



## MALATYA KUZEYDOĞUSUNDA BALLI VE MEMİKAN DERELERİ ARASINDAKİ SAHANIN EROZYON DUYARLILIK ANALİZİ

**Vedat AVCI\***  
**Murat SUNKAR\*\***  
**Ahmet TOPRAK\*\*\***

### Öz

*Bu çalışmada, Malatya'nın kuzeydoğusunda yer alan Ballı ve Memikan dereleri arasındaki sahanın erozyon duyarlılık analizi yapılmıştır. İncelenen alanda, granit, granodiyorit ve gabro gibi derinlik kayalarından oluşan Baskil Mağmatitleri ile kumtaşı, marn ve konglomeradan oluşan Eosen birimleri geniş yüzeyleme alanına sahiptir. Malatya kuzeydoğusunda, iklim özellikleri, litolojik yapı ve bitki örtüsünün tahrip edilmesi nedeniyle çok şiddetli erozyon yaşanmaktadır. Yaşanan erozyonun etkisi ve erozyon duyarlılığının belirlenmesi amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) yazılımları kullanılarak analizler yapılmıştır. Bu analizlerde litoloji, eğim, akarsu yoğunluğu, bitki örtüsü ve toprak parlaklığı gibi veriler kullanılmıştır. Erozyon üzerinde etkili olan bu faktörler önem derecelerine göre sınıflandırılmış ve her faktörün erozyon üzerindeki etkisine göre ağırlık değeri atanmıştır. Ağırlık değeri atanan katmanlar Raster Calculator ile toplanarak erozyon duyarlılık haritası oluşturulmuştur. Analiz sonuçlarına göre, erozyon duyarlılığı çok düşük olan alanların oranı % 11, düşük duyarlı alanların oranı % 16, orta duyarlı alanların oranı % 27, yüksek duyarlı alanların oranı % 37, çok yüksek duyarlı alanların oranı % 9'dur. Analiz sonuçlarına göre erozyon duyarlılığı yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlara göre, yöredeki erozyonla mücadele çalışmaları kararlılıkla yürütülmelidir.*

**Anahtar Kelimeler:** Malatya, erozyon duyarlılığı, coğrafi bilgi sistemleri (cbs), uzaktan algılama (ua).

\* Yrd.Doç.Dr. Bingöl Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, vavci.12@gmail.com

\*\*Prof.Dr. Fırat Üniversitesi İnsani ve Sosyal Bilimler Fakültesi, sunkarmurat@gmail.com

\*\*\*Arş.Gör. Fırat Üniversitesi İnsani ve Sosyal Bilimler Fakültesi, atoprak@firat.edu.tr

## EROSION SUSCEPTIBILITY ANALYSIS OF THE AREA BETWEEN MEMİKAN AND BALLI STREAMS LOCATED IN THE NORTHEAST OF MALATYA

### **Abstract**

*The aim of this study is to analyze the erosion susceptibility of the area between Ballı and Memikan streams, which are located in the northeast of Malatya. In the research area, Baskil migmatites formed by plutonic rocks such as granite, granodiorite and gabbro and Eosen units formed by sandstone, marl, and conglomerate have a wide surfacing area. Very severe erosions have been taking place in the northeast of Malatya due to climatic characteristics, lithological structure and destruction of vegetation. In order to determine the effect of the erosion and erosion susceptibility, certain analyses have been done using Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS) software. In this analysis data about lithology, slope, stream density, vegetation and soil brightness have been used. These factors having an effect on erosion have been classified according to their importance and the weight value of each factor has been assigned according to their effect on erosion. Layers, whose weight values have been assigned, have been overlaid using Raster Calculator and erosion susceptibility map has been created. According to the results of the analysis, areas, whose erosion susceptibility is very low, account for 11%, areas in low-class account for 16 %, 27 % of the area is in medium class, 37 % of the area is in high class, and finally 9% of the area is in very high class. Based on this, erosion susceptibility has been determined to be very high. According to these results, efforts of combating erosion in the region must be carried out with determination.*

**Key Words:** Malatya, erosion, erosion susceptibility, geographic information systems (gis), remote sensing (rs).

### **1. GİRİŞ**

Toprak erozyonu, erozyon etmenleri tarafından toprak materyallerinin aşınma ve taşınma süreci olarak tanımlanır (Ellison, 1947). Türkiye aşınma, taşınma ve birikme olaylarının en şiddetli olarak hüküm sürdüğü ülkelerin başında gelmektedir. Nitekim ülkemiz arazisinin en az yarısında çeşitli derecede erozyon aktif halde devam etmekte ve akarsularımız vasıtasıyla bir yılda ortalama olarak taşınan yüzer haldeki katı madde miktarı en az 380 milyon tonun üzerindedir (Atalay, 1984). Bir kilometre karelik alanda oluşan yıllık toprak kaybı, Türkiye'de

800 ton iken, Avrupa'da 84 ton, Amerika kıtasında 491 ton ve Asya'da 610 tondur (Doğan, 1995).

Mater (2004)'e göre erozyon miktarı ve şiddeti üzerinde topoğrafya, drenaj alanı, vejetasyon çeşidi, tipi ve yüzeyi, iyi gelişmiş yüzeysel drenajın varlığı ya da yokluğu ve jeolojik tabakaların özellikleri etkili olmaktadır. Toprak kaybı üzerine ana materyalin (jeoloji ve toprak), eğim, bakı ve arazi kullanımının etkileri birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır (Andre ve Anderson, 1961; Weaver, 1991). Erozyon duyarlılık analizlerinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) teknolojileri kullanılarak daha sağlıklı sonuçlara ulaşmak mümkündür. Nitekim son yıllarda ülkemizde bu konu ile ilgili çalışmaların sayısında artış görülmektedir (Akgün, 2007; Chen, Pan ve Cai, 2007; Cürebal ve Ekinci, 2006; Çilek ve Berberoğlu, 2013; Erkal, 2012; Karabulut ve Küçükönder, 2008; Kızılelma ve Karabulut, 2014; Park, Jeon, Jung ve Choi, 2011; Tağıl, 2007; Tombuş ve Ozulu, 2007; Özşahin, 2014).

Türkiye'nin konumu, iklimi, jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri nedeniyle erozyon duyarlılığı yüksektir. Bu konumu nedeniyle yarı kurak iklim şartlarının görüldüğü alanlarda şiddetli erozyon yaşanmaktadır. Erozyon sonucunda toprakların verim gücü azalmakta, barajlar ekonomik ömürlerinden önce dolmakta, sel ve taşkınlar afet boyutunda etkili olmaktadır. Malatya Havzası'nın doğusunda yer alan Ballı ve Memikan dereleri havzalarında yaşanan erozyonla toprakların verim gücü azalmıştır. Erozyonla taşınan malzeme, Karakaya Baraj Gölü'nde siltasyona neden olmaktadır. İki akarsu havzasında görülen şiddetli erozyon bu havzalarda yaşayan nüfusu önemli ölçüde etkilemektedir. Bu etkilenmeyi en aza indirebilmek amacıyla havzalarda geniş alanlı erozyon önleme ve ağaçlandırma çalışmaları yapılmıştır. Erozyon önleme çalışmalarından sonra havzaların genel durumunu ve erozyon önleme çalışmalarının gerekliliğini ortaya koymak amacıyla bu çalışma hazırlanmıştır.

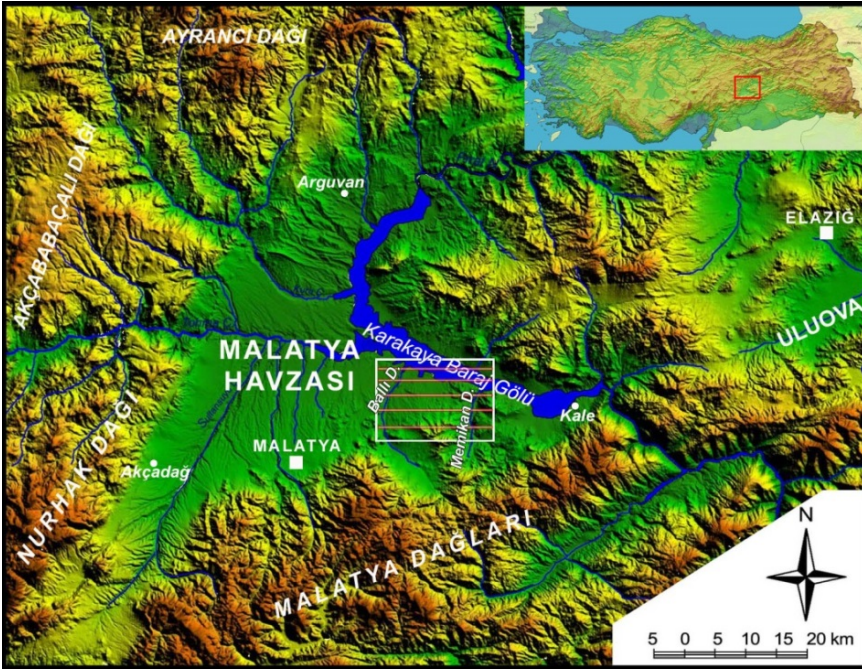
### 1.1. Çalışma Alanı ve Başlıca Coğrafi Özellikleri

Doğu Anadolu Bölgesi'nin batısında yer alan Malatya genelinde iklim ve litolojik özelliklere bağlı olarak şiddetli erozyon yaşanmaktadır. Erozyonla taşınan sedimentler Karakaya Baraj Gölü'nde depolanmaktadır. Toprak kaybı ile birlikte baraj gölünün sedimentle dolması yöre için risk oluşturmaktadır. Bu çalışmada, Malatya'nın kuzeydoğusunda yer alan ve şiddetli erozyonun yaşandığı Ballı ve Memikan (Şişman) dereleri arasında kalan sahanın erozyon duyarlılığı incelenmiştir (Şekil 1).

