

Ağırlıklı Çakıştırma Yöntemi ile Vahkin Çayı (Bingöl) Havzası'nda Erozyon Durumunun Belirlenmesi

*Alaaddin YÜKSEL¹, Vedat AVCİ²

¹Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü,

²Bingöl Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü

*Sorumlu yazar: ayuksel@bingol.edu.tr

Geliş Tarihi: 21.04.2015

Özet

Bu çalışmada Vahkin Çayı Havzası'nın erozyon durumunun analiz edilmesi amaçlanmıştır. Bingöl'ün güneyinde yer alan havzanın sularını Vahkin Çayı toplamaktadır. Vahkin Çayı Genç Ovası'nda Murat Nehri'ne bağlanmaktadır. Tektonik olarak aktif olan havzada yükselti farkı fazla, eğim yüksektir. Bitki örtüsünün seyrek olduğu havzada akarsu aşındırması fazladır. Bunun sonucunda şiddetli erozyon yaşanmaktadır.

Bu çalışmada eğim, drenaj yoğunluğu, Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) ve arazi kullanımı faktörleri kullanılarak havzanın erozyon durumu analiz edilmiştir. Çalışma alanına ait Sayısal Yükselti Modelinden (SYM) eğim haritası, uydu görüntüsünden NDVI ve arazi kullanımı, topoğrafya haritasından drenaj yoğunluğu elde edilmiştir. Faktör haritaları yeniden sınıflandırılmış, erozyon üzerindeki etkilerine göre risk puanı verilmiş ve toplanmıştır.

Sonuç haritasına göre havzada erozyon duyarlılığı çok yüksek olan sahalarda % 17, yüksek sahalarda % 12, orta olan sahalarda % 53, düşük ve çok düşük olan sahalarda ise % 20 alan kaplamaktadır. Bu durum eğim farkına ve bitki örtüsüne bağlıdır. Bu nedenle erozyonu önlemek için bitki örtüsü iyileştirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Vahkin Çayı Havzası, Bingöl, Erozyon, Ağırlıklı çakıştırma yöntemi

Determining Erosion Status in Vahkin Stream by Using Weighted Superimposed

Abstract

The study was set to analyze the erosion status of Vahkin Stream Watershed. Vahkin stream gathers waters of the watershed located in the south of Bingöl. Vahkin merges with Murat River in Genc lowland. The elevation and slope degree are very high in the watershed which is a tectonically active site. Thus, the watershed faces a severe erosion. Erosion status of the watershed was analyzed through slope, drainage density, Normalized Differences Vegetation Index (NDVI) and land use factors. Slope degree from Digital Elevation Model (DEM), NDVI and land uses from satellite images and drainage density from a topographic map. The factor maps were reclassified, given a grade according to their risk point and finally added. The result indicated that in the watershed very high erosion sensitive areas cover 17%, high sensitive areas 12%, medium sensitive areas 53%, and low and very low areas 20%. These numbers were greatly affected by the slope degrees and vegetation cover. Thus, especially vegetation must be improved in the watershed to limit erosion.

Keywords: Vahkin Stream Watershed, Bingöl, Erosion, Weighted Superimposed method

Giriş

Erozyon, jeoloji, toprak bilimi, orman mühendisliği gibi değişik disiplinlerce ele alınan bir jeomorfolojik süreç olarak karşımıza çıkmaktadır. Söz konusu bu disiplinlerin erozyonu ele alış ve irdeleme şekilleri de sahip olmuş oldukları bakış açısına göre tanımlanmış, değerlendirilmiş ve irdelenmiştir. Örneğin, orman ve toprak bilimcileri erozyona, hâlihazırda oluşmuş olan toprağın su, rüzgâr ve benzeri yollarla taşınması ve ekolojik dengenin

bozulmasına katkıda bulunan doğal bir süreç olarak bakmaktadır (Görçelioğlu, 2003).

Daha açık bir ifadeyle, antropojen bir süreci kapsayan erozyon, insan etkileri sonucunda hız kazanan toprağın aşınması, taşınması ve birikmesi olarak ifade edilmektedir. Jeoloji bilimi ve jeo mühendislik (jeoteknik, mühendislik jeolojisi) bakış açısıyla erozyon ise, toprağın oluşumuna kadar olan aşınma, bozunma ve en son olarak da rezidüel (kalıntı) toprağın oluşmasına kadar ki süreç olarak

düşünülmektedir (Akgün, 2007). Türkiye, ortalama % 17,3 ve maksimum % 388 eğimlerin bulunduğu bir sahadır (Elibüyük ve Yılmaz, 2010). Türkiye'deki tarım, orman ve mera alanlarının önemli bir bölümü yeterli su içeriğine sahip olmaması, eğimin fazlalığı, bitki örtüsünün yetersizliği, jeolojik birimlerin ve buna bağlı olarak gelişen toprağın aşınmaya uygun veya duyarlı olması nedenleriyle de erozyon tehdidi altındadır (www.tema.org.tr, 2015).

Bu çalışmada Vahkin Çayı Havzası'nın erozyon duyarlılık analizinin yapılması amaçlanmıştır. Eğim değerlerinin yüksek olduğu havzada, bitki örtüsü seyrek olup, şiddetli erozyon yaşanmaktadır. Havza için erozyon duyarlılık analizleri ağırlıklı çakıştırma yöntemi ile yapılmıştır.

Erozyon duyarlılık haritaları oluşturulurken, erozyon doğrudan veya dolaylı olarak ilişkili olan jeolojik ve jeomorfolojik parametrelerin tanımlanması ve haritalanması gerekmektedir. Daha sonra bu parametrelerin söz konusu jeodinamik sürece hangi ağırlıkta katkıda bulunduğu tahmini ve bu faktörlerin risk, tehlike veya duyarlılık derecelerine göre arazi üzerindeki konum ve dağılımlarına göre sınıflandırılması gelmektedir (Carrara, 1993). Bu konuda yapılan yüzlerce araştırmada, deneyimli ve konusunda uzman olan pek çok araştırmacı ayrıntılı arazi gözlemleri ve hava fotoğrafları kullanarak erozyona maruz alanları belirleyebilmektedir (Rib ve Liang, 1978).

Bu durumun değerlendirilmesinde ileriki aşama, risk, tehlike veya duyarlılık zonlanmasında erozyon ve heyelana neden olduğu düşünülen faktörlerin sistematik olarak haritalanması ve bu faktörlerin söz konusu jeodinamik sürece olan katkısının belirlenmesidir. (Carrara, 1989; Akgün, 2007). Duyarlılığa neden olacak faktör (eğim, litoloji, arazi kullanım vb.) haritalarının çakıştırılması en temel işlemler olarak bilinmektedir (Ayalew ve Yamagishi, 2005).

