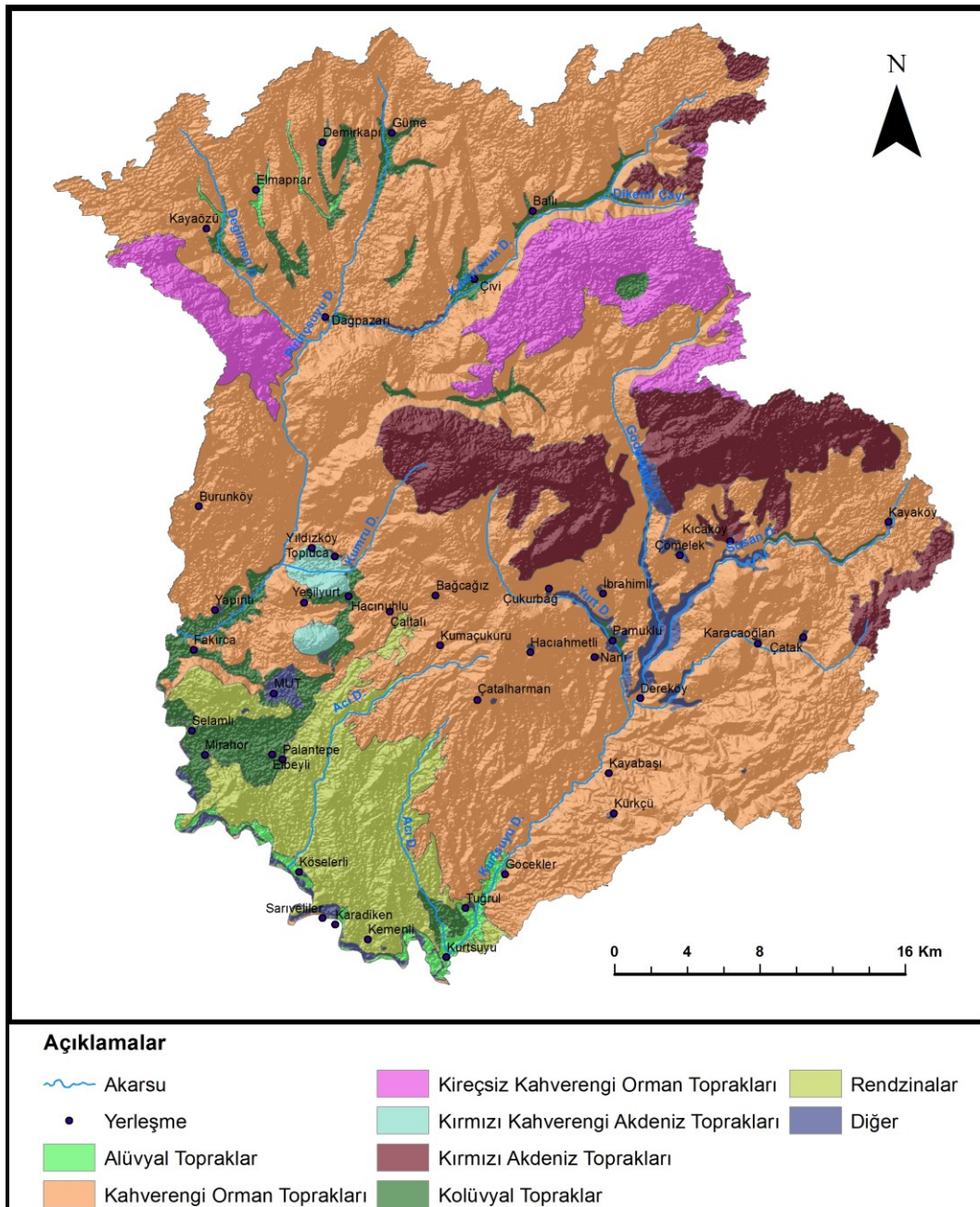
3.6.5. Rendzinalar

Bu topraklar düşük dirence sahip kireçtaşları üzerinde gelişme göstermektedir. Koyu renkli olan bu toprakların alt kısımlarında kireç birikimi bulunmaktadır. Söz konusu kireçtaşlarının parçalanmasından dolayı toprak bünyesinde yüksek oranda çakıllar bulunmaktadır (Atalay, 2005:365). Çalışma alanı sınırları içerisinde fazla bir

yayılış alanı göstermemiştir. Toplam alan içerisinde 12,129 hektarlık alanda yayılış göstermektedir. Kemenli, Köseleri ve Palantepe yerleşmeleri civarında rendzinaların yoğunlaştığı görülmektedir.

3.6.6. Kırmızı Akdeniz Topraklar (Terra-Rossa)

Bu toprak tipi, Akdeniz ikliminin hâkim olduğu subtropikal kuşakta çoğunlukla kızılçam ve maki vejetasyonu altında gelişme gösterir. Kireçtaşı, marn, kil ve konglomeralar üzerinde oluşmuşlardır. Bu topraklar iri taneli ve killidir. Yeterince yıkanmış olduğundan kireçli bir yapıda değildir (Atalay, 2008:95; Denizdurduran, 2012:24). Çalışma alanının orta ve doğu kısımlarında 16,278 hektarlık alanda yayılış göstermektedir. Özellikle Kıcaköy, Çömelek ve Çukurbağ yerleşmelerinin kuzey kısımlarında yayılış göstermektedir.



Şekil 3.11. Çalışma sahasındaki büyük toprak gruplarının dağılımı

Türkiye’ de erozyon süreçleriyle taşınan toprak Avrupa kıtasında taşınandan 1,8 kat daha fazla olduğu ifade edilmektedir. Türkiye’ deki büyük akarsuların yıllık ortalama taşıdığı toprak miktarları göz önüne alındığında, erozyonun, en olumsuz etkisini akarsular ve barajlar üzerinde gösterdiği görülmektedir (Aydınalp, 2000:138). Erozyon sürecini etkileyen diğer koşullar sabit olması durumunda, farklı özellikteki topraklar farklı derecede aşınırlar. Toprağın fiziksel özellikleri erodibilite derecelerini etkileyen en önemli etkendir. Toprağın erodibilite derecesini, bünyesi, yapısı ve yapısal stabilitesi, organik madde miktarı, geçirgenliği, yüzeydeki çakıl oranı, nem miktarı ve profil derinliği belirlemektedir (Doğan, vd., 2000:1).

Çalışma sahasındaki toprak tipleri incelendiğinde, en geniş yayılış sahasını Kahverengi Orman toprakları almaktadır (%66,9). Kemenli, Karadiken, Sarıveliler ve Kösellerli yerleşmeleri hattının doğu yamaçlarında Rendzinalar (%7,65), Mut’ un güney-güneybatısındaki tarım faaliyetlerinin yoğun olduğu düzlüklerde Kolüvyal topraklar (%4,56) yayılış göstermektedir. Pirinçsuyu havzasının kuzeybatı ve kuzeydoğudaki Değirmen ve Kaldıravuk dereleri yakınlarında Kireçsiz Kahverengi Orman toprakları (%6,99) yer alırken, Kurtsuyu deresinin kollarından olan Gödençayı, Yurt ve Sosan dereleri civarında ise Kırmızı Akdeniz toprakları (%10,26) yayılış göstermektedir (tablo 3.6; şekil 3.11).

Tablo 3.6. Çalışma alanı büyük toprak grupları dağılımı

<i>Büyük Toprak Grupları</i>	<i>Alansal Dağılım (ha)</i>	<i>Oransal Dağılım (%)</i>
Alüvyal	1640,1	1,03
Kırmızı Kahverengi Akdeniz	1056,4	0,67
Kolüvyal	7238,3	4,56
Kahverengi Orman	106225	66,98
Kireçsiz Kahverengi Orman	11080,8	6,99
Rendzinalar	12129	7,65
Kırmızı Akdeniz	16278,6	10,26
Diğer	2939,7	1,85

3.7. Hidrografya

Çalışma alanı sınırları içerisindeki en büyük akarsu olan Göksu nehrinin, iki büyük kolu olan; Hadım Göksuyu ve Ermenek Göksuyu havzadaki suları toplayarak kuzeybatıdan-güneydoğuya doğru derin vadiler ve boğazlar içerisinde geçmektedir. Mut ilçesinin güneyinde Suçatı mevkiinde, bu iki kol birleşir ve buradan itibaren Akdeniz’ e kadar Göksu nehri adıyla akar (Karakoç, 2011:35). Akdeniz bölgesinde Seyhan ve Ceyhan nehrinden sonra Akdeniz’e dökülen akarsuların en önemlisi olan Göksu nehri, Doğu Akdeniz hidrolojik havzasında yer almaktadır. Yaklaşık 10,400 km² drenaj alanına sahip olan nehir, Geyik dağlarının sularından beslenmektedir. Hadım ilçesi kuzeydoğusunda Ilısu, Mut’ un güneyinde Kurtsuyu, kuzeyinde ise Pirinçsuyu ve Mut ilçesi yakınlarında Ermenek çayı kolları katılan Göksu nehri, yaklaşık 260 km uzunluğunda olup ortalama akımı 3671 hm³/yıldır. Derin vadiler halinde akan Göksu nehri, havzasında meydana gelen yağış ve yüzey akışıyla birlikte erozyonla oluşan sedimenti taşıyarak eğimin azaldığı bölgelerde, Akdeniz kıyısında biriktirmesi sonucu Göksu deltası alüvyon ovasını oluşturmuştur. Havza, Göksu nehri ve Ermenek çayı tarafından derin vadilerle bölünmüştür. Havzanın özellikle batı kısmında 2500-3000 m. arasında değişen yükseltide dağ-platolar bulunmaktadır. Söz konusu derin vadilerin yamaçları oldukça dik ve eğimli olması nedeniyle heyelan bölgeleri yoğunluk göstermektedir (Silifke İlçe Tarım Müdürlüğü, 2012).

Göksu nehri kollarıyla birlikte Sertavul ve Taşeli platolarında derin vadi ve boğazlar oluşturarak Akdeniz’e ulaşmaktadır. Böylece, Batı Toroslar ile Orta Torosları birbirinden ayırmaktadır. Bunun yanında Göksu nehri ve kolları derin vadiler boyunca akarken alüvyonların birikmesini sağlayacak düzlüklerin oluşmasını engellemiştir.

Böylece, fiziksel erozyonla anakayadan koparılan materyaller eğimin azaldığı ve vadi tabanının genişlediği alanlarda birikmesini sağlamıştır (Buldur vd., 2007:142).

Çalışma sahası, Kurtsuyu ve Pirinçsuyu derelerini içine alacak biçimde toplam 158,588 hektarlık alanı kapsamaktadır. Havzada mevsimlik ve süreli akan birçok dere bulunmaktadır. Bunlardan Kurtsuyu ve Pirinçsuyu sürekli akan derelerdendir. Söz konusu dereler üzerinde özel işletmeler tarafından hidroelektrik santraller kurulmuştur. Kurtsuyu deresinin bazı yıllardaki akım değerleri; 27.10.2003'te 2,281 m³/s, 22.05.2007'de 2,247 m³/s, 08.01.2011'de 3,924 m³/s şeklinde olurken, Pirinçsuyu deresinde; 2001 yılında 0,14 m³/s, 2006'da 0,68 m³/s, 2010 yılında ise 0,58 m³/s şeklinde olmuştur. Çalışma sahasında tarım alanlarının yoğunlaştığı kısımlarda sulama amaçlı göletler yapılmıştır. Bu göletlerden Dereyurt göletiyle Çukurbağ ve Hacıahmetli; Hacınuhlu göletiyle Hacınuhlu ve Kelce köylerinin arazileri sulanacaktır. Diğer taraftan Kurtsuyu göletiyle de Kurtsuyu vadisindeki araziler sulanacaktır (Aktufan, 2011:45).

Göksu nehri havzasındaki sert fırtınalar ve Akdeniz üzerinden gelen lodos, derin vadi ve boğazlardan akan Göksu nehri havzasında kuzeye doğru hareket etmektedir. Akdeniz üzerinden gelen ve sıcak bir karakter gösteren lodos havzada yüksek kesimlerdeki karların aniden erimesine sebep olmaktadır. Bu durum özellikle Ermenek çayında ve Gökçay havzasında taşkınların meydana gelmesine sebep olmaktadır. Nehrin belli bölgelerinde taşkınları önlemeye yönelik yapılan çalışmalar olmasına rağmen seyrek de olsa taşkınlar meydana gelmektedir. Söz konusu taşkınlar Ocak ayından Haziran ayına kadar olan süreçte meydana gelmektedir (Karakoç, 2011:35).

3.8. Beşeri Coğrafya Özellikleri

Mut, kırsal nüfusun yoğun olduğu ve buna bağlı olarak tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin yoğun yapıldığı bir ilçedir. Tarımda kayısı ve zeytin üretimi önde gelir. İlçe merkezinde tarım sektörü (%95) ön plandadır. Tarım sektörünü Hizmet (%3,7) sektörü ve sanayi sektörü (%1,3) takip etmektedir (Aktufan, 2011:6). Yerleşimlerin mekânsal dağılışında ekonomik faaliyetlerinin yanı sıra topoğrafik yapı ve iklim özellikleri de etkili olmuştur. Yerleşim birimleri, akarsu vadileri boyunca su kaynaklarına yakın alanlarda yoğunlaşmıştır. Ayrıca Göksu nehri tarafından derine doğru aşındırması sonucu oluşan vadi boyunca Akdeniz ikliminin etkisinin bu alanlarda hissedilmesini sağlamış ve tarımsal faaliyetleri olumlu yönde etkilemiştir. Buna karşı kuzey kesimlerde yükseltinin artmasına bağlı olarak ve su kaynaklarının yetersiz olması gibi nedenlerden dolayı bu alanlarda yerleşmeler daha seyrekdir.

Mut, Akdeniz bölgesiyle İç Anadolu bölgesinin bağlandığı kavşak noktasında yer alması nedeniyle bu alanlardaki yerleşimleri ulaşım ve ekonomik açıdan avantajlı duruma getirmiştir.

3.8.1. Nüfus

Mersin ili Mut ilçesi nüfusunda meydana gelen değişimler ve yıllık nüfus artış oranları tablo 3.7' de verilmiştir. Tablodaki verilere göre ilçe nüfus miktarının 1965 - 2000 yılları arasında sürekli arttığı, 2000 - 2012 yılları arasında ise nüfus miktarının sürekli azaldığı görülmektedir. 1965 yılı genel nüfus sayımına göre toplam nüfusun 38,077 kişi olduğu, bu miktarın 1970 yılında %12,12 oranında artışla 42,693 kişiye yükseldiği görülmektedir. 1975 yılı verilerine göre ilçe nüfusunun 45,583'e ulaştığı ve 1970 yılına göre nüfusun %6,77 oranında arttığı gözlenmektedir. Bu dönemde bir önceki yıla göre toplam nüfus miktarında artış olmasına rağmen, nüfus artış hızında bir azalma olduğu görülmekte ve bu durumun o dönemde yapılan işçi göçlerinden olduğu tahmin edilmektedir. 1980 yılında %9,94 oranında artış gösteren Mut ilçe nüfusu 50,114 olmuştur. 1985 yılında %7,25 oranında artarak 53,745 olan nüfus, 1990 yılında %4,76 oranında artışla 56,303'e, 2000 yılında ise %32,86 oranında artışla 74,803 kişiye yükselmiştir (şekil 3.12; tablo 3.7). İlçe nüfusunun artış oranlarına bakıldığında bu

oranın 1990 - 2000 yılları arasında oldukça fazla olduğu görülmektedir. Bunda önceki nüfus sayım aralıklarının 5 yıl iken 2000 yılı sayım aralığının 10 yıl olması etkili olmuştur.

2000 yılından sonra yapılan nüfus sayımlarına bakıldığında Mut ilçesi nüfus miktarının her geçen gün azaldığı görülmektedir. 2007 yılından itibaren nüfus sayımları adrese dayalı sisteme geçilerek nüfus sayımları her yıl kayıtlara geçmiştir. 2007 yılında 66,356 olarak tespit edilen ilçe nüfusu 2000 yılına göre %11,29 oranında azalma göstermiştir. 7 yıllık süre içerisinde nüfus miktarında bu kadar fazla azalma görülmesinde 2007 yılında adrese dayalı nüfus sayım sistemine geçilerek daha doğru verilerin elde edilmeye başlanmasıdır.

2008 yılı nüfus verilerine bakıldığında 2007 yılına göre %2,64 oranında azalma ile nüfus miktarı 64,602 kişiye düşmüştür. 2009 yılında 63,673'e düşen ilçe nüfusu 2008 yılına göre %1,44 oranında azalma göstermiştir. 2010 sayım yılında 63,607 olarak tespit edilen ilçe nüfusunda fazla değişim gözlenmezken, 2011 yılında ilçe nüfusu 2010 yılına göre %0,74 oranında azalarak 63,136' ya düşmüş, 2012 yılında ise %0,95 oranında azalarak 62,534' e düşmüştür. 2000 yılından sonra yapılan nüfus sayımlarına bakıldığında ilçe nüfusu 2012 yılına kadar sürekli azalmıştır. Bu durumda adrese dayalı nüfus sayımına geçilmesiyle daha doğru verilerin elde edilmesinin etkili olduğu düşünülmektedir. Diğer yandan geçmişten günümüze teknolojiye meydana gelen gelişme ile birlikte özellikle büyükşehirler nüfus çekim merkezleri haline gelmiştir. Bu durumun oluşmasında, büyükşehirlerin iş imkânlarının fazla olması ve büyükşehirlerde sosyal yaşam imkânının daha fazla olması etkili olmaktadır.

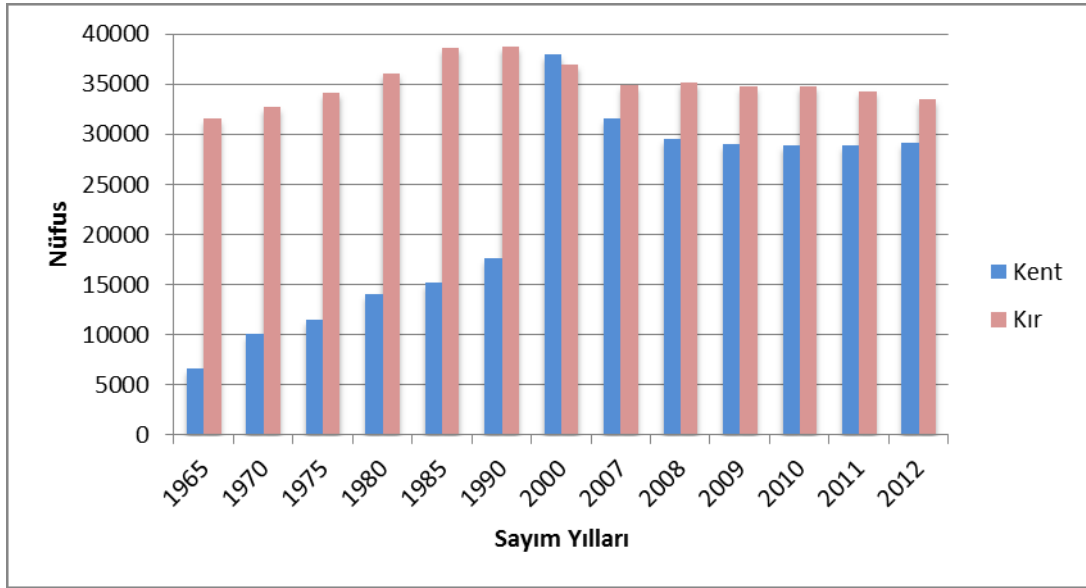
Mut ilçesinde nüfusun yerleşim yerine göre dağılımına bakıldığında; ilçede 1965 yılında %17,2 olan şehir nüfusu oranı, 2000 yılına kadar sürekli artmış ve 2000 yılında bu oran %50,6' ya yükselmiştir. 2000 yılından sonra yapılan adrese dayalı nüfus sayımında kent nüfus oranında fazla değişim olmadığı görülmektedir. Son yapılan adrese dayalı nüfus kayıt sistemi (2012) verilerine göre, toplam nüfus içerisinde kent nüfus oranının %46,5 olduğu görülmektedir (tablo 3.7).

