

Ankara Haymana Kızilkoyun Gölet Havzası Sediment Verimi

Oğuz DEMİRKİRAN*

Yakup KÖŞKER

Suat AKGÜL

Oğuz BAŞKAN

Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara

*Sorumlu yazar e-mail (Corresponding author e-mail):oguz.demirkiran@tarim.gov.tr

Geliş tarihi (Received) : 06.12.2017

Kabul tarihi (Accepted): 12.12.2017

DOI : 10.21657/topraksu.410137

Öz

Havza sediment veriminin belirlenmesi, toprak ve su kaynakların planlanması, korunması ve yönetimi ile ilgili çalışmalarda büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma ile 8,26 km² havza alanına sahip Kızilkoyun Havzası'nda sediment verimi belirlenmiştir. Havza çıkışında yer alan gölette iki farklı yılda yapılan batimetrik çalışmalar sonucunda rezervuarda biriken sediment miktarı hesaplanmış ve havzanın sediment verimi 2.14 ton ha yıl⁻¹ olarak belirlenmiştir. Havza sediment verimi ampirik yöntemlerden USLE ve EİEİ yöntemlerine göre de belirlenmiştir. USLE'ye göre havza birim alanından (ha) 1 yılda gelebilecek en yüksek sediment miktarının 25.16 ton olabileceği tahmin edilmektedir. Ölçülen sediment verimine göre havza sediment iletim oranı 0.09 dur. Amirik sediment iletim oranı eşitliğiyle elde edilen sediment verimlerinde gerçeğe yakın sonuçlar alınamamıştır. EİEİ yöntemine göre havza sediment verimi 1.31 ton ha⁻¹ yıl⁻¹ olarak hesap edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Batimetre, kızilkoyun, sediment iletim oranı, sediment verimi, USLE

Sediment Yield of Ankara Haymana Kızilkoyun Reservoir Basin

Abstract

Assessment of basin sediment yield has great importance for the studies on planning, protecting and managing soil and water resources. With this study, sediment yield was determined in the Kızilkoyun Basin, with an area of 8.26 km². Sediment accumulation in the reservoir was calculated by bathymetric studies in two different years in the reservoir at the basin outlet. The sediment yield of the basin was estimated as 2.14 ton ha⁻¹ year⁻¹. Basin sediment yield was also determined using two empirical methods: the USLE and the EIEI methods. According to the USLE, the maximum amount yield of yearly sediment expected from a basin unit area was estimated as 25.16 ton per hectare and the basin sediment transmission rate as 0.09. The sediment yield obtained with the empirical transmission rate equation did not produce close results to the actual yield values. The basin sediment yield according to the EIEI method was found to be 1.31 ton ha⁻¹ year⁻¹.

Key Words: Bathymeter, kızilkoyun, sediment delivery rate, sediment yield, USLE

GİRİŞ

Su depolama yapılarının depolama hacminin azalmasına sebep olan etkenlerin başında havzadan su ile taşınan sediment miktarı gelmektedir. Özellikle iklim değişikliğine bağlı olarak ekstrem yağışların sıklıkla görüldüğü bir dönemde havzalarda sediment veriminin

belirlenmesi ile ilgili çalışmaların sürdürülmesi önem arz etmektedir.

Su yapılarının projelendirme aşamasında ekonomik ömürlerinin belirlenmesine yönelik olarak ölü hacim hesapları yapılmaktadır. Ölü hacimlerin belirlenmesinde havzadan rezervuara

gelecek olan sediment miktarının gerçekçi bir şekilde tahmin edilmesi gerekmektedir. Bu miktarın belirlenmesinde şu ana kadar genellikle ampirik yöntemler kullanılmıştır (Çelik, 1994). Bu yöntemler içerisinde ülkemizde en fazla kullanılanlardan biri Brüt Erozyon Nispeti Yöntemidir. Buna karşın dünyada çok daha yaygın olarak kullanılan yöntemler de vardır. Bu yöntemlerden biri olan Ünlversal Toprak Kayıpları Eşitliği (USLE, Universal Soil-Loss Equation) toprak kayıplarını, havzadaki toprak tipi, bitki örtüsü, topoğrafya ve yağışın bir fonksiyonu olarak belirlemektedir (USDA, 1978).

