

Büyükçay Havzası'nın (Elazığ) Erozyon Risk Haritasının Hazırlanması

*Vedat AVCI¹, Alaaddin YÜKSEL²

¹Bingöl Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü

²Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

*Sorumlu Yazar: vavci@bingol.edu.tr

Geliş Tarihi: 04.02.2015

Özet

Bu çalışmada ağırlıklı çakıştırma yöntemi kullanılarak Büyükçay Havzası'nın erozyon risk analizlerinin yapılması amaçlanmıştır. Elazığ'ın güneydoğusunda yer alan Büyükçay Havzası, Mastar Dağı ve Keban Barajı ile çevrilidir. Havzanın KD-GB doğrultusunda fayla kesilmesi önemli yükselti farkına neden olmuştur. Eğim değerlerinin yüksek olduğu havzada bitki örtüsü seyrek. Büyükçay Havzası'nın iklimi, jeomorfolojik ve bitki örtüsü özellikleri nedeniyle çok şiddetli erozyon yaşanmaktadır. Erozyon sonucu özellikle kuzey ve kuzeybatıdaki dağlık alanlardan taşınan malzeme, havzanın batı ve doğusunda yer alan tarım alanlarını etkilemektedir. Bunun yanında taşınan malzeme Keban Baraj Gölü'nde siltasyona neden olmaktadır. Bu çalışmada eğim, bitki örtüsü, drenaj yoğunluğu ve toprak parlaklığı (tekstür) kullanılarak havza için erozyon risk analizleri yapılmıştır. Risk analizleri Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. Yapılan arazi gözlemleri ile erozyon üzerinde etkili olan faktörlerin önem derecesi belirlenmiş ve bu faktörlere ağırlık değeri atanmıştır. Ağırlıkları belirlenen faktör haritaları toplanarak erozyon risk haritası oluşturulmuştur. Erozyon risk analizlerine göre Büyükçay Havzası'nın % 24'i erozyona karşı yüksek derecede risklidir. Orta derecede riskli alanlar % 44, riskin düşük olduğu alanlar ise % 25'lik orana sahiptir. Bu sonuçlara göre Büyükçay Havzası'nda erozyon riskinin yüksek olduğu görülmektedir. Bu nedenle mikro havza faaliyetleri kapsamında erozyonla mücadele çalışmalarının hızlandırılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Elazığ, Büyükçay Havzası, Erozyon Risk Analizi, Coğrafi Bilgi Sistemleri

Forming Of Erosion Risk Map of Büyükçay Basin (Elazığ)

Abstract

In this study, it has been aimed to carry out erosion risk analysis of Büyükçay Basin using weighted overlay method. Located in the southeast of Elazığ, Büyükçay Basin is surrounded by Mastar Mountain and Keban Dam. The basin's having been cut by a fault in NE-SW direction have caused significant difference in elevation. Vegetation is sparse in the basin, where slope values are high. Very severe erosions have been seen in Büyükçay Basin due to its climate, geomorphologic and vegetation features. As a result of the erosion, material especially carried from mountain areas in north and north-west, affects the agriculture lands in the east and west of the basin. Besides, carried material causes siltation in the Keban Dam Lake. In this study, erosion risk analysis has been done for the basin by using slope, vegetation, drainage density and soil brightness (texture). Risk analysis has been done using Geographic Information Systems and Remote Sensing methods. Significance of factors on field observations and erosion have been assigned and weight value has been added to these factors. Collecting factor maps whose weights have been determined, risk map has been created. According to the erosion risk analysis, an area of 24% in Büyükçay Basin is high-risk areas to the erosion. Medium-risk areas and low-risk areas have the rates of 44 % and 25%, respectively. Based on these results, the erosion risk in Büyükçay Basin is high. For this reason, erosion control studies must be accelerated within the scope of micro-basin activities.

Key Words: Elazığ, Büyükçay Basin , Erosion Risk Analysis, Geographic Information Systems

Giriş

Bugün dünyanın bir çok bölgesinde binlerce yılda oluşan toprak yok olma tehlikesi ile karşı karşıyadır (Vrieling ve ark., 2008). Toprak erozyonu kurak ve yarıkurak bölgelerde önemli çevresel sorunlara yol açmaktadır (Doğan,

2011). Türkiye'de de kurak ve yarıkurak bölgelerde erozyon önemli bir sorun olarak geniş alanlarda etkili olmaktadır. Türkiye'nin büyük bir bölümü erozyon tehlikesi ile karşı karşıyadır (Gülersoy, 2008; Tağıl, 2009; Doğan, 2011).

Doğal erozyon topraklar için sorun oluşturmasa da hızlandırılmış erozyon önemli sorunlara neden olmaktadır. Ormansızlaşma ve aşırı otlatma gibi insan aktiviteleri bu süreci hızlandırmaktadır. Erozyon sonucu nehirlere sediment madde taşınımı artarak su kalitesi azalmakta ve akarsu dinamiği bozulmaktadır (Beguiría, 2006). Sediment taşınımı baraj ve göllerde siltasyona neden olmaktadır.

Erozyonla mücadele için havza ölçeğinde aktif erozyon alanlarını doğru bir şekilde gösteren haritalara büyük bir ihtiyaç vardır. Coğrafi Bilgi Sistemleri teknolojileri kullanılarak erozyonun etkili olduğu bölgeler için doğru bilgiler elde edilmektedir (Gülersoy ve Çelik, 2015).

Uzaktan algılama verileri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), arazi kullanımı yönetiminde ve çevre planlamasında bölgesel ölçekte düşük maliyetle kesin çözümler sunmaktadır. Erozyonu izlemek için farklı yöntemler bulunmaktadır (Beguiría, 2006). Band oranlaması (Pickup ve Nelson 1984; Frazier ve Cheng 1989), vejetasyon indisleri (Pickup ve Chewings 1994; Tripathy ve ark., 1996), uzaktan algılama (Remote Sensing) ve coğrafi verilerin kombinasyonu kullanılan yöntemlerin başlıcalarıdır (Floras ve Sgouras 1999; Mati ve ark., 2000; Shrimalil ve ark., 2001; Zinck ve ark., 2001; Haboudane ve ark., 2002; Giannetti ve ark., 2001; Ma ve ark., 2003; Symeonakis ve Drake 2004).

Erozyon risk analizlerinde, yaklaşımların objektifliği ve değerlendirmelerin kişisel yaklaşımların dışına çıkarılması amacıyla, istatistiksel yöntemler kullanılmaktadır.

İstatistiksel yöntemlerin kullanıldığı risk analizlerinde, erozyona neden olan faktörler belirlenerek sayısal tahminlerde bulunmaktadır. Tahminlerin yapıldığı alanlarda hata payı olmakla birlikte, daha önceden erozyon durumu belirlenen alanlardaki durum ile benzer koşulları barındırmaktadır (Akgün, 2007).

Erozyon riskinin belirlenmesinde, riske neden olan faktör (eğim, litoloji, arazi kullanım vb.) haritalarının karşılaştırılması, en temel işlemler olarak bilinmektedir (Ayalew ve Yamagishi, 2005).

Analizlerin hemen hepsinde, tüm alana ait erozyon ve heyelan yoğunluğu ile dikkate alınan her bir parametre içindeki sınıflara göre, erozyon ve heyelan yoğunluklarının karşılaştırılması yapılmaktadır (Van Westen ve ark., 1997).

Bu çalışmada Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin kombinasyonu ile ağırlıklı çakıştırma yöntemi kullanılarak Büyükçay Havzası için erozyon risk analizlerinin yapılması amaçlanmıştır. Bu yöntemde erozyon üzerinde etkili olan faktörler arazi gözlemleri ile belirlenmiş, belirlenen her bir faktör alt sınıfa ayrılmış ve bu sınıflara erozyon üzerindeki etkisine göre ağırlık değeri atanmıştır. Ağırlık değeri atanan haritalar CBS ortamında toplanmış ve sonuç haritası elde edilmiştir. Sonuç haritasına göre Büyükçay Havzası'nda erozyon riskinin yüksek olduğu görülmektedir.