Ballı (Derme) ve Memikan (Şişman)\* dereleri kaynağını güneydeki Beydağı'ndan (2591 m) alarak Karakaya Baraj Gölü'ne dökülmektedir. Beydağı kuzeyinde iki akarsu havzasını birbirinden Selvi Dağı (1412 m) ayırmaktadır. Selvi Dağı doğuda Malatya Havzası'nı sınırlandırmaktadır. İncelenen alan morfolojik olarak havza tabanı ve dağlık alandan oluşmaktadır. Güneyde Selvi Dağı dağlık sahayı, bunun kuzeyindeki düzlükler ise havza tabanına karşılık gelmektedir.

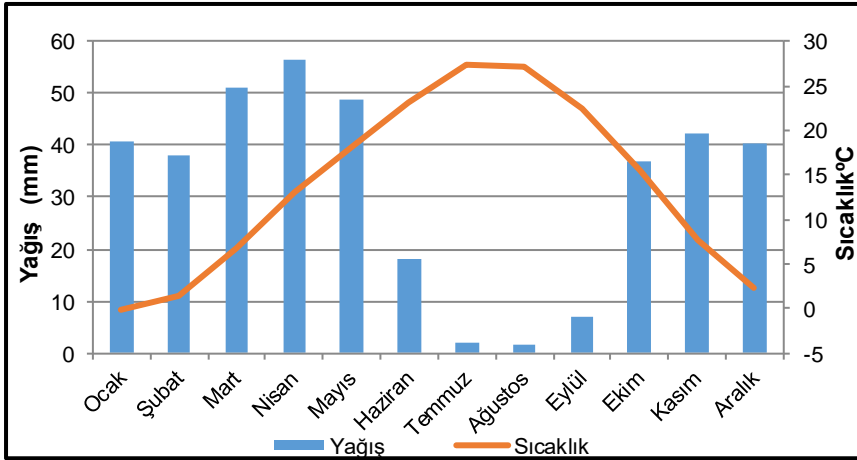
---

\* Yörede Ballı Dere için *Derme Deresi*, Memikan Deresi için *Şişman Çayı* adları kullanılmaktadır. Fakat 1/25.000 ölçekli topografya haritalarında Ballı ve Memikan şeklinde geçtiği için bu isimler kullanılmıştır.



**Şekil 1.** Malatya Kuzeybatısında Yer Alan Ballı ve Memikan Dereleri Arasındaki Sahanınin Lokasyon Haritası.

Malatya kuzeydoğusunda dağlık alanlarda şiddetli erozyonun yaşanmasında magmatik yapının etkisi büyüktür. Selvi Dağı ve çevresinde Üst Kretase yaşlı granit, granodiyorit, diyorit ve aglomera ile tüf ardalınmasından oluşan magmatik kayalar geniş yüzeyleme alanına sahiptir (MTA, 1986). Yörede görülen iklim şartları nedeniyle magmatik kayalar çok hızlı ayrışmaya uğramaktadır. Yağış ve sıcaklık özellikleri açısından Akdeniz iklimine yakın şartların görüldüğü yörede kış mevsimi soğuk ve yağışlı, yaz mevsimi ise sıcak ve kurak geçmektedir (Şekil 2). Bu iklim şartları ve litolojik özellikler nedeniyle inceleme alanında çok şiddetli erozyon yaşanmaktadır.



Şekil 2. Malatya'da Aylık Ortalama Sıcaklık ve Yağış Grafiği (1950-2015 DMİ, 2015)

Ballı Dere Havzası'nda erozyonla birlikte sel ve taşkın riski de çok yüksektir (Toprak ve Günek, 2015). Erozyonla taşınan malzeme baraj gölünde depolanarak hızlı siltasyona neden olmaktadır. Sahanın bu özelliği nedeniyle baraj yapıldıktan sonra erozyon kontrol çalışmalarına hız verilmiştir. Bu kapsamda da yörede geniş alanlarda ağaçlandırma çalışmaları yapılmıştır. İlk yıllarda badem, akasya, meşe türleri, son yıllarda çam türleri dikilmiştir. Bu alanda sürdürülen erozyon kontrol çalışmaları ve mevcut erozyon durumu dikkate alındığında, erozyonun birinci derecede riskli olay olduğu görülmektedir. Her iki akarsu havzasında da erozyonun en yüksek afet riski oluşturması dikkate alınarak, duyarlılık analizleri yapılmıştır.

## 2. YÖNTEM

Bu çalışmada erozyonu etkileyen litoloji, eğim, akarsu yoğunluğu, bitki örtüsü (NDVI) ve toprak parlaklığı (soil brightness) faktörleri kullanılmıştır. Her faktörün alt parametreleri için önce uzman puanlaması yapılmış, daha sonra bu faktörlerin ağırlık değerleri ikili karşılaştırma yöntemiyle bulunmuş ve elde edilen faktör haritaları karşılaştırılarak sonuç haritası üretilmiştir.

Çalışma alanını kapsayan 1/100.000 ölçekli Malatya İ26, İ27 jeoloji paftaları sayısallaştırılmış ve litoloji haritası oluşturulmuştur. Uzman görüşü dikkate alınarak, litolojik birimlere erozyon üzerindeki etki derecesine göre ağırlık değeri atanmıştır. Uzman puanlama değerleri sahada yapılan arazi gözlem ve çalışmalarına göre belirlenmiştir. Topoğrafya haritalarından Sayısal Yükselti Modeli (SYM) oluşturulmuş, bu modelden eğim haritası üretilmiş ve yeniden sınıflandırılmıştır. Bu işlemler için ArcGIS 10.1 yazılımı Spatial Analiz Modülü kullanılmıştır. Topoğrafya haritalarından mevsimlik ve sürekli akarsular sayısallaştırılmış, bu akarsuların uzunlukları km cinsinden hesaplanmış, Line Density Toolu ile akarsu yoğunluğu (km/km<sup>2</sup>) bulunmuş ve eşit aralıklarla sınıflandırılmıştır.

Çalışma alanında bitki örtüsünün dağılışı NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) değerleriyle ortaya konulmuştur. NDVI, bitki örtülerinin yeşillik miktarını belirleyen bitki indislerinden birisidir (Melesse ve Jordan, 2003; Sellers, 1985; Wang ve Tenhunen, 2004). Ayrıca, güneşten ve bakış açısından kaynaklanan değişik aydınlanma özellikleri ve gölge etkisini önemli derece ortadan kaldırmaktadır (Holben ve Frasher, 1984; Schultz ve Engman, 2000; Sotomayor, 2002). Bu amaçla 11 Haziran 1984 Landsat MSS, 17 Haziran 2015 tarihli Landsat 8 uydu görüntüleri kullanılarak NDVI değerleri aşağıdaki formülle belirlenmiştir.

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR-RED}}{\text{NIR+RED}} \quad (1)$$

Burada, NIR ışık spektrumun yakın kızılötesi dalga boyunu (0.68 – 0.78  $\mu\text{m}$ ), RED ise kırmızı bölge dalga boyunu (0.61 – 0.68  $\mu\text{m}$ ), NDVI (birimsiz) ise vejetasyon indeks değerini temsil etmektedir (Tucker, 1979). NDVI değerleri teorik olarak (-1) ile (+1) arasında değişmektedir. Bitki örtüsünün fazla olduğu alanlarda indeks değeri +1'e doğru yaklaşırken, bulutlar, su, kar ve bitki örtüsünden tamamen

yoksun alanlar düşük (eksi) NDVI indeks değerlerine sahiptir. Çıplak toprak ve zayıf bitki örtüsü durumunda ise sifıra yakın NDVI değerleri hesaplanmıştır (Hatfield, Kanemasu, Asrar, Jackson, Pinter, Reginato ve Idso, 1985).

Toprak parlaklığı için Landsat 8 uydu görüntüsüne Baig, Zhang, Shuai ve Tong (2014) tarafından önerilen aşağıdaki formül kullanılarak Tasseled Cap dönüşümü uygulanmıştır.

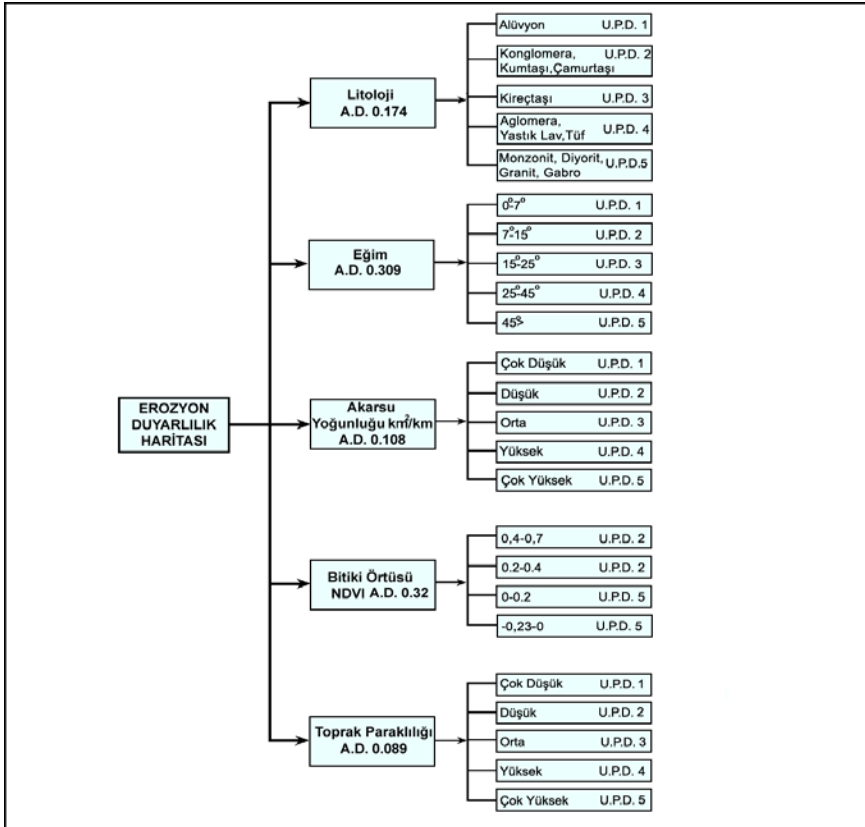
$$TPI = 0.3029 \times B2 + 0.2786 \times B3 + 0.4733 \times B4 + 0.5599 \times B5 + 0.508 \times B6 + 0.1872 \times B7 \quad (2)$$

Toprak parlaklığı sonuçlarına göre raster verinin histogramı kullanılarak topraklar, ince tekstürden kaba tekstüre doğru sınıflandırılmıştır. NDVI ve toprak parlaklığı haritaları (10x10 m) diğer haritalarla aynı hücre boyutunda yeniden sınıflandırılmıştır.

