

KARACAÖREN GÖLÜ HAVZASI EROZYON DURUMUNUN UA-CBS KULLANILARAK RUSLE METODUNA GÖRE BELİRLENMESİ

L. Başayığit^{a,*}, G. Uçar^a, M. Dedeoğlu^b

^a SDÜ, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Çünür Isparta – leventbasayigit@sdu.edu.tr,
gizemucar86@gmail.com

^b SÜ, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Selçuklu Konya – mdedeoglu@selcuk.edu.tr

ANAHTAR KELİMELER: Coğrafi Bilgi Sistemleri, Erozyon Riski, Karacaören, Landsat 5, RUSLE

ÖZET:

Bu çalışmada Karacaören Gölü Havzası'nda oluşan toprak kayıplarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama Teknikleri (UA) kullanarak RUSLE metoduna göre hesaplanması ve haritalanması yer almaktadır. Çalışmada havza alanı için hazırlanmış haritalar, çeşitli araştırma sonuçları, raporlar, meteorolojik veriler, istatistik bilgiler, Landsat - 5 TM uydu görüntüsü ve arazi çalışmaları sonucu elde edilen veriler kullanılmıştır. RUSLE metodu için gerekli olan parametreler ArcGIS yazılımı kullanılarak tematik katmanlar halinde raster veriler olarak hazırlanmış ve metot gereği ilişkilendirilmiştir. Çalışma sonucunda Karacaören Havzası'nın yaklaşık % 21'inde erozyon tehlikeli bir durum gösterdiği sonucuna varılmıştır. Oluşturulan erozyon haritasına göre Karacaören gölü havzasında potansiyel yıllık toprak kaybı toplamı 11429374 ton/yıl, ortalaması ise 47.51 ton/ha olarak belirlenmiştir.

KEY WORDS: Geographical Information System, Erosion Risk, Karacaören, Landsat 5, RUSLE

ABSTRACT:

In this study, soil losses was calculated according to RUSLE Method using by Geographic Information System (GIS) and Remote Sensing Techniques and mapping for the Karacaören Lake Basin. In research were used the basin area maps, a variety of research results, the reports, meteorological data, statistical information, Landsat - 5 TM satellite image and the data as a result of field studies. The necessary parameters for the method RUSLE was prepared as a raster data into thematic layers using ArcGIS software and it was interacted due to method. As a result, erosion was seen as a dangerous situation from 21% of Karacaören Basin. According to erosion map, potential of annual soil loss from Karacaören Lake Basin was determined for total of 11429374 tons/year, for average of 47.51 tons/ha.

1. GİRİŞ

Erozyonun nasıl ve ne zaman oluştuğunu anlamak için erozyon oluşumunu kontrol eden yağış, toprak özellikleri, topoğrafik özellikler, bitki örtüsü ve insanların toprak yönetimine ait uygulamaları gibi faktörlerin birbirleri ile olan ilişkisinin ve etki derecesinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla, bu güne kadar laboratuvar yada arazi koşullarında toprak kayıplarını belirlemek üzere bir çok çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda değişkenler kaydedilmiş, en uygun ilişkiler korelasyon ve regresyon analizlerini içeren istatistik metotlarıyla araştırılmıştır.

Ancak bu çalışmalarda ortak sonuçlardan çok birbirinden farklı olan ilişkiler ortaya konulmuştur (Morgan, 1991).

Teknolojideki gelişmeler erozyonu belirlemede kullanılan modeller için gerekli olan parametrelerin sayısal katmanlar halinde depolanarak matematiksel ilişkiler yardımıyla tahmin edilmesine yardım etmektedir. Bu gün ilk erozyon tahmin modellerinden olan RUSLE için gerekli parametrelerin büyük çoğunluğu bu yolla ve yüksek bir doğruluk derecesi ile tahmin edilebilmektedir. Erozyon oluşumunu kontrol eden faktörlerin belirlenmesinde ve özellikle birbirleri ile ilişkilendirilmesinde de teknolojik yeniliklerin kullanımı yaygınlaşmıştır. Bunların

başında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama Metodu (UA) yer almaktadır. Bilgisayar ortamına aktarılan verilerin harita katmanları halinde depolanmasına ve bu katmanların birbirleri ile ilişkilendirilmesine olanak sağlayan coğrafi bilgi sistemlerinin kullanımı erozyonla oluşan toprak kayıplarının tahmin edilmesinde, erozyon riski taşıyan alanların belirlenmesinde ve haritalanmasında yerini almıştır. Ayrıca bu sistemler erozyon oluşumunu kontrol eden faktörlerin sanal ortamda modellenmesine olanak sağlamıştır. Büyük havzalarda bile binlerce veriyi birbirleri ile ilişkilendirebilen, matematiksel denklemleri, derecelendirme tablolarını ve modelleme işlemini çok kısa sürede gerçekleştirebilen grafik tabanlı bu sistemler için verilerin bir bölümünün uzaktan algılama metodolojisi ile elde edilmesi, araştırmacıların erozyon çalışmalarını bu yöntemleri kullanarak yapmasına ve kontrolleri test alanları için gerçekleştirmesine yöneltmiştir (Başayığit, 2002; Başayığit ve Dinç, 2003; Başayığit ve Dinç, 2010).