1965 yılı nüfus sayım sonuçlarına göre 38,077 olan Mut ilçesi nüfusunun 6556'sı şehirlerde, 31,521' i ise köylerde yaşamaktadır. 2012 yılı nüfus sayım sonuçlarına bakıldığında ise 62,534 olan ilçe nüfusunun 29,100' ü şehirlerde, 33,434' ü ise köylerde yaşamaktadır. Bu durum nüfus hareketlerinin her geçen gün köy alanlarından şehir alanlarına doğru gerçekleştiğinin göstergesidir.

Köylerden şehre doğru gerçekleşen göçlerde iş imkânları, eğitim imkânları, sosyal yaşam standartlarının yüksek olması etkili olmaktadır. Bununla birlikte köylerde yaşanan özellikle eğitim ve sosyal alandaki imkânsızlıklar, miras yoluyla toprakların bölünmesi, iş imkânlarının sınırlı oluşu, kırsal kesimde geçimin kolay sağlanamaması gibi durumların etkili olduğu düşünülmektedir.

Tablo 3.7. Nüfus sayım yıllarına göre Mut' un nüfus değişimi (TUİK, 08.04.2013, www.tuik.gov.tr)

<i>Sayım Yılları</i>	<i>Kent</i>	<i>Kent Nüfus Oranı (%)</i>	<i>Kır</i>	<i>Kır Nüfus Oranı (%)</i>	<i>Toplam Nüfus</i>	<i>Nüfus Artış Oranı (%)</i>
1965	6,556	17,2	31,521	82,8	38,077	
1970	10,023	23,5	32,670	76,5	42,693	12,12
1975	11,466	25,0	34,117	75,0	45,583	6,77
1980	14,025	28,0	36,089	72,0	50,114	9,94
1985	15,145	28,2	38,600	71,8	53,745	7,25
1990	17,600	31,3	38,703	68,7	56,303	4,76
2000	37,891	50,6	36,912	49,4	74,803	32,86
2007	31,520	47,5	34,836	52,5	66,356	-11,29
2008	29,477	45,6	35,125	54,4	64,602	-2,64
2009	28,966	45,5	34,707	54,5	63,673	-1,44
2010	28,842	45,3	34,765	54,7	63,607	-0,10
2011	28,852	45,7	34,284	54,3	63,136	-0,74
2012	29,100	46,5	33,434	53,5	62,534	-0,95



Şekil 3.12. Sayım yıllarına göre Mut' un kentsel ve kırsal nüfus değişimi

4. MATERYAL VE METOT

4.1. Materyal

Erozyon modellemelerinde doğru sonuçlara ulaşmak, veri tabanının yeterli düzeyde ve güvenilir olmasıyla paralellik göstermektedir. Söz konusu şartlar sağlandığında, CBS son derece etkili bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır. Kurtsuyu ve Pirinçsuyu deresi havzasında erozyona duyarlı alanların belirlenmesinde modelleme için çeşitli kurum-kuruluştan coğrafi ve coğrafi olmayan (öznitelik) veriler temin edilmiştir. Bu veriler modellemeye uygun hale getirilmiştir. Verilerin tamamı, UTM projeksiyon sisteminde elde edilmiş olup bunlardan sayısal uydu görüntüleri WGS 84, vektör formattaki veriler ise ED 50 datumunda elde edilmiştir. Vektör formattaki veriler, raster veri formattında olduğu gibi WGS 84' e dönüştürülmüştür.

Çalışmada kullanılan verilerden sayısal yükseklik modeli ve Landsat TM internet ortamından; çalışma alanına ait uzun yıllar iklim verileri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü' nden temin edilmiştir. Hidrografik özellikleri ve havzadaki akarsular .shp (shape) formatında Mersin Özel Çevre Koruma Kurumu'ndan elde edilmiştir. Alana ait büyük toprak gruplarına ait veriler, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü'nden; jeomorfoloji ve jeoloji haritası Çiçek (2001)'in "Mut ve Yakın Çevresinin Jeomorfolojisi" başlıklı çalışmasından sayısallaştırılarak elde edilmiştir.

4.2. Metot

4.2.1. Ünlversal Toprak Kayıpları Eşitliği (USLE)

Evrensel toprak kayıpları eşitliği, herhangi bir alanda meydana gelen, potansiyel toprak kayıplarının hesaplanması ve izlenmesi amacıyla ABD Tarım Bakanlığı Toprak Bölümü tarafından geliştirilmiştir. Yağış ve yüzey akışına bağlı olarak toprak kaybının hesaplandığı USLE eşitliği, özellikle farklı arazi örtüsü altında, uzun dönemlerde, ortalama yıllık toprak kaybının hesap edilmesinde isabetli sonuçlar vermektedir. USLE modeli toplam beş parametreden oluşmaktadır bunlar: yağış erozyon indeksi, toprak aşınım faktörü, eğim derecesi ve uzunluğu faktörü, bitki amenajman faktörü ve toprak koruma faktörü olarak belirlenmiştir (Görcelioğlu, 1989:1; Stone ve Hilborn, 2000:1; Doğan, 2002:1; Yılmaz, 2006:25; Özsoy,2007:63; Karabulut ve Küçükönder, 2008:15; Tunç ve Schröder, 2010:60; Aksu ve Uçan, 2012:5). Eşitlik aşığıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$A = R \times LS \times K \times C \times P$$

Burada;

A: Yıllık Ortalama Toprak Kaybı (ton/ha/yıl),

R: Yağış Erozyon İndisi,

LS: Eğim Uzunluğu ve Eğim Faktörü,

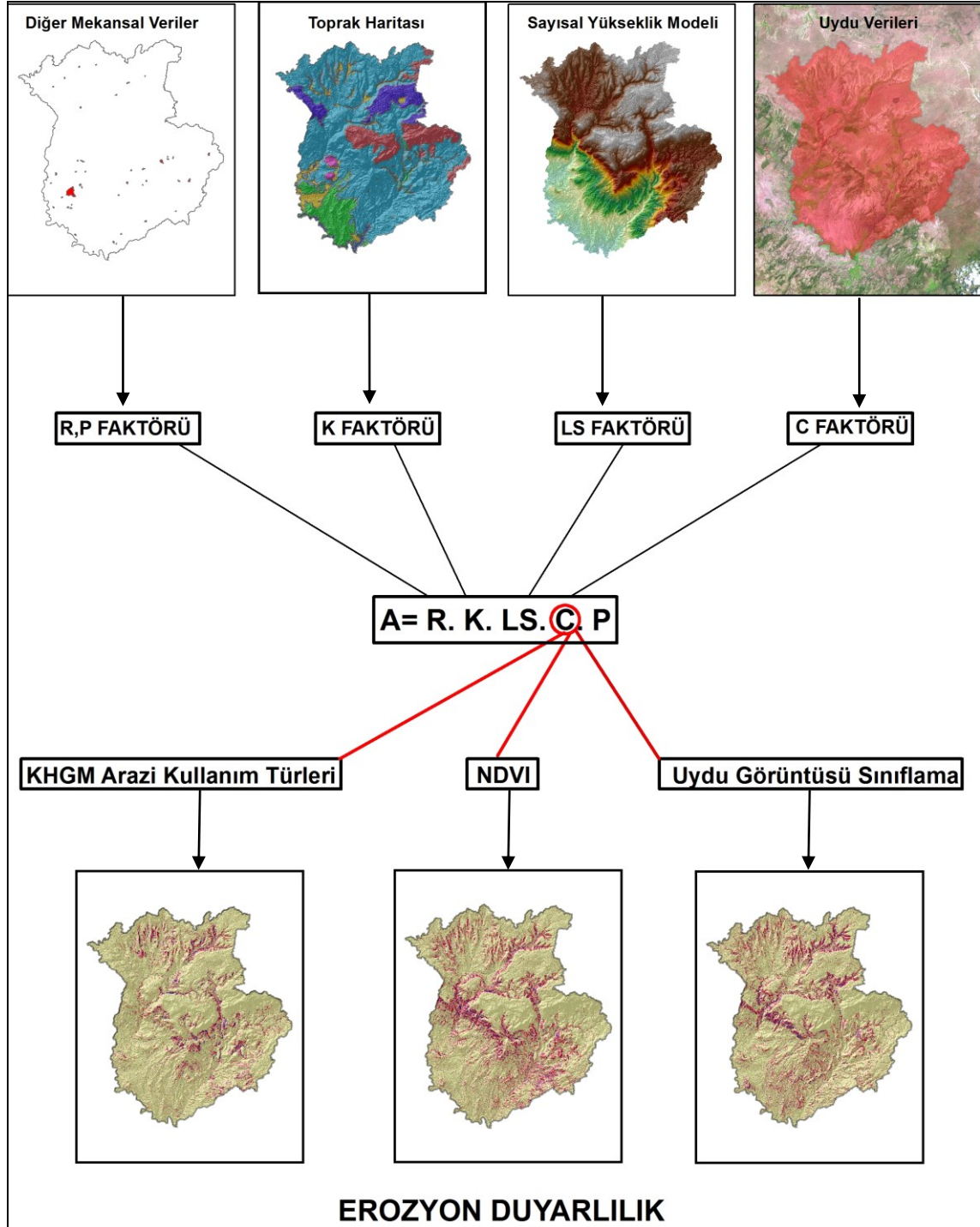
K: Toprak Erodibilite Faktörü,

C: Bitki Amenajman Faktörü,

P: Toprak Koruma Tedbirleri.

Evrensel toprak kayıpları eşitliği yukardaki denklemde de görüldüğu üzere birçok parametreyi kullanarak potansiyel erozyon alanlarını belirlemektedir. Eşitlikte R faktörü iklimin erozyon üzerindeki etkisini, K faktörü toprak türünün erozyon üzerindeki etkisini ifade ederken, LS faktörü ise topografik durumun erozyona etkisini; C faktörü, arazi örtüsünün kapalılık durumu ile erozyon arasındaki ilişkiyi; P faktörü, toprak koruma işleminin erozyon arasındaki durumu temsil etmektedir. Birçok parametrenin bir arada değerlendirildiği denklemin CBS ile entegrasyonu Türkiye' de ve dünyada birçok bölge için uygulanmış ve geleceğe yönelik planlamaların yapılmasında etkili bir biçimde kullanılmıştır. Eşitlikteki parametrelerin hesaplanma

adımları tek tek açıklanmış ve bu parametrelere ait tematik haritalar CBS ortamında hazırlanmıştır (şekil 4.1).



Şekil 4.1. CBS tabanlı USLE modeli akış şeması

4.2.1.2. Yağış Erozyon İndisi (R)

Yağış ve buna bağlı olarak gerçekleşen akış, erozyon sürecinde önemli bir etkiye sahiptir. R faktörü olarak nitelendirilen yağış erozyon indisinin hesaplanmasında uzun dönemli yağış verilerine ihtiyaç duyulmaktadır (Esther, 2009:8). USLE eşitliğinde kullanılan R faktörünün hesaplanması sırasında meteorolojik verilerin kısıtlılığı

nedeniyle birtakım sorunlar oluşmaktadır. R faktörü USLE eşitliğinde şu şekilde hesaplanmaktadır: Bir yıl içinde çalışma sahasında gerçekleşen fırtınalı yağışların fırtına kinetik enerjisi (E) ve maksimum 30 dakikalık fırtına süresi-yağış yoğunluğu (I_{30}) dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Söz konusu verilerin her meteoroloji istasyonunda olmayışı nedeniyle farklı çözüm önerileri sunulmuştur. Bunlardan bir tanesi Geliştirilmiş Fornuier İndeksi' dir (Özsoy, 2007:67; Yılmaz, 2006:41).

Bu indis:

$$FYİ = \sum_{i=1}^{12} \frac{P_i^2}{\bar{p}}$$

Formülüyle ifade edilmekte ve burada P_i : i ayındaki toplam yağışı; \bar{p} ise yıllık ortalama yağış miktarını ifade etmektedir (Doğan ve Denli, 1999:6).

4.2.1.3. Eğim Uzunluğu ve Eğim Faktörü (LS)

Eğim derecesi ve eğim uzunluğu faktörü (sırasıyla, S ve L) araziden ölçüm yoluyla yada Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) kullanılarak topografyanın toprak erozyonu üzerindeki etkisini hesaplamak için kullanılmaktadır. LS faktörü, erozyona etki eden diğer parametrelerin sabit olduğu varsayılarak, 22,13 m. uzunluğunda ve %9 eğimli bir arazideki toprak kaybını ifade etmektedir (Esther, 2009:9; Özsoy, 2007:70). 1/25000 ölçekli sayısal topografya haritası kullanılarak çalışma alanının 10x10 m. çözünürlükte sayısal yükseklik modeli üretilmiştir. Dik eğimli ve eğim uzunluğunun fazla olduğu arazilerde suyla birlikte toprak taşınımı daha hızlı olmaktadır. Bu nedenle erozyon tahmin modellemelerinde eğim derecesi ve eğim uzunluğu önemli bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır. LS faktörü aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Karabulut vd., 2008:19).

$$LS = 1.6 * POW \left(\frac{[\text{flowacc}] * \text{resolution}}{22.1,06} \right) * POW \left(\frac{\text{Sin}([\text{slope}] * 0.01745)}{0.09,1.3} \right)$$

Burada; LS: eğim uzunluğu ve derecesi; pow: üs; resolution: çözünürlük; flowacc: akış birikimi; sin: sinüs; slope: eğim olarak ifade edilmektedir.

4.2.1.4. Toprak Erodibilite Faktörü (K)

Erozyon sürecini etkileyen diğer koşullar sabit olması durumunda, farklı özellikteki topraklar farklı derecede aşınırlar. Toprağın fiziksel özellikleri erodibilite derecelerini etkileyen en önemli etkendir. Toprağın erodibilite derecesini, bünyesi, yapısı ve yapısal stabilitesi, organik madde miktarı, geçirgenliği, yüzeydeki çakıl oranı, nem miktarı ve profil derinliği belirlemektedir (Doğan, vd., 2000:1) Bu faktörün hesaplanmasında farklı yöntemler kullanılmaktadır. Çalışma sahasına ait 1/25000 ölçekli sayısal toprak grupları haritası temin edilerek havzadaki toprak grupları belirlenmiştir. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube müdürlüğü tarafından Türkiye büyük toprak gruplarının erozyona duyarlılık K faktörleri Doğan vd. 2000' den yararlanılarak hazırlanmıştır. Birçok araştırmacı tarafından kullanılarak gerçekçi sonuçlara ulaşmada etkili olan toprak gruplarına ait K değerleri daha önceki çalışmalardan yararlanılarak USLE modeline dahil edilmiştir (tablo 4.1).

Tablo 4.1. Çalışmada kullanılan K değerleri (Karabulut ve Küçükönder., 2008:17; İrvem ve Tülücü., 2004:4; Doğan vd.,2000:21)

<i>Büyük Toprak Grupları</i>	<i>K Değerleri</i>
Rendzinalar	0,25
Kahverengi Orman Toprakları	0,20
Kolüvyal Topraklar	0,18
Alüvyal Topraklar	0,15
Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları	0,15
Kırmızı Akdeniz Toprakları	0,011
Çıplak Kayalık / Yerleşim / Nehir Yatağı	0,001

4.2.1.5. Bitki Amenajman Faktörü (C)

Vejetasyon örtüsü, toprak ile atmosfer arasında bir tampon katman işlevi görmektedir. Bitkilerin toprak üstü bileşenleri olarak nitelendirilebilecek yaprakları ve sapları, yağmur damlası veya yüzey suyu enerjinin bir kısmını emer (Ereñin, 2000). Böylece yağmur damlası toprağa direkt temas etmeden önce bitki yapraklarına çarpmakta ve enerjisi büyük oranda azalmaktadır. Enerjisinin azalmasıyla birlikte toprağın derinliklerine girmesi daha rahat olmakta ve toprak yüzeyinde bozulmalar engellenmektedir. Bu nedenle arazi örtüsünün karakteri erozyon sürecinde önemli bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır. USLE modelinde arazi örtüsünün erozyon üzerindeki etkisini ortaya koymak için eşitliğe bitki amenajman faktörü olan C faktörünü katmıştır. USLE eşitliğindeki bitki amenajman faktörünün belirlenmesinde birçok yöntem bulunmaktadır. Çalışma sahası için C faktörü üç farklı yöntemle belirlenmiştir. Bunlar; daha önce çalışma sahası için hazırlanmış olan, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nden elde edilen arazi kullanımını gösteren sayısal haritalar kullanılarak, havzanın güncel arazi kullanımı ve arazi örtüsünün elde edilmesinde Temmuz 2011 tarihli Landsat-5 TM uydu görüntüleri kullanılarak Kontrolsüz Sınıflama tekniğiyle ve Normalize Fark Bitki İndeksi (NDVI/Normalized Difference Vegetation Index) kullanılarak üç farklı tematik katman oluşturulup modele ayrı ayrı dahil edilmiş ve farkları ortaya konmaya çalışılmıştır. Böylece daha geniş bir bakış açısı yakalanmış ve bundan sonraki çalışmalarda metot belirlemek açısından önem kazanmıştır. KHGM' den elde edilen sayısal arazi kullanım türleri haritası ve çalışma sahasına ait kontrolsüz sınıflandırma sonucu elde edilen arazi örtüsü/kullanımı haritalarına, daha önceki çalışmalarda kullanılan C faktörü katsayı değerleri dahil edilerek USLE modeli C faktörü haritası üretilmiştir (tablo 4.2).

Tablo 4.2. Çalışmada kullanılan C değerleri (Karabulut vd.,2008:17; İrvem vd., 2004:5)

<i>Arazi Kullanımı</i>	<i>C Değerleri</i>
Kuru Tarım (Nadaslı)	0,38
Kuru Tarım (Nadassız)	0,07
Sulu Tarım	0,28
Mera / Fundalık / Bağ	0,09
Yerleşim Alanı / Kayalık / Nehir Yatağı	1

4.2.1.5.1. Kontrolsüz Sınıflandırma

Sayısal uydu görüntülerinin sınıflandırılmasındaki temel hedef, görüntüdeki aynı yada benzer spektral özelliklere sahip hücrelerin/piksellerin aynı sınıfta tanımlanmasıdır. Birçok alanda yaygın bir biçimde kullanılan kontrolsüz sınıflandırma yönteminin temeli de buna dayanmaktadır. Uydu verilerinin yansıma değerleri temel

alınarak benzer özellikteki piksellerin otomatik olarak tespit edilmesi ve sınıflara atanması sistemiyle çalışmaktadır (Karakoç, 2010:53). Kontrolsüz sınıflandırma işlemlerinde sistem küme merkezlerini geçici olarak hesaplamaktadır. Böylece piksellerin dâhil olacağı sınıflar belirlenir ve bu işlem, küme merkezlerinin konumlarında değişim stabil kalana kadar devam eder (Denizdurduran, 2012:33). Kontrolsüz sınıflandırmada farklı sınıflandırma algoritmaları bulunmaktadır. Bunlar kullanıcı tarafından yapılacak çalışmanın niteliğine göre tercih edilmektedir.

Genel manada kontrolsüz sınıflama algoritmalarından en çok tercih edileni ISODATA (Iterative Self Organizing Data Analysis Technique) algoritmasıdır. Buna benzer çalışmalarda daha önce kullanılan ve gerçekçi sonuçlar üretmesi nedeniyle çalışma sahasının mevcut arazi örtüsü/kullanımının belirlenmesi amacıyla kullanılan kontrolsüz sınıflandırma tekniğinde ISODATA algoritması tercih edilmiştir.