Erozyon üzerinde etkili olan faktör haritaları oluşturulduktan sonra her faktör haritasında yer alan sayısal verilerin anlamlandırılması ve standart bir ölçüde gruplandırılması amacıyla uzman puanlaması kullanılmıştır (Şekil 3). Katman alt sınıflarının ağırlık değeri ağırlıklı çakıştırma yöntemi ile belirlenmiştir. Bu yöntem farklı giriş değerlerinin aynı hücre boyutunda değerlendirilmesi tekniğidir. Çakıştırma veya birçok hücreli analizde yeniden sınıflanmış veya tamsayı değer içeren raster veriler kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Bundan dolayı analizde kullanılmak istenen rasterlerin yeniden sınıflandırılması veya doğrudan tamsayı değer içermesi gerekmektedir (ArcGIS Desktop, 2017). Bu nedenle ondalıklı sayı değerine sahip raster verilerin tam sayı değerine dönüştürülmesi için yeniden sınıflandırmaları gerekmektedir (Çabuk, Uyguçgil, Çabuk ve İnceoğlu, 2010). Tüm katmanlar yeniden sınıflandırılmış ve CBS ortamında alt katmanlara ağırlık değeri eklenmiştir.



Erozyon kompleks bir süreç olduğu için duyarlılık çalışmalarında erozyona neden olan her faktörün ağırlık derecesini değerlendirmek gereklidir. Ağırlık değerlendirilmelerine yönelik en uygun ve en fazla kullanılan yöntemlerden biri Analitik Hiyerarşi Süreçleri (AHP) yöntemidir (Li, Zeng, Zhang, Yang ve Jiao, 2007). Bu çalışmada litoloji, eğim, akarsu yoğunluğu, bitki örtüsü ve toprak parlaklığı katmanlarının ağırlık değerleri, Quantum GIS yazılımı Easy AHP eklentisi kullanılarak, ikili karşılaştırma matrisiyle belirlenmiştir (Tablo 1; Şekil 3). Saaty (1977) tarafından geliştirilen İkili karşılaştırma matrisi, Analitik Hiyerarşi Süreçleri (AHP) yöntemi ile birlikte sık kullanılmaktadır.



**Şekil 3.** Erozyon Duyarlılık Analizlerinde Kullanılan Parametreler ve alt sınıflarının Analitik Hiyerarşi, Uzman Puanlama Ve Ağırlıklı Çakıştırma Yöntemine Göre Elde Edilen Ağırlık Değerleri (A.D.= Ağırlık Değeri; U.P.D.= Uzman Puanlama Değeri).

Karşılaştırma matrisi, çok yönlü değerlendirmeye imkân vermekte olup görece önemliliğe sahip kriterlerin ve tutarlılık derecelerinin belirlenmesine, ortalamaların geliştirilmesine imkân sağlamaktadır (Saaty, 1977). Tutarlılık oranı, rastgele oluşturulan matris derecelendirmesindeki olasılığı tanımlamaktadır.

**Tablo 1.** Erozyon Duyarlılığında Kullanılan Katmanların Ağırlıklarının Belirlenmesi İçin Oluşturulan İkili Karşılaştırma Matrisi Değerleri

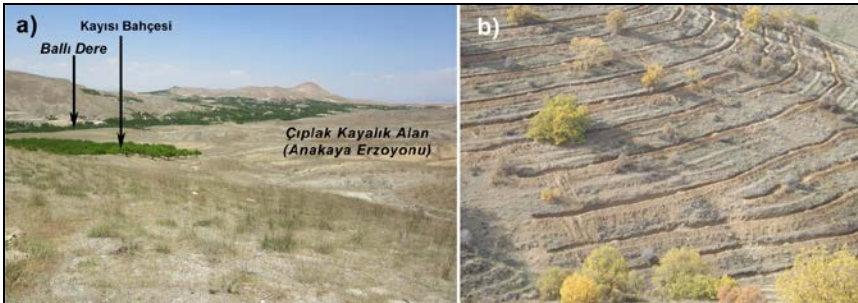
Faktör Haritaları/ Katmanlar	Eğim	Akarsu Yoğunluğu	Toprak Parlaklığı	Litoloji	NDVI
Eğim	1	3.0	3.0	2	1
Akarsu Yoğunluğu	0.333	1	1	0.5	0.5
Toprak Parlaklığı	0.333	1	1	0.5	0.2
Litoloji	0.5	2	2	1	0.5
NDVI	1	2	5	2	1

Saaty (1977) tarafından önerilen maksimum tutarlılık oranı 0,10'dur. Bu oranın üstünde bir değer elde edilirse matris değerlerinin yenilenmesi veya değerlendirmenin tekrar yapılması gereklidir. Kısaca işlemin başarısız olması durumunda problemin daha doğru bir biçimde tekrar kurulması gereklidir (Drobne ve Lisec, 2009). Çalışma alanı için uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi sonuçları (CR=0,018) kabul edilebilir değerden çok daha düşük çıkmıştır. Elde edilen sonuca göre verilen katman ağırlık değerlerinin uygun olduğu görülmektedir. Her sahada erozyona neden olan faktörlerin etki derecesi değiştiğinden, bu yöntemde kullanılacak ağırlık değerleri bu çalışmada da olduğu gibi arazi gözlemlerine göre belirlenmelidir.

### 3. BULGULAR

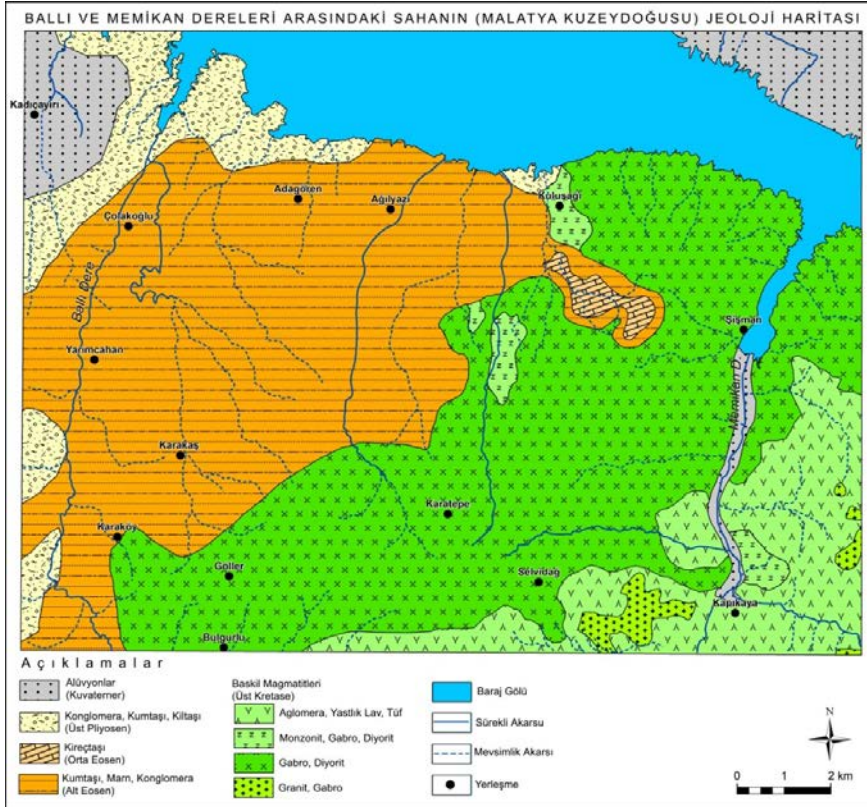
#### 3. 1. Jeolojik Özelliklerin Erozyon Üzerindeki Etkisi

Ballı ve Memikan dereleri arasındaki sahada granit, gabro ve diyoritten oluşan Üst Kretase yaşlı magmatik kayalar geniş yüzeyleme alanına sahiptir (Şekil 4). Yörede yapılan çalışmalarda bu birimler Baskil Mağmatitleri (Yazgan ve Asutay, 1981) ve Elazığ Mağmatitleri (Turan, Aksoy ve Bingöl, 1995) adları altında incelenmiştir. Bu birim, Selvi Dağı güney ve doğusunda aglomera, yastık lav ve tuf araldanmasından, Selvi Dağı kuzeyinde ise granit ve granodiyoritlerden oluşmaktadır. Bu alandaki magmatik kayalar hızlı fiziksel ayrışmaya uğrayarak şiddetli erozyonun yaşanmasına neden olmaktadır. Selvi Dağı ile baraj gölü arasında Eosen yaşlı kumtaşı marn ve konglomera araldanmasından oluşan birimler yüzeylemektedir. Her yıl fiziksel olarak ayrışan bu malzeme erozyonla taşınmaktadır. Karaköy ve Bulgurlu arasında bu oluşumu destekler nitelikte anakaya yüzeylemeleri görülmektedir (Foto 1a). Aglomera ve tüflerin yüzeyletiği alanlardaki ayrışma da magmatik kayaların yüzeyletiği alanlardaki gibidir. Dağlık alanların bu özelliği nedeniyle ağaçlandırma çalışmalarında merdiven basamakları yöntemi kullanılmaktadır (Foto 1b).

