



Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi

The Journal of International Social Research

Cilt: 7 Sayı: 31 Volume: 7 Issue: 31

www.sosyalarastirmalar.com Issn: 1307-9581

**AŞAĞI ASİ NEHRİ HAVZASI'NDA (HATAY) ARAZİ KULLANIMI VE ARAZİ ÖRTÜSÜ
(AKAÖ) DEĞİŞİMİNİN (1990-2011) EROZYON ÜZERİNDEKİ ETKİSİ**
**IMPACTS OF LAND USE AND LAND COVER (LULC) CHANGE (1990-2011) IN LOWER ASİ
RİVER BASIN (HATAY) ON EROSION**

Emre ÖZŞAHİN*

Ahmet ATASOY**

Öz

Günümüzde toprağın en temel sorunlarından biri olan erozyon üzerinde etkili en temel faktörlerin başında arazi kullanımı ve arazi örtüsü (AKAÖ) gelmektedir. Son yıllarda insan aktivitelerine bağlı olarak bu faktörün değişimi erozyonu da etkilemiştir. Bu çalışmada arazi kullanımı ve arazi örtüsü (AKAÖ) değişiminin erozyon üzerindeki etkisi, Aşağı Asi Nehri örneğinde irdelenecektir. Çalışma amacı kapsamında, yıllık toprak kayıp miktarını, erozyon risk sınıflarını ve dağılımlarını belirlemek amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı RUSLE (3D) yöntemi tercih edilmiştir. Bunun yanında arazi kullanımı ve arazi örtüsü (AKAÖ) değişimi Landsat uydu görüntüleri ve çeşitli haritalar yardımıyla çeşitli yöntem ve teknikler doğrultusunda analiz edilmiştir. Modelin uygulama aşamasında, diğer faktörlerin sabit kalması şartıyla çeşitli yıllara ait üretilen arazi örtüsü ve yönetim (C) faktörlerinin model içindeki uygulaması tekrarlanmış ve birbirinden bağımsız iki erozyon haritası oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda hem 1990 yılında (% 28.26), hem de 2011 yılında (% 35.60) en geniş sahada hafif derecede erozyonun etkili olduğu belirlenmiştir. Havza alanındaki yıllık toprak kayıp miktarının 1990 yılında $462.46 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$, 2011 yılında ise $141.17 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda yıllık toplam toprak kayıp miktarlarında günümüze doğru - $68.17 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ değerinde bir azalma olduğu görülmüştür. Sonuç olarak RUSLE yönteminin doğru sonuçlar verdiği ve bu sahalar için uygulanabilir olması bakımından tercih edilebilir olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca bu alanda kullanımı ve arazi örtüsü (AKAÖ) değişiminin erozyon üzerinde belirgin bir etkisi olduğu ispatlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Toprak Kaybı, Erozyon, RUSLE (3D), Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsü (AKAÖ), Aşağı Asi Nehri Havzası.

Abstract

Today, one of the main factors that affect erosion – one of the most important soil problems – is land use and land cover (LULC). In recent years, the change in this factor as a result of human activities has affected erosion, too. In this study, the effect of land use and land cover change on erosion was examined in the case of the Lower Asi River basin. For the purposes of the present study, the Geographic Information Systems (GIS) based RUSLE (3D) method was employed in order to determine the amount of annual soil loss, erosion risk classes, and the distribution of such classes. In addition, land use and land cover (LULC) change was analyzed through Landsat satellite images and various maps (e.g. remote sensing [RS]). Provided that other factors remained constant, during the implementation phase of the model, the application of the land cover and management (C) factors obtained for various years was repeated within the model, and two independent erosion maps were created. It was concluded that mild erosion was effective in the widest area both in 1990 (28.26%) and in 2011 (35.60%). It was found that the amount of annual soil loss for the basin area was $462.46 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ in 1990, $141.17 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ in 2011. This being the case, it was seen that there was a decrease of $68.17 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ in the amount of annual soil loss as the time got closer to the present. Another result of the study was that the RUSLE (3D) method delivered accurate results, and could be preferred in such

* Yrd. Doç. Dr., Namık Kemal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü. E-mail: eozsahin@nku.edu.tr

** Doç. Dr., Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü. E-mail: atasoya23@gmail.com

areas. Also, it was proved that change in land use and land cover (LULC) had a significant impact on erosion in the study area.

Keywords: Soil Loss, Erosion, RUSLE (3D), Geographic Information Systems (GIS), Remote Sensing, Lower Asi River Basin.

1. Giriş

Suyun neden olduğu toprak erozyonu Dünya'nın en önemli çevresel problemlerinden biridir (Eswaran vd., 2001; Vrieling, 2006; Xia vd., 2008; Krishna Bahadur, 2009; Kefi vd., 2010; Hui vd., 2010). Nitekim dünyada hızlı nüfus artışından sonra ikinci en büyük sorun olarak görülmektedir (Pimentel, 2006; Pradhan vd., 2011). Bu sorun erozyonu etkileyen en temel faktörlerden birisi olan arazi kullanımı ve arazi örtüsü (AKAÖ) üzerinde antropojenik nedenlere bağlı olarak çeşitli oranda etkisini göstermektedir.

Dünya üzerinde yüzlerce yıldır insan etkisi maruz kalmış ve bu etkilerin yoğun bir şekilde hissedildiği alanlardan birisi olan (Efe ve Tağıl, 2007; Korkmaz vd., 2012) Akdeniz havzasında arazi kullanımı ve arazi örtüsünde çok ciddi boyutlarda antropojenik kökenli değişimler yaşanmıştır. Bu durum erozyon üzerinde etkili olmuş (Giordano vd., 2002; Grimm vd., 2003; Onori vd., 2006; Grauso vd., 2010; Conforti vd., 2011) ve çeşitli erozyon modellerinin de uygulanmasını beraberinde getirmiştir (Kothyari ve Jain, 1997; Cürebal ve Ekinci, 2006; İrvem vd., 2007; Ekinci, 2007; Efe vd., 2008a; 2008b; Ekinci vd., 2010). Bu modellerden en fazla tercih edileni, "RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation/Düzenlenmiş Evrensel Toprak Kaybı Denklemi)" yöntemidir (Cai vd., 2000; Xiaodan vd., 2004; Marchi ve Dalla Fontana, 2005, Erdogan vd., 2007; Tağıl, 2009; Erkal, 2012; Erkal ve Yıldırım, 2012). Bu yöntem son yıllarda Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı olarak kullanılmaktadır (Wijesekera ve Samarakoon, 2001; Wessels vd., 2001, Yang vd., 2003; Shi vd., 2004; Zhou vd., 2005; Özşahin, 2011; 2014).

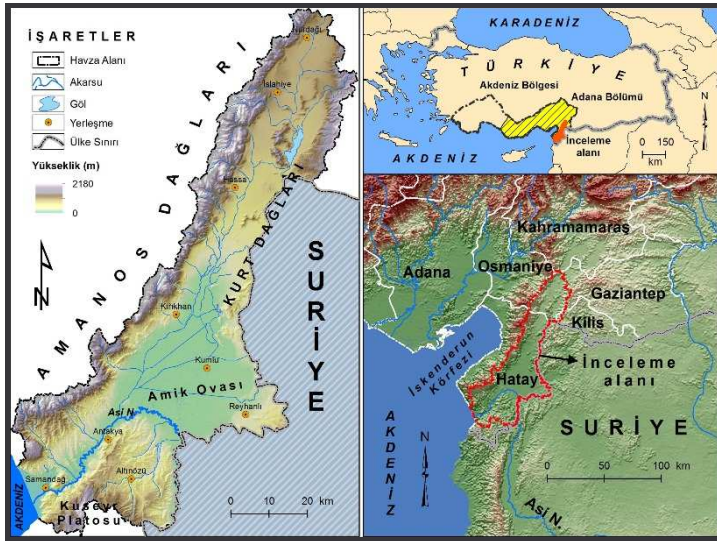
Bu çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı ve Uzaktan Algılama (UA) destekli RUSLE (3D) yöntemi ile Aşağı Asi Nehri havzasındaki erozyon riskinin ve yıllık toplam toprak kaybının sabit ve değişken faktörler göz önünde bulundurularak hesaplanması amaçlanmıştır. Bilindiği gibi RUSLE (3D) yönteminde erozyonu kontrol eden yağış (R) ve toprak (K) erozyon faktörleri değiştirilemez faktörler iken, eğim uzunluk ve eğim dikliği (LS), arazi örtüsü ve yönetim (C) ile erozyon kontrol (önleyici) (P) faktörler ise kontrol edilebilir değişkenlerdendir (Renard vd., 1997; Yıldırım

ve Erkal, 2008). Bu çalışmada diğer bütün faktörlerin sabit kalması şartıyla farklı yıllara ait üretilen C faktörleri RUSLE (3D) yöntemine göre ayrı ayrı analiz edilmiştir. Analiz kapsamında değerlendirilen yıllarda, arazi kullanımı ve arazi örtüsü (AKAÖ) üzerinde meydana gelen değişimlerin erozyon oluşumunda etkili olduğu aşikârdır. Çünkü erozyonu etkileyen diğer bütün faktörlerin değişimi uzun bir zaman sürecinde gerçekleşecek bir durumdur. Ancak arazi kullanımı ve arazi örtüsü (AKAÖ) ise özellikle son yıllarda antropojenik etkilerden dolayı çok hızlı bir şekilde değişime uğrayabilmektedir. Bu nedenle bu çalışmada arazi kullanımı ve arazi örtüsü (AKAÖ) üzerinde gerçekleşen değişimlerin erozyona olan etkisinin tartışılması esas gayedir.

