



### Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 176-181

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/anajas.2015.30.2.176-181



## Kurtboğazı barajı havzasında erozyon risk alanlarının belirlenmesi

Kahraman Oğuz

Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara

\*Sorumlu yazar/corresponding author: koguz@mgm.gov.tr

Geliş/Received 02/02/2015

Kabul/Accepted 08/04/2015

### ÖZET

Toprak örtüsünün aşındırılarak çeşitli dış kuvvetlerin etkisiyle kaynak alanından başka alanlara taşınmasına erozyon denir. Erozyon her zaman meydana gelmiştir ve meydana gelmeye devam edecektir. Bu sebeple, erozyon risk analizlerinin yapılması önem arz etmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) havza amenajmanında kullanımı her geçen gün artmaktadır. Havzadaki erozyonun tahmin edilmesi, toprak koruma ve planlama çalışmalarında çok geniş ve etkili bir yöntemdir. Bu yöntemde CBS teknolojisi kullanılarak daha etkin ve doğru veriler elde edilebilmektedir. Bu çalışmada, CBS teknolojisi ile oluşturulan ArcGIS yazılımı kullanılmıştır. Çalışma alanı olarak Kurtboğazı barajı havzası seçilmiştir. Burada, ICONA yöntemi ile erozyona maruz kalabilecek alanlar modellenmiş ve değerlendirilmiştir. Erozyona maruz kalabilecek alanlar değerlendirildiğinde; 10333,7 ha'lık havzanın %19.9'unun çok riskli olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada, Saraç köyü ve Yukarıköy mahallesini de içeren alanın yüksek erozyon risk alanı içerisinde olduğu görülmüştür.

Anahtar Sözcükler:

CBS

Erozyon

Kurtboğazı barajı

### Determination of erosion risk areas in Kurtboğazı dam basin

### ABSTRACT

Erosion is defined as transport of eroded soil covers with external forces. Erosion has always occurred and will continue to occur. Therefore, it is important to make erosion risk analysis. The use of Geographic Information Systems (GIS) in watershed management field is increasing every day. Estimating the erosion in the basin is very effective method for soil conservation and planning. In this way, GIS products provide very effective and accurate data. GIS based ArcGIS was used in this study. The Kurtbogazi dam basin was selected as study area. Here, areas may be exposed to erosion were modeled and evaluated with ICONA method. When evaluated as areas that may be exposed to erosion; 19.9% of the 10333,7 basin was found to be very risky. In this study, it was observed that places including Saraç and Yukarıköy village are in high erosion risk areas.

Keywords:

GIS

Erosion

Kurtbogazi dam

© OMU ANAJAS 2015

### 1. Giriş

Karalarda hayat kaynağı olan toprağın, bulunduğu yerden su veya rüzgarlarla harekete geçirilerek taşınması olayına erozyon denir. Aşınarak taşınan toprak miktarı çok fazla ise ve yerine yenisi konulamıyorsa, toprak erozyonu problemi başlamış olur. Bu süreç ise erozyona etki eden topoğrafya, zemin örtüsü, toprak, iklim koşulları ve insan gibi faktörlerin etkisi altında gerçekleşmektedir (Ekinci, 2005). Türkiye iklim ve topoğrafik yapısı nedeniyle erozyon olayının oluşması için çok uygundur (Özsoy, 2007). Bu nedenle, toprak erozyonu Türkiye'nin en önemli problemlerinden biridir (Mater, 2004; Efe ve ark., 2008a;

2008b). Özellikle bu sorun bilinçsiz yapılan faaliyetler nedeniyle her geçen gün daha da artmaktadır. İnsanların dünya genelinde üretimi arttırmak için tarımsal aktivitelere bağlı olarak yanlış ve yoğun arazi kullanımları, doğal dengenin bozulmasına (Williams, 1991) ve arazinin insanlar için daha az kullanışlı hale gelmesine (Wasson, 1987) neden olmuştur (Tağıl, 2007). Bu durum doğal olarak erozyonun artmasına olanak sağlamaktadır (Özşahin, 2011).

Toprak erozyonunun miktarının tahmini veya hesaplanması amacıyla dünya çapında çeşitli yöntemler geliştirilmiştir (William ve ark., 1999; Doğan ve Küçükçakar, 1994; Ekinci, 2007; Cürebal ve Ekinci, 2007; (Özşahin, 2011). Erozyon tahmininde kullanılan bu

modeller sayesinde sayısal sonuçlar elde edilmektedir. Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği (USLE) gibi yaklaşımlar yanında, Revize Edilmiş Everensel Toprak Kaybı Denklemi (RUSLE) ve Toprak Erozyonu Risk Değerlendirme Modeli (ICONA) bu yöntemlerden en sık kullanılanlarıdır (Bouaziz ve ark., 2011; Tombuş ve Ozulu, 2007; Karaburun ve ark., 2009; Sönmez ve ark., 2013).