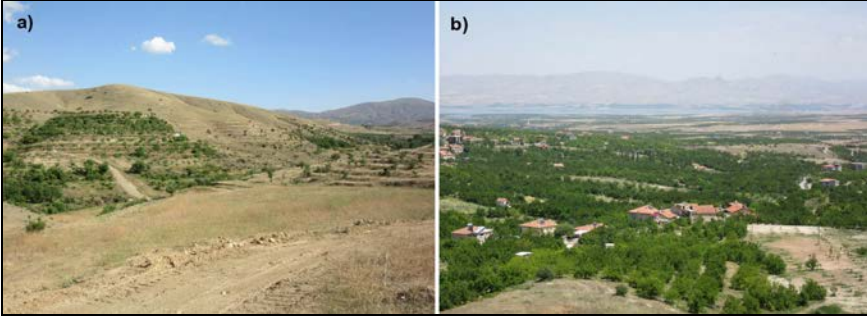


**Foto 1.** Bulgurlu ve Karaköy Arasında Granitlerin Yüzeyletiği Alanlarda Görülen Anakaya Erozyonu (A) ve Selvi Dağı Yamaçlarında Merdiven Basamaklı Ağaçlandırma Çalışmaları.

Ballı Dere doğusunda ise Pliyosen, Pliyo-Kuvaterner dönemine ait konglomera, kumtaşı ve kireçtaşı ardanmasından oluşan birimler görülmektedir (MTA, 1986). Ballı ve Memikan dereleri arasındaki sahada magmatik kayaların yüzeylediği alanlarda hızlı ayrışma nedeniyle ana kaya yüzeye çıkmıştır. Selvi Dağı kuzeyinde havza tabanına karşılık gelen marn ve kumtaşı yüzeylemelerinin görüldüğü alanlarda da şiddetli erozyon yaşanmaktadır. Fakat havza tabanında meyvecilik faaliyetlerine bağlı olarak kayısı bahçelerinin artışı erozyonu önemli ölçüde engellemektedir (Foto 2). Son yıllarda dağlık alanlara geçişteki eğimli yamaçlarda da kayısı bahçelerinin oluşturulması erozyon kontrolüne büyük katkı sağlamıştır.



Şekil 4. Ballı ve Memikan Dereleri Arasındaki Sahanın Jeoloji Haritası (MTA'nın 1/100.000 Ölçekli Malatya İ26, İ27 Paftalarından Hazırlanmıştır).



**Foto 2.** Memikan Dere Vadi Yamaçlarında Oluşturulan Kayısı Bahçeleri (A), Selvi Dağı Kuzeybatısında Havza Tabanında Oluşturulan Kayısı Bahçeleri (B). Yamaç ve Havza Tabanında Oluşturulan Kayısı Bahçeleri Bu Alanda Yaşanan Erozyonu Önlemektedir.

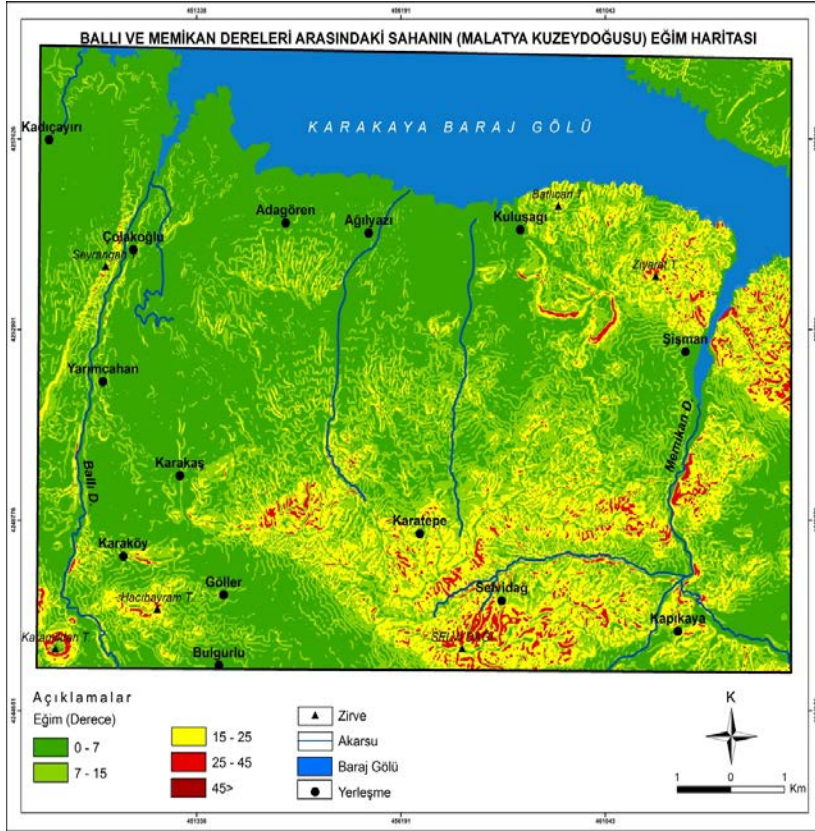
### 3.2. Eğimin Erozyon Üzerindeki Etkisi

Yamaç dikliği ve uzunluğunun artması ile yüzeysel akışın hızı ve miktarı artmakta, buna bağlı olarak erozyon şiddetlenmektedir (Morgan, 2005). Toprak erozyonuna tesir eden en önemli topoğrafik faktör, meyil ve meyilli satıhların uzunluğudur. Erozyon genellikle düz satıhlar için bir sorun olmadığı halde, eğimin artması ile şiddetlenmeye başlar. Eğimin fazla olması, yüzeysel akışa geçen suyun hızını artırmakta ve suyun infiltrasyonu için gerekli zamanı azaltmaktadır. Bunun neticesinde yüzeysel akışa geçen su miktarı fazla olmaktadır (Atalay, 1974).

Ballı ve Memikan dereleri arasındaki sahanın Sayısal Yükselti Modeli kullanılarak oluşturulan eğim haritasına göre, güneydoğuda ve kuzeydoğuda eğim değerleri artmaktadır (Şekil 5). Selvi Dağı kuzey ve kuzeybatısında havza tabanına geçişte eğim azalmaktadır. Havza tabanının geniş alan kaplaması 0-7° eğim grubunda yer alan sahaların incelenen alanda % 52 oranında yer kaplamasını sağlamıştır.

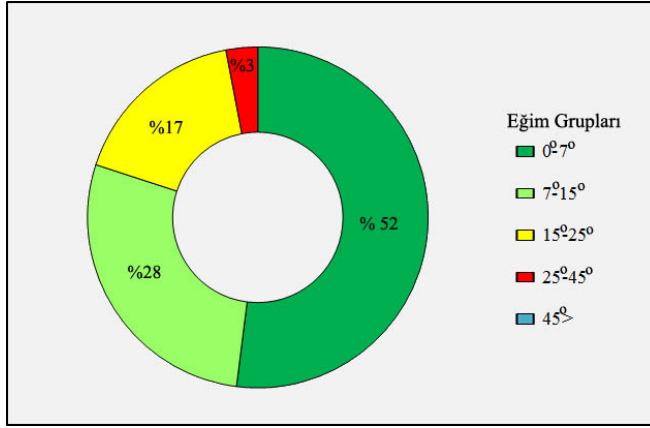
İncelenen alanda 0-15° eğim grubunda yer alan alanlar sahanın % 80'ini kaplamaktadır. Geriye kalan alanlar da ise eğim 15-45° arasında değişmektedir (Şekil 6). Eğim gruplarının oransal dağılışı dikkate alındığında sahanın büyük

bölümünde eğim değerleri düşük çıkmıştır. İklim, bitki örtüsü ve özellikle litolojik özellikler nedeniyle düşük eğimli alanlarda bile şiddetli erozyon yaşanmaktadır. Bu durumu sonuç bölümünde verilen erozyon duyarlılığı haritasında belirgin olarak görmek mümkündür.



**Şekil 5.** Ballı ve Memikan Dereleri Arasındaki Sahanın (Malatya Kuzeydoğusu) Eğim Haritası.





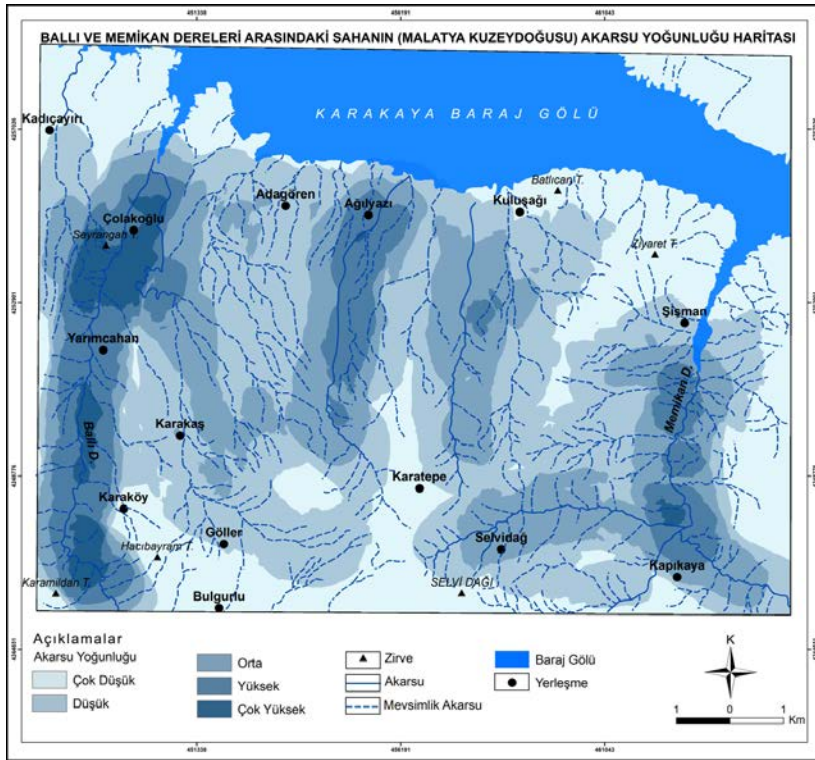
**Şekil 6.** Ballı ve Memikan Dereleri Arasındaki Sahada (Malatya Kuzeydoğusu) Eğim Gruplarının Oransal Dağılışı.