Bu yöntemlere karşın, bir havzada sediment veriminin belirlenmesinde en doğru sonuca ulaştırılan yol ölçüm yöntemidir. Ölçümler akarsularda örnekleme yöntemi ile yapılmaktadır ve sediment anahtar eğrisi yardımı ile taşınan sediment miktarı belirlenmektedir. Buna karşın inşaatı tamamlanmış rezervuar havzalarında ise sediment veriminin hesaplanması için batimetrik ölçümler yapılmakta ve bu ölçümler sayesinde rezervuarın sediment doluluk oranı, yıllar itibarıyla rezervuarda biriken sediment miktarı, rezervuarda meydana gelen kapasite kaybı ve rezervuarın kalan ekonomik ömrü belirlenebilmektedir. Sediment veriminin doğrudan ölçülmesi, ampirik yöntemlerle bulunan sonuçlar ile de karşılaştırılması olanağını sağlayarak, ölçüm yapılamayan yerlerde uygulanabilecek ampirik yöntemin ve düzeltme katsayılarının belirlenmesine yardımcı olacaktır.

Bu çalışmada Ankara ili Haymana ilçesi sınırları içerisinde yer alan Kızilkoyun göletinde biriken sediment miktarının $m^3 \text{ yıl}^{-1}$, ton yıl^{-1} ve ton ha yıl^{-1} olarak saptanmasına, göletlerde biriken sediment miktarı ile ampirik yöntemlerle bulunan sediment miktarı arasındaki ilişkinin bulunması ve böylece ampirik yöntemlerin benzer havzalarda uygulanabilme olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır.

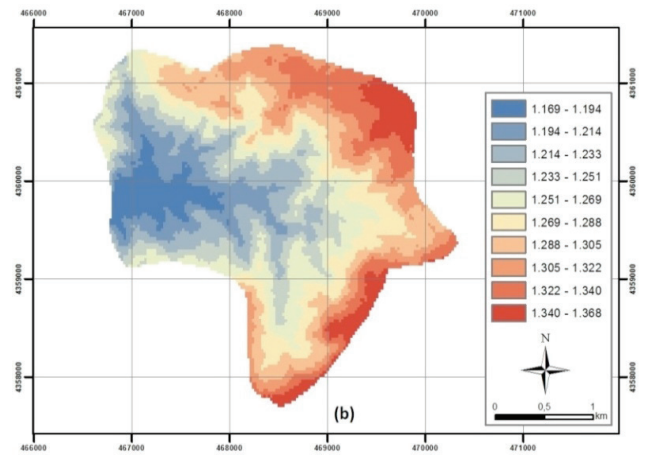
MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Havza alanı 8.260 km^2 olan göletin kret koordinat değeri UTM cinsinden 4 66 266 Doğu, 43 59 442 Kuzey 'dir. Gölet Haymana ilçesi Kızilkoyun köyünün 5 km kuzey-doğu 'sunda yer almaktadır. Kızilkoyun Göleti 1989 yılında su toplamaya başlamıştır. Projede göletin aktif su hacmi $0.682 \times 10^6 \text{ m}^3$, faydalı su hacmi ise $0.572 \times 10^6 \text{ m}^3$ olarak belirtilmiştir.

Gölet Havzasının Topoğrafik ve Drenaj Özellikleri

Toplam su yolları uzunluğu ve drenaj yoğunluğu gibi parametrelerin çıkarılmasında $1/100\ 000$ ölçekli, diğer parametreler de ise $1/25\ 000$ ölçekli topoğrafik harita kullanılmıştır. Havzadaki yükseklik dağılımlarını gösterir harita Şekil 1'de verilmiştir. Havza röliyesi 206 m, ortalama eğimi ise % 18 dir. Ayrıca havzaya ait bazı parametreler hesaplanarak Çizelge 1' de verilmiştir.



Şekil 1. Kızilkoyun Havzasında yükselti değişimleri
Figure 1. Elevation changes in Kızilkoyun Catchment

Çizelge 1. Kızilkoyun gölet havzasına ait bazı topoğrafik ve drenaj karakteristikleri

Table 1. Some topographic and drainage characteristics of Kızilkoyun reservoir basin

Topoğrafi Özellikler		
1	Havza Alanı (km^2)	8.260
2	Çevre Uzunluğu (km)	12.35
3	Havza Minimum Yükseltisi (m)	1170
4	Havza Maksimum Yükseltisi (m)	1376
5	Havza Röliyesi (m)	206
6	Havza Yöneyi	Batı
7	Havza Ort. Yükseltisi (m)	1273
8	Havza Ort. Eğimi (%)	18.0
Drenaj Özellikleri		
1	Ana Su Yolu Uzunluğu (km)	3.8
2	Toplam Su Yolları Uzunluğu (km)	12.8
3	Ana Su Yolu Profil Eğimi (%)	3.68
4	Akarsu Dallenma Oranı	5.657
5	Drenaj yoğunluğu (m/Km^2)	1549.64

Gölet Havzası Topraklarının Sınıflandırılması

Çalışma alanı toprakları arazide yapılan morfolojik çalışmaların yanı sıra laboratuvar analiz sonuçları dikkate alınarak 7. Yaklaşım veya Toprak Taksonomisine (Soil Survey Staff, 1999) göre 3 Ordo, 3 Alt-Ordo, 4 Büyük Grup ve 5 Alt Grup içerisine yerleştirilmişlerdir (Dengiz vd., 2007).