Çalışma sahasının güncel arazi kullanım durumu ve arazi örtüsünün belirlenmesinde, kontrolsüz sınıflandırma tekniğiyle Temmuz 2011 tarihli Landsat-5 TM uydu görüntüleri kullanılarak belirlenmiştir. Kontrolsüz sınıflandırma tekniğinde sınıflandırmaya başlamadan önce sınıf sayısının belirlenmesi gerekmektedir. Sınıf sayısının fazla olması daha iyi sonuç almada önemlidir. Çalışma sahası için arazi örtüsü/arazi kullanımını tespit etmek amacıyla mevcut görüntüler ilk aşamada 150 sınıfa ayrılmış, daha sonra benzer sınıflar birleştirilerek temel 7 sınıf oluşturulmuştur. Sonraki aşamada, sınıflandırılan bu görüntü doğruluk analizine tabi tutularak sınıflanmış görüntüyle yer gerçekliği arasındaki uyum denetlenmiştir. Böylece sınıflandırmanın başarısı ortaya konulmuştur.

4.2.1.5.2. Normalize Edilmiş Fark Bitki İndeksi (NDVI/Normalized Difference Vegetation Index)

Bitki indeksleri çok bantlı uydu verilerinin kullanılarak belli bir bölgedeki vejetasyon karakterini belirlemede kullanılmaktadır. Yaygın bir şekilde kullanılan NDVI, yakın infrared ile kırmızı dalga boyundaki ışık değerlerinin farkının, bu iki bandın toplamına bölünmesiyle elde edilmektedir.

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

Burada: NIR: Yakın İnfrared bant, R: Kırmızı bant olarak ifade edilmektedir.

Bu formülün uygulanmasıyla sonuçlar -1 ila 1 arasında değişen NDVI değerleri üretmektedir. Negatif değerler su, kar, bulut ve bitkiden yoksun nemli alanları ifade ederken, pozitif değerler ise bitki örtüsünün varlığını göstermektedir (Karabulut, 2006:31). NDVI değerleri atmosferik olaylara karşı çok hassas olması nedeniyle uydu görüntüler tercih edilirken uydu görüntülerinin bulutsuz olmalarına dikkat edilmiştir.

4.2.1.6. Toprak Koruma Tedbirleri (P)

Belirli bir alandaki toprak koruma tedbirleri altında gerçekleşen toprak kayıplarının, aynı şartlarda devamlı nadas alanından meydana gelen toprak kaybına oranı şeklinde ifade edilen P faktörü, herhangi bir toprak koruma tedbiri alınmadığı durumlarda P=1 olarak modele dahil edilmektedir. Türkiye’deki arazilerin genelinde olduğu gibi çalışma sahasında da toprak korumaya yönelik uygulamalar ya kısıtlı seviyelerde yada hiç bulunmamaktadır. Bu nedenle model oluşturulurken P faktörü modele dahil edilmemiştir (Karaburun vd., 2009:6; Karabulut vd., 2008:16; Özsoy, 2007:74).

5. BULGULAR

Çalışmanın bu bölümüne kadar yağış erozyon indisi (R), eğim derecesi ve eğim uzunluğu faktörü (LS), toprak erodibilite faktörü (K), bitki amenajman faktörü (C) ve toprak koruma tedbirlerinin (P) elde edilmiş yöntemleri ve sonuçları materyal metot bölümünde açıklanmıştır. USLE-CBS entegrasyonu neticesinde çalışma sahasına ait erozyon duyarlılık alanlarını gösteren sonuç haritaları elde edilmiştir. Sonuç duyarlılık haritaları, erozyon duyarlılık sınıflarına göre daha önceki çalışmalar baz alınarak 5 farklı erozyon duyarlılık sınıfına (çok hafif, hafif, orta, şiddetli ve çok şiddetli) ayrılmıştır. Söz konusu sınıfların alansal (ha) olarak dağılımı hesaplanmıştır. USLE modelindeki faktörlerden bitki amenajman faktörü (C) birçok araştırmacı tarafından farklı teknikler geliştirilerek USLE modeline dahil edilmiş ve çalışılan alan ile ilgili erozyon sahalarının belirlenmesinde kullanılmıştır. Bu tekniklerden bazıları daha zaman alıcı ve daha pahalı olurken bazıları daha pratik, hızlı ve daha ekonomik yöntemler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda materyal metot bölümünde de bahsedildiği üzere araştırmacılar tarafından en çok tercih edilen teknikler kullanılarak çalışma sahasına ait toplam üç adet erozyon duyarlılık haritası üretilmiştir. Bu çalışmada C faktörünün elde edilmesinde; Landsat TM uydusu kullanılarak kontrolsüz sınıflandırma tekniğiyle çalışma sahasının arazi örtüsü/kullanımı haritası üretilmiştir (şekil 5.4 C faktör 1). Diğer bir yöntem ise KHGM tarafından üretilmiş olan çalışma sahasına ait arazi kullanım türleri haritasıdır (şekil 5.4 C faktör 2). Üretilen bu haritaların USLE modeline dahil edilebilmesi için daha önceki çalışmalarda kullanılan arazi kullanımıyla ilişkili C değerleri baz alınarak sisteme dahil edilmiştir. Çalışmada kullanılan son yöntem ise birçok araştırmacı tarafından sıklıkla kullanılan ve arazi örtüsü kapallığı hakkında gerçekçi bilgiler veren normalize fark bitki indeksidir (NDVI). Landsat TM uydusu kullanılarak üretilen NDVI, yeniden sınıflandırılarak bitki örtüsünün yoğun, az yoğun olduğu ve hiç olmadığı alanlar olarak gruplandırılmıştır (şekil 5.4 C faktör 3). Söz konusu C faktörlerinin elde edilme tekniğine göre üç farklı erozyon duyarlılık haritası üretilmiştir. Çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde söz konusu sonuç duyarlılık haritaları sırasıyla: Duyarlılık-1, Duyarlılık-2 ve Duyarlılık-3 olarak ifade edilecektir.

Çalışmanın bu bölümünde, sahanın arazi kullanımı/örtüsü faktörünün elde edilmesinde kullanılan teknikler ve aşamaları ayrıca ele alınacaktır.

5.1. Kontrolsüz Sınıflandırma

Çalışma sahasının güncel arazi kullanım durumu ve arazi örtüsünün belirlenmesinde, kontrolsüz sınıflandırma tekniğiyle Temmuz 2011 tarihli Landsat-5 TM uydu görüntüleri kullanılarak belirlenmiştir. Kontrolsüz sınıflandırma tekniğinde temel mantık, uydu verilerinin yansıma değerleri temel alınarak benzer özellikteki piksellerin otomatik olarak tespit edilmesi ve sınıflara atanması sistemidir (Karakoç, 2010:53). Bundan hareketle herhangi bir alanla ilgili elde edilen uydu verileriyle o alanın arazi örtüsü hakkında gerçekçi bilgiler elde edilebilmektedir. Son yıllarda neredeyse arazi örtüsü/kullanımıyla ilgili tüm çalışmalarda uzaktan algılama teknolojilerinden faydalanılmaktadır. Böylece daha geniş alanlar daha hızlı ve daha ekonomik bir biçimde izlenebilmektedir. Özellikle erozyon gibi dinamik karakterdeki olguların uzun periyotta izlenmesi, ileriye dönük planlamaların yapılması ve önlem almak noktasında uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri kullanışlı araçlar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Genel manada kontrolsüz sınıflama algoritmalarından en çok tercih edileni ISODATA (Iterative Self Organizing Data Analysis Technique) algoritmasıdır. Buna benzer çalışmalarda daha önce kullanılan ve gerçekçi sonuçlar üretmesi nedeniyle çalışma sahasının mevcut arazi örtüsü/kullanımının belirlenmesi amacıyla kullanılan kontrolsüz sınıflandırma tekniğinde ISODATA algoritması tercih edilmiştir.

Bu çalışmada da USLE modelindeki C faktörünün elde edilmesinde kontrolsüz sınıflandırma tekniği kullanılarak, çalışma sahası öncelikle 150 sınıfa ayrılmıştır. Daha sonra benzer sınıflar birleştirilerek temel 7 sınıf oluşturulmuştur. Bu sınıflar: su, orman/bahçe, tarım, çalılık, çıplak alan/kayalık, yerleşme ve diğer tarım şeklinde olmuştur (şekil 5.1). Sınıflama işleminden sonra USLE modeline uygun hale getirmek için daha önce birçok araştırmacı tarafından elde edilen C değerleri, öznelik bilgisi olarak sisteme dahil edilerek erozyon Duyarlılık-1 haritası elde edilmiştir.

Kontrolsüz sınıflandırmada ISODATA algoritması uygulanarak elde edilen arazi kullanım haritası incelendiği, çıplak alan ve kayalık sınıfına dahil arazilerin fazla olduğu görülmektedir. Bilhassa, çalışma sahasının kuzeybatı kesiminde çıplak alan ve kayalıkların arttığı dikkati çekmektedir. Bunun yanı sıra, çalışma sahasında sulu tarım faaliyetleri, akarsu vadileri içerisinde kolüvyal ve alüvyal topraklar üzerinde sıklaşmaktadır. Çalışma sahasının vadi ve tepelik kısımlarında ise ormanlık ve bahçelik alanlar yoğunlaşmaktadır. Benzer yansıma özellikleri gösteren ormanlık ve bahçelik alanlar aynı sınıfa dahil edilmiştir. Diğer tarım faaliyeti ise akarsu vadilerinden uzaktaki nispeten düzlük alanlarda yapılmaktadır. Çalışma sahasında yer alan yerleşmelerin çoğu, akarsu vadilerinde, tarım yapmaya uygun verimli topraklar üzerinde kurulmuştur. Çalışma sahasında, çıplak alan ve kayalıkların oranının yüksek olması, tarım yapılarak bitki örtüsünün tahrip edilmesi bu alanların erozyona karşı daha duyarlı olmasına neden olmaktadır.

5.1.2. Doğruluk Analizleri

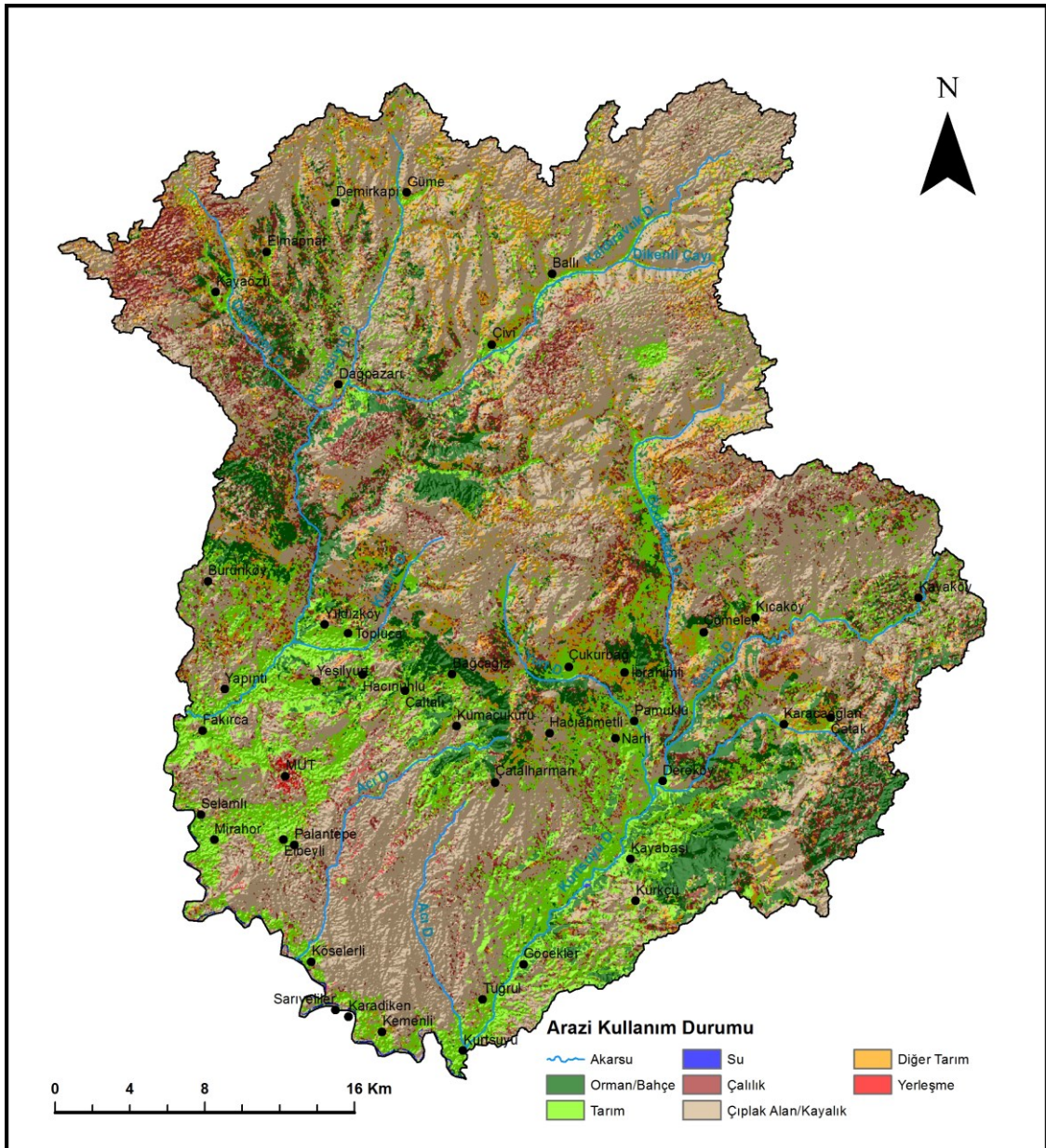
Sayısal uydu görüntülerinin sınıflandırılmasından sonra sınıflandırmanın başarısını ölçmek için çeşitli yöntemlerle doğruluk analizleri yapılabilmektedir. Doğruluk analizinde temel mantık, sınıflandırılmış görüntüdeki hücreye verilen etiket ile o hücrenin gerçek sınıfı arasındaki uygunluğunu ortaya koymaktır. Gerçek sınıfları belirlemek için yüksek çözünürlüklü uydu verileri, hava fotoğrafları, araziden doğrudan GPS noktaları alma yoluyla veya mevcut haritalardan yararlanılır. Ancak çalışma alanının tamamı için doğrudan GPS noktaları almak zaman alıcı olmakla beraber ekonomik değildir ve uzaktan algılamaya dayanan sınıflandırma tekniğinin amacını yok eder (Denizdurduran, 2011:34).

Sınıflandırmada doğruluk analizi, sınıflandırma sonucunda elde edilen sonuçların referans verilerinden elde edilen test alanlarındaki arazi örtüsünün bilinen kimliği ile karşılaştırılmasını içerir. Seçilen piksellerle referans verilerinin karşılaştırılması sonucu, sınıflandırılmış piksellerin ait olduğu sınıflara atanma doğrulukları, sınıflandırma hata matrisinden elde edilebilir. Hata matrisi; arazide tanımlanan veya yardımcı veriler yardımıyla tespit edilen arazi örtüsüne göre belirli bir arazi örtüsü tipi olarak atanan piksellerin sayısını satırlar ve sütunlar halinde düzenlemiş sayıların karesel bir düzenidir (Karakoç, 2011:50; Kansu, 2006:59).

Bu çalışmada da çalışma alanının arazi örtüsü/kullanımı durumunu ortaya koymak için kontrolsüz sınıflandırma tekniğiyle Temmuz 2011 yılına ait Landsat TM uydu görüntüsü sınıflandırılmış, sınıflanmış görüntü ile yer gerçekliğinin uyumu denetlenmiştir. Doğruluk analizlerinde sınıflandırılmış görüntü üzerine rastgele 100 nokta yerleştirilmiştir. Tablo 5.1 incelendiğinde atılan 100 noktadan 92 tanesi doğru sınıfa atanmıştır. %90 genel doğruluk oranına ve 0,85 kapa katsayısına ulaşıldığı görülmektedir. Sınıflar bazında incelendiğinde ise su ve çalılık sınıflarında en yüksek kapa katsayısı elde edilirken, diğer tarım ve yerleşme sınıfları en düşük kapa katsayısının olduğu sınıflardır. Sınıflandırmada su ve tarım sınıfları en iyi ayırt edilen sınıflar olarak belirlenmiştir (tablo 5.1).

Tablo 5.1. Kontrolsüz sınıflama doğruluk analizi sonuçları (Kappa: 86,62/ Doğruluk: 90%)

Sınıflanmış Veri	Referans	Sınıf	Doğru Sayısı	Ürün Doğruluk	Kullanıcı Doğruluk	Kappa
Orman	14	17	14	100%	82.35%	0,7948
Tarım	20	20	19	95%	95%	0,9375
Su	3	3	3	100%	100%	1
Çalılık	11	8	8	72.73%	100%	1
Çıplak	43	42	41	95.35%	97.62%	0,9582
Alan/Kayalık						
Diğer Tarım	7	7	5	71.43%	71.43%	0,6928
Yerleşme	2	3	2	100%	66.67%	0,6599
Toplam	100	100	92			



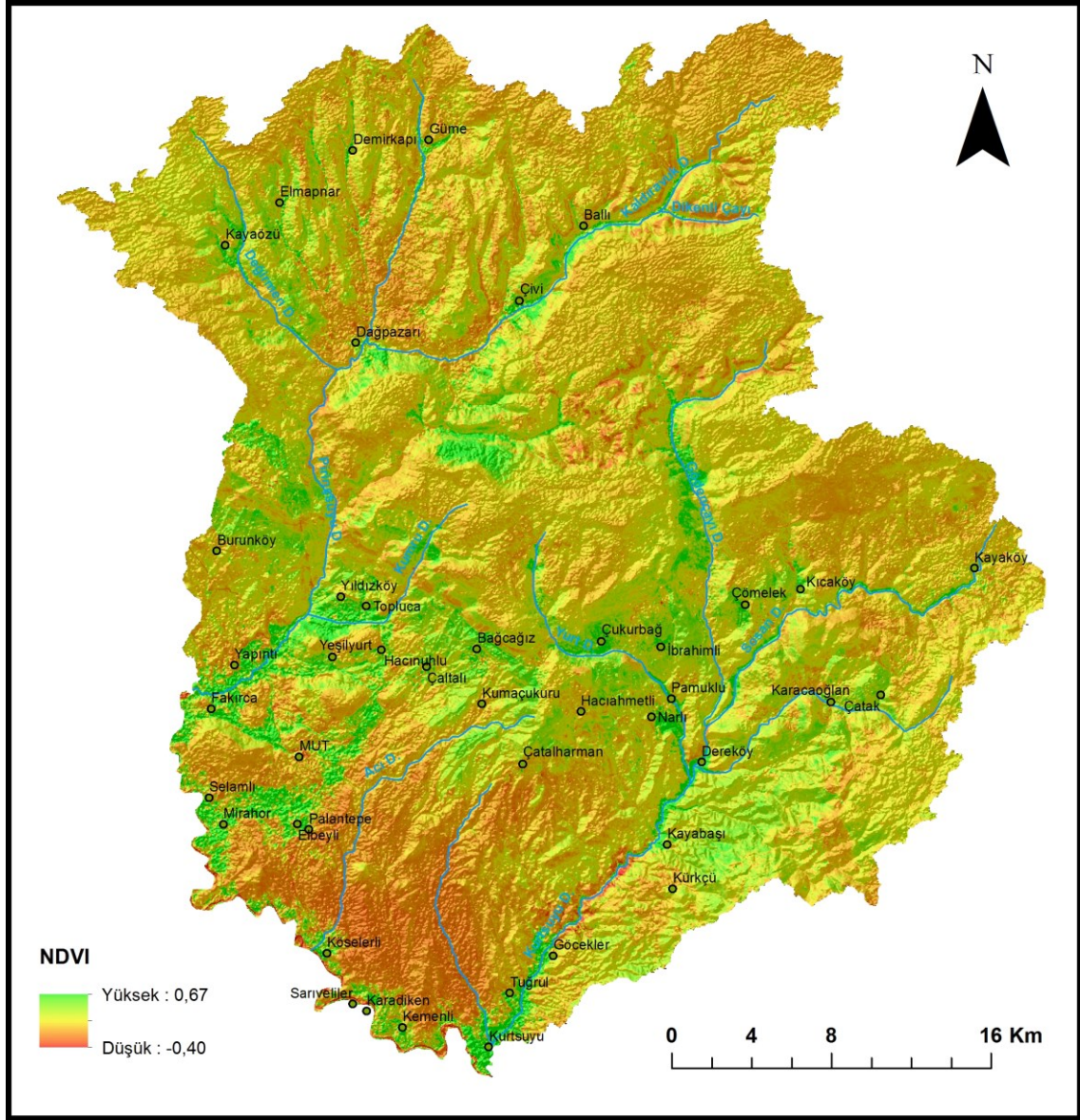
Şekil 5.1. Çalışma sahası kontrolsüz sınıflandırma sonucu elde edilen arazi kullanım durumu

5.2. Normalize Edilmiş Fark Bitki İndeksi (NDVI/Normalized Difference Vegetation Index)

Herhangi bir alanda vejetasyon karakterini ortaya koymada etkili bir metot olan bitki indeksleri, çok bantlı uydu görüntüleri kullanılarak hesaplanmaktadır. Birçok alanda araştırmacılar tarafından sıklıkla kullanılan NDVI, yakın infrared ile kırmızı dalga boyundaki ışık değerlerinin farkının, bu iki bantın toplamına bölünmesiyle elde edilmektedir. Hesaplamalar yoluyla elde edilen indeks değerleri ise bitkilerin yeşil biomas, yaprak alanları, fotosentez için yutulan enerji miktarı gibi birçok özelliği ile yakından ilgilidir (Marsh vd., 1992:2998; Di vd., 1994:2121). Bu özellikler de bitki örtüsü durumunun belirlenebilmesi için kullanılan önemli parametreler olarak kabul edilmektedir. NDVI, yakın infrared bant ile görünür bölgedeki kırmızı bantın birbirinden çıkarılıp daha sonra iki bantın toplamına bölünmesi ile elde edilen normalize edilmiş değerleri ifade eder. NDVI görüntülerinin hesaplanma adımları materyal metot bölümünde anlatılmıştır (Viovy vd., 1992:1585; Beck, vd., 2006:322; Karabulut, 2006:31).