2. Çalışma Alanının Genel Özellikleri

İnceleme alanı, Akdeniz Bölgesinin en doğusunda ve Adana Bölümünde yer almaktadır. İdari bakımdan ise Hatay ili başta olmak üzere, Gaziantep, Kilis, Osmaniye ve Kahramanmaraş il sınırları içerisinde bulunur (Şekil 1). Asi Nehrine sadece Türkiye sınırları içerisinde dahil olan kolları dikkate alınarak çizilen havza alanının su bölümü çizgisi 586.23 km çevre uzunluğuna sahip olup, yüzölçümü ise 4317.00 km²'dir. Kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda bir yönde uzanış gösteren havza alanının ortalama yükseltisi 387 m olup, en yüksek noktası 2240 m ile Mıgır Tepe ve en alçak noktası ise deniz seviyesidir (Şekil 1). Bu duruma göre inceleme alanının yükselti farkı 2240 m'dir.

Samandağ-Nurdağı arasındaki grabene yerleşmiş olan Asi Nehrinin aşağı havzasında bulunan bu alanda, Prekambriyen'den günümüze kadar değişik yaş ve litolojik özelliklere sahip birimler yayılış göstermektedir. Tektonik aktivite bakımından ise bu alan bölgesel ölçekte Avrasya, Arabistan ve Afrika levhalarının kavşağında yer alır. Bu levhalardan Afrika ve Arabistan levhalarının Anadolu levhasını sıkıştırması neticesinde bölgede birçok fay hattı oluşmuştur. Bu faylar genel hatlarıyla Amanos, Ölü Deniz ve Kıbrıs-Antakya faylarıdır (Över vd., 2001; Özşahin, 2010).



Şekil 1: Lokasyon haritası

Jeomorfolojik açıdan genel ölçekte Antakya-Kahramanmaraş grabenin güneybatı kesimini oluşturan havza alanında dağ, plato ve ova olmak üzere üç ana jeomorfolojik birimde bulunur. Dağ morfolojisini havzayı kuzeybatıdan sınırlayan Amanos Dağları ile doğudan sınırlayan Kurt Dağları meydana getirir (Şekil 1). Havzadaki, platoları ise havzanın güneyinde yer alan Kuseyr Platosu ve havzanın kuzeyinde bulunan Karasu vadisinde yayılış gösteren Karasu Lav Platosu meydana getirmektedir. Havza alanındaki en alçak morfolojiyi oluşturan ovaları ise Amik Ovası ile kıyı ovası veya delta morfolojisi şeklinde biçimlenmiş Samandağ Ovası veya Asi Nehri deltası meydana getirmektedir (Şekil 1).

Akdeniz bölgesi sınırları içerisinde yer alan inceleme alanında, yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık ve yağışlı karakteristik Akdeniz iklimi hüküm sürmektedir. Havza alanında sıcaklık ve yağışın dağılımında Asi Nehrinin yerleşmiş olduğu graben morfolojisinin büyük etkisi olmuştur. Bu bakımdan yıllık ortalama sıcaklık denizden graben boyunca gittikçe genellikle azalmaktadır. Samandağ'da 19.0 °C olan yıllık ortalama sıcaklık, İslahiye'de 16.8 °C'ye kadar düşer. Yıllık ortalama sıcaklık dağılımı genel olarak 18-30 °C arasında değişmektedir. Havza alanında yıllık yağışın en yüksek olduğu istasyon, Antakya (1105.3 mm), en düşük olduğu istasyon ise Reyhanlı (543.2 mm)'dir. Bunun dışında graben tabanındaki ovalık alanlardan Amanos ve Kurt dağları ile Kuseyr Platosu gibi daha yüksekteki morfolojik birimlere çıkıldıkça yağış değerleri artış gösterir.

Hidrografik açıdan Asi Nehrinin alt akaçlama havzasında yer alan inceleme alanı, dış drenaja da bu akarsu sayesinde bağlanır. Karasu, Afrin ve Muratpaşa çayları da Asi Nehrinin bu alandaki en önemli kollarıdır.

Havza alanındaki akarsu rejimleri iklimsel yapıya paralel olarak Akdeniz akarsu rejimindedir. Bölgeye düşen yağışlar akarsuların akımı üzerinde birinci derecede rol oynadığından dolayı, bu bölgedeki akarsuların "Yağmurlu Akdeniz Rejimi" karakteri taşımaktadır. Akarsu debileri, kış mevsiminde yağışların yoğunlaşmasına paralel olarak artarken, yaz mevsiminde yağış yetersizliğinden dolayı düşmektedir.

Tıpkı Türkiye genelinde olduğu gibi, havza alanında da toprak çeşitliliği çok fazladır. Bu bağlamda, havza alanında Eski Toprak Sınıflandırma Sistemine (1938) göre 10 tür toprak grubu yayılış göstermektedir. Bu topraklar Alüvyal topraklar, Hidromorfik Alüvyal topraklar, Kolüvyal topraklar, Bazaltik topraklar, Kireçsiz Kahverengi topraklar, Kahverengi Orman toprakları, Kireçsiz Kahverengi Orman toprakları, Kırmızı Akdeniz toprakları, Kırmızı Kahverengi Akdeniz toprakları, Rendzina, Vertisol ve Organik topraklardır. Bu grup içerisinde en fazla alanı, Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları (1062.50 km² ve % 24.61) kaplamaktadır. Bu topraklar, Akbezi'nin kuzey ve kuzeybatısı, Serinyol'un kuzeyi, Antakya-Samandağ arasındaki yamaç araziler ile Altınözü çevresinde yayılış göstermektedir. En dar sahada ise Kireçsiz Kahverengi Topraklar (1.06 km² ve % 0.02) bulunur. Bu topraklar da havza alanının en kuzey sınırını oluşturan Nurdağı'nın kuzeyinde yer almaktadırlar.

Havza alanı, Türkiye bitki coğrafyası ve flora bölgelerine göre Holarktik Flora Aleminin Akdeniz Bölgesi sınırları içerisinde kalmaktadır (Atalay, 1983). Vegetasyon formasyonları bakımından kuru ormanlar dahilinde yer alan inceleme alanında hakim bitki örtüsünü kızılçam (*Pinus brutia*) ormanları oluşturur. Havza alanındaki orman formasyonu 831.34 km² ve 19.26 oranında bir alan kaplamaktadır. Özellikle havzanın Amanos Dağları'na doğru olan kesimi bitki örtüsünün en yoğun olduğu kesimdir. Bu kesimde yüksek alanlarda nemli ormanlarda yayılış gösterir. Nemli ormanlar içinde hakim ağaç türleri kayın, nemcil meşe türleri (macar meşesi, sapsız meşe, saplı meşe), kestane, gürgen, ıhlamur gibi kışın yapraklarını döken türlerdir (Atalay, 2002). Havza alanında kuru ormanların tahrip edilmesiyle ortaya çıkan çalı formasyonundaki makilerde geniş alanlara yayılmış durumdadır (333.05 km² ve % 7.71). Bu çalı türleri arasında ise, kocayemiş, funda, kermes meşesi, kızılçık, yabani erik, yabani elma, geyik dikenini ve üvez sayılabilir (Atalay, 1994).

3. Materyal ve Metot

Bu çalışmada temel materyal olarak Harita Genel

Komutanlığından (HGK) temin edilen 1/25.000 ölçekli sayısal topografya haritası katmanları (1/25.000 ölçekli) kullanılmıştır. Yöntem olarak, CBS tabanlı RUSLE yöntemi tercih edilmiştir. Bu aşamada Renard vd. (1997) tarafından bildirilen RUSLE (3D) eşitliği kullanılmıştır (1).

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \quad (1)$$

Burada; A = Tahmin Edilen Yıllık Toprak Kayıp Miktarı ($t \text{ ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$); R = Yağış Erozyon Faktörü ($\text{MJ ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$); K = Toprak Erozyon Faktörü (birim başına ton hektar); LS = Eğim Uzunluk ve Eğim Dikliği Faktörü (L= Eğim uzunluk; S= Eğim dikliği); C = Arazi Örtüsü ve Yönetim Faktörü (boyutsuz); P = Erozyon Kontrol (Önleyici) Faktör (boyutsuz).

Yağış erozyon (R) faktörü T.C. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden temin edilen Antakya (1970-2011), Samandağ (1970-2011), Altınözü (1986-1993), Reyhanlı (1988-1990), Kırıkhan (1970-2005), Hassa (1976-2004) ve İslahiye (1975-2010) meteoroloji İstasyonlarının uzun yıllara ait yağış verilerinden temin edilmiştir. Bu faktör, yıllık ve aylık yağış ortalamalarının dikkate alındığı "Modified Fournier Index (MFI)" (Arnoldous, 1977; 1980; Williams ve Sheridan, 1991; Bayramin vd., 2006, Diodato, 2004) formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

$$MFI = \sum_{i=1}^{12} \frac{P_i^2}{P}$$

şeklinde olan bu formüle göre; pi aylık yağışları (mm), Pj ise yıllık yağışların ortalamasını (mm) ifade eder. Burada "Yağış Erozyon Faktörü ise = (4.17 MFI) – 152" eşitliğinden ortaya konulabilmektedir. Havza alanının yağış erozyon faktörü, birbirinden farklı yükselti seviyelerinde yer alan 7 adet meteoroloji istasyonuna ait uzun yıllık verilerin Schreiber tarafından önerilen her 100 metre'de 54 mm yağışın artması ilkesi göz önünde bulundurularak geliştirilen $Ph=Po+4.5xh$ formül yardımıyla hesaplanmıştır (Cürebal ve Ekinci, 2006; Efe vd., 2008a; 2008b). Bu formüle göre, "Ph" ortalama aylık yağış miktarı (mm) ve "Po" yükseltisi bilinen noktanın ortalama aylık yağış miktarı (mm)'ni ifade etmektedir.