Araştırma Sahası ve Genel Özellikleri

Bingöl sınırları içinde yer alan Vahkin Çayı Havzası batıdan Akçakara Dağı (2940 m) doğudan Yaylım Dağı (2748 m) ile

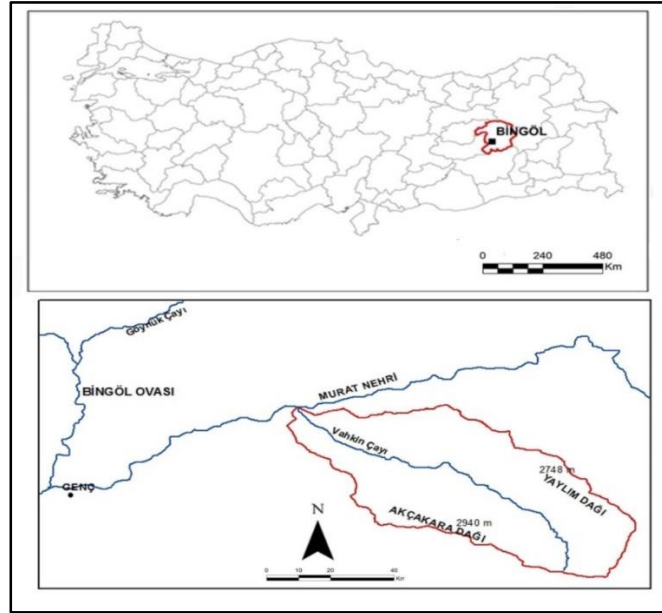
sınırlandırılmış olup, 202 km² alan kaplamaktadır (Şekil 1).

Batıda KB-GD yönlü uzanımına sahip Akçakara Dağı, ünite olarak Güneydoğu Toroslara dahil olup, yapısını bütünüyle Bitlis Metamorfik kayaçları oluşturmaktadır. Paleozoyik devrinden beri orojenik olaylar da dahil çeşitli tektonik hareketler geçirerek kıvrılmış, kırılarak yükselmiş ve bu esnada metamorfizmaya uğramıştır. Ayrıca, çevresindeki tortulanma alanlarına kaynak oluşturacak şekilde sürekli su üstünde kalarak aşındırılmış, böylece üzerinde çok dönemli aşınım yüzeyleri gelişmiştir (Tonbul, 1990). Havzanın doğusunda yer alan Yaylım Dağı, KB-GD doğrultusunda uzanmakta olup, aynı doğrultuda Yenisu Fayı tarafından kesilmiştir. Dağlık kütleler üzerinde yer alan geniş düzlükler mera olarak kullanılmaktadır. Vahkin Havzası'nda dağlık sahalar doğuda, derin vadilerle parçalanmış arızalı bir topoğrafya sunmaktadır. Bitki örtüsünün seyrek olduğu bu alanda erozyon şiddetlidir.

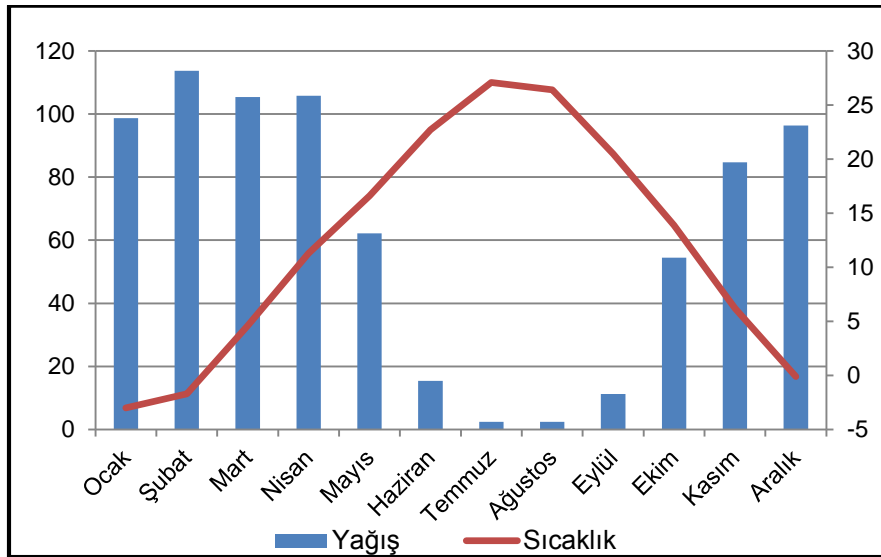
Vahkin Çayı, Yenisu Fayı'nın oluşturduğu çukurluğa yerleşmiş fay vadisi özelliği göstermektedir. Yenisu Fayı, KB-GD doğrultusunda uzanan doğrultu atımlı bir fay olup, dere ötelenmelerine neden olmuştur (Emre ve ark., 2012). Ötelenme Vahkin Çayı'nda belirgin olarak görülmektedir.

Yükseltinin 2940-1020 m arasında değiştiği inceleme alanında yükselti farkı 2000 m'yi bulmakta, Yenisu Fayı'nın KB-GD yönlü uzanışına bağlı olarak yükselti bu doğrultuda azalmaktadır. Tektonik aktivite ve yarılanın fazla olması eğim değerlerinin yükselmesini sağlamıştır. Ortalama eğimin 25⁰'yi bulduğu havzada en yüksek eğim değeri 66⁰'yi bulmaktadır.

Vahkin Çayı Havzası'nın iklim özellikleri Genç Meteoroloji İstasyonu'nun verilerine göre değerlendirilmiştir. Genç'te yıllık ortalama sıcaklık 12°C, yıllık yağış miktarı ise 752 mm'dir (Şekil 2). İnceleme alanında 2000 m'ye yaklaşan yükselti farkı ve engebeli arazi yağış ve sıcaklığın K-G yönünde önemli ölçüde değişmesini sağlamıştır. Güneye doğru yağışın artması yarılanmayı ve erozyonu artırmıştır.



Şekil 1. Vahkin Çayı Havzası'nın (Bingöl) lokasyon haritası



Şekil 2. Vahkin Çayı Havzası'nda (Bingöl) 1975 yılından 2013 yılına kadar aylık ortalama sıcaklık ve yağış miktarı (DMI)

Step türlerinin yaygın olduğu havzada kuzeybatıda meşeden oluşan ormanlar yer almaktadır. 27 Mayıs 2013 tarihli Landsat ETM uydu görüntüsünden anlaşıldığı gibi havzanın özellikle güneyi bitki örtüsünden yoksundur. İnceleme alanının kuzeybatısında orman toplulukları yer alırken, güneyinde meralar ve çıplak kayalık alanlar geniş yer kaplamaktadır.