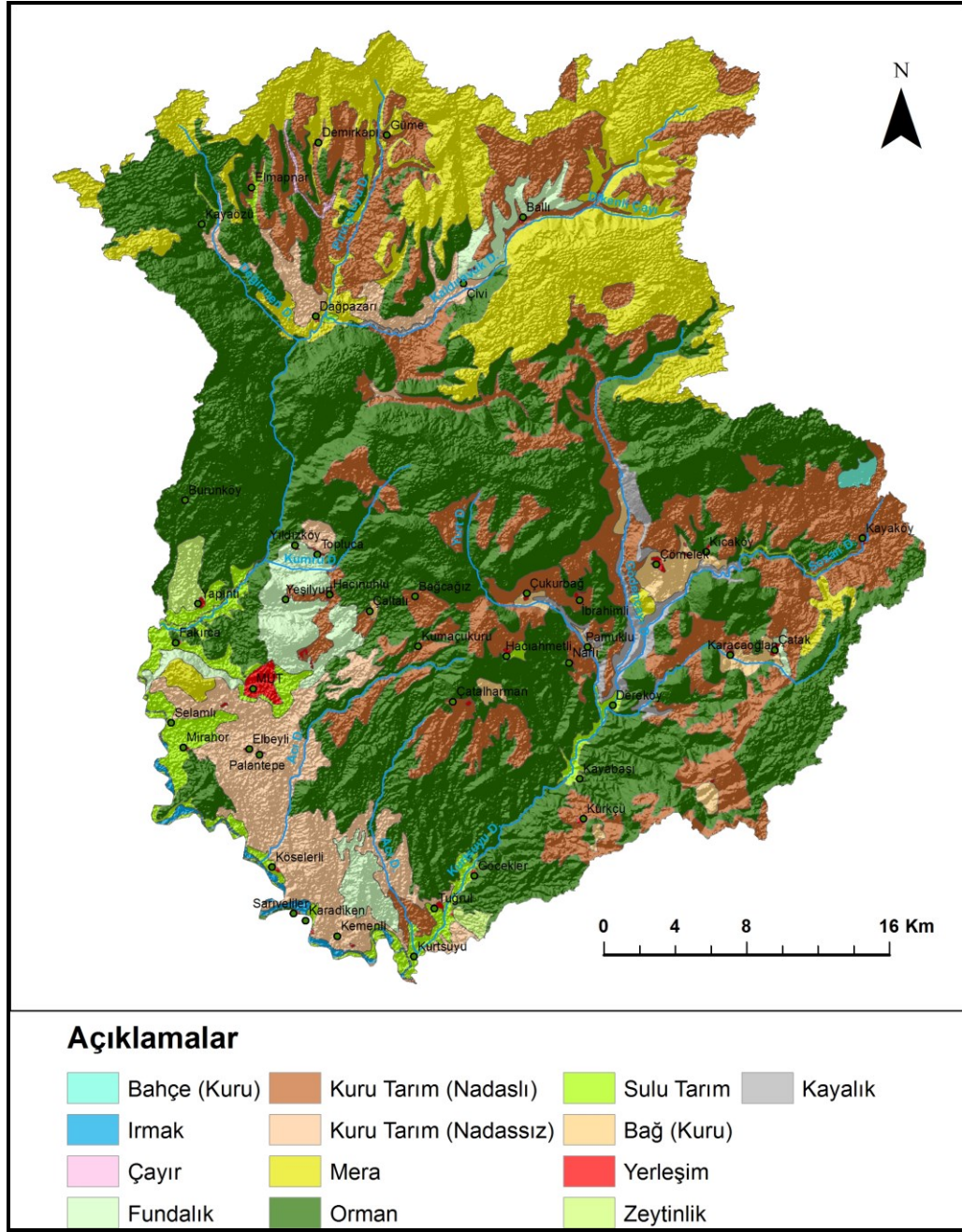
NDVI hesaplama sonucunda +1 ile -1 arasından değişen NDVI değerleri elde edilmektedir. Negatif değerler su, kar, bulut ve bitkiden yoksun nemli alanları ifade ederken, pozitif değerler ise bitki örtüsünün varlığını göstermektedir (Karabulut, 2006:31). Çalışma alanında -0,40 ile 0,67 arasında değişen NDVI değerleri elde edilmiştir. USLE modelindeki parametrelerden bitki amenajman faktörü olan C değerini bulmak için çalışma alanına ait Landsat TM uydusundan NDVI elde edilmiştir (şekil 5.2). Sonuç NDVI değerleri yeniden sınıflandırılarak bitki örtüsünün az yoğun, yoğun ve çıplak olduğu alanlar şeklinde belirlenmiştir. Daha sonra USLE modeline dahil edilerek erozyon Duyarlılık-3 sonuç haritası elde edilmiştir. Çalışma alanındaki arazi örtüsünün kapalılık durumuna bakıldığında, yoğun bitki örtüsünün olmadığı görülmektedir. Çıplak alanlar ve az yoğun bitki örtüsünün yayılış alanlarının daha fazla olduğu görülmektedir (şekil 5.2).

NDVI görüntülerde dikkati çeken ilk husus, yüksek yansıma özellikleri gösteren kesimlerin akarsu vadi içlerindeki sulak alanlara denk gelmesidir. Nitekim arazi incelemelerinde de görüldüğü üzere, akarsu vadi içleri ormanlık alanların en fazla yoğunlaştığı sahalardır. Bunun dışında akarsu vadilerinde sulu ve bahçe tarımının yapılması bu kesimlerde toprağın üzerinin bitki ile örtülmesini sağlamaktadır. Böylelikle NDVI görüntüsünde bu alanlar yüksek yansıma özellikleri göstermektedir. Fakat NDVI görüntülerde en yüksek yansıma özelliği gösteren alanlar toprağın üzerine en fazla örten, en yüksek biomas aktiviteye sahip orman alanlarıdır. Ormanlık alanlar, hâlihazırda erozyon duyarlılığının yüksek olduğu vadi içlerinde, erozyon şiddetini bir nebze de olsa azaltan önemli faktördür. Çalışma sahası güneybatısı en düşük NDVI özellikleri gösteren kesimlerdendir. Bu alanda düşük bitki indeks değerlerinin olması litoloji ile alakalıdır. Marnlı yüzeyler, NDVI görüntülerde en düşük yansıma özellikleri gösteren alanlardır. Nitekim çalışma sahasında marnlı çıplak yüzeylerin yaygın olması bu alanların erozyon açısından daha duyarlı olmasına sebep olmaktadır.



Şekil 5.2. Çalışma alanı normalize fark bitki indeksi (NDVI) haritası

Çalışma alanında erozyona duyarlı alanlarının belirlenmesi için USLE modelindeki faktörlerden C faktörünün elde edilmesinde kullanılan diğer bir yöntem ise KHGM tarafından üretilen sayısal arazi kullanım türleri haritasıdır. Bu haritaya göre çalışma alanı 13 farklı sınıfa ayrılmıştır. Bu sınıflar: bahçe, çayır, fundalık, nadaslı ve nadasız kuru tarım, mera, orman, sulu tarım, bağ, zeytinlik, kayalık, yerleşim ve ırmak şeklinde olmuştur. Arazi kullanım durumu haritası incelendiğinde en fazla yayılış alanına sahip sınıflarda ilk üç sırayı orman alanları, nadaslı kuru tarım alanları ve mera alanları almaktadır. Bunlardan mera alanları çalışma sahasının kuzey kesimlerinde yoğunlaşması dikkat çekicidir. En az alan kaplayan sınıflar ise sırasıyla çayır, bahçe ve zeytinlik alanlarıdır (şekil 5.3).



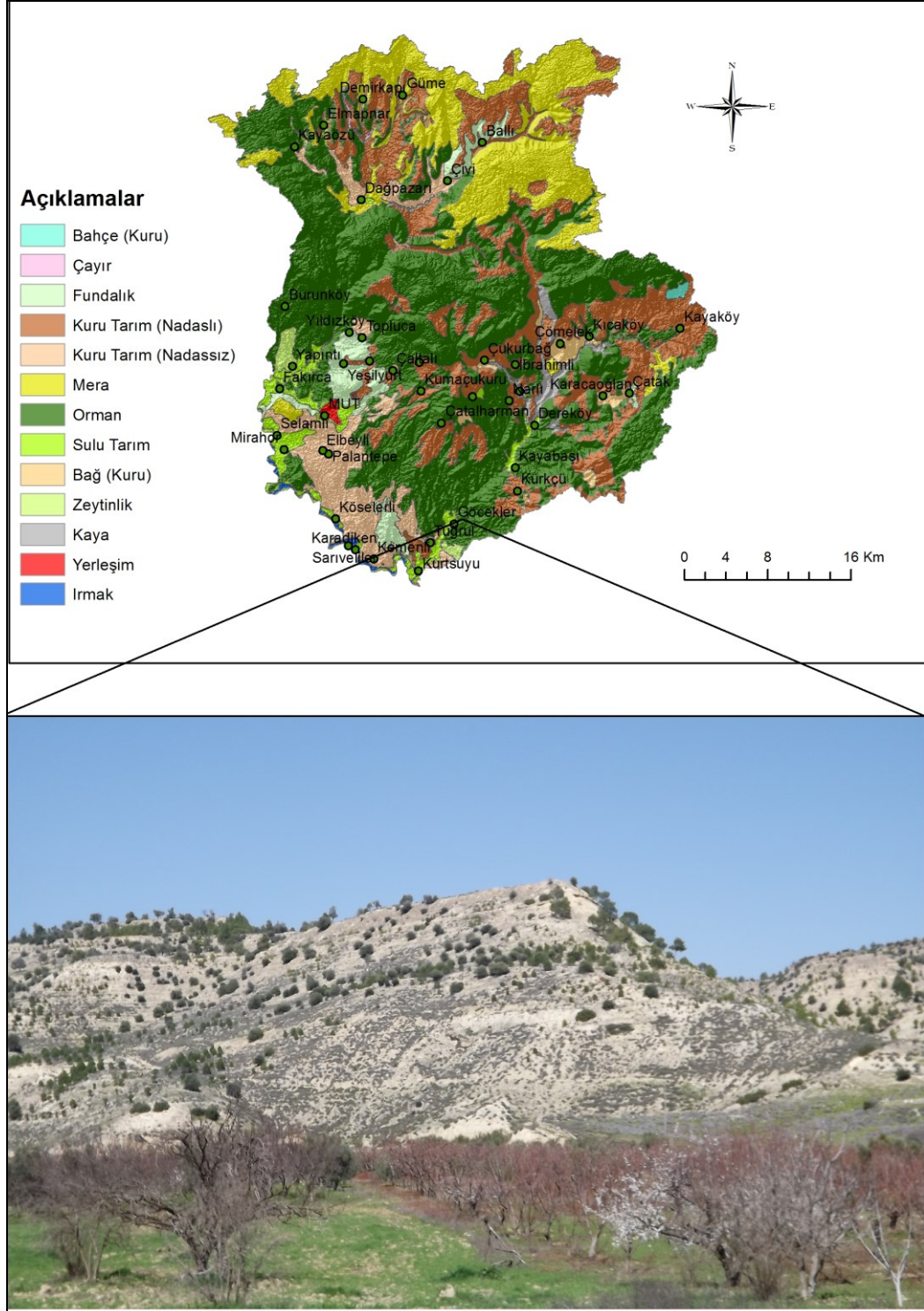
Şekil 5.3. KHGM tarafından üretilen arazi kullanım durumu haritası

Söz konusu sınıflara materyal metot bölümünde de belirtildiği üzere daha önceki çalışmalarda kullanılan C faktörü katsayı değerleri öznitelik bilgisi olarak sisteme girilmiştir. Oluşturulan bu katman USLE modeline dahil edilerek, çalışma alanına ait erozyon Duyarlılık-2 haritası elde edilmiştir.

Havzanın arazi kullanımı/örtüsünün tespit edilmesi için bahsedilen bu üç yöntemde; NDVI ve sınıflandırma sonucu elde edilen haritalarda yüksek benzerlik bulunurken, KHGM tarafından üretilmiş olan arazi kullanım durumu haritası farklılık arz etmektedir. Bu aradaki farklılıklar sonuç erozyon duyarlılık haritalarında da farklılıklara yol açmıştır.

KHGM haritalarının güncel olmaması, kabaca ve yüzeysel olarak oluşturulması bazı arazi sınıflarının gereğinden fazla gösterilmesine sebep olmuştur. Bilhassa ormanlık alanların çok fazla gösterilmesi erozyon duyarlılık haritasının da farklı

sonuçlar vermesine sebep olmuştur. Çünkü erozyon duyarlılık haritasının hazırlanmasında arazi kullanımı, bitki kapalılık durumu ya da C faktör önemli bir parametredir. Ormanlık alanlar C faktörde erozyon duyarlılığının en az olduğu sınıflar arasındadır. KHGM haritalarında ormanlık alanların gerçek olandan fazla gösterilmesi çalışma sahasında erozyon duyarlılığının yüksek olduğu alanlarda düşük çıkması sonucunu verecektir.

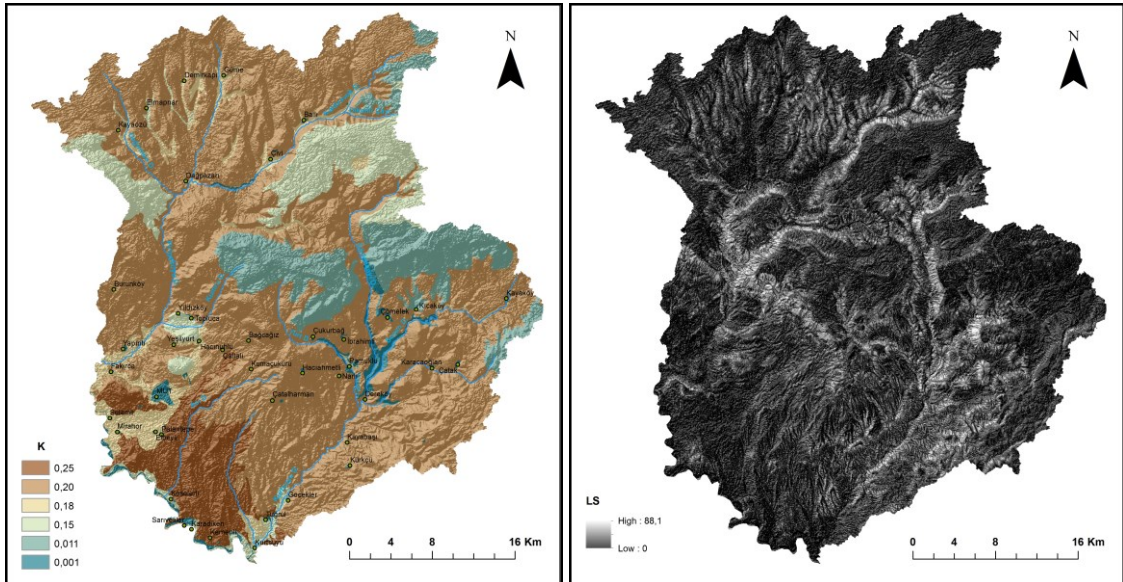


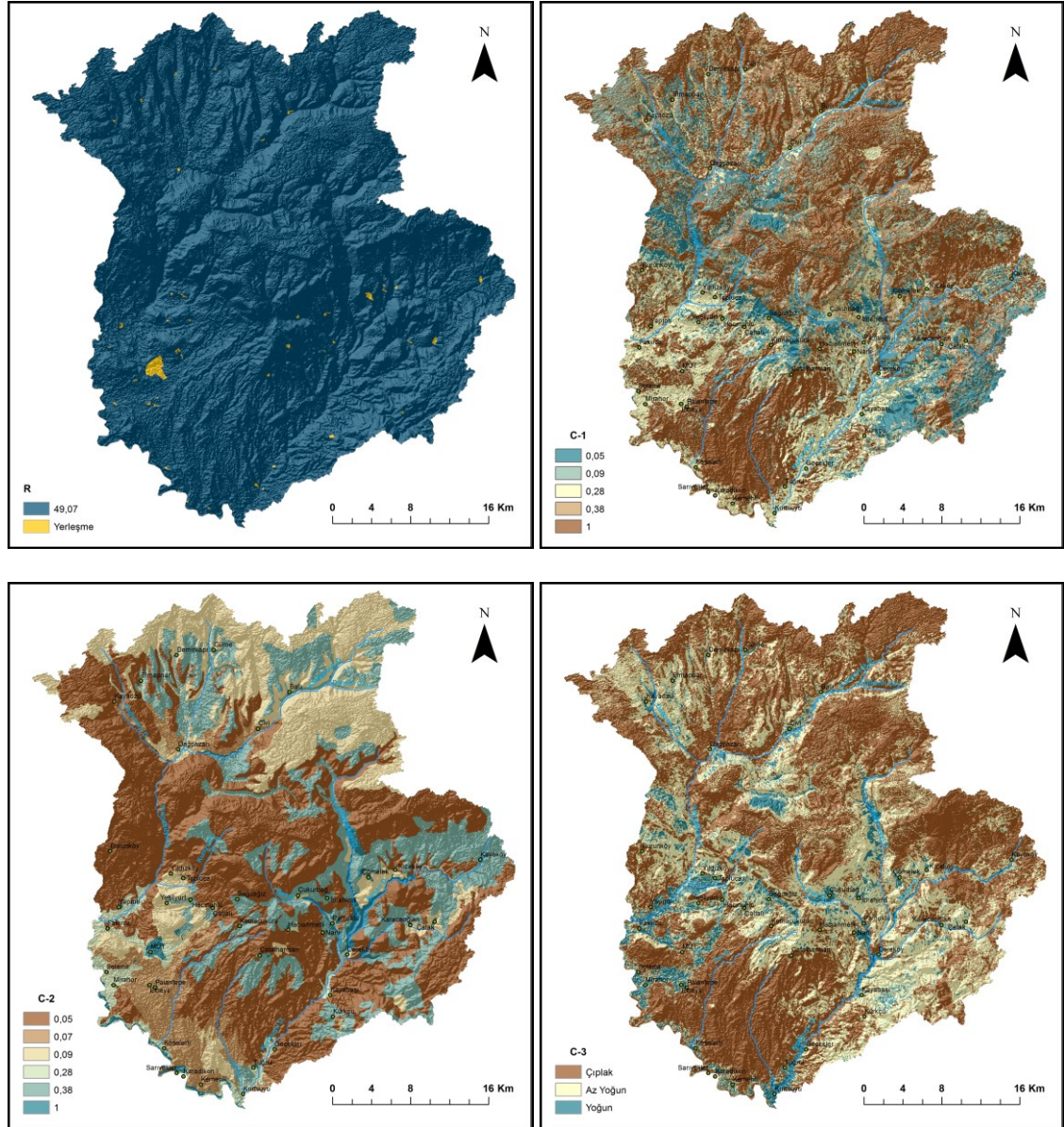
şekil 5.4. KHGM arazi kullanım haritası ve çalışma sahasının güneyindeki Göcekler – Tuğrul Köyleri civarı

