

GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GAZİANTEP BÖLGESİNDE (NİZİP, KARKAMIŞ,
YAVUZELİ, OĞUZELİ VE ARABAN İLÇELERİ)
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ KULLANIMI İLE EROZYON
SAHALARININ BELİRLENMESİ

BİYOLOJİ BÖLÜMÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞEMSETTİN GÜLMEZYÜZ

HAZİRAN 2012

Gaziantep Bölgesinde (Nizip, Karkamış, Yavuzeli, Oğuzeli Ve
Araban İlçeleri) Coğrafi Bilgi Sistemi Kullanımı İle Erozyon
Sahalarının Belirlenmesi

Gaziantep Üniversitesi
Biyoloji Bölümü
Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Yrd.Doç.Dr. Erdihan TUNÇ

Şemsettin GÜLMEZYÜZ
Haziran 2012

©2012 [Şemsettin GÜLMEZYÜZ]

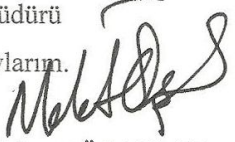
T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Tezin Adı: Gaziantep Bölgesinde (Nizip, Karkamış, Yavuzeli, Oğuzeli ve Araban İlçeleri) Coğrafi Bilgi Sistemi Kullanımı İle Erozyon Sahalarının Belirlenmesi


Öğrencinin, Adı Soyadı: Şemsettin GÜLMEZYÜZ
Tez Savunma Tarihi: 13.06.2012
Fen Bilimleri Enstitüsü onayı


Prof. Dr. Ramazan KOÇ
FBE Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığımı onaylarım.


Prof. Dr. Mehmet ÖZASLAN
Enstitü ABD Başkanı

Bu tez tarafımca (tarafımızca) okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

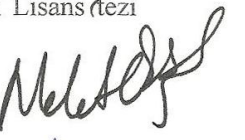
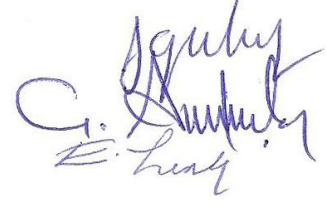
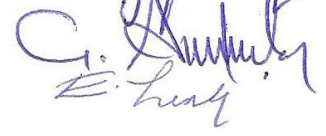



Yrd.Doç.Dr.Erdihan TUNÇ
Tez Danışmanı

Bu tez tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri:

Prof.Dr.Mehmet ÖZASLAN
Doç.Dr. Filiz ÖZBAŞ GERÇEKER
Doç.Dr.Abuzer ÇELEKLİ
Yrd.Doç.Dr.Erdihan TUNÇ
Dr. Nevzat ASLAN

İmzası

İlgili tezi akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek ilgili tezde yer aldığını beyan ederim.

Şemsettin GÜLMEZYÜZ

ÖZ

GAZİANTEP BÖLGESİNDE (NİZİP, KARKAMIŞ, YAVUZELİ, OĞUZELİ VE ARABAN İLÇELERİ) COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ KULLANIMI İLE EROZYON SAHALARININ BELİRLENMESİ

GÜLMEZYÜZ, Şemsettin

Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Bölümü

Tez Yöneticisi: Yrd. Doç. Dr. Erdihan TUNÇ

Haziran 2012

82 Sayfa

Toprak erozyonu ülke toprakları ve bölgemiz için ciddi bir tehlike oluşturmaktadır. Sorunun ortaya konması ve toprak yönetiminin planlanmasında erozyon modelleri çok kullanışlı araçlardır. Bu amaç için Yenileştirilmiş Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği (RUSLE) erozyon tahmin modeli en yaygın kullanılan modellerden biridir.

Bu çalışma ile CBS (Coğrafik Bilgi Sistemleri) ortamında RUSLE parametreleri ile Gaziantep Bölgesinde (Nizip, Karkamış, Yavuzeli, Oğuzeli ve Araban İlçeleri) yıllık potansiyel toprak kaybı oranları belirlenmiş, erozyonun olduğu sahalar konumsal olarak tespit edilerek haritalandırılmıştır. Çalışma alanında Erodibilite değerleri 0,34-0,79 arasında yüksek bulunmuştur. Çalışılan alanın diğer erozyon faktörleri değişmez kabul edilip tekstür, strüktür, organik madde gibi toprak özellikleri dikkate alındığında tüm alanın kuvvetli ve çok kuvvetli derecede aşınabilir özellikte olduğu görülürken RUSLE/CBS modeli ile RUSLE-A potansiyel toprak kaybı değerlerinin erozyon riski sınıflarına göre çalışma alanında potansiyel erozyon riskinin % 7,42'sinde çok şiddette, % 12,26'sında yüksek şiddette, % 31,72' sinde orta şiddette ve % 48,61'inde düşük şiddette olduğu tespit edilmiştir. Erozyon şiddeti çok düşük olan alanlara rastlanılmamıştır.

Anahtar Kelimeler : CBS, Erodibilite, Gaziantep, RUSLE, Toprak Erozyon Modelleri

ABSTRACT

THE DEFINING OF EROSION AREAS IN GAZIANTEP REGION (NIZIP, KARKAMIŞ, YAVUZELI, OĞUZELI AND ARABAN DISTRICTS) BY USAGE OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM

GÜLMEZYÜZ, Şemsettin

Thesis of Master, Department of Biology

Thesis counselor: Asst.Yrd.Doç. Erdihan Tunç

June 2012

81 pages

Soil erosion is a serious danger for country's soil and our region. Erosion modellings are very useful vehicles in exposing the problem and planning the cultivation of soil. For this aim the erosion assuming model, Renewed Universal Soil Loses Equality (RUSLE) is one of the widely used models in Turkey and the world.

By this study potential yearly soil lose degrees are defined in Gaziantep Region (Nizip, Karkamış, Yavuzeli, Oğuzeli and Araban districts) in Geographical Information System (GIS) circle with RUSLE parameter and the areas erosion happened defined locationally and mapped. The Erodibility values are found high between 0, 34 and 0,79 in Gaziantep Region (Nizip, Karkamış, Yavuzeli, Oğuzeli and Araban districts). Also in these alkali soils the degree of organic substance defined very low. When other factors or erosion in studied area accepted unchangeable and soil peculiarities like texture, structure organic substances taken into consideration all the area is seen that it can be eroded away strongly or very strongly when soil lose degrees are utilized according to the results of categories of erosion risk with RUSLE/GIS model and RUSLE-A, the intensity of potential risks of erosion in study area is defined very high as 7,42%, as high 12,26%, medium 31,72% and low 48,61%. Too low areas have not been defined.

Key words: GIS, RUSLE, Modeling of Soil Erosion, Gaziantep, Erodibility

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın Yüksek Lisans Tezi olarak belirlenmesinden sonlandırılmasına kadar geçen sürede yardımlarını esirgemeyen Danışmanım, Sayın Hocam Yrd.Doç.Dr. Erdihan TUNÇ'a, 2. Tez danışmanım Sayın Hocam Prof. Dr. Günay ERPUL'a,

Deneylerimizin gerçekleştirilmesinde bölüm imkanlarını ve kendi bilgi ve tecübeleriyle yardımlarını esirgemeyen Sayın Bölüm Başkanı Prof.Dr. Mehmet ÖZASLAN'a,

Çalışmalarında bana yardımcı olan Mehmet Ali ÇELİK hocama,

Bu çalışmanın diğer aşamalarında yardımlarını gördüğüm tüm hocalarıma,

Çalışmamda kullandığım bazı toprak verilerinin temininde yardımlarını esirgemeyen Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Köy Hizmetleri genel Müdürlüğüne,

Çalışmamda kullandığım Gaziantep iline ait iklim verilerinin temininde Gaziantep Meteoroloji İl Müdürlüğüne,

Çalışmalarında bana yardımcı olan çok değerli eşim Türkan GÜLMEZYÜZ'e ve gülücüklerini esirgemeyen çocuklarıma teşekkürlerimi sunarım.

ÖNSÖZ

Erozyon oluşumunu tetikleyen faktörlere baktığımızda toprağın bazı özelliklerinin yanısıra, bitki örtüsü, yağış, topoğrafik özellikler ve insanoğlunun toprak yönetimi gibi etmenlerin rol oynadığı görülmektedir.

Erozyon genel olarak yavaş oluşur, fakat ciddi zararlara neden olur. Erozyon kontrol önlemlerinin alınabilmesi için erozyonun gerçekleştiği alanların tespit edilmesi ve sürekli güncellenebilir olması gerekmektedir.

Günümüzde teknolojik gelişmeler erozyon sahalarının belirlenmesinde kullanılan modellerin parametrelerinin ilişkilendirilmesinde kullanılmakta olup yüksek bir doğruluk derecesi ile tahmin edilmesine olanak tanımaktadır. Bu amaca yönelik olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemleri kullanarak düşük maliyet ile kısa sürede geniş alanlara yönelik güncellenebilen haritaların oluşturulması sağlanabilmektedir.

Bu çalışma CBS tekniklerini kullanarak Gaziantep iline bağlı Nizip, Oğuzeli, Araban, Yavuzeli ve Karkamış ilçelerine ait erozyon risk haritasını belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Erozyon modellemesinde RUSLE (Yenileştirilmiş Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği) modeli kullanılmıştır.

İÇİNDEKİLER LİSTESİ

ÖZ	vi
ABSTRACT	vii
TEŞEKKÜR	viii
ÖNSÖZ	ix
TABLolar LİSTESİ	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
SİMGELER DİZİNİ	xiv
GİRİŞ	1
1.1 Toprak Erozyonu	3
1.2 Erozyonun Nedenleri	4
1.3 Erozyon Çalışmalarında Kullanılan Modeller	7
1.3.1 Niteliksel Modeller	8
1.3.1.1 ICONA	8
1.3.1.2 CORINE	9
1.3.2 Niceliksel Modeller	9
1.3.2.1 WEPP (Water Erosion Prediction Project- Su Erozyonu Tahmin Modeli)	9
1.3.2.2 EPIC (Erosion-Productivity Impact Calculator)	9
1.3.2.3 ANSWERS (Areal Nonpoint Source Watershed Environment Response Simulation)	10
1.3.2.4 Universal Toprak Kayıpları Eşitliği (USLE)	10
1.4 Coğrafi Bilgi Sistemi ve Erozyon Modellemesi	11
1.5 Çalışma Alanlarının Özellikleri	12
1.5.1 Coğrafi Konumu	12
1.5.2 Gaziantep İlinin Jeolojik Formasyonu ve Jeomorfolojik Özellikleri	14
1.5.2.1 Gaziantep formasyonu	14
1.5.2.2 Fırat Formasyonu	16
1.5.2.3 Yavuzeli Bazaltı	16
1.5.2.4 Kuvaterner Eski Alüvyon	16
1.5.2.5 Alüvyon	17
1.5.3 Çalışma Alanındaki Büyük Toprak Grupları	17
1.5.3.1 Alüvyal Topraklar	18
1.5.3.2 Kolüvyal Topraklar	18
1.5.3.3 Kahverengi Topraklar	19

1.5.3.4 Kırmızı Kahverengi Topraklar	19
1.5.3.5 Bazaltik Topraklar	19
1.5.4 Gaziantep İl Geneli İklim.....	19
1.5.5 Çalışma Alanları	20
1.5.5.1 Karkamış İlçesi Hakkında Genel Bilgiler	20
1.5.5.2 Oğuzeli İlçesi Hakkında genel Bilgiler.....	21
1.5.5.3 Nizip İlçesi Hakkında Genel Bilgiler.....	21
1.5.5.4 Yavuzeli İlçesi Hakkında Genel Bilgiler	22
1.5.5.5 Araban İlçesi Hakkında Genel Bilgiler.....	22
KAYNAK ÖZETLERİ	24
MATERYAL VE YÖNTEM	33
3.1 Materyal.....	33
3.2 Yöntem.....	33
3.2.1 Erozyon Riski Haritalaması Metodolojisi (RUSLE Modeli)	33
3.2.1.1 Yağışın Erozyon Oluşturma Faktörü(R).....	34
3.2.1.2 Toprağın Erozyona Duyarlılık Faktörü (K)	36
3.2.1.3 Eğim uzunluğu ve eğim derecesi faktörü (LS).....	43
3.2.1.4 Ürün amenajman faktörü (C)	44
3.2.1.5 Toprak koruma önlemleri faktörü (P).....	45
BULGULAR	46
4.1 Çalışma Alanı Erozyon Riski Haritalaması Metodolojisi (RUSLE Modeli) Verileri	46
4.1.1 Yağışın Erozyon Oluşturma Faktörü(R).....	46
4.1.2 Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	49
4.1.3 Eğim uzunluğu ve eğim derecesi faktörü (LS).....	54
4.1.4 Toprak koruma önlemleri faktörü (P).....	58
4.1.5 Ürün amenajman faktörü (C)	58
5.1 TARTIŞMA VE SONUÇ	68
5.2 ÖNERİLER.....	70
KAYNAKLAR.....	73

TABLolar LİSTESİ

SAYFA

Tablo 3.1: Toprak örneklerinin alındığı lokalitelerin GPS koordinatları, vejetasyonları ve rakımları.....	37
Tablo 4.1: 1975 – 2010 Yağış verileri (Anonim, 2012b), MFİ değerleri – R faktör değerleri.....	47
Tab.4.2:Toprak örneklerinin bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri.....	49
Tablo 4.3: Araştırma İstasyonlarında Ön İşlemsiz K Faktörü (Aşınabilirlik).....	50
Tablo 4.4: Çalışma alanının K faktörü değerlerinin alansal dağılımlarını gösteren grafik ve tablo.....	52
Tablo 4.5:Arazi kullanımıyla ilişkili C değerleri (İrvemve Tülücü, 2004).....	59
Tablo 4.6: Çalışma alanının Arazi Örtüsü Bitki dağılımları.....	60
Tablo 4.7: Çalışma Alanı Potansiyel Erozyon Riski Sınıfları ve Alansal Dağılımı.	61

ŞEKİLLER LİSTESİ

SAYFA

Şekil 1.1. Çalışma alanının Türkiye'deki konumu ve çalışma sahasına ait harita ...	13
Şekil 1.2. Gaziantep İli jeoloji haritası (MTA, 2010)	15
Şekil 1. 3. Çalışma alanına ait toprak envanterleri haritası.....	18
Şekil 1.4. Türkiye yıllık ortalama yağış haritası (1960-2000),(Anonim, 2012b).....	20
Şekil 3. 1. Çalışma Sahasındaki Lokaliteler.....	40
Şekil 4. 1. Çalışma alanının K faktörü değerleri ve alansal dağılımlarını gösteren harita	53
Şekil 4. 2. Çalışma Alanının Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) Haritası.....	55
Şekil 4. 3. Çalışma alanının LS haritası	57
Şekil 4. 4. Çalışma alanının Arazi Örtüsü Bitki dağılımları grafiği	59
Şekil 4. 5. Çalışma alanının Arazi Örtüsü Bitki dağılımlarını gösteren harita.....	60
Şekil 4.6.Çalışma alanına ait erozyon durumunu gösteren harita	62
Şekil 4.7. Araban ilçesine ait erozyon durumunu gösteren grafik,tablo ve coğrafik dağılım haritası	63
Şekil 4.8. Karkamış ilçesine ait erozyon durumunu gösteren grafik,tablo ve coğrafik dağılım haritası	64
Şekil 4.9. Nizip ilçesine ait erozyon durumunu gösteren grafik,tablo ve coğrafik dağılım haritası	65
Şekil 4.10. Oğuzeli ilçesine ait erozyon durumunu gösteren grafik,tablo ve coğrafik dağılım haritası	66
Şekil 4.11. Yavuzeli ilçesine ait erozyon durumunu gösteren grafik,tablo ve coğrafik dağılım haritası	67

SİMGELER DİZİNİ

- A Birim alandan toprak kaybı miktarı ($\text{ton ha}^{-1} \text{yıl}^{-1}$)
- C Bitki yönetim faktörü; (birimsiz, 0 ve 1 değerleri arasında)
- E Toplam şiddetli yağış enerjisi. Kinetik enerji (MJ ha^{-1}).
- I_{30} Maksimum 30 dakikalık yağış şiddeti (mm h^{-1})
- K Toprağın erozyona duyarlılık faktörü (toprak aşınabilirlik faktörü); 22,13 m uzunlukta ve % 9 eğimli devamlı nadas yapılan bir araziden birim erozyon indeksine karşılık erozyon oranı ($\text{ton ha}^{-1} \times \text{ha MJ}^{-1} \times \text{h mm}^{-1}$)
- L Eğim uzunluğu faktörü; herhangi uzunluktaki bir araziden oluşan toprak kaybının, aynı toprak tipi ve 22,13 m uzunluktaki araziden oluşan toprak kaybına oranı (birimsiz)
- LS Eğim uzunluğu ve eğim derecesi faktörleri çarpımı (birimsiz)
- M Zerre irilik parametresi
- MFİ Modifiye Fournier İndeksi
- OM Organik madde (%)
- P Toprak koruma önlemleri faktörü (birimsiz, 0 ve 1 değerleri arasında)
- p_i i ayına ait ortalama düşen yağış miktarı (mm)
- R Yıllık ortalama yağış erozyon indisi (yağış akış aşındırıcı faktörü). Yağışın erozyon yaratma faktörü ($\text{MJ ha}^{-1} \text{yıl}^{-1} \times \text{mm h}^{-1}$)
- S Eğim derecesi faktörü; herhangi bir eğim dikliğine sahip bir araziden oluşan toprak kaybının % 9 eğim dikliği ve aynı toprak tipi ile eğim uzunluğuna sahip bir araziden oluşan toprak kaybına oranı.
- S Toprak strüktür sınıfı (1-6)
- Θ Eğim durumunun derece ile gösterilmesi
- λ İzdüşüm arazi eğim uzunluğu

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Hava ve su gibi toprak da yerküreyi saran kaya, mineral ve organik maddelerden oluşan doğal bir kaynaktır. Karasal ekosistemlerde yaşayan canlılar doğrudan veya dolaylı olarak topraktan besinlerini alır, üzerinde yaşamlarını sürdürürler. Topraksız bir dünya, üzerinde toprağın bulunmadığı ve canlıların yaşamadığı aydan farksız bir durum alırdı (Akalan,1983). Toprak, üzerinde yaşayan canlılara fayda sağlarken sürekli olarak kendini yenilemekte, devamlılığını korumaktadır. Canlılar için vazgeçilmez bir hayat kaynağı olan toprak doğasına aykırı olarak kullanıldığında canlı yaşamı için tahmin dahi edilemeyen sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Toprak ve üst toprağın oluşum hızı, doğal olarak 200-400 yılda 1 mm 'dir(Anthoni,2000). Oluşumunun yüzlerce yıllık bir süreyi aldığı düşünülürse diğer doğal kaynakların yanında toprağa ayrı bir hassasiyet gösterilmesi gerekmektedir. İnsanlar yüzyıllardır yaşamlarını sürdürebilmek için topraktan faydalanmakta ve 10.000 -11000 yıldan beri düzenli bir şekilde toprağı işlemişlerdir. İnsanlık, Çin'de ve Akdeniz ülkelerinde 3000 – 4000 yıldan beri, Batı Avrupa ülkelerinde ise 2000 yıldan beri uygulanan çiftçilik uğraşlarıyla artan nüfusun besin gereksinimini karşılamak için topraktan gereğince yararlanmayı amaçlamışlardır (Taysun ve Dağdeviren, 1991). Biyolojik, ekonomik ve ekolojik faaliyetleri ile önemli bir doğal kaynak olan toprak, insanların tarımsal faaliyetler için sürekli yeni alanları tarıma açmaları, tarım alanlarının aşırı kullanılması ve doğal bitki örtüsünün yok edilmesi ile erozyona maruz kalmaktadır. Nüfus artışının hızlandığı, besin ihtiyacının arttığı bu çağda erozyon yeryüzündeki tarımsal potansiyelin gerçekleşeceği toprakların hızla azalmasına neden olmaktadır.

Türkiye'de takriben 77 milyon hektarlık arazinin işlemeli tarıma uygun alanların tamamı tarımsal kullanıma alınmıştır, bunun yanında işlemeli tarıma uygun olmayan 5,5 milyon dekarlık VI. ve VII. sınıf arazilerde tarımsal kullanıma açılmıştır (Canpolat 1981). Tarıma uygun olup kentleşme ve sanayi tesislerinin yer aldığı

amacı dışında kullanılan tarım arazileride azımsanmayacak miktarlardadır. Bunun dışında eğimli mera ve orman arazilerinin tarımsal üretime açılması toprak kayıplarını, erozyonu artıran önemli unsurlar arasında yer almaktadır.

Erozyonun oluşumunu kontrol eden toprak özellikleri, bitki örtüsü, yağış, topoğrafik özellikler ve insanoğlunun toprak yönetimi gibi etmenlerin etkileşimlerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Türkiye iklim koşulları, topoğrafyası ve toprak özellikleri bakımından erozyon riski yüksek çıkan bir ülkedir. Toplam arazi varlığımızın %47,98'inde eğim dikliği %20'den daha fazla ve %62,15'inde eğim %12'den fazladır. %2-20 eğime sahip arazilerimizin miktarı ise ancak 29,7 milyon ha'dır. Bununla birlikte, topraklarımızın sadece %14'ünde organik madde kapsamı %2'den fazladır; buna karşılık %64'lük bir kısmında bu düzey %1'den daha azdır. Etkili toprak derinliklerine bakıldığında, arazilerimizin %37,2'sinin işlemeli tarıma uygun olmayan 0-20 cm derinlikte olduğu belirlenmiştir (Anonim, 1978; Anonim, 1982; Çanga ve Erpul, 1994).

Türkiye 'de 66.576.042 ha alan su erozyonu, 330.000 ha alan ise rüzgar erozyonunun tehdidi altındadır. Türkiye topraklarını % 7'sinde hafif, % 20'sinde orta, % 36'sında şiddetli ve % 28'inde çok şiddetli erozyon olduğu belirtilmektedir (Özden, 2000).

Erozyon yavaş gerçekleşen ,geri dönüşümü çok uzun ve pahalı olan bir doğal bir afettir. Erozyon kontrol önlemlerinin alınabilmesi için erozyonun gerçekleştiği alanların tespit edilmesi ve sürekli güncellenebilir olması gerekmektedir.

Teknolojik gelişmeler erozyon sahalarının belirlenmesinde kullanılan modellerin parametrelerinin ilişkilendirilmesinde kullanılmakta olup yüksek bir doğruluk derecesi ile tahmin edilmesine olanak tanımaktadır. Bu amaca yönelik Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) yöntemleri kullanılmakta olup düşük maliyet ve kısa sürede geniş alanlara yönelik güncellenebilen haritaların oluşturulmasına olanak sağlamaktadır.

Etkin bir toprak erozyon değerlendirmesi yapmak için toprak kayıp riskinin mekânsal olarak belirlenmesi ve buna paralel olarak toprak kayıplarının azaltılması için uygun politikaların geliştirilmesine ve uygulanmasına bağlıdır. Bu amaç için çok sayıda erozyon/toprak kayıp tahmin modellemeleri geliştirilmiştir. Bu modellemelerden en yaygın olarak kullanılanlardan bir tanesi Evrensel Toprak Kaybı Denklemi USLE (Universal Soil Loss Equation) modelinin revize edilmiş hali olan RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) modelidir (Angima ve ark., 2003).

Bu çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) teknikleri kullanılarak Gaziantep ilinin Araban, Yavuzeli, Nizip, Karkamış ve Oğuzeli ilçelerine ait potansiyel erozyon risk durumunun RUSLE modeli yardımı ile haritalanması ve olası toprak kayıplarının hesaplanması amaçlanmaktadır.

1.1 Toprak Erozyonu

Latince bir kelime olan erozyon dilimizde kemirme kelimesine karşılık gelmektedir. Erozyon toprak partiküllerinin su, rüzgar ve yerçekimi etkisiyle taşınması sürecidir. Doğal bir süreç olmasına karşın erozyon, yanlış arazi kullanımı gibi sebeplerle daha hızlı seyredilmekte bu nedenle de dünyada ve Türkiye’de bir çok bölge için önemli bir problem haline almaktadır (Yüksel ve ark., 2007). Erozyon, başta toprak ve kayalar olmak üzere yerküre üzerindeki çeşitli yüzey maddelerinin dağlık ve tepelik arazilerden eğimler boyunca, yer kabuğundan ayrılması ve doğal etkenlerle başka bölgelere taşınması olayıdır (Sarı, 2000). Başka bir tanımda erozyon; toprakların doğal ya da dış kuvvetlerin etkisiyle, oluştukları yerlerden aşındırılıp taşınması ve başka yerlerde biriktirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Sönmez, 1994; Bahtiyar, 2000). Erozyon kısaca toprağın aşınması, taşınması ve birikmesi olarak da ifade edilebilir.

Erozyonun meydana gelmesinde etkili olan faktörler dikkate alındığında erozyonu iki ana başlıkta toplamak mümkündür. Bunlar; doğal (jeolojik) ve hızlandırılmış erozyondur.

Erozyon doğal kuvvetlerle oluşuyorsa doğal erozyon (jeolojik erozyon) olarak nitelendirilmektedir. Doğal erozyon dünya kadar eskidir. Doğal erozyonda toprağın

oluşumu ile aşınımı arasında bir denge mevcuttur. Yani doğal erozyonda erozyon hızı ile aşınım miktarları nerede ise birbirine yakındır. Hatta toprak kazanımı daha fazladır. Bunu derin toprak profillerinden anlamak mümkündür (Bahtiyar, 2006).

Erozyon insan kaynaklı etmenlerden dolayı meydana geliyorsa hızlandırılmış erozyon olarak adlandırılmaktadır. İnsan kaynaklı etmenlerden dolayı oluşan erozyonun başlıca kaynakları; ağaç kesimleri, orman yangınları, aşırı otlatma ve uygulanan hatalı tarım teknikleri biçiminde sıralanabilir.

Sulu tarımda erozyonu etkileyen en önemli faktörler; arazinin eğimi, uygulanan sulama yöntemi, sulama suyu miktarı, toprak işleme yöntemleri, arazi yüzeyinin pürüzlülüğüdür (Topçu, 1998). Trout (2000), sulamanın sürdürülebilir toprak verimliliği üzerine de olumsuz etkilerinin olabileceğini ifade etmektedir. Ülkemizde hızla artmakta olan sulamada kullanılan yöntemlere dikkat etmemiz gerektiğini hatırlamamızda fayda vardır.

Hızlandırılmış erozyonda toprak taşınımı, toprak tabakasının üst katmanlarında başlamakta ve bu yolla yüzlerce, hatta binlerce yılda oluşmuş bulunan toprakların önce üst katmanları ve daha sonra ise alt katmanları taşınarak, toprak profilleri giderek sığlaşmakta, bitki yetiştirmeye yarayan gerçek toprak, eroziv güçler tarafından zamanla yok edilmektedir (Sarı, 2005).

Toprağın erozyona uğratılmasına neden olan güçlere göre erozyon gruplandırılırsa su, rüzgar, dalga, buzul erozyonu gibi çeşitlerinin olduğu görülmektedir. Dünyada en fazla görülen erozyon grubu su erozyonudur.

1.2 Erozyonun Nedenleri

Toprak erozyonuna sebep olan etmenler iki ayrı grupta toplanmaktadır. Birincisi doğanın yapısından kaynaklanan nedenler, ikincisi ise beşeri olarak nitelendirilen sosyal ve ekonomik etmenlerdir. Doğanın yapısından kaynağını alarak toprak erozyonuna neden olan etmenler; iklim, topografya, jeolojik yapı, toprak özellikleri ve bitki örtüsü olarak sıralanabilir (Günay, 1995). Toprak erozyonuna yol açan

insanlardan kaynaklanan sebepler ise, ormanların tahribi, meraların aşırı otlatılması, tarım alanlarında meydana gelen tarım dışı faaliyetler, yanlış arazi kullanımıdır. Bu sebepler toprakla birlikte ekosistemin de bozulmasına sebep olmaktadır.