Materyal ve Yöntem

Büyükçay Havzası'nın erozyon risk analizlerinin yapıldığı bu çalışmada eğim, bitki örtüsü, toprak parlaklığı (tekstür) ve drenaj yoğunluğu faktörleri kullanılmıştır. Veri olarak Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) ve uydu görüntüleri kullanılmıştır.

Çalışma alanına ait topoğrafya haritalarının sayısallaştırılması ile SYM elde edilmiş, SYM'den ArcGIS 10.1 Programı Spatial Analiz-Surface Modülü kullanılarak eğim haritası oluşturulmuştur. Çalışma alanına ait 29 Mayıs 2014 tarihli Landsat 8 uydu görüntüsünden NDVI (1) ve toprak parlaklığı haritaları elde edilmiştir.

$$NDVI = \frac{Band5 - Band4}{Band5 + Band4} \quad (1)$$

Bu haritaların elde edilmesinde LANDSAT uydu görüntülerinin multispektral bantların mekansal çözünürlükleri ve dalga boyu detaylarından faydalanılmıştır

(http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php).

Toprak parlaklığı için Landsat 8 Uydu görüntüsüne Tasseled Cap Dönüşümü uygulanmıştır (Kauth ve Thomas, 1976).

Tasseled Cap dönüşümü uydulardaki algılayıcılar tarafından farklı tayflarda

algılanan sinyal tepkisi ile yeryüzünde olan, fiziksel olaylar arasında doğrudan bir ilişki kurulmasını sağlamaktadır (Kauth ve Thomas, 1976; Crist ve Kauth, 1986; Garg ve Harison, 1992; Huang ve ark., 2002).

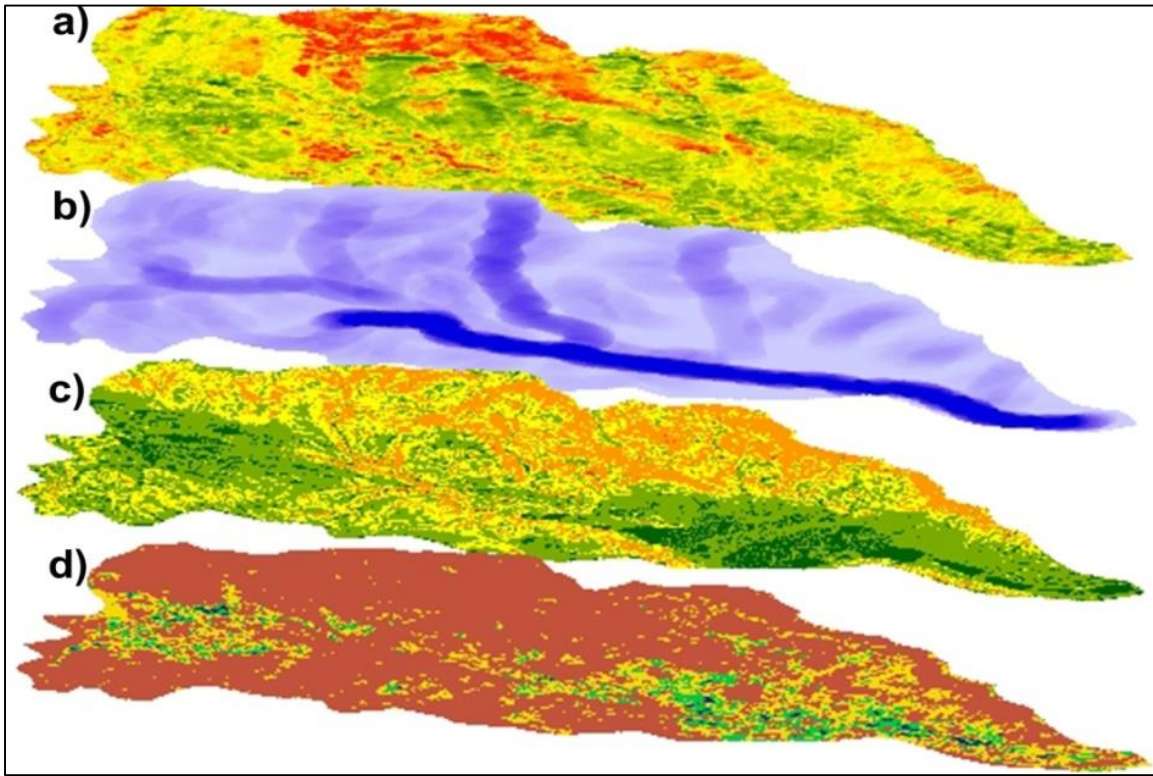
Tasseled Cap dönüşümü Landsat bantlarını Parlaklık, Yeşillik ve Nemlilik adı verilen üç ortogonal indekse dönüştürür (Crist ve Cicone, 1984; Kauth ve Thomas, 1976).

Bu dönüşüm için Baig ve ark., (2014) tarafından önerilen aşağıdaki formül kullanılmıştır (2).

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

Parlaklık indeksi kullanılarak topraklar ince tekstürden kaba tekstüre doğru sınıflandırılmıştır.

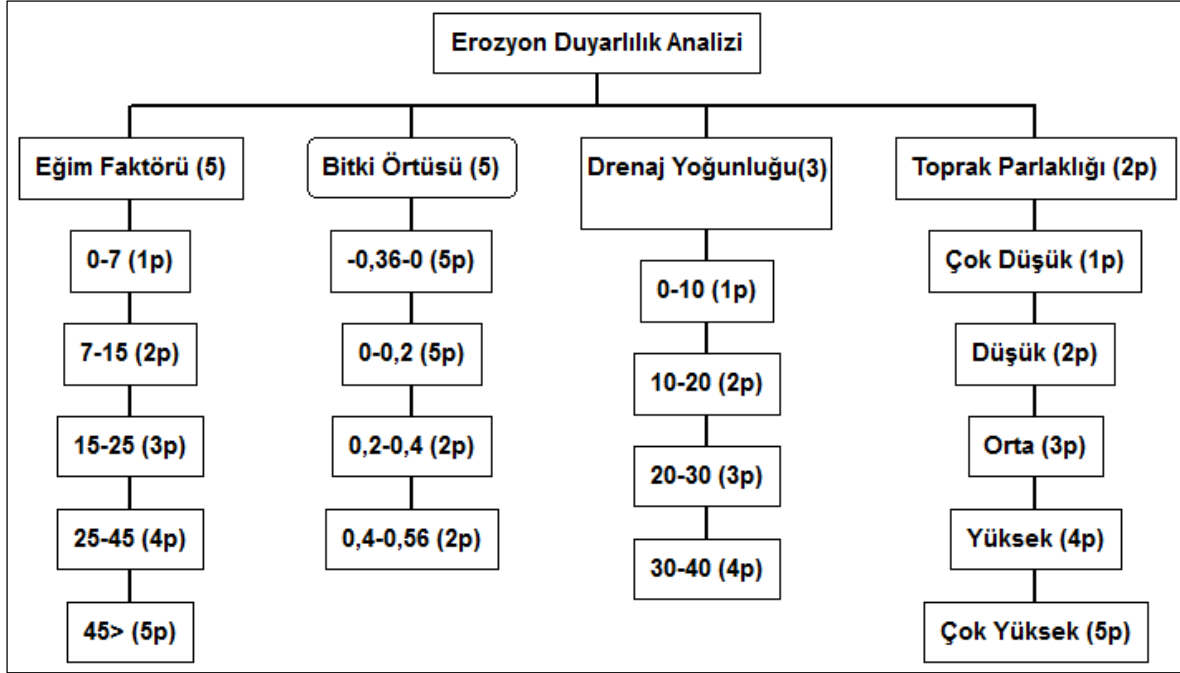
Drenaj yoğunluğu için topoğrafya haritasında yer alan mevsimlik ve sürekli akarsular sayısallaştırılmış ve ArcGIS 10.1 Spatial Analiz-Density-Line Density Modülü ile drenaj yoğunluğu haritası oluşturulmuştur (Şekil 4).