Şekil 5.4 incelendiğinde, KHGM tarafından üretilen çalışma sahasına ait arazi kullanım durumu haritasında, orman alanı olarak belirtilen Göcekler ve Tuğrul köylerinin kuzeybatı bölümünde arazi çalışmaları sırasında yoğun bir orman örtüsüne rastlanmamıştır. Bunun aksine yamaçlarda seyrek yayılış alanı göstermiş genç kızılçamlar bulunmaktadır. Daha önce de ifade edildiği üzere USLE eşitliğinde C faktörünün oluşturulmasında kullanılan yöntemlerden biri KHGM tarafından üretilen arazi kullanım durumu haritasıdır. Orman alanı olarak belirtilen sahalar gerçekte bazı yerlerde çıplak arazi iken bazı yerlerde ise çalı formundadır. Diğer taraftan sayısal uydu verileri kullanılarak sınıflandırılan ve üretilen NDVI görüntülerinde bu alanların çalılık veya çıplak alan oldukları belirtilmiştir. Bilindiği üzere USLE eşitliğinde bitki amenajman faktörü (C) katsayılarının ağırlıkları arazi örtüsünün türüne göre değişiklik göstermektedir. Orman alanları 0,05' lik katsayı değeriyle erozyona en az duyarlı alanlar olarak sınıflandırılırken, çıplak alanlar 1 katsayı değeriyle en yüksek erozyona duyarlı alanlar olarak belirtilmektedir (İrvem ve Tülücü, 2004:5). Bu nedenle arazi örtüsünün karakteri ortaya konurken sonuçlara direkt etki edeceğinden dikkat edilmesi gerekmektedir. Havza için üretilen sonuç duyarlılık haritalarında farklılığın oluşmasındaki sebeplerden en önemlisi de arazi örtüsündeki farklılıktır. Çünkü yağmur damlası, arazi örtüsü tarafından tutulmadan zemine ulaşması durumunda erozyon sürecini etkileyecektir. Şöyle ki; bitki örtüsünün yoğun olduğu alanlarda yağmur damlası toprağa ulaşmadan bir engelleyici tarafından tutulmasıyla toprağın parçalanması yavaşlayacaktır. Hatta bu alanlarda bitki kök, yaprakları tarafından bu yağmurların bir kısmı tutularak yüzeysel akışa geçmesi engellenmiş olacaktır (Sönmez vd., 2013:10).

Bu nedenle USLE modeline dahil edilen arazi kullanımı/örtüsü haritaları sonuç haritalarında farklılıklara sebep olacaktır.

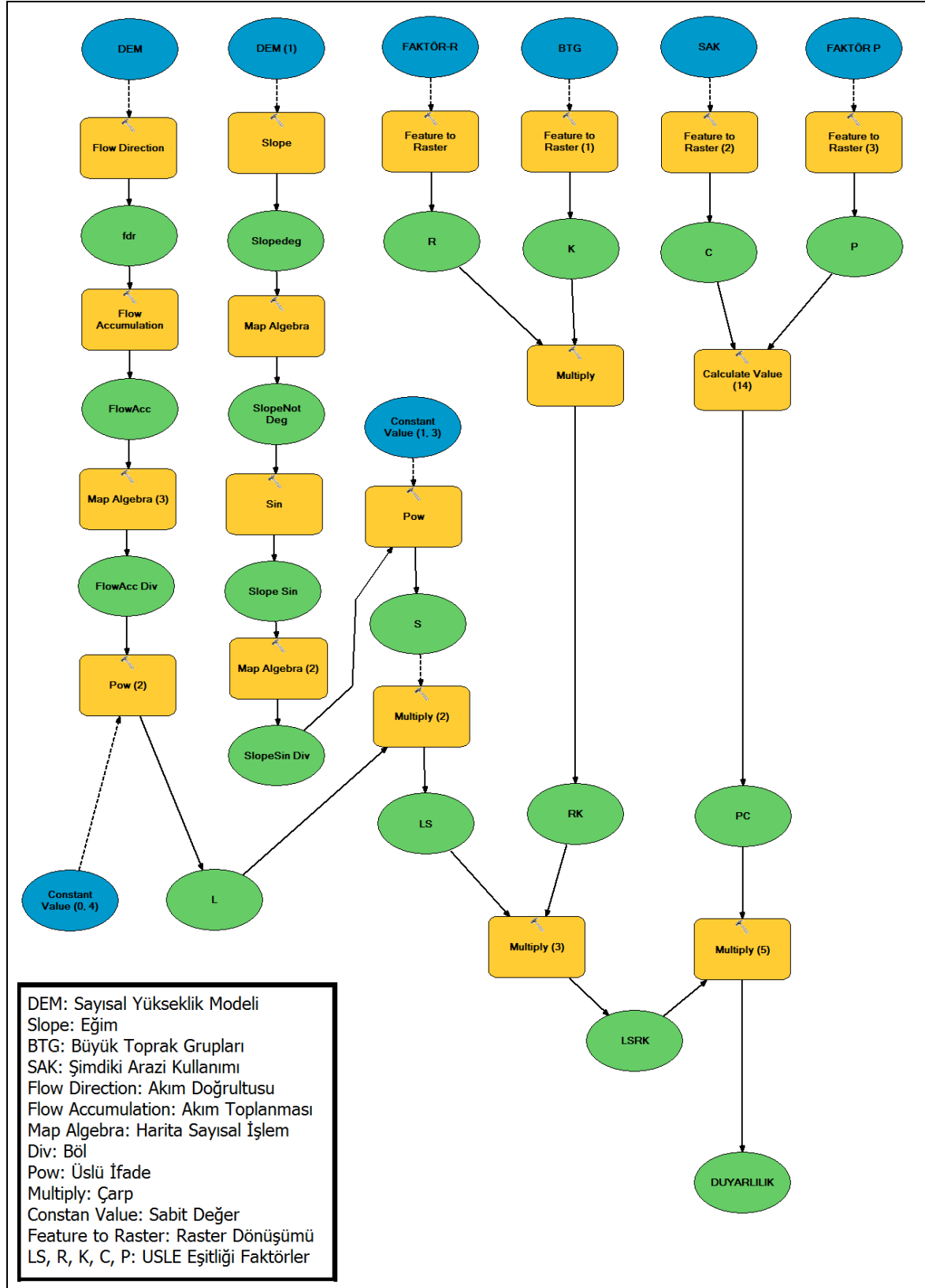
USLE modelindeki diğer parametrelerin elde edilmesiyle ilgili bilgiler materyal metot bölümünde açıklanmıştır. Bunlara ait tematik katmanlar ve çalışma sahası için oluşturulan mekânsal analiz modeli şekil 5.5 ve 5.6' da görülmektedir.





Şekil 5.5. USLE modeli için oluşturulan katmanlar.

Kurtsuyu ve Pirinçsuyu dereleri havzasında erozyon duyarlılık alanlarının belirlenmesi için kullanılan USLE modelindeki parametreler CBS ortamında sınıflandırılarak tematik katmanlar şeklinde oluşturulmuştur. Daha önce de ifade edildiği üzere USLE modelinde bitki amenajman faktörü olan C faktörü, üç farklı yöntemle tespit edilmiştir. Şekil 5.5’ te görüldüğü üzere C-1 olarak ifade edilen katman Landsat TM uydu görüntüsünden kontrolsüz sınıflandırma tekniğiyle elde edilmiştir. C-2 olarak belirtilen katman ise KHGM’ den elde edilen arazi kullanımını gösteren haritaya daha önceki çalışmalardan elde edilen C faktör değerlerinin sisteme girilmesiyle üretilmiştir. C-3 olarak belirtilen tematik katman yine Landsat TM uydusundan normalize fark bitki indeksi (NDVI) üretilerek bitki örtüsünün yoğun, az yoğun ve hiç olmadığı alanlar şeklinde sınıflandırılarak elde edilmiştir. Söz konusu oluşturulan bitki amenajman faktörleri, USLE modeline ayrı ayrı dahil edilerek üç farklı erozyon duyarlılık haritası üretilmiştir. Söz konusu sonuç haritalarına ait havzada erozyona duyarlı sahaların alansal ve oransal dağılımları tablo şeklinde verilmiştir.



Şekil 5.6. Çalışma sahası için oluşturulan erozyon modeli (Karabulut ve Küçükönder, 2008' den uyarlanmıştır)

USLE-CBS entegrasyonu ile elde edilen sonuç duyarlılık haritalarına göre; Duyarlılık-1 ve Duyarlılık-3 erozyon alanlarının oransal dağılımı yüksek benzerlik göstermektedir. Elde edilen üç erozyon duyarlılık haritasında da en yüksek oranı çok hafif erozyon sınıfı almaktadır. Duyarlılık-1'e göre erozyon duyarlılığının çok yüksek olarak sınıflandırıldığı alan 605 ha, Duyarlılık-2'de 546 ha ve Duyarlılık-3'te 589 ha ile birbirlerine benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Ancak; bu benzerlik hafif erozyon duyarlılığının olduğu alanlarda farklılaşarak, Duyarlılık-2 diğerlerinden ayrılmaktadır. Bu duruma benzer diğer bir erozyon duyarlılık sınıfı da orta seviyede erozyon duyarlılığının olduğu sınıfta gerçekleşmektedir (tablo 5.2). USLE modelindeki diğer parametreler sabit kalmasına rağmen, bitki amenajman faktörünün elde edilme biçimlerinde farklılık olması durumunda elde edilen sonuçlar da farklılık göstermiştir.

Erozyon modelleme çalışmalarında gerçekçi sonuçlara ulaşmak tamamen kullanılan veri parametrelerinin doğruluğuyla ilgilidir. Arazi kullanımı/örtüsünün söz konusu haritalarda farklılık oluşturması sonuç duyarlılık haritalarına yansımıştır. Bu durum USLE eşitliğinde C faktörünün etkisini pozitif yada negatif yönde etkileyerek diğer faktörlerin eşitlikteki ağırlıklarında farklılaşmaya sebep olacaktır. Böylece erozyon duyarlılık alanlarının mekânsal dağılımında, duyarlılık haritaları arasında farklılıklar oluşmuştur. Türkiye'de birçok araştırmacı tarafından belli bölgeler için arazi kullanımı/örtüsü haritaları üretilmiştir. Bu haritalar, uzaktan algılama teknolojileri kullanılarak elde edilmiş ve yüksek doğruluğunun yanında güncellenebilme özelliğine sahiptir. Önceki yıllarda arazi örtüsü/kullanımıyla ilgili sayısal haritalar bazı kurum ve kuruluşlar tarafından yapılmış olmasına rağmen günümüzde bu haritaların revize edilme ihtiyacı olduğu anlaşılmaktadır. Bu noktada uzaktan algılama teknolojilerinden yararlanılarak uzman kişilerin desteğiyle söz konusu haritaların revize edilmesi sağlanabilir.

Erozyon sürecinin başlama ve gelişim aşamasında, eğim derecesi ve eğim uzunluğundan sonra belki de en önemli faktör olarak karşımıza çıkan arazi örtüsünün belirlenmesinde daha gerçekçi teknolojilerin kullanılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

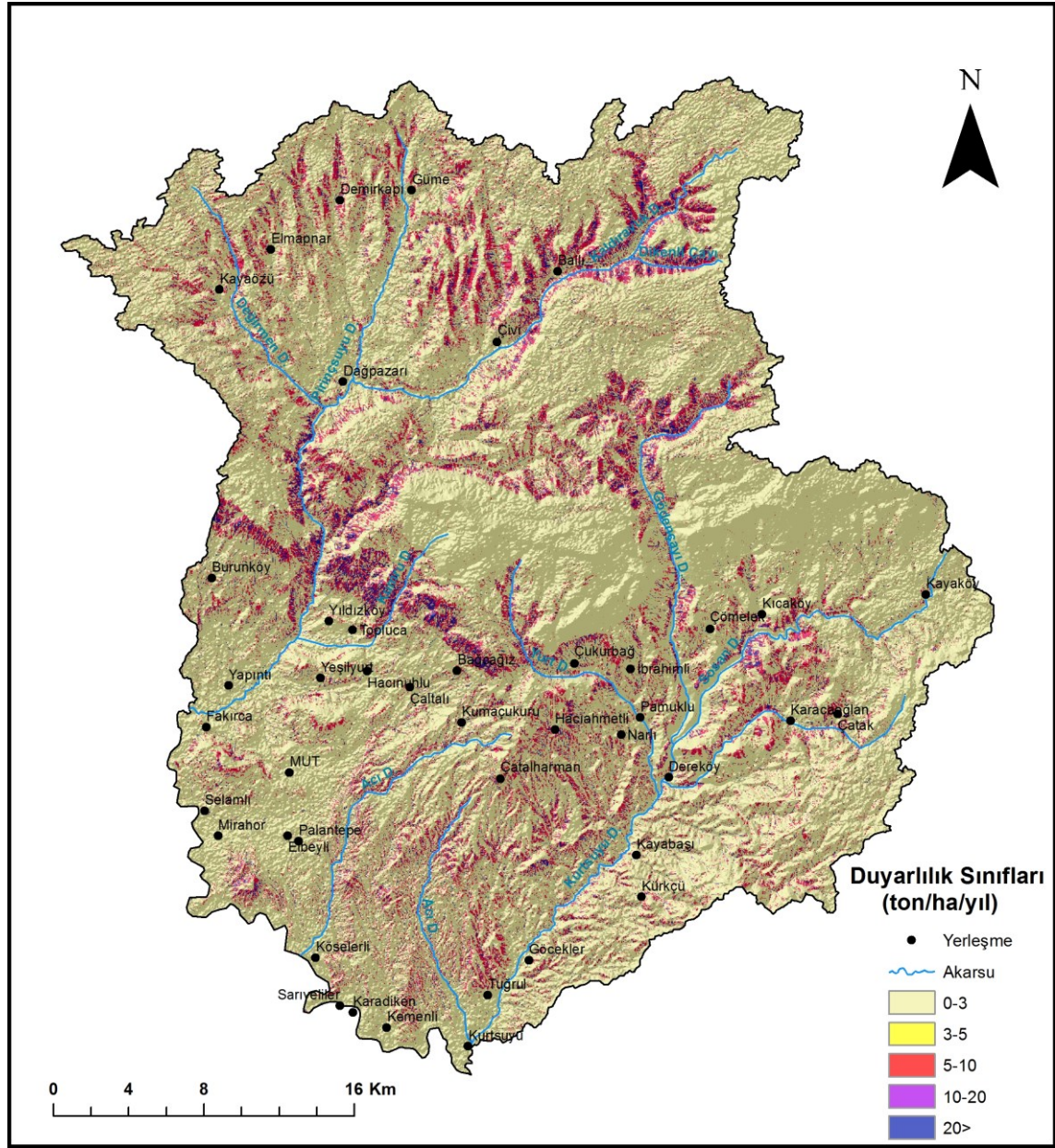
Tablo 5.2. Çalışma sahasına ait erozyon duyarlılık alanların dağılımı

Duyarlılık Sınıfları	Duyarlılık-1		Duyarlılık-2		Duyarlılık-3	
	Alan (ha)	Oran (%)	Alan (ha)	Oran (%)	Alan (ha)	Oran (%)
Çok hafif	136995	86,38	142766	90,02	135327	85,34
Hafif	17026	10,81	11762	7,41	18944	11,88
Orta	3106	1,96	2814	1,79	3097	1,95
Yüksek	736	0,47	675	0,44	737	0,46
Çok yüksek	605	0,38	546	0,34	589	0,37
TOPLAM	158,588	100	158,588	100	158,588	100

Çalışma alanındaki erozyona duyarlı alanların mekânsal dağılışı incelendiğinde, özellikle eğim değerinin yüksek olduğu, bitki örtüsünün hiç olmadığı yada çok zayıf olduğu alanlarda yoğunlaştığı görülmektedir (şekil 5.7; 5.8; 5.9).

USLE modelindeki en önemli parametrelerden olan C faktörünün oluşturulmasında kullanılan Landsat TM uydusundan kontrolsüz sınıflandırma ile elde edilen havzanın arazi örtüsü/kullanımı modele dahil edilerek Duyarlılık-1 haritası üretilmiştir. Buna göre, yüksek erozyona duyarlı alanlar; Kurtsuyu deresinin kollarından olan Yurt deresinin batısından başlayarak, güneydoğu-kuzeybatı istikametinde Bağcağız, Topluca, Yıldızköy, Burunköy hattı boyunca ve Gödençayı'nın kaynak kısmından batıya doğru erozyon duyarlılığının diğer alanlara göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda, Dikenli ve Kaldıravuk dereleri ile Değirmendere arasındaki sahalarda da diğer alanlara göre erozyona daha duyarlı olduğu görülmektedir. Karacaoğlan yerleşmesi ile Kurtsuyu deresi kollarından olan Sosan deresi arasındaki alanlarda ve Yurt deresiyle Kumru deresi arasındaki sahalarda yüksek duyarlı ve çok

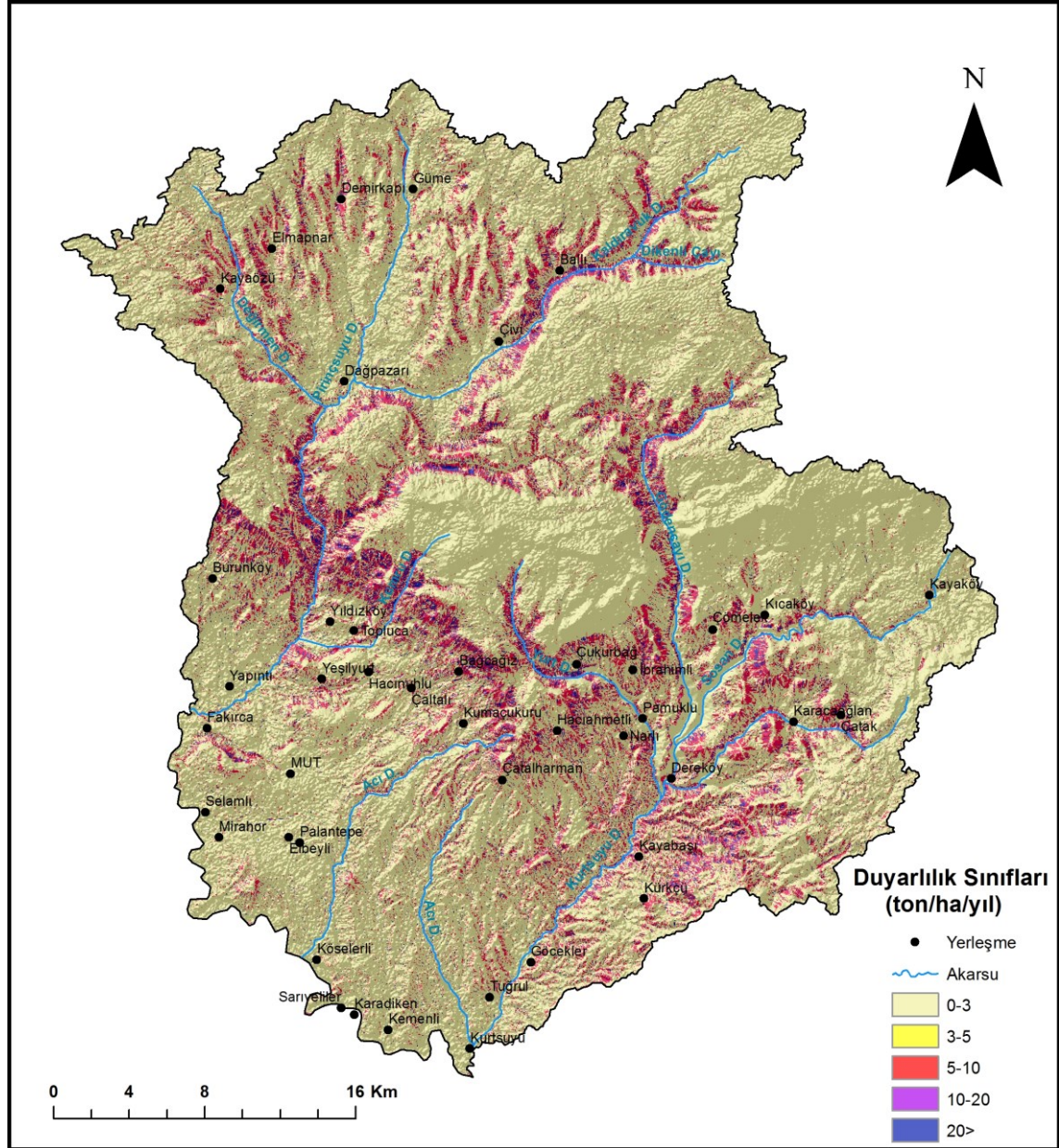
yüksek duyarlı erozyon sahaları tespit edilmiştir. Özellikle Tuğrul, Köseleli ve Hacıahmetli üçgeninde orta ve yüksek seviyede duyarlı erozyon sahaları tespit edilmiştir (şekil 5.7).