Belyurt Serisi; dalgalı bir topografik görünüme sahip olan bu topraklar sert kireç taşı ve kum taşı ardalanması üzerinde oluşmuş ve A/C/Cr horizonludurlar. Bu topraklar nadaslı kuru tarım ve mera olarak kullanılmaktadır. Profilde kil içeriği derinlikle birlikte artarak tekstür kil tından killi sınıfa geçmektedir. Yer yer taşlılık gösteren seri, iyi drenajlı ve orta derece erozyon sınıfında yer almaktadır.

Kocagöl Çeşme Serisi'ne ait topraklar Belyurt serisinin güney batısında hafif dalgalı bir topoğrafik yapıya sahip olup, sığ derinliktedir. Yüzey topraklarının bünyesi killi olup 14 cm den sonra çakıl miktarı artmaktadır. Seri iyi drenajlı ve az derecede erozyona sahiptir. Organik maddesi % 1.15 olup kireç miktarı % 20.5 -21.9 arasında değişmektedir.

Karakelle Sırtı Serisi; aşınım düzlüğü fizyografik ünitesi üzerinde bulunan arazilerde oluşmuştur. Havzanın kuzeyinde tepe üstü düzlüğünde dağılım gösteren bu toprakların eğimi % 2-6 ve hafif derecede su erozyonu etkisi altındadır. T1 düzeyinde taşlılık problemi vardır. Profil boyunca yarıköşeli blok strüktür gelişmiştir.

Karatepe Sırtı; havzanın kuzey batı kesiminde üst kotlarında % 6-12 orta eğimli ama kuzeye doğru çevre arazilerde % 12-20 eğime sahip tepe yamaçlarında bulunurlar. Su erozyonu orta ve şiddetli derecede mevcuttur. Araziyi kullanmada kültürel tedbirler alınmadığı takdirde erozyon problemi artışı olacaktır. Araziler çoğunlukla mera olarak kullanılmaktadır.

Arifinarkaç Tepe Serisi'ne ait topraklar havzanın kuzey doğu kesiminde tepe üstü düzlüğünde dağılım göstermekte olup, eğim % 2-6 ve erozyon hafif derecededir. Marn ve kireç taşı üzerinde oluşmuş bu topraklarda arazi kullanım şekli mera ve kuru tarımdır.

Araştırma alanında yer alan toprakların rutubet rejimleri Xeric ve sıcaklık rejimleri ise Mesictir. Toprakların toprak taksonomisine göre sınıflandırılması, toprakların pedogenetik özellikleri ile üst tanı horizonları (epipedon) ve bunların altında bulunan yüzey altı tanı horizonları ve özelliklerine göre yapılmış ve gölet havzası toprakları Entisol, Inceptisol ve Mollisol ordolarında sınıflandırılmıştır. Bu ordolar içerisinde % 45.3 ile Entisoller en fazla alan kaplarken bunu sırasıyla % 43.5 ile Inceptisol ve % 11.2 ile Mollisol izlemektedir (Çizelge 2).

Belyurt ve Kocagöl Çeşme serilerine (1 ve 2 nolu profiller) ait topraklar, dik eğimli yamaç yerlerde erozyona maruz kalmaları sonucu horizon oluşumunun engellenmesi ve yüzeyde ochric epipedon dışında herhangi bir tanı horizonunun oluşması için yeterli pedogenetik sürecin geçmemesi nedeniyle Entisol ordosuna dahil edilmişlerdir. Araştırma alanını çevreleyen yamaç ya da yamaç-doruk rölyef konumundaki ve dik ya da çok dik eğimli arazilerde bulunan 1 ve 2 nolu profillerle gösterilen Belyurt ve Kocagöl Çeşme serileri, aşırı erozyona maruz kalmaları ve ochric epipedon dışında bir tanı horizonları olmadıkları için Orthent alt ordosuna, nem rejiminden dolayı Xerorthent büyük grubuna, Kocagöl Çeşme serisi ana kaya üzerinde olması nedeniyle Lithic Xerorthent alt grubuna, Belyurt serisi ise büyük grubunu temsil etmesi sonucu Typic Xerorthent alt grubuna yerleştirilmiştir.