Ballı ve Memikan dereleri arasındaki sahada eğim dağılışı ile erozyon ve erozyon duyarlılığı arasında paralellik bulunmaktadır. Eğim değerlerinin yüksek olduğu Selvi Dağı yamaçlarında erozyon ve erozyon duyarlılığı yüksek, havza tabanına karşılık gelen alanlarda ise düşüktür.

### 3.3. Akarsu Yoğunluğunun Erozyon Üzerindeki Etkisi

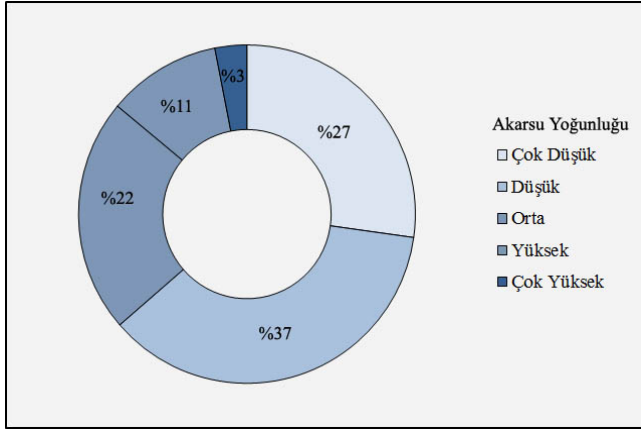
Genel olarak akarsu yoğunluğunun yüksek olduğu yerler yüksek relief özellikleri, seyrek bitki örtüsü ve düşük toprak geçirgenliğinin görüldüğü alanlara karşılık gelmektedir. Yoğunluğun az olduğu yerlerde alçak relief özellikleri, yoğun bitki örtüsü ve yüksek toprak geçirgenliği gibi özellikler görülmektedir. Yukarıdaki ilişkiler nedeniyle, akarsu yoğunluğunun yüksek olduğu yerlerde erozyon olasılığı yüksek, yoğunluğun az olduğu alanlarda olasılık daha zayıftır (IIRS, 2005). İncelenen alanda mevsimlik ve sürekli akarsular sayısallaştırılarak oluşturulan ve eşit aralıklarla sınıflandırılan yoğunluk haritasına göre, ana kolların vadileri boyunca akarsu yoğunluğu yüksektir (Şekil 7). Sahayı parçalayan vadiler dışında kalan plato düzlüklerinde ise yoğunluk düşüktür. İncelenen alandaki Ballı ve Memikan dereleri dışındaki bütün akarsular mevsimlik karakterdedir. Son yıllarda yukarı havzada kaynak sularının kullanılması

nedeniyle bu akarsular da yaz mevsiminde kurumaktadır. Böylece bütün akarsularda mevsimlik akış görülmektedir. Mevsimlik karakterdeki akarsuların fazla olması oyuntu erozyonunun gelişimini hızlandırmaktadır. Çünkü şiddeti sağanaklar sonrasında akışa geçen akarsular, litolojinin de uygunluğu nedeniyle derine aşındırma yapmaktadır. Analiz sonuçlarına göre akarsu yoğunluğu havza tabanı ve plato düzlüklerinin geniş alan kapladığı alanlarda düşük çıkmıştır. Yoğunluk analizlerine göre, akarsu yoğunluğu çok düşük ve düşük olan alanların toplamı % 64'dür (Şekil 8).



**Şekil 7.** Ballı ve Memikan Dereleri Arasındaki Sahanın (Malatya Kuzeydoğusu) Akarsu Yoğunluk Haritası.





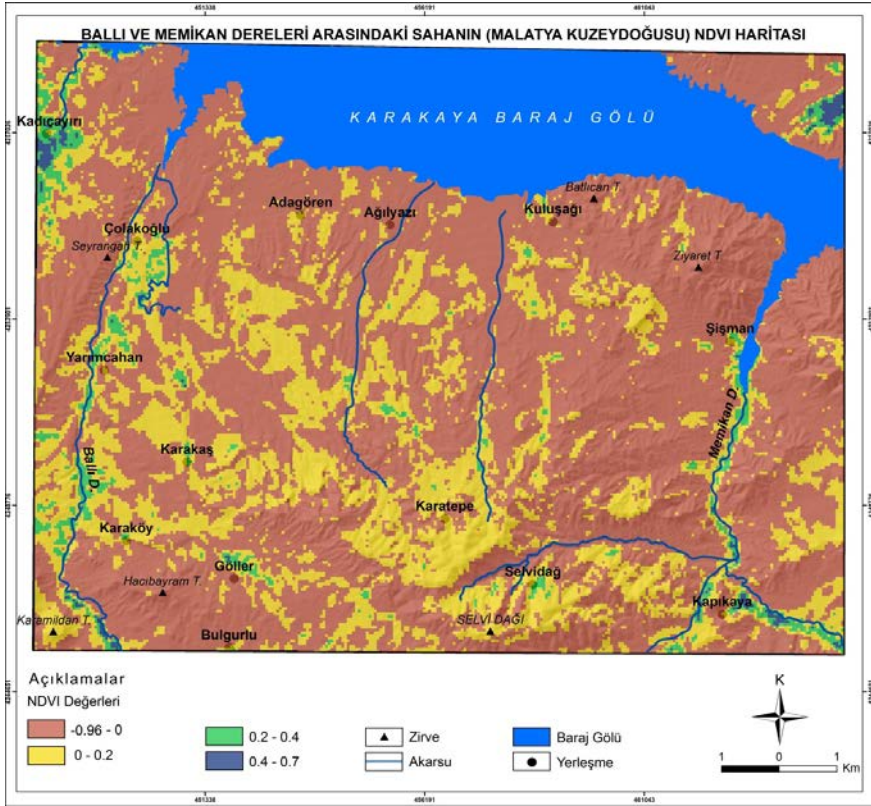
**Şekil 8.** Ballı ve Memikan Dereleri Arasındaki Sahada (Malatya Kuzeydoğusu) Akarsu Yoğunluğunun Oransal Dağılımı.

Saha genelinde % 14 gibi çok düşük bir orandaki alanlarda yoğunluk yüksek ve çok yüksek çıkmıştır. Eğimde olduğu gibi akarsu yoğunluğunun düşük olmasına rağmen erozyonun yüksek çıkması litoloji ile ilgilidir. Ancak dağlık alanlardaki akarsu yoğunluğu hesaplanan değerden daha yüksektir. Bu alandaki vadiler küçük yarıntılardan oluştuğu için haritada gösterilememiştir.

### 3.4. Bitki Örtüsünün Erozyon Üzerindeki Etkisi

Ballı ve Memikan dereleri arasında kalan sahanın bitki örtüsü ve yeşillik miktarını belirlemek amacıyla Landsat MSS (1984) ve Landsat 8 (2015) uydu görüntüleri analiz edilmiştir (Şekil 9, 10). Bu analizlerle son 30 yılda bitki örtüsünde meydana gelen değişimin ortaya konulması amaçlanmıştır. 1984 yılı Landsat MSS uydu görüntüsüne göre NDVI değerleri -0.96 ile 0.7 arasında değişmektedir. 1984 yılı NDVI değerlerinin -1'e yakın olması bitki örtüsü kapalılığının çok düşük olduğunu göstermektedir. Fakat 2015 yılı NVDI verilerine göre bitki örtüsü kapalılığı artmıştır. Yine 1984 yılı NDVI değerlerinde 0-0.2 arasında olan alanların, 2015 yılı uydu görüntüsü sonuçlarına göre daha az alan kapladığı görülmektedir. Diğer değer aralıklarında da çok belirgin farkların

çıkması, sahanın bitki örtüsü kapallılığında çok ciddi değişmelerin olduğunu göstermektedir. Hatta Ballı ve Memikan dereleri vadisi dışında hemen bütün alanın çıplak olduğunu söylemek mümkündür (Foto 2).



**Şekil 9.** Ballı ve Memikan Dereleri Arasındaki Sahanın (Malatya Kuzeydoğusu) NDVI Haritası (11 Haziran 1984 Landsat MSS Uydu Görüntüsü).