Erozyonu kontrol eden faktörleri beş temel grupta toplanırsa sırası ile bunlar iklim, toprak, topoğrafya, bitki örtüsü ve insan kaynaklı faktörlerdir.

Erozyona neden olan iklim faktörüne bakılacak olursa en etkili parametrenin yağış, yağışlar arasında da yağmurun ön plana çıktığı görülür. Yağış yoğunluğunun erozyon üzerine etkisinin araştıran Fournier tarafından yapılan bir çalışmada 5 dakikada oluşan yağış miktarındaki 5 katlık bir artışın toprak kaybında 13 katlık artışa neden olduğu ortaya konmuştur (Morgan, 1991). Bir yağışın aşındırıcı etkisi yağış yoğunluğu, süresi, yağmur damlasının kütlesi, çapı ve hızının fonksiyonu olarak ortaya çıkmakta olup Wischmeier ve Smith (1959) tarafından tanımlanmış olup bir çok araştırmacı kendi bölgelerine bu eşitliği uygulamışlardır.

Türkiye’ de yıllık yağış dağılımının çok düzensiz olması da erozyonun etkisini arttırmaktadır (Çanga ve Erpul, 1994).

Yağışın yoğunluğunun yanı sıra, mevsimlere göre dağılışı ve yüzeysel akışı erozyon bakımından önemli olduğu kadar, toprakta suyun toplanması ve bitki gelişmesi yönünden de önemlidir. Nemli topraklardaki yağışlar, kuru topraklardaki yağışlardan daha fazla erodiv karakter gösterir (Doğan ve Güçer, 1976).

Erozyona neden olan toprak faktörü erodivite faktörü olarak tanımlanmakta olup toprağın ayrılmaya ve taşınmaya karşı direnci olarak ifade edilmektedir (Morgan, 1995). Yüksek erodiviteye sahip topraklar düşük erodiviteye sahip topraklara göre erozyona daha yatkındır.

Aşınabilirlik, toprak bünyesi (tekstür), agregat dayanıklılığı (stabilite), infiltrasyon kapasitesi ile organik madde kapsamına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Büyük parçacıklar taşınmaya ve küçük parçacıklar ise parçalanmaya karşı dirençlidirler. Çünkü büyük parçacıklarının taşınması için daha fazla taşıyıcı güce ihtiyaç vardır. Küçük parçacıklar ise daha yüksek kohezyonları nedeniyle dayanıklı

agregatları oluştururlar. Su erozyonuna en az dirençli olan silt ve ince kumdur, yani bir toprağın silt kapsamı yüksekse su erozyonuna dayanıklılığı az demektir. Toprakların organik madde kapsamı ve kimyasal yapıları özellikle agregat dayanıklılığını sağlamaları bakımından önemlidir. Evans (1980)' e göre organik madde miktarının % 3,5 ve organik karbonun % 2 den az olması o toprakların aşınabilirliğinin fazla olduğunu göstermektedir (Çanga, 1985).

Arazinin sahip olduğu topografya eğim derecesi ve eğim uzunluğu faktörü olarak erozyona etki etmektedir. Eğim açısının erozyon ile doğrudan ilişkisi vardır. Eğim uzunluğu, eğimin başladığı nokta ile sedimentlerin yığıldığı nokta olarak kabul edilir. Dik eğimler toprak erozyonunda daha kolay etkili olurlar, çünkü erozyona yol açan kuvvetlerin toprak parçacıklarını sıçratması, aşındırması ve taşınması dik eğimlerde daha fazla etkilidir (Hudson, 1995). Diğer yandan, uzun eğimli araziler yüzey akışın daha büyük ve hızlı olmasından dolayı toprak kaybına daha hassastır. Yamaç uzunluğu arttıkça taşınan toprak miktarı da artmaktadır.

Normal olarak erozyon, artan eğim ve eğim uzunluğuna bağlı olarak yüzey akışının hızı ve hacminin artışına paralellik gösterir. Düz bir yüzeyde yağmur damlaları toprak parçalarını rastgele her yöne sıçratırlar ancak, eğimli bir yüzeyde eğim aşağı sıçrayan taneler eğim yukarı olanlardan daha fazladır. Bunun oranı eğim artışına bağlıdır (Çanga, 1985).

Erozyonun şiddeti açısından eğim derecesi, eğim uzunluğundan daha önemlidir. Dik eğimli araziler aynı yapıya sahip daha az eğimli arazilere göre erozyon açısından daha çok hasassiyet göstermektedir. Çeşitli araştırmacılar aynı koşullar altında eğimin artması ile erozyon şiddetinin arttığını deneysel olarak belirlemişlerdir. Erozyon şiddeti ile eğim arasındaki orantısal bağlantı, farklı yağış özellikleri ve arazi kullanma koşulları altındada farklılaşmaktadır. Örneğin, eğimin % 5'ten % 10'a çıkması halinde erozyonu 3 kat, % 15'e çıkması halinde ise erozyonu 5 kat artırmaktadır (Balcı ve Ökten, 1987).

Toprak yüzeyindeki bitki örtüsü yağmur damlalarının toprak partiküllerine direkt çarpmasını, dolayısıyla üst toprak tabakasının tahribini önler. Bitki örtüsünün bu

koruyucu görevi, yağmur damlalarının hızını azaltarak toprağın parçalanmasını engellemektedir (Doğan ve Güçer, 1976).

Bitkilerin toprak üstü kısımları; yağmur damlalarının, yüzeyden akan suyun ve rüzgârların enerjilerini emerek toprağa daha az enerjinin geçişini sağlarken, bitki örtüsünün kök sistemlerinden oluşan toprak altı kısımları ise toprağı tutarak mekanik dayanıklılıklarının artmasınaneden olur. Dolayısı ile toprak tabakasının harekete geçmesini engelleyerek katkıda bulunurlar (Çanga, 1985). Bitki örtüsünün yüzey örtülülük derecesi toprağın yağmurla aşınmasını engelleyen önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

Çayır ve otlaklar toprak taşınımına oldukça dirençlidir. Bu alanlar hem erozyonu önlerler, hem de yüzeysel akışı azaltırlar. Sık bir çayırılık, akan suları geçirmeyen bir tabaka teşkil ederek, mükemmel bir şekilde toprağı korur. Otlaklar, toprak nemliliğini transpirasyon yolu ile azaltırlar. Toprakları daha sonraki yağış sularını emecek bir kıvamda tutarlar (Doğan ve Güçer, 1976). Bitki örtüsü ile kaplı alanlarda erozyon hassasiyetinin azalmasının temel nedenlerinden biri yağmur damlalarının toprağa direkt temas etmemesi ve su akışını engelleyen bir yapı arz etmeleridir. Bitki örtüsü rüzgarın hızını keserek, toprağı aşındırıp taşıma etkisini azaltmakta ve erozyonun önlenmesine ciddi bir şekilde katkı sağlamaktadır.

Doğal denge koşulları içerisinde, doğal güçlerin erozyonla taşıdığı toprak miktarı kadar yeniden toprak oluşumu esastır. Bu denge, insanların doğayı kullanmaya başladıkları döneme kadar devam etmiş ve insanların doğaya müdahaleleri ile birlikte bu denge toprakların aleyhine dönmüştür. İnsanların bilinçsizce bitki örtüsünü tahrip etmeleri ve uygun özelliklere sahip olmayan arazileri tarıma açmaları, erozyon oluşumuna imkan tanımaktadır. Bunların yanı sıra hatalı ve yanlış tarım yöntemlerinin uygulanması da erozyonun beklenilenden daha fazla olmasına sebep olmaktadır (Sarı, 2005).

1.3 Erozyon Çalışmalarında Kullanılan Modeller

Toprak erozyonu miktarının tahmin edilmesine yönelik olarak uzmanlarca birçok farklı yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemleri niceliksel ve niteliksel olmak üzere

temel iki başlık altında toplanabileceği gibi deneysel modeller, fiziksel temelli modeller, kurallı uzman sistemleri ve melez yaklaşımlar olarak sınıflandırılabilirler. Toprak erozyon riskinin ülke, bölge ve havza düzeyinde niteliksel veya niceliksel olarak değerlendirmede kullanılan birçok matematiksel model bulunmaktadır (Foster ve ark., 1977, Morgan ve ark., 1984, De Roo 1993, Jager 1994, De Jong 1994, Morgan 1995, Nanna, 1996 , De Jong ve ark., 1998).

Bunlar arasında dünyada yaygın kullanım alanı bulan yöntemlerden birisi, 1978 yılında Wisniewski ve Smith tarafından oluşturulmuş USLE (Universal Soil Loss Equation) yöntemidir. Yöntem erozyona etki eden değişik etkenlerle erozyon miktarı arasındaki ilişkilerin çarpımına dayanmaktadır (Wisniewski ve Smith, 1978). Aşınmayı oluşturan etkenler; yağış erozyon riski faktörü, toprak aşınma faktörü, eğim uzunluğu faktörü, eğim derecesi faktörü, bitki örtüsü faktörü ve toprak koruma faktörü olarak ele alınmaktadır. Daha az veri gereksinimi olduğu için, son zamanlarda en fazla kullanılan modellerden bir tanesidir. Renard'ın 1991 yılında ortaya koyduğu ve USLE yönteminin geliştirilmiş bir versiyonu olan RUSLE yöntemi ampirik bir modele sahiptir. Uzun vadede yamaçlardan taşınarak kaybedilen ortalama yıllık toprak miktarını ortaya koymaktadır (Üstüntaş , 2000).

1.3.1 Niteliksel Modeller

Bu modellerde erozyon; az, orta, çok şiddetli gibi sınıflara ayrılır. Bu modellere bakılarak erozyonun olduğu alanlar tespit edilebilir. Fakat hangi alanlarda erozyon şiddetinin ne kadar olduğu net değildir.

1.3.1.1 ICONA

İspanyollar tarafından geliştirilen, **ICONA** yöntemi; bir havza veya bölgede, su erozyonunun mevcut durumunu ve erozyon riskini kalitatif olarak haritalama için kullanılır. Burada; arazi kullanımı, bitki örtüsü, topoğrafya, eğim ve toprak yapısı dikkate alınır. Bu yöntem ile ilk olarak koruma düzeyleri ve erozyona duyarlılık haritaları, daha sonra bu iki haritanın çakıştırılması ile de “Erozyon Durum Haritası” hazırlanır (Anonim, 2005). Bu yöntem ülkemizde de birçok alanda kullanılmış ve erozyon alanları belirlenmiştir (Doğan ve ark., 2000a).

1.3.1.2 CORINE

Diğer bir erozyon modeli ise, Avrupa Topluluğu ülkeleri tarafından ekonomik gelişmeyi sağlamak, çevresel ve doğal kaynak yönetim politikalarını iyileştirmek amacıyla 1985 yılında geliştirilmiş bir modeldir. Bu modelde; toprak aşınım duyarlılığı (erodibilite= aynı koşullar altındaki toprakların erozyona karşı nispi duyarlılığıdır), aşındırıcı etken, topografik durum ve bitki örtüsü indisleri dikkate alınarak “**Erozyon Risk Değerlendirmesi**” yapılmaktadır. Bu model Avrupa Birliği Ülkelerinde uygulanan ve birçok ülkede erozyon çalışmalarını standardize etmeyi amaçlayan bir modeldir (Anonim, 2005).

1.3.2 Niceliksel Modeller

Bu modeller erozyonda meydana gelen toprak kaybı miktarını sayısal olarak tahmin etmeyi amaçlar. Bu nedenle topografya, toprak, bitki örtüsü vb. gibi faktörleri derinlemesine analiz ederler. Bu modeller disiplinler arası bir yaklaşım gerektirir.

1.3.2.1 WEPP (Water Erosion Prediction Project- Su Erozyonu Tahmin Modeli).

Bu model Nearing ve ark. (1989) tarafından su erozyonu ile oluşan toprak kayıplarını belirlemek üzere, USLE ve RUSLE'nin eksik yönlerini tamamlamak amacıyla Amerikan Tarım Bakanlığı (USDA) tarafından geliştirilmiştir. WEPP dört temel faktörü esas almaktadır; iklim, eğim, toprak ve yönetimidir.

1.3.2.2 EPIC (Erosion-Productivity Impact Calculator)

Türkçe karşılığı Erozyon ve Toprak Verimliliğine Etki Hesabı'dır. Erozyondan kaynaklanan ekonomik kayıpları hesaplamak amacıyla geliştirilmiştir (Lal, 1988).

Erozyonun toprak verimliliğine etkisini araştıran bu modelde bitki gelişimi, hidrolik özellikler, iklim özellikleri, topraktaki organik madde miktarı, toprak sıcaklığı, sürüm yöntemleri gibi parametreler kullanılır.

1.3.2.3 ANSWERS (Areal Nonpoint Source Watershed Environment Response Simulation)

Fiziksel parametrelere dayalı bir model olup havza bazında çalışır. Tarım alanlarının ve yerleşmelerin, araziden erozyonla kaybolan bitkisel besinlere etkisini amaçlayan bu model su yükü taşınımını hesaplar. Model genelde EPIC ve WEPP'in karışımı gibi görünmektedir. En fazla havza plancıları tarafından kullanılmaktadır (Kalin, 2003).

1.3.2.4 Universal Toprak Kayıpları Eşitliği (USLE)

Dünyada yaygın kullanım alanı bulan yöntemlerden birisi 1978 yılında Wishmeier ve Smith tarafından A.B.D 'de geliştirilen USLE (Universal Soil Loss Equation) yöntemidir. Yöntem erozyona etki eden değişik etkenlerle erozyon miktarı arasındaki ilişkilerin çarpımına dayanmaktadır (Wishmeier ve Smith, 1978). Aşınmayı oluşturan etkenler; yağış erozyon riski faktörü, toprak aşınma faktörü, eğim uzunluğu faktörü, eğim derecesi faktörü, bitki örtüsü faktörü ve toprak koruma faktörü olarak ele alınmaktadır. Daha az veri gereksinimi olduğu için, son zamanlarda en fazla kullanılan modellerden bir tanesidir.

Birçok bilim adamı bu modelde değişiklikler önermiştir, fakat hepsi yağış erosivitesi, toprak erodibilitesi, eğim uzunluğu, eğim sınıfı, arazi örtüsü ve arazi kullanım faktörlerinin yıllık toprak erozyonu derecesine doğrudan ilişkili olarak alınması üzerinde birleşmişlerdir (Sohan ve Lal, 2001).

MUSLE (Modifiye Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği) modeli USLE modelinin modifiye edilmiş sürümlerinden biridir.

USLE yıllık ortalama toprak kayıpları için oldukça kullanışlı olmasına rağmen tek bir yağış sonucu oluşan erozyon miktarını ölçmede yetersiz kalmaktadır (Kinnel, 2000). Bunun yanında USLE'nin parsel bazında erozyon miktarını daha doğru hesapladığı, ancak oluşan toprak kaybı hakkında bir sediment iletim oranı sunmadığı eleştirisi yapılmaktadır. Bu nedenlerden dolayı USLE eşitliğinde yeni düzenlemeler yapılmış ve MUSLE (Modified Universal Soil Lose Equalation) olarak yeniden

adlandırılmıştır. MUSLE modelinde yağışın enerji faktörü yüzey akışı ile yer değiştirmiştir.

RUSLE modeli Renard ve ark. tarafından 1990'larda geliştirilmiş olup daha kesin erozyon tahminlerini sağlamak üzere tasarlanmış USLE'nin revize edilmiş şeklidir (Renard ve ark. 1994). USLE ile aynı faktörleri içermesine rağmen faktörlere ait tüm eşitlikler revize edilmiştir. Amaç yine USLE eşitliğindeki eksiklikleri gidermek ve daha doğru sonuç veren bir model üretmektir (Renard ve ark., 1996).

1.4 Coğrafi Bilgi Sistemi ve Erozyon Modellemesi

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), belirli bir amaç için yeryüzüne ait bilgilerin toplanması, bilgisayar ortamına alınıp işlenmesi, depolanması ve amaca uygun olarak sunulmasını sağlamak için geliştirilmiş bilgisayar destekli bir sistemdir. Bu sistem 1970'li yıllardan başlayarak hızla gelişmiş ve coğrafi bilgilerin kullanılmasında en etkin teknoloji haline gelmiştir (Aronoff, 1989).

Erozyon probleminin araştırılması ve izlenmesi oldukça önemlidir. Zaman alıcı, pahalı ve çok emek isteyen geleneksel yöntemlerle erozyona karşı duyarlı alanların belirlenmesine yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Erozyonun dinamik karakteri ve çok fazla veri gerektirmesi CBS tekniklerinin erozyon çalışmalarında önemli bir konuma getirmiştir. Erozyon probleminin analiz edilmesi, izlenmesi ve haritalanmasında CBS, büyük miktardaki veri ile etkin bir şekilde çalışılmasına imkan sağlamaktadır (Çanga, 2004).

CBS teknikleri ile yapılan çalışmalarda doğruluk, hız ve maliyet yönünden birçok yarar sağlanmaktadır.

Yeryüzü devamlı bir değişim içerisindedir. Bu değişimlerin belirlenmesi için yer yüzeyinin sürekli incelenmesi ve elde edilen verilerin kayıt altına alınması gerekir. Geçmişte bu veriler sadece arazi çalışmaları ile elde edilirken, günümüzde uzaktan algılama sistemleri bu durumu değiştirmiştir.

Avrupa Erozyon Haritası, RUSLE/CBS/SYM (Sayısal Yükseklik Modeli) yöntemi ile hazırlanmış durumdadır (Van der Kniff ve ark., 2000). Ancak bu haritada ülkemiz yer almamaktadır.

1.5 Çalışma Alanlarının Özellikleri

1.5.1 Coğrafi Konumu

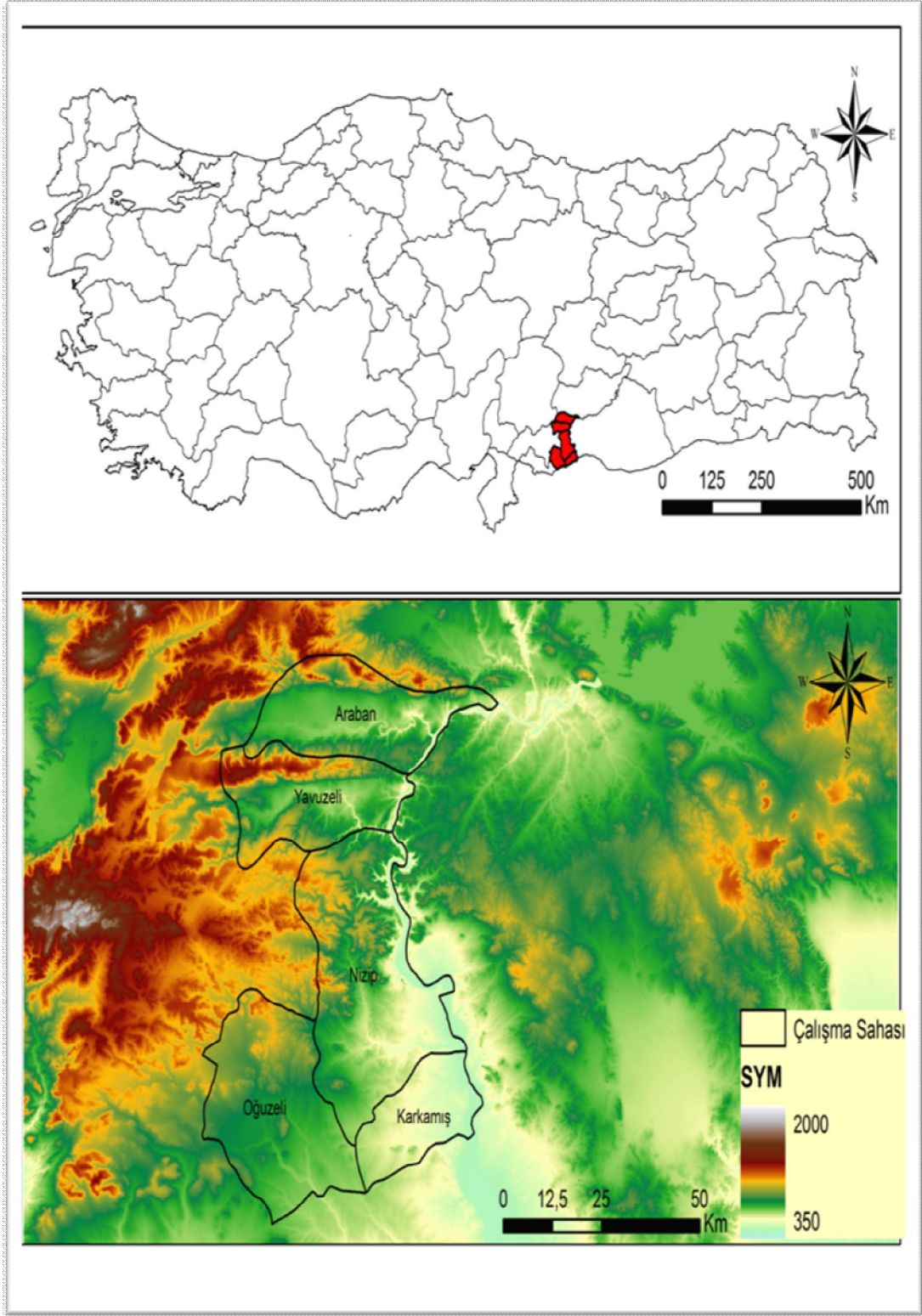
Akdeniz Bölgesiyle Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin birleşme noktasında yer alan Gaziantep ili 36° 28' ve 38° 01' doğu boylamları ile 36° 38' ve 37° 32' kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır. Suriye'ye komşu bir sınır ili olan Gaziantep'in büyük bir bölümü Akdeniz Bölgesinin doğu kesiminde, bir bölümü de Güney Doğu Anadolu Bölgesinin batısında yer alır.

Gaziantep ili sınırları içerisinde yer alan çalışma alanı güneyde Suriye ve Kilis'ten başlayıp kuzeyde Kahramanmaraş ve Adıyaman il sınırlarına kadar uzanmaktadır. Çalışma alanının doğusunda boydan boya Fırat Nehri yer almaktadır.

Gaziantep ilinin doğusunda yer alan çalışma alanı Nizip (95,652 ha), Oğuzeli (73,003 ha), Araban (54,002 ha), Yavuzeli (49,656 ha) ve Karkamış (31,231 ha) ilçelerini kapsamakta olup toplam 303,544 ha alanı kapsamaktadır. ArcGIS programı içerisinde yer ArcHydro modülündeki Flow accumulation alt modülü ile CBS ortamında hazırlanan SYM'den alanların büyüklükler hesaplanmıştır.

Rakımı 855 m olan il topraklarının yeryüzü şekillerine göre dağılımı şöyledir; dağlar % 51,9, ovalar % 26,9, platolar % 19,0 ve yaylalar % 2,2'dir. Gaziantep ili birçok çanaklaşmış havza ve alçak tepeden oluşmuş olup hafif yüksek bir plato olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer almaktadır. Hatay-Kahramanmaraş çukurluğu ile Fırat Irmağı arasındaki Gaziantep Platosu'nun Kuzeyi, yine bir çukurluk olan Araban Ovası ile kaplıdır (Anonim,2012a).

Çalışma alanının batı ve kuzey tarafı yüksek kesimleri ihtiva ederken orta kısmı ile doğu ve güney kesimleri düşük yükseltiler oluşturmaktadır.



Şekil 1.1. Çalışma alanının Türkiye’deki konumu ve çalışma sahasına ait harita

1.5.2 Gaziantep İlinin Jeolojik Formasyonu ve Jeomorfolojik Özellikleri

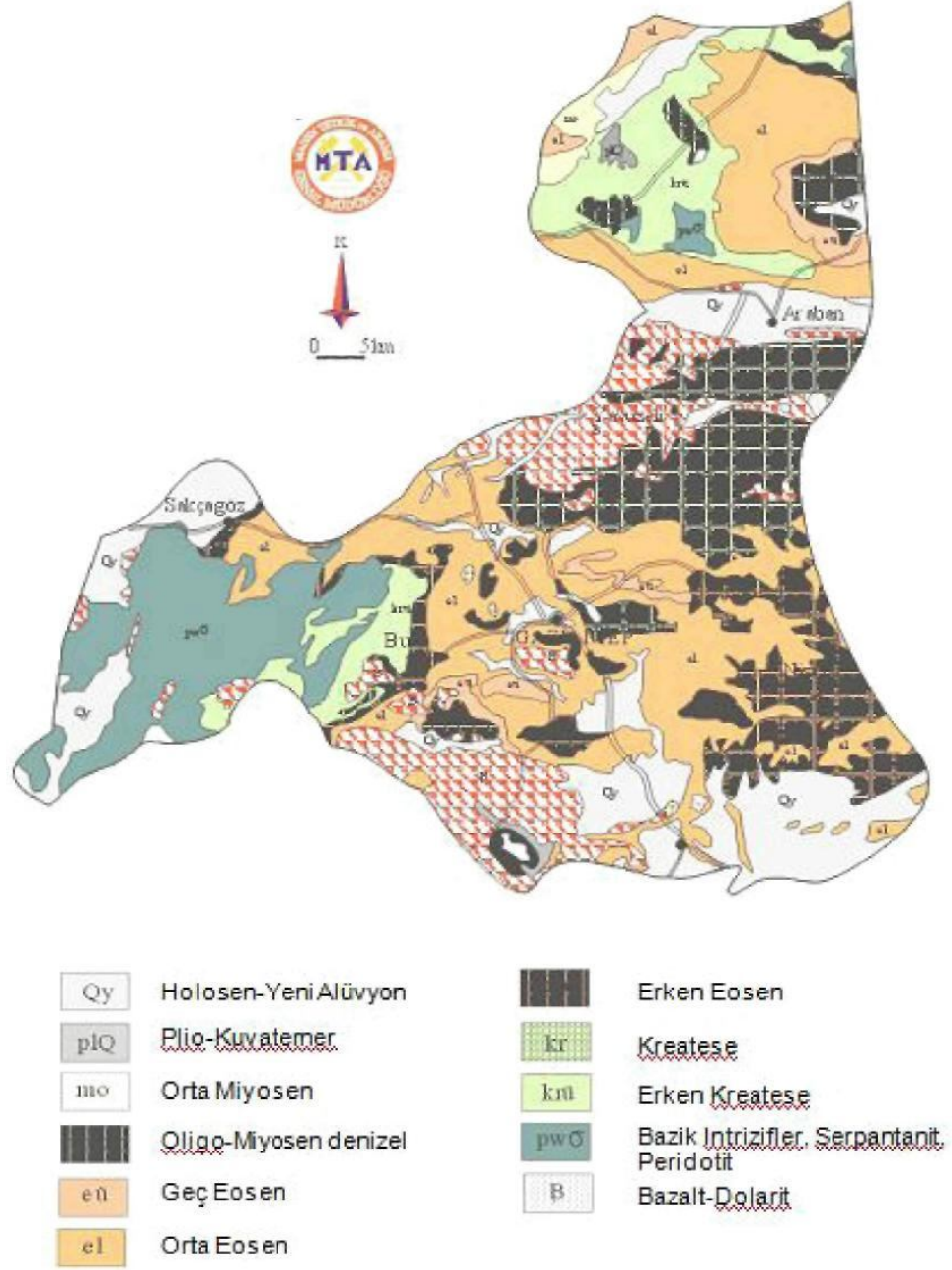
Gaziantep ilinde genellikle dalgalı ve engebeli araziler yaygındır. Güneyde Hatay ve Osmaniye sınırını oluşturan Amanos (Nur) Dağları yer alır. Bu bölgede tepeler 1527 m'ye kadar yükselmektedir. İlin diğer dağlık kısmı ise bir yandan Nur Dağları'na paralel, İslahiye ilçesi ile Kilis ili arasında, güneyde Suriye'den başlayıp kuzeyde Kahramanmaraş sınırına ulaşmakta, diğer yandan ise ilin kuzey sınırını Kahramanmaraş ve Adıyaman sınırı boyunca, doğuda Fırat Nehri'ne kadar uzanmaktadır. Buradaki tepelerin yükseklikleri güneyden kuzeye doğru; Dormik Dağı 1250 m, İlkiz Dağı 1200 m, Kas Dağı 1250 m, Sarıkaya Dağı 1250 m ve Gülecik Dağı 1400 m'dir. Araban ile Yavuzeli İlçeleri arasında bulunan Karadağ'ın yüksekliği ise 950 metredir. Nur Dağları ile arasında kalan bölgede taban araziler yayılmıştır. Doğu kısmında bu dağlardan doğup Fırat Nehri'ne boşalan Karasu ve Merzimen Çayı boyunca vadi tabanı ve etek araziler göze çarpmaktadır. Gaziantep İlinin geriye kalan güney ve güneydoğusundaki dalgalı ondüleli arazilerin yanında Barak Ovası olarak anılan doğuda Fırat Nehri, güneyde Suriye sınırı boyunca düz ve hafif meyilli taban araziler yayılmış durumdadır (Anonim, 2012).