Bu çalışmada Karacaören Baraj gölü havzasının RUSLE yöntemine göre erozyon tahmini yer almaktadır. Çalışmada veri katmanlarının oluşturulmasında uydu görüntülerinden faydalanılmış, modelleme CBS ile kurgulanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Materyal

Karacaören gölü havzası Isparta, Burdur ve Antalya illeri sınırları içerisinde kalan arazilerden oluşmuştur. Toplam alanı 240 bin hektar olan havzanın yaklaşık 25 hektarı göl rezervuarına aittir. Havza 37°52'-37°17' kuzey enlemleri, 30°22'-31°08' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Alanın deniz seviyesinden yüksekliği 100-2600 m arasında değişmektedir. Şekil 1'de çalışma alanının konumu yer almaktadır.



Şekil 1: Çalışma alanının konumu

2.2 Metot

Erozyon modeli olarak RUSLE metodolojisi kullanılmıştır. Metoda göre yıllık toprak kaybı ton/ha/yıl olarak aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır (Wischmeier ve Smith 1965, 1978, Renard ve ark. 1997) :

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

Eşitlikte; A: Birim alandan gerçekleşen ortalama yıllık toprak kaybı miktarı (ton/ha/yıl), R: Yağışın oluşturduğu akışın aşındırıcı etkisi (MJ ha/yıl/ × mm/h), K: Toprağın erozyona duyarlılık faktörü (ton/ha × ha/MJ × h/mm), L: Eğim uzunluğu faktörü (birimsiz), S: Eğim dikliği faktörü (birimsiz), C: Bitkisel örtü ve ürün faktörü (0-1 arasında birimsiz bir değer), P: Toprak ve su koruma önlemleri faktörü (0-1 arasında birimsiz bir değer) olarak verilmiştir.

Yağışın oluşturduğu akışın aşındırıcı etkisi (R) çalışmada aylık yağış ortalamaları ve yıllık yağış ortalamalarından yararlanılarak hesaplanmıştır (Arnoldus, 1980):

$$MIF = \sum_{i=1}^{12} \frac{P_i^2}{P} \quad (2)$$

Burada, MFI: Her bir meteoroloji istasyonunu için belirlenmektedir. Pi: i ayına ait ortalama yağış miktarı (mm), P: Yıllık ortalama düşen yağış miktarı (mm) olarak ifade edilmiştir. Bu yaklaşımda, her bir istasyonda uzun yıllar ortalamalarına göre MFI hesaplanmış. Her bir istasyon için aşağıdaki eşitlik ile R-faktörü hesaplanmıştır:

$$R = (4,17 MFI) - 152 \quad (3)$$

Formülde; R: Yağışın erozyon yaratma faktörü (MJ/ha/yıl× mm/h), MFI: Meteoroloji istasyonuna ait hesaplanan değer olarak verilmiştir. Yağışın aşındırıcı etkisini (R) belirlemek amacıyla Karacaören Gölü havzasında Isparta, Antalya, Burdur, Bucak, Ağlasun ve Gedikli meteoroloji istasyonlarından alınan yağış verileri kullanılmıştır. MFI değerleri kullanılarak her bir istasyon için elde edilen noktasal R değerlerini alansal değerlere dönüştürmek amacıyla ArcGIS yazılımında Konumsal Analiz aracı kullanılmıştır. Linear semivariogram modelinde Kriging interpolasyon işlemi yapılmıştır.

Toprağın aşınabilirlik faktörünün (K) Toprak Su tarafından üretilen Havza raporları ve raporların 1:100.000 ölçekli haritaları, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM) tarafından üretilen 1:25.000 ölçekli sayısal İL arazi varlığı haritaları ve raporları ve üretilen haritalar kullanılmıştır. Toprağın aşınabilirlik faktörünün (K) hesaplanmasında kullanılan eşitlik aşağıda verilmiştir:

$$100 \times K = (2.1 \times 10^{-4}) \times (12-OM) \times M1.14 + 3.25 \times (S-2) + 2.5 \times (P-3) \times 0.1317 \quad (4)$$

Eşitlikte; K: Toprağın aşınabilirlik faktörü, OM: % organik madde, S: Toprak strüktür sınıfı (1-6), P: Toprak su geçirgenliği kodu (permeabilite), M: Zerre irilik parametresini ifade etmektedir.

Eğim uzunluğu ve eğim derecesi faktörü (LS) RUSLE modelinde eğim faktörü (LS), eğim derecesi ve eğim uzunluğunun erozyon oluşumundaki etkisini modellemek üzere hesaplanmıştır. Göl havzalarında LS faktörünün hesaplanmasında Harita Genel Komutanlığı tarafından üretilen bölgeye ait 1:25.000 ölçekli sayısal topoğrafik haritalardan üretilen yükseklik verilerinden oluşturulan Sayısal Yükseklik Modelinden faydalanılmıştır. LS faktörünü hesaplamak amacıyla 30x30 m çözünürlükte oluşturulmuş Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) kullanılmıştır. LS değerini belirlemek amacıyla ArcGIS yazılımının hidroloji modülü kullanılmıştır. ArcGIS yazılımı ile LS faktörünün hesabında aşağıdaki işlem dizisi uygulanmıştır.

$$LS = \left[\text{Flow accumulation} \times \frac{\text{Cell size}}{22.13} \right]^{0.4} * \left[\frac{\text{Sin slope}}{0.0896} \right]^{1.3} \quad (5)$$

Bitki Örtü ve Ürün Faktörü (C) bir standart sapma kavramına dayanmaktadır. Çalışma alanının güncel durumun tespit edilmesi amacıyla Ağustos 2009 ve Nisan 2011 tarihli Landsat-5 TM uydu verileri kullanılmıştır. Uydu görüntülerinin işlenmesinde ERDAS yazılımı kullanılmıştır. Oluşturulan görüntüden NDVI işlemi ile bitki yoğunluğu belirlenmiştir. NDVI işleminde Landsat 7 verisinin kırmızı ve kızılötesi bantları kullanılarak hesaplanmıştır. Buna göre; NDVI=(Bant 4)-(Bant 3)/(Bant 4)+(Bant 3) formülü ile hesaplanmıştır. Toprak koruma önlemleri faktörü (P) hesabında toprak koruma faktörüne yönelik bir uygulama bulunmaması nedeniyle 1.0 olarak alınmıştır (Wischmeier 1975, Wischmeier ve Smith 1978).