Şekil 5.7. Çalışma alanı erozyona duyarlı alanlar - Duyarlılık-1

Çalışmada kullanılan C faktörünün hesaplanmasındaki diğer bir yöntem ise KHGM tarafından üretilen arazi kullanım haritasına, arazi kullanımıyla ilgili C değerlerinin girilerek C faktör katmanının elde edilmesi şeklinde olmuştur. Bu katman da USLE modeline dahil edilerek Duyarlılık-2 haritası elde edilmiştir. Duyarlılık-2 haritası incelendiğinde; Duyarlılık-1 ve Duyarlılık-3 haritalarından farklılık göstermektedir. Çalışma sahasının %90'ından fazlası çok hafif erozyon sahası olarak görülmektedir. Bu da toplam çalışma alanının 154,528 hektarında hafif ve çok hafif, geriye kalan 4060 hektarlık alanında orta, yüksek ve çok yüksek erozyon duyarlılığının olduğunu göstermektedir. Duyarlılık-2 haritasına göre çalışma sahasındaki erozyona duyarlı alanların mekânsal dağılışı incelendiğinde; Duyarlılık-1'dekinden farklı bir durum ortaya çıkmaktadır. Duyarlılık-1'de belirtilen Tuğrul, Köseleli ve Hacıahmetli

duyarlı sahalara yayılmış göstermektedir. Havzanın güneydoğusunda Kürkçü, Kayabaşı, Dereköy ve Karacaoğlan yerleşmeleri civarındaki sahada yüksek ve orta düzeyde erozyona duyarlı sahalara tespit edilmiştir. Bunların yanı sıra havzanın kuzeydoğusundaki Çivi ve Ballı yerleşmeleriyle Kaldıravuk ve Dikenli çayı civarında orta, yer yer çok yüksek seviyede erozyon duyarlılık alanları görülmektedir (şekil 5.9).



Şekil 5.9. Çalışma alanı erozyona duyarlı alanlar - Duyarlılık-3

USLE modelindeki en önemli parametrelerden olan eğim derecesi ve eğim uzunluğu faktörü (LS) için oluşturulan tematik katmanda yüksek LS değerlerinin olduğu alanlar ile yüksek erozyon potansiyeli görülen alanlar arasında yüksek bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Duyarlılık-1, Duyarlılık-2 ve Duyarlılık-3 haritalarından da anlaşılacağı üzere eğim değerlerinin düşük olduğu alanlarda erozyon duyarlılığı da düşük; yüksek eğime sahip alanlarda yüksek seviyede erozyona duyarlı olduğu görülmektedir. Bu durum, eğim derecesi ve eğim uzunluğunun erozyon üzerinde

belirleyici bir etken olduğunu göstermektedir. Çalışma alanı için oluşturulan eğim haritası incelendiğinde; toplam alanın 43,281 hektarlık alanı orta, dik ve çok dik eğimli olarak sınıflandırılırken, geriye kalan 115,307 hektarlık alanı düze yakın ve hafif eğim sınıfında yer almaktadır. Diğer taraftan her üç erozyon duyarlılık haritasında erozyon duyarlılık alanlarının yüksek olduğu sahalar ile eğim değerlerinin yüksek olduğu alanlar örtüşmektedir. Duyarlılığın yüksek olduğu Bağcağız, Topluca, Yıldızköy ve Burunköy yerleşmeleri hattı boyunca eğim de yüksek değerler göstermektedir (şekil 3.3).

Erozyon sürecini, etkisini, yönünü ve gücünü ortaya koyabilmek için çalışılan sahanın litolojik özellikleri hakkında bilgi sahibi olmak büyük avantajlar sağlamaktadır. Özellikle farklı jeolojik birimler üzerinde farklı toprak tipleri oluşmaktadır. Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri erozyona maruz kalma derecelerini önemli ölçüde etkilemektedir. Toprağın kırıntı büyüklüğü, dayanıklılığı ve su geçirgenliği erozyon eğilimini belirlemektedir. Özellikle toprağın tekstür, strüktür, sıkışma ve toprağın ince ve kaba çakıl içeriği gibi özelliklerindeki farklılık, toprağın erozyona uğrama derecesi üzerinde etkilidir (Çepel, 1997:10).

Çalışma alanı sınırları içerisinde marn, kireçtaşı gibi yüzeylerin yoğun olması ve bu yüzeylerin cılız yada herhangi bir bitki örtüsüyle kaplı olmaması, erozyon sürecini hızlandırmada etkilidir. Çalışma alanında, gevşek ve düşük dirence sahip birimlerin yoğun olması, bu alanlarda yetişen bitkilerin kök sisteminin çok gelişmemesine sebep olmaktadır. Bu durum toprakların ayrışmasına neden olmakta ve erozyon sürecini etkilemektedir.



Şekil 5.10. Sarıveliler Köyü kuzeyinde belirlenen erozyona duyarlı alan



Şekil 5.11. Tuğrul-Çatalharman Köyleri civarında belirlenen erozyona duyarlı alanlar

Nitekim çalışma alanında eğimin %10' un üzerinde olduğu alanlar ile litolojinin zayıf direnç gösterdiği sahalar erozyon sürecini hızlandıran faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle çalışma alanında daha önce belirtilen erozyon duyarlılığının yüksek olduğu alanlar ile Orta Miyosen' e ait marnlı ve resifal kireçtaşı yüzeyleri arasında paralellik görülmektedir. Orta Miyosen yaşlı marnlı arazilerin erozyona karşı daha duyarlı olması daha önce yapılan birçok çalışmada belirtilmiştir (Biricik, 1985:175 İkinci, 2005:126; Sönmez vd., 2013:8). Bu çalışmalarda, marn taşlarının çok kolay ufalanması dolayısıyla erozyon için çok riskli alanlar olduğu bildirilmiştir. Aynı zamanda marnlı yüzeyler üzerinde bitki örtüsü oluşumunun da çok zayıf olması bu alanları erozyon bakımından daha duyarlı alanlar haline getirmektedir. Belirtilen bu durum, arazi çalışmalarında ve literatürde yapılan çalışmalarda açık bir şekilde dikkati çekmektedir.

Çalışma sahasının arızalı topoğrafyaya sahip olması nedeniyle havza sınırları içerisindeki yerleşimler genel manada su kaynaklarına yakın alanlarda yoğunlaşmıştır. Havzadaki Kurtsuyu, Pirinçsuyu, Sosan, Kaldıravuk, Değirmen, Dikenli ve Acı dere gibi su kaynakları, yerleşimlerin yoğunlaştığı alanlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Buna bağlı olarak söz konusu alanlarda yoğun tarım faaliyetleri yapılmaktadır. Nitekim yoğun tarım faaliyetlerin yapıldığı alanlarda toprağın sürülmesine bağlı olarak erozyon riski artmaktadır (Sönmez vd., 2013:10). Özellikle sıkışmaya eğimli toz ve kil bakımından zengin toprakların nem miktarının fazla olduğu dönemlerde makineli sürümün yapılması toprağın sıkışmasına sebep olarak toprağın gözenekliliğini ortadan kaldırır. Bu durum toprağın infiltrasyon özelliğini azaltarak yağmur sularının toprağa geçmesini engelleyerek yüzey akışa geçmesine sebep olmaktadır (Çepel, 1997:12).

6. SONUÇ VE TARTIŞMA

Avrupa birliği ülkelerinin tamamında tarım, mera ve orman arazilerinde 25 milyon hektarlık alanda erozyon sorunu bulunmaktayken, Türkiye’ de tarım, mera ve orman arazilerinde 57,1 milyon hektarlık alan erozyonun etkisinde olduğu ifade edilmektedir. Türkiye’ de 1950’ li yıllardan sonra nüfus artışıyla beraber artan mekanizasyon ihtiyacı, insanların mera ve orman gibi alanları tarım arazisine dönüştürmek suretiyle tahribatta bulunmuşlardır (Kasap ve İrmak, 1998:6). Bu durumun uzun yıllar devam etmesine paralel olarak Türkiye’ de erozyon sahalarının giderek artmasına sebep olmuştur. Erozyonun zararları sadece fiziksel olarak toprak kaybı şeklinde olmamaktadır. Brown ve Wolf, 1997 yılında yayımladığı kitabında erozyonu, küresel boyutta incelemiş, erozyonun görünen zararların yanında dolaylı birçok sorunu beraberinde getirdiğini ve oluşum sürecinin yavaş olduğunu ifade ederek erozyonu, “dünya ekonomisindeki sessiz kriz” olarak ifade etmiştir.

Erozyon ve buna benzer problemlerin çözümünde ilk etapta sorunun nerede ve hangi oranda olduğunun tespit edilmesi gerekmektedir. Böylece, sorunun boyutu ve çözümünde daha radikal karar almak imkânı elde edilmiş olur.

Erozyonun dinamik bir karakterde olmasının yanında oluşum ve gelişim sürecinin genel anlamda yavaş olması gibi nedenlerden dolayı sürekli izlenmesi gerekmektedir. Mekânda gerçekleşen olguların hızlı, ekonomik ve gerçekçi bir şekilde izlenebilmesini sağlayan coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama teknolojileri son yıllarda teknolojiye paralel olarak hızla artmaktadır. Geleneksel metotlara göre birçok avantajı olmasından dolayı erozyon tahminlerinde de CBS ve uzaktan algılama teknolojilerinin kullanımı giderek artmaktadır. Son yıllarda Türkiye’ de birçok kamu kurum ve kuruluşu da uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemlerinden faydalanmaktadır.

Bu çalışmada kullanılan USLE modelinin uzaktan algılama ve CBS teknolojileriyle kombinasyonu neticesinde Göksu nehrinin kollarından olan Kurtsuyu ve Pirinçsuyu dereleri için erozyon duyarlılık alanları belirlenmiştir. Çalışma sahasına ait üç farklı erozyon duyarlılık haritası üretilmiştir. Buradaki temel hedef çalışma sahasındaki erozyona duyarlı alanlarının belirlenmesinin yanında, CBS ve uzaktan algılama verilerinin erozyon çalışmalarında uygulanabilirliğini ortaya koymak ve geleneksel metotlara göre avantajlarını belirlemektir. Birçok araştırmacı tarafından geliştirilen farklı erozyon tahmin modelleri bulunmaktadır. Türkiye’ de ve dünyanın birçok bölgesinde kullanılan USLE modeli bu çalışma için tercih edilmiştir. Önceki yıllarda USLE eşitliği geleneksel yöntemlerle yapılırken günümüzde bilgisayar ve mekânsal analiz araçlarının gelişmesiyle daha hızlı ve daha pratik bir hal almış durumdadır.

Bu çalışmada kullanılan USLE modeli, erozyon sahalarının tespitinde pratik ve kullanışlı bir özellik göstermiştir. Geleneksel yöntemlerin yanı sıra USLE-CBS ve uzaktan algılama entegrasyonu, erozyonun mekânsal olarak analiz edilmesinde, haritalanmasında ve yorumlanmasında önemli kolaylıklar sağlamaktadır. Özellikle bu tür çalışmaların arazi çalışmalarıyla desteklenmesi sonuçların daha da geliştirilmesini sağlamaktadır (Karabulut ve Küçükönder, 2008:21). Modelleme çalışmalarında sonuçların gerçeği yansıtması tamamen kullanılan veri parametrelerinin kalitesi ve doğruluğuyla orantılıdır. Özellikle çalışma alanındaki erozyon duyarlılık sahalarının belirlenmesi için USLE modelindeki faktörlerden bitki amenajman faktörünün elde edilmiş biçimindeki farklılık, sonuç duyarlılık haritalarına da yansımıştır. Türkiye’ de birçok araştırmacı tarafından belli bölgeler için arazi kullanımı/örtüsü haritaları üretilmiştir. Bu haritalar, uzaktan algılama teknolojileri kullanılarak elde edilmiş ve yüksek doğruluğunun yanında güncellenebilme özelliğine sahiptir. Önceki yıllarda arazi örtüsü/kullanımıyla ilgili sayısal haritalar bazı kurum ve kuruluşlar tarafından yapılmış olmasına rağmen günümüzde bu haritaların revize edilme ihtiyacı olduğu anlaşılmaktadır. Bu noktada uzaktan algılama teknolojilerinden yararlanılarak uzman kişilerin desteğiyle söz konusu haritaların revize edilmesi sağlanabilir. Böylece

mekânsal analiz noktasında bilimsel çalışmalar, daha gerçekçi, pratik ve daha ekonomik sonuçlara ulaşacaktır.

USLE modelindeki C faktörünün belirlenmesi üç farklı yöntemle belirlendiği daha önce ifade edilmiştir. Landsat TM uydu verileriyle normalize fark bitki indeksi ve kontrolsüz sınıflandırma tekniği sonucu üretilen C faktörünün modele dâhil edilmesi sonucu erozyon duyarlılık haritaları üretilmiştir. Uzaktan algılama ve CBS teknolojileriyle üretilen bu haritalar ile KHGM tarafından üretilen sayısal arazi kullanım haritaları arasında belirgin farklar bulunmaktadır. Arazi kullanımı/örtüsünün söz konusu haritalarda farklılık oluşturması sonuç erozyon duyarlılık haritalarına yansımıştır. Bu durum USLE eşitliğinde C faktörünün etkisini pozitif yada negatif yönde etkileyerek diğer faktörlerin eşitlikteki ağırlıklarında farklılaşmaya sebep olacaktır. Böylece erozyona duyarlı alanların mekânsal dağılışında, duyarlılık haritaları arasında farklılıklar oluşmuştur. C faktörünün uydu verileri kullanılarak kontrolsüz sınıflandırma tekniğiyle elde edilmesi sonucu Duyarlılık-1 haritası elde edilmiştir. Buna göre çalışma sahasında 136,995 hektarlık alanda çok hafif erozyon, 4,447 hektarlık alanda orta, yüksek ve çok yüksek erozyon duyarlılığı tespit edilmiştir. C faktörünün elde edilmesinde, normalize fark bitki indeksi kullanılarak Duyarlılık-3 haritası üretilmiştir. Duyarlılık-3' e göre 135,327 hektarlık alanda çok hafif, 4,423 hektarlık alanda orta, yüksek ve çok yüksek erozyon duyarlılık sahası tespit edilmiştir. Görüldüğü üzere uzaktan algılama teknolojileriyle elde edilen sonuç duyarlılık değerleri arasında yüksek benzerlik bulunmaktadır. Diğer taraftan KHGM tarafından üretilen sayısal arazi kullanım durumu haritasına C faktörü katsayılarının girilmesiyle C faktörü üretilmiş ve USLE modeline dâhil edilerek Duyarlılık-2 haritası elde edilmiştir. Buna göre; 142,766 hektarlık alanda çok hafif, 4,035 hektarlık alanda ise orta, yüksek ve çok yüksek erozyon duyarlılık sahası tespit edilmiştir. Daha önce de belirtildiği üzere erozyon modellemelerinde gerçekçi sonuçlara ulaşmak için verinin güvenilir olması önemlidir.

Çalışma sahasının arızalı topoğrafyaya sahip olması nedeniyle USLE modelindeki eğim derecesi ve uzunluğu parametresi olan LS faktörü erozyon duyarlılık sahaslarının mekânsal dağılışı üzerinde belirleyici bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Sayısal yükseklik modeli kullanılarak elde edilen eğim haritasına göre yüksek eğim değerlerinin olduğu alanlar ile erozyona duyarlı alanlar arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Bu noktada LS faktörünün USLE modelindeki önemi ortaya çıkmaktadır. Yüksek LS değerleri yüksek duyarlı erozyon sahaslarıyla örtüşmektedir. Diğer yandan çalışma sahasının litolojik özellikleri de erozyona duyarlı sahasların mekânsal dağılışı üzerinde belirleyicidir. Özellikle düşük dirençli yüzeylerin olduğu alanlar erozyon duyarlılığının yüksek olduğu alanlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Akarsu vadileri boyunca yüksek eğimli yamaçlarda arazi örtüsünün cılız bitki örtüsüyle kaplı yada çıplak olması nedeniyle bu alanların erozyona daha fazla duyarlı olmasına neden olmuştur. Çalışma sahasında yerleşmeler, su kaynaklarına yakın alanlarda yoğunlaşmış ve bu alanlarda tarımsal faaliyetlerde bulunmaktadır. Nitekim yoğun tarım faaliyetlerinin olduğu alanlarda toprağın sürülmesine bağlı olarak erozyon riski artmaktadır (Sönmez vd., 2013:10). Bu bağlamda erozyonun önlenmesi noktasında birçok araştırmacı önerilerde bulunmasının yanında neredeyse bu önerilerin tamamında insan faktörünün önemi üzerinde durmuşlardır. Özellikle hızlandırılmış erozyonun en büyük sorumlusu olarak beşeri faaliyetleri görmüşlerdir. Bu faaliyetlerin başında ise hatalı teknik uygulamalar ve sosyo-ekonomik politikalardan kaynaklandığı ifade edilmiştir. Bunlardan bazıları: yanlış tarım işletmeciliği, arazi yetenek sınıflarının tam manasıyla bilinmemesi ve uygun olmayan topraktan yararlanma çabaları, doğal bitki örtüsünün tahribatı ve hızlı nüfus artışı şeklinde sıralanabilir (Çepel, 1997:28). Erozyona karşı alınabilecek önlemlere gelince, USLE modelinde sonuçları belirleyen en önemli faktörler; arazi örtüsü ve topoğrafik özellikler olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle çalışma alanında eğim değerlerinin yüksek olduğu sahalarda doğal bitki örtüsünün korunmasının yanında teraslama, malçlama, bitki rotasyonu gibi doğru toprak yönetim uygulamalarının gerçekleştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Çalışma alanında erozyona duyarlı sahasların oransal olarak azaltılmasında etkili olabilecek diğer bir

yöntem ise arazi kullanım tiplerinin uygunluğu tespit edilmesine öncelik verilmesidir (Karabulut ve Küçükönder, 2008:21; Özsoy, 2007:12). Çalışma alanında cılız veya tamamen çıplak alanlarda ekonomik ve toprağı koruyucu türlerle bitki-toprak-su arasındaki dengenin kurulması ve yörenin klimaksını oluşturan bitki türlerinin stabilizasyonunun sağlanması önemlidir (Reis vd.,2009:12). Çalışma alanı sınırları içerisinde yerli halk tarafından eğimin yüksek olduğu alanlarda erozyonu önlemek amacıyla birtakım tedbirler alınmasına rağmen tam başarı sağlanamamıştır. Bu alanların uzman kişilerce gözden geçirilip daha kesin çözümlerin üretilmesi faydalı olacaktır. Mut Orman İşletme Şefliği tarafından erozyona duyarlı bazı alanlarda ağaçlandırma faaliyetleri yapılmış ve kısmen de olsa erozyonu önlemede başarı sağlanmıştır. Bu noktada erozyonla mücadelede biyolojik önlemler açısından bitki örtüsü önemli bir özellik göstermektedir. Bu nedenle erozyon duyarlılığının yüksek olduğu alanlarda; bölgenin ekolojik koşulları dikkate alınarak hızlı büyüyen yumak formulu, kolay köklenen, toprağı tutan ve iyileştirme özelliğine sahip bitkiler seçilmelidir (Zengin vd., 2008:16).