Şekil 4. Erozyon risk analizlerinde kullanılan faktör haritaları. a) Toprak parlaklığı b) Drenaj yoğunluğu, c) Eğim, d) Bitki örtüsü-NDVI

Erozyon risk analizleri için hazırlanan haritalar yeniden sınıflandırılmış, erozyon üzerindeki

etki derecesine göre 1-5 arasında risk değerleri (puan) atanmıştır (Şekil 5).

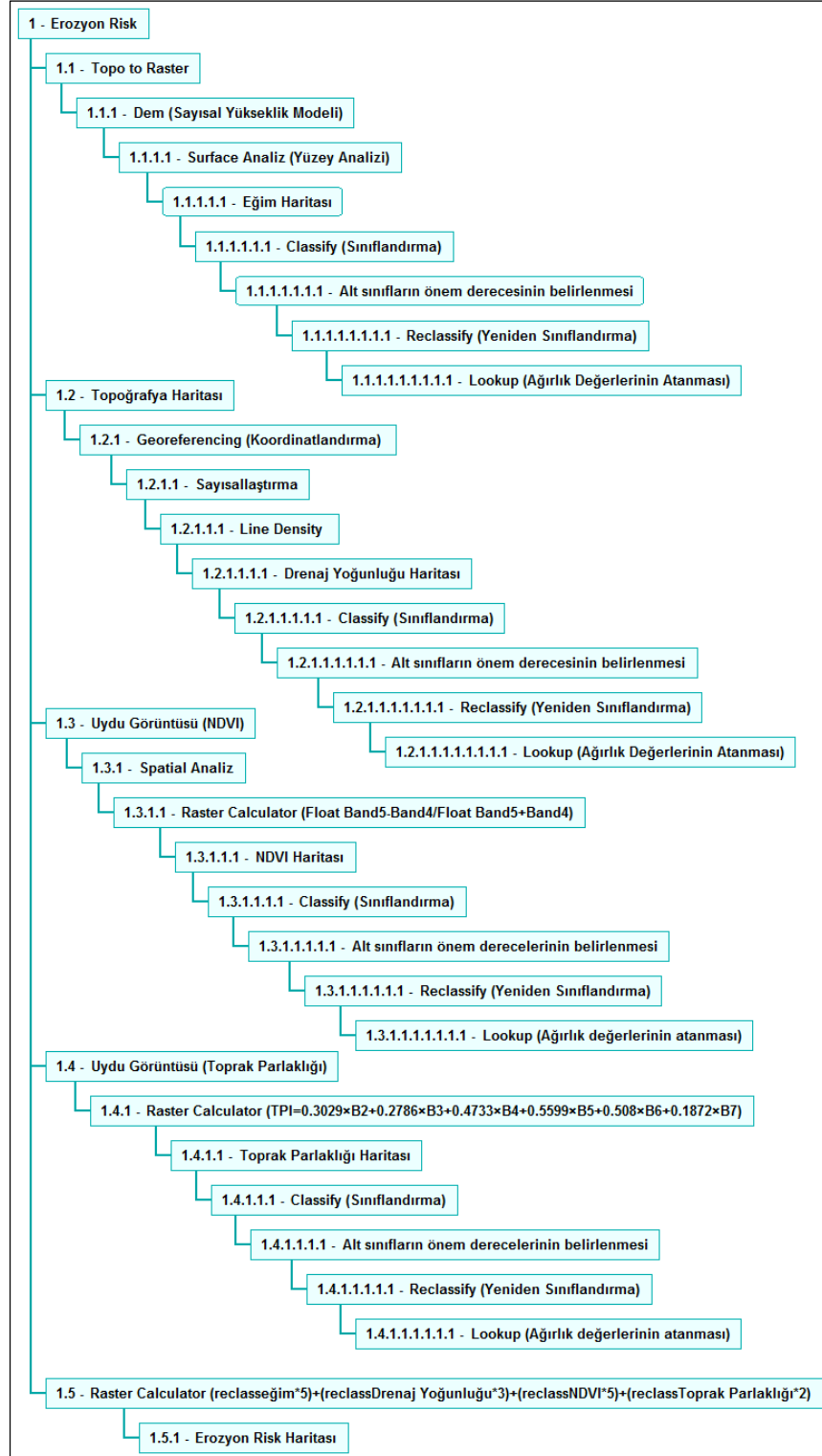


Şekil 5. Erozyon risk analizlerinde kullanılan parametreler ve ağırlık değerleri (p=puan).

10 m. grid haritalarına dönüştürülen tüm katmanlar ArcGIS 10.1 Programı-Spatial Analiz-Map Algebra-Raster Calculator toolu ile toplanmış ve sonuç haritası üretilmiştir.

Sonuç haritası için (reclass eğim*5+ reclass drenaj yoğunluğu*3+ reclass NDVI*5+ reclass

toprak parlaklığı*2) formülü kullanılmıştır. Bu harita çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek riskli olarak 5 sınıfa ayrılmıştır. Erozyon risk analizlerine ait CBS işlem basamakları Şekil 6'da gösterilmiştir.



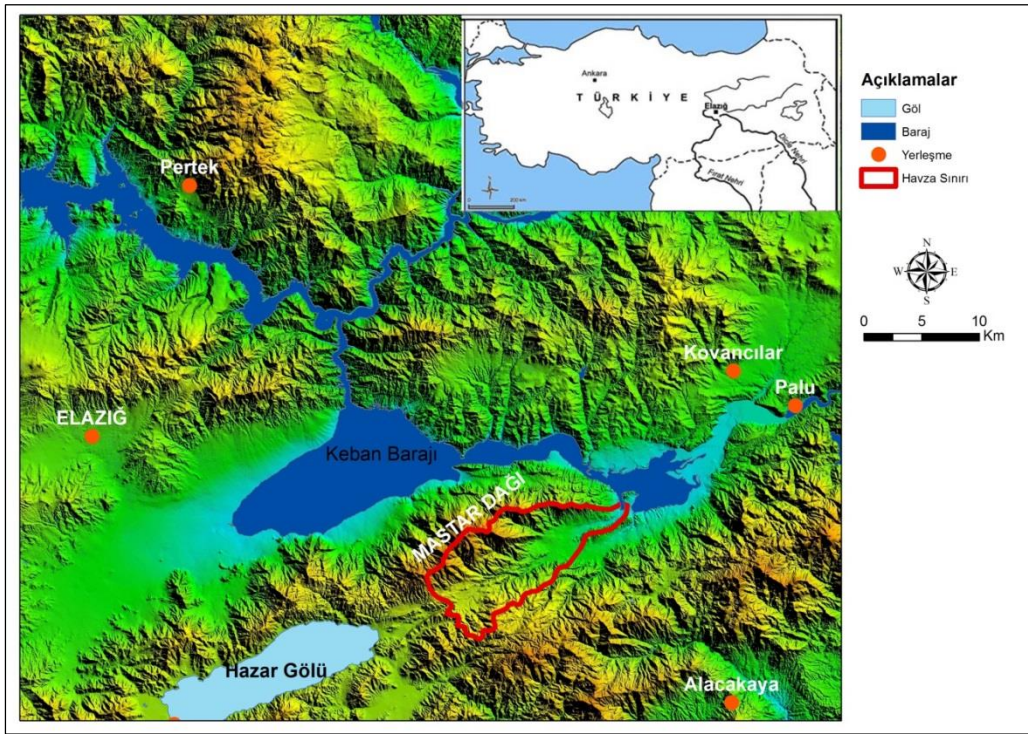
Şekil 6. Erozyon risk analizlerinde takip edilen CBS işlem basamakları

Çalışma Alanı ve Başlıca Özellikleri

Büyükçay Deresi, Mastar Dağı'ndan doğan akarsuların birleşmesiyle oluşmuştur. Büyükçay Deresi Havzası, Keban Baraj Gölü ve Mastar Dağı'nın uzantıları ile çevrelenmiştir (Şekil 1). Havzayı kuzeyden sınırlandıran Mastar Dağı akarsular tarafından yarılmış engebeli bir görünüme sahiptir.