Paleozoyik yaşlı birimlerin (Tonbul, 1990) aşınması çıplak kayalık alanların genişlemesini sağlamıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada ağırlıklı çakıştırma yöntemi kullanılarak Vahkin Çayı Havzası için erozyon duyarlılık analizi yapılmıştır. Duyarlılık analizi yapılırken erozyon üzerinde etkili olan eğim,

bitki örtüsü, arazi kullanımı ve drenaj yoğunluğu temel parametre olarak kullanılmıştır. Erozyon duyarlılık haritası oluşturulurken kullanılan parametreler literatürde yer alan çalışmalar dikkate alınarak belirlenmiştir (Akgün, 2007; Akgün ve Türk, 2010; İkbâl ve Khan, 2014; Kızılelma ve Karabulut, 2014).

Çalışma alanına ait topoğrafya haritasının sayısallaştırılması ile elde edilen SYM'den eğim haritası üretilmiş ve yeniden sınıflandırılmıştır. Drenaj yoğunluğu, topoğrafya haritasından mevsimlik ve sürekli akarsuların sayısallaştırılması ile oluşturulmuştur.

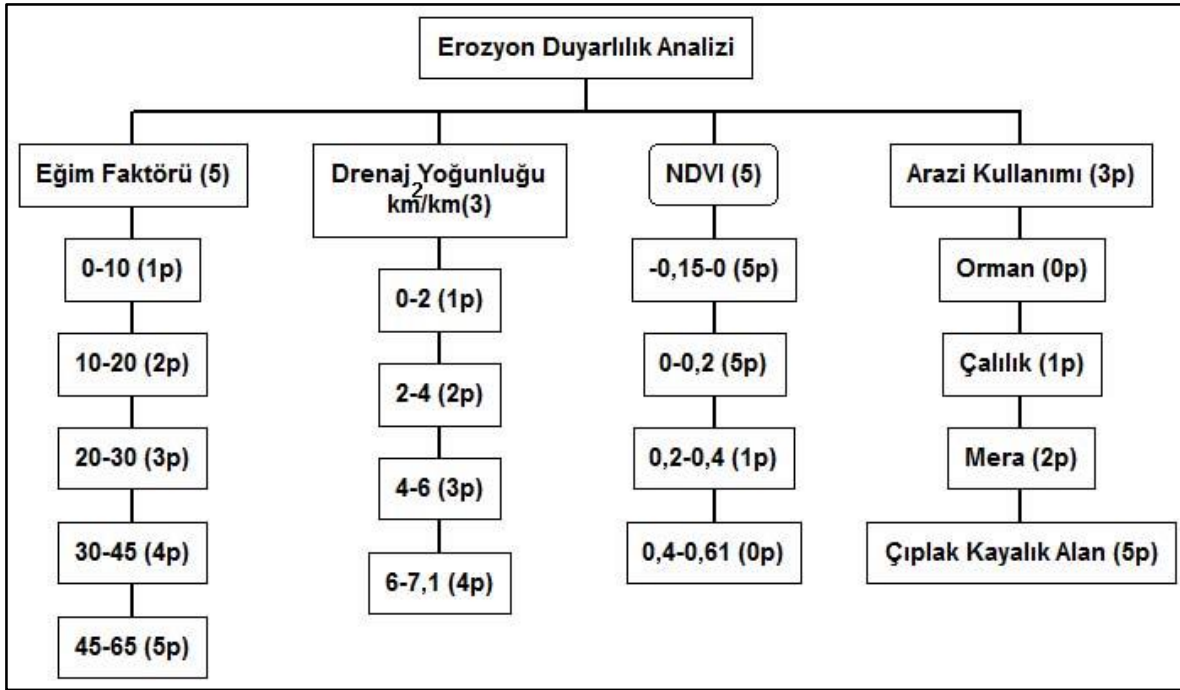
Erozyon çalışmalarında bitki örtüsü verilerinin toplanmasında hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri kullanılmaktadır (Aranoff, 1991). Bu çalışmada bitki örtüsü ve arazi kullanımının belirlenmesinde 27 Mayıs 2013 tarihli Landsat ETM uydu görüntüsü kullanılmıştır (Path 172, Row 33). Uydu görüntüsünden Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) ve arazi kullanım haritası oluşturulmuştur.

NDVI, uydu görüntüsünün kırmızı bandının yakın kızıl ötesi banttan çıkarılması ile kırmızı bandın yakın kızıl ötesi ile toplanmasının birbirine oranı ile hesaplanmaktadır (Potter ve ark., 1993, Townshend ve Justice, 1995). NDVI değerleri teorik olarak (-1) ile (+1) arasında değişmektedir. Yeşil bitki örtüsünün fazla olduğu alanlarda indeks değeri +1'e doğru

yaklaşırken, bulutlar, su ve kar düşük (eksi) NDVI indeks değerlerine sahiptir. Çıplak toprak ve zayıf bitki örtüsü durumunda ise sıfıra yakın NDVI değeri göstermektedir (Hatfield ve ark., 1985). NDVI indeksinin belirlenmesi için kullanılan veri setinin seçiminde, mevsim etkisinin oldukça önemli olduğu bilinmektedir (Jensen, 2000). Bu çalışmada bitki örtüsünde meydana gelen değişimi görebilmek amacıyla farklı yıllara ait uydu görüntüleri de kullanılmıştır.

Havza ve çevresinin güncel arazi kullanımı kontrolsüz sınıflandırma tekniğiyle Landsat-7 ETM uydu görüntüleri kullanılarak belirlenmiştir. Genel manada kontrolsüz sınıflama algoritmalarından en çok tercih edileni ISODATA (Iterative Self Organizing Data Analysis Technique) Algoritmasıdır (Kızılelma ve Karabulut, 2014). Çalışma sahasının mevcut arazi kullanımının belirlenmesinde ISODATA algoritması tercih edilmiştir. Arazi örtüsünün yeknesak olması nedeniyle uydu görüntüsü ilk aşamada 10 sınıfa ayrılmış, daha sonra benzer sınıflar birleştirilerek temel 4 sınıf oluşturulmuştur.