Bu çalışmada kullanılan, Erozyon tahmin modellerinden USLE' nin, CBS ve uzaktan algılama teknolojileriyle birlikte kullanılması büyük avantajlar sağlamıştır. Buna benzer modellerin gerçekçi sonuçlar üretebilmesi için veri parametrelerinin güvenilir ve doğru olması gerekmektedir. Türkiye' de arazi kullanımı/örtüsü ile ilgili haritaların gözden geçirilmesi ve bunu yaparken geniş alanlarda etkili bir biçimde kullanılma özellikleri nedeniyle uzaktan algılama ve CBS teknolojilerinden faydalanılabilir. Çalışmada elde edilen sonuç duyarlılık haritaları, ileriye dönük yapılacak planlamalarda ve alınacak kararlarda arazi hakkında fikir vermesi açısından önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- ADEDİJİ, A., TUKUR, A.M., ve ADEPOJU, K.A., 2010. "Assessment of Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) in Katsina Area, Katsina State of Nigeria using Remote Sensing (RS) and Geographic Information System (GIS)", IJEE an Official Peer Reviewed Journal of Babol Noshirvani University of Technology, Iranica Journal of Energy & Environment, 1 (3), ss. 255-264.
- AKARSU, İ., 1960. "Mut Bölgesinin Jeolojisi", Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara.
- AKGÜN, A., 2007. "Ayvalık ve Yakın Çevresinin Erozyon ve Heyelan Duyarlılığının Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- AKSU, N., UÇAN, K., 2012. "Hurman Çayı Havzasında Ölçülen ve Ampirik Yöntemlerle Hesaplanan Sediment Verimlerinin Karşılaştırılması", KSÜ Doğa Bil. Derg., 15 (3), ss.1-8.
- AKŞİT, S., 2004. "Tarımsal Topraklarda Sürüm Yöntemi ile Çizgi (Rill) Erozyonu Arasındaki İlişkinin Analizi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24, (1), ss: 49-65.
- AKTUFAN, H., 2011. "Mut'un (Mersin) Beşeri ve Ekonomik Coğrafyası", Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- ALADAĞ, İ., 2009. "Kahramanmaraş Yöresi Ahır Dağı Meralarında WEPP (Water Erosion Prediction Project) Yöntemiyle Toprak Kayıplarının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar (Keklik Deresi Yağış Havzası Örneği)", Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- ALTAN, Z., 2010. "Şebinkarahisar (Giresun) ve Çevresinin Erozyon Riskinin Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- APAYDIN, H., 2002. "Yüzey Akış ve Sediment Modellerinin Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımıyla Uygulanması", Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- AŞKIN, T., 1997. "Ordu İli Topraklarının Strüktürel Dayanıklılığının ve Aşınma Duyarlılığının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma", Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- AŞKIN, T., 2002. "Toprak Aşınabilirliğinin Topoğrafik Pozisyonla İlişkili Olarak Jeostatistiksel Tekniklerle Değerlendirilmesi", Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- ATABEY, E., ATABEY, N., HAKYEMEZ, A., İSLAMOĞLU, Y., SÖZERİ, Ş., ÖZÇELİK, N., SARAÇ, G., ÜNAY, E. ve BABAYİĞİT, S., 2000. "Mut - Karaman Arası Miyosen Havzasının Litostratigrafisi ve Sedimentolojisi (Orta Toroslar)", MTA Dergisi 122, ss. 53-72.
- ATALAY, İ., 2008. "Ekosistem Ekolojisi ve Coğrafyası", Cilt-I, Meta Basım Yayıncılık, İzmir.
- ATALAY, İ., 2005. "Genel Fiziki Coğrafya", Meta Basım Yayıncılık, İzmir.
- AYDIN, M., 2000. "Giresun-Yağlıdere Yağış Havzasında Farklı Anamateryaller Üzerinde Gelişen Toprakların Erozyon Erişim Değerleri ve Vejetasyon Yapısı Üzerine Araştırmalar", Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- AYDIN, M., 2009. "Gümüşhane-Torul Barajı Yağış Havzasında Arazi Kullanımına Göre WEPP (Water Erosion Prediction Project) Modeli ile Toprak Kayıplarının Belirlenmesi ve Alınması Gereken Önlemler", Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi, 9 (1), ss. 54-65.
- AYDINALP, C., 2000. "Türkiye' nin Toprak Sorunları", Anadolu Journal, Aegean Agricultural Research Institute, 10 (1), ss. 135-143.

- BAHADUR, K., 2009. "Mapping Soil Erosion Susceptibility Using Remote Sensing and GIS: a Case of the Upper Nam Wa Watershed, Nan Province, Thailand", *Environ Geol*, 57, ss. 695-705.
- BALABANLI, C., TÜRK, M. ve YÜKSEL, O., 2005. "Erozyon ve Çayır-Mera İlişkileri", *Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, A, (2), ss. 23-34.
- BARUT, Ö., 2005. "Artvin Şavşat Yöresinde Su Erozyonu Çeşitleri Toprak Tekstürü İlişkisi", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- BAŞAYIĞIT, L., 2004. "CORINE Arazi Kullanımı Sınıflandırma Sistemine Göre Arazi Kullanım Haritasının Hazırlanması: Isparta Örneği", *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10 (4), ss. 366-374.
- BAYRAMIN, İ., DENGİZ, O., BAŞKAN, O. ve PARLAK, M., 2003. "Soil Erosion Risk Assessment With ICONA Model; Case Study: Beypazarı Area" *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 27, 105-116.
- BÉCK, P.S.A., ATZBERGER, C., ve HOGDA, K.A., 2006. "Improved monitoring of vegetation dynamics at very high latitudes, a new method using MODIS NDVI", *Remote Sensing of Environment* 100, 321-336.
- BİNGÖLBALİ, S., 2009. "Kahramanmaraş İli Erkenez Çayı Havzasında Erozyon, Arazi Kullanım Planlaması ve Kirlilik Yükünün Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.
- BİRİCİK, A.S., 1985. "Sarayköy Civarında Erozyon ve Önlemleri (Konya)", *İstanbul Üniv., Coğr. Derg.*, 1, ss.173-180.
- BROWN, L.R., WOLF, E.C., 1997. "Dünya Ekonomisindeki Sessiz Kriz Toprak Erozyonu", *Worldwatch Raporu-60*, TÜBİTAK-TEMA Yayınları, Ankara.
- CHEN, T., NIU, R., LI, P., ZHANG, L., DU, B., 2011. "Regional Soil Erosion Risk Mapping Using RUSLE, GIS, and Remote Sensing: a Case Study in Miyun Watershed, North China", *Environ Earth Sci*, 63, ss. 533-541.
- CHEPIL, W.S. 1958. *Soil Conditions That Influence Wind Erosion*. Tech. Bull. No: 1185 USDA, Washington. D.C., ss. 40.
- ÇANGA, M.R., 2011. "Toprak ve Su Koruma", Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları.
- ÇELEBİ, H., 1973. "Yurdumuzda Önemli Erozyon Zararı (Seller)", (e-dergi.atauni.edu.tr/index.php/zfd/article/view/5201/5018, (07.03.2010).
- ÇELİK, V., 2011. "Değirmen Deresi Havzasında (Bolvadin-Afyonkarahisar) Toprak Erozyonu Risk Analizi", Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- ÇEPEL, N., 1997. "Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar", *TEMA yayınları* 14, İstanbul.
- ÇİÇEK, İ., 2001. "Mut ve Yakın Çevresinin Jeomorfolojisi", *Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi*, (11), 2, ss. 1-20.
- DENİZDURDURAN, M., 2012. "Uzaktan Algılama Yöntemleri ile Kahramanmaraş İli'nin Arazi Kullanım ve Arazi Örtüsü Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- DOĞAN, O., DENLİ, Ö., 1999. "Türkiye'nin Yağış-Kuraklık-Erozyon İndisleri ve Kurak Dönemleri" KHGM Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Genel Yayın no:215, Teknik Yayın no:60, Ankara.
- DOĞAN, O., CEBEL, H., KÜÇÜKÇAKAR, N. ve AKGÜL, S., 2000. "Türkiye Büyük Toprak Gruplarının Erozyona Duyarlılık "K" Faktörleri", KHGM APK Dairesi Başkanlığı, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, Yayın no:111, Rehber no:17, Ankara.
- DOĞAN, O., 2002. "Türkiye Yağışlarının Erozyon Oluşturma Gücü ve Ünsel Toprak Kaybı Eşitliğinin Yağış Erozyon İndeks Değerleri", KHGM Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Genel Yayın no:220, Rapor Yayın no:R-120, Ankara.
- DUTKUNER, İ., FAKİR, H., 1999. "Erozyon Kontrolü ve Ağaçlandırma", *Ekoloji Dergisi*, 8, (32), ss. 14-16.

- DI, L., RUNDQUIST, D.,C. ve HAN, L., 1994. "Modeling Relationships Between NDVI and Precipitation During Vegetative Growth Cycles", *International Journal of Remote Sensing* 15(10), 2121-2136.
- EKİNCİ, D., 2005. "CBS Tabanlı Uyarlanmış RUSLE Yöntemi ile Kozlu Deresi Havzası'nda Erozyon Analizi", *İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi*, 13, ss. 109-119.
- EKİNCİ, D., AKKÖPRÜ, E. ve DÖKER, M.F., 2010. "Erozyon Duyarlılık Haritalarının Oluşturulmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknolojilerinin Kullanımı", III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 11-13 Ekim 2010, Kocaeli.
- ERGÜL, H., 2009, "Kartalkaya Barajı Yağış Havzasında Farklı Arazi Kullanım Şekilleri Altındaki Arazilerden Geotekstil (Silt Fence) Kullanılarak Toprak Kayıplarının Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- ERKAL, T., YILDIRIM, U., 2012. "Soil Erosion Risk Assessment in the Sincanlı Sub-Watershed of the Akarçay Basin (Afyonkarahisar, Turkey) Using the Universal Soil Loss Equation (USLE)", *Ekoloji Dergisi*, 21, (84), ss. 18-29.
- EROL, A., BABALIK, A., SÖNMEZ, K. ve SERİN, N., 2009. "Isparta-Darıderesi Havzası Topraklarında Erozyona Duyarlılığın Arazi Kullanım Şekillerine Bağlı Değişimi", *Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, A, (2), ss. 21-36.
- EROL, E., ÇANGA, M., 2003. "Coğrafi Bilgi Sistemi Tekniği Kullanılarak Erozyon Tehlikesinin Değerlendirilmesi", *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10 (2), ss. 136-143.
- ERTEKİN, M., ÖZEL, H.B., 2010. "Çorum Yöresi Erozyonla Mücadele Kapsamında Yapılan Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve Sedir (*Cedrus libani* a. Rich.) Ağaçlandırmaları", *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 12, (18), ss. 77-85.
- FU, G., CHEN, S. ve MCCOOL, D.K., 2006. "Modeling the Impacts of No-Till Practice on Soil Erosion and Sediment Yield With RUSLE, SEDD, and ArcView GIS", Elsevier, *Soil & Tillage Research*, 85, ss. 38-49.
- GEDİK, A., BİRGİLİ, Ş., YILMAZ, H. ve YOLDAŞ, R., 1979. "Mut-Ermenek-Silifke Yöresinin Jeolojisi ve Petrol Olanakları", *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, e. 22, ss. 7-26.
- GITAS, I.Z., DOUROS, K., MINAKOU, C., SILLEOS, G.N. ve KARYDAS, C.G., 2009. Multi-Temporal Soil Erosion Risk Assessment in N. Chalkidiki Using a Modified USLE Raster Model. *Earsel Eproceedings* 8, (1), ss. 40-52.
- GONZÁLEZ, A.M.R., 2008. "Soil Erosion Calculation Using Remote Sensing and GIS in Río Grande De Arecibo Watershed, Puerto Rico", *ASPRS 2008 Annual Conference*, April 28 - May 2 2008, Portland, Oregon.
- GÖRCELİOĞLU, E., 1989. "Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği ve Bunun Yüzey ve Çizgi Erozyonuna Bağlı Toprak Kayıplarının Hesaplanmasında Kullanılması", *İ.Ü., Orman Fakültesi Dergisi*, 38, (2), ss. 31-53.
- GUPTA, R.D., AGARWAL, V.C. ve HARI KISHAN, G.S., 2005. "Implementation Of Usle Model Under Gıs Environment For Soil Erosion Assessment: A Case Study Of Lonı River Watershed", 8th Annual International Conferance, Map India 2005, Geomatics 2005, New Delhi, India.
- GÜRBÜZ, M., KARABULUT, M., DENİZDURDURAN M. ve KIZILELMA, Y., 2012. "Uzaktan Algılama ve CBS Kullanılarak Elbistan Ovasında Arazi Kullanımı / Arazi Örtüsünde Meydana Gelen Değişimlerin İncelenmesi", *KSÜ Mühendislik Bil. Der., Özel Sayı*.
- GÜRBÜZ, M., KARABULUT, M., 2008. "Fatih Polis Merkez Amirliğinin (Adana) Sorumluluk Sahasında Çocuk Suçlarının CBS ile Haritalandırılması ve Analiz", *Polis Bilimleri Dergisi*, 10 (2), ss. 51-78.
- HACISALİHOĞLU, S., KALAY, H.Z., 2002. "Ruwertal/Almanya'daki Toprak Aşınımının Genel Toprak Kaybı Eşitliğiyle Belirlenmesi", *Ekoloji Dergisi*, 11, (44), ss. 30-36.

- HAILE, G.W., FETENE, M., 2012. "Assessment Of Soil Erosion Hazard In Kilie Catchment, East Shoa, Ethiopia", Published online 23 February 2011 in Wiley Online Library, ss. 293-306.
- HICKEY, R., 2000. "Slope Angle and Slope Length Solutions for GIS", *Cartography*, 29, (1), ss. 1-8.
- HUI, L., XIAOLING, C., LIM, J.K., XIAOBIN, C., ve SAGONG, M., 2010. "Assessment of Soil Erosion and Sediment Yield in Liao Watershed, Jiangxi Province, China, Using USLE, GIS, and RS", *Journal of Earth Science*, 21, (6), ss. 941-953.
- İRVEM, A., TULÜCÜ, K., 2011. "Coğrafi Bilgi Sistemi İle Toprak Kaybı Ve Sediment Verimi Tahmin Modelinin (Est) Oluşturulması ve Seyhan Körkünü Alt Havzasına Uygulanması", <http://fbc.cukurova.edu.tr/makale/cografibilgisistemi.pdf>, (24.06.2011).
- KANSU, O., 2006. "Uzaktan Algılamada Görüntü Sınıflandırma Yöntemleri Analizi", Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- KARABULUT, M., 2012. "Doğu Akdeniz'de Ekstrem Maksimum ve Minimum Sıcaklıkların Trend Analizi", Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Doğa Bil. Der., Özel Sayı. ss. 37-44.
- KARABULUT, M., KIZILELMA, Y. ve KARAKOÇ, A., 2011. "Kurtuluş Deresi Havzasında (Göksu Nehri) Erozyon Alanlarının CBS Kullanılarak Belirlenmesi", 1.Uluslararası Katılımlı Coğrafya Kongresi, 7-10 Eylül, İstanbul, ss. 299-307.
- KARABULUT, M., KÜÇÜKÖNDER, M., 2008. "Kahramanmaraş Ovası ve Çevresinde CBS Kullanılarak Erozyon Alanlarının Tespiti", KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 11(2), ss. 14-22.
- KARABULUT, M., 2006. "NOAA AVHRR Verilerini Kullanarak Türkiye'de Bitki Örtüsünün İzlenmesi ve İncelenmesi", *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 4(1), ss. 29-42, Ankara.
- KARABULUT, M., KÜÇÜKÖNDER, M., GÜRBÜZ, M. ve SANDAL, E.K., 2006. "Kahramanmaraş Şehri ve Çevresinin Zamansal Değişiminin Uzaktan Algılama ve CBS Kullanılarak İncelenmesi" Fatih Üniversitesi 4. CBS Bilişim Günleri, 13-16 Eylül, İstanbul.
- KARABULUT, M., 2003. "An examination of relationships between vegetation and rainfall using maximum value composite AVHRR-NDVI data", *TÜBİTAK Turkish Journal of Botany*, 27, ss. 93-1001.
- KARABURUN, A., 2010. "Estimation of C Factor For Soil Erosion Modeling Using NDVI in Büyükçekmece Watershed", *Ozean Journal of Applied Sciences*, 3 (1), ss. 77-85.
- KARABURUN, A., DEMİRCİ, A. ve KARAKUYU, M., 2009. "Erozyon Tahmininde CBS Tabanlı RUSLE Metodunun Kullanılması: Büyükçekmece Örneği", III. DEÜ CBS Sempozyumu, 10-11 Aralık 2009, İzmir.
- KARAKOÇ, A., 2011. "Göksu Deltasında (Silifke-Mersin) Meydana Gelen Değişimlerin Uzaktan Algılama Teknikleri İle İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- KARAŞ, E., 2005, "Küçükermalı ve Güvenç Havzalarının Su ve Sediment Verimlerine Göre Sürdürülebilir Yönetimi", Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- KASAP Y., IRMAK, S., 1998. "Türkiye'de ve Kahramanmaraş İli'nde Tarım Arazileri Ve Erozyon Sorunları", *Ekoloji Dergisi*, 8, (29), ss. 6-10.
- KAYA, P., 2008. "Türkiye'de Uzun Dönem Yağış Verileri Kullanılarak Ulusal Ölçekte Rusle-R Faktörünün Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- KAYA, Y., 1999. "Fırat Vadisi'nde Erozyon ve Erozyon Alanında İyi Gelişen Bitkiler", *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 23, ss. 7-24.
- KOCAMAN, İ., 1994. "Harşit Çayı Havzasında Yağış-Akış Karakteristikleri ile Erozyon ve Sediment Sorunlarının Araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- KOÇ, A., GÖKKUŞ, A. ve SERİN, Y., 1994. "Türkiye'de Çayır-Meraların Durumu ve Erozyon Yönünden Önemi", *Ekoloji Çevre Dergisi*, 13, ss. 36-41.