Karatepe Sırtı ve Karakelle Sırtı serileri içerdikleri tanı horizonu ile (Cambic, Calcic), Entisollerden

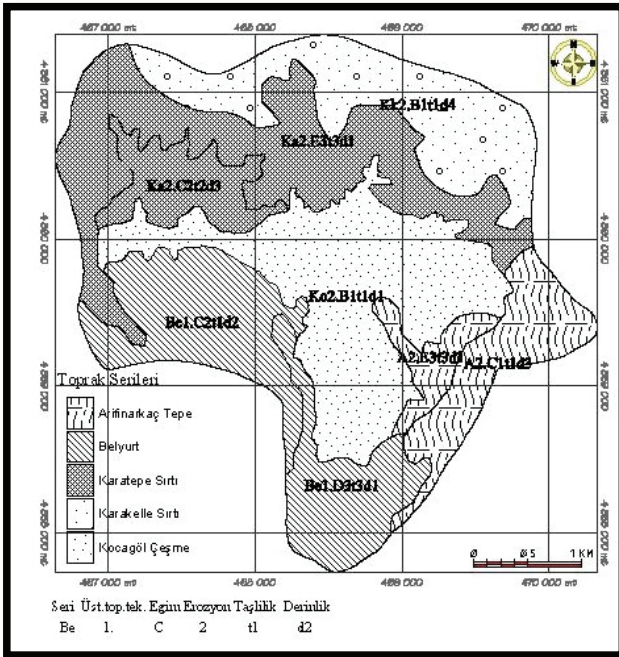
Çizelge 2. Kızılıkoyun Havzası toprak serilerinin ve ordoların alansal dağılımları

Table 2. Areal distributions of soil series and soil orders of the Kızılıkoyun Catchment

Seri Adı	Alan (ha)	Oran (%)	Ordo	Alan (ha)	Oran (%)
Belyurt	167.7	20.6	Entisol	368.4	45.3
Kocagöl Çeşme	200.7	24.7			
Karatepe Sırtı	226.3	27.8	Inceptisol	353.9	43.5
Karakelle sırtı	127.6	15.7			
Arifinarkaç Tepe	90.6	11.2	Mollisol	90.6	11.2
Toplam	812.9	100.0			

daha ileri bir toprak oluşumu göstermeleri nedeniyle Inceptisol ordosuna ve toprak nem rejiminin xeric olması sonucu seriler Xerept alt ordosuna yerleştirilmişlerdir. Ayrıca Karatepe Sırtı serisinin de 100 cm derinlik içerisinde bir fragipan veya duripan içermemeleri ve aynı derinlik içerisinde calcic veya petrocalcic horizonlarının olmaması nedeniyle Haploxerept büyük grubuna dahil edilmiştir. Karakelle serisi ise 100 cm derinlik içerisinde bir calcic horizon içermesi nedeniyle Calcixerept büyük grubuna yerleştirilmiştir. Her iki seride büyük gruplarının tüm özelliklerini göstermesi nedeniyle Typic Haploxerept ve Typic Calcixerept alt gruplarına dahil edilmişlerdir.

Arifnarkaç serisi toprakları yüzeyde koyu renkli, baz saturasyonu yüksek, organik maddesi yüksek olan bir mollik epipedon içermeleri nedeniyle mollisol ordosuna, nem rejiminden dolayı Xeroll alt ordosuna, 100 cm derinlik içerisinde duripan, gypsic, calcic veya petrocalcic horizon içermemesi ve 50 cm derinlik içerisinde lithic kontak olması nedeniyle Haplo xeroll büyük grubuna ve Lithic Haplo xeroll alt grubuna dahil edilmiştir. Havzanın hazırlanmış olan seri bazında haritası Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Kızılıkoyun Havzası temel toprak haritası
Figure 2. Basic soil map of Kızılıkoyun Basin

Gölet havzasının arazi kullanma ve bitki örtüsü durumu

Havzaların arazi kullanım durumları CORINE Arazi Örtüsü 2000’den (EEA, 2000) yararlanılarak

belirlenmiştir. Kızılıkoyun havzasında en büyük kısım % 46.65 ile sulanmayan karışık tarım alanlarından oluşmaktadır. İkinci sırada ise kuru tarım alanları (% 28,01) yer almakta ve bunu % 24,36 ile seyrek bitki alanları izlemektedir.

Yöntem

Hacim farkından sediment farkının hesaplanması

Bu yöntemde temel amaç, göletlerin bir birini takip eden iki zaman aralığında gölette biriken sediment miktarının belirlenmesine dayanır. Bu amaçla, belirli bir gölet su kotu için aktif hacim 5 yıllık bir zaman aralığında belirlenerek, aktif hacmin azalmasına bağlı olarak sediment birikimi saptanmıştır. Batimetrik ölçümlerde echo-sounder (*z değeri*), lazer konumlandırma sistemi (*1. Ölçümde x,y değeri elde edilmesinde*), GPS (*2. Ölçümde x,y değeri elde edilmesinde*) ve dizüstü bilgisayar kullanılmıştır. Yapılan batimetrik ölçümlerde gölete ait yükseklik (*z*) ve koordinat değerleri (*x,y*) bilgisayar ortamında eş zamanlı olarak toplanmıştır. Göletlere ait çıkarılmış olan koordinat ve derinlik değerleri (*x,y,z*), Surfertm yazılımında değerlendirilmiş olup gölet tabanının her noktası için bir değer türetilmiştir. Bu değerlerin elde edilmesinde Doğrusal Üçgenleme Yöntemi kullanılmıştır.