Çalışma alanında jeolojik olarak Gaziantep Formasyonu , Fırat Formasyonu, Yavuzeli Bazaltı, Alüvyon ve Kuvaterner Eski Alüvyon yapılarına rastlanmaktadır.

1.5.2.1 Gaziantep formasyonu

Killi kireçtaşı, kireçtaşı ve tebeşirden oluşan bu birimin tanımlaması ve adlandırmasını ilk olarak Wilson ve Krummenacher (1957) yapmışlardır. Formasyon, yumuşak topoğrafya gösteren killi kireçtaşı ve tebeşirli kireçtaşı şeklinde yüzeylenmektedir. Bazı yerlerde ise bu killi ve tebeşirli kireçtaşları yerine kalın tabakalı kireçtaşları yer almaktadır. Killi kireçtaşları beyazımsı gri-krem-kirli sarı renkli, ince-orta tabakalı, çok az çört yumruludur. Killi kireçtaşları, tebeşirli kireçtaşları “havza kenarı veya derin şelf kenarı” mikrofasiyes ortamında, kireçtaşları ise “çalkantılı sığ su” mikrofasiyes ortamında çökelmişlerdir. Formasyonun kalınlığı 100-250 metre arasında değişmekte ve Ardıçlitepe Formasyonu üzerine uyumlu bir dokanakla gelmektedir. Üzerinde ise Fırat Formasyonu uyumlu bir dokanakla, Yavuzeli Bazaltı uyumsuz bir dokanakla yer almaktadır. Formasyondan derlenen

örneklerde Terlemez ve ark. (1992) tarafından saptanan fosillere göre formasyon Üst Eosen (Priyaboniyen)-Alt Oligosen (Stampiyen)yaşadadır (MTA, 2010).



Şekil 1.2. Gaziantep İli jeoloji haritası (MTA, 2010)

1.5.2.2 Fırat Formasyonu

Yer yer resifal karakterli kireçtaşlarından oluşan birim, ilk defa Maxon ve Tromp tarafından Midyat Formasyonunun bir üyesi (Fırat Üyesi) olarak adlandırılmıştır (Tuna, 1973). Formasyon, altta krem-beyazımsı-kirli sarı renkli, orta-kalın tabakalı, yer yer tabakasız kireçtaşları ile başlamakta, bunların üzerine kirli sarı renkli, orta-kalın tabakalı, bol çört yumrulu ve bol fosil kavkılı kireçtaşı gelmektedir. En üst bölümünü ise beyazımsı krem-kirli sarı renkli, kalın-çok kalın tabakalı, az çört yumrulu, bol ekinid, ostrea, gastropod ve lamelli biyoklastik kireçtaşları oluşturmaktadır. Birimi oluşturan kireçtaşları “çalkantılı sığ su” mikrofasiyes ortamında çökelmiştir. Formasyonun kalınlığı 0-150 metre arasında değişmekte ve Gaziantep Formasyonu üzerine uyumlu bir dokunakla gelmektedir. Formasyonu oluşturan kireçtaşlarından alınan örneklerde Terlemez ve ark. (1992) kılavuz fosilleri saptamış, bu fosillere göre formasyonun Alt Oligosen (Stampiyen) - Alt Miyosen (Burdigaliyen) yaşta olduğunu belirtmişlerdir (MTA, 2010).

1.5.2.3 Yavuzeli Bazaltı

Bazalt Lavından oluşan bu birim, Yoldemir (1987) tarafından adlandırılmıştır. Tanımlama ve adlaması harita alanı dışında, Yavuzeli ilçesi dolayında yapılmıştır. Yavuzeli Bazaltı, genelde kırmızımsı-koyu kahve-koyu gri ve siyahımsı renkli, tabakasız, yer yer çok kalın tabakalı, gözenekli, gözenekleri kalsit dolgulu lav akıntısından oluşmaktadır. Ayrıca bu lav akıntısının altında yer yer aglomera ve tüf yüzeylemeleri yer almaktadır. Bazaltların kalınlığı 0-50 metre arasında değişmekte ve özellikle şelmo formasyonu ve kendisinden daha yaşlı diğer birimler üzerine açısız bir uyumsuzlukla gelmektedir Yavuzeli bazaltının oluşum yaşı Yoldemir (1987)'e göre $12,1 \pm 0,4$ milyon yıl (Orta Miyosen), Ulu ve ark. (1991)'a göre 7-8 milyon yıl (Üst Miyosen) dir. Harita alanındaki stratigrafik konumuna göre bazaltın yaşı Üst Miyosen'dir (MTA, 2010).

1.5.2.4 Kuvaterner Eski Alüvyon

Genellikle nehirlerin eski yataklarında ve yüksek tepelerle çevrili ovalarda gevşek tutturulmuş çakıl, kum ve çamurtaşından oluşur. Bu birikintilerin üzerinde ya tarım

yapılmakta ya da kum ve çakıl deposu olarak inşaat amaçlı kullanılmaktadır (MTA, 2010).

1.5.2.5 Alüvyon

Büyük akarsuların vadilerinde ve düzlüklerinde, tutturulmamış çakıl, kum ve çamur depolarıdır.

1.5.3 Çalışma Alanındaki Büyük Toprak Grupları

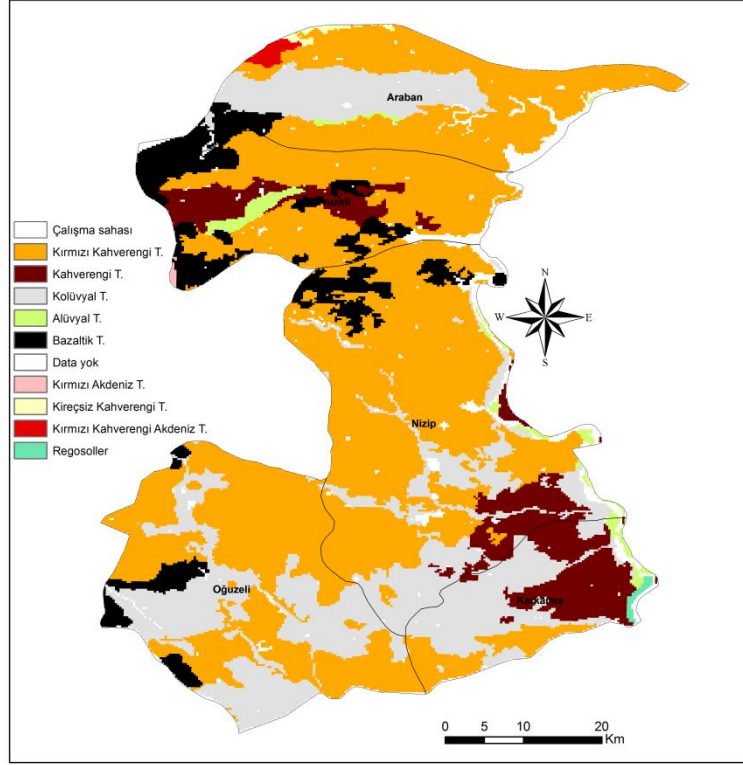
Toprak verilerinin elde edilmesinde Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM)'den elde edilen Toprak Kaynağı Envanter Haritaları'ndan yararlanılmıştır. Toprak haritaları CD-ROM aracılığı ile bilgisayar ortamına aktarılmış ve çalışma alanı sınırları yardımıyla ekstrakte edilmiştir.

Havzada en yaygın büyük toprak gruplarını % 55,38'lük oranla kırmızı kahverengi toprakları ve % 23,09'luk bir oranla kolüvyal topraklar % 8,13'lük kahverengi topraklar,% 7,37'sini bazaltik topraklar, % 1,28'ni oluşturmaktadır. Bu toprak gruplarının dışında çalışma alanında regnosoller, kırmızı kahverengi akdeniz toprakları, kireçsiz akdeniz toprakları ve kırmızı akdeniz topraklarında rastlanılmaktadır. Çalışma alanının % 3,16'sı hakkında ise veri bulunmamaktadır.

Tablo 1.1: Çalışma alanına ait toprak envanterlerinin oransal değerleri

Büyük Toprak Grupları					
Kırmızı Kahverengi Topraklar	Kolüvyal topraklar	Kahverengi Topraklar	Bazaltik Topraklar	Data yok	Alüvyal Topraklar
% 55,38	% 23,9	% 8,13	% 7,37	%3,16	% 1,28

Yukarıdaki tablodanda anlaşılacağı üzere çalışma alanında en fazla % 55,38 oranla Kırmızı Kahverengi Toprakları , en az ise % 1,28 oranla Alüvyal Topraklar yer almaktadır.



Şekil 1.3. Çalışma alanına ait toprak envanterleri haritası

1.5.3.1 Alüvyal Topraklar

Çalışma alanının % 1,28'lik kısmını kaplamaktadır. Yüzeysel sularının tabanlarında veya etki alanlarında akarsular tarafından taşınarak yığılı bulunan genç sedimentler üzerinde yer alan düz, düze yakın eğime sahip genç topraklardır (Anonim, 1992). Fırat Nehri boyunca uzanan arazilerde yer almaktadır.

1.5.3.2 Kolüvyal Topraklar

Çalışma alanının % 23,9'luk kısmını kaplamaktadır. Dağlık sahalarda eğimli yamaçlar boyunca ufalanan malzemenin dağların eteklerinde birikmesi ile oluşan topraklardır. Genellikle bitki örtüsünden yoksun yamaçlarda çözülen malzeme, yağmur ve sel suları tarafından taşınarak etekte biriktirilir. Yamaçlarda aşınma devamlı olursa ince malzemeler sürekli taşındığından geriye sadece iri malzeme kalır ve bu iri malzemenin hakim olduğu taşlı (litosol) topraklar meydana gelir.

Yer çekimi, toprak kayması, yüzeysel akışı ve dere kenarlarında biriken ana materyaller üzerinde oluşmuş genç topraklardır. Ayrıca özellikleri bakımından

çevredeki topraklara benzeseler de ana materyalde derecelenme ya hiç yoktur ya da yetersizdir (Anonim, 1992).

Yüzey akış hızlarının azaldığı oranda parçaların çapları küçülür. Eğimin çok azaldığı yerlerde parçacıklardaki küçülme alüvyon parçaları düzeyine geldiğinde bu gibi yerlerde kolüvyal topraklar geçişli olarak alüvyal topraklara karışırlar. Bu topraklar ara sıra taşkına maruz kalsa da eğim ve bünye nedeniyle drenaj iyidir. Tuzluluk problemleri yoktur (Anonim, 1992).

1.5.3.3 Kahverengi Topraklar

Çalışma alanının % 8,13'lük kısmını kapsamaktadır. Kalsifikasyon olayına sahip olup ABC profilli zonal topraklardır. A horizonu kahverengi veya grimsi kahverengidir. Yarı kurak iklim koşullarında görülür. Bunlar fazla kireç içerirler (Anonim, 1992).

1.5.3.4 Kırmızı Kahverengi Topraklar

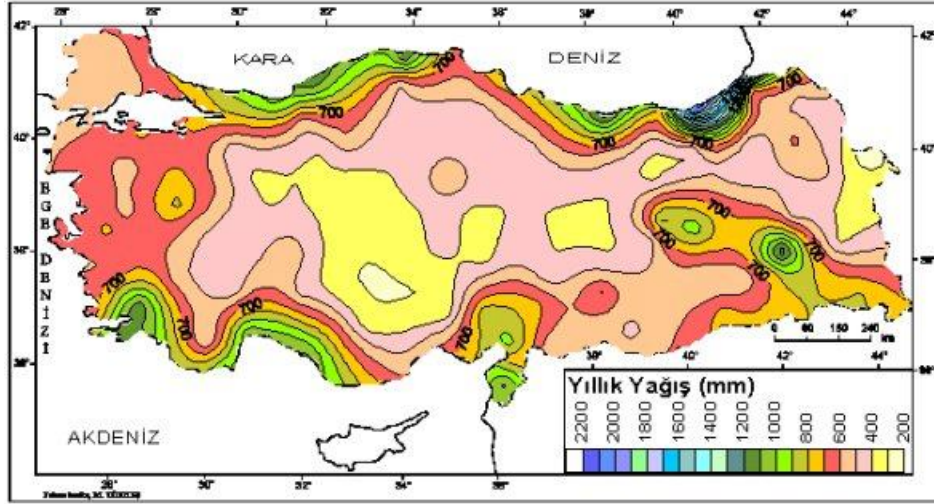
Bu topraklar çalışma alanında en yaygın olarak bulunan, çalışma alanının %55,38'ni kapsamaktadır. A horizonunun rengi kırmızımsı kahve veya kırmızı, B horizonu ise kırmızı veya kırmızımsı kahvedir. Doğal drenajları iyidir (Anonim, 1992).

1.5.3.5 Bazaltik Topraklar

Çalışma alanının % 7,37' sini kapsamaktadır. Bazaltik toprakların özellikleri, aynı iklim şartları altında kireç taşı üzerine teşekkül etmiş olan kahverengi ve kırmızı kahverengi topraklarla benzerlik göstermesidir. Balzatik topraklar çoğunlukla kireçsizdirler (Anonim, 1992). Su tutma kapasiteleri yüksek olan bu toprakların diğer fiziksel karakterleri pek iyi olmadığından verimliliği düşüktür.

1.5.4 Gaziantep İl Geneli İklim

Gaziantep'in güneyinde ve batısında Akdeniz İkliminden mutedil yarı karasal iklim tipi özellikleri gözlenirken il merkezi ve çevresinde özellikle doğu ve kuzey kesimlerinde mutedil karasal iklim özellikleri görülmektedir. Tespit edilen ılımanlıktan karasallığa geçiş, bölgenin coğrafik ve topoğrafik yapısından kaynaklanmaktadır (Anonim, 2008).



Şekil 1.4. Türkiye yıllık ortalama yağış haritası (1960-2000),(Anonim, 2012b)

Gaziantep ile Akdeniz Bölgesi arasındaki Amanos Dağları Gaziantep'in iklimini etkilediğinden Gaziantep, akdeniz iklimi ile karasal iklim arasında bir geçiş bölgesi olarak yer almaktadır (Doğan ve Kaya, 1997).

İlin uzun seneler yağış ortalaması en az yağışın 328,2 mm ile Karkamış'ta en fazla yağışın 840 mm ile İslahiye'de olduğu görülmektedir. Gaziantep'te yıllık yağış ortalaması 578,8 mm' dir. Aylık en yüksek yağış Aralık, en düşük yağış ise Ağustos ayında görülmektedir. Yıllık ortalama yağış Nizip'te 464 mm, Oğuzeli'de 465.1 mm, Karkamış'ta 334.3 mm'dir (Anonim, 2012b).

Gaziantep ilinin rakımı 855 metredir. Gaziantep yarı karasal bir iklim yapısına sahip olduğundan yazları oldukça kurak geçmektedir (Anonim, 2012b).

1.5.5 Çalışma Alanları

Gaziantep ilinin doğu tarafında yer alan Nizip (95,652 ha), Oğuzeli (73,003 ha), Araban (54,002 ha), Yavuzeli (49,656 ha) ve Karkamış (31,231 ha) ilçelerini kapsamakta olup toplam 303,544 ha alanı kapsamaktadır.

1.5.5.1 Karkamış İlçesi Hakkında Genel Bilgiler

Gaziantep il merkezinin güneydoğusunda yer alan Karkamış ilçesi 31,231 hektarlık yüz ölçümü ile ilin en küçük ilçesidir. İlçenin doğusunda Fırat Nehri ve Birecik

ilçesi, batısında Oğuzeli ilçesi, kuzeyinde Nizip, güneyinde ise Suriye yer almaktadır. İlçenin denizden yüksekliği 365 m'dir.

Karkamış ilçesi Barak Ovası üzerinde yer almaktadır. Gaziantep Ovasının devamı sayılan Barak Ovası, Fırat Nehri ve Suriye sınırına doğru alçalır. İlçenin kuzey doğusunda bulunan aşağı Barak Ovası ise engebeli bir yapıya sahiptir. İlçe sınırları içerisinde Eşme Dağı dışında dağ ya da tepe yoktur.

Karkamış ilçesi genelinde kurak Akdeniz iklimi görülür, yazlar kurak, kışlar yağışlı ve ılımandır. İlçede kış ayları genellikle fazla yağmurlu değildir, kar yağışı ise görülmez. Yıllık ortalama yağış miktarı km²'ye 334,2 mm³ olarak tespit edilmiştir. Yağışlar yıllara göre düzensiz bir yapı arz etmektedir.

İlçeye yakın mesafede bulunan Karkamış Barajı ile Birecik Barajı ilçenin iklim yapısına olumlu yönde etki etmektedir. Karkamış ilçesi topraklarının tamamına yakını tarıma elverişli olup, genellikle düz ve düze yakın arazi yapısına sahiptir. İlçe sınırları içinde orman alanı bulunmamaktadır (Anonim, 2012a).

1.5.5.2 Oğuzeli İlçesi Hakkında Genel Bilgiler

Oğuzeli ilçesi; Gaziantep'in güneydoğusunda 73,003 hektarlık alanı kapsayan bir sınır ilçesidir. İlçenin güneyin de Suriye ve Kilis iline bağlı Elbeyli ilçesi, doğusunda Nizip ve Karkamış ilçeleri, batısında ise Kilis ili yer alır.

Oğuzeli, Akdeniz ikliminden Karasal iklime geçiş iklimini temsil eder. Bunun temel nedenleri olarak ilçenin denize kapalı ve rakımının 740 m olmasıdır. Yıllık yağış miktarı 550 mm civarındadır. Tarıma elverişli olan arazilerin büyük bir bölümünde susuz şartlarda zeytincilik, fıstıkçılık, bağcılık yapılmakta ve hububat ekimi gerçekleştirilmektedir (Anonim, 2012a)

1.5.5.3 Nizip İlçesi Hakkında Genel Bilgiler

Gaziantep ilinin en büyük ilçesi Nizip'tir. Nizip'in doğusunda Şanlıurfa iline bağlı Birecik ilçesi, güneyinde Karkamış ilçesi, kuzeyinde Yavuzeli ilçesi, batısında Gaziantep ve Oğuzeli ilçesi bulunur. Nizip ilçesinin deniz seviyesinden yüksekliği 400-500 m arasındadır. Fırat Irmağı havzasında yer alan Nizip genel olarak doğuya doğru açılan bir plato ve güneyde ise bir ova özelliği gösterir. Akdeniz ve karasal

iklim özelliklerinin arasında bir geçiş alanında yer alan Nizip'te yıllık yağış miktarı 440 mm civarındadır. Yörenin iklim şartlarına bağlı olarak bitki örtüsü bozkır olmakla birlikte, zeytin, antepfıstığı, asma gibi kültür bitkileri de yaygın olarak yetişmektedir. İlçenin güneyine gidildikçe toprak kalınlığı artmaktadır (Anonim 2012a).

1.5.5.4 Yavuzeli İlçesi Hakkında Genel Bilgiler

İlçenin kuzeyinde Araban ilçesi, doğusunda Şanlıurfa İli, kuzeybatısında Kahramanmaraş İli, güneydoğusunda Nizip ilçesi, güneyinde ise Merkez Şehitkamil İlçesi yer alır. İlçenin doğu sınırını Şanlıurfa İli ile Fırat Nehri belirlenmiştir. İlçenin denizden yüksekliği 650 metredir (Anonim, 2012a). Yüzölçümü ise 49,656 hektardır.

Püskürük bazalt taşları ovada geniş alanlar kaplar. Yavuzeli Ovası bir çöküntü ovasıdır. Kuzey ve güneyindeki doğu-batı yönünde uzanan fayların çökmesiyle oluşmuştur. Kuzeyde Karadağ güneyinde ise Keklik tepe vardır. Ovanın içerisinde doğu-batı yönünde bir çizgi halinde Karasu (Merzimen) Deresi akmaktadır. Ova bu derenin her iki tarafında uzanmaktadır. Ovanın içerisinde soğumuş, taşlaşmış bazaltik taş ve kayalara sıklıkla rastlanır. Ovanın merkez kısmı çevreden taşınan alüvyonlardan oluşmuştur (Anonim, 2012a).

1.5.5.5 Araban İlçesi Hakkında Genel Bilgiler

Gaziantep'in kuzeydoğusundaki Araban ilçesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Gaziantep ilinin kuzeydoğusunda 250 km² lik genişlikteki Araban Ovası'nda yer almakta olup, ismini de bu ovadan almıştır. Güneyinde Karadağ ve Yavuzeli ilçesi, kuzeyinde Adıyaman'ın Besni İlçesi, batısında Kahramanmaraş'ın Pazarcık ilçesi, doğusunda ise Fırat Nehri ve Şanlıurfa'nın Halfeti ve Bozova ilçeleri ile çevrilidir. Şehir, Fırat nehrinin batı tarafında ve bu nehre dökülen Karasu Irmağı'nın kenarında kurulmuştur.

Araban 1000–1500 m yüksekliğinde bir plato üzerinde yer almaktadır. İlçe topraklarının etrafı dağlarla çevrilmiştir. Batısında Kartal (Sof) Dağları doğu-batı doğrultusunda uzanır. Kuzeyinde Beşparmak dağları ile çevrilidir. Fırat Nehri'ne boşalan, Araban ilçesi sınırları içerisinde yer alan Karasu Irmağı ve Merzimen Çayı

boyunca vadi tabanı ve etek araziler göze çarpmaktadır. İlçe, denizden 610 m yüksekliktedir (Anonim, 2012a). Yüzölçümü 54,002 hektardır.

BÖLÜM 2

KAYNAK ÖZETLERİ

Ülkemizde erozyonu önleme konusu, ilk kez 1937 yılında kabul edilen 3116 sayılı Orman Kanunu kapsamında yer almıştır. Ancak konu ile ilgili dönemin ekonomik ve siyasi şartlarının uygun olmaması nedeni ile önemli bir çalışma yapılamamıştır. Tarım Bakanlığı bünyesinde 1952 yılında kurulan Sulama ve Kurutma Şubesi ve 1960 yılında kurulan Toprak Muhafaza ve Zirai Sulama İşleri ve sonra TOPRAK-SU adını alan Genel Müdürlük tarafından, tarla ve havza bazında çalışmalar yapılmıştır (Çanga, 1985).

Türkiye’de ilk erozyon haritası TOPRAK-SU tarafından 1966–1971 yılları arasındaki arazi etüdleri ve hava fotoğraflarından yararlanılarak oluşturulmuştur. Pedolojik etüdlerin ürünü olan ve 1981 yılında basılan bu ilk erozyon haritası artan nüfus ve sanayileşmeye paralel olarak arazi yapılarımızın bozulması sonucu geçen sürede güncelliğini yitirmiştir (Anonim, 1996).

Türkiye iklim koşulları, topoğrafyası ve toprak özellikleri bakımından erozyon riski yüksek çıkan bir ülkedir. Toplam arazi varlığının % 47,98’inde eğim dikliği % 20’den fazla, % 62,15’inde ise eğim % 12’den fazladır. Topraklarımızın sadece % 14’ünde organik madde kapsamı % 2’den fazladır; buna karşılık % 64’lük bir kısmında bu düzey % 1’den daha azdır. Etkili toprak derinliklerine bakıldığında, arazilerimizin %37,2’sinin işlemeli tarıma uygun olmayan 0-20 cm derinlikte olduğu belirlenmiştir (Anonim, 1978; Anonim, 1982; Çanga ve Erpul, 1994).

Türkiye ‘de 66.576.042 ha alan su erozyonu, 330.000 ha alan ise rüzgar erozyonunun tehdi altındadır. Türkiye topraklarının % 7’sinde hafif, % 20’sinde orta , % 36’sında şiddetli ve % 28’inde çok şiddetli erozyon olduğu belirtilmektedir (Özden, 2000).

Ülkemizdeki erozyon şiddeti ve yayılışı dikkate alındığında yeni teknolojiler yardımı ile gerekli önlemlerin zaman geçirmeden alınması gerekmektedir. Bu amaca yönelik olarak coğrafi bilgi sistemleri tekniklerinin yardımı ile geniş alanlara yönelik erozyon risk haritaları oluşturulmalıdır.

Toprak erozyonu ülkemizde olduğu gibi dünyanın birçok bölgesinde, özellikle sanayileşmenin ve nüfusun hızla arttığı ülkelerde, yüksek eğime sahip bölgelerde ciddi olarak kendini hissettiren çevresel bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bilim adamları, kendi ülkelerinde bölgesel veya ulusal tabanda toprak erozyonunun tespiti ve riskli alanların haritalanması için çok çeşitli çalışmalar yapmaktadırlar.

Williams ve Berndt (1972), yaptıkları çalışma ile USLE modelini kullanarak yüzey ve parmak erozyonunun neden olduğu sediment miktarını alt havzalar için saptamışlardır. Sediment taşınımı ölçüldükten sonra sediment iletim oranları bulunmuştur. Araştırmacılar USLE 'deki yağış faktörünü (R) 157-725, K faktörünü 0,33-0,36, topografik katsayıyı 0,28-0,32, bitki yönetimi (C) katsayısını 0,09-0,32 , toprak koruma önlemleri katsayısını 0,10-0,39 aralıklarında değiştiğini tespit etmişler.

Güçer (1972), 55 istasyonda 1957-1969 yılları arasında kaydedilen yağışlardan yararlanarak Türkiye eş erozyon haritasını hazırlamıştır. Bu haritada erozyon indeksi yıllık ve aylık olarak belirlenmiştir. Erozyon indekslerinin aylara göre dağılım eğrileri çizilmiştir.

Çanga (1981), USLE modelini kullanarak Bala Devlet Üretim Çiftliği topraklarının erozyon durumunun belirlenmesi için yaptığı çalışmada önlem olarak eş yükseklik eğrilerine paralel 25-43 m genişliğindeki şeritler boyunca ekim yapılmasını önermiştir.

Sayın (1983), Orta Anadolu'da yaygın olarak kullanılan tarımsal işlemlerin ve kolay uygulanabilen önlemlerin su erozyonuna etkilerini saptamak amacı ile yaptığı çalışma sonucunda anız yakmanın erozyonu hızlandırdığını tespit etmiştir.

McCool ve ark. (1987), USLE eğim faktörünü revize etmişlerdir. Eğimleri % 0,1-32 arasında değişen 20 farklı alandaki yüzey ve parmak erozyonlarını inceleyerek, eğimin % 9'dan küçük ve büyük olmasına göre iki farklı eşitlik elde etmişleridir. Elde edilen eşitlikler düşük eğimde normal denklemdekine göre daha az erozyon riski belirlemiştir.