Her iki döneme ait uydu görüntüleri dikkate alındığında 31 yıllık süre içerisinde yöredeki bitki örtüsü kapallılığının önemli ölçüde değiştiği görülmektedir. 1984 yılında vadi boyu ve yerleşmelerin çevresindeki çıplak alanlar, 2015 yılı verilerine göre kapalı alana dönüşmüştür. 31 yılda bitki örtüsü kapallılığında ortaya çıkan büyük değişimde kayısı bahçelerinin artışı ile birlikte Selvi Dağı'nda sürdürülmekte olan ağaçlandırma çalışmaları etkili olmuştur. Ayrıca 1984'ten

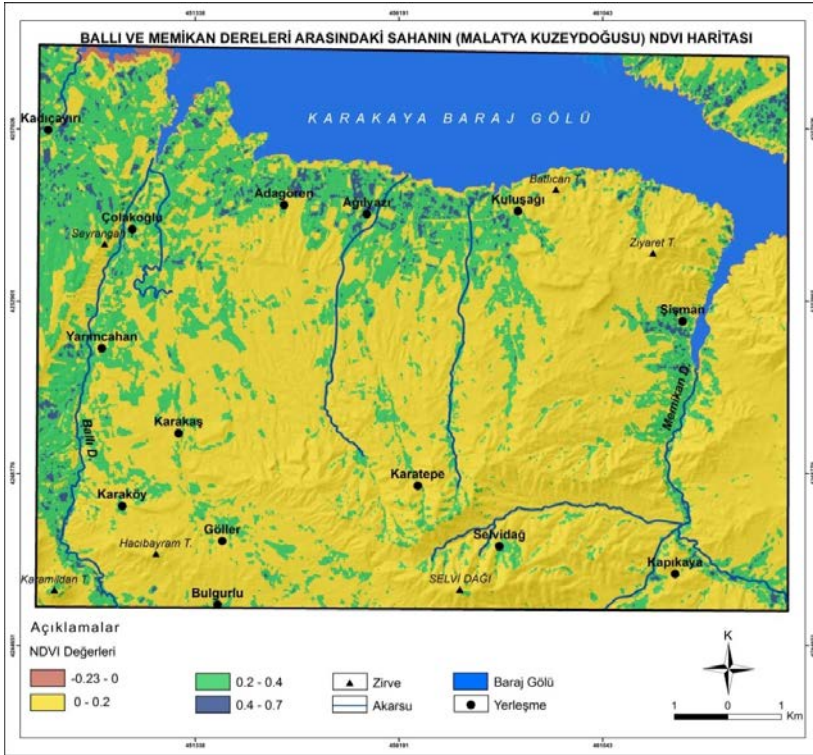
sonra Karakaya Baraj Gölü'nün oluşumu göle yakın alanlarda meyve bahçelerinin artmasını sağlamıştır.

Kısaca incelenen alandaki bitki örtüsü kapalılığının olumlu yönde artış göstermesi yöredeki meyve bahçelerinin artışı ile açıklanabilir. Yöredeki meyve bahçelerinin artışı her geçen gün erozyonun azalmasına katkı sağlamaktadır.

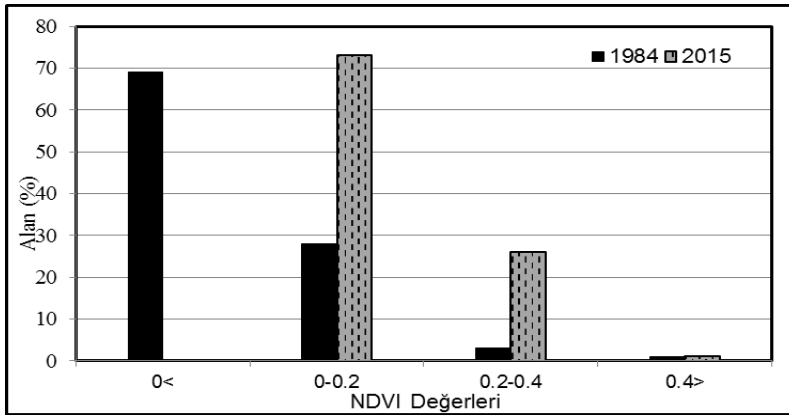
Landsat 8 uydu görüntüsünden elde edilen NDVI verisine göre çalışma alanının % 70'inde NDVI değeri 0-0,2 arasında değişmektedir. Bitki örtüsünün nispeten yoğun olduğu alanların oranı sadece % 1'dir. Dağlık alanda bitki örtüsünün yoğunlaştığı alanlar ağaçlandırma sahalarına karşılık gelmektedir (Şekil 10).

İncelenen alanın güneyindeki dağlık ve tepelik alanların tamamına yakını son yıllarda ağaçlandırılmış olup, dikilen ağaçlar yeterince büyümediği için bu alanlarda da yoğunluk düşük çıkmıştır. Memikan Deresi Havzası'nda bitki örtüsünün seyrek olması nedeniyle erozyon şiddeti, Ballı Deresi Havzası'na göre daha yüksektir.

Ballı ve Memikan dereleri arasındaki sahada yürütülen erozyonla mücadele çalışmaları ve kayısı bahçelerindeki artış nedeniyle 1984 ile 2015 yılları arasında bitki örtüsü kapalılığı % 100'den fazla bir değişim göstermiştir (Şekil 11). Bu değişim her geçen gün artarak devam etmektedir. Bu durum üzerinde kayısı gelirlerinin artışı ve önceden kuru tarım yapılan arazilerin büyük bölümünde meyve bahçelerinin artışı etkilidir. Ağaçlandırma faaliyetleri sonucunda Selvi Dağı çevresinde öbekler halinde orman örtüsü oluşmuştur. Başarılı ağaçlandırma çalışmalarının yapıldığı alanlara karşılık gelen bu alanlarda erozyonun şiddeti azalmıştır. Buna karşı batıda ana kayanın yüzeylediği alanlarda ağaçlandırma çalışmaları yapılamadığından şiddetli erozyon yaşanmaktadır.



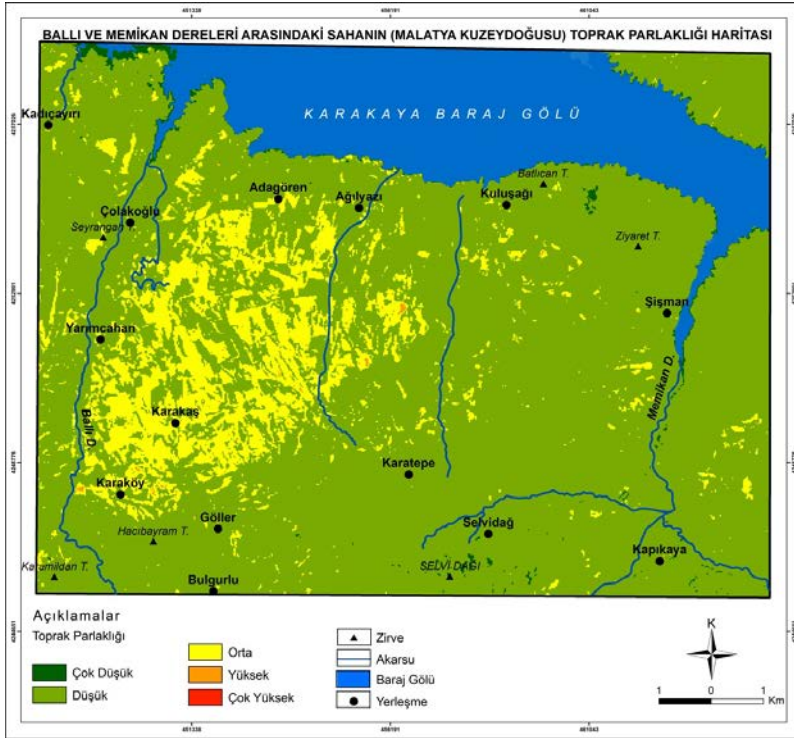
**Şekil 10.** Ballı ve Memikan Dereleri Arasındaki Sahanın (Malatya Kuzeydoğusu) NDVI Haritası (17.06.2015 Tarihli Landsat 8 Uydu Görüntüsü).



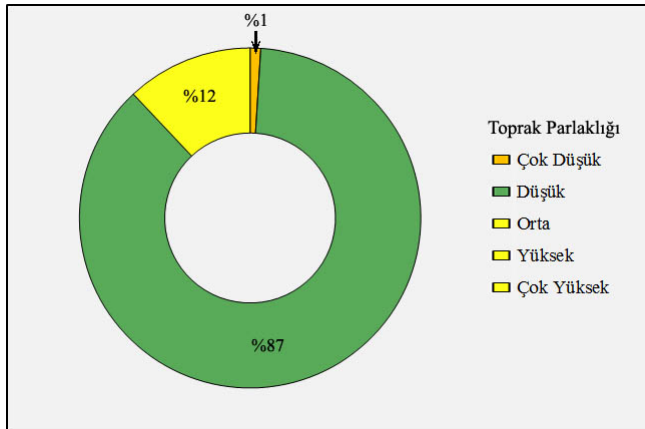
**Şekil 11.** Ballı ve Memikan Dereleri Arasındaki Alanın 1984 ve 2015 Yılı Uydu Verilerine Göre NDVI Değerlerinde Görülen Değişim.

### 3.5. Toprak Parlaklığının Erozyon Üzerindeki Etkisi

Genellikle toprağın tane büyüklüğü küçüldükçe, toprak renginin parlaklığı artmaktadır (Sanchez-Maranon, Soriano, Melgosa, Delgado ve Delgado, 2004). Bu konuda yapılan çalışmalarda toprak agregatlarının bozulup daha küçük parçalara ayrılmasının, toprak renginin çok belirgin bir şekilde değişimine neden olduğu ve özellikle ufalanmış toprakların parlaklıklarının fark edilir derecede arttığı belirlenmiştir (Torrent ve Barro'n, 1993). Bu değerlendirmelere göre toprak parlaklığının düşük olduğu alanlarda kaba tekstürlü, yüksek olduğu alanlarda ince tekstürlü topraklar bulunmaktadır. Toprak parlaklığı uydu görüntülerine Tasseled Cap dönüşümü uygulanarak elde edilmektedir (Baig vd. 2014). Ballı ve Memikan dereleri arasındaki sahanın toprak parlaklığı da 2015 yılı Landsat 8 uydu görüntüsüne göre belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre incelenen alan genelinde toprak parlaklığı düşük çıkmıştır (Şekil 12). Toprak parlaklığının düşük çıkmasında incelenen alan genelinde magmatik kayaların geniş alanlarda yüzeylemesi etkili olmuştur. Bu kayaların yüzeyletiği alanlarda hızlı fiziksel parçalanma ve koyu renkli kayalar görülmektedir. Sonuçta düşük parlaklık, kaba tekstürlü toprakları, bu topraklar da şiddetli erozyonu göstermektedir. Ballı Deresi Havzası'nda toprak parlaklığının Memikan Deresi Havzası'nda göre daha yüksek olması litolojik farklılıktan kaynaklanmaktadır. Toprak parlaklığı oransal dağılış değerlerinde de incelenen alanın % 87'sinde parlaklık düşük çıkmıştır (Şekil 13). Bu durum litoloji, bitki örtüsü, kaba tekstürlü toprakların dağılışı ve erozyonla uyumlu bir dağılış göstermektedir.