Toprak Erozyon (K) Faktörü haritası inceleme alanının yakın çevresinde yapılan benzer çalışmalarda (İrvem vd., 2007; Karabulut ve Küçükönder, 2008) olduğu gibi temel toprak haritasından faydalanılmıştır. Temel toprak haritasının oluşturulması aşamasında ise gerek arazi çalışmaları esnasında alınan toprak örneklerinin analizleri, gerekse T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'ndan elde edilen 1/25.000 ölçekli sayısal toprak haritalarının bazı çalışmalarla (Kılıç vd., 2009) birlikte derlenmesinden elde edilen veriler

kullanılmıştır.

Eğim Uzunluk ve Eğim Dikliği (LS) Faktör haritası Harita Genel Komutanlığından (HGK) temin edilen sayısal yükseklik katmanından (1/25.000 ölçekli) yararlanılarak temin edilmiştir. Bu amaçla SYM'den eğim ($^{\circ}$) haritası ve ArcHydro tool'u ile akım yığılımı (Flow accumulation-Fac) ve akım yönü (Flow direction) hesaplaması (2) yapılmıştır (Desmet ve Govers, 1996; Mitsova vd., 1996). Havza alanına ait akış yönü (yamaç uzunluk ve yükselti sınıfları) özellikleri, aşağıdaki eşitlik dikkate alınarak belirlenmiştir. Bu eşitliğe göre elde edilen harita, belirlenen vadi ağları ile paralel özellikler göstermektedir.

$$\text{"FlowAccumulation * (FlowDirection * (elevation))"} \quad (2)$$

Havzanın Eğim Uzunluk ve Eğim Dikliği (LS) faktörü ise yukarıdaki eşitlik göz önünde bulundurularak aşağıdaki denkleme (Ekinci, 2007; Tağıl, 2007; Pradhan vd., 2011) göre hesaplanmıştır (3).

$$\text{"LS = 1.6 * Pow ([Fac] * resolution) / 22.1,0.6) * Pow (Sin([slope] * 0.01745) / 0.09,1.3)"} \quad (3)$$

Arazi örtüsü ve yönetim (C) faktörü haritaları güneş açısına ve bitki örtüsündeki farklılığa bağlı hataları ortadan kaldırmak için aynı döneme (yaz) ait (01.10.1987, 26.07.1989, 29.08.2010 ve 03.10.2011) Landsat uydu görüntüleri kullanılarak belirlenmiştir. Uydu görüntüleri, Erdas Imagine 2011 programı yardımıyla kontrollü sınıflandırma tekniğine göre işlenmiştir. Uydu görüntülerinin doğrulukları, 1/25.000 ölçekli T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'ndan elde edilen arazi kullanım haritaları ve T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından hazırlanmış Amenajman haritaları kullanılarak denetlenmiştir.

Erozyon Kontrol (P) Faktörü, tespit edilmediği durumlarda 1 olarak kullanılmaktadır (Renard vd., 1991; Tağıl, 2007). Havza alanı için de bu faktör 1 alınarak denklemde göz ardı edilmiştir.

Yukarıda açıklanan faktörler, $A = R * K * L * S * C * P$ formülü kullanılarak grid temelli metod çerçevesinde CBS ortamında Raster Calculator tool yardımıyla birleştirilmiştir. Bunun akabinde havza alanının 1990 ve 2011 yılları için ayrı ayrı toprak kaybı hesaplanmış ve 10x10 metre çözünürlüğünde erozyon risk haritaları oluşturulmuştur. Bu haritalar Bergsma vd. (1996) tarafından yapılmış olan erozyon potansiyeli risk kategorileri kullanılarak sınıflandırılmıştır. Bunlar; çok hafif (Risk1 $< 5 t \text{ ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$), hafif (Risk 2, $5-12 t \text{ ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$), orta (Risk 3, $12-35 t \text{ ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$), güçlü (Risk 4, $35-60 t \text{ ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$), şiddetli (Risk 5, $60-150 t \text{ ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$) ve çok şiddetli

(Risk $6 > 150 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$)'dir.

Çalışmanın arazi etütleri safhasında çeşitli dönemlerde gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada havza alanına intikal edilerek gözlemler gerçekleştirilmiş, fotoğraf çekimi yapılmış ve toprak örnekleri alınmıştır. Örnek alımı sırasında derinlik esas dikkate alınarak farklı toprak takımları, farklı yükselti ve arazi koşulları göz önünde bulundurulmuştur. Alınan örneklerinin çeşitli fiziksel ve kimyasal özelliklerinin analizi Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Araştırma Merkezi Laboratuvarında (MKUFAM) yaptırılmıştır. Son aşamada ise bulgular dikkatle işlenerek makale kaleme alınmıştır.

4. Bulgular ve Tartışma

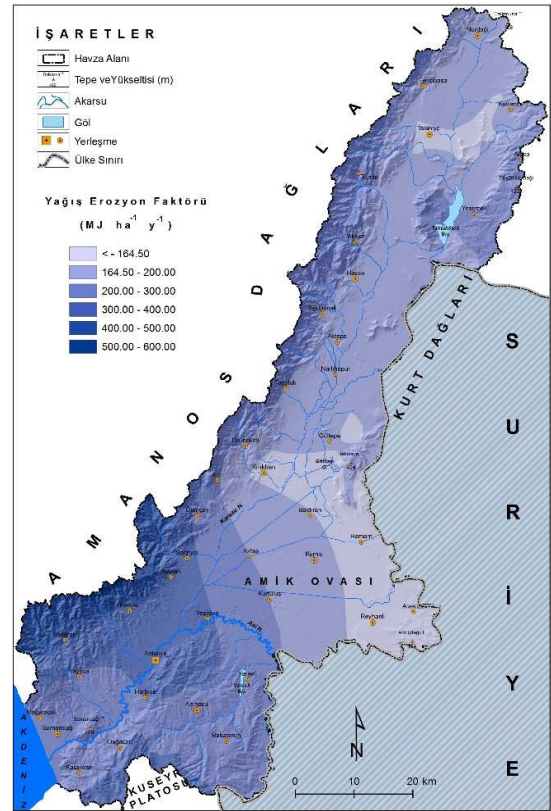
Bilindiği gibi toprak erozyonu çeşitli faktörlerin denetimi altında ortaya çıkmaktadır (Lee, 2004; Gobin vd., 2004; Jain ve Das, 2010; Sharma vd., 2011). Bu faktörlerin etki derecesi erozyonunun türünü ve boyutunu da değiştirebilmektedir. Bu bölümde öncelikle yöntem içeriğine göre toprak erozyonunu etkileyen faktörlere ait model uygulanacak ve daha sonra yapılan analiz çerçevesinde elde edilen bulgular tartışılacaktır.

4.1. Modelin Uygulanması

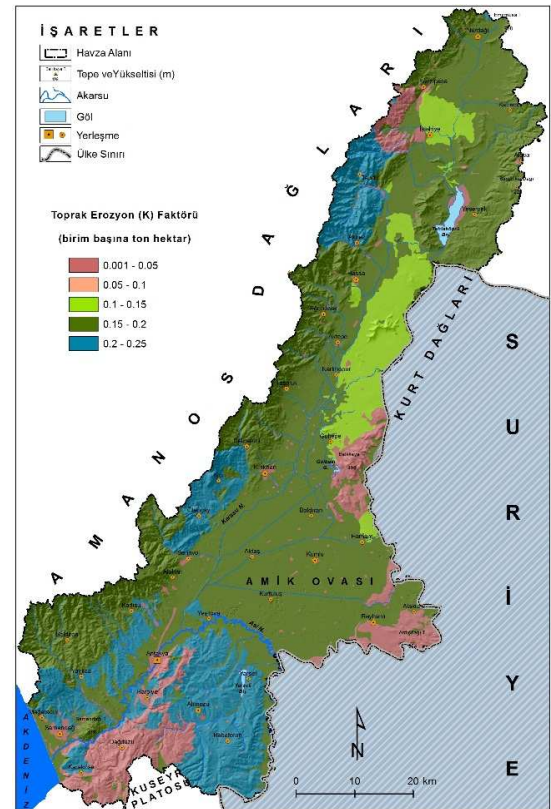
Yağış Erozyon (R) faktörü, RUSLE eşitliğinde yağışların toplam kinetik enerjileri ile 30 dakikalık maksimum yoğunluklarının çarpımı ile elde edilir. Bu değer toprak kaybının hesaplanmasında belirleyici bir rol oynamaktadır (Cürebal ve Ekinci, 2006; Ekinci, 2007). Aşağı Ası Nehri havzası için yağış erozyon faktörü yöntem içeriği doğrultusunda tespit edilmiştir (Tablo 1). Bu faktörünün en yüksek olduğu sahalarda Güney Amanos Dağları ile Kuseyr Platosu'nun su bölümü çizgisine yakın olan kesimleridir. En az olduğu alanlar ise Amik Ovasının kuzeydoğusu ile İslahiye-Katranca arasındaki sahalardır (Şekil 2).