Diğer taraftan, erozyon kontrol önlemlerinin alınabilmesi için çok hızlı bir şekilde erozyonun etkili olduğu alanların belirlenmesi gerekmektedir. Klasik etüdlere dayalı yöntemlerle yapılan erozyon çalışmaları uzun zaman almakta ve maliyet açısından fazla yükler getirmektedir. Ülkemizdeki erozyon şiddeti ve yayılışı dikkate alındığında yeni teknolojilerin kullanılarak gerekli toprak ve su koruma önlemlerinin vakit geçirmeden alınması gerekmektedir. Bu amaca yönelik Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tekniklerinin birlikte kullanılmasıyla geniş alanlara yönelik erozyona sebep olan faktörlerin şiddet ve derecesi çok hızlı bir şekilde ve düşük girdiyle belirlenebilmektedir (Özsoy, 2007). CBS ve UA teknikleriyle birlikte bu modellerin uygulanabilirliği ve geçerliliği daha da artmıştır. ICONA erozyon risk modellemesi de CBS ve UA teknikleri ile gelişen önemli yöntemlerdendir (Dengiz ve ark., 2014).

Bu çalışma ile Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) teknikleri kullanarak Kurtboğazi Barajı Havzası'nın erozyon riski durumunun ICONA yöntemi ile haritalanması ve erozyon riskinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Çalışma alanının özellikleri

Kurtboğazi Barajı, Ankara'da, Kurtboğazi Çayı üzerinde, içme suyu temini ve sulama amacı ile inşa edilmiş bir barajdır. İnşası 1963 - 1967 yılları arasında yapılmıştır. Toprak gövde dolgu tipi olan barajın gövde hacmi 834.000 m<sup>3</sup>, normal su kotunda göl hacmi 96.90 hm<sup>3</sup>, akarsu yatağından yüksekliği (talvegden) 52.60 m, normal su kotunda göl alanı 5.50 km<sup>2</sup>'dir. 2.800 hektarlık (net) bir alana sulama hizmeti vermekte, yılda 67 hm<sup>3</sup> içme-kullanma suyu temini sağlamaktadır (Kaynak: DSİ, 2015).

Kurtboğazi barajının (Şekil 1) bulunduğu Kazan

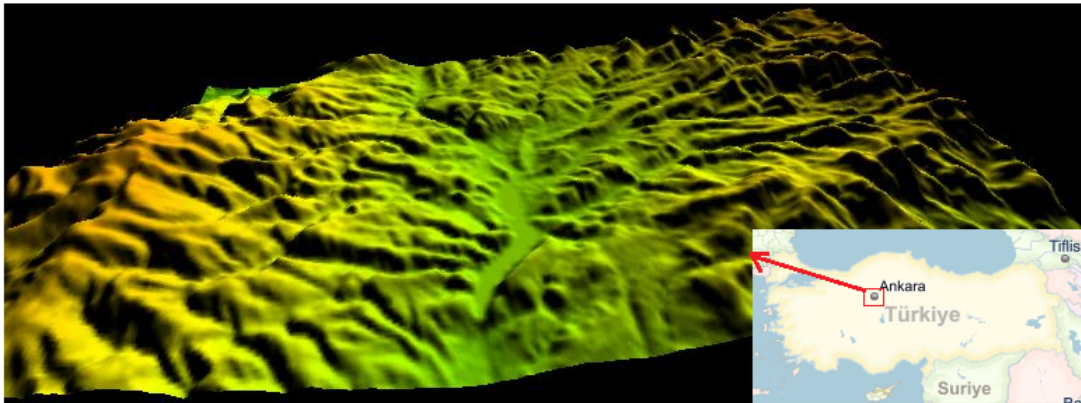
ilçesinin kuzeyinde bulunan Avar, Hodulca ve Çorba Dağı, doğu ve güneydoğusunda bulunan Mire ve Karyağdı Dağı ile batısında bulunan Ayaş (Balaban) dağlarının yamaçlarından beslenen ve mevsimsel yağışlara bağlı akarsular bulunmaktadır. Bu akarsular, dere ve çay boyutunda olup, en önemli akarsuları Kocadere Çayı, Ova Çayı ve İlhan Çayı'dır (Erdoğan, 2009; Veren, 2014).