Sonuç haritası üretilirken erozyon üzerinde etkili olan faktörlere risk puanı verilmiş ve tüm katmanlar toplanmıştır (Şekil 3). Risk puanı literatürde yer alan çalışmalar (Akgün, 2007; Akgün ve Türk, 2010; İkbâl ve Khan, 2014) ve arazi gözlemleri dikkate alınarak belirlenmiştir.



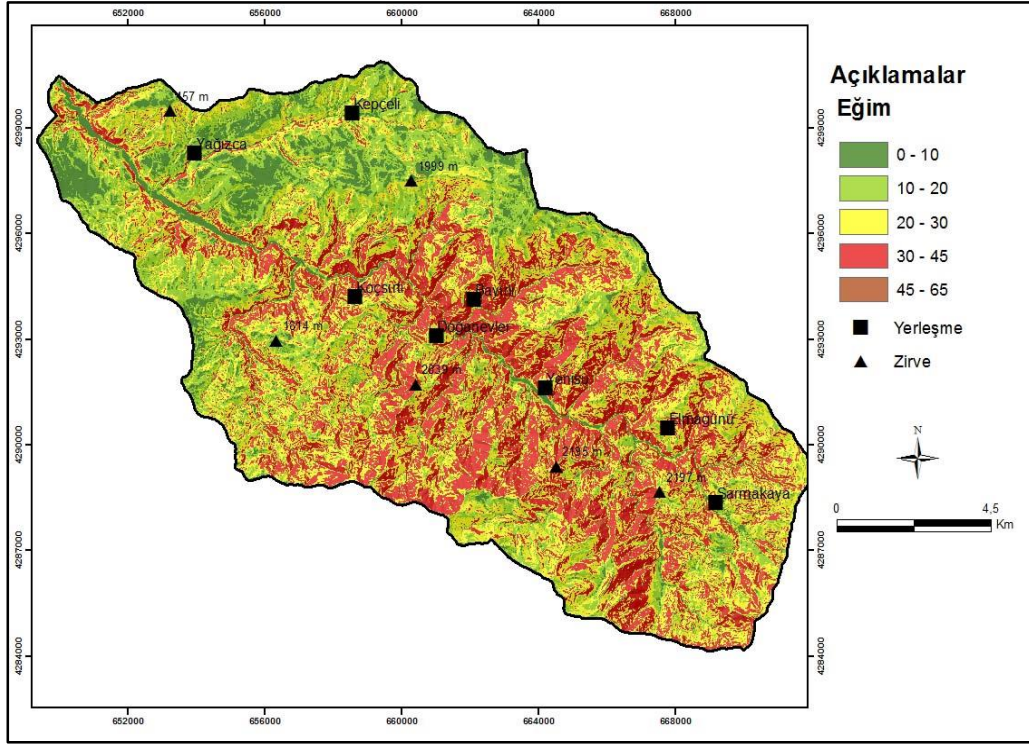
Şekil 3. Vahkin Çayı Havzası'nın (Bingöl) erozyon duyarlılığı için belirlenen parametreler ve ağırlık değerleri

Bulgular

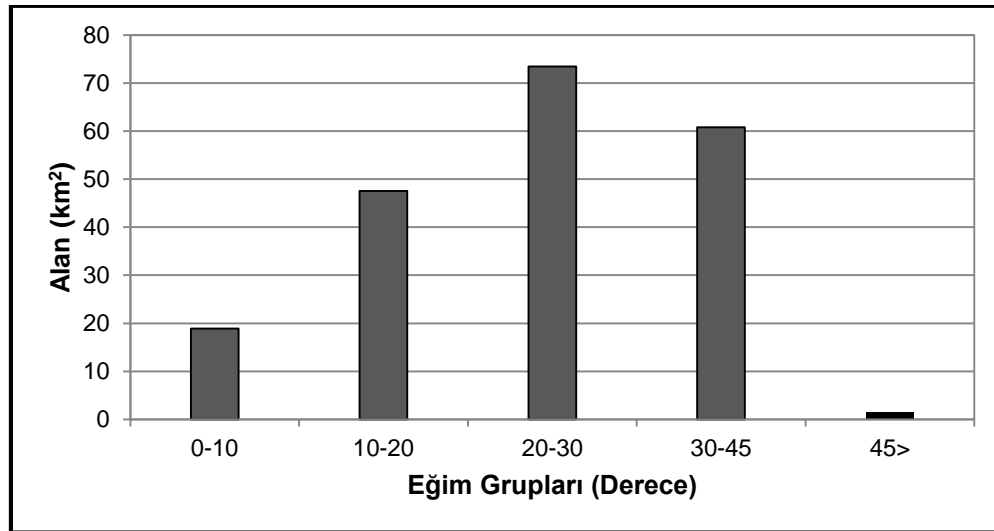
Eğimin Erozyon Üzerindeki Etkisi

Topoğrafyanın erozyon gelişimine etkisi yamaç eğimi ve yamaç yönü ile başlamaktadır (Lee ve ark., 2002). Bu çalışmada yamaç eğiminin erozyon üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Yamaç eğimi ile erozyon

arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır. Yamaç eğiminin artması erozyonu da artırmaktadır. Vahkin Çayı Havzası'nda SYM'den elde edilen eğim haritasına göre 20-30⁰ ve 30-45⁰ eğim grupları geniş alan kaplamakta, eğim değerleri güneyde yükselmekte, kuzeyde ve kuzeybatıda düşmektedir (Şekil 4, 5).