Tablo 1: Yağış Erozyon (R) faktörünün alansal dağılışı

R Faktörü ($\text{MJ ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$)	Alan	
	km^2	%
164.5	513.70	11.90
200.0	1659.80	38.45
300.0	1413.20	32.74
400.0	532.40	12.33
500.0	189.70	4.39
600.0	8.30	0.19
TOPLAM	4317.00	100.00



Şekil 2: Yağış Erozyon (R) faktörünün dağılışı haritası



Şekil 3: Toprak erozyon (K) faktörünün dağılışı haritası

Toprak, hem erozyon olayının gerçekleşmesi için gerekli materyali sağlaması, hem de erozyona neden olan önemli faktörlerin başında gelen yağış sularını absorbe etmesi ve yağış vb. erozif güçlere karşı direnç gösterme derecesi bakımından önem taşımaktadır. Toprağın fiziksel özelliklerine bağlı olarak ayrışmaya ve taşınmaya gösterdiği bu direnç toprak erozyon (K) faktörü olarak tanımlanmaktadır (Karabulut ve Küçükönder, 2008). Toprak erozyon (K) faktörünü belirleyen etkenlerin başında, örtüyü oluşturan tanelerin büyüklüğü gibi yapısal özellikleri, su tutma kabiliyeti, kapasitesi ve toprak profili gelmektedir (Cürebal ve Ekinci, 2006). Toprağın erozyona olan duyarlılığı % 9 eğim ve 22.1 m eğim uzunluğuna sahip, bitki örtüsü bulunmayan ve eğime paralel sürülmüş standart bir arazi ünitesinde birim erozyon indisi ile hektardan kaybolan toprağın ton olarak ifadesidir (Doğan ve Güçer, 1976; Altınbaş vd., 2008).

Erozyonda etkili tüm faktörlerin sabit olması halinde, toprakların fiziksel özellikleri ve bulunla ilintili olarak toprakların aşınma dereceleri de farklı olmaktadır (Tülücü, 2002). Bunun için çeşitli yöntemler kullanılarak tespit edilen (Goldman vd., 1986; Rosewell ve Loch, 2002) K faktör değerinin hesaplanması gerekmektedir. Bu çalışmada havza alanındaki toprak erozyon (K) faktörü değerleri araziden alınan yersel örneklerin Türkiye genelinde (Doğan vd., 2000) ve yakın çevrede (İrvem vd., 2007; Karabulut ve Küçükönder, 2008) yapılan benzer çalışmalarda kullanılan değerlerle korelasyonu neticesinde atanmıştır (Şekil 3; Tablo 2). Zira RUSLE kullanılan birçok çalışmada da aynı yöntemden yararlanılmaktadır (Hammad vd., 2004).

Tablo 2: Toprak erozyon (K) faktörünün alansal dağılışı

Faktör	Toprak Grubu	Alan		RUSLE (3D) K değeri
		km ²	%	
Toprak (K) (birim başına ton hektar)	Alüvyal Topraklar	951.00	2203	0.15
	Hidromorfik Alüvyal Topraklar	1.81	0.04	0.18
	Kolüvyal Topraklar	595.14	13.79	0.18
	Bazaltik Topraklar	342.86	7.94	0.10
	Kireçsiz Kahverengi Topraklar	1.06	0.02	0.20
	Kahverengi Orman Toprakları	558.37	12.93	0.20
	Kireçsiz Kahverengi Orman Topraklar	1062.73	24.62	0.15
	Kırmızı Akdeniz Toprakları	390.92	9.06	0.011
	Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları	40.04	0.93	0.15
	Rendzina	215.29	4.99	0.15
	Vertisol	1.50	0.03	0.20
	Organik Topraklar	23.65	0.55	0.15

Erozyon modellemesinde kullanılan ortak parametre olarak değerlendirilen (Petter, 1992), Eğim Uzunluk ve Eğim Dikliği (LS) faktörü, erozyonun boyutu ve şiddetini belirleyen en önemli faktörlerdendir. Bu faktörlerin artış veya azalışı, erozyonun belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Desmet ve Govers, 1996; Cürebal ve Ekinci, 2006).

Doğal olarak toprak erozyonu dik eğimli arazilerde suyla toprak taşınmasının artmasına bağlı olarak daha fazla meydana gelmektedir (Nanna, 1996). Benzer olarak suyla toprak erozyonu, yüzey sularının toplanmasını artırıcı bir rol oynayan eğim uzunluğunun artmasıyla da doğru orantılı olarak gerçekleşir (Özsoy, 2007; Karabulut ve Küçükönder, 2008).

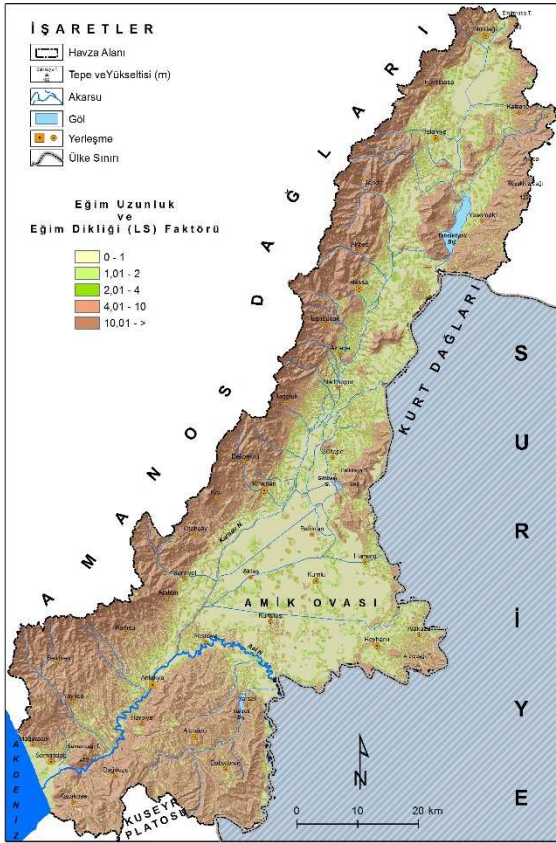
Alana göre toprak ve vejetasyon özellikleri değişmesine rağmen, eğim derecesi erozyon kontrolü için ana faktördür (Koulouri ve Giourga, 2007). Buna göre havza alanındaki eğim değerleri 5 grupta incelenmiştir (Tablo 3). Sınıflandırmada toprak erozyonu için belirlenmiş olan eğim sınıfları dikkate alınmıştır (Tağıl, 2009).

Tablo 3: Eğimin alansal dağılışı

Eğim	Alan	
	km ²	%
Çok az eğimli (% 0 – 3)	1174.70	27.21
Az eğimli (% 3 – 10)	1253.10	29.03
Orta derecede eğimli (% 10 – 20)	731.20	16.94
Dik eğimli (% 20 – 30)	454.20	10.52
Çok dik eğimli (% 30 – >)	703.80	16.30
TOPLAM	4317.00	100.00

Bu bakımdan eğim değerleri ova ve vadi tabanlarında düşük iken, özellikle havza kenarındaki yüksek alanlara çıkıldıkça belirgin bir şekilde artış göstermektedir. En yüksek değerler, Amanos Dağlarının yamaçları boyunca izlenmektedir.

Eğim Uzunluk (L) faktörü, herhangi bir eğim uzunluğuna sahip araziden meydana gelen toprak kaybının, benzer toprak özelliklerine sahip, 22.1 m eğim uzunluğundaki standart bir arazi ünitesinde oluşan toprak kaybına oranı olarak yorumlanmıştır (Altınbaş vd., 2008). Eğim Dikliği (S) faktörü ise herhangi bir eğim dikliğine sahip arazide meydana gelen toprak kaybının, benzer toprak özelliklerine sahip, % 9 eğimli standart bir arazi ünitesinde meydana gelen toprak kaybına oranı olarak açıklanmıştır (Altınbaş vd., 2008). LS değerleri havza alanında akarsu vadilerine karşılık gelen alanlarda ve eğim değerlerinin yüksek olduğu dağlık sahalarda artmaktadır. Havza tabanındaki eğim değerlerinin düşük olduğu alüvyal sahalarda ise bu değerler azalmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4: Eğim Uzunluk ve Eğim Dikliği (LS) faktörünün dağılım haritası

Arazi Örtüsü ve Yönetim (C) faktörü, yağış, sızma ve akım arasındaki ilişkiyi şekillendiren ve ayrıca yağmur damlalarının kinetik enerjisini azaltıcı etki gösteren zemin örtüsünün bulunmadığı veya bu örtünün zemini kaplama derecesinin düşük olduğu arazilerde toprak kaybı oranının artması düşüncesinden hareketle geliştirilmiştir (Karabulut ve Küçükönder, 2008). İnceleme alanında C faktörünün etkisi, erozyonun yakın geçmişteki ve günümüzdeki boyutlarının karşılaştırılması bakımından önemlidir. Bu durum farklı yıllara ait uydu görüntüleri üzerinden yapılan analizler sonucunda oluşturulan arazi kullanımı ve arazi örtüsü (AKAÖ) haritalarının diğer faktörler sabit kalmak koşuluyla model uygulamasının tekrarlanması neticesinde çözümlenmiştir.