Kazan ilçesi Orta Anadolu ova ve dağ bozkırı yapısına sahip olup, iki ayrı bitki topluluğu (step ve orman) görülür. Bölgede en yaygın olan bitki topluluğu steptir. "Batı Karadeniz" kuşağına yakınlığı ve dağ bozkırı olması dolayısıyla yerleşmeleri içinde orman köyü sayısı fazladır (Erdoğan, 2009). Denizden yüksekliği 890 metre olan ilçede yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlı olan karasal iklim hâkimdir. Kış aylarında yağış az olmasına rağmen don olayı çokça görülmektedir (Göktaş, 2003; Veren, 2014).

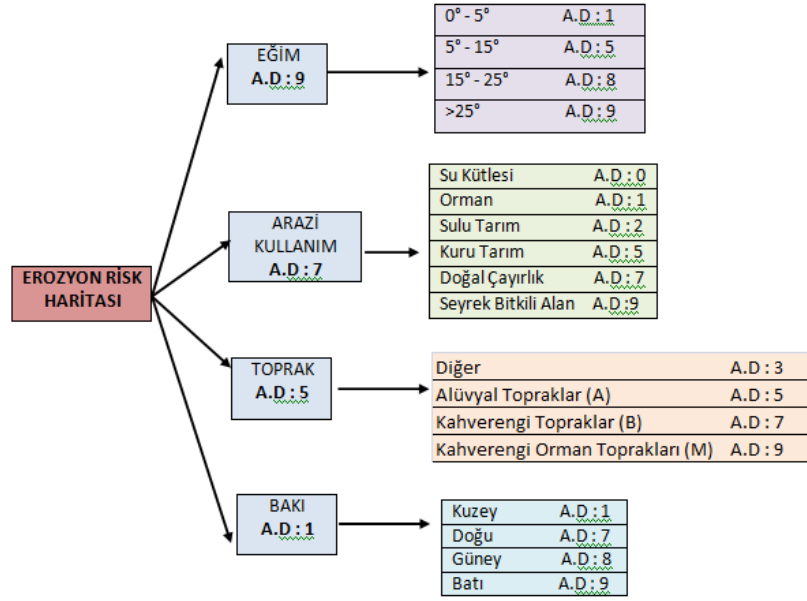
### 2.2. Yöntem

Bu çalışmada ilk olarak Kurtboğazi Havzası'na ilişkin verilerin toplanmasına başlanmıştır. Çalışmada erozyon riskini tahmin edebilmek amacıyla, yöntem olarak oldukça yaygın bir sayısal yöntem olan ICONA yöntemi ve CBS teknikleri kullanılmıştır. ICONA yöntemi, temel olarak kalitatif bir karaktere sahiptir. Haritalama sistematğinde özellikle hava fotoğraflarından, uydu görüntülerinden, arazi etüdlerinden ve haritalardan (topoğrafik vb.) gidilerek bilgilere ulaşılmaktadır. ICONA yaklaşımında erozyon risk haritası; arazi kullanım haritası, bitki örtüsü yoğunluğu haritası, meyil ve bakı haritalarının birleştirilmesi ile gerçekleşir.

Çalışmada kullanılan sayısal yükseklik, arazi kullanım ve toprak haritaları Meteoroloji Genel Müdürlüğünden elde edilmiştir. ArcGIS yazılımı kullanılarak sayısal yükseklik haritasından eğim ve bakı haritaları oluşturulmuş, toprak ve arazi kullanım haritaları da yazılımda kullanıma hazır hale getirilmiştir. Sonrasında "Archydro" modülü kullanılarak Kurtboğazi barajının drenaj nokta ve çizgileri oluşturulup baraja su getiren havzası belirlenmiştir. Analizde kullanılan haritalar, belirlenen bu havza sınırlarında kesilmiştir. Sonrasında Şekil 2'deki akış şemasında olduğu gibi elde edilen haritalara erozyona duyarlılıkları ve ağırlık dereceleri (A.D) işlenmiştir. Son aşama olarak, dereceleri işlenen haritalar, ArcGIS programında



Şekil 1. Çalışma alanının coğrafi konumu ve çevresinin üç boyutlu görünümü



Şekil 2. Erozyon analizi akış şeması ve haritaların ağırlık dereceleri (A.D)

“raster calculator” modülü yardımıyla hücre temelli erozyon risk analizi haritası elde edilmiştir.