**Şekil 12.** Ballı Memikan Dereleri Arasındaki Sahanın (Malatya Kuzeydoğusu) Toprak Parlaklığı Haritası.



**Şekil 13.** Ballı Memikan Dereleri Arasındaki Sahada (Malatya Kuzeydoğusu) Toprak Parlaklığının Oransal Dağılımı.

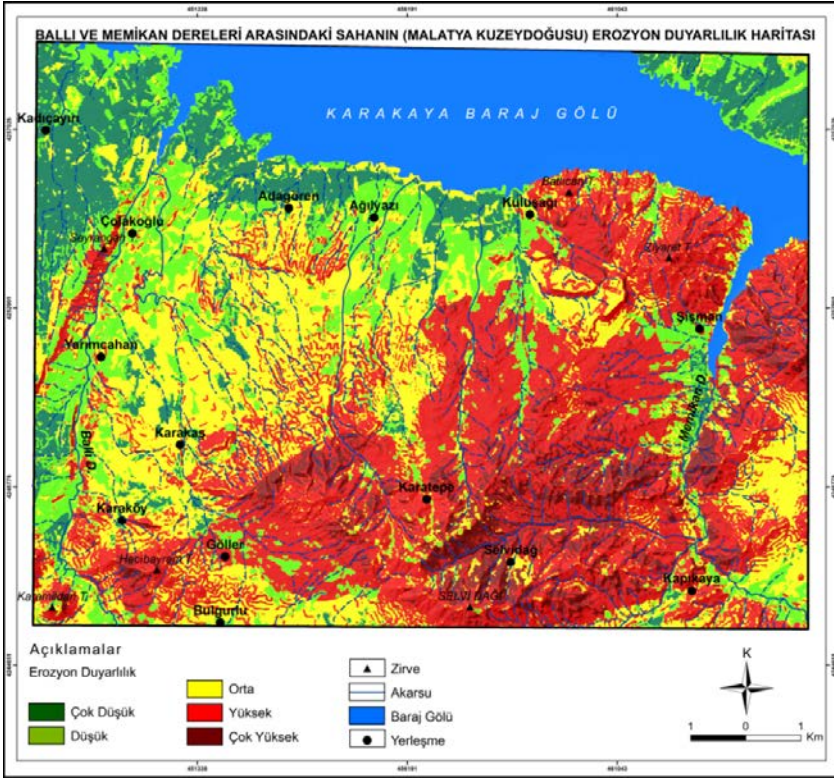
#### 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Ballı ve Memikan Dereleri arasındaki sahanın erozyon durumunu belirlemek amacıyla yapılan arazi çalışmalarında, erozyona neden olan faktörler belirlenmiştir. Literatürde kullanılan parametreler de dikkate alınarak litoloji, eğim, bitki örtüsü, akarsu yoğunluğu ve toprak parlaklığı katmanları kullanılmıştır. Her katman alt sınıflara ayrılmış ve arazi gözlemleri dikkate alınarak erozyon üzerindeki etki derecesine göre ağırlık değeri atanmıştır. Daha sonra bu katmanların ağırlık değerleri ikili karşılaştırma yöntemiyle hesaplanmıştır. Son olarak oluşturulan faktör haritaları çakıştırılarak duyarlılık haritası oluşturulmuştur.

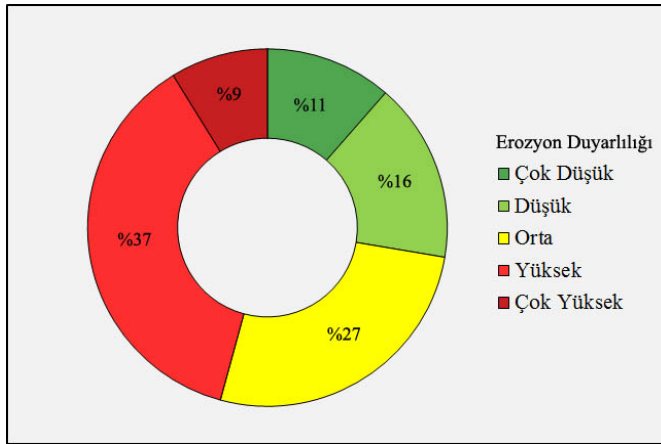
Sonuç haritasına göre erozyon duyarlılığı sahanın güneydoğu ve kuzeydoğusunda yüksek çıkmıştır (Şekil 14). Bu haritaya göre, çok düşük duyarlı alanlar % 11, düşük duyarlı alanlar % 16, orta duyarlı alanlar % 27, yüksek duyarlı alanlar % 37, çok yüksek duyarlı alanlar % 9'luk orana sahiptir (Şekil 15). Duyarlılığın yüksek olduğu alanlarda eğim yüksek olup litoloji magmatitlerden oluşmakta ve bitki örtüsü seyrek. Eğimin azaldığı, bitki örtüsünün yoğunlaştığı genç örtü birimlerinin yüzelediği alanlarda ise erozyon duyarlılığı düşmektedir. Genel olarak, Memikan Deresi Havzası'nda erozyon duyarlılığı, Ballı Deresi Havzası'na göre daha yüksek çıkmıştır (Şekil 14). Bu durum litoloji, eğim ve bitki örtüsü yoğunluğundaki farktan kaynaklanmaktadır.

İncelenen sahada oransal olarak erozyon duyarlılığı ile eğim, NDVI ile toprak parlaklığı arasında doğru orantı bulunmaktadır. Fakat NDVI ve toprak parlaklığı ile akarsu yoğunluğu arasında ters orantı görülmektedir. Ayrıca akarsu yoğunluk haritası ile erozyon duyarlılık haritası birbiriyle uyumlu çıkmıştır.





**Şekil 14.** Ballı ve Memikan Dereleri Arasındaki Sahanın (Malatya Kuzeydoğusu) Erozyon Duyarlılık Haritası.



**Şekil 15.** Ballı ve Memikan Dereleri Arasındaki Sahada (Malatya Kuzeydoğusu) Erozyon Duyarlılığının Oransal Dağılımı.



Erozyonla dağlık alanlardan taşınan malzeme tarımsal arazileri etkilemekte ve Karakaya Barajı'nda siltasyona neden olmaktadır. Bu durum bölgede ağaçlandırma ve erozyonla mücadele çalışmalarının kararlılıkla devam etmesini gerektirmektedir. Son yıllarda oluşturulan kayısı bahçeleri yörede yaşanan erozyonun kontrol altına alınmasında büyük rol üstlenmiştir. Bu nedenle dağlık alanlara geçişteki kuru tarım alanlarında oluşturulacak kayısı bahçeleri desteklenmelidir.

### KAYNAKÇA

- ArcGIS Desktop Help. (2017). ESRI.
- Akgün, A. (2007). *Ayvalık ve Yakın Çevresinin Erozyon ve Heyelan Duyarlılığının Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı İncelenmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Andre, J. E. & Anderson, H. W. (1961). "Variation of Soil Erodibility With Geology, Geographic Zone, Elevation, and Vegetation Type in Northern California Wildlands." *Journal Geophysical Research*, 66(10): 3351-3358.
- Atalay, İ. (1974). "Sultandağları'nda Toprak Erozyonu Araştırmaları." *Türk Coğrafya Dergisi*, 26: 48-72.
- Atalay, İ. (1984). "Soil Erosion and its Effects on The Transportation and The Modern Sedimentation in Turkey." *Ege Coğrafya Dergisi*, 2:30-47.
- Baig, M. H. A. Zhang, L. Shuai, T. & Tong, Q. (2014). "Derivation of a Tasseled Cap Transformation Based on Landsat 8 at-Satellite Reflectance." *Remote Sensing Letters*, 5(5): 423-431.
- Chen, Y. H. Pan, W. B. & Cai, Y. B. (2007). "Assessment on Soil Erosion Susceptibility in Watershed Based on RUSLE-a Case Study of Jixi Watershed." *Journal of Mountain Science*, 25(4): 490-496.
- Cürebal, İ. ve Ekinci, D. (2006). "Kızılkeçili Deresi Havzasında CBS Tabanlı RUSLE (3d) Yöntemi ile Erozyon Analizi." *Türk Coğrafya Dergisi*, (47): 115-131.

- Çabuk, S. N. Uyguçgil, H. Çabuk, A. ve İnceoğlu, M. (2010). "Using GIS and RS Techniques for The Determination of Green Area Proirities Within The Context of SEA." *International Journal of Civil and Environmental Engineering*, 10(2): 47-58.
- Çilek, A. ve Berberoğlu, S. (2013), "Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Seyhan Havzasında Pesera ve Rusle Erozyon Modellerinin Kıyaslanması," TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 11-13 Kasım 2013, Ankara.
- DMİ, (2015). "Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü." Malatya Meteoroloji Müdürlüğü Verileri.
- Doğan, O. (1995). "Türkiye'de Toprak Kaynakları, Sorunları ve Çözümler." *Standart Dergisi*, 34: 1-14.
- Drobne, S. & Lisec, A. (2009). "Multi-Attribute Decision Analysis in GIS: Weighted Linear Combination and Ordered Weighted Averaging." *Informatica (Slovenia)*, 33: 459-474.
- Ellison, W.D. (1947). "Soil Erosion Studies." *Agricultural Engineering*, 28: 145-146.
- Erkal, T. (2012). "Çobanlar Havzası'nda (Afyonkarahisar) Toprak Erozyonunun Değerlendirilmesi." *The Journal of Academic Social Science Studies*, 5(8): 543-562.
- IIRS (Indian Institute of Remote Sensing (2005). *RS and GIS Applications in Water Resources*, Dehradun, India.
- Hatfield, J. L. Kanemasu, E. T. Asrar, G. Jackson, R. D. Pinter, J. R. P. J. Reginato, R. J. & Idso, S. B. (1985). "Leaf Area Estimates From Spectral Measurements Over Various Planting Dates of Wheat." *International Journal of Remote Sensing*, 6: 167-75.
- Holben, B.N. & Fraser, R.S. (1984). "Red and Near Infrared Response to off Nadir Viewing." *International Journal of Remote Sensing*, 5: 145- 160.