Bocco ve Valenzuela (1988), Orta Meksika 'da oyuntu erozyonunun UA ve CBS tekniklerini kullanarak erozyon alanlarının konumsal olarak belirlemeye çalışmışlar ve çalışma alanının % 24,22'sinin erozyona uğradığını tespit etmişlerdir.

Öztürk ve Okman (1988), Ova Çayı Eybek havzasında USLE eşitliği ile yıllık ortalama taşınan sediment miktarının belirlenebilmesi için hesaplamada Roehl, Aner, Piedmont, Williams ve Berndt eşitliklerini çizelgesel ve SCS yöntemleri ile karşılaştırmışlardır.

Funnpheng ve ark. (1991), çalışmalarında USLE ve CBS yazılımlarını Tayland'daki Phetchabun bölgesindeki toprak erozyonunu tespiti için kullanmışlar. Toprak erozyon parametresi (K), eğim uzunluğu ve eğim parametresi (LS) ve yağış parametresi (R) kullanılarak potansiyel toprak erozyon haritası hazırlanmıştır. Potansiyel toprak kaybı haritaları, örtü parametre haritalarıyla karşılaştırılarak gerçek erozyon haritası elde edilmiştir.

Blaszczynski (1992), RUSLE ile CBS'i entegre etmek ederek raster haritalar ile konumsal dağılmış farklı RUSLE faktörlerini karşılaştırmıştır. Hücre işlemleri ve girdi veri katmanlarındaki doğruluk ve sınırlamalar çerçevesinde yağmur, toprak tipi, bitki örtüsü, bitki ve toprak yönetim çalışmalarına bağlı olarak farklı toprak erozyon potansiyellerini RUSLE ile belirlemiştir. Sayısal yükseklik modelinden LS faktörünün kolayca hesaplanabilmesi, büyük alanlar için toprak kayıp potansiyelinin oldukça çabuk belirlenebilmesini sağlamıştır.

Çullu (1993), coğrafi bilgi sistemi verilerinin karşılaştırılması ile elde edilen bilgileri kullanarak; yağmurun erozyon üzerindeki etkisi, toprağın erozyona uğrama durumu ve eğim özelliği faktörlerini Landsat TM görüntülerinden elde ettiği vejetasyon

örtüsü ile çakıştırmıştır. Tarım yapılan ve yapılmayan alanların erozyon durumlarını ayrı ayrı belirlemişlerdir.

Gemalmaz ve ark. (1993), Konya Karapınar'da CBS ve uzaktan algılama UA' nın erozyon riski bulunan alanların belirlenmesinde uygulanabilirliğinin ortaya konulmasını araştırmışlar ve Landsat TM uydu görüntüsü ile erozyon riski taşıyan alanları tespit etmişlerdir.

Renard ve Freimund (1994), MFİ'nin yağışların erozyon gücünü belirlemede kullanılabileceğini belirtmişlerdir. 132 meteoroloji istasyon verisini kullanarak ETKE-R faktörü ile MFİ arasında, $MFİ < 55$ mm ve $MFİ \geq 55$ mm olduğu durumlar için iki regresyon eşitliği geliştirmişlerdir.

Çullu ve ark. (1995), sayısal uydu verileri ve coğrafik bilgi sistemlerini GAP bölgesi topraklarının haritalanmasında kullanarak söz konusu yeni teknolojilerin çalışmanın doğruluğu ve maliyeti açısından yararlı sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

Öztürk (1995), Landsat 5 TM uydu verilerinin stereoskopik görüşe uygun olmaması dezavantajının 1:25000 ölçekli topoğrafik haritalardan CBS teknikleri ile elde edilen sayısal yükseklik modeli ve eğim haritalarının kullanılması ile giderilebildiğini, sayısal yükseklik modeli, eğim haritaları ve kontrolsüz sınıflandırma metodunun birlikte kullanılmasıyla daha doğru risk haritaları elde edilebildiğini belirtmiştir.

Pahari ve ark. (1996), Nepal'de yaptıkları UA ve CBS tabanlı bir erozyon çalışmasında CBS' yi kullanarak geliştirdikleri USLE topoğrafik faktörü ve uydu görüntüleri ile araştırmacılar erozyon modellemesinde CBS kullanımının işi kolaylaştırdığını ve USLE uygulamasının daha gerçekçi sonuçlar verdiğini vurgulamışlardır. Bunun yanında özellikle dağlık bir alanda CBS'nin arazi kullanımı ve toprak erozyon modellemesinde çok faydalı bir araç olduğunu belirtmişlerdir

Doğan ve Küçükçakar (1997), PAP/RAC/UNEP Erozyon Haritalama ve Ölçme Programı, ICONA modeli ve FAO işbirliği ile Eşen Havzası'nda erozyon durumu belirleme çalışmasında Eşen Havzası'na ait erozyon risk haritaları oluşturmuşlardır.

Özden ve Özden (1998), Türkiye genelinde farklı bölgelerde bulunan TOPRAK-SU Araştırma Enstitüleri tarafından elde edilen USLE değişkenleri veri tabanlarını ve RUSLE modelini kullanarak, Türkiye Toprak Erozyon Tahmin Modeli (TURTEM)'i geliştirmişlerdir.

Doğan ve Denli (1999), Türkiye geneli için, MFİ değerlerini hesaplamış ve haritalamıştır. Çalışmalarında, yağışların uzun yıllar aylık toplam miktarları ile yıllık ortalama miktarlarını kullanarak MFİ değerlerini hesaplamışlardır.

Doğan ve ark. (2000), Türkiye Toprak Haritası Büyük Toprak Grupları'nı temsil eden toprak örneklerinde erozyon duyarlılık değişkenini (USLE/RUSLE-K), Wischmeier and Smith'in (1978) önerdiği denklem ile belirlemişlerdir. Türkiye toprakları aşınabilirlik yönünden orta ve kuvvetli derecede aşınabilir sınıflara girdiğini belirlemişlerdir.

Öztürk (2002), Bilecik ili Pazaryeri ilçesinde yer alan Kurukavak deresi su toplama havzasında 1994-1996 yılları verileri ile yaptığı çalışmada topoğrafya, bitki örtüsü, toprak, arazi kullanımı ve iklim verilerini toplamış, daha sonra bu verileri CBS ortamına aktararak AGNPS modeli için gerekli analizleri yapmıştır. Elde edilen harita, tablo ve bireysel verilerle AGNPS modeli yardımıyla yaptığı yüzey akış ve sediment miktarını tahmin etmeye çalışmıştır.

Doğan (2002), ülke çapında 25 yıllık yağış verilerini 96 istasyon için incelemiş ve Türkiye yağış erozyon indeks değerlerini (USLE-R) belirlemiştir. Ayrıca 12 ay için yağış erozyon indeks değerleri, yıllık erozyon indeksi ve mevsimsel indeks değerleri haritalarında oluşturmıştır.

Bayramin ve ark. (2003), Ankara Beypazarı'nda ICONA erozyon modeli ile toprak erozyon riskinin değerlendirilmesinde CBS ve UA tekniklerinin kullanarak erozyon risk sınıfları dağılımları % 8,0 (çok düşük), % 24,7 (düşük), % 23,6 (yüksek) ve % 20,1 (çok yüksek) olarak saptamışlardır. Bu sınıflara göre çalışma alanının erozyon durumu CBS ortamında ICONA modeli ile haritalandırmışlardır. Bu haritaya göre alanın % 45,9'unun yüksek ve çok yüksek , geri kalan kısmın düşük (çok düşük,

düşük ve oldukça düşük) erozyon riski taşıdığını belirtmiş, CBS ve UA tekniklerinin toprak erozyon riski çalışmalarında önemli bir rol oynadığını vurgulamışlardır.

Çanga ve ark. (2004), CBS yardımıyla potansiyel ve gerçek erozyon tehlikesi alanlarının belirlenmesi amacıyla CORINE yöntemini kullanarak erozyon parametreleri yöntem gereği inceleyerek potansiyel ve gerçek erozyon tehlikesi haritalarını oluşturmuşlardır. Çalışma sonuçlarına göre, bitki örtüsü ve arazi kullanım durumunun gerçek erozyon tehlikesini büyük ölçüde etkilediğini belirtmişlerdir. CORINE yönteminin Türkiye arazilerinin niteliksel potansiyel ve gerçek erozyon tehlikesi haritalarının oluşturulabilmesinde çok ucuz, anlaşılabilir ve kolay uygulanabilen bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir.

Cambazoğlu ve Göğüş (2004), Batı Karadeniz’de yaptıkları çalışmada USLE ve MUSLE modellerini ayrı ayrı uygulamışlar, USLE ile sediment miktarının tahmininin daha kolay ve doğru olarak ölçülebildiğini belirtmişlerdir.

Chakraborty ve ark. (2005), Hindistan’da bulunan kurak bir su toplama havzasında CBS ve UA tekniklerini kullandıkları araştırmada IRS uydu görüntülerini kullanarak 1988–1996 yılları arasındaki arazi kullanım/örtü değişimlerini inceleyerek havzanın yüzey akış ve toprak erozyonu durumunu USLE modelini kullanarak ArcInfo-CBS tekniği ile hesaplamışlardır. Düşen yağışın ortalama %30’ unun yüzeyde akışa geçtiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar UA ve CBS uygulamalarının büyük ve ulaşılması güç olan alanlarda bu çalışmalar için büyük kolaylıklar sağladığını bildirmişlerdir.

Ekinci (2005), Kozlu Deresi Havzasında RUSLE modeli ile erozyon riskinin belirlenmesi için yaptığı çalışmada zeminin kapalı ve iri taneli olduğu yerlerde erozyon riskinin düşük çıktığını, zeminin çıplak ve ince taneli olduğu yerlerde erozyon riskinin yüksek çıktığını, yerleşim yerlerine yakın bölgelerde de riskin arttığını belirtmiştir.

De Jong (2006), toprak erozyon modellemesinde vejetasyonla ilgili değişkenlerin belirlenmesinde Landsat TM görüntülerinin potansiyel kullanımını değerlendirdiği çalışma da Güney Fransa’da dört farklı nicel metot kullanarak 33 arazi parselinde

vegetasyon değerlerinin hesaplamıştır. Toprak erozyonu modellemesinde vegetasyon farklılıklarının belirlenmesinde Landsat TM uydu görüntülerinin büyük kolaylıklar sağladığını belirtmiştir.

Yılmaz (2006), amlıdere havzasında erozyon problemini araştırmak ve risk analizi yapmak üzere USLE yöntemini kullanarak bu yöntemi CBS araçlarını kullanarak havzada erozyon problemi olan alanları belirlemiş ve bu alanlarda toprak ve su korumalı arazi kullanım sistemlerinin planlanması için önerilerde bulunmuştur.

İrvem ve ark. (2007), Seyhan Nehri Havzası'nda yıllık toprak kaybını CBS teknikleri ve USLE yöntemi ile hesapladıkları çalışmada R faktörünü Arnoldus'un (1977) önerdiği Modifiye Fournier İndeksi (MFİ) eşitliği ile hesaplamışlar, hesapladıkları R faktörleri değerlerinin yerine aylık yağış miktarı kullanılarak elde edilen MFİ verileri ile hesaplanabilecek bir R faktörü ($R=0,1215 \times F^{2,2421}$) eşitliğini önermişlerdir. Çalışma sonucunda Seyhan havzasının yıllık ortalama toprak kaybını 16,38 ton ha⁻¹ y⁻¹ olarak hesaplamışlardır.

Tağıl (2007), Biga Yarımadası'ndaki Tuzla ayı Havzası'nda UA ve CBS tekniklerini RUSLE modeli ile kullanarak arazi degradasyonunu ve erozyon riskini ortaya koymuş, toprak erozyon riski tahminlerinde CBS ve UA tekniklerinin kullanılmasının önemli olduğunu belirtmiştir. Çalışma alanında degradasyona neden olan etmenlerin benzer topoğrafya koşullarına sahip alanlarda da benzer sonuçların elde edilebileceğini söylemiştir.

Karabulut (2008), Kahramanmaraş Ovası ve Çevresinde USLE modelini CBS ortamında kullanarak erozyon alanlarının tespiti için yaptığı çalışmada kullanılan modelin erozyon risk alanlarının tespitinde kullanışlı bir yöntem olduğunu belirtmiştir. CBS veUSLE kombinasyonunun erozyon alanlarının mekânsal olarak tanımlanması, haritalanması ve yorumlanması çalışmalarında kolaylık sağladığını , CBS tekniklerinin farklı erozyon modelleri ile birlikte çalışılmasının da erozyon haritalanması açısından etkin bir yöntem olacağını belirtmiştir. Ayrıca CBS ortamında geliştirilen modellerde kullanılan altlık verinin ölçeğinin ve doğruluğunun sonuç hesaplamaları üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olduğunu, özellikle erozyon konusunda çalışılan bölge için hazırlanan verinin gerçeği yansıtması için toprak

özellikleri ve arazi kullanımı/örtüsü hakkında daha büyük ölçekli alanlar tespit edilerek analizlerin yapılacak laboratuvar sonuçlarıyla birlikte yürütülmesi gerektiğini belirtmiştir.

Erpul ve ark. (2008), Çankırı-İndağı dağlık bölgesinde USLE-CBS uygulamaları ile birlikte jeostatistiksel yöntemler kullanarak, farklı arazi kullanımlarında erozyon riskini değerlendirmişlerdir.

Zengin ve ark. (2008), Çoruh Havzası (İspir-Pazaryolu) erozyon durumunun CBS ile belirlenmesi amacı ile yaptıkları çalışmada çalışma alanının % 55,88'inin şiddetli ve çok şiddetli erozyona maruz kaldığını belirtmişlerdir. Bunun temel nedeninin alanın eğim durumundan kaynaklandığını (toplam alanın %74,62'sini dik ve çok dik olan alanlar oluşturmakta), ayrıca iklim şartları ve antropojen etkilerin de erozyonu hızlandırdığını belirtmişlerdir.

Karaburun ve ark. (2009), İstanbul Büyükçekmece Havzası'nda CBS tabanlı RUSLE metodu ile uzun dönemli toprak kaybını hesaplamış ve potansiyel erozyon riskine sahip alanları belirlemişlerdir. Oluşturulan erozyon risk haritasına göre havzanın yaklaşık % 54'lük bir bölümü yıllık 0 ile 1 ton/ha/yıl arası toprak kaybı ile düşük erozyon, % 30'luk bir bölümü yıllık 1 ile 5 ton/ha/yıl arası toprak kaybı ile orta erozyon ve % 16'luk bir bölümü ise yıllık 5 ton/ha/yıl ve üzeri toprak kaybı ile yüksek erozyon riski altında olduğunu belirtmişlerdir. Havzada gerçekleşen ortalama toprak kaybını ise yıllık 2,4 ton/ha/yıl olarak hesaplamışlardır.

Erpul ve ark. (2009), CBS yardımı ile USLE ve RUSLE modellerini kullanarak Eldivan Sarayköy Göleti su toplama havzasına gelebilecek sediment miktarının tahmin edilmesi amacı ile yapılan proje çalışmasında havzanın erozyon risk haritası çıkarılmış ve havzaya taşınacak olan sediment miktarını belirlemişlerdir. Havzada yer alan barajın 76 yıllık bir süre zarfında dolabileceğini tahmin etmişlerdir.

Tunç ve Schröder (2010), Ankara'nın batısındaki tarım topraklarında USLE ile erozyonunun boyutunu tespit etmek ve erozyonla mücadeleye katkı sağlayacak önerileri geliştirmek amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada belirli istasyonlardan toprak örnekleri alarak erozyon parametreleri açısından analiz etmişlerdir.

Örneklenen toprakların düşük organik madde, düşük permeabilite, yüksek silt miktarı ve yüksek erodibiliteye sahip olduğunu tespit etmişlerdir. İstasyonlardaki toprak kaybı 21,8 t/ha/yıl ile 37,6 t/ha/yıl arasında bulmuşlardır. Elde edilen bu sonuçların erozyon boyutunun kabul edilebilir sınırlarının çok üstünde olduğunu ve acil olarak çözüm stratejileri geliştirmenin gerekliliğini ifade etmişlerdir. Bu sonuçlardan yola çıkarak erozyon araştırma ve uygulamalarına ivme kazandırılması gerektiğini ifade etmişlerdir.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Bu çalışmada kullanılan donanım ve yazılımlar; GPS'ler, el bilgisayarları, ArcGIS ArcInfo Workstation 10.0 ve Microsoft Office programlarıdır.

Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğünden temin edilen sayısal toprak envanteri verileri , çalışma sahasında bulunan ilçelerden alınan toplam 46 adet toprak numunesi, Gaziantep Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden Gaziantep iline ait 35 yıllık yağış verileri kullanılmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Erozyon Riski Haritalaması Metodolojisi (RUSLE Modeli)

RUSLE modeli 1990'larda geliştirilmiş olup daha kesin erozyon tahminlerini sağlamak üzere tasarlanmış bir modeldir (Renard ve ark., 1994).

Denklem 3.1. $A = R \times K \times LS \times C \times P$

Burada,

A: Birim alanda gerçekleşen ortalama yıllık toprak kaybı miktarı ($\text{ton ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$)

R : Yağışın erozyon oluşturma gücünü ($\text{MJ ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1} \times \text{mm}^{-1}$)

K : Toprağın erozyona duyarlılığını($\text{ton ha}^{-1} \text{ ha MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$)

L : Eğim uzunluğunu

S : Eğim dikliğini

C : Bitkisel örtü ve ürün yönetimini

P :Toprak ve su koruma önlemlerini ifade etmektedir.Aşağıda bu çalışmada kullanılan parametreler tek tek verilmiştir.

3.2.1.1 Yağışın Erozyon Oluşturma Faktörü(R)

Yağış faktörü Wischmeier'in erozyon indeksi (EI) dir. Bir yağışın toplam kinetik enerjisi (E) ile bu yağışın 30 dakikalık maksimum yoğunluğunun (I) çarpımının 100'e bölünmesi ile elde edilir.

Yağışın erozyon oluşturma faktörü (R) bir yıl içinde gerçekleşen yağışların kinetik enerjisi (E) ve bu yağışın maksimum 30 dakikalık süredeki yağış yoğunluğu (I₃₀) işleme alınarak hesaplanır. Bu bağlantı yağmur damlalarının çarpma ve sıçratma miktarını ve olası yüzey akış oranının etkisini ölçer (Wischmeier ve Smith, 1978).

R değerleri model için belirlenecek havzaya ait yağış yoğunluğu (mm) ve yağış süresi (30 dak) biliniyorsa ; denklem 3.2'de görülen formül yardımıyla hesaplanır.

Denklem 3.2. $R = E \times I_{30} / 100$

Burada;

R : Yağışın erozyon oluşturma faktörü ($MJ ha^{-1} yıl^{-1} \times mm^{-1}$)

E : Gerçekleşen yağışların toplam kinetik enerjisi ($MJ ha^{-1} yıl^{-1}$)

I₃₀ : Maksimum 30 dakikalık yağış şiddetidir ($mm h^{-1}$)

Erozyonu etkileyen en önemli iki faktörden birisi olarak kabul edilen erosivite, yani yağmur damlalarının erozyon oluşturma gücü, toprağın aşınmasına ve taşınmasına sebep olan erozyon etmenlerini de ifade etmektedir (Wischmeier, 1959).

Üniversal eşitlikte kullanılan yağış faktörü olan R değeri genellikle çalışmanın yapıldığı deneme istasyonunu temsil eder. Bu açıdan araştırma alanında kullanılacak olan R değerinin belirlenmesinde birçok sorun ortaya çıkmaktadır. Bunlardan ilki istasyon yokluğudur. İkinci sorun ise alanda bulunan istasyonun gerekli verilere sahip olmamasıdır.

Bu nedenlerden dolayı araştırma alanında var olan Nizip istasyonunun R değerleri hesaplanamamıştır. Çünkü bu istasyon küçük klima istasyonudur ve buralarda yağış ölçülürken plüviyometre kullanılmaktadır. RUSLE-R faktörü uzun yıllık plüviograf

verilerinin bulunmadığı durumlarda ortalama yıllık yağış verilerinden veya Modifiye Fournier İndeksi'nden (MFI) hesaplanabilir (İrvem ve ark., 2007).

Çalışma havzasına yakın çevrede yer alan Gaziantep ili merkezinde kurulu bulunan meteoroloji istasyonundan çok yıllık (35 yıl) aylık düşen yağış miktarlarını gösteren veriler temin edilmiştir (Anonim, 2006).

Yarı kurak iklime sahip Belçika, Orta Doğu ve Kuzey Afrika'nın en uygun erozivite haritaları Modifiye Fournier İndeksi (MFI) kullanılarak oluşturulduğundan (Erpul, 2009) dolayı bu indeksin kullanımı tercih edilmiştir.

Arnoldus (1977)'un geliştirdiği ve önerdiği Modifiye Fournier İndisi (MFI) hesaplama denklemleri kullanılarak her yıla ait MFI değerleri hesaplanmıştır. MFI erozyon yağış faktörü için yaygın bir şekilde kullanılmakta ve aylık yağışların toplam yağışa oranı ile hesaplanmaktadır.

Denklem 3.3.

$$MFI = \frac{\sum_{i=1}^{12} (\bar{p}_i)^2}{\bar{P}}$$

Burada;

MFI : Her bir meteoroloji istasyonuna ait MFI

\bar{p}_i : i ayına ait ortalama yağış miktarı (mm)

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

YETKE-R faktörü ise çalışma alanı için hesaplanan MFI değerleri kullanılarak Karaburun ve ark. (2009)'nın önerdiği aşağıdaki eşitlikle R faktörü hesaplanmaktadır.

Denklem 3.4. $R = (4,17 \times MFI) - 152$

Burada;

R : Yağışın erozyon yaratma faktörü ($MJ \text{ ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1} \times \text{mm h}^{-1}$).

MFI : Meteoroloji istasyonuna ait hesaplanan MFI'dır.

3.2.1.2 Toprağın Erozyona Duyarlılık Faktörü (K)

Erozyona neden olan toprak faktörü erodobilite faktörü olarak tanımlanmakta olup toprağın ayrılmaya ve taşınmaya karşı direnci olarak ifade edilmektedir (Morgan, 1995). Erodobilitesi yüksek topraklar erodobilitesi düşük topraklara göre erozyon riski açısından daha hassastırlar.

Aşınabilirlik, toprak bünyesi (tekstür), agregat dayanıklılığı (stabilite), infiltrasyon kapasitesi ile organik madde kapsamına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Büyük parçacıklar taşınmaya ve küçük parçacıklar ise parçalanmaya karşı dirençlidirler. Su erozyonuna en az dirençli olan silt ve ince kumdur, yani bir toprağın silt kapsamı yüksekse su erozyonuna dayanıklılığı az demektir. Toprakların organik madde kapsamı ve kimyasal yapıları özellikle agregat dayanıklılığını sağlamaları bakımından önemlidir. Evans (1980)'e göre organik madde miktarının % 3,5 ve organik karbonun % 2 den az olması toprakların aşınabilirliğinin fazla olduğunu göstermektedir (Çanga, 1985).

K faktörü toprağın erozyona etki eden parametreler tarafından ayrılmaya ve taşınmaya karşı direncinin ölçüsü olarak ifade edilmektedir.

K faktörü %9 eğim ve 22,1 m eğim uzunluğundaki bir arazi ünitesinde birim erozyon indisi ile hektardan kaybolan toprağın ton olarak ifadesidir (Doğan ve Güçer, 1976).

Toprak verilerinin elde edilmesinde Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM)'den elde edilen Toprak Kaynağı Envanter Haritalarından yararlanılmıştır. Toprak haritaları CD-ROM aracılığı ile bilgisayar ortamına alınmış ve daha sonra çalışma alanı sınırları yardımıyla ekstrakte edilerek bilgi sistemine aktarılmıştır. Söz konusu haritalar numune alınan toprak örnek noktalarının yerlerinin belirlenmesinde temel kartoğrafik materyal olarak kullanılmıştır.

Havzada en yaygın büyük toprak gruplarını % 55,38'lük oranla kırmızı kahverengi toprakları, % 23,09'lik bir oranla kolüvyal topraklar, % 8,13'lük kahverengi topraklar, % 7,37'sini bazaltik topraklar, %1.28'ni oluşturmaktadır.

Farklı ana materyal üzerinde oluşmuş büyük toprak gruplarını temsil edecek biçimde ve büyük toprak gruplarının yaygınlıklarına göre en az bir veya daha fazla olmak üzere toplam 46 toprak örneği RUSLE-K Faktörü'nün belirlenmesi amacıyla örneklendirilmiştir.

3.2.1.2.1 Çalışma Alanlarının Lokaliteleri

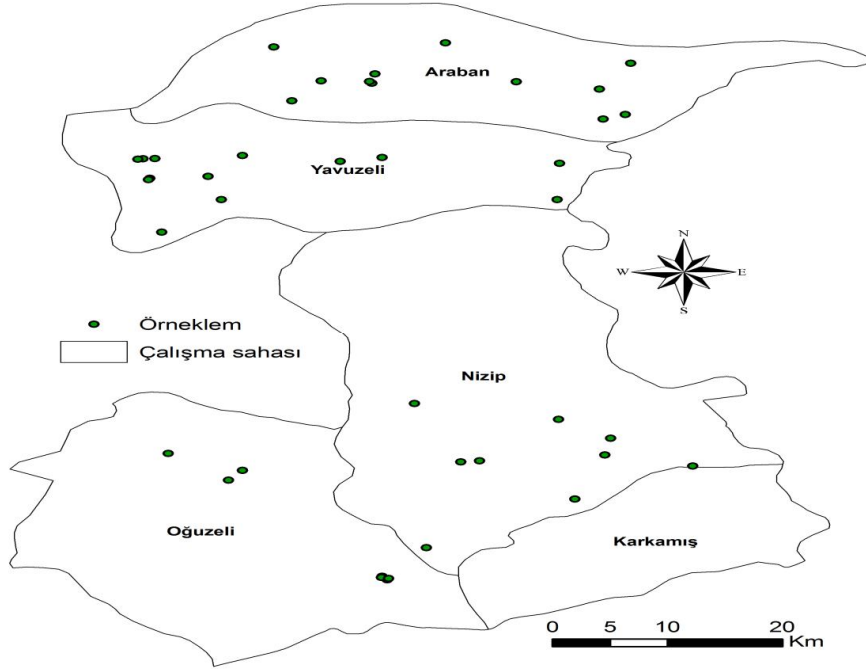
Araştırmalar Gaziantep'in Nizip, Oğuzeli, Yavuzeli, Araban ve Karkamış ilçeleri ve köylerinde yürütülmüştür. Koordinatları GPS cihazıyla tespit edilmiş olan araştırma istasyonları Tablo 3.2.te verilmiştir. Araştırma istasyonlarındaki araziler eğime sahip alanlardır. Buralarda kültür tipi genellikle fıstık, bağ, zeytin, badem, arpa ve buğdaydır. Bu topraklar aluviyal ana materyaller, kumtaşı, silttaşı, rafisal kireçtaşı, killi kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve marn üzerinde gelişmiş topraklardır. Araştırmada, yöreyi temsil edecek şekilde 0-30 derinlikten ve 46 noktadan toplam 46 toprak örneği alınmıştır (Tablo 3.2.).