İkinci ölçümlerde de aynı yöntem takip edilerek, göletlerin aktif su hacimleri hesaplanmıştır. Aynı su seviyesine bağlı olarak hesaplanmış aktif su hacmindeki azalma yardımıyla, göletlerde biriken sediment miktarları m^3 olarak hesaplanmıştır. Bulunan bu miktarı ton cinsinden ifade etmek amacıyla, sedimentin özgül ağırlığı ortalama 1.50 gr cm^{-3} alınmıştır (Özbek vd., 1995).

Üniversal Toprak Kaybı Eşitliği (USLE) İle Sediment Miktarının Hesaplanması

Araştırma havzasından meydana gelmesi olası yıllık toprak kaybı Wischmeier ve ark. (1971), tarafından tarım arazileri için geliştirmiş oldukları Üniversal Toprak Kaybı Eşitliği (USLE) kullanılarak saptanmıştır.

Sediment iletim oranı

En yüksek toprak kaybindan yola çıkarak sediment veriminin belirlenmesinde Çizelge 3’de belirtilen eşitlikler kullanılmıştır (Karaş vd., 2012).

Çizelge 3. Bazı sediment iletim oranı eşitlikleri
Table 3. Some sediment delivery ratio equations

Eşitliğin Adı	Eşitlik
Roehl	$SDR = 36 (A)^{-0.20}$
Williams and Berndt	$SDR = 0.627 (SLP)^{0.403}$
Renfro	$\text{Log} (SDR) = 1.7935 - 0.14191 \text{ log} (A)$
Vanoni	$SDR = 0.42 (A)^{-0.125}$
USDA-SCS	$SDR = 0.51 (A)^{-0.11}$
Boyce	$SDR = 0.41 (A)^{-0.3}$

SDR, Sediment İletim Oranı, A Havza Alanı (km²), SLP Ana Su Yolu Eğimi

EIEI Eşitliği ile havza sediment miktarının hesaplanması

MÜLGA EIEI Genel Müdürlüğü tarafından, Türkiye geneline yayılmış 56 istasyonda uzun yıllık (1966-1975) verilerin değerlendirilmesi sonucu, havza alanı ile yıllık sediment verimi arasında logaritmik bir ilişki bulunmuştur (Sevinç, 1993). Korelasyon katsayısı 0.87 olan bu ilişki aşağıdaki eşitlikle ifade edilmiştir.

$$\text{Log } Q_s = -0.97688 + 1.10309 \text{ log } A$$

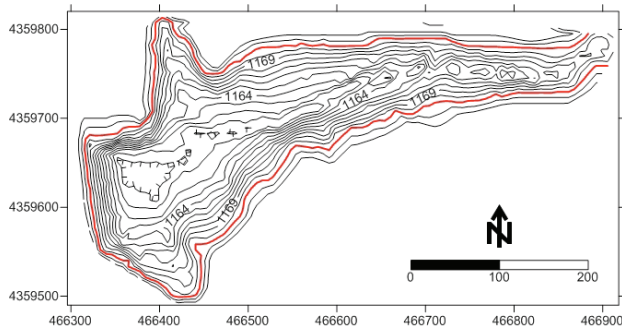
Q_s : Yıllık ortalama sediment miktarı x 103, ton yıl⁻¹

A: Drenaj alanı (km²)

BULGULAR ve TARTIŞMA

Hacim farkından sediment miktarının hesaplanması

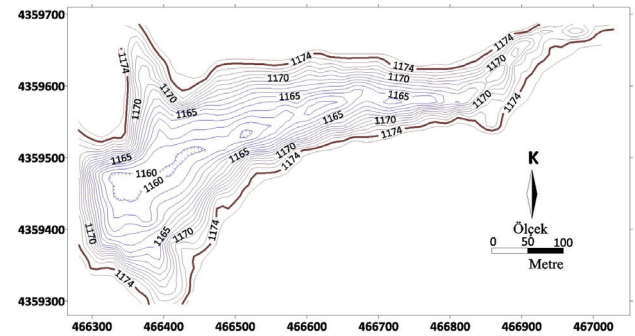
Göletin ilk batimetrik ölçümleri 2006 su yılında Lazer Konumlandırma Sistemi (LKS) destekli olarak yapılmıştır. Yapılan bu ölçümlerde dolusavak kotu 1174.1 m alınmıştır. Dolusavak kotuna göre su seviyesi 1170.7 m bulunmuştur. Bu tarihli ölçümlerde göletin en derin noktası 1159.1 m olarak belirlenmiş ve göletin maksimum derinliği 15 m olarak kaydedilmiştir. Batimetrik harita oluşturmak için, göl yüzeyinin farklı noktalarından



Şekil 3. Kızılıkoyun Göleti batimetrik haritası (2006)
Figure 3. Bathymetric map of Kızılıkoyun Reservoir (2006)

16 067 derinlik ve koordinat değerleri alınmıştır. Toplanan bu verilerle oluşturulan gölet batimetrik haritası Şekil 3'de verilmiştir.