### 3. Bulgular

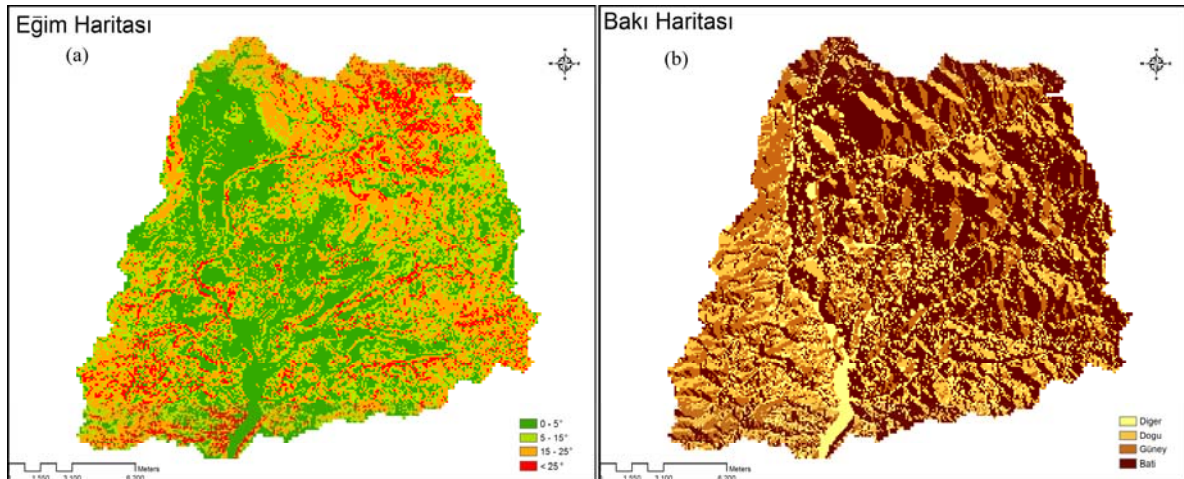
#### 3.1. Eğim ve bakı faktörü

Eğim faktörü, erozyonu etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Eğim değeri arttıkça, erozyonun şiddeti de artmaktadır (Ekinci, 2005). İlke olarak bu uygulamalar yüzeysel akışın akış şeklini, derecesini veya yönünü değiştirerek veya yüzeysel akışın miktarını ve hızını azaltarak erozyonu etkiler (Renard ve Foster, 1983; Erkal, 2012). Yamaç eğilimlerinin % 15-20’yi geçmesi yüzeysel akışın hızlanmasına ve dolayısıyla eğimle uygun olarak, erozyonun şiddetlenmesine sebep olmaktadır. Çünkü buharlaşma az ve suyun yeraltına sızması genellikle yok gibidir. Böylece suyun enerjisi erozyona harcanmaktadır (Biricik, 1985). Yapılan bazı çalışmalarda, eğimin % 5’ten % 10’a çıkması halinde erozyon miktarında 3 kat oranında, % 15’e çıkması halinde ise 5 katı bir artış olduğu

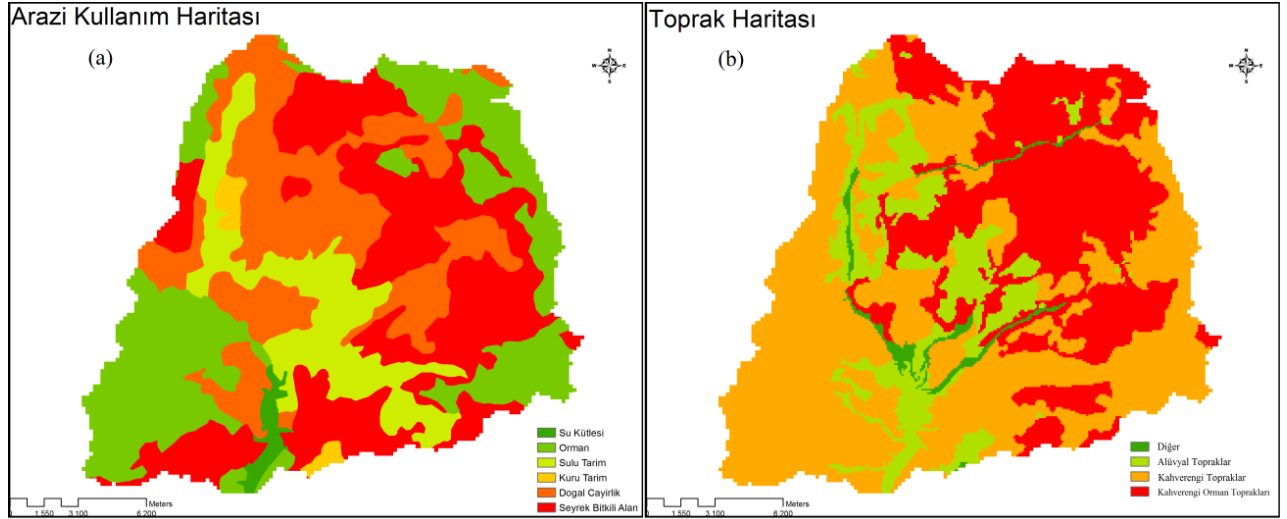
hesaplanmıştır (Yılmaz, 2006; Sönmez ve ark., 2013). Şekil 3(a)’da çalışma alanına ait eğim haritasını gösterilmiştir. Elde edilen eğim haritasına göre çalışma alanının ~%40’lık kısmının eğiminin >15° olduğu ve çalışma alanının özellikle kuzeydoğu ve güneybatısında yoğunlaştığı görülmektedir.