- Karabulut, M. ve Küçükönder, M. (2008), "Kahramanmaraş Ovası ve Çevresinde CBS Kullanılarak Erozyon Alanlarının Tespiti." Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 11(2): 14-23.
- Kızılelma, Y. ve Karabulut, M. (2014), "Mut Havzasında Erozyona Duyarlı Alanların Belirlenmesi." Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 7 (31): 439-456.
- Li, Z. W. Zeng, G. M. Zhang, H. Yang, B. & Jiao, S. (2007). "The Integrated Eco-Environment Assessment of The Red Soil Hilly Region Based on GIS/A Case Study in Changsha City, China." Ecological Modelling, 202: 540–546.
- Mater, B. (2004). *Toprak coğrafyası*. İstanbul: Çantay Kitapevi.
- Melesse, A.M. & Jordan, J. M. (2003). "Spatially Distributed Watershed Mapping and Modelling: Thermal Maps and Vegetation Indices to Enhance Land Cover and Surface Microclimate Mapping: Part 1." Journal of Spatial Hydrology, 3(2): 1-29.
- Morgan, R. P.C. (2005). *Soil erosion and conservation*. USA: Blackwell Publishing.
- MTA, (1986). *1/100.000 ölçekli Malatya i-27 paftası jeoloji haritası*. Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü.
- Özşahin, E. (2014). "Tekirdağ İlinde CBS Tabanlı RUSLE Modeli Kullanarak Erozyon Risk Değerlendirmesi." Namık Kemal Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 11(3): 45-56.
- Park, S. Oh, C. Jeon, S. Jung, H. & Choi, C. (2011). "Soil Erosion Risk in Korean Watersheds, Assessed Using The Revised Universal Soil Loss Equation." Journal of Hydrology, 399: 263–273.
- Saaty, T. L. (1977). "A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures." Journal of Mathematical psychology, 15(3): 234-281.
- Sanchez-Maranon, M. Soriano, M. Melgosa, M. Delgado, G. & Delgado, R. (2004). "Quantifying the Effects of Aggregation, Particle Size and

- Components on The Colour of Mediterranean Soils.” *European Journal of Soil Science*, 51: 551-565.
- Sellers, P.J. (1985). “Canopy Reflectance, Photosynthesis and Transpiration.” *International Journal of Remote Sensing*, 6: 1335-1372.
- Schultz, G.A. & Engman, E. T. (2000). *Remote sensing in hydrology and water management*. Berlin: Springer-Verlag.
- Sotomayo, A.I.T. (2002). *A Spatial Analysis of Different Forest Cover Types Using GIS and Remote Sensing Techniques; A Case study in Shivapuri Area, Nepal*. unpublished master thesis, ITC, Netherland
- Tağıl, Ő. (2007). “Tuzla ayı Havzasında (Biga Yarımadası) CBS-Tabanlı RUSLE Modeli Kullanarak Arazi Degradasyonu Risk Değerlendirmesi.” *Ekoloji Dergisi*, 17 (65): 11-20.
- Tombuş, F. E. ve Ozulu, İ. M. (2007), “Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Erozyon Risk Belirlenmesine Yeni Bir YaklaŐım, Çorum İli rneęi” TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 30 Ekim- 2 Kasım, Trabzon.
- Toprak, A. ve Günek, H. (2015), “Taşkın çalışmalarında çok Kriterli Karar Verme Analizinin ve Hidrolojik Modelin KarŐılaŐtırılması: Derme (Battalgazi-Malatya) Deresi Havzası rneęi”, *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu*, 15-17 Ekim, Samsun.
- Torrent, J. & Barron, V. (1993), “Laboratory Measurement of Soil Color: Theory and Practice.” *Soil Science Society of America*, Madison.
- Tucker, C. (1979). “Red and Photographic Infrared Linear Combination for Monitoring Vegetation.” *Remote Sensing of Environment*, 8: 127- 150.
- Turan, M. Aksoy, E. ve Bingöl, A. F. (1995). “Doğu Torosların Jeodinamik Evriminin Elazığ Civarındaki Özellikleri.” *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(2): 1-23.

- Wang, Q. & Tenhunen, J. D. (2004), "Vegetation Mapping with Multitemporal NDVI in North Eastern China Transect (NECT)." *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 6: 17- 31.
- Weaver, A.B. (1991). "The Distribution of Soil Erosion as a Function of Slope Aspect and Parent Material in Ciskei, Southern Africa." *GeoJournal* 23 (1): 29-34.
- Yazgan, E. ve Asutay, H. J. (1981), "Definition of Structural Units Located Between Arabian Platform and Munzur Mountains and Their Significance in The Geodynamic Evolution of The Area.", 35th Congress of the Geological Society of Turkey.

## EXTENDED ABSTRACT

### Introduction

When considered in terms of erosion, Turkey is one of the most important countries where accumulation and erosion are too severe. This is caused by the geological and geomorphological features along with human activities. Millions of tons of fertile soil are being removed by rivers due to the erosion that takes place in different regions of Turkey. The removal of ground cover causes serious problems for other lands apart from agricultural lands.

Erosion susceptibility is high in Turkey due to its location, climate, geological and geomorphological features. Because of its location, large-scale erosion occurs in areas where semi-arid climatic conditions are observed. As a result of the erosion, yield strength of the soil decreases, economic lives of dams shorten, and dangerous floods and high-water incidents take place.

Severe erosion has been taking place due to climate, lithology and vegetation features in the basin between Ballı and Memikan streams, located in the northeast of Malatya. Material removed by erosion causes siltation in the Karakaya Dam Lake. Because of the severe erosion taking place in the region, authorities have concentrated on planting works after the construction of the dam. However, the desired success has not been achieved even though erosion prevention works have been going on for a long time. For this reason, erosion is still the primary risk in terms of disasters within both river basins. The effects of orchards in the region and the studies on controlling erosion are important in eliminating this risk. Prior to the erosion prevention works, susceptibility

analysis has been conducted to find out the change and the current state of erosion before the studies.

## Method

In the analyses of erosion susceptibility, it is possible to achieve more accurate results by using Geographic Information Systems(GIS) and Remote Sensing (RS) technologies. For this reason, GIS and RS have been used in this study.

Since erosion is a complex process, it is necessary to know weight values of erosion- causing factors in determining erosion susceptibility. One of the most appropriate and most used methods for these evaluations is the method of Analytical Hierarchy Process (AHP) (Li et al. 2007). Factors affecting erosion such as lithology, slope, stream density, vegetation (NDVI) and soil brightness have been used in this study. First, sub-parameters of each factor have been scored, and then weight values of layers have been determined by Paired Comparison. Finally, result map has been created by overlaying these factor maps.

Paired Comparison Matrix developed by Saaty (1977) is often used together with Analytic Hierarchy Process. Comparison Matrix provide multiple evaluations, and it helps to determine relative importance of criteria and its consistency. Maximum consistency ratio proposed by Saaty (1977) is 0.10. If a value larger than this ratio is obtained, either matrix values must be changed or the evaluation must be repeated. The result of Paired Comparison Matrix (CR=0.018) applied to study area were much lower than maximum value. According to the result, weight values given are seen to be correct.

## Findings (Results)

Upper Cretaceous magmatic rocks composed of granite, gabbro and diorite have large exhumation area in the region between Ballı and Memikan streams. Magmatic rocks in this region cause large erosion by altering. Debris material physically disintegrated every year is removed by erosion. Bedrock exhumation has been observed in the area between Karaköy and Bulgurlu, which demonstrates this formation. Large-scale erosion has happened also in the areas corresponding to the basin floor in the north of Mount Selvi, where surfacing of marl and sandstone have been observed. However, the increase in apricot gardens thanks to the fruit growing activities in the basin floor has significantly reduced the erosion.

Slope values of basins are seen to be low according to the distribution of slope groups. Large-scale erosion has occurred even in the areas with low slope due to climate, vegetation and lithological features. It has also been determined

that the coverage of vegetation has increased by over 100% according to the satellite images of the years 1984 and 2015. This increase is positive in terms of erosion control.

### **Conculusion and Discussion**

According to the map prepared by considering the parameters used for erosion susceptibility in literature, susceptibility is high in the southeast and northeast of the study area. According to the result map, areas with very low susceptibility account for 11%, areas with low susceptibility 16%, medium susceptible areas 27%, high susceptible areas 37, and areas with very high susceptibility 9%. In areas with high susceptibility, slope is high and lithology consists of magmatic rocks, along with poor vegetation. In areas where slope is low, vegetation is heavy, and young cover units are surfaced, erosion susceptibility decreases. Generally, erosion susceptibility is higher in Memikan Stream Basin compared to the one in Ballı Stream Basin. This results from the difference in lithology, slope and vegetation density.

Material removed from mountainside has affected agricultural lands and caused siltation at Karakaya Dam. This requires continuous planting works and studies for prevention of erosion in the region. Apricot gardens created in recent years have played a major role in controlling erosion in the area. For this reason, apricot gardens to be created in dry agricultural lands should be supported.