2011 Su yılında yapılan ölçümlerde göletin tamamen dolu olduğu görülmüştür. Dolayısıyla su kotu dolusavak kotu seviyesine eşit alınmıştır. Göletin üzerinde birbirine paralel güzergahlarda yapılan ölçümler sonucu birbirinden farklı 8 248 noktadan koordinat ve derinlik değerleri elde edilmiştir. Bu ölçümler sonucu göletin maksimum derinliği 1159,7 m ölçülmüştür. Bu da göletin 5 yıl öncesine göre 60 cm daha sığlaştığını göstermektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Kızılıkoyun Göleti batimetrik haritası (2011)
Figure 4. Bathymetric map of Kızılıkoyun Reservoir (2011)

Kızılıkoyun göletinde 2006 ve 2011 su yıllarında yapılan ölçümler sonucu oluşturulan batimetrik haritalarda hacimsel hesaplamalar yapılarak, gölette biriken sedimentin 5 890 m³ olduğu belirlenmiştir. Bu miktarı ton cinsinden ifade edildiğinde, 1 767 ton yıl⁻¹'a eşittir. Birim alandan gelen sediment miktarı ise 2.14 ton ha⁻¹ yıl⁻¹ dir.

USLE

Kızılıkoyun Havzası için R değeri 977.6 megajul ha yıl⁻¹ x mm saat⁻¹ bulunmuştur. Bu değer USLE

eşitliğinde kullanılmak amacıyla ton ha⁻¹ x mm saat⁻¹'e dönüştürülerek, 24.04 değeri bulunmuştur.

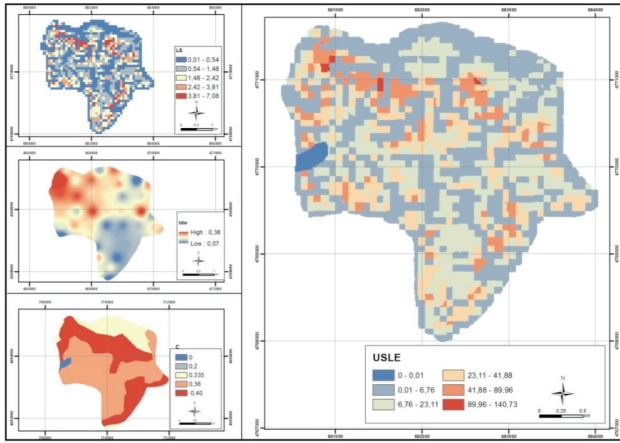
Havzanın toprak erodibilite değerini belirlemek amacıyla, 45 farklı lokasyondan örnekleme yapılarak gerekli analizler yapılmıştır. Laboratuvar sonuçlarının nomograf yöntemine göre değerlendirilmesiyle, K değerlerinin 0.07 – 0.38 arasında değiştiği belirlenmiştir (Wischmeier vd., 1971).

Havzanın LS dağılım haritası, sayısal arazi modelinin Arc Map CBS yazılımında kullanılmasıyla hazırlanmıştır. Havzanın LS değeri 0.01 ile 7.08 arasında değişmektedir.

Havzanın C haritası, diğer havzalarda olduğu gibi CORINE altlığından yararlanılarak hazırlanmıştır. C değerleri olarak seyrek bitki alanları için 0.36, kuru tarım alanları için 0.4 ve sulanmayan karışık tarım alanları için 0.335 değerleri alınmıştır.

Havzada herhangi bir kültürel tedbir alınmadığından P değeri 1 alınmıştır.

Yapılan değerlendirmelerle oluşturulmuş USLE haritasına göre, havza altı ayrı sınıfta değerlendirilmiştir. Şekil 5'den de görüleceği gibi havzanın potansiyel erozyon alanları 0.001 ile 140.73 ton ha⁻¹ yıl⁻¹ arasında değişmektedir.