Havzayı kuzeyden sınırlandıran zirvelerde yükselti 2171 m'ye ulaşmaktadır (Mastar Tepesi). Havzada yer alan diğer yükseltiler Mastar Sırtı Tepesi (2009 m), Birna Tepesi

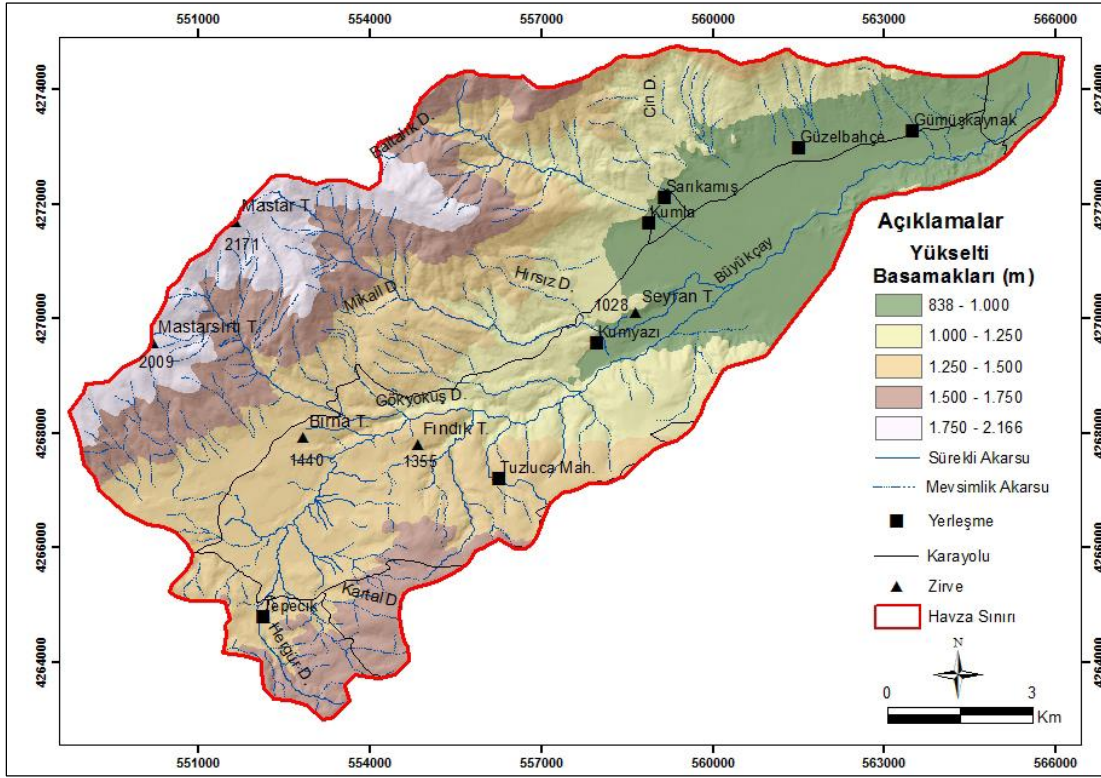
(1440 m), Fındık Tepesi (1355 m) ve Seyran Tepesi'dir (1028 m) (Şekil 2). Büyükçay Havzası'nda yükselti 838 ile 2166 m arasında değişmekte olup, havzanın kuzeyi ile doğusu arasında önemli yükselti farkları bulunmaktadır. Yükselti farkı havza içinde 1200 m'yi geçmektedir (Şekil 2). KD-GB doğrultusunda fayla kesilmesi arazinin basamaklanmasına neden olmuştur. Ortalama eğimin 15° olduğu havzada maksimum eğim değeri 56°'yi bulmaktadır.



Şekil 1. Büyükçay Havzası'nın (Elazığ) lokasyon haritası

Kuzeyde eğim değerleri en yüksek iken, doğuda eğim değerleri azalmaktadır. Eğim dağılışı üzerinde tektonik hatlar ve yarıлма etkili olmuştur. Kuzey ve güneyde eğim

değerlerinin arttığı sahalarda fay dikliklerine karşılık gelmektedir.



Şekil 2. Büyükçay Havzası'nın (Elazığ) fiziki haritası

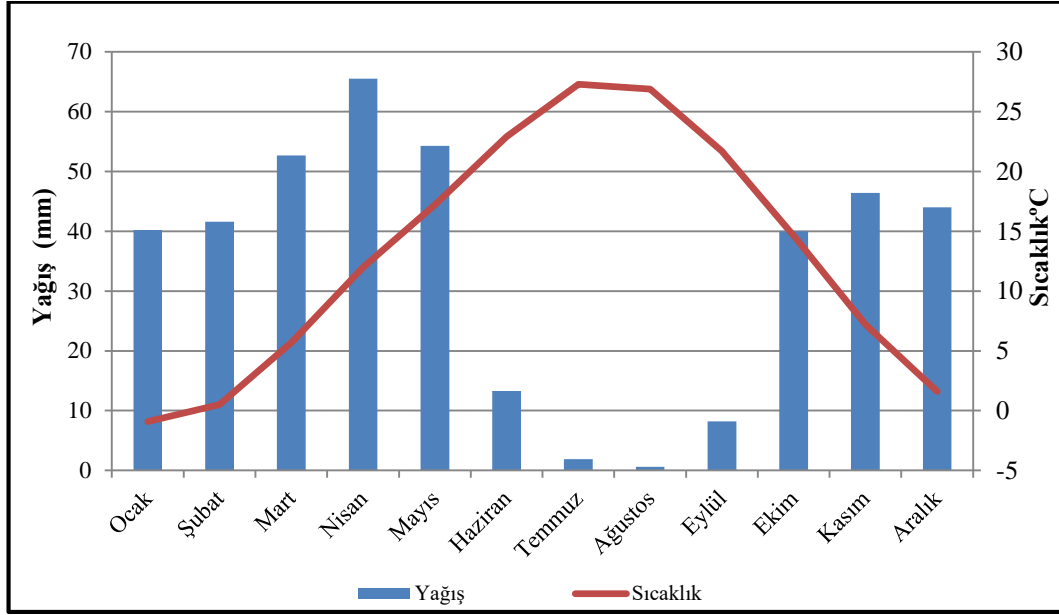
Elazığ Meteoroloji İstasyonu'nun verilerine göre Büyükçay Havzası'nın iklim özellikleri değerlendirildiğinde yağış miktarının az ve yağış rejimin düzensiz olduğu görülmektedir. Yağış miktarı 408 mm olup, en yağışlı dönem ilkbahardır. Dağlık alanlarda yağış miktarı artsa da havza genelinde yağışın az oluşu dikkat çekmektedir (Şekil 3).

Büyükçay Havzası bitki örtüsü açısından oldukça fakirdir. Bu durum yağış miktarının az ve yağış rejiminin düzensiz olmasına bağlıdır. 29 Mayıs 2014 tarihli Landsat 8 uydu görüntüsünden elde edilen NDVI değerlerine göre havzanın büyük bir kısmı bitki örtüsünden yoksundur.