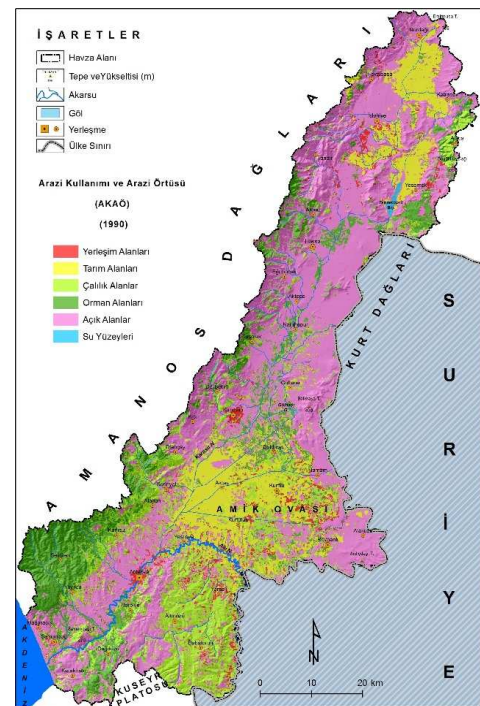
Buna göre inceleme alanında 1990 ve 2011 yıllarına ait arazi kullanımı ve arazi örtüsü (AKAÖ) analizleri sonucunda % 89 doğruluk oranına sahip altı farklı sınıf elde edilmiştir (Tablo 4; Şekil 5; 6). Bu sınıflara komşu bölgelerde yapılan ilgili literatür çerçevesinde (Doğan vd., 2000; İrvem ve Tülücü, 2004; İrvem vd., 2007; Karabulut ve Küçükönder, 2008) RUSLE (3D) değerleri atanmış ve havza alanının C faktörü verileri elde edilmiştir.

Elde edilen bu bilgiler ışığında havza alanında ilgili

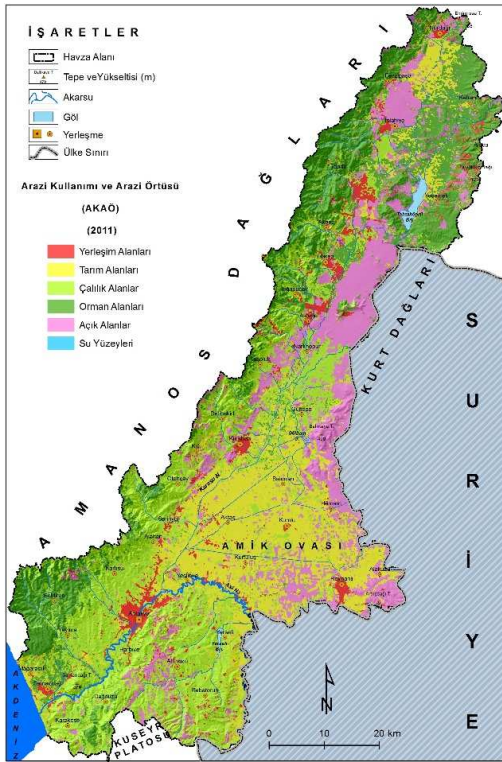
zaman diliminde büyüme yönünde en fazla alansal değişim 653.00 km² (% 15.13) değerle çalılık alanlarda, azalma yönünde ise -1384.49 km² (% -32.07) değerle açık alanlarda gerçekleşmiştir. Yani ilgili yıllarda çalılık alanlar artarken, açık alanlar azalmıştır. Çalılık alanlarda gerçekleşen bu büyüme 1990 yılından itibaren zeytin alanların büyük ölçüde artış göstermesinden kaynaklanmaktadır. Nitekim konu hakkında yapılan çalışmalarda da (Kuşçu ve Akdemir, 2012) zeytin ağacı sayısının ilgili yılları kapsayan zaman süresinde % 250 oranında arttığı tespit edilmiştir.

Tablo 4: 1990-2011 yılları arasındaki arazi kullanımı ve arazi örtüsü (AKAÖ) alansal değişimi

Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsü (AKAÖ)	1990		2011		Değişim	
	Alan	Alan	Alan	Alan	Alan	Alan
	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Tarım Alanları	538.82	12.48	904.08	20.94	365.27	8.46
Yerleşim Alanları	160.75	3.72	214.29	4.96	53.54	1.24
Çalılık Alanlar	825.97	19.13	1478.97	34.26	653.00	15.13
Orman Alanları	648.74	15.03	966.89	22.40	318.15	7.37
Su Yüzeyleri	7.78	0.18	2.32	0.05	-5.46	-0.13
Açık Alanlar	2134.93	49.45	750.44	17.38	-1384.49	-32.07
Toplam	4317.00	100.00	4317.00	100.00		



Şekil 5: Havza alanının 1990 yılına ait AKAÖ haritası



Şekil 6: Havza alanının 2011 yılına ait arazi kullanımı ve arazi örtüsü (AKAÖ) haritası

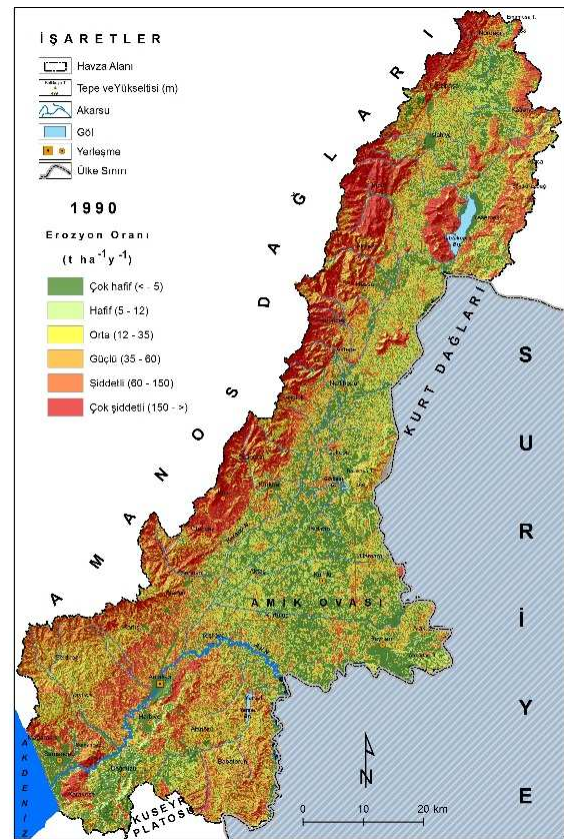
Erozyon Kontrol (Önleyici) (P) faktörü, belli bir toprak koruma işlemi altında gerçekleşen toprak kayıplarının, aynı şartlar altında devamlı nadas tarladan meydana gelen toprak kaybına oranı olarak değerlendirilmektedir (Doğan ve Güçer, 1976; Karabulut ve Küçükönder, 2008). Aslında aşınmaya ve taşınmaya imkan hazırlayan suyu absorbe veya kanalizasyon ederek etkisini en aza indirmeyi amaçlayan özelliklerin hepsini kapsamaktadır. Bitki örtüsü yoğunlaştırma, teraslama, suni kanallar ile mevcut suyu kanalizasyon etme bu kapsamda sayılabilecek hususlardır. Bu faktörler ile toprak kayıp miktarı arasında bir ters orantı mevcuttur (Cürebal ve Ekinci, 2006). Aşağı Ası Nehri havzasında bu türden erozyonu önleyici tedbirler yeterli düzeyde değildir. Bu nedenle bu faktörün etkisi tam olarak tespit edilememiş ve göz ardı edilmiştir.

4.2. Analiz

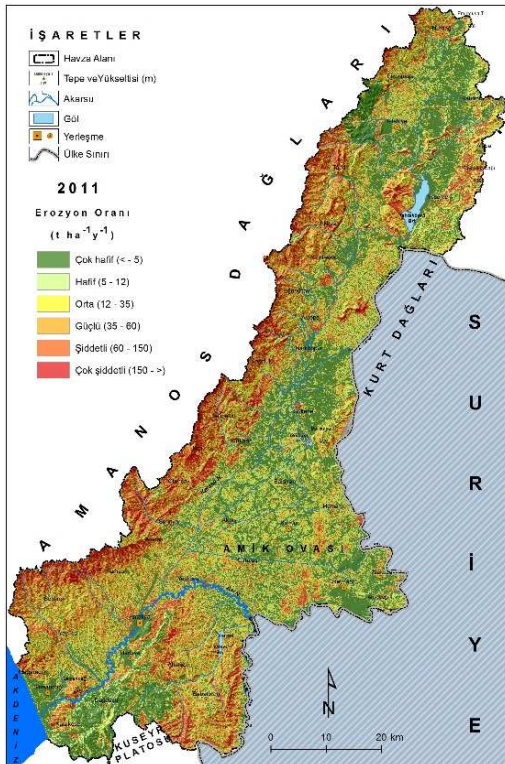
Aşağı Ası Nehri havzasında RUSLE (3D) yöntemi kullanılarak arazi örtüsü ve yönetim (C) faktörü 1990 ve 2011 yıllarındaki durumuna göre değiştirilmekle beraber erozyon üzerinde etkili diğer temel faktörlerinde değerlendirilmesi sonucunda, havza alanında ilgili yıllara ait erozyon risk dereceleri, dağılışı ve yıllık toprak kayıp miktarı belirlenmiştir (Tablo 5; Şekil 7; 8).