- KOÇ, Ö., 2007. "Göksu Deltası'nın (Silifke-Mersin) Jeolojik Gelişimi", Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- KORKMAZ, S., GEDİK, A., 1990. "Mut - Ermenek - Silifke (Konya - Mersin) Havzasında Ana Kaya Fasiyesi ve Petrol Oluşumunun Organik Jeokimyasal Yöntemlerle İncelenmesi", Türkiye Jeoloji Bülteni, 33, ss. 29-38.
- KORKMAZ, S., GEDİK, A. ve PELİN, S., 1991. "Türkiye'deki Bazı Tortul Havzalara Petrol Potansiyeli Açısından Bir Bakış", Jeoloji Mühendisliği, 39, ss. 5-14.
- KÖSE, E., 2011. "Mut Claudiopolis", Mut Belediyesi Kültür Yayınları, İstanbul.
- KÖSE, E., 2008. "Mutlu Köyler", Mut Belediyesi Kültür Yayınları, Yayın no:3 Ankara.
- MANCHANDA, M.L., KUDRAT, M. ve TIWARI, A.K., 2002. "Soil Survey and Mapping Using Remote Sensing", Tropical Ecology, 43 (1) ss.61-74.
- MARSH, S.E., WALSH, J.L., LEE, C.T., BECK, L.R. ve HUTCHINSON, C.F., 1992. "Comparison of Multi-Temporal NOAA-AVHRR and SPOT-XS Satellite Data for Mapping Land Cover Dynamics in the West African Sahel", International Journal of Remote Sensing, 13, 2997-3016.
- MATER, B., 2004. "Toprak Coğrafyası", Çantay Kitapevi, İstanbul.
- MONGKOLSAWAT, P., THIRANGOON, S. ve SRIWONGSA, S., 1994. "Soil Erosion Mapping with Universal Soil Loss Equation and GIS", <http://www.a-a-r-s.org/acrs/proceeding/ACRS1994/Papers/DIS94-1.htm>, (19.03.2012).
- ORUÇ, E., 2010, "Murgul Ağaçlandırma Sahasında Yalancı Akasyanın (Robinia Pseudoacacia) Yüzeysel Akış ve Erozyonu Önlemedeki Etkisinin Araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- ÖZCAN, M., GÖKBULAK, F., 2007. "Marmara Bölgesi Orman Ekosistemleri için Universal Toprak Kaybı Denklemiindeki Bitki Örtüsü ve Amenajman Faktörleri", İ.Ü., Orman Fakültesi Dergisi, B, (57), ss. 33-42.
- ÖZDEMİR, M.A., SUNKAR, M., 2002. "Keban Çayı (Elazığ) Havzasında Doğal Ortam İnsan İlişkileri ve Erozyon Problemi", Su Kaynaklarında Toprak ve Su Kaynaklarının Korunması, Geliştirilmesi ve Yönetimi Sempozyumu, 18-20 Eylül 2002, Hatay.
- ÖZDEMİR, N., 1994. "Toprağın Strüktürel Dayanıklılığının ve Erozyona Karşı Duyarlılığının Mevsimsel Değişimi", Atatürk Ü., Zir. Fak. Der., 25 (3), ss. 319-326.
- ÖZDOĞAN, M., 2004. "Çevrimsel Dizilime Bir Örnek: Mut Havzasının Miyosen Stratigrafisi, Adana Havzası ile İlişkisi ve Paleocoğrafik Gelişimi", Hacettepe Üniversitesi, Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, ss. 77-95.
- ÖZHAN, S., 2010. "Artvin Şavşat Yöresinde Su Erozyonu Çeşitleri-Toprak Tekstürü İlişkisi", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- ÖZKALE, O., YETİŞ, C., ERDOĞAN, ve İBİLİOĞLU, D., 2007. "Kozlar (Mut-Mersin) Dolayının Stratigrafisi", Ç.Ü. Müh. Mim. Fak. Dergisi, 22, (2).
- ÖZKAN, T., 2000. "Mut Havzası Miyosen İstifinin Planktik Foraminifer Zonları", İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yer Bilimleri Dergisi, 13, (1-2), ss. 49-61.
- ÖZSOY, G., 2007. "Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Teknikleri Kullanılarak Erozyon Riskinin Belirlenmesi", Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- ÖZTAŞ, T., 1997. "Toprak Degradasyonu", Ekoloji Dergisi, 22, ss. 31-33.
- PALTA, Ş., ŞENSOY, H., 2009. "Yamaç Şekillerinin Toprak Erozyonuna Etkileri", Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 11, (15), ss. 95-98.
- PAMPAL, S. ve MERİÇ, E., 1990. "Ereğli (Konya) Güneybatısındaki Tersiyer Yaşlı Tortulların Stratigrafisi", Türkiye Jeoloji Bülteni, 33, ss. 39-45.
- PEHLIVAN, T., 2010. "Yavuzeli ve Araban Bölgesindeki (Gaziantep) Tarım Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Erozyon Açısından Değerlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.
- PRASAD, B., KIYOSHI H.S. ve MURAI, S., 1997. "Subwatershed Prioritization for Watershed Management Using Remote Sensing and GIS", <http://www.a-a-r-s.org/acrs/proceeding/ACRS1997/Papers/WR97-1.htm>, (19.03.2012).

- PRASANNAKUMAR, V., SHINY, R., GEETHA, N. ve VIJITH, H., 2011. "Spatial Prediction of Soil Erosion Risk By Remote Sensing, GIS and RUSLE Approach: a Case Study of Siruvani River Watershed in Attapady Yalley, Kerala, India", *Environ Earth Sci*, 64, ss. 965-972.
- REİS, M., KARADEMİR, N. ve OĞUZ, H., 2009. "Kahramanmaraş Yöresi Keklik Deresi Yağış Havzasında Dere Akımlarını Etkileyen Fizyografik Etmenlerin İrdelenmesi", III. DEÜ CBS Sempozyumu, 10-11 Aralık 2009, İzmir.
- RENARD, K.G., ASCE, F. ve SIMANTON, J.R., 1990. "Application of RUSLE to Rangelands", Reprinted From Watershed Planning and Analysis in Action Symposium Proceedings of IR Conference Watershed MGT/IR DIV/ASCE, Co July 9.11.1990, Durango.
- SARI, M., 1998. "Erozyon ve Toprak Erozyonunun Oluşumu", Çevre ve İnsan Ders Kitabı, Ünite (4), ss. 55-72, Açıköğretim Fak. Yay., No:560, Eskişehir.
- SARI, M., 1998. "Toprak ve Toprak Oluşumu", Çevre ve İnsan Ders Kitabı, Ünite (3), ss. 41-54, Açıköğretim Fakültesi Yay., No:560, Eskişehir.
- SARI, M., 1998. "Türkiye'deki Arazi Varlığı Ve Bu Arazilerin Erozyona Olan Duyarlılığı" Çevre ve İnsan Ders Kitabı, Ünite (5), ss. 73-101, Açıköğretim Fakültesi Yay. No:560, Eskişehir.
- SAVACI, G., 2012. "Kahramanmaraş İli Göz ve Haman Deresi Yağış Havzalarında Corine Metodolojisi İle Erozyon Risk Haritalarının Oluşturulması", Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- SEVGİ, O., 1997. "Işıklar Deresi Havzası'nda Evrensel Toprak Kaybı Eşitliğinin Kuramsal Olarak Uygulanması", Trakya'da Sanayileşme ve Çevre Sempozyumu II, 06-08 Kasım 1997, İstanbul.
- SHARPLEY, A.N., J.R. VILLIAMS, eds. 1990. EPIC-Erosion/Productivity Impact Calculator: 1. Model Documentation. U.S. Department of Agriculture Technical Bulletin No. 1768. ss. 235.
- SHEIKH, A.H., PALRIA, S. ve ALAM, A., 2011. "Integration of GIS and Universal Soil Loss Equation (USLE) For Soil Loss Estimation in a Himalayan Watershed", *Recent Research in Science and Technology*, 3, (3), ss. 51-57.
- SHI, Z.H., CAI, C.F., DING, S.W., LI, Z.X., WANG, T.W. ve SUN, Z.C., 2002. "Assessment of Erosion Risk with the RUSLE and GIS in the Middle and Lower Reaches of Hanjiang River", 12th ISCO Conference, 2002, Beijing.
- SHI, Z.H., CAI, C.F., DING, S.W., WANG, T.W. ve CHOW, T.L., 2004. "Soil Conservation Planning at the Small Watershed Level Using RUSLE With GIS: a Case Study in the Three Gorge Area of China", *Elsevier Catena* 55, ss. 33-48.
- SHINDE, V., TIWARI, K.N. ve SINGH, M., 2010. "Prioritization of Micro Watersheds on the Basis of Soil Erosion Hazard Using Remote Sensing and Geographic Information System", *International Journal of Water Resources and Environmental Engineering*, 2 (3), ss. 130-136.
- SÖNMEZ, M.E., ÇELİK, M.A. ve SEVEN, M., 2013. "Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Kilis Merkez İlçesinin Erozyon Risk Alanlarının Belirlenmesi", *KSÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 10 (1), ss.1-21.
- STONE, R.P., HILBORN, D., 2000. "Universal Soil Loss Equation (USLE)", *AGDEX*, ss. 572/751.
- ŞAFAK, Ü., GÖKÇEN, N., 1991. "Planktik Foraminifer Zonlamasına Doğu Akdeniz Provensinden Bir Örnek: Mut Havzası Tersiyer İstifi", *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 34, ss. 27-35.
- ŞENSOY, H., 2010. "Yamaç Şekillerinin Toprak Erozyonuna Etkilerinin Araştırılması", Doktora Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- TAGIL, Ş., 2007. "Tuzla Çayı Havzasında (Biga Yarımadası) CBS-Tabanlı RUSLE Modeli Kullanarak Arazi Degradasyonu Risk Değerlendirmesi", *Ekoloji Dergisi*, ss. 11-20.

- TAĞIL, Ş., 2009. "Çakırdere ve Yahu Dere Havzalarında (Balıkesir) Toprak Kaybının Mekânsal Dağılışı ve Etkileyen Faktörler", Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 12, (22), ss. 23-39.
- TANAR, Ü., GÖKÇEN, N., 1990. "Mut-Ermenek Tersiyer İstifinin Stratigrafisi ve Mikropaleontolojisi", MTA Dergisi, 110, ss. 175-180.
- TEKİN, N., 2008. "Dünden Bugüne Her Yönüyle Mut" Mut Belediyesi Kültür Yayınları: 2, Ankara.
- TERRANOVA, O., ANTRONICO, L., COSCARELLI, R. ve IAQUINTA, P., 2009. "Soil Erosion Risk Scenarios in the Mediterranean Environment Using RUSLE and GIS: An Application Model for Calabria (Southern Italy)" Elsevier, Geomorphology 112 ss.228-245.
- TOKMANOĞLU, T., 1989. "Uzaktan Algılama Tekniklerinden Yararlanarak, Erozyon Alanlarının Saptanması" İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, B, 38, (3).
- TOMBUŞ, F. E., OZULU, İ. M., 2007. "Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Erozyon Risk Belirlemesine Yeni Bir Yaklaşım, Çorum İli Örneği", TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 30 Ekim-02 Kasım 2007, KTÜ, Trabzon.
- TOMBUŞ, F., 2005, "Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Erozyon Risk Belirlemesine Yeni Bir Yaklaşım", Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çorum.
- TOPÇUOĞLU, H.A., 1963. "Rüzgar Erozyonu (Sebepler ve Neticeleri)", Ayyıldız Matbaası, Ankara.
- TUNÇ, E., SCHRÖDER, D., 2010. "Ankara'nın Batısındaki Tarım Topraklarında USLE ile Erozyon Boyutunun Tespiti", Ekoloji Dergisi, 19, (75), ss. 58-63.
- UĞUR, Z., 1988. "Mut ve Kuzeyinin Jeomorfolojisi", Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- ÜSTÜN, B., 2007. "Toprak Erozyonu Modellemesinde Uzaktan Algılama; Ganos Dağı Örneği", 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildirileri, 19 Mart 2007, Ankara.
- VIOVY, N., ARINO, O. ve BELWARD, A.S., 1992. "The Best Index Slope Extraction (BISE): A Method for Reducting Noise in NDVI Time Series", International Journal of Remote Sensing 13 (8),1585-1590.
- WILLIAMS, J.R., 1990. "The Erosion-Productivity Impact Calculator (EPIC) Model: a Case History", Phil. Trans. R. Soc. Lond. B. 329, 421-428.
- WISCHMEIER, W. H., SMITH, D.D., 1978. "Predicting Rainfall Erosion Losses-a Guide to Conservation Planning", U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 537.
- YAKUPOĞLU, T., ÖZDEMİR N., 2006. "Erozyona Uğramış Topraklarda Organik Atık Uygulamalarının Bazı Mekaniksel Özelliklere Etkisi", OMÜ., Zir. Fak. Dergisi, ss. 173-178.
- YAKUPOĞLU, T., ÖZDEMİR, N., 2007. "Erozyona Uğramış Topraklara Uygulanan Arıtma Çamuru ve Çay Endüstrisi Atığının Toprakların Mikro Element İçeriklerine Etkileri", 22, (2), ss. 207-213.
- YAKUPOĞLU, T., ÖZDEMİR, N. ve EKBERLİ, İ., 2008. "Toprak Erozyonu Çalışmalarında Bulanık Mantık Uygulamaları", OMÜ, Zir. Fak. Dergisi, Sayı 23(2), ss. 121-130.
- YILMAN, E., 2009. "Eldivan Sarayköy-II Göleti (Çankırı) Su Toplama Havzasında RUSLE Yöntemi İle Toprak Kayıplarının Tahmin Edilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- YILMAZ, C., 2005. "Kızılırmak Deltasında Meydana Gelen Erozyonun Coğrafi Analizi", Türkiye Kuvaterner Sempozyumu, 2-5 Haziran 2005, İstanbul.
- YILMAZ, E., 2006. "Çamlıdere Barajı Havzasında Erozyon Problemi ve Risk Analizi", Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya (Fiziki Coğrafya) Anabilim Dalı, Ankara.

- YILMAZ, H., 2010, “Kürk Çayı Havzasının Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Erozyon Riskinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Ana Bilim Dalı, Elazığ.
- YÜKSEK, T., ÖZALP, M., YÜKSEK, F., YÜKSEL, E., DEHŞET, F. ve İNANLI, E., 2010. “Erozyon Kontrol Sahalarında Kullanılan Yalancı Akasyanın (*Robinia Pseudoacacia* L.) Toprak Özelliklerine Etkisi (Artvin-Pamukçular Havzası Örneği)”, III. Ulusal Karadeniz Örmancılık Kongresi, (20-22 Mayıs 2010), Artvin, II, ss: 708-715.
- YÜKSEL, A., AKAY, A. ve REİS, M., 2007. “Using The Wepp Model To Predict Sediment Yield in a Sample Watershed in Kahramanmaraş Region”, International Congress On River Basin Management, 22-24 March 2007, Antalya.
- YÜKSEL, A., GÜNDOĞAN, R. ve AKAY, A.E., 2008. “Using the Remote Sensing and GIS Technology for Erosion Risk Mapping of Kartalkaya Dam Watershed in Kahramanmaraş, Turkey”, *Sensors* 8, ss. 4851-4865.
- ZENGİN, M., ÖZER, S. ve ÖZGÜL, M., 2009. “Çoruh Havzası (İspir-Pazaryolu) Erozyon Durumunun CBS ile Belirlenmesi ve Çözüm Önerileri”, *Atatürk Üniv., Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40, (1), ss. 9-19.
- ZHOU, Q., LI, N., CHEN, X., XU, T., HUI, S. ve ZHANG, D., 2009. “Analysis of Water Drop Erosion on Turbine Blades Based on a Nonlinear Liquid–Solid Impact Model” *International Journal of Impact Engineering*, 36, ss.1156–1171.

ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı – Soyadı : Yakup KIZILELMA
Doğum Yeri ve Tarihi : Siverek-1985

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : K.S.Ü. Coğrafya Bölümü
Yüksek Lisans Öğrenimi : K.S.Ü. Sos. Bil. Enst. Coğrafya Ana Bilim Dalı
Doktora Öğrenimi :
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce
Bilimsel Faaliyetleri :

- Karabulut, M., Gürbüz, M., Karakoç, A., **Kızılelma, Y.**, 2013. Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Başkonuş Dağında (Kahramanmaraş) Orman Yangını Risk alanlarının Belirlenmesi, Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi (The Journal of International Social Research) Cilt: 6 Sayı: 4. S. 171-179.
- **Kızılelma, Y.**, Karabulut, M., 2012. Niğde ve Çevresinde Yağış-Sıcaklıkların Trend Analizi, 1.Uluslararası Niğde Dil, Kültür ve Tarih Sempozyumu, 3-6 Mayıs, Niğde, s.367-373
- Karabulut, M., Gürbüz, M., Karakoç, A., **Kızılelma, Y.**, 2012. Göksu Deltası Gölleri Sulak Alan Kültürel Ekolojisi, III. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu, 4-6 Ekim, Hatay, s.589-599.
- Çelik, M.A, **Kızılelma, Y.**, Gülçek, K., Özel, T., 2012. Işıklı Gölü Çevresindeki Arazi Kullanım Faaliyetlerinin Göl Üzerine Etkisinin İncelenmesi, 5. Ulusal Limnoloji Sempozyumu, 27-29 Ağustos, Isparta.
- Gürbüz, M., Karabulut, M., **Kızılelma, Y.**, 2012, Andırın İlçesindeki Yerleşmelerin Lokasyon Tercihlerinin CBS İle Analizi, Dulkadiroğlu Beyliği'nden Türkiye Cumhuriyetine Andırın Sempozyumu, 5-6 Temmuz, Andırın.

- Karabulut, M., Gürbüz, M., **Kızılelma, Y.**, Topuz, M., Ceylan, E., 2012. Göksu Deltası'ndaki Arazilerin Amaç Dışı Kullanımlarının CBS ve Uzaktan Algılama Teknikleri ile Belirlenmesi, III. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu, 4-6 Ekim, Hatay, s.759-767.
- Gürbüz, M., Karabulut, M., Denizdurduran M., **Kızılelma, Y.**, 2012. Uzaktan Algılama ve CBS Kullanılarak Elbistan Ovasında Arazi Kullanımı / Arazi Örtüsünde Meydana Gelen Değişimlerin İncelenmesi, KSÜ Mühendislik Bil. Der., Özel Sayı.
- Gürbüz, M., **Kızılelma, Y.**, Karabulut, M., Denizdurduran, M., 2012. Kahramanmaraş Ovası ve Çevresindeki Yerleşmelerin Lokasyon Tercihlerinin CBS ile Analizi, III. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu, 4-6 Ekim, Hatay.
- **Kızılelma, Y.**, Karabulut, M., Gürbüz, M., Topuz, M., Ceylan, E., 2012. Niğde Şehri ve Yakın Çevresinin Zamansal Değişiminin Uzaktan Algılama ve CBS Kullanılarak İncelenmesi, 1.Uluslararası Niğde Dil, Kültür ve Tarih Sempozyumu, 3-6 Mayıs, Niğde.
- **Kızılelma, Y.**, Karabulut, M., 2011. Şanlıurfa İli'nde Kuraklık Analizi, I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 26-28 Ekim, Kahramanmaraş, s.1141-1151.
- Karabulut, M., **Kızılelma, Y.**, Karakoç, A., 2011, Kurtsuyu Deresi Havzasında (Göksu Nehri) Erozyon Alanlarının CBS Kullanılarak Belirlenmesi, 1.Uluslararası Katılımlı Coğrafya Kongresi, 7-10 Eylül, İstanbul, s.299-307.

İş Deneyimi

Stajlar :

Projeler :

: Uzaktan Algılama ve CBS Kullanarak Göksu Deltası Sulak Alanları ve Çevresinde Meydana Gelen Zamansal Değişimlerin İncelenmesi ve Sulak Alan Bitkilerinin Spektral Özelliklerinin Belirlenmesi (Bursiyer)

Çalıştığı Kurumlar :

: K.S.Ü. Araştırma Görevlisi (2010-2012)

: K.S.Ü. Öğretim Görevlisi (2012-...)

İletişim

E-Posta Adresi

: ykizilelma@ksu.edu.tr

Tel.

: (0344) 280 23 73

Tarih

: 13.06.2013