Bunun yanında, yarı kurak iklimlerde bakının erozyona duyarlılık ve erozyon miktarı üzerinde etkisi oldukça büyüktür. Güney yamaçlarda vejetasyon döneminde fazla güneşlenmeden dolayı topraklar daha fazla nem noksanlığı meydana gelmekte, daha az bitkisel faaliyet olmakta organik madde fakir olmakta ve kuzey bakılara göre bitki yaşamı ve gelişmesi için daha olumsuz koşullar oluşmaktadır (Balcı ve Özyuvacı, 1974; Şahin ve ark., 2014). Bu nedenle çalışmada bakı faktörü de göz önüne alınmıştır (Şekil 3b).

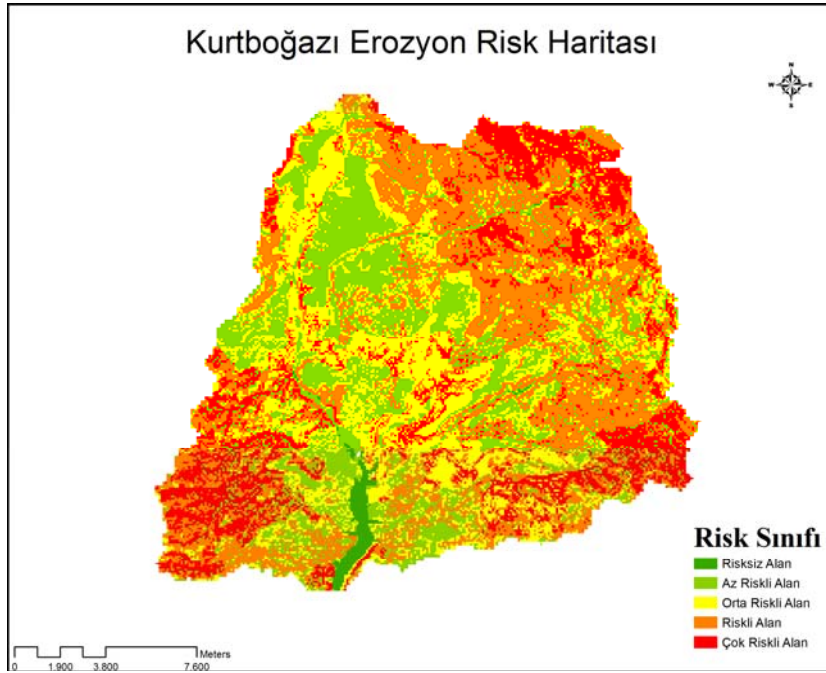
Elde edilen bakı haritasında, baraj çevresi incelendiğinde, bakının doğu ve güney yönlerde olduğu görülmektedir. Batı’ya bakan yamaçların ise, çalışma alanının daha çok kuzeybatısında yoğunlaştığı görülmektedir.



Şekil 3. Çalışma alanına ait eğim (a) ve bakı (b) haritaları



Şekil 4. Çalışma alanına ait arazi kullanım (a) ve toprak (b) haritaları.



Şekil 5. Kurtboğazı barajı havzası erozyon riski haritası

### 3.2. Arazi kullanım ve toprak faktörü

Erozyon önleyici diğer faktörler, aşınmaya ve taşınmaya neden olan suyun etkisini azaltmayı veya yok etmeyi amaçlayan erozyon kontrol tekniklerindedir. Örneğin; zemin örtüsünün yoğunlaştırılması, yapay kanallar ile mevcut suyun taşınması ve arazi kullanımındaki değişimler bunların en fazla tercih edilenlerindedir (Roose, 1977; Roose ve Sarrailh, 1989; Cürebal ve Ekinci, 2007). Söz konusu faktörlerle, erozyonla meydana gelen toprak kaybı arasında ters bir orantı söz konusudur (Wischmeier ve Smith, 1958; Roose, 1977; Cürebal ve Ekinci, 2007; Özşahin, 2011). Kurtboğazı Barajı Havzasının arazi kullanım haritasında yaygın olarak orman, sulu tarım, kuru

tarım, doğal çayırılık, seyrek bitki alanlarının ve su yüzeyinin bulunduğu görülmektedir. Çalışma alanı yoğun bitki örtüsüyle kaplı olmamakla birlikte, ağaçlık alanların havzanın doğu ve güneybatısında yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 4a).