Tablo 5: Havza alanının 1990 ve 2011 yıllarına ait erozyon oranlarının alansal dağılışı ve değişimi

Erozyon oranı (t ha ⁻¹ yıl ⁻¹)	1990 Alan		2011 Alan		Değişim Alan	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Çok hafif (Risk 1, < - 5)	505.31	11.71	620.00	14.36	114.69	2.66
Hafif (Risk 2, 5 - 12)	1220.00	28.26	1536.83	35.60	316.83	7.34
Orta (Risk 3, 12 - 35)	800.00	18.53	885.00	20.50	85.00	1.97
Güçlü (Risk 4, 35 - 60)	399.53	9.25	405.00	9.38	5.47	0.13
Şiddetli (Risk 5, 60 - 150)	860.94	19.94	500.00	11.58	-360.94	-8.36
Çok şiddetli (Risk 6, 150 - >)	531.22	12.31	370.17	8.57	-161.05	-3.73
Toplam	4317.00	100.00	4317.00	100.00	4317.00	100.00



Şekil 7: Havza alanının 1990 yılına ait erozyon haritası



Şekil 8. Havza alanının 2011 yılına ait erozyon haritası

Genel olarak beş farklı erozyon risk sınıfının belirlendiği havza alanında, erozyon şiddeti yıllara göre değişmektedir. 1990 yılında ise 1220.00 km² (% 28.26) değerle en geniş sahada hafif derecede erozyon etkili olmuştur. Bunu alansal olarak büyükten küçüğe doğru sırasıyla 860.94 km² (% 19.94) şiddetli, 800.00 km² (% 18.53) orta, 531.22 km² (% 12.31) çok şiddetli, 505.31 km² (% 11.71) çok hafif ve 399.53 km² (% 9.25) güçlü erozyon oranları izlemiştir. 2011 yılında da 1990 yılında olduğu şekilde 1536.83 km² (% 35.60) hafif erozyon oranı en geniş alanda etkili olmuştur. Diğer erozyon oranları ise etkili oldukları alan genişliğine göre büyükten küçüğe doğru 885.00 km² (% 20.50) orta, 620.00 km² (% 14.36) çok hafif, 500.00 km² (% 11.58) şiddetli, 405.00 km² (% 9.38) güçlü ve 370.17 km² (% 8.57) çok şiddetli şeklindedir (Tablo 5; Şekil 7; 8).

İlgili yıllarda erozyonun mekânsal dağılışı ise belirgin ölçüde farklılaşmıştır. Özellikle 1990 yılında en yoğun olarak izlendiği alanlar eğim değerlerinin yüksek olduğu yamaç arazilerdir. Özellikle Amanos Dağları'nın yamaçları, Kuseyr Platosu'nun kuzey ve kuzeydoğusu ile Kurt Dağları'nın kuzey kesimlerinde çok şiddetli oranda erozyon görülmektedir (Şekil 7). Buna karşılık 2011 yılında bilhassa Amanos Dağları'nın yamaçlarındaki erozyon alanlarında belirgin bir şekilde değişim yaşanmıştır (Şekil 8). Zira bu değişim ilgili

yıllara ait erozyon haritalarından da net bir şekilde izlenebilmektedir (Şekil 7; 8).

İlgili yıllardaki erozyon oranlarının kendi içerisindeki değişimine bağlı olarak yıllar arasında da farklılıklar tespit edilmiştir. 1990–2011 yılları arasındaki 21 yıllık zaman diliminde ise büyüme 114.69 km² (% 2.66) çok hafif, 85.00 km² (% 1.97) orta ve 5.47 km² (% 0.13) güçlü erozyon oranında tespit edilmiştir. Bunun aksine -360.94 km² (% -8.36) şiddetli ve -161.05 km² (% -3.73) çok şiddetli kategoride ise alansal daralma hakim olmuştur (Tablo 5).

Erozyon oranında ilgili yıllar arasında yaşanan bu değişiklikler yıllık toplam ve ortalama toprak kayıp miktarlarında da kendini göstermiştir. 1990 yılında havza alanındaki yıllık toplam toprak kayıp miktarı 462.46 t ha⁻¹ y⁻¹, yıllık ortalama toprak kayıp miktarı ise 98.12 t ha⁻¹ y⁻¹ olarak gerçekleşmiştir. Bunun aksine 2011 yılında ise yıllık toplam toprak kayıp miktarının 141.17 t ha⁻¹ y⁻¹, yıllık ortalama toprak kayıp miktarının da 29.95 t ha⁻¹ y⁻¹ olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda yıllık toplam ve ortalama toprak kayıp miktarlarında günümüze doğru azalma görülmüştür. Bu değişim 21 yıllık süre zarfında yıllık ortalama toprak kayıp miktarında -321.29 t ha⁻¹ y⁻¹, yıllık toplam toprak kayıp miktarında ise -68.17 t ha⁻¹ y⁻¹ değerinde meydana gelmiştir. Bu değişikliklerin temel nedeni ise muhtemelen çalılık, tarım ve orman alanlarında yaşanan büyümedir.

Gerçekten de ilgili yıllar arasında başta meralar olmak üzere tarımsal üretime uygun arazilerin birçoğu zeytin tarımına kazandırılmıştır (Kuşçu ve Akdemir, 2012). Böylece havza alanında zaman içerisinde zeytin mono kültür tarımına dönüşmüştür. Bu durum konu hakkında yapılmış çalışmalarda da bildirildiği (Beaufoy, 2001; Tağıl ve Menteşe, 2013) üzere toprak erozyonunu tetiklemiştir. Örneğin zeytin tarımı ile ilişkili olarak İspanya Endülüs'te yıllık 80 t/ha üst toprağın erozyona uğradığı tespit edilmiştir (Pastor ve Castro, 1995). Aynı şekilde İznik Gölü çevresinde 1987-2001 yılları arasında zeytin tarımının yaygınlaşmasının erozyon problemine neden olabileceği bildirilmiştir (Tağıl ve Menteşe, 2013). Gerçekte de havza alanındaki arazi çalışmalarımız esnasında zeytin tarımının yapıldığı arazilerde yoğun bir toprak erozyonunun yaşandığı görülmüştür (Foto 1; 2; 3).

Havza alanındaki çalılık ve tarım alanlarında yaşanan bu değişikliğe ek olarak orman sahaları da artırılmıştır. Nitekim ilgili zaman diliminde araştırma sahasının da içinde yer aldığı Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü sınırları kapsamında orman alanlarında kayda değer oranda büyüme gerçekleşmiştir. Bu durum bölgede yapılan

ağaçlandırma faaliyetlerinin neticesinde vuku bulmuştur (Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2011). Havza alanında yapılan ağaçlandırma faaliyetleri daha çok açık alan olarak tabir ettiğimiz kullanılmayan sahalarda gerçekleştirilmiştir. Bu bakımdan ilgili zaman diliminde açık alanlarda ciddi oranda alansal küçülme yaşanmıştır.



Foto 1



Foto 2



Foto 3

Foto 1; 2; 3. Havza alanında bilhassa zeytin tarımının yapıldığı arazilerde yaşanan erozyon

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar benzer yöntem ve teknikler kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalarla karşılaştırıldığında oldukça ilginç bir tablo ortaya çıkmaktadır. Tağil (2006) Tuzla Çayı Havzasında 1987 ve 2000 yılları arasındaki 13 yıllık zaman diliminde toprak erozyonunun aşırı otlatma nedeniyle gerçekleşen

arazi degradasyonu sonucunda arttığını belirtmiştir. Ayrıca elde ettiği bulguların Kuzey Akdeniz ile bir paralellik gösterdiğini de dile getirmiştir.

Buna karşın Özşahin ve Uygur (2014) havza alanının bir kısmını da kapsayan Kuseyr Platosu ölçeğinde gerçekleştirdikleri çalışma sonucunda ilgili alanda, 1987-2010 yılları arasını kapsayan 23 yıllık zaman aralığında erozyonun azaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca elde ettikleri sonucun Doğu Akdeniz'in başka bölümleriyle de paralellik göstermekte olduğunu altını çizmişlerdir.

Bu örnekler dahilinde çalışma sonuçları denetlendiğinde havza alanı ve yakın çevresini de içine alan Türkiye'nin Doğu Akdeniz havzasında toprak erozyonunun günümüze doğru azaldığı, buna karşın Türkiye'nin Kuzey Akdeniz havzasında ise arttığı genellemesine gidilebilir. Böylece ortaya çıkan farklılıkta havzaların genelinde sosyo-ekonomik nedenlere bağlı olarak gerçekleşen değişimlerden kaynaklandığı açıkça ifade edilebilir.

5. Sonuç ve Öneriler

Aşağı Asi Nehri Havzası örneğinde RUSLE (3D) yöntemi ve CBS teknikleri kullanılarak gerçekleştirilen bu çalışma sonucunda; erozyonun yüksek ve çok yüksek oranda gerçekleştiği lokasyonlarda, bitkiden yoksun açık araziler, vadi yoğunluğu ile eğim değerlerinin fazla olduğu kısımlar, ince taneli kolayca taşınabilen toprakların bulunduğu sahalara karşılık geldiği dolayısıyla da taşınan toprak miktarının da yüksek olduğu gözlenmiştir. Günümüze doğru havza alanındaki arazi örtüsündeki değişime ve iyileşmeye bağlı olarak erozyon oranında ve yıllık toprak kayıplarında azalma yaşanmıştır. Havza alanındaki erozyonun iyileşmesinin temel nedeni zeytinin mono kültür tarım olarak yapılması ve orman alanlarının artırılmasıdır. Bununla birlikte RUSLE yönteminin doğru sonuçlar verdiği ve bu sahalarda için uygulanabilir olması bakımından tercih edilebilir olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca bu alanda arazi örtüsündeki değişimin erozyon üzerinde etkisinin de belirgin bir derecede olduğu ispatlanmıştır.