Tablo 3.1: Toprak örneklerinin alındığı lokalitelerin GPS koordinatları, vejetasyonları ve rakımları

Lokaliteler	GPS ile Koordinat	Rakım	Vejetasyon
L1	003 68 988 E, 041 03 536N	790 m	Fıstık-Zeytin
L2	003 80 255 E, 040 68 015N	696m	Fıstık-zeytin-Capari
L3	003 90 159 E, 040 98 018N	528m	Fıstık-Zeytin
L4	003 69 904 E, 040 88 327N	652m	Zeytin-fıstık
L5a	003 75 551 E, 040 84 120N	599m	Fıstık, Zeytin Badem
L5b	003 75 551 E, 040 84 120N	599m	Fıstık, Zeytin Badem
L6	003 87 620 E, 040 78 920N	523m	Fıstık
L7	004 00 251 E, 040 78 627N	432m	Fıstık, Zeytin
L8	004 07 359 E, 040 78 623N	376m	Fıstık

Lokaliteler	GPS ile Koordinat	Rakım	Vejetasyon
L9	003 99 921 E, 040 82 066N	435m	Fıstık, zeytin
L10	003 98 073 E, 040 84 980N	453m	Fıstık, Zeytin
L11	00396408 E, 04087753N	478m	Fıstık
L12a	003 90 711 E, 040 94 373N	483m	Fıstık, Zeytin
L12b	003 90 711 E, 040 94 373N	483m	Fıstık, Zeytin
L13	00375105 E, 04126024 N	737m	Zeytin Fıstık
L14	003 70 921 E, 041 27 353 N	646m	Buğday
L15	003 72 956 E, 041 31 107 N	574m	Buğday
L16	00374038 E, 04133982 N	595m	Zeytin
L17	003 81 374 E, 041 33 876 N	505m	Zeytin
L18	00386912 E, 04134174 N	533m	Fıstık
L19	003 966 46 E, 041 27 783 N	410m	Fıstık
L20	00395893 E, 04132500 N	535m	Fıstık
L21	003 00 401 E, 041 39 007 N	659m	Fıstık
L22	003 00 999 E, 041 39 949 N	651m	Fıstık
L23	003 02 102 E, 041 44 705 N	508m	Fıstık
L24	003 01 995 E, 041 46 309 N	478m	Buğday
L26	003 87 857 E, 041 45 784 N	531m	Buğday

Lokaliteler	GPS ile Koordinat	Rakım	Vejetasyon
L27	003 89 560 E, 041 49 173 N	611m	Nadas
L28	003 97 509 E, 041 43 259 N	501m	Nadas
L29	003 94 438 E, 041 44 418 N	499m	Buğday
L30	003 97 758 E, 041 47 579 N	574m	Fıstık
L31	003 81 333 E, 041 43 535 N	543m	Buğday
L32	003 78 998 E, 041 49 057 N	573m	Buğday
L33	003 79 632 E, 041 49 006 N	571m	Buğday
L34	003 79 683 E, 041 49 205 N	590m	Nadas
L35	003 78 487 E, 041 43 332 N	535m	Buğday
L36	003 71 532 E, 041 34 698 N	672m	Nadas
L37	003 70 852 E, 041 34 815 N	560m	Nadas
L38	003 68 770 E, 041 34 085 N	681m	Buğday
L40	003 72 945 E, 041 31 066 N	567m	Buğday
L41	003 73 904 E, 041 29 702 N	536m	Nadas
L42	003 72 984 E, 041 28 738 N	559m	Nadas
L43	003 71 875 E, 041 27 937 N	559m	Nadas
L44	003 70 921 E, 041 27 354 N	646m	Buğday
L45	003 70 415 E, 041 27 961 N	595m	Nadas
L46	003 69 537 E, 041 24 681 N	786m	Zeytin



Şekil 3. 1. Çalışma Sahasındaki Lokaliteler

3.2.1.2.2 Örnek Alma

Yaklaşık 3 kg toprak örneği, en az % 10 eğime sahip arazilerde zikzak çizilerek tespit edilen 10-12 yerden yüzeydeki kalın örtü kaldırılarak 30 cm derinlikten, bir kap içerisine alınmış, karıştırılarak içindeki yabancı maddelerden arındırılmış ve naylon poşetlere konularak etiketlenmiştir (Güçdemir ve Kalınbacak, 2008). Örnek alınan istasyonların koordinatları ve yükseklikleri GPS (Magellan, 500) cihazı ile tespit edilerek kaydedilmiştir. İstasyonların genel vejetasyon örtüsü ve toprağın genel taşlılık durumu gözleme dayalı rapor edilmiştir. Örnek alma işlemleri dijital kamera ile kayıt altına alınmıştır.

3.2.1.2.3 Toprak Renk Tayini

Analizler için hazırlanan toprakların renk tayini, Munsell Soil Chart (2000) marka renk skalasına göre tespit edilmiştir.

3.2.1.2.4 Toprak pH'nın Belirlenmesi

pH değerleri, saf su ile doygun hale getirilerek hazırlanmış saturasyon (doygunluk) çamurunda, tampon çözeltisiyle ayarlanmış pH metre [Hanna marka (HI 83140 model)] ile saptanmıştır (Schlichting ve Blume, 1966).

3.2.1.2.5 Tuz İçeriğinin Belirlenmesi

Tuz içeriği, saturasyon çamurunda, Crison marka (524 model) elektrikli kondaktivitimetre aleti ile ölçülmüştür (Richards, 1954).

3.2.1.2.6 Organik Madde (%) İçeriğinin Belirlenmesi

Organik madde Walkley ve Black (1934), tarafından bildirilen esaslara göre belirlenmiştir. Analize hazır hale gelmiş toprak örnekleri 100 mikronluk elekten geçirilmiş ve 0,5 g tartılıp 500 ml'lik erlenler içerisine konulmuştur. Üzerine 10 ml potasyum dikromat ve 20 ml sülfürik asit ilave edilerek sıcaklığı 150 °C'ye ayarlı manyetik ısıtıcı üzerinde 1 dk bekletilmiştir. Örnekler soğuduktan sonra üzerlerine 200 ml saf su ve 12-13 damla baryum difenilamin sülfonat eklenerek demir sülfat ile rengi yeşil oluncaya kadar titre edilmiştir. Harcanan demir sülfat dikkate alınarak önce organik karbon daha sonra da organik madde içeriği hesaplanmıştır.

Hesaplamada kullanılan formüller şu şekildedir;

Denklem 3.5.

$$\% \text{ Organik karbon} = [(N_1 \times A) - (N_2 B)] \times 0,003 \times 200 \times f_1$$

$$\% \text{ Organik madde} = \% \text{ Organik Karbon} \times f_2$$

N₁: Potasyum dikromat çözeltisinin normalitesi

N₂: Demir sülfat çözeltisinin normalitesi

A: Harcanan potasyum dikromat miktarı (ml)

B: Harcanan demir sülfat çözeltisinin miktarı (ml)

3.2.1.2.7 Toprak Strüktürünün (Yapısının) Belirlenmesi

Toprakların agregat yapıları Anonim (1994)'e göre belirlenmiştir.

3.2.1.2.8 Toprak (Bünye) Tayini

Çalışma alanı topraklarının bünye analizi Schmidt (1996)'e göre Retsch marka AS 200 cihazıyla tespit edilmiştir.

Toprak bünye sınıfının belirlenmesinde ise; bünye analizi yapılan toprakların kum, silt ve kil yüzde oranları tespit edildikten sonra bu sınırlara göre bünye sınıfları Anonim (1994)'e göre belirlenmiştir.

3.2.1.2.9 Toprak Erodibilite Faktörünün (K-faktörünün) Belirlenmesi

Erodibilite faktörü aşağıdaki eşitlik yardımıyla elde edilmiştir (Schwertmann ve ark., 1987).

Denklem 3.7.

$$K: 2,77 \times 10^{-6} \times M^{1,14} \times (12 - OS) + 0,043 \times (A - 2) + 0,033 \times (4 - D)$$

M: (% silt + % ince kum) x (% silt + % kum);

OS: Organik madde,

A: Agregat sınıfı;

D: Geçirgenlik sınıfı, labaratuvarında tespit edilen toprağın su geçirgenlik kabiliyetinden (cm/d) elde edilmiştir (Anonim, 1982).

Wischmeier ve Smith tarafından 1978 yılında geliştirilen USLE denkleminde yer alan faktörlerden biri olan toprak aşınım faktörü K, toprakların organik madde içeriği, tekstür, strüktür ve su geçirgenliği değerine bağlı olup aşınmaya karşı direnci göstermektedir (Sönmez, 1994). Bu değer küçüldükçe aşınmaya karşı direnç artmaktadır. Topraklar aşınmaya karşı dirençlerine göre *AG Bodenkundliche Kartieranleitung (1994)* aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır.

Tablo.3.2: K-faktörünün sınıflandırılması

K Değeri	Aşınmaya Karşı Duyarlılık
$K < 0.1$	Çok Düşük
$0.01 < K < 0.2$	Düşük
$0.2 < K < 0.3$	Orta
$0.3 < K < 0,5$	Yüksek
$K > 0,5$	Çok Yüksek

3.2.1.3 Eğim uzunluğu ve eğim derecesi faktörü (LS)

Eğim uzunluğu (L), yüzey akışın başladığı noktadan itibaren, eğimin azaldığı ve birikmenin başladığı yere kadar olan mesafedir. RUSLE metodunda topografik etkiyi temsil eder.

LS faktörü, diğer koşulların aynı olduğu, 22,1 m uzunluğunda ve % 9 eğimi olan bir arazideki toprak kaybı oranını temsil etmektedir (Wischmeier ve Smith , 1978).

Eğim uzunluğu değeri belirlenirken Kinnel'in (2001) önerdiği yöntem uygulanmıştır. Eğim uzunluğu değeri CBS sistematigi içerisinde akış birikimine (Flow Accumulation) denk gelmektedir. Akış birikiminin CBS ortamında nasıl hesaplandığı aşağıda açıklanmıştır.

Bu yöntemde ilk olarak sayısal eşyükselti eğrilerine bağlı olarak, CBS ortamında SYM (DEM) oluşturulur. SYM'den ilk önce akış yönlerine göre akış birikimi hesaplanır. Eğim uzunluğu değeri de aynı şekilde grid boyut ile akış birikimi değerinin çarpımına eşittir.

L faktörü hesaplanırken

Denklemler 3.8

$$L = \left(\frac{\lambda}{22,13} \right)^m$$

eşitliğinden faydalanılmıştır.

$m = 0,5$; eğim > 5 %

$m = 0,4; 3\% < \text{eğim} < 5\%$

$m = 0,3; 1\% < \text{eğim} < 3\%$

$m = 0,2; \text{eğim} < 1\%$ olarak alınmıştır.

Eğim dikliği faktörü (S) hesaplanmasında Moore vd., (1992)'in önerdiği eşitlik kullanılmaktadır. Bu eşitliğe göre,

$S = (\sin\theta / 0,896)^{1,3}$ şeklinde hesaplanır. ($\theta =$ radyan cinsinden eğimi ifade etmektedir.).

Akış modelinden ve eğim modelinden yukarıdaki eşitliklerle elde edilen L ve S faktörleri birbirleriyle çarpılarak RUSLE için LS değeri elde edilmektedir.

3.2.1.4 Ürün amenajman faktörü (C)

C faktör kimi çalışmalarda bitki yönetim durumu kimi çalışmalarda ise bitki kapallık durumu başlığı altında toplanmaktadır.

Bu faktör bitki örtüsü, bitki kalıntıları ve amenajman yöntemlerinin toprak kaybı üzerindeki toplam etkisini açıklayan bir RUSLE parametresidir.

Bu faktör toprak koruma planının ortalama yıllık toprak kaybını nasıl etkileyeceğini ve toprak kaybı potansiyelinin ürün münavebeleri veya diğer amenajman programları sırasında zaman içinde nasıl bozulup dağılacığını gösterir (Renard ve ark., 1997).

RUSLE metodunda her ne kadar bu parametre bağımsız olarak işlem görse de bu parametrenin gerçek değeri erozyon denklemindeki diğer faktörlere bağlıdır. Bitki örtüsünün durumu mevsimlere ve bölgelere göre değişiklik gösterir. Bundan dolayı bitki C faktörü değerlerinin deneysel olarak bulunması gerekmektedir.

Arazi kullanımı erozyonu kontrol eden başlıca etkenlerden birisidir. Bu nedenle erozyonun şiddetinin konumsal dağılımının belirlenmesinde havzanın arazi kullanımı dağılımının belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. C faktörü haritası oluşturmak

amacı ile Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilen toprak envanteri verileri CBS yardımıyla veri tabanına aktararak çalışma alanına ait C parametrelerinin kullanılacağı arazi kullanım/örtü haritası oluşturulmaktadır.

3.2.1.5 Toprak koruma önlemleri faktörü (P)

RUSLE modelindeki toprak koruma önlemleri faktörü (P) özel bir destek uygulaması ile toprak kaybının eğim doğrultusunda toprak işleme ile oluşan toprak kaybına oranıdır. Bu uygulamalar yüzey akışın akış şeklini, derecesini veya yönünü değiştirerek veya yüzey akışın miktarını ve hızını azaltarak erozyonu etkiler (Renard ve Foster, 1983). Araziye toprak koruma önlemleri alınmıyorsa $P=1.0$ alınır (Wischmeier ve Smith, 1978).

Çalışma alanı her hangi bir toprak koruma önlemine rastlanılmadığından $P=1.0$ alınmıştır.

BÖLÜM 4

BULGULAR

Mevcut tüm veriler değerlendirilmek üzere ile ArcGIS coğrafi bilgi sistemi yazılımı kullanılarak bulunan çalışma alanına ait bir veri tabanı haline getirilmiştir. Çalışma alanının sınırlarının belirlenmesinde ArcGIS ArcInfo 10.0 coğrafi bilgi sistemi yazılımı içinde hidroloji (ArcHydro) modülündeki akış birikim (flow accumulation) alt modülü ile CBS ortamında otomatik olarak ekstrakte edilmiştir.

Oluşturulan bu sınır haritasına çalışma alanı toplam 303,544 ha'lık bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu geniş alan Nizip 95,652 ha, Oğuzeli 73,003 ha, Araban 54,002 ha, Yavuzeli 49,656 ha ve Karkamış 31,231 ha'dır.

4.1 Çalışma Alanı Erozyon Riski Haritalaması Metodolojisi (RUSLE Modeli) Verileri

4.1.1 Yağışın Erozyon Oluşturma Faktörü(R)

Bu çalışmada Gaziantep ilinde kurulu bulunan meteoroloji istasyonundan aylık ve günlük düşen yağış miktarları alınmış ve Arnoldus (1977)'un önerdiği denklemde verilen MFİ hesaplama formülü kullanılarak MFİ değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan bu MFİ değerleri de Karaburun ve ark. (2009)'nın Büyükçekmece Havzası'nda kullandıkları eşitlik ile her bir meteoroloji istasyonu için RUSLE-R faktörü hesaplanmıştır. Çalışma alanı için ayrı ayrı hesaplanan MFİ değerleri ve R faktörleri aşağıdaki çizelgede sunulmuştur.

Tablo 4.1: 1975 – 2010 Yağış verileri (Anonim 2012b) , MFİ değerleri – R faktör değerleri

YIL/AY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	P	MFİ	R(arnoldus)
1975	69	153,9	17,7	68,2	48,6	19,8	0	0	0	4,7	48,8	113,5	544,2	85,81085745	205,831276
1976	120	87,2	113,8	101,4	68,8	2,4	0	0	2,1	66,9	62,6	141,1	766,3	102,1576798	273,997525
1977	50,7	37,5	85,5	79,7	47,3	1,3	0	0	2,5	19,5	11,3	155,3	490,6	90,7263351	226,328817
1978	168,2	100,7	43,7	24,5	3,5	7,3	0	0	0,9	41,7	3,1	124	517,6	112,3116692	316,339661
1979	91,5	86,6	44,2	25,6	28,7	5,9	1,4	2,5	1	57,4	96,6	77	518,4	73,11697531	152,897787
1980	95,8	87,5	146,7	77,5	26,7	0	1,5	0	0	14,6	53,5	107,5	611,3	97,67353182	255,298628
1981	162,7	72,3	66,4	18,6	31,2	11,4	0,6	0	0,2	14,8	68,3	140	586,5	105,7821483	289,111559
1982	76,4	57	51,1	57,4	38	7,2	0	0	19,2	10,2	35,1	47,7	399,3	51,25907839	61,7503569
1983	69	84,6	59,6	51,9	61,5	5,9	0	0	0,1	18,9	106,8	62,8	521,1	72,32448666	149,593109
1984	107,3	52,2	98,2	60,5	5,1	8,8	0	0	0	2,3	134	61,2	529,6	93,18693353	236,589513
1985	83,1	88,2	58,3	39,6	17,3	0	0	0	0,3	52,5	49,1	90,8	479,2	69,62224541	138,324763
1986	82	103,7	12,3	38,2	47,3	12,1	0	0	3,7	35,4	66,5	103,1	504,3	74,93680349	160,486471
1987	143,5	43,2	159,3	13,5	5,4	0,4	0	0	0,9	69,8	70,1	142,1	648,2	120,3730639	349,955676
1988	75,3	71,6	159,4	81,6	31,8	11	0,3	0	0,6	106,8	89,7	91,5	719,6	99,80661479	264,193584
1989	38,1	3,7	67,6	1,9	2,8	0,5	0	2,5	0	117,2	105,8	69,5	409,6	87,43344727	212,597475
1990	97,7	109,5	23,1	20,8	8,7	0,8	3,6	7,5	2	9,3	64,9	27,1	375	73,82464	155,848749
1991	79,8	66,9	75,1	70,5	29,2	0,2	0	0	1,4	57,1	86,8	155,4	622,4	91,98643959	231,583453
1992	31,8	102,2	10,6	8,6	63	20,8	0	0	22,4	7,6	76,5	93,4	436,9	71,36500343	145,592064
1993	82,6	111,4	75,4	24,8	126,8	2	0	0,2	0	0	69,3	49,9	542,4	90,16906342	224,004994
1994	166,2	157,1	21	9,1	30,6	28,6	0	0	40,9	27,1	143,5	119	743,1	123,4577446	362,818795
1995	64,7	47,4	38,9	49,2	14,6	13,7	0,8	0	2,3	37,6	97,7	32,9	399,8	57,06588294	85,9647319
1996	148,2	169,7	247,4	66,1	8,2	1,4	16,8	0	14,5	91	67,9	162,8	994	157,237666	503,681067
1997	39,6	75,5	43,5	163,2	17,6	8,2	0	0	23,2	118	74,7	98,7	662,2	99,60120809	263,337038
1998	89,1	32,6	85,9	125,3	41	17,2	5,9	0	0,5	12,7	75,8	113,8	599,8	88,278993	216,123401
1999	44,8	105,1	62,1	38,5	1,8	15,6	5	0	0,6	32,8	3,1	71,7	381,1	65,31096825	120,346738
2000	165,2	86,6	39,2	48	5,7	0	0	0,4	28,9	39,8	67,8	95,5	577,1	94,9579449	243,97463
2001	29,4	131,7	81,1	62,7	40,9	0	0	0	1,3	21	69,4	258,9	696,4	147,4423033	462,834405

2002	94,6	54,8	93,9	74,6	48,9	0,7	1,5	5,8	1,7	22,5	45	52,4	496,4	68,57788074	133,969763
2003	85,3	196,6	140,7	46,2	36,9	7,1	0	0	9,3	60,8	64,8	114,5	762,2	118,5555235	342,376533
2004	197,1	95,3	5,1	37,2	26,8	0	1,5	0	0	5,8	214,3	48,9	632	155,7123101	497,320333
2005	71,1	63,6	88,4	39,5	18,5	1,8	0	75,5	0,7	48,2	43,4	32,7	483,4	61,64108399	105,04332
2006	93,7	162,5	77,5	60,3	2	0	46	2,1	10,3	112,8	89,5	14,5	671,2	101,315733	270,486607
2007	99,9	83,1	31,9	63,7	63,2	1,5	5,1	1,9	0	21,9	45,5	91,6	509,3	72,50628313	150,351201
2008	84,5	44	22,5	3,4	17,4	0	0	1,8	54,7	19,3	33,4	57,8	338,8	52,30531287	66,1131547
2009	50,4	107,4	72,5	49,7	17,2	4,4	3	0	8,9	44,2	60,4	136	554,1	83,56338206	196,459303
2010	133,1	36,1	58,7	47,8	24,8	20,9	0	0	0,4	20,9	0	124,5	467,2	89,33737158	220,536839
															230,335092

4.1.2 Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Toprakların pH değerleri 7,24 ile 7,89 arasında değişiklik arz etmektedir. Toprakların, % tuz içerikleri ise 0,03 ile 0,12 arasında değişmekte olup ortalama tuz miktarı % 0,07 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.2).

Analiz sonuçlarına göre, toprakların % organik madde içerikleri 0,13 ile 2,96 arasında tespit edilmiştir (Tablo 4.2). Kireç içerikleri de oldukça yüksek bulunmuştur.

Çalışma alanı topraklarının pH içerikleri alkali özellik göstermektedir (Tablo 4.2). Bu özelliğinden dolayı toprakların erozyona yatkın olduğunu söylemek mümkündür.

Tablo 4.2.de çalışma topraklarının organik madde içerikleri Anonim 1985'e göre; çok düşük tespit edilmiştir. Görüldüğü gibi bölge topraklarının organik madde içerikleri genellikle düşüktür ve agregat kararlılığı, organik madde miktarı açısından olumsuz etkilemektedir. Bu sebeple toprakların erodibilite faktörü de yüksek bulunmuştur (Tab 4. 3).

Tab.4.2: Toprak örneklerinin bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri

Toprak no	pH	% tuz	% organik madde	% kireç	% kum	% çakıl	% kil
N21	7,6	0,07	1,756	2,5 YR 2,5/3	1,4159	17,36	44,97
N22	7,47	0,05	2,277	2,5 YR 2,5/3	1,4159	17,36	44,97
N23	7,78	0,07	1,886	7,5 YR 3/4	22,869	20,76	44,28
N24	7,88	0,07	2,866	3,5 YR 3/4	2,05563	58,87	28,97
N26	7,88	0,09	1,307	5,5 YR 5/6	2,8378	52,824	40,46
N37	7,47	0,07	2,680	3,5 YR 3/4	22,4693	22,795	44,64
N48	7,67	0,07	1,427	5 YR 3/8	1,6968	47,862	47,67
N29	7,87	0,09	1,768	3,5 YR 3/3	20,5698	50,495	40,87
N30	7,82	0,05	1,528	7,5 YR 6/4	21,3488	21,221	39,28
N36	7,48	0,03	1,466	5 YR 2,5/2	2,06483	69,881	40,87
N32	7,87	0,05	2,867	7,5 YR 3/4	22,8988	34,565	47,46
N33	7,67	0,09	1,049	5 YR 3/8	1,6752	16,486	47,17
N34	7,88	0,06	1,427	7,5 YR 5/4	23,468	21,317	47,47
N35	7,38	0,08	1,491	7,5 YR 6/3	21,6888	33,687	52,47
N36	7,64	0,07	0,978	7,5 YR 4/4	20,4988	42,380	39,87
N37	7,39	0,08	0,528	5 YR 4/4	20,9883	42,889	37,42
N38a	7,48	0,04	1,641	10 YR 7/3	1,22903	15,780	49,98
N40b	7,66	0,09	1,628	7,5 YR 7/4	21,4094	14,890	40,98
N41	7,44	0,08	2,529	3,5 YR 3/2	2,74924	17,691	46,42
N44	7,37	0,08	2,777	7,5 YR 4/3	2,70418	17,293	49,64
N43	7,65	0,07	0,789	7,5 YR 4/3	2,7749	18,843	47,94
N46	7,66	0,08	0,917	7,5 YR 3/4	2,6947	30,092	47,36
N47	7,48	0,05	0,239	7,5 YR 4/2	2,7498	46,233	44,89
N48	7,68	0,09	2,868	7,5 YR 3/2	2,21694	24,925	40,16
N19	7,62	0,06	2,277	10 YR 4/3	21,8793	55,94	29,13
N20	7,58	0,09	1,041	10 YR 3/3	1,6952	19,78	52,48

Toprak bünyesinin tayin eden fraksiyonlardan kum ve toz (silt) gibi kaba tanecikler taşınmaya karşı daha dirençlidirler. Buna karşılık kil gibi ince kolloidal fraksiyonlar taşınmaya karşı dirençsiz fakat çözülmeye karşı dirençlidirler. Nitekim Richter ve Negendank (1977) toz (silt) içeriği % 40-60 ve daha fazla olan topraklarda erozyona duyarlılığının en yüksek olduğunu bildirmiştir. Diğer taraftan Evans (1980) kil içeriği % 9 ile % 30 arasında olan toprakların erozyona en duyarlı topraklar olduğunu belirtmiştir. Çalışma alanına ait topraklarda toz (silt) içeriği ortalama % 43,20 , kil içeriği ise %28,69 olarak tespit edilmiştir. Bu oranlar erozyon riskinin yüksek olduğunu ifade etmektedir.

Araştırma alanları topraklarının geçirgenlik sınıfları düşük ve orta olarak belirlenmiştir (2-3 cm/d arası), (Tab. 4.2 ve 4.3).

Erodibilitenin hesaplanmasında toprak tekstürü çok önemlidir. Topraktaki silt ve ince kum oranı ne kadar yüksekse, potansiyel erodibilite de o kadar fazladır (Schwertman ve ark. 1987). Bünye tayini için toprak ilk önce, humus ve karbonattan arındırılmış ve daha sonra kum, silt ve kil oranları tespit edilmiştir. Bu çalışmada doğal şartlardaki toprağın ön işlemsiz örnekler gibi özellik göstereceği düşüncesinden yola çıkılarak bünye tayini yapılmıştır. Çalışma alanı toprakların tümü için K-Faktörü Tablo 4.2’de verilmektedir. Tablo 4.2 görüldüğü üzere K-faktörü topraklarda 0,34-0,79 arasında ortalama 0,51 olarak çok yüksek bulunmuştur.