Diğer taraftan, Dünya'daki kara yüzeyini farklı kalınlıkta bir örtü şeklinde saran toprak, hem erozyon olayının gerçekleşmesi için gerekli materyali sağlaması hem de erozyona neden olan önemli faktörlerin başında gelen yağış sularını emmesi gibi farklı türden erozyona neden olan güçlere karşı direnç göstermesi bakımından oldukça önemlidir (Williams ve Berndt, 1972; Ekinci, 2007; Tağıl, 2007; Cürebal ve Ekinci, 2007; Efe ve ark., 2008a; 2008b; Özşahin, 2011). Kurtboğazı Barajı



Havzasındaki toprak haritası göz önünde bulundurulduğunda; alüvyal topraklar, kahverengi topraklar ve kahverengi orman toprakları olmak üzere 3 ana tip toprak grubu ayırt edilmiştir. Saha incelendiğinde, baraj çevresinde kahverengi toprakların hakim olduğu görülmektedir (Şekil 4b). Kahverengi topraklar genellikle kurak ve yarı kurak iklimlerde görülürler. Organik madde içerikleri orta seviyede olmakla birlikte, daha çok orta eğimde yaygındırlar. Çalışma alanında yaygın olan ikinci toprak çeşidi olan kahverengi orman toprakları, yüksek yerlerde yaygındır ve alt katmanlarında kireç birikimi görülür. Erozyonun en fazla görüldüğü büyük toprak grubu Kahverengi Orman topraklarıdır (Doğan ve ark., 2013). Alüvyal topraklar ise, düz ve düze yakın eğimli bölgelerde görülmektedir ve erozyon açısından çok yüksek risk grubu içerisinde değildirlar.

### 3.3. Erozyon risk haritası

Yukarıda bahsedilen çalışma alanına ait haritalara, ArcGIS programı "raster calculator" modülü ile Şekil 2'deki ağırlık dereceleri uygulanarak erozyon risk analizi haritası elde edilmiştir. Erozyon risk sınıfları dağılım haritasına (Şekil 5) bakıldığında; düz ve düze yakın olan ova kesimleri ve bunların çevre bölgelerinde erozyon riskinin düşük olduğu görülmektedir. Buna karşılık havzanın eğim değerlerinin yüksek olduğu kuzeydoğu, güneydoğu ve güneybatıdaki yüksek kesimlerinde erozyon riski dolayısıyla yüksektir. Bu sonuç, Erkal (2012) tarafından yapılan çalışma da da aynı yöndedir.

Çalışma sahasında her ne kadar ormanlık alanlar görülse de, bu alanların gerek geniş dikim aralığına sahip olması, gerekse yüksek eğimli bölgelerde yer alması sebebiyle bazı ormanlık kesimlerinin erozyon açısından riskli alanda olduğu görülmektedir. Yerleşim yerleri olan Saraç köyü ve Yukarıköy mahallesi civarının da bu yüksek erozyon riski alanında olduğu görülmektedir. Bu çevrelerde ağaçlık alanların tahrip edildiği, var olan ağaçlık alanların seyrek olduğu ve alanın eğimli olduğu dikkat çekmektedir.

Kurtboğazi Barajı Havzası'nın oluşturulan erozyon risk haritasından (Şekil 5) hesaplanan erozyon risk sınıflarına ait alansal ve oransal dağılımlar Çizelge 1'de verilmiştir. Bu değerlerin alansal dağılımına göre havzanın %0.22'sinin risksiz, %19.39'unun az riskli, %30.25'inin orta riskli, %30.16'sının riskli ve %19.98'inin çok riskli olduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Kurtboğazi barajı havzası'nın erozyon risk alanlarının dağılımı

Sınıfı	Alan (ha)	Yüzde (%)
Risksiz	22.2	0.22
Az Riskli	2003.1	19.39
Orta Riskli	3125.5	30.25
Riskli	3117.2	30.16
Çok Riskli	2065.7	19.98
Toplam	10333.7	100.0

## 4. Sonuçlar

Erozyon çalışmalarına yönelik dünya çapında çeşitli modeller kullanılmaktadır. ICONA yöntemi de bu modellerden birisidir. Bu modelde araştırma sahasının arazi kullanımı, bitki örtüsü, eğim ve bakı gibi bazı katmanları CBS ortamında sorgulama ve analiz sonucu Kurtboğazi Barajı Havzasına yönelik erozyon risk dağılım haritası oluşturulmuştur. Bu çalışma erozyon riskini belirleme konusunda ICONA yöntemi ile Kurtboğazi Barajı Havzasında yapılan ilk çalışmadır. Uygulanan yöntem, her ne kadar meteorolojik verileri içermeyen bir yöntem olsa da, erozyon risk analizi açısından düşünüldüğünde etkili bir yöntemdir.