3. BULGULAR

3.1 Yağışın aşındırıcı etkisi (R)

Hesaplanan MFI değerleri ve R faktörleri çizelge 1'de yer almaktadır. Göl havzası için oluşturulan MFI değerleri erozyon oluşturma gücünü belirtmek üzere sınıflandırılmış ve Çizelge 2'de verilmiştir. Buna göre Karacaören gölü havzası düşük-çok yüksek sınıflarında bulunmuştur. Karacaören gölü havzasına düşen yağış fazla aşındırıcı etkiye sahiptir.

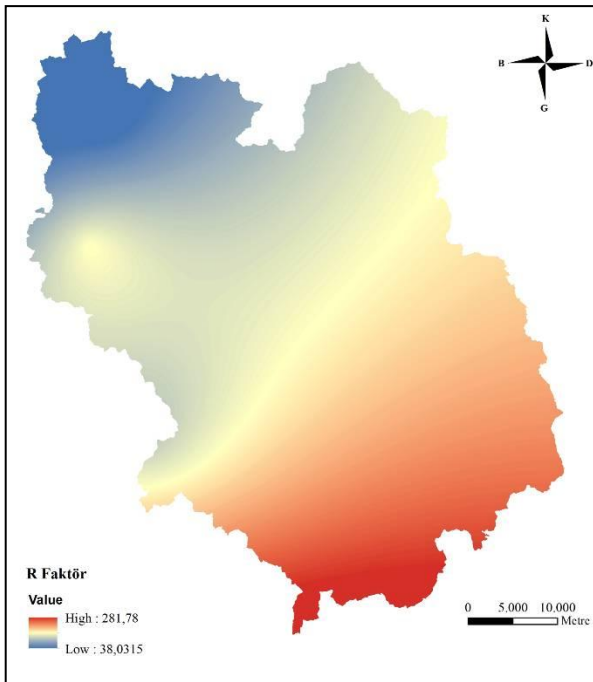
Çizelge 1. Karacaören gölü havzası yağış verileri ve R faktörü

	Ağlasun	Bucak	Burdur	Antalya	Isparta	Gedikli
MFI	213.29	239.5	79.02	893.00	146.1	158.37
R	163.48	124.0	18.01	550.48	60.83	163.48

Çizelge 2. MFI Sınıfları ve erozyon oluşturma gücü

Sınıf	Tanım	Erozyon oluşturma gücü
<60	Çok düşük	Yok
60-90	Düşük	Hafif
90-120	Orta	Orta
120-160	Yüksek	Şiddetli
160<	Çok yüksek	Çok şiddetli

Oluşturulan R faktör haritaları aşağıdaki şekilde verilmiştir. Karacaören gölü havzasında R değeri 38.03-281.78 arasında değişmiştir.

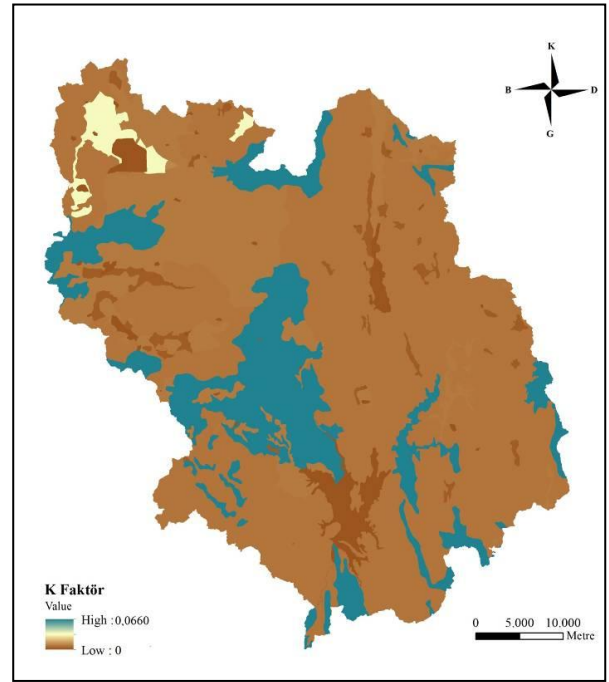


Şekil 2: R faktör haritası

3.2 Toprağın aşınabilirlik faktörü (K)

K faktörü, nadas altındaki parsellerde (22.13 m uzunluğunda ve % 9 eğime sahip) toprağın doğal aşınımını ölçülmesi ile modellenmiştir (Renard ve ark. 1997). K faktörü yağışın uygunluğunu kontrol eden süreçlerin ve toprağın zerre dağılmasına ve daha sonra taşınması karşısında gösterdiği direncin bütünüdür. Karacaören Gölü havzasının en yaygın büyük toprak grubu Kırmızı Kahverengi Akdeniz