Şekil 5. Kızilkoyun Havzası LS, K, C ve USLE katmanları haritası
Figure 5. LS, K, C and USLE layers map of Kızilkoyun Catchment

Çizelge 4. Ampirik yöntemlerle hesaplanan SDR'ler (Karaş vd., 2012)

Table 4. SDR's calculated by empirical methods (Karaş vd., 2012)

	Roehl (%)	Williams and Berndt	Renfro (%)	Vanoni	USDA-SCS	Boyce
KIZILKOYUN	23.60	1.06	46.1	0.32	0.40	0.22

Sediment İletim Oranları

Batimetrik olarak yapılan değerlendirmeler sonucu elde edilen sediment verimi değerleri ile en yüksek toprak kayıpları karşılaştırıldığında havzanın gerçek sediment iletim oranı 0.09 bulunmuştur.

Kızilkoyun Havzası için hiçbir SDR eşitliği uygun sonuç vermemiştir. Ayrıca, Williams and Berndt eşitliği ile elde edilen sonuçların, gerçekte olması gerekenden çok fazla oldukları görülmektedir (Çizelge 4). Sonuçlar değerlendirdiğinde, gerçek verilere en çok yaklaşan Roehl (%) ve Boyce eşitlikleri bile iki katından fazla (% 23 ve 0.22) sonuç vermiştir.

EIEI Eşitliğiyle Havzalarda Sediment Miktarının Belirlenmesi

Kızilkoyun Havzası için EIEI eşitliği kullanılarak yıllık sediment verimi 1083 ton bulunmuştur. Birim alandan gelen sediment miktarı ise 1.31 ton ha⁻¹ yıl⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bu değer batimetrik ölçümlerle elde edilen değerden 0.83 ton ha⁻¹ yıl⁻¹ daha düşüktür.

Tartışma

Dengiz vd., 2007, Kızilkoyun Havzası için yapılan detaylı toprak etüt çalışmasında toprakların oluşum süreci sonrası oluşan bazı yüzey üstü ve yüzey altı tanı horizonları saptanmış ve bunlar Entisol, Inceptisol, ve Mollisol ordolarına yerleştirilmiştir. Bu ordolar içerisinde % 45.3 ile Entisoller en fazla alan kaplarken bunu sırasıyla % 43.5 ile Inceptisol ve % 11.2 ile Mollisol izlemektedir.

Entisoller dik ya da çok dik eğimli arazilerde bulunmaktadır ve bu nedenle aşırı erozyona maruz kalmaktadır. Inceptisol ordosu ise Entisollerden daha ileri bir toprak oluşumu göstermeleri nedeniyle erozyona daha az hassas topraklardır. Mollisoller ise kurak bölgelerin dışında genellikle yağış miktarının fazla ve ot vejetasyonunun yaygın olduğu bölgelerde oluşan tarıma uygun olan verimli topraklardır ve organik madde bakımından zengin olduklarından erozyona hassasiyetleri oldukça azdır.

Ayrıca arazi kullanımı açısından Kızılıkoyun gölet havzasında en geniş alan olarak sulanmayan karışık tarım alanları (% 46.65) bulunmaktadır. İkinci sırada ise kuru tarım alanları (% 28.01) yer almakta ve bunu % 24.36 ile seyrek bitki alanları izlemektedir. Kuru tarım alanları ve seyrek bitki alanları meydana gelen erozyonun başlıca nedenleri arasında yer almaktadır.

Kızılıkoyun Havzasında erozyonu etkileyen en önemli parametrelerden biri de havza jeolojisidir. Özellikle gölet çevresinde yüksek eğimli araziler üzerinde yer alan marnlı birimler, fiziksel ve kimyasal bozunmanın etkisiyle gölete taşınma potansiyeli oldukça yüksektir.

Demirkıran ve Köşker (2007), 17.655 km² havza alanına sahip Ankara-Yenimahalle-Güvenç Göleti Havzasında sediment verimini 1.76 ton ha⁻¹ yıl⁻¹ olarak hesaplamışlardır. Havzanın bitki örtüsü ağırlıklı olarak mera ve kuru tarım alanlarından oluşmakta olup, ortalama eğimi % 21 dir. Benzer bir çalışmayı Samsun-Havza-Kuşkonağı Göleti Havzası'nda yapmışlardır. Alanı 11.563 km², ortalama eğimi % 7.1 olan havzanın sediment verimini 1.67 ton ha⁻¹ yıl⁻¹ olarak bulmuşlardır (Demirkıran vd. 2013). Konuyla ilgili diğer bir çalışmayı ise Ankara-Haymana-İkizce Gölet Havzası'nda yürütmüşler ve havza sediment verimini 1.50 ton ha⁻¹ yıl⁻¹ olarak tespit etmişlerdir (Demirkıran vd. 2017). İkizce Göletinin havza alanının 51.425 km², ortalama eğiminin ise % 6.5 olduğunu ifade etmektedirler. Kızılıkoyun Gölet Havzası'nın sediment verimi 2.14 ton ha⁻¹ yıl⁻¹ olup, Güvenç, Kuşkonağı ve İkizce Gölet Havzalarına göre birim alandan gelen sedimentin daha fazla olduğu görülmektedir. Buradaki temel etmenlerden biri havza büyüklüğüdür.