Çalışmanın sonucunda Kurtboğazi Barajı Havzası'nda erozyon riski 5 sınıfta saptanmış olup alansal olarak havzanın % 19.9'lük kısmında çok riskli ve %30.16'lük kısmının ise riskli erozyon tehlikesi altında olduğu anlaşılmıştır.

Sönmez (2013) ve Özşahin (2011) tarafından da desteklendiği üzere; eğim, bitki örtüsü durumu ve arazi kullanımı erozyon riskinin artışındaki en önemli nedenlerdir. Arazinin bilişsiz ve hatalı kullanımı doğal olarak erozyon riskini tetiklemektedir. Bunun yanında, yamaçlarda tarımın yapılması, zaten var olan doğal faktörlerle birleşerek erozyon riskini dahada artmaktadır. Bu çalışma, Kurtboğazi barajı bölgesinde kara yönetiminin planlaması ve toprak kaynaklarının sürdürülebilirliği açısından önemli bir çalışmadır.

Erozyon riskinin önlenmesi için;

- Doğal bitki örtüsünün korunması ve artırılması,
- Erozyonu önleme amacıyla araştırmaların yürütülmesi ve izleme sisteminin oluşturulması,
- İnsan bilincinin artırılması gerekmektedir.

Bütün bu ve buna benzer önlemler alınmazsa havzadaki erozyon önlenemeyecek bir noktaya gelebilir ve havzanın bağlı olduğu Kurtboğazi Barajının yaşam ömrü giderek kısalmır. Çalışma alanında erozyonu azaltmaya yönelik alınacak önlemler, aynı zamanda beşeri faaliyetlerin de çeşitlenmesine katkı sağlayacaktır.

## Kaynaklar

- Balcı, A.N., Özyuvacı, N. 1974. Present Status of Education, Training, Research and Prospects in Watershed Management in Turkey. İ.Ü. Orman Fak. Dergisi, Seri A, Cilt XXIV, Sayı 2.
- Bouaziz M., Leidig M., Gloaguen, R. 2011. Optimal parameter selection for qualitative regional erosion risk monitoring: A remote sensing study of SE Ethiopia, Geoscience Frontiers 2(2): 237-245.
- Cürebal, İ., Ekinçi, D. 2007. Kızılköçü Deresi Havzasında CBS Tabanlı RUSLE (3d) Yöntemiyle Erozyon Analizi. Türk Coğrafya Dergisi, 47: 115-130.
- Dengiz, O., İmamoğlu A., Saygın F., Göl, C., Ediş, S., Doğan, A. İnebolu Havzası'nın İconna Modeli İle Toprak Erozyon Risk Değerlendirmesi. Anadolu Tarım Bilim. Derg., 2014,29(2):136-142.
- Doğan, O., Küçük Ç.N. 1994. Erozyon Haritalamasında Bazı Metodolojiler, Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- Doğan, H.M., Kılıç O.M., Yılmaz D.S. 2013. Tokat İli büyük