Topraklarıdır. Bu toprakların alanı % 47.22'lik oranda 1136.07 km² dir. İkinci sırada yaygın grup Çıplak Kayalıklar olarak tanımlanan alanlar olmuştur. Bu grup % 17.15 lik orana sahiptir. Kapladığı alan ise 412.5 km² dir. Havzada yaygın olan diğer bir toprak grubu ise % 12.66'lık oranla Kahverengi Orman Topraklarıdır. Kapladıkları alan 304.47 km² dir. Bunlar dışında Alüvyal Topraklar, Hidromorfik Alüvyal Topraklar, Kırmızı Akdeniz Toprakları, Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları, Regosoller, Kolüvyal Topraklar, Irmak Taşkın Yatakları ve Kestanerengi/Kırmızı Kahverengi topraklar olarak tanımlanan toprak grupları da bulunmaktadır. OM miktarları uydu verileri kullanılarak hazırlanan güncel Arazi Kullanım Türleri haritasından yorumlanmış, kuru tarım yapılan alanlarda % 1.5, işlenmeyen alanlarda % 2, sulu tarım alanlarında % 2.5, maki ve meralarda % 3, iğne yapraklı ormanlarda % 3.5, iğne yapraklı ormanlarda % 4 ve çayır alanlarında % 4.5 olmak üzere havza raporları ve bölgede yapılan çalışmalara göre bölge ortalamalarına uygun olacak şekilde alınmıştır. Toprak tekstürü İl Arazi Varlığı Haritası'ndaki çok kaba, kaba, orta, ince ve karışık bünye sınıfları olarak kullanılmış, geçirgenlik bu bünye gurupları için 20, 10, 5, 2 ve 15 cm/h şeklinde literatürlere uygun değerler atanmıştır. Toprak tekstürü havza raporlarında bulunan profil kayıtları ve çalışma alanında yapılan çalışmalara dayanarak büyük toprak gurupları esas alınarak belirlenmiş, granüler, orta blok, kuvvetli blok, masif ve strüktürsüz sınıfları için sıra ile 1, 2, 3 ve 4 sınıf olarak kullanılmıştır. Bu hesaplama göre K faktörü Karacaören Gölü havzasında 0.0001 ile 0.0660 arasında bulunmuştur. Havzalarda yer alan göllerde K faktörü 0 (sıfır) atanmıştır. Aşağıdaki şekilde elde edilen K haritaları verilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3: K faktör haritası

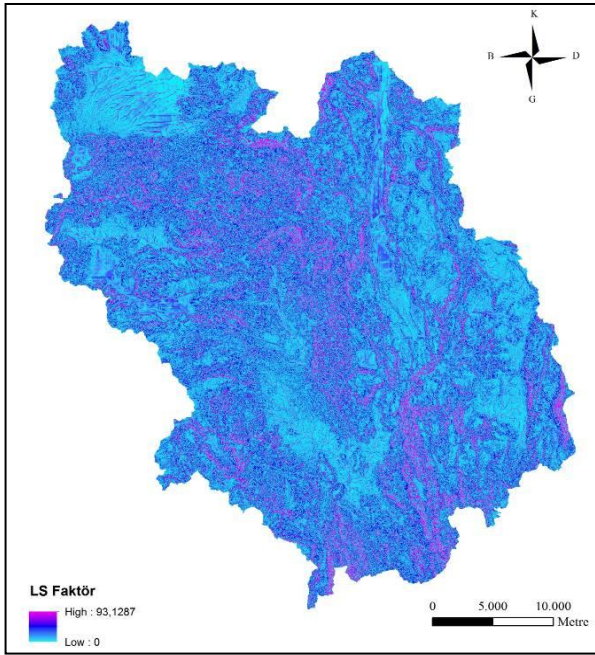
Çizelge 3'de K Faktör sınıfları verilmiştir. K faktör dağılım haritasına göre, havzadaki toprakların kuvvetli ve çok kuvvetli derecede aşınabilir sınıfa girmesine rağmen, bu sınıf içindeki dağılımda havza genelinde farklılıklar göstermektedir.

Çizelge 3. K faktör sınıflaması

Sınıf	Metrik Sistemde	Tanım
<0.05	0.0066	Çok Az Aşınabilir
0.1	0.0132	Az Aşınabilir
0.2	0.0264	Orta Derecede Aşınabilir
0.4	0.0527	Kuvvetli Derecede Aşınabilir
0.6	0.0791	Çok Kuvvetli Aşınabilir

3.3 Eğim uzunluğu ve eğim derecesi faktörü (LS)

RUSLE modelinde eğim faktörü (LS), eğim derecesi ve eğim uzunluğunun erozyon oluşumundaki etkisini modellemek üzere hesaplanmıştır. Elde edilen LS haritası Şekil 4'te verilmiştir. LS faktörü Karacaören gölü havzasında 0.000 ile 91.3287 arasında değişmiştir. Eğim uzunluğu (L), yüzey akışın olduğu noktadan itibaren, eğimin azaldığı ve dolayısıyla birikmenin başladığı veya yüzey akışın bir kanala veya çevirme terası kanalı olarak tesis edilmiş bir kanala kadar olan yatay mesafesi olarak tanımlanır (Wischmeier ve Smith 1978). LS faktörü, diğer faktörlerin aynı olduğu koşullarda, 22.13 m uzunluğa ve % 9 eğime sahip bir arazideki toprak kaybına karşılık gelmektedir (Wischmeier ve Smith 1978).