İncelenen alanın batısı ve doğusunda NDVI değerlerinin yükseldiği sahalar tarım alanlarına karşılık gelmektedir. Bitki örtüsünün seyrek

olduğu havzanın kuzeyinde mevsimlik karakterdeki kısa boylu akarsuların neden olduğu yarılmaz arazinin engebeli bir yapı kazanmıştır. Uydu görüntüsü kullanılarak elde edilen parlaklık indeksine göre havzanın büyük bir kısmında toprak parlaklığı oldukça düşüktür. Bu durum kaba tekstürlü toprakların yaygın olduğunu göstermektedir. Kaba tekstürlü topraklar erozyonun şiddetli olduğunu kanıtlamaktadır (Yüksel ve Avcı, 2015).

Büyükçay Havzası'nda tektonik hatların etkisiyle önemli yükselti ve eğim farkları bulunmaktadır. Yükselti ve eğim değişkenliği havzanın kuzeyi ile doğusu arasında belirgindir. Yağış rejiminin düzensiz olduğu havzada bitki örtüsü oldukça seyrek. Bu faktörlere bağlı olarak şiddetli erozyon yaşanmaktadır.



Şekil 3. Elazığ'da sıcaklık ve yağışın yıl içindeki dağılışı (DMİ verileri, 1950-2014).

Bulgular

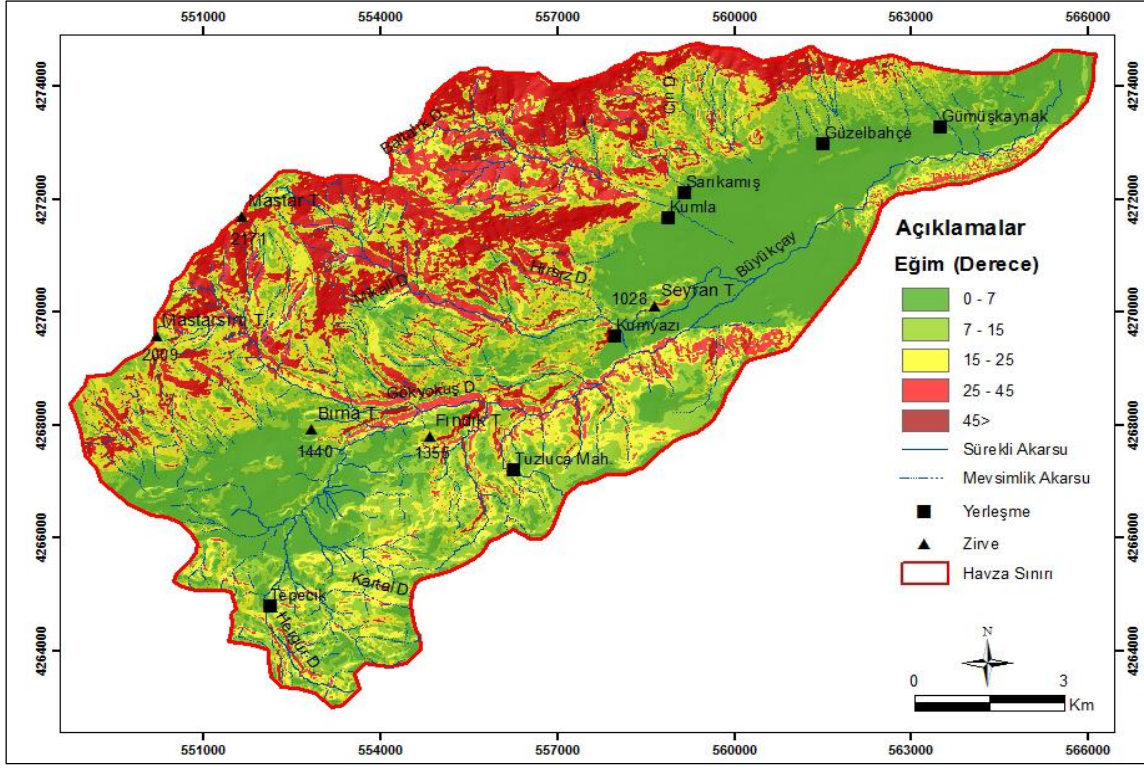
Büyükçay Havzası için yapılan erozyon risk analizlerinde eğim, bitki örtüsü ve drenaj yoğunluğunun etkili olduğu görülmüştür. Bu bölümde erozyon duyarlılık analizinde kullanılan eğim, bitki örtüsü, drenaj yoğunluğu ve toprak parlaklığı değerlendirilmiştir.

Eğimin Erozyon Üzerindeki Etkisi

Büyükçay Havzası'nda eğim değerleri 0-56° arasında değişmekte, ortalama eğim değerleri 15°'yi bulmaktadır. Havzanın kuzeyi ile doğusu arasında eğim değerleri açısından belirgin bir farklılık bulunmaktadır. Eğim

değerleri havzanın kuzeyinde en yüksek değerine ulaşmakta ve eğim değişkenliği artmaktadır. Havzanın kuzeydoğusu ve güneybatısında eğim değerleri azalmaktadır (Şekil 7).

Arazi çalışmalarında eğim değerlerinin yüksek olduğu havzanın kuzeyinde erozyonun arttığı görülmüştür. Eğim değeri yüksek yamaçlardan taşınan topraklar doğuda yer alan tarım alanlarını etkilemektedir (Foto 1). Bunun yanında taşınan malzeme Keban Barajı'na birikmektedir.



Şekil 7. Büyükçay Havzası'nın (Elazığ) eğim haritası

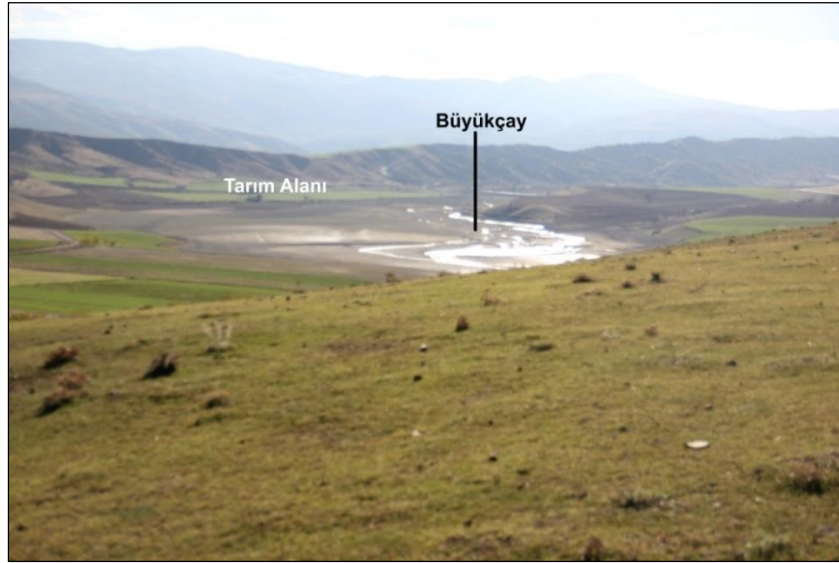


Foto 1. Büyükçay Havzası'nın doğusunda yer alan tarım alanları erozyondan etkilenmektedir

Büyükçay Havzası'nda eğim haritası ile erozyon risk haritası arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır. Eğim değerlerinin arttığı havzanın kuzeyinde erozyon riski yüksektir (Foto 2).

Eğim değerlerinin azaldığı havzanın kuzeydoğusunda erozyon riski azalmaktadır.