Tablo 4.3: Araştırma İstasyonlarında Ön İşlemsiz K Faktörü(Aşınabilirlik)

toprak no	%Kum	%silt	%kil	M	A(agregat sınıfı)	D(geçirgenlik sınıfı)	% org mad	K-faktör
N1	36,87	26,17	36,96	3277,11	1	1	1,86	0,34
N2	52,02	40,4	7,58	5566,76	1	1	1,3	0,61
N3	26,79	45,64	27,56	4413,75	1	2	0,13	0,49
N4	41,78	47,87	10,35	6441,44	1	1	1,56	0,69
N5a	22,22	51,28	26,5	4543,34	1	2	1,5	0,45
N5b	61,68	20,19	18,13	5038,03	1	2	1,56	0,5
N6	35,56	47,45	16,98	5206,01	2	1	1,37	0,61
N7	26,48	47,17	26,35	4434,04	1	1	1,56	0,47
N8	22,51	51,4	26,09	4643,6	1	1	1,04	0,52
N9	33,66	52,41	13,93	5989,61	1	1	1,3	0,66
N10	22,3	39,19	38,51	3152,42	1	1	1,17	0,35
N11	22,35	37,42	40,24	2846,36	3	1	0,72	0,41

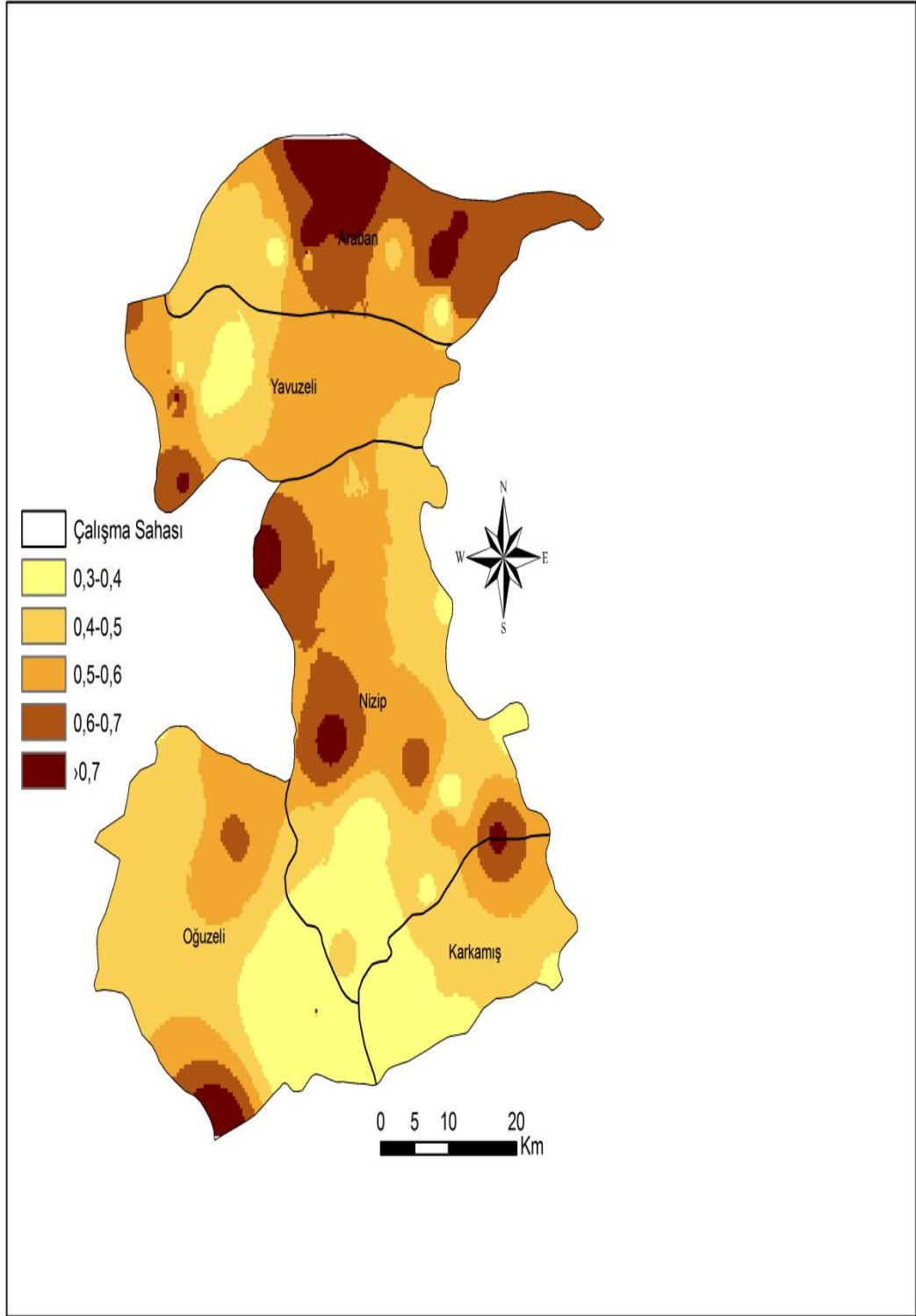
N12a	25,06	47,12	27,82	4521,1	3	1	0,52	0,61
N12b	24,69	36,96	38,35	3111,65	3	1	1,04	0,43
N13	27,23	28,4	44,37	1851,33	5	1	1,63	0,38
N14	21,24	49,04	29,72	4321,37	2	3	2,93	0,38
N15	20,6	67,24	12,16	6434,01	1	3	1,17	0,65
N16	30,09	57,5	12,41	7276,79	1	3	0,78	0,78
N17	41,25	44,84	13,91	6308,66	3	2	0,91	0,77
N18	45,1	20,16	34,74	3546,31	1	3	0,65	0,34
N19	55,94	29,13	14,93	5150,67	1	3	0,52	0,53
N20	19,78	52,48	27,74	5134,54	3	3	2,28	0,53
N21	17,36	44,97	37,67	3876,08	3	3	1,04	0,45
N22	20,13	47,55	32,32	4477,97	3	3	1,76	0,49
N23	20,76	44,28	34,97	3637,02	1	2	2,28	0,33
N24	55,31	29,6	15,08	5663,77	3	3	1,89	0,61
N26	15,93	59,36	24,7	5519,62	3	1	0,72	0,72
N27	23,27	54,68	22,06	5503,43	2	2	0,71	0,64
N28	27,85	57,66	14,49	6609,21	4	1	2,68	0,77
N29	52,14	31,33	16,54	6295	2	1	0,42	0,79
N30	21,53	39,28	39,19	3096,2	4	1	1,76	0,46
N31	19,09	44,87	36,04	3130,63	3	1	1,13	0,43
N32	24,58	42,37	33,06	2957,34	3	1	1,41	0,41
N33	16,67	42,14	41,2	2763,98	3	1	2,96	0,35
N34	21,72	43,67	34,61	3455,61	3	1	1,2	0,47
N35	27,14	56,96	15,91	3583,67	2	2	0,42	0,43
N36	42,98	32,88	24,14	5720,44	2	1	1,48	0,66
N37	44,9	22,99	32,11	4479,22	1	2	1,97	0,43
N38	15,79	50,99	33,22	3356,59	3	1	1,55	0,44
N40	11,92	40,53	47,55	4197,55	4	1	1,48	0,58
N41	13,69	46,12	40,19	2648,51	3	1	1,62	0,37
N42	13,26	44,55	42,19	2864,38	2	1	2,54	0,33
N43	13,34	45,06	41,6	2822,03	3	1	2,33	0,37
N44	20,07	42,26	37,67	2928,71	2	1	1,2	0,37
N45	16,77	42,7	40,52	3251,87	3	1	0,92	0,45
N46	21,63	41,16	37,21	3070,05	2	1	1,27	0,38
Max	61,68	67,24	47,55	7276,79	5	3	2,96	0,79
Min	11,92	20,16	7,58	1851,33	1	1	0,13	0,33
Ortalama	28,11	43,20	28,69	4328,65	2	1	1,40	0,51

Tüm elde edilen arazi ve laboratuvar verileri toprak haritasının öz nitelik tablosuna girilmiş ve veri tabanına yüklenmiştir.

Toprak verilerinin elde edilmesinde Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM)'den elde edilen Toprak Kaynağı Envanter Haritaları'ndan yararlanılıp K faktör değerlerine göre yeniden sınıflandırılarak çalışma alanının RUSLE-K faktörü haritası oluşturulmuştur. Söz konusu haritada K faktör sınıflarının alansal ve oransal dağılımları hesaplanmıştır. Çalışma alanının K faktörü değerleri ve alansal dağılımları aşağıdaki harita ve grafikte verilmiştir.

Tablo 4.4: Çalışma alanının K faktörü değerlerinin alansal dağılımlarını gösteren grafik ve tablo

K faktör değerleri				
0,3-0,4	0,4-0,5	0,5-0,6	0,6-0,7	>0,7
%40,94	%20,84	%19,91	%12,61	%5,71



Şekil 4. 1. Çalışma alanının K faktörü değerleri ve alansal dağılımlarını gösteren harita

Çalışılan alanın diğer erozyon faktörleri değişmez kabul edilip tekstür, strüktür, organik madde gibi toprak özellikleri dikkate alındığında tüm alanın kuvvetli ve çok kuvvetli derecede aşınabilir özellik gösterdiği görülmektedir.

4.1.3 Eğim uzunluğu ve eğim derecesi faktörü (LS)

Bu çalışmada eğim uzunluğu değeri belirlenirken Kinnel'in (2001) önerdiği yöntem uygulanmıştır. Eğim uzunluğu değeri CBS sistematığı içerisinde akış birikimine (Flow Accumulation) denk gelmektedir.

Bu yöntemde ilk olarak sayısal eşyükselti eğrilerine bağlı olarak, CBS ortamında SYM (DEM) oluşturulur. SYM'den ilk önce akış yönlerine göre akış birikimi hesaplanır. Eğim uzunluğu değeri de aynı şekilde grid boyut ile akış birikimi değerinin çarpımına eşittir.

Doğan ve Küçükçar (1996) 'ın yaptığı çalışmada, Wischmeier ve Smith (1978)'den farklı olarak, Ankara koşullarında eğim uzunluğu etkisinin belli bir noktadan sonra düştüğünü belirlemişlerdir. Araştırmaya göre;

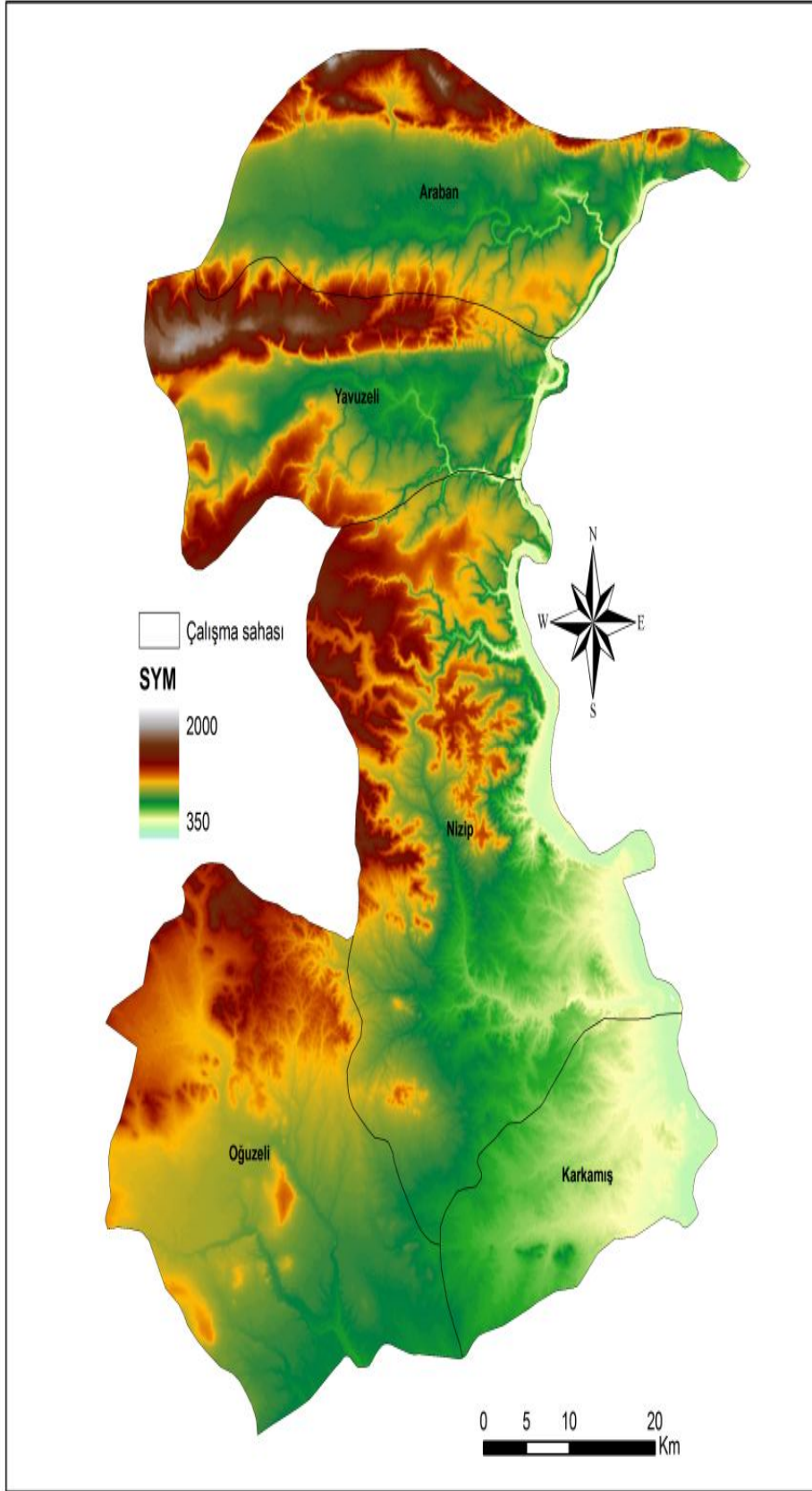
22 metre eğim uzunluğu için L faktörü 1,1

44 metre eğim uzunluğu için L faktörü 1,2

66 metre eğim uzunluğu için L faktörü 1,5

88 metre eğim uzunluğu için L faktörü 0,6 değerinin kullanılmasını önermişlerdir.

Bu çalışmadan da anlaşılacağı üzere benzer iklim şartlarına sahip yarı kurak alanlarda, λ değerinin etkisinin sürekli artmadığı, belli bir noktadan sonra düştüğü görülmektedir.



Şekil 4. 2. Çalışma Alanının Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) Haritası

Bu çalışmadaki topografik bilgiler 1:25.000 ölçekli topografya haritasından alınmış ve grid boyutu 30 m alınarak, analiz edilmiştir. Yani L değeri hesaplanırken akış birikimi değeri 30 ile çarpılarak belirlenmiştir. L faktörü hesaplanırken

Denklem 4.1.

$$L = \left(\frac{\lambda}{22,13} \right)^m \quad \text{eşitliğinden faydalanılmıştır.}$$

λ =İzdüşüm arazi eğim uzunluğu.

$m = 0,5$; eğim > % 5

$m = 0,4$; % 3 < eğim < % 5

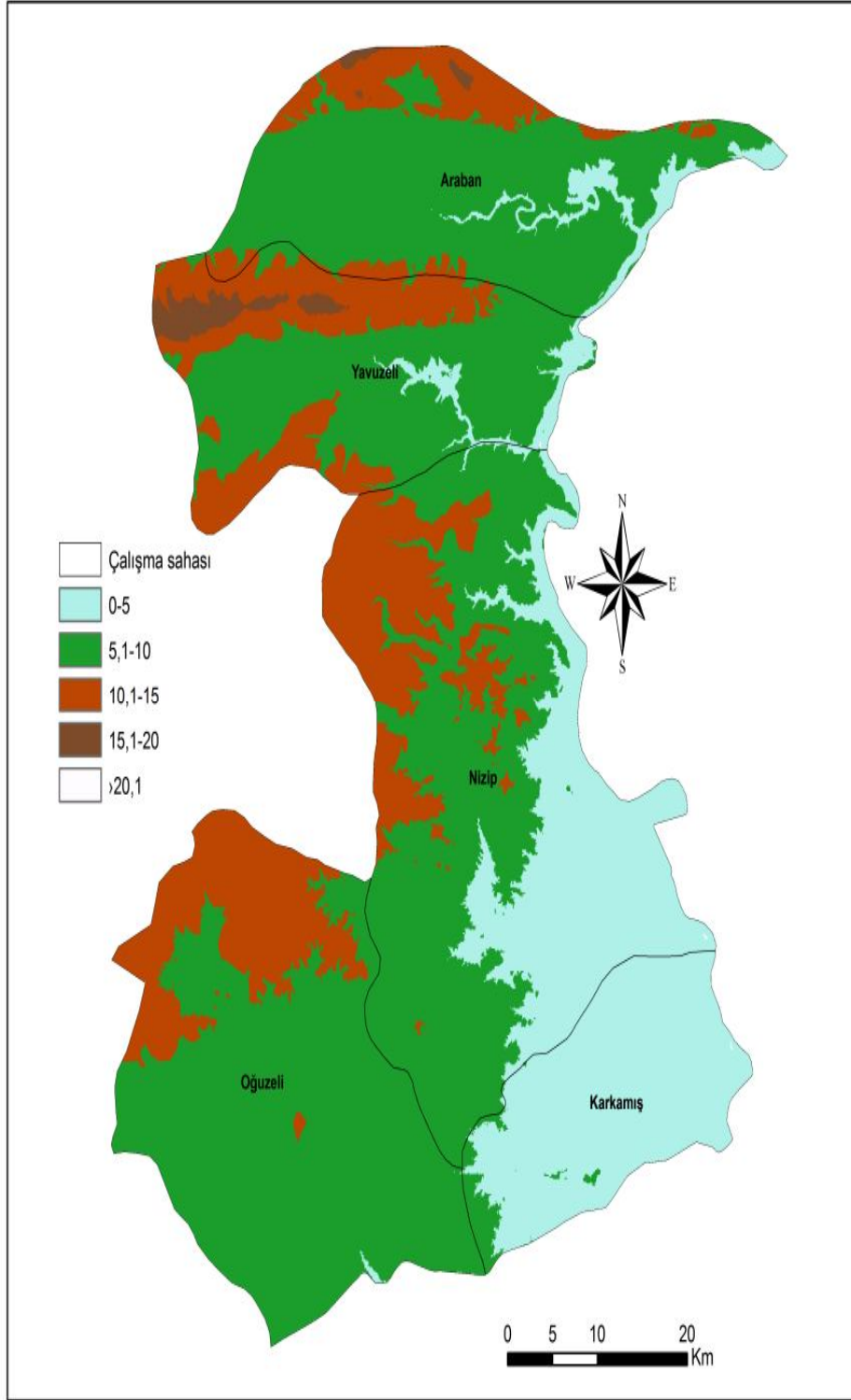
$m = 0,3$; %1 < eğim < % 3

$m = 0,2$; eğim < % 1 olarak alınmıştır.

Eğim dikliği faktörü (S) hesaplanmasında Moore vd., (1986)'in önerdiği eşitlik kullanılmıştır. Bu eşitliğe göre;

$S = (\sin\theta / 0,896)^{1,3}$ şeklinde hesaplanır (θ = radyan cinsinden eğimi ifade etmektedir).

Akış modelinden ve eğim modelinden yukarıdaki eşitliklerle elde edilen L ve S faktörleri birbirleriyle çarpılarak RUSLE için LS değeri elde edilmiştir.



Şekil 4. 3. Çalışma alanının LS haritası

4.1.4 Toprak koruma önlemleri faktörü (P)

RUSLE modelindeki toprak koruma önlemleri faktörü (P) özel bir destek uygulaması ile toprak kaybının eğim doğrultusunda toprak işleme ile oluşan toprak kaybına oranıdır. Bu uygulamalar yüzey akışın akış şeklini, derecesini veya yönünü değiştirerek veya yüzey akışın miktarını ve hızını azaltarak erozyonu etkiler (Renard ve Foster, 1983).

Arazide toprak koruma önlemleri alınmıyorsa $P=1.0$ alınır (Wischmeier ve Smith, 1978). Yapılan araştırmalar sonucunda çalışma alanında toprak korunumuna yönelik uygulamalar tarım alanlarında RUSLE eşitliğine göre erozyon kontrol uygulamalarının bulunmaması nedeniyle P faktörü hesaplamaya katılmamıştır. Çalışma alanı için RUSLE modelinde $P=1,0$ alınmıştır.

4.1.5 Ürün amenajman faktörü (C)

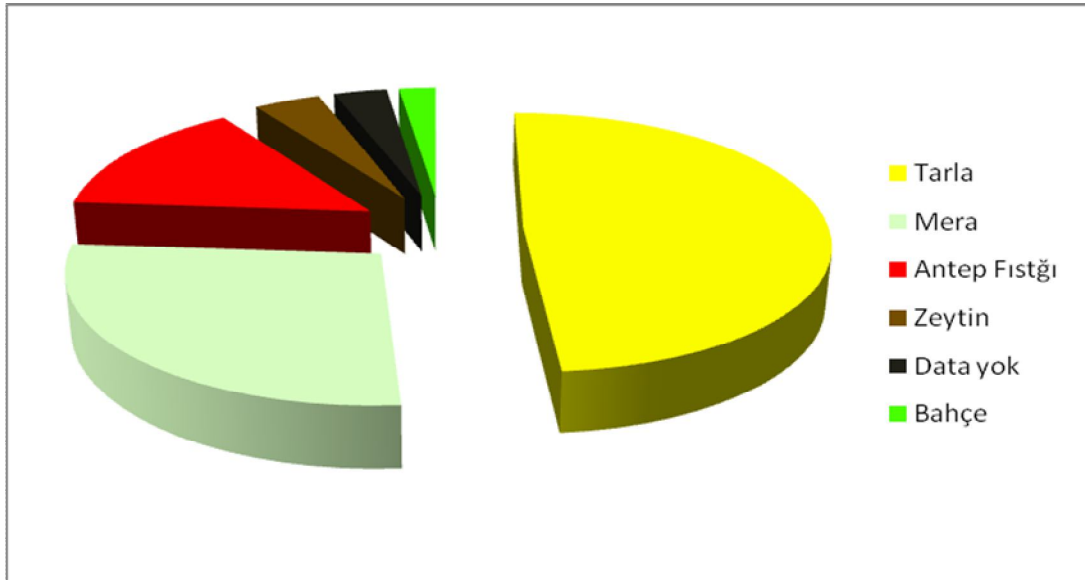
Bu faktör toprak koruma planının ortalama yıllık toprak kaybını nasıl etkileyeceğini ve toprak kaybı potansiyelinin ürün münavebeleri veya diğer amenajman programları sırasında zaman içinde nasıl bozulup dağılacağını gösterir (Renard ve ark., 1997).

RUSLE metodunda her ne kadar bu parametre bağımsız olarak işlem görse de bu parametrenin gerçek değeri erozyon denklemindeki diğer faktörlere bağlıdır. Bitki örtüsünün durumu mevsimlere ve bölgelere göre değişiklik gösterir. Bundan dolayı bitki C faktörü değerlerinin deneysel olarak bulunması gerekmektedir. C faktör sınıflama işlemi Türkiye’de daha önce yapılan çalışmalardan elde edilmiştir (İrvem ve Tülücü, 2004).

Tablo 4.5: Arazi kullanımıyla ilişkili C değerleri (İrve ve Tülücü, 2004).

Arazi Kullanımı	Arazi Örtüsü (C)
Kuru Tarım (nadaslı)	0.38
Kuru Tarım (nadassız)	0.07
Sulu Tarım	0.28
Orman / Bahçe / Zeytin	0.05
Fundalık / Bağ / Mera / Antep fıstığı	0.09
Yerleşim Alanı / Akarsu Yatağı / Çıplak Kayalık	1

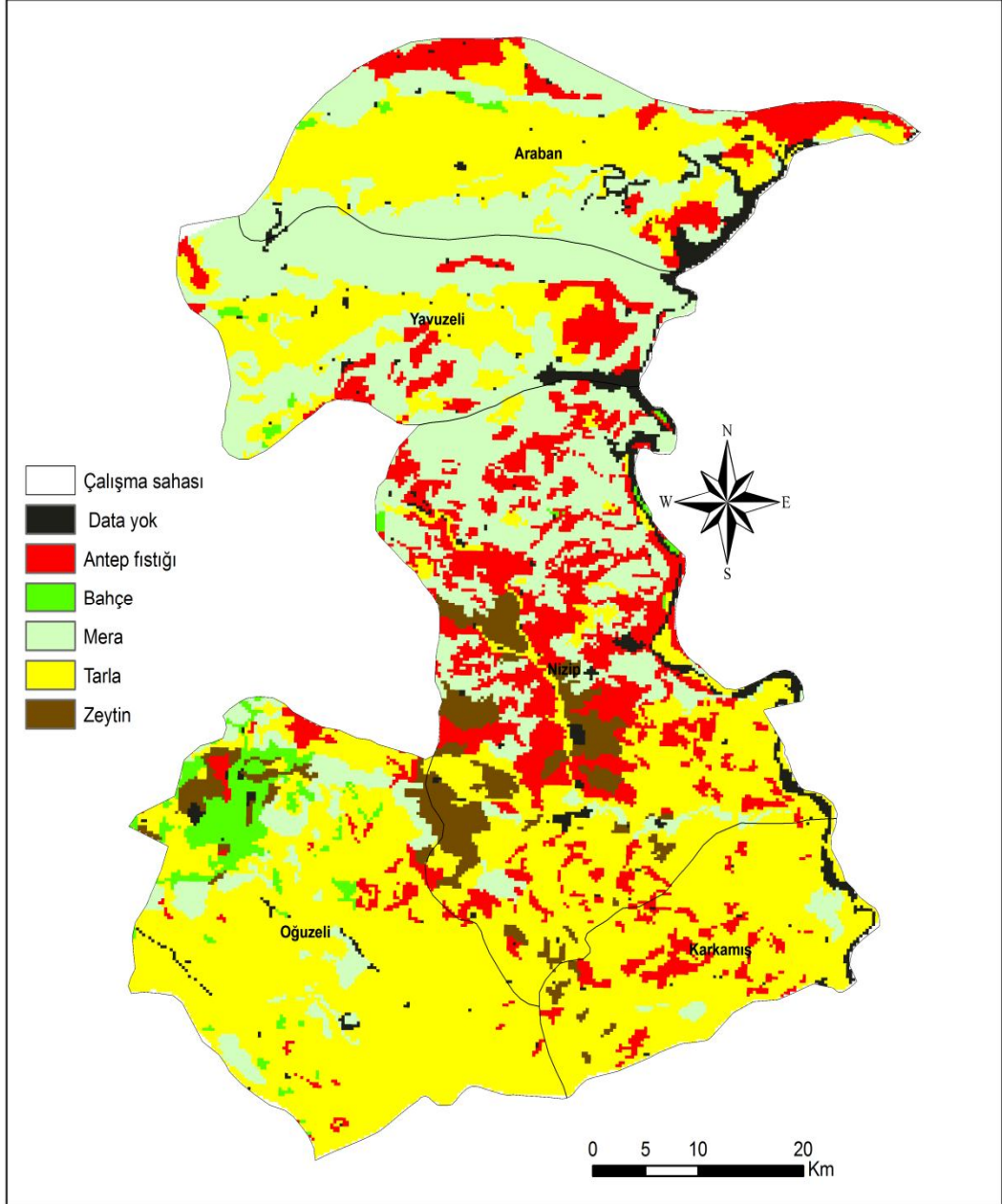
Arazi kullanımı erozyonu kontrol eden başlıca etkenlerden birisidir. Bu nedenle erozyonun şiddetinin konumsal dağılımının belirlenmesinde havzanın arazi kullanımı dağılımının belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. C faktörü haritası oluşturmak amacıyla ile Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak envanteri verileri CBS yardımıyla veri tabanına aktarılmıştır. Oluşturulan sayısal toprak haritaları kullanılarak C faktör katmanı oluşturulmuştur.