Şekil 4. Vahkin Çayı Havzası'nın (Bingöl) eğim haritası



Şekil 5. Vahkin Çayı Havzası'nda (Bingöl) eğimin alansal dağılışı

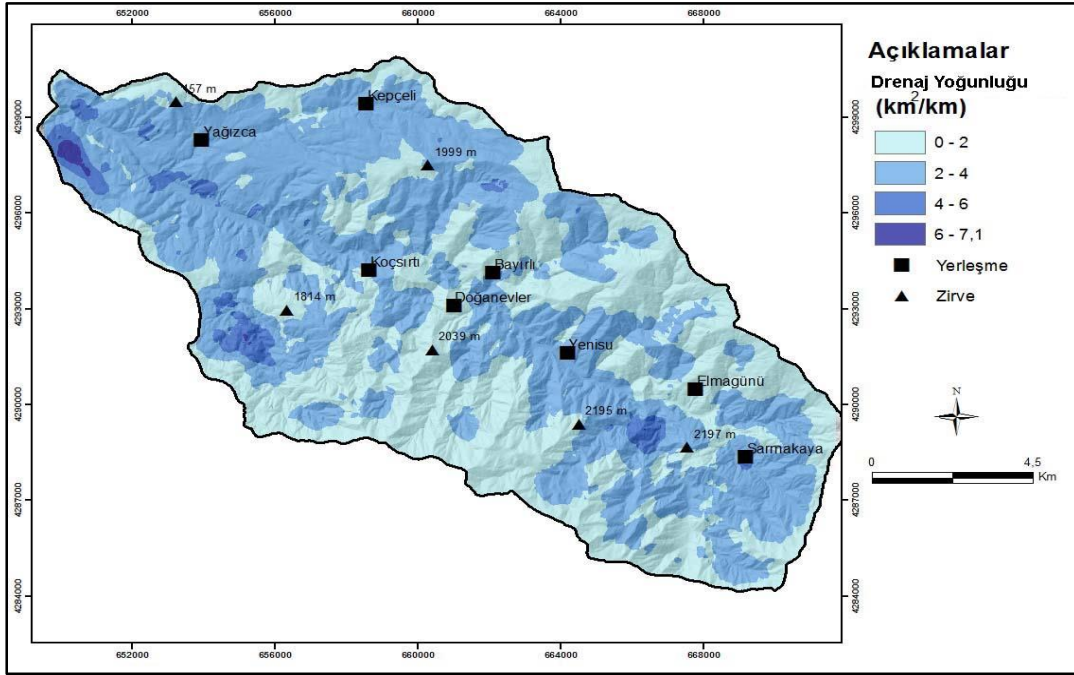
Vahkin Çayı Havzası için oluşturulan erozyon duyarlılık haritasında belirlenen eğim grupları ile erozyon duyarlılığı arasında doğru orantı bulunmaktadır. Eğimin 30-45° arasında

olduğu sahalarda erozyon duyarlılığı yüksektir. Eğim değerlerinin 0-10° arasında değiştiği havzanın kuzeyinde ve kuzeybatısında erozyon duyarlılığı azalmaktadır.

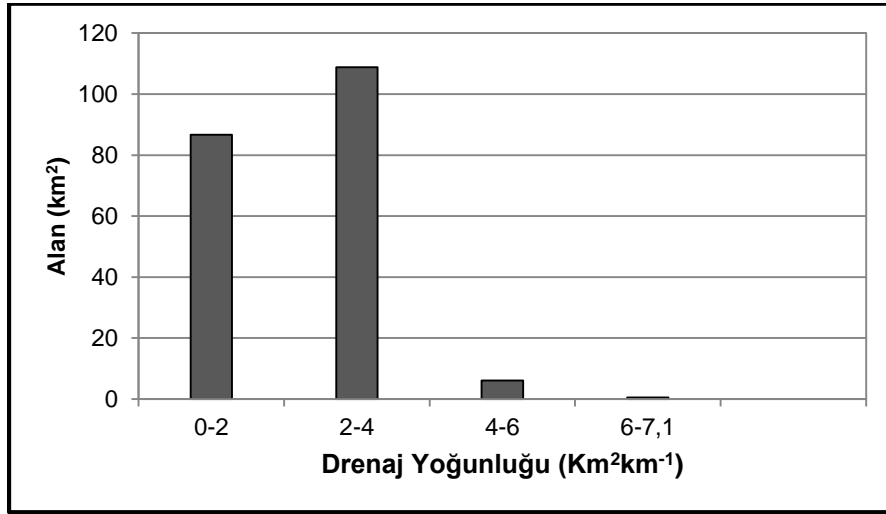
Drenaj Yoğunluğunun Erozyon Üzerindeki Etkisi

Drenaj yoğunluğu akarsuyun havza üzerindeki aşındırma etkisi hakkında bilgi verirken, bu durumu etkileyen havzanın jeolojik, morfolojik, iklimik ve bitki örtüsü yapısı hakkında da bilgi sahibi olmamızı sağlar (Uzun, 2014). Litolojinin geçirimsiz, bitki örtüsünün seyrek, eğimin fazla olduğu

yamaçlarda drenaj yoğunluğu artmaktadır. Drenaj yoğunluğu ile erozyon arasında doğru orantı bulunmaktadır. KB-GD doğrultusunda drenaj yoğunluğunun arttığı inceleme alanında yoğunluğun 2-4 arasında olduğu sahalar geniş alan kaplamaktadır (Şekil 6,7)



Şekil 6. Vahkin Çayı Havzası'nda (Bingöl) drenaj yoğunluğu haritası



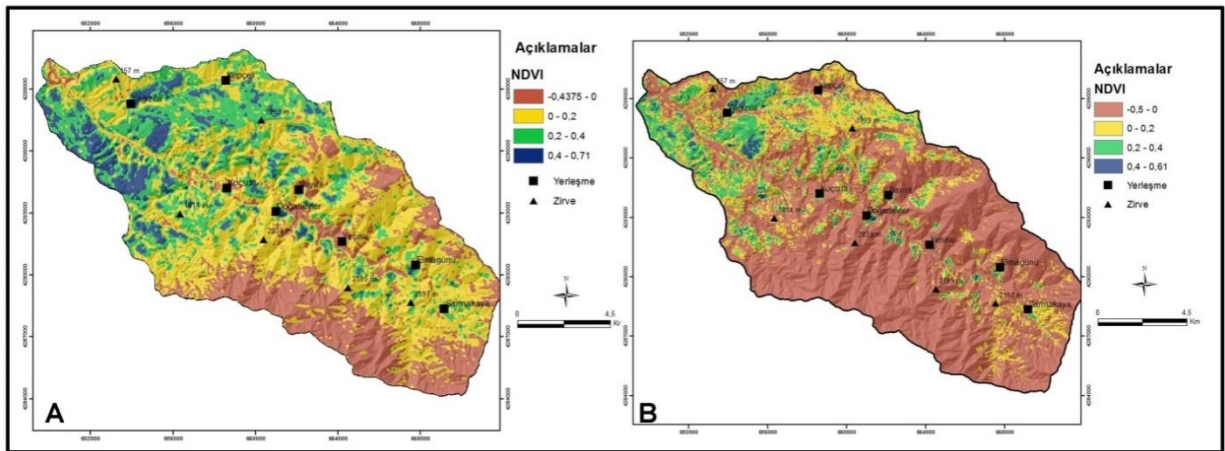
Şekil 7. Vahkin Çayı Havzası'nda (Bingöl) drenaj yoğunluğunun alansal dağılışı