Foto 2. Büyükçay Havzası'nda eğim değerlerinin yükseldiği alanlarda erozyon artmaktadır

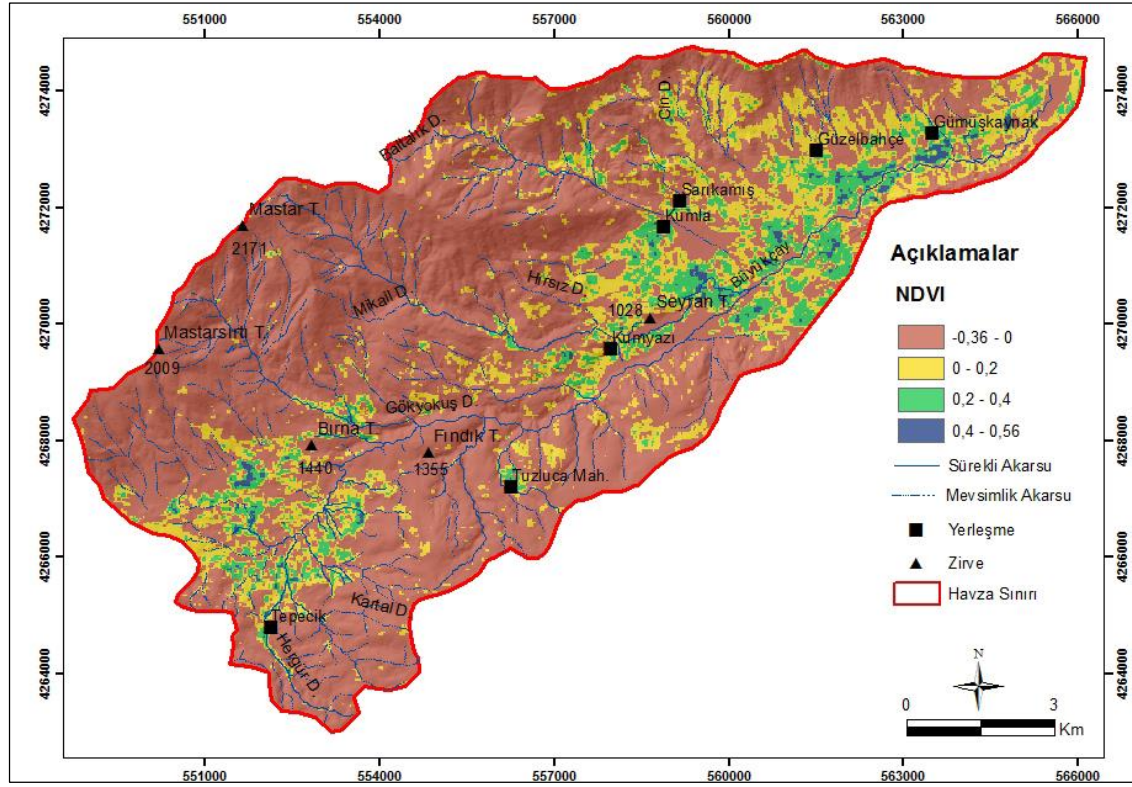
Bitki Örtüsünün Erozyon Üzerindeki Etkisi

Büyükçay Havzası'nın büyük bir kısmı bitki örtüsünden yoksundur. Havzada bitki örtüsünü değerlendirebilmek için 29 Mayıs 2014 tarihli Landsat 8 uydu görüntüsünden NDVI değerleri çıkarılmıştır.

Haritaya göre havzanın batısı ve doğusunda NDVI değerleri artmaktadır. NDVI

değerlerinin arttığı bu sahalarda tarım alanlarına karşılık gelmektedir (Şekil 8).

Havzanın kuzeyinde NDVI değerleri negatif değerler göstermektedir. Bu durum havzanın kuzeyinin bitki örtüsünden yoksun olduğunu göstermektedir. Bitki örtüsü eğim ile birlikte havzada yaşanan şiddetli erozyonun en önemli iki nedenidir. NDVI değerlerinin nispeten yükseldiği sahalarda erozyon azalmaktadır.



Şekil 8. Büyükçay Havzası'nın (Elazığ) NDVI haritası

Büyükçay Havzası'nda NDVI haritası erozyon risk haritası ile uyumludur. Riskin arttığı havzanın kuzeyi aynı zamanda NDVI değerlerinin negatif olduğu sahalardır (Foto 3).

Havzanın güneybatısı ve kuzeydoğusunda bitki örtüsünün yoğunlaşması erozyon riskinin azalmasında etkili olmuştur.



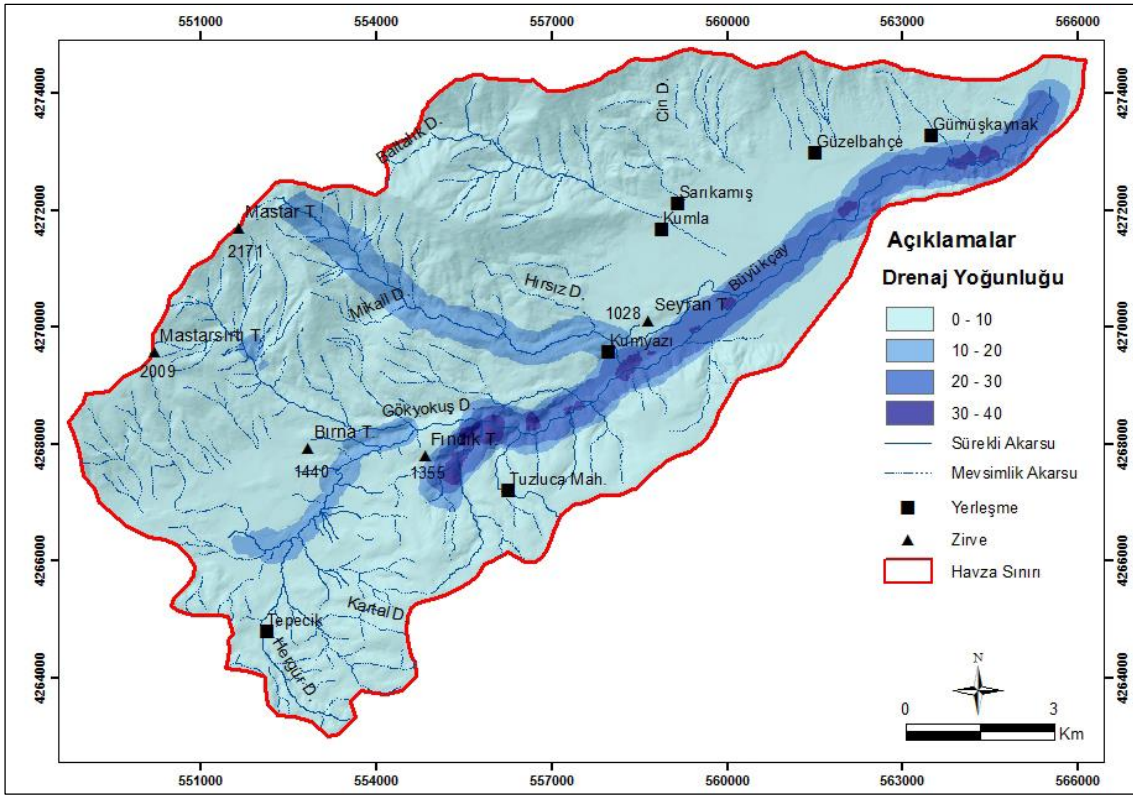
Foto 3. Büyükçay Havzası'nın kuzeyinde bitki örtüsünün seyrek olduğu alanlarda erozyon şiddeti yüksektir.