Şekil 4. 4. Çalışma alanının Arazi Örtüsü Bitki dağılımları grafiği

Tablo 4.6: Çalışma alanının Arazi Örtüsü Bitki dağılımları

Arazi Örtüsü Bitki Dağılımları %					
Tarla	Mera	Antep Fıstığı	Zeytin	Data yok	Bahçe
48,73	27,45	14,38	4,01	3,21	2,22



Şekil 4. 5. Çalışma alanının Arazi Örtüsü Bitki dağılımlarını gösteren harita

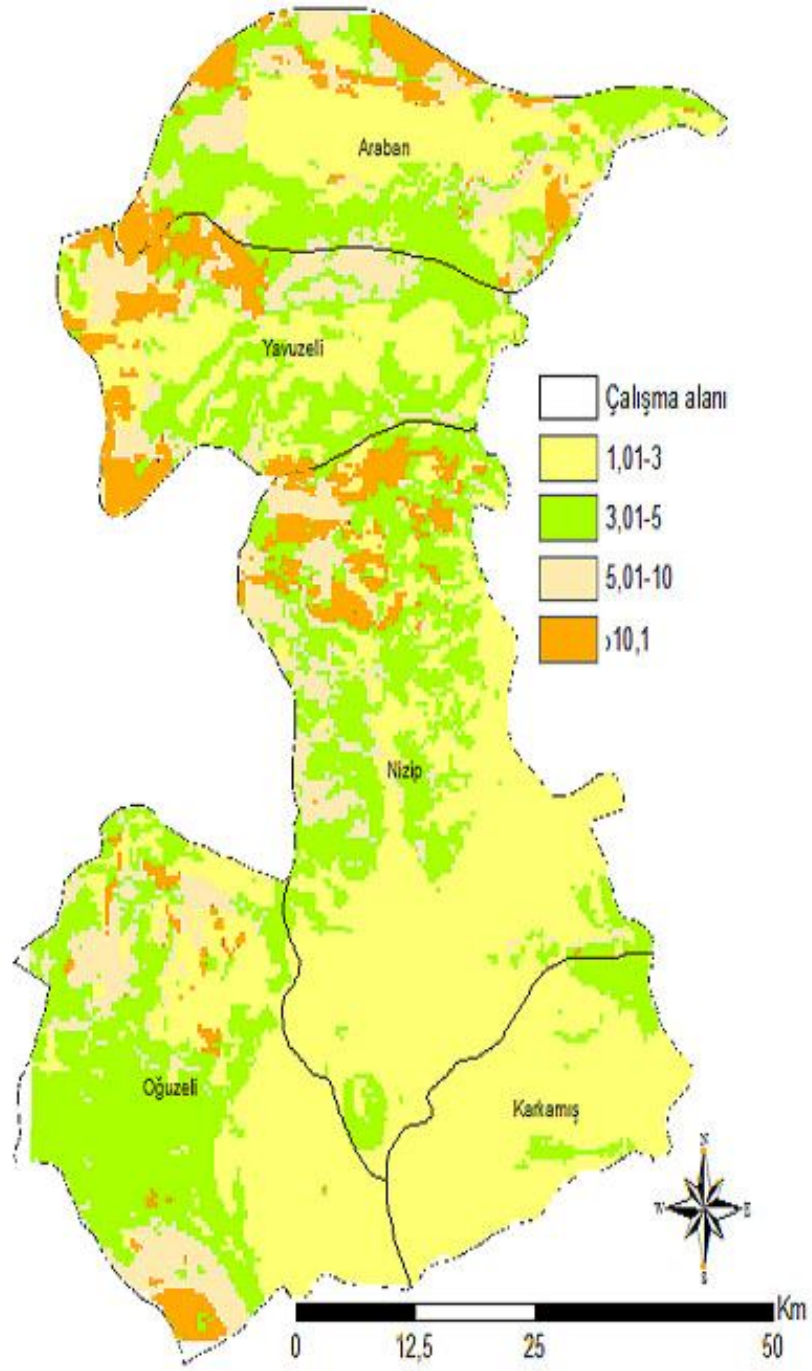
Bu bölüme kadar nasıl elde edildikleri ve sonuçları verilen R yağış erozyon oluşturma gücü ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$), K toprağın erozyona duyarlılığı ($\text{ton ha}^{-1} \text{ ha MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$) L eğim uzunluğu, S eğim dikliği, C bitkisel örtü ve ürün yönetimi, P toprak ve su koruma önlemlerine ait haritalar materyal ve metod bölümünde detaylı olarak açıklanan RUSLE modeli; $A = R \times K \times LS \times C \times P$ eşitliğince (Renard ve ark.,1997) etkili her bir faktör Raster hale getirildikten sonra *ArcGIS 10* ortamında *Map Algebra* seçeneği kullanılarak çakıştırılma işlemi gerçekleştirilmiş ve sonuç olarak çalışma alanının potansiyel toprak kaybı ($\text{ton ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$) gerçekleştiği alanlar belirlenerek haritası oluşturulmuştur.

Çalışma alanı için RUSLE metodu kullanılarak oluşturulan potansiyel toprak kaybı haritasından çalışma alanının tamamı ve her bir ilçeye ait toprak erozyonu risk haritaları oluşturulmuştur. Aşağıda çalışılan ilçelerin herbirindeki erozyon durumunu belirten haritalar ve grafikler verilmiştir.

Morgan (1995)'a göre tarımsal üretim için kabul edilebilir toprak kaybı $10 \text{ ton ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$ 'dir. Bu tolere edilebilir limit toprak kaybı oranlarının sınıflarının oluşturulmasında dikkate alınmıştır. Erozyon risk sınıfları aşağıdaki şekilde de görüldüğü gibi çok düşük ($0-1 \text{ ton ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$), düşük ($1,01-3 \text{ ton ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$), orta ($3,01-5 \text{ ton ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$), şiddetli ($5,01-10 \text{ ton ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$), çok şiddetli ($> 10,01 \text{ ton ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$) olmak üzere 5 grupta sınıflandırılmıştır.

Tablo 4.7: Çalışma Alanı Potansiyel Erozyon Riski Sınıfları ve Alansal Dağılımı.

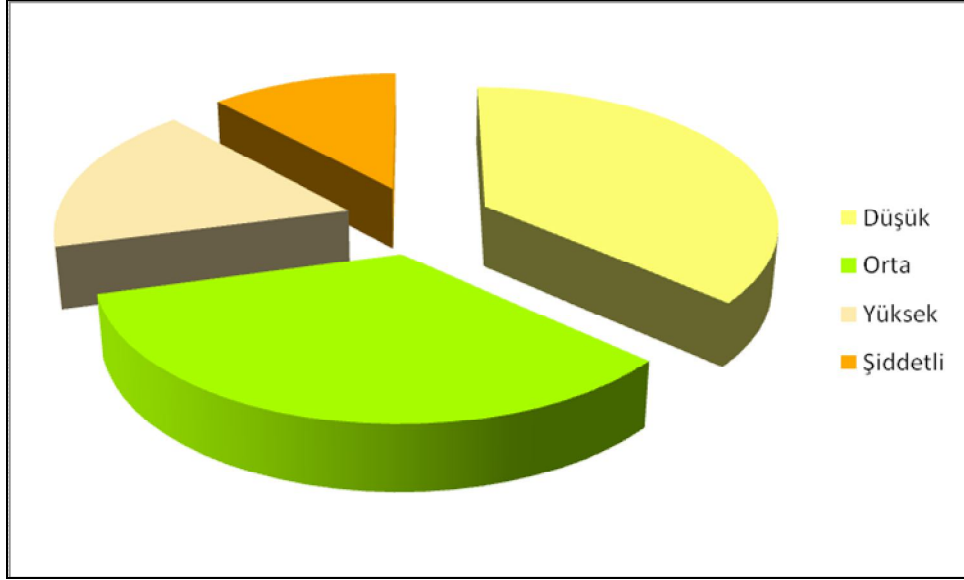
Erozyon Risk Grupları	Sınıflar	Alan	
		<u>Ha</u>	<u>(%)</u>
Çok Düşük	<u>(ton/ha/yıl)</u> 0-1	0	0
Düşük	1,01-3	147,55	48,61
Orta	3,01-5	96,284	31,72
Yüksek	5,01-10	37,214	12,26
Şiddetli	> 10,01	22,532	7,42



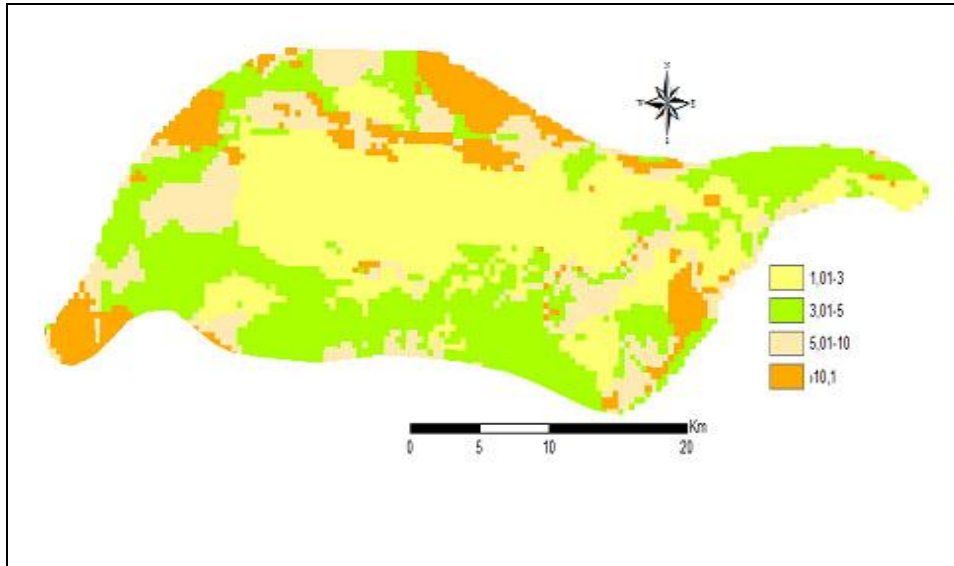
Şekil 4.6.Çalışma alanına ait erozyon durumunu gösteren harita

RUSLE-A potansiyel toprak kaybı değerlerinin erozyon riski sınıflarına göre sınıflandırılması sonuçları çalışma alanının % 48,61'inde (147,55 ha) potansiyel toprak erozyon riskinin düşük olduğunu göstermiştir. Yani erozyon risk sınıfı 1,1- 3

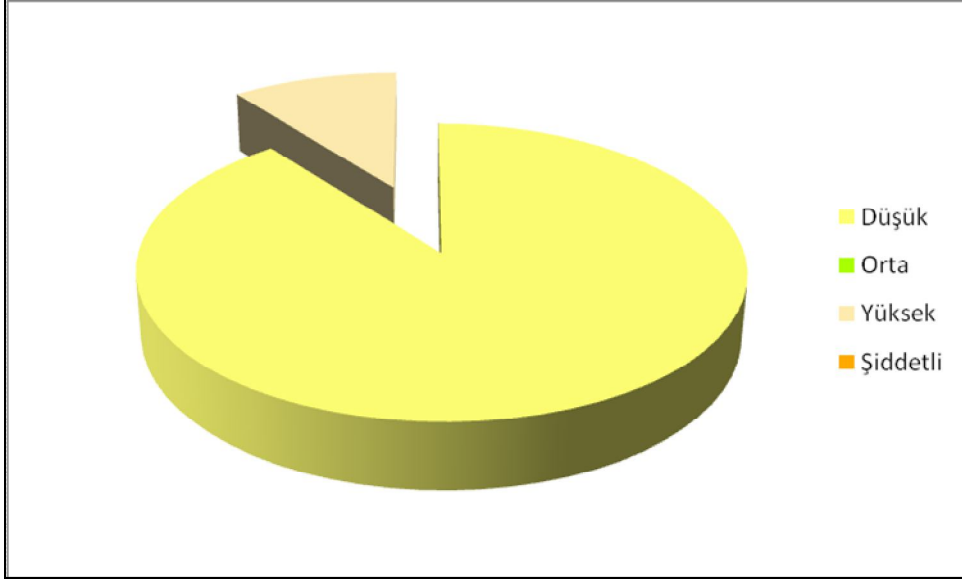
ton aralığında değerler almaktadır. Ayrıca alanın % 33,98'sini (133,498 ha) kapsayan kısmı ise erozyon riski düşük ve orta şiddete sahip arazilerden oluşmaktadır. Çalışma alanının % 7,42'sinde (22,522 ha) ise erozyon riski şiddetli ve çok şiddetli olarak saptanmıştır. Çok düşük alanlar tespit edilmemiştir.



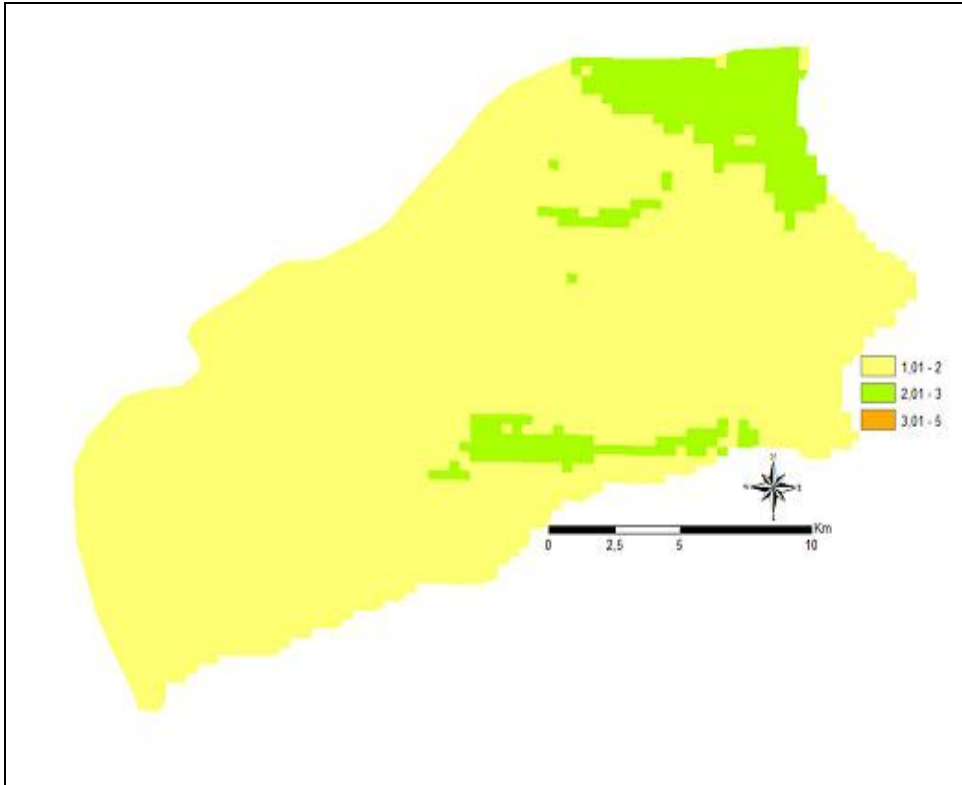
Düşük	Orta	Yüksek	Şiddetli
% 36,52	% 34,3	% 17,31	% 11,88



Şekil 4.7. Araban ilçesine ait erozyon durumunu gösteren grafik,tablo ve coğrafik dağılım haritası

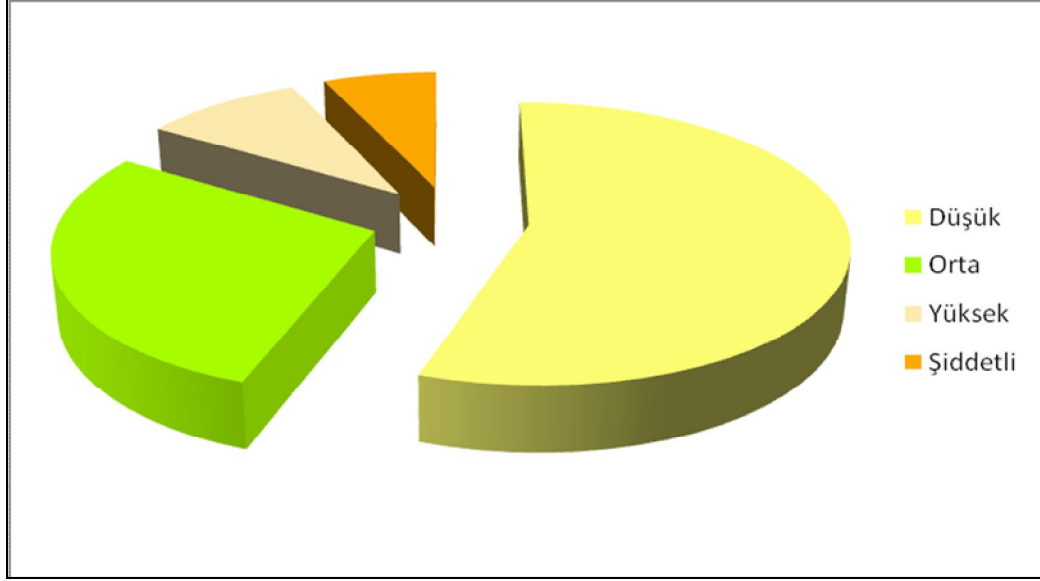


Düşük	Düşük	Orta	Şiddetli
% 89,52	0	% 10,48	0

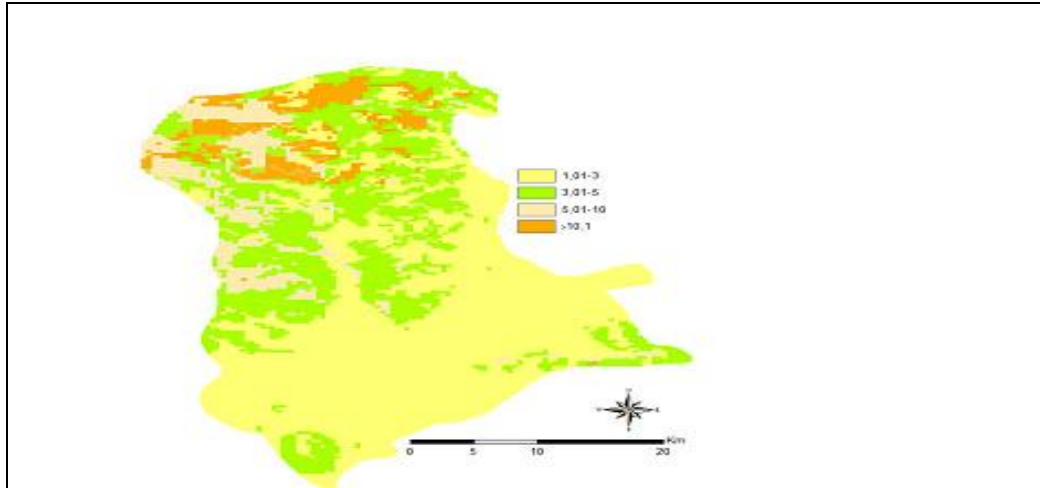


Şekil 4.8. Karkamış ilçesine ait erozyon durumunu gösteren grafik,tablo ve coğrafik dağılım haritası

Karkamış ilçesi eğimin düşük olması nedeni ile erozyon riski açısından en düşük değerlere sahiptir.

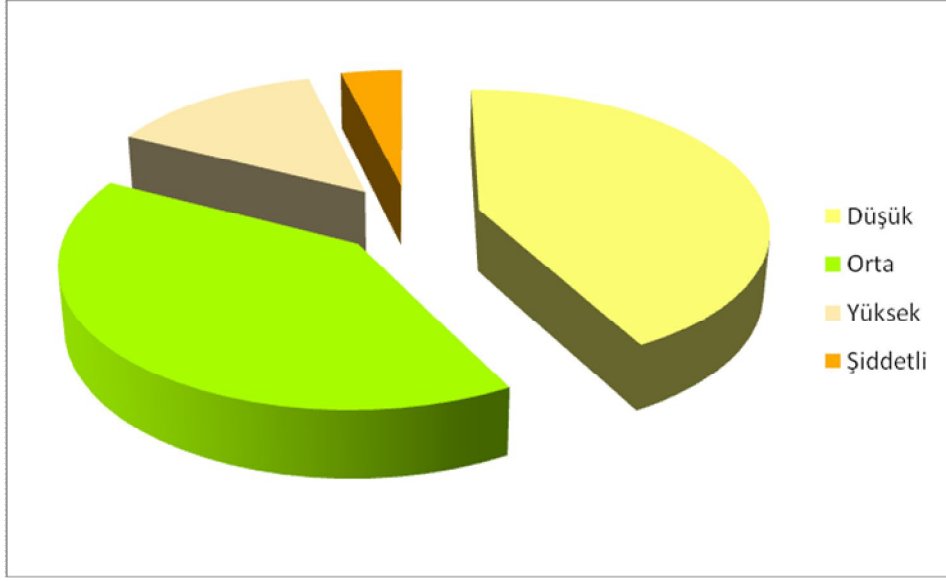


Düşük	Orta	Yüksek	Şiddetli
% 55,54	% 28,55	% 9,43	% 6,68

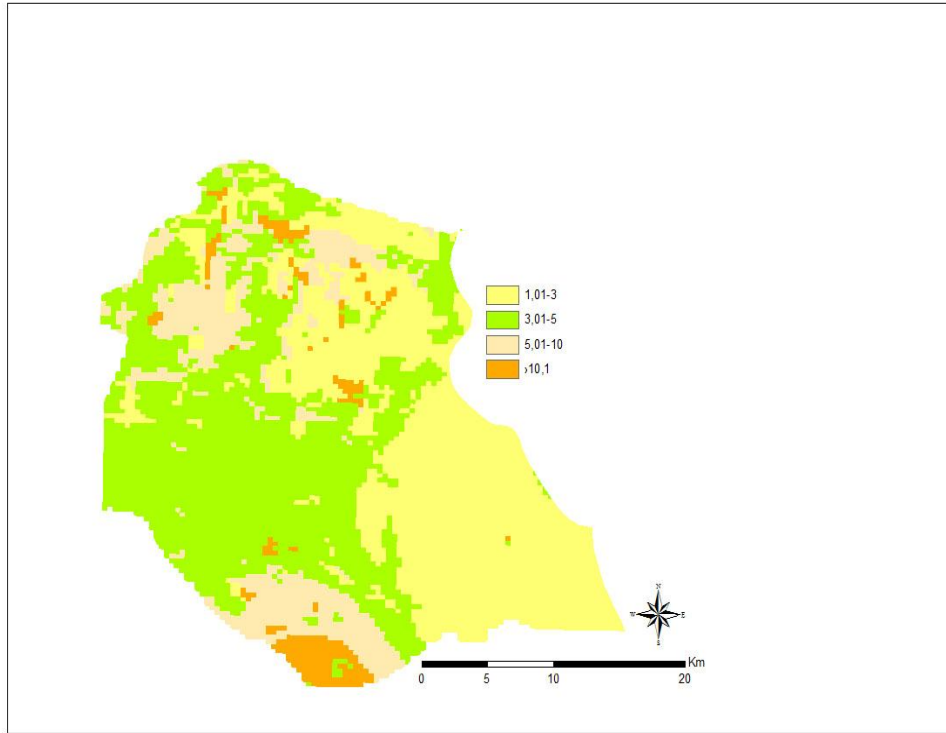


Şekil 4.9. Nizip ilçesine ait erozyon durumunu gösteren grafik,tablo ve coğrafik dağılım haritası

Yavuzeli, Araban ve Nizip ilçelerinin yüksek kesimlerinde, doğal bitki örtüsünün tahrib edildiği kısımlarda toprak kaybı potansiyeli diğer alanlara göre oldukça yüksektir.



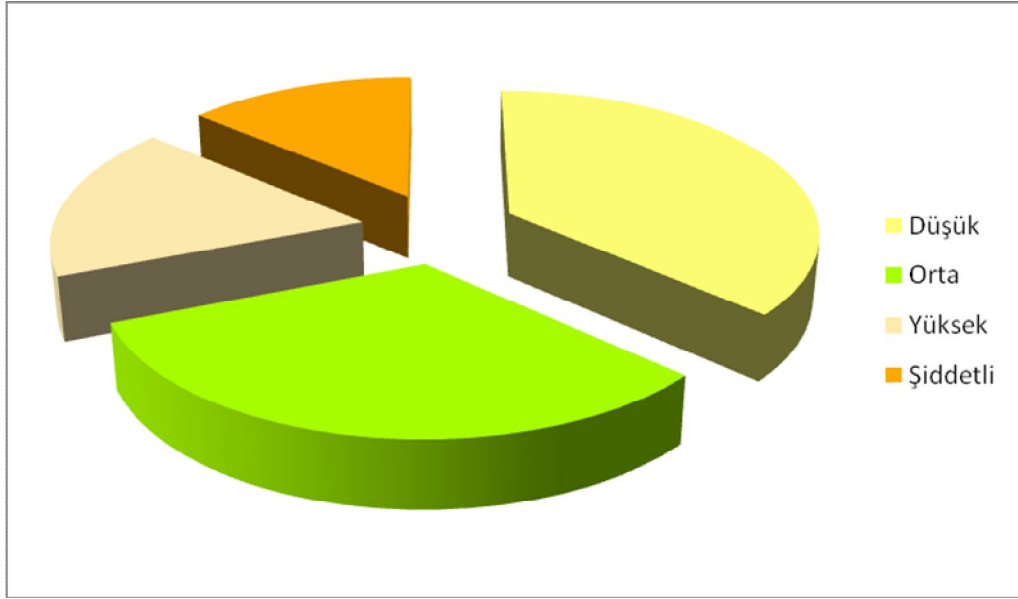
Düşük	Orta	Yüksek	Şiddetli
% 42,17	% 40,18	% 13,74	% 3,92



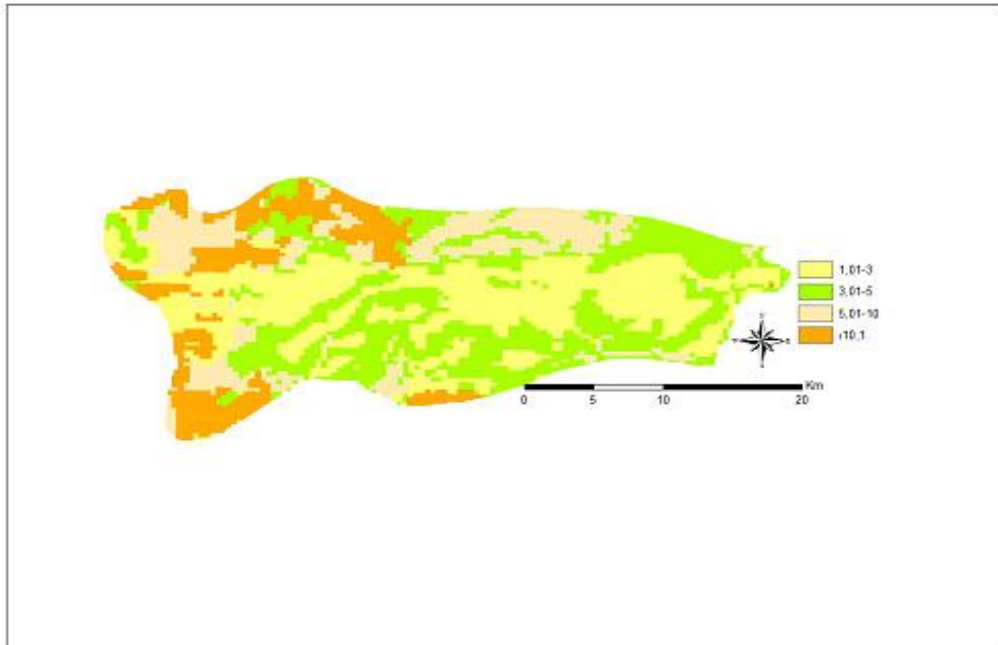
Şekil 4.10. Oğuzeli ilçesine ait erozyon durumunu gösteren grafik,tablo ve coğrafik dağılım haritası

İlçeler arasında erozyon risk haritalarında ciddi farklılıklar gözlenmektedir. Özellikle düz ve düze yakın koloviyal alanların geniş yayılım gösterdiği arazilerde eğiminde az

olması; Araban ilçesinin orta kesimleri, Karkamış-Nizip-Oğuzeli ilçelerinin sınırlarının çakıştığı bölgede bulunan ve çoğunlukla tarlaların oluşturduğu alanlarda düşük oranda erozyon riski görülmektedir.



Düşük	Orta	Yüksek	Şiddetli
% 36,67	% 32,3	% 17,32	% 13,70



Şekil 4.11. Yavuzeli ilçesine ait erozyon durumunu gösteren grafik,tablo ve coğrafik dağılım haritası

BÖLÜM 5

TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1 TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışma alanındaki toprakların durumu erozyon açısından değerlendirildiğinde genel olarak organik maddenin yetersiz, tüm toprakların % silt oranlarının yüksek ve bitki örtüsünün yetersiz olması nedeniyle erozyona duyarlılıkları da yüksek bulunmuştur (Tab 4.2 ve Tab 4.3). Toprak bünyesini tayin eden fraksiyonlardan kum ve toz (silt) gibi kaba tanecikler taşınmaya karşı daha dirençlidirler. Buna karşılık kil gibi ince koloidal fraksiyonlar taşınmaya karşı dirençsiz fakat çözülmeye karşı dirençlidirler. Nitekim Richter ve Negendank (1977) toz (silt) içeriği % 40-60 ve daha fazla olan topraklarda erozyona duyarlılığının en yüksek olduğunu bildirmiştir. Diğer taraftan Evans (1980) kil içeriği % 9 ile % 30 arasında olan toprakların erozyona en duyarlı topraklar olduğunu belirtmiştir. Çalışma alanına ait topraklarda toz (silt) içeriği ortalama % 43,20, kil içeriği ise %28,69 olarak tespit edilmiştir. Bu oranlar erozyon riskinin yüksek olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 4.2.de çalışma topraklarının organik madde içerikleri Anonim 1985'e göre çok düşük tespit edilmiştir. Bölge topraklarının organik madde içerikleri genellikle düşüktür ve agregat kararlılığı, organik maddenin yetersizliği nedeni ile miktarı açısından olumsuz etkilemektedir. Bu sebeple toprakların erodibilite faktörü de yüksek bulunmuştur (Tab 4.3).