Bitki Örtüsünün Erozyon Üzerindeki Etkisi

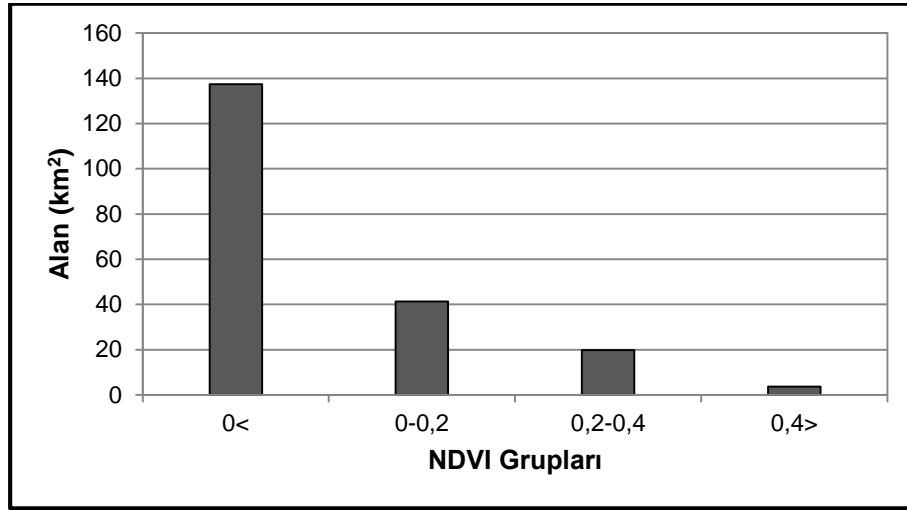
Bitki örtüsü toprak kaybının azaltılmasında çok önemli bir faktördür (Petter, 1992). Genel olarak, koruyucu arazi örtüsü arttığında erozyon tehlikesi azalır (Mkhonta, 2000). Bitki örtüsü toprağı düşen yağmur damlalarının etkisinden korur, infiltrasyon derecesini artırır, toprak yüzeyinin pürüzlülüğünü korur, yüzey akışının hızını düşürür, toprağı bir arada tutar, üst toprak tabakalarında mikro-iklim iniş çıkışlarını azaltır

ve toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini geliştirir (Petter, 1992).

22 Mayıs 1985 tarihli Landsat MSS (Şekil 8A) ve 27 Mayıs 2013 tarihli Landsat ETM uydu görüntülerinden (Şekil 8B, 9) elde edilen NDVI değerlerine göre 1985 yılında bitki örtüsünden yoksun alanların 2013 yılına kıyasla daha az alan kapladığı, bitki örtüsünün yoğun olduğu alanların ise daha fazla yer kapladığı görülmektedir. Bu durum zaman içerisinde bitki örtüsünün tahrip edildiğini göstermektedir.



Şekil 8. Vahkin Çayı Havzası'nın (Bingöl) NDVI haritası (A-1985 Landsat MSS, B-2013 Landsat ETM)



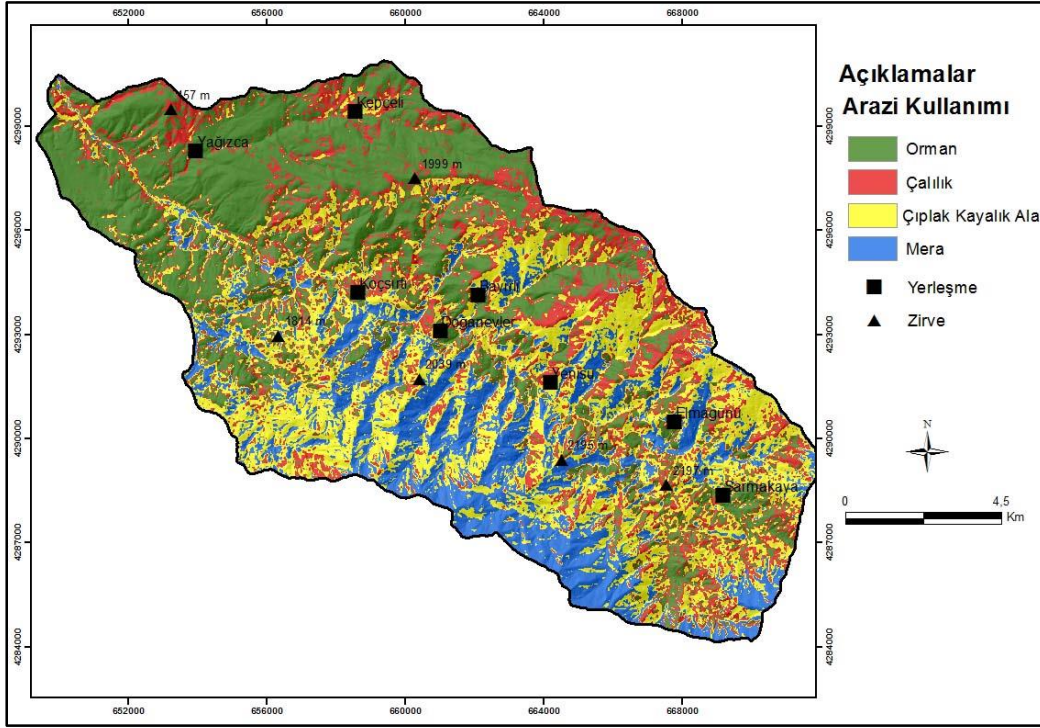
Şekil 9.Vahkin Çayı Havzası'nda (Bingöl) NDVI gruplarının alansal dağılımı (27 Mayıs 2013 tarihli Landsat ETM uydu görüntüsüne göre)

2013 yılı uydu görüntüsünden elde edilen NDVI değerlerine göre bitki örtüsünden yoksun sahalar geniş alan kaplamaktadır. Güneyde yer alan bu sahalar erozyonun şiddetli olduğu alanlara karşılık gelmektedir.