Drenaj Yoğunluğunun Erozyon Üzerindeki Etkisi

Büyükçay Havzası'nda drenaj yoğunluğu yüksektir. Drenajı oluşturan akarsuların büyük bir bölümü mevsimlik karakterdedir (Şekil 9). Drenaj yoğunluğu havzanın güneyinde ana akarsu vadileri boyunca en yüksek değerine ulaşmaktadır. Bu sahada ise erozyon düşüktür. Bu durum eğimin düşük ve tarım alanlarının geniş olmasına bağlıdır. Bunun yanında drenaj yoğunluğunun yüksek olduğu alanlarda zemin nemliliğinin yüksek oluşu ve bitki örtüsünün

nispeten yoğun olması erozyonun azalmasını sağlamıştır.

Havzanın kuzeyinde ve güneybatısında mevsimlik karakterdeki akarsular yarıntı erozyonun meydana gelmesini sağlamıştır. Havzanın kuzeyinde drenaj yoğunluğunun 0-10 km² olduğu alanlarda erozyon şiddeti yüksektir. Bu durum mevsimlik karakterde akarsulara, eğimin fazla ve bitki örtüsünün seyrek olmasına bağlıdır.



Şekil 9. Büyükçay Havzası'nın (Elazığ) drenaj yoğunluğu haritası

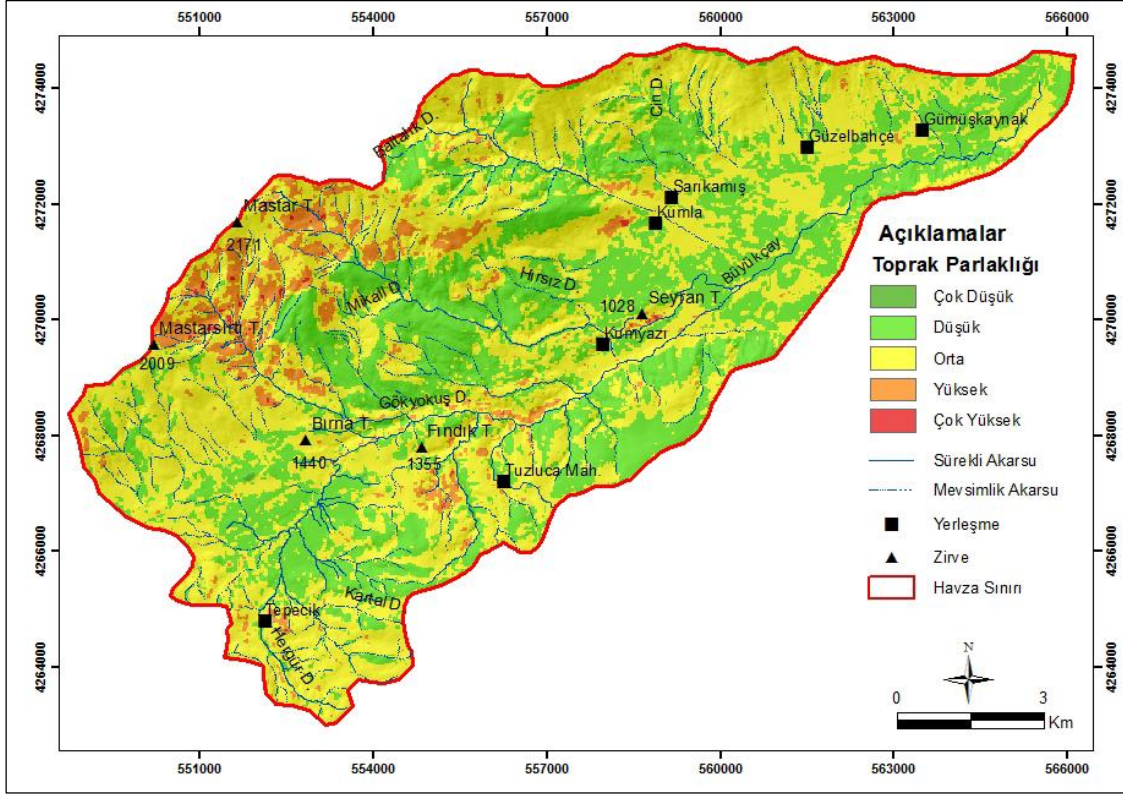
Toprak Parlaklığının (Tekstür) Erozyon Üzerindeki Etkisi

Genellikle toprağın tane büyüklüğü küçüldükçe, toprak renginin parlaklığı artmaktadır (Sanchez-Maranon, 2004). 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). Toprak parlaklığı ile ilgili bilgiler dikkate alındığında, parlaklığın düşük olduğu alanlarda kaba tekstürlü, yüksek olduğu alanlarda ince tekstürlü topraklar görülmektedir. Büyükçay Havzası'nda toprak parlaklığı için uydu görüntüsüne Tasseled Cap Dönüşümü (2) uygulanmıştır (Şekil 10). Havza genelinde toprak parlaklığı düşük çıkmıştır.

Kuzeybatıda toprak parlaklığı yüksektir. İncelenen alanda toprak parlaklığının genelde düşük olması kaba tekstürlü toprakların yaygın olduğunu göstermektedir. Kaba tekstürlü toprakların fazlalığı erozyonun şiddetli

olduğunu göstermektedir (Yüksel ve Avcı, 2015).



Şekil 10. Büyükçay Havzası'nın (Elazığ) toprak parlaklığı haritası

Sonuç

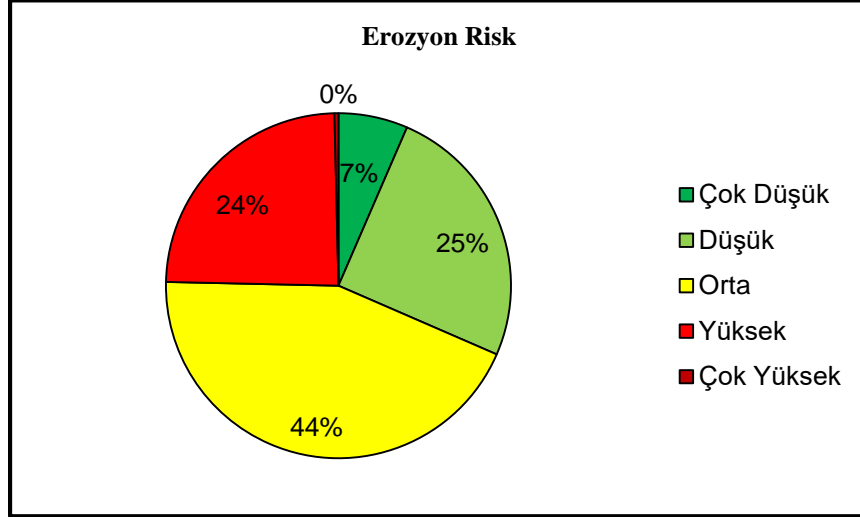
Erozyon risk haritaları oluşturulurken erozyona neden olan faktörlerin ve ağırlık değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için ayrıntılı arazi gözlemlerine ve ölçümlere ihtiyaç bulunmaktadır. Arazi gözlemleri ile belirlenen faktörler Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama teknolojileri kullanılarak gerçekçi sonuçlara ulaştırmaktadır. Erozyon oluşumunda doğal faktörler ile beşeri faaliyetler etkili olmaktadır. Bu çalışmada erozyon üzerinde etkili olan doğal faktörler dikkate alınarak analizler yapılmıştır.

Büyükçay Havzası için erozyon risk haritası eğim, bitki örtüsü-NDVI, drenaj yoğunluğu ve toprak parlaklığı (tekstür) faktörleri (katman) kullanılarak oluşturulmuştur. Erozyon risk haritası oluşturulurken katmanlar alt gruplara ayrılmış ve bu gruplara ağırlık değeri atanmıştır. Ağırlık değeri atanmış katmanlar toplanarak risk haritası oluşturulmuştur. Bu çalışma sonuçları arazi gözlemleri ve uydu görüntüleri ile örtüşmektedir. Büyükçay Havzası için oluşturulan haritaya göre erozyon riskinin yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 1).