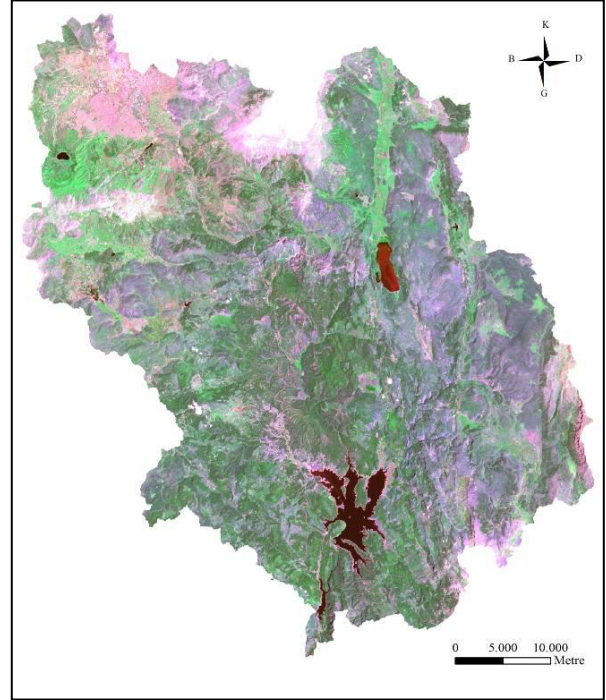
Şekil 4. LS faktörü haritası

3.4 Bitki Örtü ve Ürün Faktörü (C)

Bitki örtüsü ve arazideki ürün nedeniyle yağışın etkisinden korunması ortaya konması amaçlanmıştır. Bu faktör toprak koruma planının ortalama yıllık toprak kaybını nasıl etkileyeceğini ve toprak kaybı potansiyelinin yapılaşma faaliyetleri, ürün münavebeleri veya diğer amenajman

programları sırasında zaman içinde nasıl bozulup dağılacakını gösterir (Renard ve ark. 1997).

RUSLE modeli içerisindeki çoğu faktörde olduğu gibi C faktörü de bir standart sapma kavramına dayanmaktadır. Buradaki standart iyi işlenmiş sürekli nadas koşullarıdır. Bu çalışmada faktörün değerinin yıl boyunca sabit kaldığı varsayılmıştır. Bitki örtüsü ve arazi kullanımı arazi yüzeyinin erozyondan korunmasında erozyonu kontrol eden başlıca etkenlerden birisidir. Bu nedenle erozyonun şiddetinin konumsal dağılımın belirlenmesinde arazi yüzeyi örtü durumunun belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Kullanılan uydu verilerine ait görünüm Şekil 5'de verilmiştir.

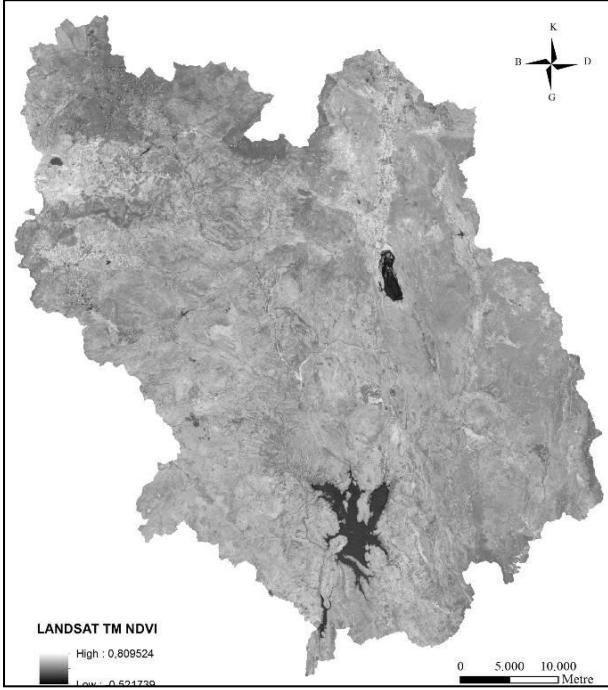


Şekil 5. LANDSAT TM uydu 3.4.5 bantları kullanılarak oluşturulan görüntü

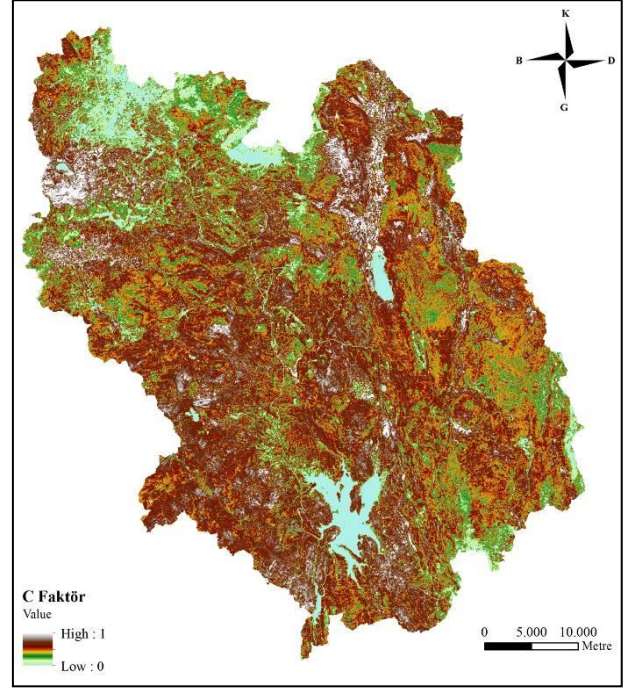
Oluşturulan görüntüden NDVI işlemi ile bitki yoğunluğu belirlenmiştir. Aşağıdaki şekilde kullanılan uydu verisi ve uydu verisinden üretilen NDVI haritası yer almaktadır (Şekil 6).

Landsat-5 TM kullanılarak elde edilen NDVI haritasında Karacaören gölü havzası -0.52 ile 0.80 arasında değişmiştir. Bu değerleri 0 ile 1 arasında değişen C faktörüne dönüştürmek için en düşük değer 0 en yüksek değer 1 olacak şekilde doğrusal regresyon analizi yapılmış, R²'si 1 olan denklem kullanılarak C faktörü elde edilmiştir. Karacaören ve Beyşehir gölleri havzaları için kullanılan denklem aşağıda yer almaktadır (Şekil 7).