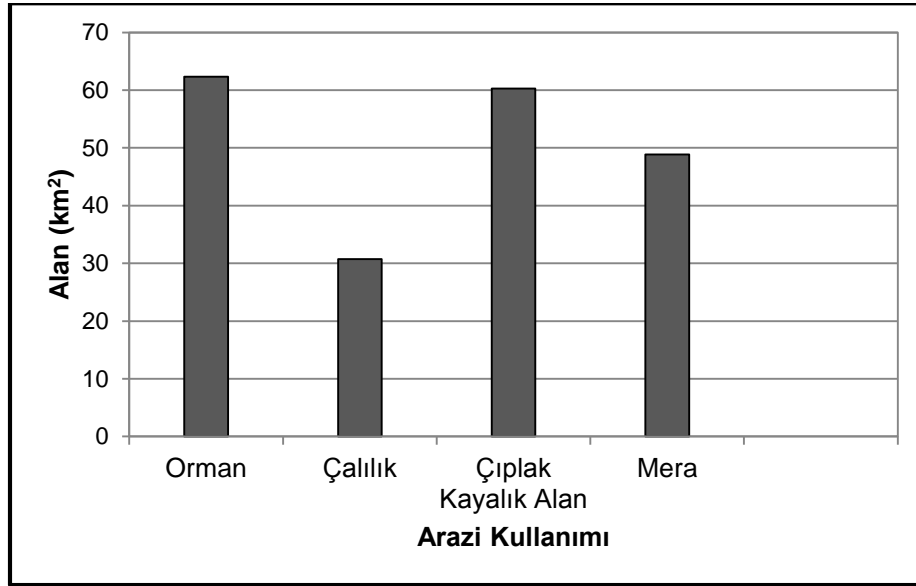
Arazi Kullanımının Erozyon Üzerindeki Etkisi

Toprak erozyonu çalışmalarında tarım alanı, çıplak alan, ormanlık ve mera alanlarının değişik oranlarda erozyon değerine sahip olduğu ve çalışmalarda mutlaka kullanılması gerektiği belirtilmiştir (Aranoff, 1991). Vahkin Çayı Havzası'nda kontrolsüz sınıflandırma uygulanarak elde edilen arazi kullanım

haritasında havzanın güneybatısında meraların geniş alan kapladığı görülmektedir. Yüksek düzlüklere karşılık gelen bu alanlarda son yıllarda mera hayvancılığı canlanmaya başlamıştır. Orman alanlarının arttığı havzanın kuzeybatısında erozyon azalırken, güneyde ve güneydoğuda metamorfik kayaların yüzeyletiği alanlarda erozyon nedeniyle ana kaya yüzeye çıkmıştır (Şekil 10, 11).



Şekil 10. Vahkin Çayı Havzası'nda (Bingöl) arazi kullanım haritası



Şekil 11. Vahkin Çayı Havzası'nda (Bingöl) arazi kullanımının alansal dağılışı

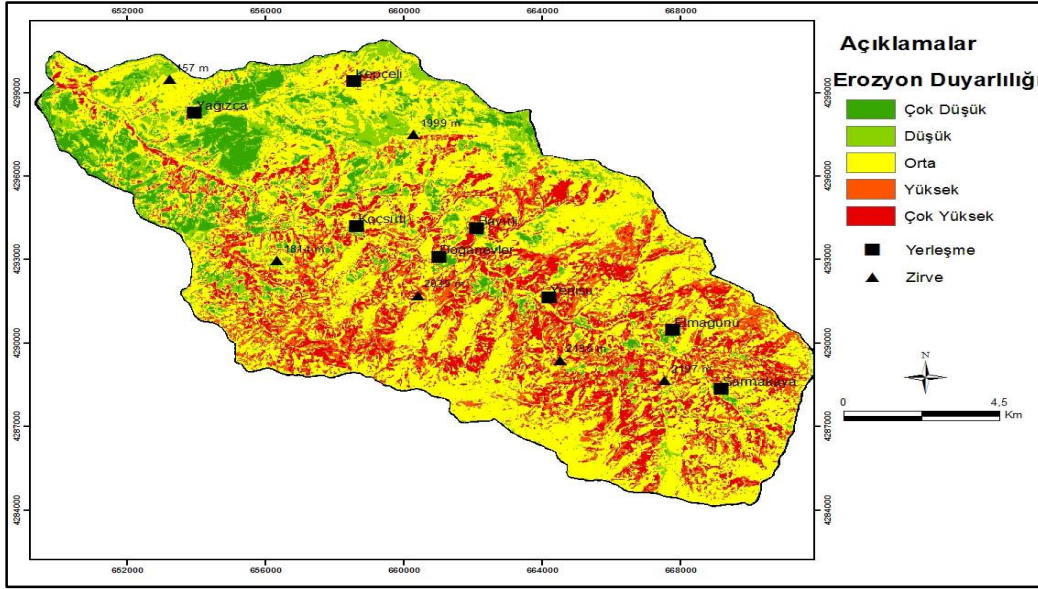
İnceleme alanı için oluşturulan arazi kullanım haritası ile erozyon duyarlılık haritası örtüşmektedir. Çıplak kayalık alanlar aynı

zamanda erozyon duyarlılığının yüksek ve en yüksek olduğu alanlara karşılık gelmektedir.

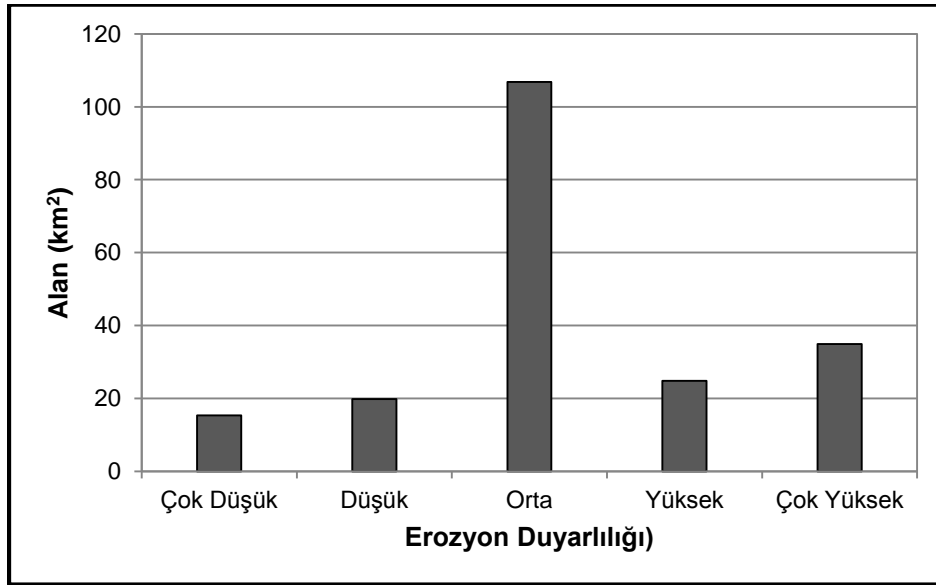
Sonuç ve Öneriler

Vahkin Çayı Havzası için eğim, drenaj yoğunluğu, bitki örtüsü ve arazi kullanımı parametreleri kullanılarak oluşturulan erozyon duyarlılık haritasına göre inceleme alanının % 17'sinde erozyon duyarlılığı çok yüksek, %