Havzanın batısı ve doğusunda eğim değerlerinin azalması ve tarım alanlarının artması erozyon riskinin azalmasını sağlamıştır. Havzanın doğusunda son yıllarda tarım alanlarında belirgin bir artış bulunmaktadır. Bu durum zeminin kapalılığını artırarak erozyon riskinin düşük olmasını sağlamıştır. Ayrıca bu sahada drenaj

yoğunluğunun yüksek olması zemin nemliliğini artırarak erozyon riskinin düşmesine neden olmuştur.

Havza için oluşturulan haritaya göre erozyon riskinin orta olduğu sahalar % 44, yüksek olduğu sahalar % 24'lik orana sahiptir (Şekil 12).



Şekil 12. Büyükçay Havzası'nda (Elazığ) erozyon riskinin oransal dağılışı

Bu çalışma sonuçlarına göre erozyon riski üzerinde eğim, NDVI ve drenaj yoğunluğu parametrelerinin etkisi fazladır. Eğim ve bitki örtüsü parametreleri ile erozyon arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır.

Erozyonun şiddetli olduğu havzada tarım alanları ve Keban Barajı olumsuz etkilenmektedir. Bu nedenle erozyonla mücadele çalışmalarının hızlandırılması gerekmektedir.

Kaynaklar

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

Ayalew, L., Yamagishi, H. 2005. The application of GIS-based logistic regression for landslide susceptibility mapping in the Kakuda-Yahiko Mountains, Central Japan. *Geomorphology* 65, 15-31.

Baig, M. H. A., Zhang, L., Shuai, T. Tong, Q. 2014. Derivation of a tasselled cap transformation

based on Landsat 8 at-satellite reflectance, *Remote Sensing Letters*, 5(5), 423, 431.

Beguiría, S. 2006. Identifying erosion areas at basin scale using remote sensing data and GIS: a case study in a geologically complex mountain basin in the Spanish Pyrenees. *International Journal of Remote Sensing* 27 (20), 4585-4598.

Crist, E. P., Kauth, R. J. 1986. The Tasseled Cap De-Mystified. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 52 (1), 81-86.

Crist, E. P., Cicone, R. C. 1984. Application of the Tasseled-Cap concept to simulated Thematic Mapper data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 50, 343-352.

Doğan, O. 2011. Türkiye'de erozyon sorunu nedenleri ve çözüm önerileri". *Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim*, 134, 62-69.

Floras, S. A., Sgouras, I. D. 1999. Use of geoinformation techniques in identifying and mapping areas of erosion in a hilly landscape of central Greece. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 1,68-77.

Frazier, Be., Cheng, Y. 1989. Remote sensing of soils in the eastern Palouse region with Landsat

Thematic Mapper. Remote Sensing of Environment, 28, 317–325.

Huang, C., Wylie, B., Yang, L., Homer, C., Zylstra, G. 2002. Derivation of a tasseled cap transformation based on Landsat 7 at-satellite reflectance, International Journal of Remote Sensing, 23, 1741–1748.

Garg, P. K., Harrison, A. R. 1992. Land Degradation and Erosion Risk Analysis in S. E. Spain: A Geographic Information System Approach, CATENA, 19, 411-425.

Giannetti, F., Montanarella, L., Salandın, R. 2001. Integrated use of satellite images, DEMs, soil and substrate data in studying mountainous lands. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 3:25–29.

Gülersoy, A. E. 2008. Bakırçay Havzası'nda doğal ortam koşulları ile arazi kullanımını arasındaki ilişki. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Gülersoy, A. E., Çelik, M. A. 2015. Determining of areas with high erosion risk in Küçük menderes river basin (west anatolia, turkey) By using multi-criteria decision making method. Fresenius Environmental Bulletin, V: 24, No: 1a.

Haboudane, D., Bonn, F., Royer, A., Sommer, S., Mehl, W. 2002. Land degradation and erosion risk mapping by fusion of spectrally-based information and digital geomorphometric attributes. International Journal of Remote Sensing, 23: 3795–3820.

Kauth, R. J., Thomas, G. S. 1976. The Tasseled Cap a graphic description of the spectral-temporal development of agricultural crops as seen in Landsat. In Proceedings on the Symposium on Machine Processing of Remotely Sensed Data. West Lafayette, Indiana, 41-51.

Ma, J. W., Xue, Y., Ma, C.F., Wang, Z.G. 2003. A data fusion approach for soil erosion monitoring in the Upper Yangtze River Basin of China based on Universal Soil Loss Equation (USLE) model. International Journal of Remote Sensing, 24: 4777–4789.

Mati, B. M., Morgan, R. P. C., Gichuk, F.N., Quntor, J. N., Brewer, T.R., Limger, H. P. 2000. Assessment of erosion hazard with the USLE and GIS: A case study of the Upper Ewaso Ng'iro North basin of Kenya. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2: 78–86.

Nigel, R., Rughooputh S.D.D.V. 2010. Soil Erosion Risk Mapping with New Datasets: An Improved Identification and Prioritisation of High Erosion Risk Areas. Catena, 82, 191-205.

Pickup, G., Nelson, D. J. 1984. Use of Landsat radiance parameters to distinguish soil erosion, stability and deposition in arid central Australia. Remote Sensing of Environment, 16:195–209.

Pickup, G., Chewings, V. H. 1988. Forecasting patterns of soil erosion in arid lands from Landsat MSS data. International Journal of Remote Sensing, 9:69–84.

Torrent, J., V. Barron. 1993. Laboratory measurement of soil color: theory and practice. In: Bigham, J.M., Ciolkosz, E.J. (Eds.), Soil Color. Soil Science Society of America, Madison, WI, 21-34.

Sanchez-Maranon, M., M. Soriano, M. Melgosa, G. Delgado., R. Delgado. 2004. Quantifying the effects of aggregation, particle size and components on the colour of Mediterranean soils. European Journal of Soil Science. 51, 551-565.

Shrimalil, S.S, Aggarwalz, S.P., Samral, J. S. 2001. Prioritizing erosion-prone areas in hills using remote sensing and GIS-a case study of the Sukhna Lake catchment, Northern India. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 3:54-60.

Symeonakis, E., Drake, N. 2004. Monitoring desertification and land degradation over sub-Saharan Africa. International Journal of Remote Sensing, 25:573–592.

Tağıl, Ş. 2009. Spatial Distribution and Affecting Factors of Soil Loss on Çakırdere and Yahu Dere Stream Basins (Balıkesir). Balıkesir University Journal of Institute of Social Sciences, 22, 23-39.

Tripathy, G. K., Ghosh, T. K., Shah, S. D. 1996. Monitoring of desertification process in Karnataka state of India using multi-temporal remote sensing and ancillary information using GIS. International Journal of Remote Sensing, 17:2243–2257.

Van Vesten, C. J., Rengers, N., Terlien, M. T. J. 1997. Prediction of the occurrence of slope instability phenomena through GIS-based hazard zonation. Geol. Rundsch., 86, 404-414.

Vrieling, A., Jong, S. M., Sterk, G., Rodrigues, S. C. 2008. Timing Of Erosion and Satellite Data: A Multi-Resolution Approach To Soil Erosion Risk Mapping. International Journal of Applied Earth Observation and Geo-information, 10, 267-281.

Yüksel, A., Avcı, V. 2015. Erosion Risk Mapping of Capakcur Stream Watershed Using Geographical Information System and Remote Sensing. Fresenius Environmental Bulletin, Volume: 24, No: 10.

Zinck, J. A., López, J., Metternicht, G. I., Shrestha, D.P., Vázquezselem, L. 2001. Mapping and modelling mass movements and gullies in mountainous areas using remote sensing and GIS techniques. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 3:43-53.

http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php. 08/01/2015 tarihli erişim.