Teşekkür

Bu çalışmayı 1201M0112 kod nolu proje olarak destekleyen Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeler Birimi (BAP)'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

ALTINBAŞ, Ü., ÇENGEL, M., UYSAL, H., OKUR, B., OKUR, N., KURUCU, Y., DELİBACAK, S. (2008). Toprak Bilimi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 557, İzmir.

- ARNOLDOUS, H. M. J. (1977). Methodology used to determine the maximum potential average annual soil loss due to sheet and rill erosion in Morocco, FAO Soils Bulletin, Volume: 34, pp.: 39-51.
- ARNOLDOUS, H. M. J. (1980). An approximation of the rainfall factor in the USLE. In: De Boedt M., Gabriels, D. (Eds.), Assessment of Erosion. Wiley, Chichester, England, pp.: 127-132.
- ATALAY, İ. (1983). Türkiye Vegetasyon Coğrafyasına Giriş. Ticaret Matbaacılık T.A.Ş., İzmir.
- ATALAY, İ. (1994). Türkiye Vegetasyon Coğrafyası. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- ATALAY, İ. (2002). Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri. Orman Bakanlığı Yayınları, No: 163, Ankara.
- BAYRAMIN, I., ERPUL, G., ERDOĞAN, H. E. (2006). Use of CORINE methodology to assess soil erosion risk in the semi-arid area of Beypazarı, Ankara, Türk J Agric For, Volume: 30, pp.: 81-100.
- BEAUFOY, G. (2001). The Environmental Impact of Olive Oil Production in The European Union: Practical Option for Improving the Environmental Impact. The report of the European Forum on Nature Conservation and Pastoralism, UK.
- BERGSMAN, E., CHARMAN, P., GIBBONS, F., HURNI, H., MOLDENHAUER, W. C., PANICHAPONG, S. (1996). Terminology for Soil Erosion and Conservation, International Society of Soil Science, Grafisch Service Centrom, Wageningen.
- CAI, C. F., DING, S. W., SHI, Z. H., HUANG, L., ZHANG, G. Y. (2000). Study of applying USLE and geographical information system IDRISI to predict soil erosion in small watershed. Journal of Soil and Water Conservation, Volume: 14, pp.: 19-24 (in Chinese).
- CONFORTI, M., AUCELLI, P. P. C., ROBUSTELLI, G., SCARCIGLIA, F. (2011). Geomorphology and GIS analysis for mapping gully erosion susceptibility in the Turbolo stream catchment (Northern Calabria, Italy). Natural Hazards, Volume: 56, pp.: 881-898.
- CÜREBAL, İ., EKİNCİ, D. (2006). Kızılköprü Deresi Havzasında CBS Tabanlı Rusle (3D) Yöntemiyle Erozyon Analizi. Türk Coğrafya Dergisi, Sayı: 47, s.: 115-130.
- DESMET, P. J. J., GOVERS, G. (1996). A GIS-procedure for automatically calculating the USLE LS-factor on topographically complex landscape units. Journal of Soil and Water Conservation, Volume: 51, Issue: 5, pp.: 427-433.
- DIODATO, N. (2004). Estimating RUSLE's rainfall factor in the part of Italy with a Mediterranean rainfall regime, Hydrology and Earth System Sciences, Volume: 8-1, pp.: 103-107.
- DOĞAN, O., GÜÇER, C. (1976). Su Erozyonunun Nedenleri, Oluşumu ve Üniversal Denklem İle Toprak Kayıplarının Saptanması. Merkez TOPRAKSU Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 41, Teknik Yayın No: 224, Ankara.
- DOĞAN, O., KÜÇÜKÇAKAR, N., CEBEL, H., AKGÜL, S. (2000). Türkiye Büyük Toprakları "K" Faktörleri. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- EFE, R., EKİNCİ, D., CÜREBAL, İ. (2008a). Erosion Analysis of Şahin Creek Watershed (NW of Turkey) Using GIS Based on RUSLE (3D) Method. Journal of Applied Science, Volume: 8, Issue: 1, pp.: 49-58.
- EFE, R., EKİNCİ, D., CÜREBAL, İ. (2008b). Erosion Analysis of Fındıklı Creek Catchment (NW of Turkey) Using GIS Based on RUSLE (3D) Method. Fresenius Environmental Bulletin, Volume: 17, No: 5, pp.: 568-576.
- EFE, R., TAĞIL, Ş. (2007). Quantifying Landspace Pattern Change and Human Impacts on Southern Lowlands of the Mt. Ida (NW Turkey). ISSN 1812-5654, Journal of Applied Sciences, Volume: 7, Issue: 9, pp.: 1260-1270.
- EKİNCİ, D. (2007). Estimating of Soil Erosion in Lake Durusu Basin Using Revised USLE 3D with GIS. Çantay Press, İstanbul.
- EKİNCİ, D., AKKÖPRÜ, E., DÖKER, M. F. (2010). Erozyon Duyarlılık Haritalarının Oluşturulmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknolojilerinin Kullanımı. III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı (Editörler: Kavzoğlu, T., Maktav, D.), s.: 496-506, 11-13 Ekim 2010, Gebze – KOCAELİ.
- ERDOĞAN, E. H., ERPUL, G., BAYRAMIN, I. (2007). Use of USLE/GIS methodology for predicting soil loss in a semiarid agricultural environment, Environmental Monitoring and Assessment, Volume: 131, pp.: 153-161.
- ERKAL, T. (2012). Çobanlar Havzası'nda (Afyonkarahisar) Toprak Erozyonun Değerlendirmesi, The Journal of Academic Social Science Studies, Volume: 5, Issue: 8, pp.: 543-562.
- ERKAL, T., YILDIRIM, Ü. (2012). Soil Erosion Risk Assessment in the Sincanlı Sub-Watershed of the Akarçay Basin (Afyonkarahisar, Turkey) Using the Universal Soil Loss Equation (USLE), Ekoloji, Volume: 21, Issue: 84, pp.: 18-29.
- ESWARAN, H., LAL, R., REICH, P. F. (2001). Land degradation: an overview, In: Bridges, E. M., Hannam, I. D., Oldeman, L. R., Penning de Vries, F. W. T., Scherr, S. J., Sombatpanit, S. (eds), Response to land degradation, Science Publishers Inc, Enfield, pp.: 20-35.
- GIORDANO, L., GIORDANO, F., GRAUSO, S., IANNETTA, M., ROSSI, L., SCIORTINO, M., BONATI, G. (2002). Individuazione delle aree sensibili alla desertificazione nella regione siciliana (An assessment of sensitive areas to desertification in Sicily), In: Iannetta, M., Borrelli, G. (eds), Valutazione e mitigazione della desertificazione nella regione Sicilia: un caso di studio, Enea, Roma, pp.: 27-47.
- GOBIN, A., KIRKBY, M., GOVERS, G. (2004). Pan-European soil risk assessment, In R. Francaviglia (Ed.), Agricultural impacts on soil erosion and soil biodiversity: Developing indicators for policy analysis, pp.: 1-15, Proceedings from an OECD Expert Meeting, Rome, Italy.
- GOLDMAN S. J., JACKSON, K., BURSZTYNSKY, T. A. (1986). Erosion and Sediment Control Handbook, McGraw Hill Book Co., New York.
- GRAUSO, S., DIODATO, N., VERRUBBI, V. (2010). Calibrating a rainfall erosivity assessment model at regional scale in Mediterranean area, Environmental Earth Sciences, Volume: 60, pp.: 1597-1606.
- GRIMM, M., JONES, R. J. A., RUSCO, E., MONTANARELLA, L. (2003). Soil erosion Risk in Italy: a revised USLE approach, European soil bureau research report No: 11, Office for official publications of the European communities, Luxembourg.
- HAMMAD, A. A., LUNDEKVAM, H., BORRESEN, T., (2004). Adaptation of RUSLE in the eastern part of the Mediterranean region., Environ Manage., Volume: 34 (6), pp.: 829-841.
- HUI, L., XIAOLING, C., LIM, K. J., XIAOBIN, C., SAGONG, M. (2010). Assessment of Soil Erosion and Sediment Yield in Liao Watershed, Jiangxi Province, China, Using USLE, GIS, and RS, Journal of Earth Science, Volume: 21, No: 6, pp.: 941-953.
- İRVEM, A., TOPALOĞLU, F., UYGUR, V. (2007). Estimating spatial distribution of soil loss over Seyhan River Basin in Turkey, Journal of Hydrology, Issue: 336, pp.: 30-37.
- İRVEM, A., TULÜCÜ, K. (2004). Coğrafi Bilgi Sistemi ile Toprak Kaybı ve Sediment Verimi Tahmin Modelinin (EST) Oluşturulması ve Seyhan-Körkün Alt Havzasına Uygulanması, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi No: 13, <http://fbc.cukurova.edu.tr/makale/cografibilgisistemi.pdf>, Son Erişim Tarihi: 09.02.2012.
- JAİN, M. K., DAS, D. (2010). Estimation of sediment yield and areas of soil erosion and deposition for watershed prioritization using GIS and remote sensing, Water Resource Management, Volume: 24, pp.: 2091-2112.
- KARABULUT, M., KÜÇÜKÖNDER, M. (2008). Kahramanmaraş Ovası ve Çevresinde CBS Kullanılarak Erozyon Alanlarının Tespiti, KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, Sayı: 11 (2), Kahramanmaraş.
- KEFI, M., YOSHINO, K., SETIAWAN, Y., ZAYANI, K., BOUFAROUA, M. (2010). Assessment of the effects of vegetation on soil erosion risk by water: a case of study of the Batta watershed in Tunisia, Environmental Earth Sciences, Volume: 64, Number: 3, pp.: 707-719.
- KILIÇ, Ş., AĞCA, N., KARANLIK, S., ŞENOL, S., AYDIN, M., YALÇIN, M., ÇELİK, İ., EVRENDİLEK, F., UYGUR, V., DOĞAN, K., ASLAN, S., ÇULLU, M. A. (2008). Amik Ovasının Detaylı Toprak Etütleri, Verimlilik Çalışması ve Arazi Kullanım Planlaması, Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, Proje No:

DPT2002K120480.