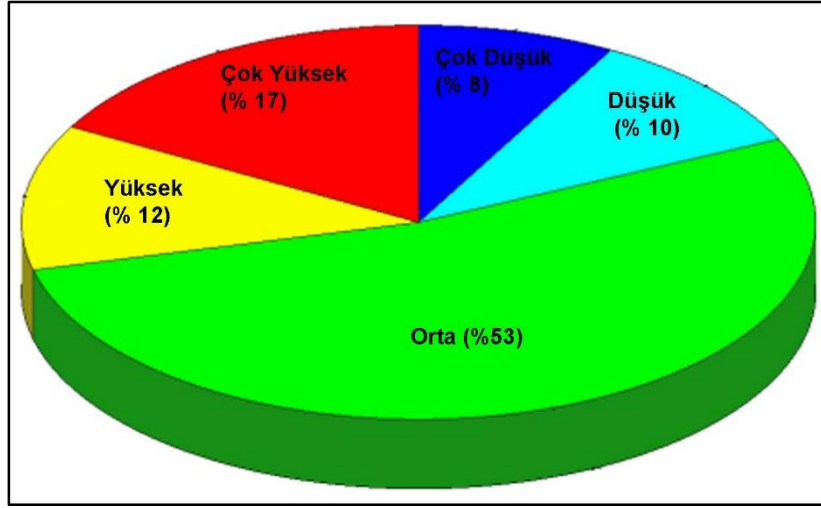
12'sinde yüksek, % 53'ünde ortadır. Duyarlılığı düşük ve çok düşük olan sahaların oranı ise % 20'dir. Bu durum havzada erozyon duyarlılığının yüksek olduğunu göstermektedir. Erozyon duyarlılığı KB-GD doğrultusunda artmaktadır (Şekil 12, 13, 14)



Şekil 12. Vahkin Çayı Havzası'nın (Bingöl) erozyon duyarlılık haritası



Şekil 13. Vahkin Çayı Havzası'nda (Bingöl) erozyon duyarlılığının alansal dağılımı



Şekil 14.Vahkin Çayı Havzası'nda (Bingöl) erozyon duyarlılığının oransal dağılımı

Çalışma sonuçlarına göre erozyon duyarlılığı üzerinde eğim ve bitki örtüsü etkili faktörlerdir. Bitki örtüsünde yıllara göre meydana gelen değişim erozyonun azaltılması için ağaçlandırma çalışmalarını gerekli kılmaktadır. Havzanın güneyinden taşınan malzeme Murat Nehri Vadisi'nde yer alan tarım alanlarının verimini düşürmektedir. Murat Nehri Rehabilitasyon Projesi kapsamında yer alan havzada erozyonu azaltıcı çalışmaların hızlandırılması gerekmektedir.

Kaynaklar

Akgün A. 2007. Ayvalık ve yakın çevresinin erozyon ve heyelan duyarlılığının coğrafi bilgi sistemleri tabanlı incelenmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, İzmir.

Akgün A., Türk N. 2010. Mapping erosion susceptibility by a multivariate statistical method: a case study from the Ayvalık region, NW Turkey. *Computers & Geosciences* 37, 1515–1524

Aranoff S. 1991. GIS: A Management perspective, WDL publications Ottawa, Canada. Carrara, A. 1983,

Carrara A. 1989. Landslide hazard mapping by statistical methods: A blackbox approach. Proc. Int. Workshop Natural Disasters in Europ.-Mediterr. Countries, Perugia, June 27 – July 1, 1988, CNR-USNSF, 205-224.

Elibüyük M., Yılmaz E. 2010. Türkiye'nin coğrafi bölge ve bölümlerine göre yükselti basamakları ve eğim grupları. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 8(1), 27-55.

Emre Ö., Duman T. Y., Olgun Ş. 2012. 1:250.000 ölçekli diri fay haritası serisi: Muş paftası, Maden Tetkik Arama Enstitüsü Genel Müdürlüğü, Ankara.

Görçelioğlu E. 2003. Sel ve Çığ Kontrolü. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No.473, İstanbul, 384 s.

Hatfield J. L., Kanemasu E. T., Asrar G., Jackson R. D., Pinter P. J., Reginato R. J., Idso S. B. 1985. Leaf area estimates from spectral measurements over various planting dates of wheat, *Int.J. Remote Sens.*, 6: 167–75.

İkbal M. F., Khan, A. I., 2014. Spatiotemporal land use land cover change analysis and erosion risk mapping of Azad Jammu and Kashmir, Pakistan, *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 17, 209–229.

Jensen J. R. 2000. Introductory digital image processing: a remote sensing perspective. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, Inc., 319 pp.

Kızılelma Y., Karabulut M. 2014. Mut Havzası'nda erozyona duyarlı alanların belirlenmesi, *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi The Journal of International Social Research* Cilt: 7 Sayı: 31 Volume: 7 www.sosyalarastirmalar.com Issn: 1307-9581

Lee S., Choi J., Min K. 2002. Landslide susceptibility analysis and verification using the

Bayesian probability model. *Environmental Geology*, 43: 120-131.

Mkhonta M. M. 2000. Use of remote sensing and geographic information system (GIS) in the assessment of soil erosion in the Gwayimane and Mahhuku Catchment Areas with Special Attention on Soil Erodibility K-Factor. MSc. Thesis, Int. Inst. For Geo-inform. Science and Earth Observation (ITC), Enschede, The Netherlands. 88 p

Petter P. 1992. GIS and remotes sensing for Soil erosion studies in semi-arid environments. PhD, University of Lund, Lund. 112 p.

Potter C. S., Randerson J. T., Field C.B. 1993. Terrestrial Ecosystem Production: a Process Model Based on Global Satellite and Surface Data, *Global Biogeochemical Cycles*, 7: 811-841.

Rib H. T., Liang T. 1978. Recognition and identification, In: Schuster, R.L. and Krizek, R.J.,(eds.). Landslides analysis and control. National Academy of Science, Trans. Resear. Board Special Report, 176, p.34-80, Washington D.C

Tonbul S. 1990. Bingöl Ovası ve çevresinin jeomorfolojisi ve gelişimi. *Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 2(2): 329-352.

Townshend J. R. G., Justice CO. 1995. Spatial variability of images monitoring changes in the normalized difference vegetation index. *International Journal of Remote Sensing*, 16: 2187-2195.

Uzun M. 2014. Lale Dere (Yalova) Havzası'nın jeomorfolojik özelliklerinin jeomorfometrik analizlerle incelenmesi. *Route Educational and Social Science Journal*, 3: 72-78.