Erodibilitenin hesaplanmasında toprak tekstürü çok önemlidir. Topraktaki silt ve ince kum oranı ne kadar yüksekse, potansiyel erodibilite de o kadar fazladır (Schwertman ve ark., 1987). Çalışma alanı toprakların tümü için K-Faktörü Tablo 4.3'de verilmektedir. Tablo 4.3 görüldüğü üzere K-faktörü topraklarda 0,34 ve 0,79 arasında ortalama 0,51 olarak çok yüksek bulunmuştur.

Çalışılan alanın diğer erozyon faktörleri değişmez kabul edilip tekstür, strüktür, organik madde gibi toprak özellikleri dikkate alındığında tüm alanın kuvvetli ve çok kuvvetli derecede aşınabilir özellik gösterdiği görülmektedir.

Erozyonu tetikleyen iklim ve toprak özellikleri kontrol edilemediği halde RUSLE metodunda yer alan arazi kullanımı (C), topografik (LS) faktörler ve toprak koruma önlemleri (P) kontrol edilebilen değişkenlerdir (Renard ve ark. 1997).

Morgan (1995)'a göre tarımsal üretim için kabul edilebilir toprak kaybı 10 ton ha⁻¹ yıl⁻¹'dir. Bu tolere edilebilir limit, toprak kaybı oranlarının sınıflarının oluşturulmasında dikkate alınmıştır. Çalışma alanına ait RUSLE-A sonuçları değerlendirildiğinde çalışma alanında potansiyel erozyon riskinin % 7,42'sinde çok şiddetli, % 12,26'sında yüksek şiddetli, % 31,72'sinde orta şiddette ve % 48,61'inde düşük şiddette olduğu tespit edilmiştir. Çok düşük alanlara rastlanılmamıştır. Çalışma alanında oluşan toprak kayıp oranlarına baktığımızda %7.42'sinde tolere edilemeyecek bir toprak kaybının gerçekleştiği görülmüştür.

Yavuzeli, Araban ve Nizip ilçelerinin yüksek kesimlerinde, doğal bitki örtüsünün tahrib edildiği kısımlarda toprak kaybı potansiyeli diğer alanlara göre oldukça yüksek bulunmuştur. Karkamış ilçesi ise eğimin düşük olması nedeni ile erozyon riski açısından en düşük değerlere sahiptir. Söz konusu alanlarda yapılacak erozyon önleme çalışmaları ile bu alanlardaki toprak kayıplarının önüne geçilebilir.

Nizip ve Araban ilçelerinin kuzey tarafları, Yavuzeli ilçesinin batısı ile Araban ilçe sınırına ortak olan kısımlarda LS faktörünün yüksek çıkması, K faktörü değerlerinin aşırı aşınabilir düzeyde bulunması, işlenen tarım arazilerinin artışı ve artmaya devam etmesi, mera alanlarının aşırı otlatma ile bozulmalarının bölgede yıllık aşınabilir toprak miktarının yüksek çıkmasına sebep olmaktadır.

Çalışma alanında oluşan toprak kayıp oranlarına baktığımızda özellikle Yavuzeli ilçesinde %13,70'sinde, Araban ilçesinde % 11,88'inde tolere edilemeyecek bir toprak kaybının gerçekleştiği görülmüştür. Bu iki ilçedeki LS faktörünün yüksek çıkması, bitki örtüsünün genel olarak tahrip edilmiş olması, K faktör değerlerini oluşturan parametrelerin erozyon açısından yüksek bulunmasına paralellik arz eden bir RUSLE- A faktörü ortaya çıkarmıştır.

5.2 ÖNERİLER

Gaziantep iline bağılı Nizip, Oğuzeli, Araban, Yavuzeli ve Karkamış ilçelerine ait erozyon risk haritasını ve güncel erozyonun alansal dağılım durumunu belirlemek amacıyla RUSLE modeli kullanılmıştır (Renard ve ark., 1997).

Temin edilen parametreler ile CBS ortamında çalışma alanına ait veri tabanları oluşturulmuş ve yapılan hesaplama ve sınıflandırmalar sonunda su erozyonu ile oluşan toprak kayıplarının konumsal ve alansal dağılımları belirlenmiştir.

Toprakların fiziksel özelliklerinin geliştirilmesi ve yapı kararlılığının artırılması, toprakta iletkenlik artışına, profilde normal su rejiminin düzelmesine ve bitkiye elverişli duruma gelmesine olanak sağlamaktadır. Böylece su ve rüzgar erozyonu ile toprak yüzeyinde meydana gelen toprak kayıpları en aza inmektedir (Munsuz, 1973).

Çalışma alanında su erozyonunun önüne geçebilmek için arazi kullanımı, toprak işleme yöntemleri ve teraslandırma esasına dayanmalıdır. C faktörü incelendiğinde aşınmanın fazla olduğu yerlerin C faktörünün büyük olduğu çıplak arazi, zayıf bitki örtüsü kaplı olan meralarda görülmektedir. Bu nedenle erozyon kontrolü ile ilgili çalışmaların bu alanlarda C faktörünü azaltıcı meraların ıslahına önem verilmesi gerektiği, bu alanlarda yapılan hayvancılık faaliyetlerinin kontrol altına alınarak aşırı ve erken otlatmanın önüne geçilmesi gerekmektedir.

Özellikle toprak kaybının şiddetli ve çok şiddetli ölçülen Nizip ve Araban ilçelerinin kuzey tarafları, Yavuzeli ilçesinin batısı ile Araban ilçe sınırına ortak olan kısımlarda tarım yapılan yüksek kesimlerde eğime dik sürüm veya sekileme gibi toprak koruma önlemleri alınmalıdır.

Ülkemiz koşullarında erozyonun önlenmesi ve ülke topraklarının korunması için gerekli önlemlerin alınmasında vatandaş ve devlet işbirliği yaparak sorunun çözümüne birlikte katkı sağlamalıdır.

Ülkemize ait toprak haritası bulunmakta olup bu harita zaman içerisinde güncelliğini yitirmiştir. Bu harita en kısa sürede günümüz teknolojileri de kullanılarak güncelleştirilmelidir. Bu konuda çalışan Üniversite ve Araştırma Kuruluşları desteklenmeli, araştırma sonuçları herkese açıklanmalıdır.

Erozyon konusunda bilinçlenmenin sağlanması için, okullarda işlenen müfredatlarda erozyona daha geniş yer verilmeli, çiftçi eğitimleri önemsenmelidir.

Çayır ve mera alanlarının büyük bir sorunu haline gelen yoğun ve erken otlatma ve tarımsal faaliyetlere açılması önlenmeli ve bu alanların ot verimlerinin artırılması için gereken önlem ve uygulamalar başlatılmalıdır.

Tarıma uygun olmayan arazilerde işlemeli tarım yapılmasına engel olunmalı, mera alanları ile işlemeli tarım alanları amacına uygun kullanılmalıdır. Eğimli tarım arazilerinde ekimin eğime dik yapılması, yeşil kuşakların oluşturulması toprak erozyonunun önlenmesine katkı sağlayacaktır.

Erozyon kontrolü için yapılacak ağaçlandırma çalışmalarında ekimi gerçekleştirilecek türlere dikkat edilmeli, odunsu türlerin yanı sıra yöredeki mevcut çalı ve otsu türlerinde ekimi sağlanmalıdır.

Su erozyonuna karşı toprakta malçlama (toprağın bitki örtüsü ile kaplanması) yapılmalıdır.

Anız yakmak topraktaki biyolojik faaliyetleri azalttığı için toprak strüktürünü bozmakta ve toprak-su geçirgenliğini azaltmaktadır. Bu da çoraklaşmayı beraberinde getirmektedir. Toprak erozyonunun önüne geçmek için anız yakımının engellenmesi sağlanmalıdır.

Tarımsal üretim yapılırken toprak arazi kullanım sınıfları konusundaki sınırlamalara bağlı kalınmalı ve mevcut yasaların uygulanması sağlanmalıdır. Eğimli alanlarda bahçe tesisi yapılmadan önce teraslama çalışmaları yapılmalıdır.

Arazi büyüklükleri bölgesel şartlar göz önünde bulundurularak belirlenmeli ve miras yoluyla arazilerin küçülmesi önlenmeli, küçülen araziler toplulaştırılmalıdır.

Sulu tarımın yapıldığı alanlardaki tarımsal alanlarda drenaj kanalları açılmalı, yağmurlama ve damlama sulama yöntemlerinin kullanılması teşvik edilmelidir.

CBS ile bütünleştirilmiş RUSLE modeli potansiyel erozyon riskinin daha doğru ve daha kolay bir şekilde tahmin edilebildiğini göstermiştir. Ayrıca, CBS erozyon modellemesinde başta işçilik olmak üzere, ekonomik ve zaman tasarrufu sağlayan mükemmel bir araçtır.

RUSLE modeli ile CBS kullanılarak geniş ölçekli alanlarda başarılı çalışmaların yapılabileceği görülmüştür. Bu çalışmalardan elde edilecek verilerin doğruluğu parametrelerin elde edilmesinde doğru ve detaylı bir çalışmanın yapılmasına bağlıdır.

RUSLE modeline ait parametreler tek başına toprak, topoğrafya, bitki örtüsü ve iklim verilerinin analiz edilmesinde kullanılabilen, noktasal olarak elde edilen veriler CBS ve RUSLE'ye uyarlanabilmektedir. Bu model ve CBS erozyon risk alanlarını belirlemede kullanıldığı için arazi kullanım planlarının yapılmasında da kullanılabilecek bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

- Akalan, İ. (1983). Toprak ve Su Muhafazası. A.Ü. Zir. Fak. Yay. No: 873, Ders Kitap No: 238, Ankara. 42 s.
- Anonim, (1978). Türkiye Arazi Varlığı. Toprak-Su Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Anonim, (1982a). Türkiye Genel Toprak Haritası Sayısal Toprak Veritabanı. Türkiye Toprak ve Su Kaynakları Ulusal Bilgi Merkezi (UBM) Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, (1982b).. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und Geologische Landesämter in der Bundesrepublik Deutschland. *AG Bodenkundliche Kartieranleitung* (Hrsg.), 3Auflage, Hannover.
- Anonim, (1988).. T.C.T.O.K.B. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü *Türkiye Gübreler ve Gübreleme Rehberi* Genel Yayın No:151.
- Anonim (1992).. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, *Gaziantep İli Arazi Varlığı* İl Rapor No: 27 s: 26-28, Ankara
- Anonim, (1994).. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und Geologische Landesämter in der Bundesrepublik Deutschland *AG Bodenkundliche Kartieranleitung* (Hrsg.), 4. Auflage, Hannover.
- Anonim, (1996). Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Teknikleri Bazı Erozyon Haritalama Metodolojisinde Kullanımı. Dalaman Pilot 131/B. 83 s.
- Anonim, (2005). Çölleşme ile Mücadele Türkiye Ulusal Eylem Programı, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayınları No: 250, Ankara
- Anonim, (2008).. Çevre ve Orman Bakanlığı, Gaziantep İl Çevre Müdürlüğü *Çevre Etki Değerlendirme (2008) Raporu*, Gaziantep.

- Anonim, (2012a). Gaziantep Valiliği Gaziantep ili ve ilçelerine ait coğrafik bilgiler (<http://www.gaziantep.gov.tr>, 15.04.2012)
- Anonim, (2012b). Meteoroloji Genel Müdürlüğü il ve ilçeler istatistik bilgileri <http://www.gaziantep.gov.tr><http://www.meteoroloji.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik>. (Erişim:10.05.2012)
- Aronoff, S. (1989). *Geographic Information Systems: A Management Perspective*. WDL Publications, Ottawa, Kanada. 294 p.
- Anthoni, J.F. 2000. *soil geology*. www.seafriends.org.nz/enviro/soil/geosil.htm
- Angima, S.D., Stott, D.E., O'Neill, M.K., Ong, C.K. and Weesies, G.A. (2003). Soil Erosion Prediction Using RUSLE for Central Kenyan Highland Conditions, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 97, s. 295–308.
- Bahtiyar, M. 2006. Su Erozyonunun Oluşumu ve Nedenleri, (tema.org.tr/trcevre_kutuphanesi/erozyon/pdf/ToprakErozyonuOlusumuNedenleri.pdf)
- Bayramin, İ., Erpul G., Erdoğan E.H. (2006). Use of CORINE Methodology to Assess Soil Erosion Risk in the Semi-Arid Area of Beypazarı–Ankara, Turkey. *Turkish Journal of Agricultural and Forestry*, 30:81–100.
- Bayramin, İ., Dengiz O., Başkan O, Parlak M. (2003). Soil Erosion Risk Assessment with ICONA Model, Case Study: Beypazarı Area. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 27:105-116.
- Balcı N., Ökten, Y. (1987). Sel Kontrolü, KTÜ Basımevi, Trabzon
- Bocco, G. and Valenzuela, C.R. (1988). Integration of GIS and image processing in soil erosion studies using ILWIS. *ITC Journal*, (4); 309-319.
- Blaszczynski, J. (1992). Regional soil loss prediction using the RUSLE/GIS interface. *Geographic information systems (GIS) and mapping-practices and standards* (edited by Johnson, A.I.; Pettersson, C. B.; Fulton, J. L.).p. 122-131, USA.

- Canpolat, O. (1981). Türkiye Topraklarının Tarımsal Kullanıma Uygunluk Bakımından İncelenmesi. DSİ Toprak ve Su Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı Bildirileri, Cilt 1, Ankara. s. 326-336.
- Cambazoğlu, M.K. and Göğüş .M. (2004). Sediment Yields of Basins in the Western Black Sea Region of Turkey. *Turkish J. Eng. Env. Sci.*, 28:355-367.
- Chakraborty, D., D. Dutta, H. Chandrasekharan. (2005). Spatial Modelling for Hydrological Response Behaviour of an Arid Watershed, India-Remote Sensing and GIS Approach. *Journal of Spatial Hydrology*, 5(1):47-66.
- Çanga, M.R. (1981). Bala Devlet Üretim Çiftliği topraklarının erozyon Eğiliminin saptanması ve toprak koruma planının yapılması üzerinde Bir araştırma , Doktora Tezi (basılmamış), 149 s., Ankara
- Çanga, M.R. (1985). Toprak ve Su Koruma. A.Ü.Ziraat Fak.Yayımları No:1386, Ders Kitabı No:400. 10-30-31-43-45 s
- Çanga, M., Erpul, G. (1994). Toprak İşlemeli Tarım Alanlarında Erozyon ve Kontrolü. *Topraksu*, 3(2), 14-16.
- Çanga, M.R.(2004). *Tarım Bilimleri Dergisi*. 2004.10 (2) 136-143
- Çepel, N. (1997). Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar, TEMA Vakfı Yayınları 14, İstanbul
- Çullu, M.A. (1993). Coğrafi Bilgi Sistemleri ve uzaktan Algılama Teknikleri Yardımıyla Toprak erozyonunun Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. Toprak Anabilim Dalı (Doktora Tezi). Adana. 126 s.
- Çullu, M.A., U. Dinç, S. Şenol, N. Öztürk. (1995). Türkiye Uydu Verileri Yardımıyla GAP Bölgesi Topraklarının Haritalanması. Türkiye II. ARC/INFO ve ERDAS Kullanıcıları Grubu Toplantısı. Bildiriler. ODTÜ-İşlem Müh. Ltd. Şti, Ankara.s. 125-133.
- De Jong, S.M. (2006). Derivation of Vegetative Variables from a Landsat TM Image for Modelling Soil Erosion. *Earth Surface Processes and Landforms*, 19(2):165-178.

- Doğan, O. ve C. Güçer. (1976). Su Erozyonunun Nedenleri, Oluşumu ve Üniversal Denklem İle Toprak Kayıplarının Saptanması. T.C. Köy İşleri Bak. TOPRAKSU Genel Müd. TOPRAKSU Araş. Enst. Müd. Yay. No.41. Ankara. 159 s.
- Doğan, O., Küçükçakar, N. (1996). Ankara Şartlarında Üniversal Toprak kaybı eşitliği Parametreleri, KHGM Ank. Arş. Ens. Müd. Genel Yay. No:203, Ankara
- Doğan, M. ve Kaya, C.Ş. (1997). Gaziantep İl Turizm Müdürlüğü yayımları, Gaziantep.
- Doğan, O. ve N. Küçükçakar. (1997). Güneybatı Akdeniz Kıyı Bölgesinde Eşen Havzası Erozyon Haritalama Çalışması. Hava Fotoğraflarının Araziye Uyarlanması ve Bu Bağlamda Ayrımlı Amaçlara Yönelik Toprak Haritalama Sistemleri, Workshop:2, 12-14 Şubat, E.Ü.Z.F.Toprak Bölümü, Bornova, İzmir, s. 45-55.
- Doğan, O. and O. Denli. (1999). Precipitation-Aridity-Erosion Indices and Arid Periods in Turkey. *General Directorate of Rural Services. Technical Publication No: 60.209 p.117*
- Doğan, O., H. Cebel, N. Küçükçakar, S. Akgül. (2000). Türkiye Büyük Toprak Gruplarının Erozyona Duyarlılık “K” Faktörleri. KHGM, APK Dairesi Başk.,Toprak ve Su Kaynakları Araş. Şube Müd. Yay No:111, Rehber No:17, Ankara. 204 s.
- Doğan, O., Özel M.E., Yıldırım H., Küçükçakar N. (2000a). Erosion risk mapping of Dalaman Basin located in west Mediterranean Region using CORINE method. *Proceedings of International Symposium on Desertification. Konya-Turkey, ss.125-129.,*
- Doğan, O. (2002). Türkiye Yağışlarının Erozyon Oluşturma Gücü ve Universal Toprak Kaybı Eşitliğinin Yağış Erozyon İndeks Değerleri. KHGM, Ankara Araş. Enst. Müd.Yay., Genel Yay. No:220, Rapor Yay. No:R-120, Ankara. 211 s.

- De ROO, A.P.J. (1993). Modelling Surface Runoff and Soil Erosion in Catchments Using Geographical Information Systems: Validity and Applicability of the 'ANSWERS' Model in Two Catchments in the Loess Area of South Limburg (The Netherlands)
- Zengin,M., Özer,S., Özgül,M.(2009). *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 40 (1), 2009, 9-19 s
- İrvem, A., Tülücü, K. 2004. Coğrafi Bilgi Sistemi ile Toprak Kaybı ve Sediment Verimi Tahmin Modelinin (EST) Olusturulması ve Seyhan-Körkün Alt Havzasına Uygulanması. <http://fbe.cukurova.edu.tr/makale/cografibilgisistemi.pdf>.
- İrvem, A., F. Topaloğlu, V. Uygur. (2007). Estimating Spatial Distribution of Soil Loss Over Seyhan River Basin in Turkey. *Journal of Hydrology*, 336:30-37.
- Erpul ,G. 2009. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi kesin raporu proje no: 07B4347001
- Erpul, G., Ozcan, A.U., Basaran, M., and Erdogan, E. H. (2008). Use of USLE/GIS technology integrated with geostatistics to assess soil erosion risk in different land uses of Indagi Mountain Pass—Cankırı, Turkey. *Environal Geology*, 53:1731–1741.
- Ekinci,D. (2005). *İstanbul Üniversitesi Edebiyat fakültesi Coğrafya Dergisi* Sayı:13, sayfa 109-119
- Evans, R. (1980). Mechanics of water erosion and their spatial and temporal controls; an empirical viewpoint. In Kirkby, N.Y. and R.P.C. MORGAN, (Eds.), *Soil erosion*, Wiley, 109-128.
- Gemalmaz, H.A., H. Demirbüken, H. Aztopal, N. Çalış. (1993). Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknikleri Uygulanarak Erozyon Riski Taşıyan Alanların Belirlenmesi Türkiye İçin Bir Çalışma. Araştırma Sempozyumu '93, Türkistatistik Derneği, Türk matematik Derneği ve T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, 22-24 Kasım 1993, Ankara. s. 134-149.

- Güçer, C. (1972). Yağışların erosive potansiyellerinin hesaplanması ve Türkiye Ağaçlarının erosive potansiyelleri. Merkez Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 118 s., Ankara.
- Güçdemir, İ.H. ve Kalınbacak, K. (2008). Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, *Toprak, Su ve Bitki Analizi için Numune Alınması* (Genişletilmiş Yeni Baskı.), Genel Yayın No: 68, Çiftçi Yayınları No: 3 Ankara
- Günay,T. (1995). *Orman, Ormansızlaşma, Toprak ve Erozyon*, 3.Basım, Tema Vakfı Yayınları, No:1, Eskişehir,
- Hudson, P.F. 2005. Soil Erosion Modeling Using the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) In a Drainage Basin in Eastern Mexico, Environmental GISNotes.http://www.utexas.edu/depts/grg/hudson/grg360g/EGIS/labs_04/Lab9/lab9_soil_erosion_05.htm. (14.03.2007).
- Kinnell, P.I.A. (2001). Slope Length Factor For Applying The USLE-M To Erosion In Grid Cells. *Soil Till. Res.*, 58: 11–17.
- Karaburun,A. , Demirci,A., Karakuyu ,M. 2009. Fatih Üniversitesi BAP Proje no: P51060801-2
- Karabulut.M. (2008).*KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 11(2), 2008.14-15 s
- Kinnell P.I.A. (2000). “AGNPS-UM: applying the USLE-M within the agricultural nonpoint source pollution model” *Environmental Modelling&Software*, 15 (2000) 331-341, Australia
- Kalin, L. (2003). Evaluation of Sediment Transport Models and Comparative Application of Two Watershed Models, National Risk Management Research Laboratory,
- Lal, R. (1988). Soil Erosion Research Methods, Soil and Water Conservation Society, Netherland *Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Ekoloji Dergisi* 17,65 2007,11-20 s

- McCool, D.K., Brown, L.C., G.R., Mutchler, C.K. and Meyer, L.D. (1987). Revised slope steepness factor for the universal soil loss equation. Transactions of The ASAE, 30 (5); 1387-1396.
- MTA, 2010. Gaziantep İli Jeolojisi, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Resmi Web Sitesi,(<http://www.mta.gov.tr/mta/bolge/adana/gaziantep.htm>, 04.02.2012)
- Munsuz, N. (1973). Toprak İslah Edici Sentetik Maddelerin Toprak Su Diffuzivitesine Etkisi Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fak. Yayınları, 523.
- Moore, I.D., Burch, G.J. (1986). Physical basis of the length-slope factor in the Universal Soil Loss Equation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50, 1294-1298
- Morgan, R.P. 1995. Soil Erosion and Conservation, Second Edit. Longman Group, Cranfield . 412 p.
- Öztürk, F. ve Okman, C. (1988). Su toplama havzalarının sediment iletim oranının Bulunması. III.Ulusal Kültürteknik kongresi, 20-23 Eylül, s.761-769, İzmir.
- Öztürk, N. (1995). Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS) ve Sayısal Uydu Verilerinin Detaylı Toprak Etüdlerinde Kullanma Olanakları. (Doktora Tezi) Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. Toprak Anabilim Dalı, Adana. 106 s.
- Özden, S. and Özden, D-M. (1998). Turkey erosion estimation model-Turtem, International symposium on arid region soils; share our experiences to conserve the land, Izmir, Turkey.
- Özden ,D.M., Dursun,H. and SEVINC,A.N.(2000). The Land Rresources of Turkey and Activities of General Directorate of Rural Services,Proceedingsof International Symposium on Desertification,13-17 June 2000,S 22-26,Konya,Turkey
- Öztürk, F. 2002. Yüzey Akış ve Sediment Miktarının AGNPS Modeli ile Belirlenmesi. A. Üniv. Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu, Ankara. 32 s.

- Richards, L.A. 1954. US Salinity Lab., US Department of Agriculture Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Handbook 60. California, USA.
- Renard, K.G. and J.R. Freimund. (1994). Using Monthly Precipitation Data to Estimate the R-factor in the Revised USLE. *Journal of Hydrology*, 157:287-306.
- Renard, K.G., J.M. Laflen, G.R. Foster, D.K. Mccool. (1994). The Revised Universal Soil Loss Equation, In: R. Lal (Editor), Soil Erosion Research Methods, Second edit. St. Lucie Press, Ankeny, 340 p.
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., McCool D.K., Yoder, D.C. (1996). Predicting soil erosion by water. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Agriculture Handbook 703
- Richter, G. ve Negendank, J. (1977). Soil erosion processes and measurement in the German Area of the Moselle River. *Earth Surface Processes* 2: 185-190
- Sarı, M. (2000). Toprak Erozyonu'na Farklı Bir Yaklaşım, Erozyonla Mücadele TEMA Eğitim Semineri Notları, s:55-68, İstanbul
- Sarı, M. 2005. Toprak Erozyonuna Farklı Bir Bakış, (tema.org.tr /trcevre_kutuphanesi/erozyon 12.03.2012)
- Sayın, S. (1983). Eskişehir yöresi kuru tarım koşullarında bazı tarımsal uygulamaların su erozyonlarına etkileri. Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları No 58, 100 s., Tokat.
- Sönmez, K. (1994). Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayınları. Toprak Koruma Ders Kitabı No: 169, S.192, Erzurum
- Sohan, W. and S. Lal. (2001). Extraction of Parameters and Modelling Soil Erosion Using GIS in a Grid Environment, Center for Remote Imaging, Sensing and Processing. 42 p.
- Schmidt, J. (1996). Entwicklung und anwendung eines physikalisch begründeten simulationmodells für die erosion geneigter landwirtschaftlicher lundflächen. *Berliner Geographische Abhandlungen*, Heft, 61.

- Schlichting, M., ve Blume, E. (1966). Verlag Paul Pary, *Bodenkundliches Practium* Hamburg and Berlin.
- Tunç,E., Schröder,D.(2010). Ankara'nın Batısındaki Tarım Topraklarında USLE ile Erozyon Boyutunun Tespiti. *Ekoloji* 19, 75, 58-63.
- Topçu, S. (1998). Tarım Mühendisliğinde Çevre Sorunları. Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yay.No:207, Ders Kitap No:A-65, Adana. 269 s.
- Üstüntaş, T. 2000. Uydu Görüntülerinin Bulanık Sistem Yöntemleri ile İşlenerek Erozyon Miktarının Belirlenmesi, İTÜ Araştırma Fonu Projesi Teknik Raporu, Proje no:1186, İstanbul.
- Walkley, A., Black, L.A. (1934). An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 39:29-38
- Wischmeier, W.H. (1959). A Rainfall Erosion Index for a Universal Soil Loss Equation. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.*, 23:246-249.
- Wischmeier, W.H. and D.D. Smith. (1978). Predicting Rainfall Erosion Losses Guide to Conservation, Agricultural Handbook 537. Planning, Science and Education Administration. US Dep. of Agriculture, Washington, DC, USA. 58 p.
- Williams, J.R. and Berndt, H.D. 1972. Sediment yield computed with Universal Equation. *Journal of the Hydraulics Division, ASCE*, Vol.98, No.HY12, Proc.paper 129426; 2087-2098. USA.
- Yılmaz, E. (2006). Çamlıdere barajı havzasında erozyon problemi ve risk analizi. T.C.Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya (Fiziki Coğrafya) Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Ankara-2006.