KORKMAZ, H., ÇETİN, B., KUŞÇU, V., EGE, İ., BOM, A., ÖZŞAHİN, E., KARATAŞ, A. (2012). Temporal Changes In Land Use In Asi River Delta (Hatay, Southern Turkey), Journal Environmental Biology, Volume: 33, ISSN: 0254-8704, India.

KOTHYARI, U. C., JAIN, S. K. (1997). Sediment yield estimation using GIS, Hydrological Sciences Journal, Volume: 42, Issue: 6, pp.: 833-843.

KOULOURLI, M., GIOURGA, Chr. (2007). Land abandonment and slope gradient as key factors of soil erosion in Mediterranean terraced lands, Catena, Volume: 69, s.: 274-281.

KRISHNA BAHADUR, K. C. (2009). Mapping soil erosion susceptibility using remote sensing and GIS: a case of the Upper Nam Wa Watershed, Nan Province, Thailand, Environmental Geology, Volume: 57, pp.: 695-705.

KUŞÇU, V., AKDEMİR, İ. O. (2012). Hatay'da Zeytin Üretim Alanları, 1. Ulusal Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 28-30 Mayıs 2012, Atatürk Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, s.: 1003-1011, Erzurum.

LEE, S. (2004). Soil erosion assessment and its verification using the universal soil loss equation and geographic information system: A case study at Boun, Korea, Environmental Geology, Volume: 45, pp.: 457-465.

MARCHI, L., DALLA FONTANA, G. (2005). GIS morphometric indicators for the analysis of sediment dynamics in mountain basins, Environmental Geology, Volume: 48, pp.: 218-228.

MITASOVA, H., HOFIERKA, J., ZLOCHA, M., IVERSON, L. R. (1996). Modelling topographic potential for erosion and deposition using GIS, International Journal of Geographical Information Science, Volume: 10, pp.: 629-641.

NANNA, S. (1996). A Geo-information Theoretical Approach to Inductive Erosion Modelling Based on Terrain Mapping Units, PhD Thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen.

ONORI, F., DE BONIS, P., GRAUSO, S. (2006). Soil erosion prediction at the basin scale using the revised universal soil loss equation (RUSLE) in a catchment of Sicily (Southern Italy), Environmental Geology, Volume: 50, pp.: 1129-1140.

ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI (2011). Orman Yangın İstatistikleri 2011, Türkiye İstatistik Kurumu Matbaası, Ankara.

ÖVER, S., ÖZDEN, S., ÜNLÜGENÇ, U. C. (2001). Hatay bölgesinde etkin gerilme durumları. Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, Yerbilimleri, 23: 1-14.

ÖZSOY, G. (2007). Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Teknikleri Kullanılarak Erozyon Riskinin Belirlenmesi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Bursa.

ÖZŞAHİN, E. (2010). Antakya'da (Hatay) Yer Seçiminin Jeomorfolojik Özellikler ve Doğal Risk Açısından Değerlendirilmesi, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı: 13 (23), s.: 1-16.

ÖZŞAHİN, E. (2011). Zeytinli Çayı Havzasının (Balıkesir) Erozyon Analizi, E-Journal of New World Sciences Academy, Volume: 6, Number: 1, pp.: 42-56.

ÖZŞAHİN, E., UYGUR, V. (2014). The effects of land use and land cover changes (LUCC) in Kuseyr plateau of Turkey on erosion, Turk J Agric For, in print.

PASTOR, M., CASTRO, J. (1995). Soil Management Systems and Erosions. Olivae No: 59, International Olive Oil Council, Madrid.

PETTER, P. (1992). GIS and Remote Sensing for Soil Erosion Studies in Semi-arid Environments, Ph.D., University of Lund, Sweden.

PIMENTEL, D. (2006). Food and environmental threat of soil erosion, Journal of the Environment, Development and Sustainability, Volume: 8, pp.: 119-137.

PRADHAN, B., CHAUDHARI, A., ADINARAYANA, J., BUCHROITHNER, M. F. (2011). Soil erosion assessment and its correlation with landslide events using remote sensing data and GIS: a case study at Penang Island, Malaysia, Environmental Monitoring and Assessment, Volume: 184, Issue: 2, pp.: 80-85.

RENARD, K. G., FOSTER, G. R., WEEIES, G. A., PORTER, J. P. (1991).

RUSLE: revised universal soil loss equation, Journal of Soil and Water Conservation, Volume: 46, pp.: 30-33.

RENARD, K. G., FOSTER, G. R., WEEIES, G. A., MCCOOL, D. K., YODER, D. C. (1997). Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE). Agriculture Handbook No.703, USDA, Washington, DC.

ROSEWELL, C. J., LOCH, R. J. (2002). Estimation of the RUSLE Soil Erodibility Factor. In "Soil Physical Measurement and Interpretation for Land Evaluation", McKenzie, Coughlan, and Cresswell (eds.), CSIRO Publishing, pp.: 360-369.

SHARMA, A., TIWARI, K. N., BHADORIA, P. B. S. (2011). Effect of land use land cover change on soil erosion potential in an agricultural watershed, Environmental Monitoring and Assessment, Volume: 173, pp.: 789-801.

SHI, Z. H., CAI, C. F., DING, S. W., WANG, T. W., CHOW, T. L. (2004). Soil Conservation Planning at the Small Watershed Level Using RUSLE with GIS: A Case Study in the Three Gorge Area of China, Catena, Volume: 55, Number: 1, pp.: 33-48.

TAĞIL, Ş. (2007). Tuzla Çayı Havzasında (Biga Yarımadası) CBS-Tabanlı RUSLE Modeli Kullanarak Arazi Degradasyonu Risk Değerlendirmesi, Ekoloji, Sayı: 17, No: 65, s.: 11-20.

TAĞIL, Ş. (2009). Çakırdere ve Yahu Dere Havzalarında (Balıkesir) Toprak Kaybının Mekânsal Dağılışı ve Etkileyen Faktörler, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt: 12, Sayı: 22, s.: 23-39.

TAĞIL, Ş., MENTEŞE, S. (2013). İznik Gölü Yakın Çevresinde Arazi Kullanımı-Arazi Örtüsü Değişimi (1987-2001) Örneği, Coğrafyacılar Derneği Yıllık Kongresi Bildiriler Kitabı, s.: 710-718, 19-21 Haziran 2013, Fatih Üniversitesi, İstanbul.

TÜLÜCÜ, K. (2002). Su Kaynaklarının Planlanması. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 175, Ders Kitapları Yayın No: 53, Ç.Ü. Yayınları: 169, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Adana, 303 s.

VRIELING, A. (2006). Satellite remote sensing for water erosion assessment: a review, Catena, Volume: 65, pp.: 2-18.

WESSELS, K. J., BERG, H. M. V. D., PRETORIUS, D. J., (2001). Spatial Natural Resource Monitoring in Mpumalanga Province of South Africa, In: S. Samran, (Editor), Response to Land Degradation. Science Publishers, Inc, Enfield., pp.: 237-246

WIJESEKERA, N. T. S., SAMARAKOON, L. (2001). Extraction of Parameters and Modelling Soil Erosion Using GIS in Grid Environment, Proceedings of the Asian Conference on Remote Sensing, Singapore.

WILLIAMS, R. G., SHERIDAN, J. M. (1991). Effect of rainfall measurement time and depth resolution on EI calculation, Transaction of the American Society of Agriculture Engineering ASAE, Volume: 34 (2), pp.: 402-406.

XIA, X., CHIYUAN, M., YUNFEI, L. (2008). Quantitative Remote Sensing Study on Regional Soil Erosion-Bin County of Heilongjiang as an Example, Wuhan University Journal of Natural Sciences, Volume: 13, No: 3, pp.: 377-384.

XIAODAN, W., XIANGHAO, Z., JIANRONG, F. (2004). Assessment and spatial distribution of sensitivity of soil erosion in Tibet, Journal of Geographical Sciences, Volume: 14, Issue: 1, pp.: 41-46.

YANG, D., KANAE, S., OKI, T., KOIKEL, T., MUSIAKE, T. (2003). Global Potential Soil Erosion with Reference to Land Use and Climate Change, Hydrological Processes, Volume: 17, Issue: 14, pp.: 2913-2928.

YILDIRIM, Ü., ERKAL, T. (2008). Kumalar Dağı (Afyonkarahisar) Doğu ve Batısındaki Sahalarda Toprak Erozyonunun Değerlendirilmesi, TÜBİTAK Proje No: TOVAG 107 O 648, Afyonkarahisar.

ZHOU, W. F., WU, B. F., LI, Q. Z. (2005). Spatial and temporary change analysis of soil erosion intensity in recent 20 years in the upper basin of Guanting reservoir, Research of Soil and Water Conservation, Volume: 12, Number: 6, pp.: 183-186.