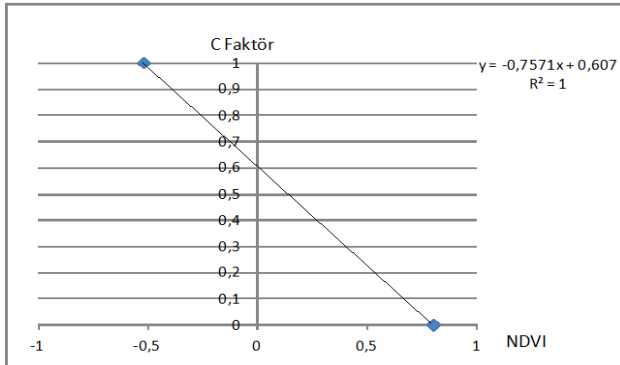
NDVI değerleri ve R² değeri 1 olan denklem kullanılarak elde edilen C faktör haritası aşağıda verilmiştir (Şekil 8). Haritaya göre Karacaören gölü havzasının iyi derecede bitki kapallık oranına sahip olduğu görülmektedir. Bu durum havzalarda oluşacak erozyon miktarını doğrudan etkileyecektir.



Şekil 6. LANDSAT TM kullanılarak üretilen NDVI



Şekil 8. C faktör haritası



Şekil 7. Karacaören gölü havzası NDVI değerinden C faktörü elde etmede kullanılan denklem

3.1 Toprak koruma önlemleri faktörü (P)

RUSLE modelindeki toprak koruma önlemleri faktörü (P) toprakların korunmasına yönelik olarak yapılan uygulamalar ile toprak kaybının eğim doğrultusunda toprak işleme ile oluşan toprak kaybına oranı olarak tanımlanmaktadır. Bu oranla, koruma uygulamasının yüzeyde oluşan akışın şeklini, şiddetini veya yönünü değiştirerek veya yüzeyde oluşan akışın miktar ve hızının azaltılması ve dolayısıyla erozyonu etkilemesi modellenmiştir (Renard ve Foster 1983).

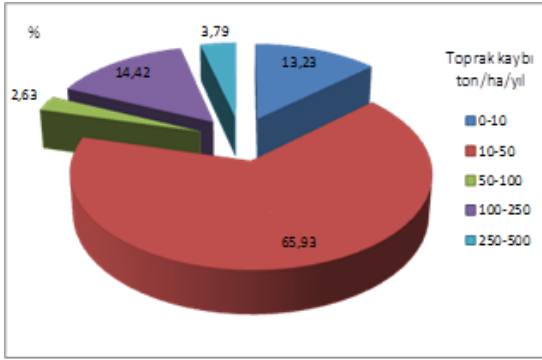
3.2 Karacaören gölü havzası potansiyel erozyon riski değerlendirmesi

Karacaören gölü havzasında göl alanları dışında kalan toplam alan yaklaşık 240 bin hektardır. Çizelge 4'de havzanın potansiyel erozyon riski dağılımı verilmiştir. RUSLE modeli ile hesaplanan değerler göz önünde bulundurularak oluşturulan erozyon riski sınıflarına göre alanın % 65.93'ünde 10-50 ton/ha/yıl erozyon oluşmaktadır. Ayrıca 100-250 ton/ha/yıl erozyon oluşan alanlar ise havzanın %14.42'ni kapsamaktadır.

Çizelge 4. Potansiyel erozyon riski dağılımları

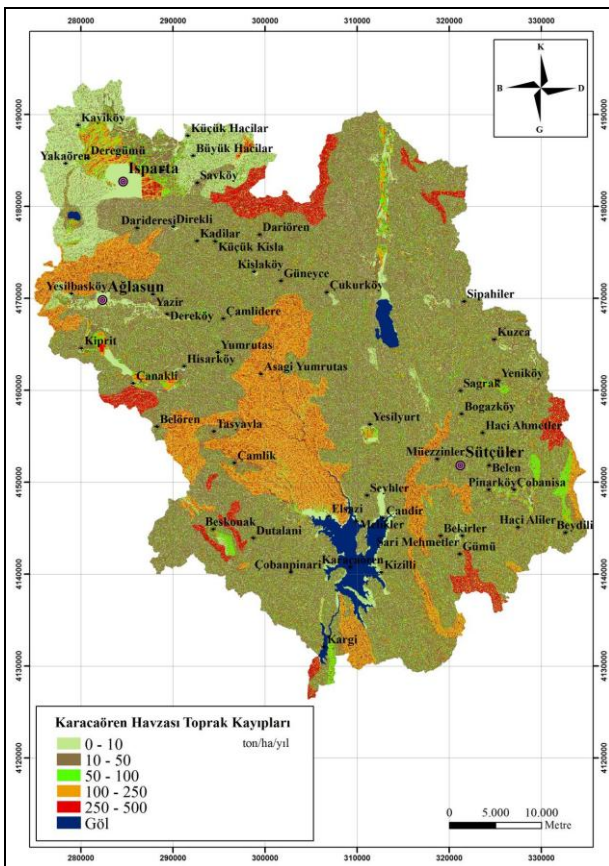
ton/ha/yıl	0-10	10-50	50-100	100-250	250-500	Toplam
ha	31827.0	158605.8	6326.9	34689.8	9117.5	240567.0
%	13.23	65.93	2.63	14.42	3.79	100.00

Tarımsal üretim için kabul edilebilir toprak kaybı 10 ton/ha/yıl'dır. Karacaören Havzası'nın yaklaşık % 21'inde erozyon tehlikeli bir durum göstermektedir. Ancak bu alanların büyük bölümü özellikle havzada tarım yapılmayan yüksek eğimdeki sarp alanlara karşılık gelmektedir. Havzada tarımsal potansiyeli yüksek olan alanlarda erozyon şiddeti kabul edilebilir sınırlar (% 0-10 ton/ha/yıl) olarak belirlenmiştir. Modele göre hesaplanarak oluşturulan erozyon haritasına göre Karacaören gölü havzasında potansiyel yıllık toprak kaybı toplamı 11429374 ton/yıl, ortalaması ise 47.51 ton/ha olarak belirlenmiştir. Şekil 9'da toprak kayıpları dağılımı yer almaktadır.