Sonuçlar

Bu çalışmada Kızılıkoyun Havzasından havza çıkışında yer alan gölete gelebilecek sediment miktarı belirlenmiştir. Havza sediment verimi, gölette biriken sediment miktarından gidilerek hesaplanmıştır. Bu amaçla gölette 2006 ve 2011 yıllarında batimetrik çalışma yapılarak aktif hacimde görülen azalma belirlenmiştir. Aktif hacimdeki azalma sediment birikimi olarak kabul edilmiştir. Yapılan çalışma sonucu 5 yıllık süre içerisinde göletin aktif hacminde 8834 ton'luk bir azalma gözlenmiştir. Bu miktar sediment birikimi olarak alınmış, buradan havzanın yıllık sediment

verimi 1767 ton, birim alandan gelen sediment verimi ise 2.14 ton ha⁻¹ yıl⁻¹ olarak bulunmuştur.

Havzanın sediment verimi ampirik yöntemlere göre de belirlenmiştir. USLE'ye göre havzadan gelebilecek azami toprak kaybı 20779 ton yıl⁻¹ olarak belirlenmiştir. Batimetrik ölçümlerle belirlenen havza sediment verimi dikkate alındığında, havzanın sediment iletim oranı 0.09 bulunmuştur. Mevcut sediment iletim oranı eşitlikleri sediment verimi tahminlerinde tatmin edici bir yanıt vermemişlerdir.

EİEİ Sediment eşitliği ölçülen sediment veriminden yaklaşık % 39 daha düşük sonuç vermiştir.

Sediment iletim oranı eşitlikleri dikkate alındığında, pek çoğunun havza alanının bir fonksiyonu olarak tanımlandığı görülmektedir. Havza alanının yanı sıra ana su yolu eğimi gibi topoğrafik parametreleri dikkate alan eşitliklerde tanımlanmıştır. Kızılıkoyun Havzası için yapılan değerlendirme yeni bir sediment iletim oranı eşitliğinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulduğunu göstermiştir. Özellikle, ülkesel olarak farklı fiziksel özelliklere sahip havzalarda, bu tür çalışmaların çoğaltılarak yürütülmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Çelik E.H (1994). Uluborlu (Isparta) Barajının Yapım Maaliyetiyle Havza Islah Maaliyetinin Karşılaştırılması. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. Seri:A, Cilt: 44, Sayı:2 Sayfa No:69-77, İstanbul

Demirkıran O, Köşker Y (2007). Ankara-Yenimahalle-Güvenç Gölet Havzası Sediment Verimi. III. Ulusal Su Mühendisliği, Sayfa:357-368, Gümüşdüz-İzmir

Demirkıran O, Erel A, Dengiz O (2013). Samsun Havza Kuşkonağı Gölet Havzası Sediment Verimi. 3. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, Bildiriler Kitabı SayfaNo: 290-298, Tokat

Demirkıran O, Köşker Y, Akgül S, Başkan O (2017). Ankara Haymana İkizce Gölet Havzası Sediment Verimi. 5. Uluslararası katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi. Bildiriler Kitabı Cilt 1 s. 591-605, Kırklareli

Dengiz O, Başkan O, Cecel H (2007). Ankara Haymana Kızılıkoyun Gölet Havzası Temel Toprak Özellikleri ve Sınıflandırılması. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(41), 74-84

EEA. 2000. CORINE land cover 2000. European Environment Agency <http://image2000.jrc.it>.

Karaş E, Demirkıran O, Oğuz İ, Cebel H (2012). Comparison of Sediment Delivery Ratios in Güvenç Basin. International Soil Science Congress on "Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Mngement", 15-17 Mayıs 1912, Çeşme-İzmir-Türkiye

Özbek H, Kaya Z, Gök M, Kaptan H (1995). Toprak Bilimi (Çeviri). Ç, Ü, Ziraat Fakültesi Genel Yayın No, 73, Ders Kitapları Yayın No: 16, Adana

Sevinç A N (1993). Havza Sediment Verimi (Basılmamış), Ankara.

Soil Survey Staff, 1999. Soil Taxonomy (Second Edition), United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service, Agriculture Handbook, Number 436, USA, https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051232.pdf

USDA (1978). Predicting Rainfall Erosion Losses-A Guide To Conservation Planning. USDA Handbook 573. GPO, Washington, DC, USA

Wischmeier W H, Johnson C B, Cross B V (1971). A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. J. Soil and Water Conserv. 26:189 -193. USA