- toprak grupları, erozyon sınıfları ve arazi yetenek sınıfları tematik harita katmanlarının cbs ile hazırlanması ve analizi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 30(2): 18-29.
- DSİ, 2015. İşletmedeki Barajlar Ve Hidroelektrik Santraller, URL: <http://www2.dsi.gov.tr/bolge/dsi5/ankara.htm#kurtbogazi> (Ulaşım: 20.01.2015).
- Efe, R., Ekinci, D., Cürebal, İ. 2008a. Erosion Analysis of Fındıklı Creek Catchment (NW of Turkey) Using GIS Based on RUSLE (3d) Method, Fresenius Environmental Bulletin, 17(5): 568-576.
- Efe, R., Ekinci, D., Cürebal, İ. 2008b. Erosion Analysis of Şahin Creek Watershed (NW of Turkey) Using GIS Based on RUSLE (3D) Method. Journal of Applied Science, 8(1): 49-58.
- Ekinci, D. 2005. Cbs Tabanlı Uyarlanmış Rusle Yöntemi İle Kozlu Deresi Havzası'nda Erozyon Analizi. Coğrafya Dergisi, 109-119.
- Ekinci, D. 2007. Estimating of Soil Erosion in Lake Durusu Basin Using Revised USLE 3d with GIS. Çantay Press, İstanbul.
- Erdoğan, A. 2009. Geçmişten Günümüze Kazan. Kazan Belediyesi Kültür Yayınları, Ankara
- Erdoğan, A. 2009. Geçmişten Günümüze Kazan. Kazan Belediyesi Kültür Yayınları, Ankara
- Erkal, T., 2012. Çobanlar Havzası'nda (Afyonkarahisar) Toprak Erozyonunun Değerlendirilmesi. The Journal of Academic Social Science Studies, Volume 5 Issue 8, p. 543-562.
- Göktaş, N. 2003. Murtaza-Abad'dan Kazan'a Kazan 2003. Kazan Belediyesi Yayınları, Ankara
- Karaburun, A., Demirci, A., Karakuyu, M. 2009. Erozyon Tahmininde CBS Tabanlı Rusle Metodunun Kullanılması: Büyükçekmece Örneği, 3. DEÜ CBS Sempozyumu CBS ve Bilgi Teknolojileri 10-11 Aralık, İstanbul.
- Mater, B. 2004. Toprak Coğrafyası, Çantay Kitabevi, İstanbul.
- Özsoy, G. 2007. Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Teknikleri Kullanılarak Erozyon Riskinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Bursa.
- Özşahin, E. 2011. Zeytinli Çayı Havzasının (Balıkesir) Erozyon Analizi. e-Journal of New World Sciences Academy, Volume: 6, Number: 1, s.: 42-56.
- Renard, K.G., Foster, G.R. 1983. Soil Conservation-Principles of erosion by water. In: Dregne, H.E., Willis, W.O. (Eds.), Dryland Agriculture. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, WI, USA, pp. 155-176.
- Roose, E.J. 1977. Application of the Universal Soil Loss Equation of Wischmeier and Smith in West Africa. In: Greenland, J., Lal, R. (Eds.). Conservation and Soil Management in the Humid Tropics. Wiley, England, 177-187. 42.
- Roose, E.J., Sarraih, J.M. 1989. Erodibility of some tropical soils- twenty years of records in some erosion plots under natural rainfall. Soils Fert., 25: 7-30.
- Biricik, A. S., 1985. Sarayköy Civarında Erozyon ve Önlemleri (Konya), İstanbul Üniversitesi Edebiyat. Fakültesi Coğrafya Dergisi, 1, s. 173-181, İstanbul.
- Sönmez, M.E., Çelik M.A., Seven, M. 2013. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Kilis Merkez İlçesinin Erozyon Risk Alanlarının Belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 10 (1): 1-21.
- Şahin M., Başaran, S., Başaran, M.A., Okudan, A., Alım, E., Türkan, M., Serttaş, A., Alagöz, Z. 2014. Burdur Yöresindeki Erozyon Alanlarının Floristik Kompozisyonu ve Erozyon Önlemede Kullanılabilecek Bitki Türlerinin Belirlenmesi, II. Ulusal Akdeniz Orman Ve Çevre Sempozyumu 22-24 Ekim 2014, Isparta.
- Tağıl, Ş. 2007. Tuzla Çayı Havzasında (Biga Yarımadası) CBS Tabanlı RUSLE Modeli Kullanarak Arazi Degradasyonu Risk Değerlendirmesi. Ekoloji, 17(65): 11- 20.
- Tombuş, F.E., Ozulu, İ.M. 2007. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Erozyon Risk Belirlenmesine Yeni Bir Yaklaşım, Çorum İli Örneği, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 30 Ekim- 02 Kasım, Trabzon.
- Wasson, R. 1987. Detection And Measurement of Land Degradation Processes. In Chisholm A, Dumsday R (eds), Land Degradation: Problems and Policies, Cambridge University Press, Melbourne, 49-69.
- Wischmeier, W.H., Smith, D.D. 1958. Rainfall energy and its relation ship to soil loss. Transactions of the American Geophysical Union, 39(2): 285-291.
- Williams, J.R., Berndt, H.D. 1972. Sediment yield computed with universal equation. Journal of Hydraulic Division. Proceedings of the American Society of Civil Engineers 98: 2087-2098.
- Williams, J.R., 1991. Search for sustainability: agriculture and its place in the natural ecosystem, Agricultural Science 4, 32-39.
- William, W.D., David, Steven, S.J., Warren, D. 1999. The Soil Erosion Model Guide for Military Land Mangers: Analysis of Erosion Models for Natural and Cultural Resources Applications, Tri-Service CADD/GIS Technology Center, Natural and Cultural Resources Field Working Group, Technical Report ITL 99-XX.
- Veren, E., 2014. Kazan İlçesinin (Türkiye-Ankara) İsminin Kaynağı. Çevrimiçi Tematik Türkojoloji Dergisi: 1-9.
- Yılmaz, E. 2006. Çamlıdere Barajı Havzasında Erozyon Problemi ve Risk Analizi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.