Şekil 9. Potansiyel yıllık toprak kaybı dağılımı

Karacaören gölü havzası için oluşturulan potansiyel erozyon riski haritası Şekil 10'da verilmiştir. Haritada toprak kayıpları 5 sınıfta toplanmış ve bu sınıflara göre değerlendirilmiştir.



Şekil 10. Karacaören gölü havzası toprak kayıpları haritası

3.3 Karacaören gölü havzasında potansiyel erozyon riski 0-10 ton/ha/yıl sınıfı

Havzada 0-10 ton/ha/yıl erozyon riski gösteren 31827.0 ha arazi bulunmaktadır. Bu alan havza toplamının % 13.23'üne karşılık gelmektedir Çizelge 5'de potansiyel erozyon riski 0-10 ton/ha/yıl olarak hesaplanan arazilerin kullanım türlerine göre dağılımı bulunmaktadır.

Çizelge 5. Potansiyel erozyon riski 0-10 ton/ha/yıl olarak hesaplanan arazilerin kullanım türlerine göre dağılımı

Arazi Kullanım Türü	ha	%
Çapa Bitkileri	4918.1	15.45
Geniş yapraklı orman	64.8	0.20
Göl kenarı gel git alanları	3664.9	11.51
İğne yapraklı orman	1032.3	3.24
Kuru tarım	5150.1	16.18
Maki	10185.2	32.01
Kuvvetli mera	2919.0	9.17
Sazlık	66.6	0.21
Yerleşim alanları	1079.7	3.39
Zayıf mera	2751.4	8.64
Toplam	31832.10	100.00

Erozyon riski 0-10 ton/ha/yıl olarak belirlenen bu bölgelerin % 31.63'ünde arazi kullanım türü tarımdır. Arazilerin % 32'sinin ise maki olduğu görülmektedir.

3.4 Karacaören gölü havzasında potansiyel erozyon riski 10-50 ton/ha/yıl sınıfı

Karacaören gölü havzasında potansiyel erozyon riski 10-50 ton/ha/yıl olarak hesaplanan 158605.8 ha arazi bulunmaktadır. Bu alan havza toplamının % 65.93'üne karşılık gelmektedir. Başka bir ifadeyle havzanın 1/3'ü potansiyel erozyon riski yönüyle bu sınıf içerisinde yer almaktadır. Çizelge 6'da potansiyel erozyon riski 10-50 ton/ha/yıl olarak hesaplanan arazilerin kullanım türlerine göre dağılımı bulunmaktadır.

Çizelge 6 Potansiyel erozyon riski 10-50 ton/ha/yıl olarak hesaplanan arazilerin kullanım türlerine göre dağılımı.

Arazi Kullanım Türü	ha	%
Çapa Bitkileri	3862.0	2.43
Geniş yapraklı orman	676.8	0.43
Göl kenarı gel git alanları	227.2	0.14
İğne yapraklı orman	30175.7	19.03
Kuru tarım	8062.9	5.08
Maki	78523.9	49.51
Kuvvetli mera	25579.5	16.13
Sazlık	5.9	0.00
Yerleşim alanları	114.3	0.07
Zayıf mera	12010.9	7.18
Toplam	159239.10	100.00

Bu sınıfta en yaygın arazi kullanım türü ise makidir. Sınıfta oluşturan arazilerin % 49.51'ini maki olarak kullanıldığı görülmektedir. Bu sınıfı oluşturan arazilerin % 7.51'inde tarım yapılmaktadır. Karacaören gölü havzasında potansiyel erozyon riski 10-50 ton/ha/yıl olarak hesaplanan arazilerden 3862.0 ha'ı çapa bitkileri, 8062.9 ha'ı kuru tarım amaçlı kullanılmaktadır. Geriye kalan büyük bir miktar ise maki, orman ve meradır.

3.5 Karacaören gölü havzasında potansiyel erozyon riski 50-100 ton/ha/yıl sınıfı

Çizelge 7'de potansiyel erozyon riski 50-100 ton/ha/yıl olarak hesaplanan arazilerin kullanım türlerine göre dağılımı bulunmaktadır.

Havzada 50-100 ton/ha/yıl erozyon riski gösteren 6326.9 ha arazi bulunmaktadır. Bu alan havza toplamının % 2.63'üne karşılık gelmektedir. Her ne kadar bu sınıfta yer alan arazilerin

% 61'i tarımsal amaçlı kullanılmakta ise bu oran toplam 3865.6 hektara karşılık gelmektedir.

Çizelge 7. Potansiyel erozyon riski 50-100 ton/ha/yıl olarak hesaplanan arazilerin kullanım türlerine göre dağılımı

Arazi Kullanım Türü	ha	%
Çapa Bitkileri	2090.0	33.03
Geniş yapraklı orman	10.9	0.17
Göl kenarı gel git alanları	11.3	0.18
İğne yapraklı orman	415.2	6.56
Kuru tarım	1775.6	28.06
Maki	1256.1	19.85
Kuvvetli mera	316.0	4.99
Sazlık	0.00	0.00
Yerleşim alanları	139.5	2.21
Zayıf mera	315.6	4.95
Toplam	6330.0	100.0

3.6 Karacaören gölü havzasında potansiyel erozyon riski 100-250 ton/ha/yıl sınıfı

Karacaören gölü havzasında potansiyel erozyon riski 100-250 ton/ha/yıl olarak hesaplanan 34689.8 ha arazi bulunmaktadır. Bu alan havza toplamının % 14.42'üne karşılık gelmektedir. Çizelge 8'de potansiyel erozyon riski 100-250 ton/ha/yıl olarak hesaplanan arazilerin kullanım türlerine göre dağılımı bulunmaktadır.

Çizelge 8. Potansiyel erozyon riski 100-250 ton/ha/yıl olarak hesaplanan arazilerin kullanım türlerine göre dağılımı

Arazi Kullanım Türü	ha	%
Çapa Bitkileri	916.0	2.64
Geniş yapraklı orman	17.2	0.05
Göl kenarı gel git alanları	9.1	0.03
İğne yapraklı orman	11561.2	33.32
Kuru tarım	1079.9	3.11
Maki	9895.0	28.52
Kuvvetli mera	4764.7	13.73
Sazlık	0.00	0.00
Yerleşim alanları	154.3	0.44
Zayıf mera	6295.7	18.16
Toplam	34693.10	100.00

Potansiyel erozyon riski 100-250 ton/ha/yıl olarak hesaplanan arazilerin % 5.75'i tarımsal amaçlı kullanılmaktadır. Bu sınıfta yer alan arazilerin 916.0 ha'ı çapa bitkisi, 1079.9 ha'ı kuru tarım amaçlı kullanılmaktadır.

3.7 Potansiyel erozyon riski 250-500 ton/ha/yıl

Potansiyel erozyon riski 250-500 ton/ha/yıl olarak hesaplanan arazilerin kullanım türlerine göre dağılımı Çizelge 9'da verilmiştir.

Karacaören gölü havzasında 250-500 ton/ha/yıl erozyon riski gösteren 9117.5 ha arazi bulunmaktadır. Bu alan havza toplamının % 3.79'üne karşılık gelmektedir. Bu araziler yerleşim alanlarından çok uzakta, farklı bölgelerde ve havzanın sınırını oluşturan sırtlarda yer almaktadır.

Çizelge 9. Potansiyel erozyon riski 250-500 ton/ha/yıl olarak hesaplanan arazilerin kullanım türlerine göre dağılımı

Arazi Kullanım Türü	ha	%
Çapa Bitkileri	35.6	0.39
Geniş yapraklı orman	1.2	0.01
Göl kenarı gel git alanları	-	-
İğne yapraklı orman	658.1	7.22
Kuru tarım	182.2	2.00
Maki	2659.8	29.18
Kuvvetli mera	485.9	5.33
Sazlık	-	-
Yerleşim alanları	-	-
Zayıf mera	5094.7	55.87
Toplam	9117.5	100.00

4. SONUÇ

Karacaören gölü havzasında potansiyel erozyon riski ortalaması 47.51 ton/ha olarak belirlenmiştir. Bu rakamlar havzada erozyon riskinin yüksek olduğunu göstermektedir. Havzada yalnızca 31827.0 ha alanda (% 13.23) erozyon riski kabul edilebilir sınırlar içerisinde (0-10 ton/ha/yıl) bulunmuştur. Havzanın büyük bölümünde 158605.8 ha ise (% 65.93'ü) erozyon riski yüksek sınıfta bulunmaktadır (10-50 ton/ha/yıl). Havzanın yaklaşık % 21'inde ise erozyon şiddetli derecede (100-250 ton/ha/yıl) tehlikeli bir durum göstermektedir. Erozyon riski kabul edilebilir sınırlar içerisinde yer alan arazilerde tarımsal faaliyetler ve doğal kaynak kullanımlarında tüm değişim ve planlamalar erozyon şiddeti faktörüne göre yapılmalıdır. Daha şiddetli risk içeren bölgelerde ise toprak ve su kaynaklarını koruma amaçlı doğal ve kültürel önlemlerin uygulanması, riskin şiddetine göre erozyon koruma projelerin ile kaynakların kullanımı desteklenmelidir.

KAYNAKLAR

- Basayigit, L., Dinc, U. 2010. Prediction of Soil Loss in Lake Watershed Using GIS: A Case Study of Egirdir Lake, Turkey, *Journal of Natural and Environmental Sciences* 1 (1), 1-11.
- Başayigit, L., 2002. Eğirdir Gölü Havzasında Erozyon Riskinin Saptanması Üzerine Araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Adana.
- Başayigit, L., Dinc, U., 2003. Eğirdir Gölü Su Toplama Havzasında Oluşan Toprak Kayıplarını Tahmin Etmeye Yönelik Bir Çalışma. *Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2) 51-60.
- Morgan, R.P.C., 1991. *Soil Erosion and Conservation. Longman Scientific and Technical*, John Wiley and Sons Inc., New York, P 255.
- Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., Porter, J. P., 1991. Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE), *Journal Soil Water Conservation* 46: 30-33.
- Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., Mccool, D. K., Yoder, D. C., 1997. Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the RUSLE. Handbook No:703. USDA, 404s.
- Wischmeier, W. H., Smith, D. D., 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses*, USDA Agr. Res. Serv. Handbook, 537.