

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/291412551>

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ KULLANILARAK ORMAN YANGINLARININ EROZYONA ETKİSİNİN BELİRLENMESİ, AMANOS DAĞLARI ÖRNEĞİ

Article · December 2014

DOI: 10.14781/mcd.77907

CITATION

1

READS

71

1 author:



Mehmet Değerliyurt

30 PUBLICATIONS 39 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Şu an sağlık sorunlarımdan dolayı herhangi bir projedeki https://www.researchgate.net/home?ref=logo&_sg=JSBACTyLU9VAaONlj_2DgLGcbM9xv3Q0BAaJU5YeX6qsIE_6zLthck8k0T4m3Je çalışmıyorum. [View project](#)

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ KULLANILARAK ORMAN YANGINLARININ EROZYONA ETKİSİNİN BELİRLENMESİ, AMANOS DAĞLARI ÖRNEĞİ

(Determination of Forest Fires' Effect to Erosion by Using
Geographical Information Systems: Case Study, Amanos
Mountains)

Arş. Gör. Dr. Mehmet DEĞERLİYURT

Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü
mdegerliyurt@mku.edu.tr

ÖZET

Genel anlamda yüzeyi örten toprağın akarsu ve rüzgârlarla aşındırılarak taşınması olayı olan erozyon, toprak örtüsünün incelenmesi ve zeminin çoraklaşmasıyla sonuçlanan küresel bir olgudur. Erozyonu en iyi önleyen unsur ise ormanlardır. Toprağın korunmasında hayati önem taşıyan ormanlara en çok zararı orman yangınları vermektedir. Çünkü orman yangınlarından sonra yağmur damlalarının zemine olan etkisi değişir. Toprak su dengesi bozulur ve erozyona açık hale gelir.

Çalışmada 05.09.2013 tarihinde Amanos Dağları'nın Hatay ili sınırlarındaki orman yangını sonucu erozyona açık hale gelen alanda yangın öncesinde meydana gelen ve yangından sonra meydana gelebilecek erozyon sonucu sediment kaybı hesaplanmış, böylece orman yangınlarının erozyona etkisi ortaya konmuştur. Bu amaçla Hatay Orman Müdürlüğü'nden alınan yanan orman alanına ait sayısal harita, İklim Verileri, Harita Genel Komutanlığı'na Ait Sayısal İzohips verileri, Sayısal Yükseklik Modeli (DEM), Toprak Haritası ve Uydu Görüntüsü kullanılmıştır.

Çalışma üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada inceleme alanında yangın öncesine ait erozyonla taşınan sediment miktarı hesaplanmıştır. İkinci aşamada ise yangın sonucu orman örtüsünden yoksun alanda oluşacak erozyonla taşınan sediment miktarı hesaplanmıştır. Her iki aşama için de RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) yöntemi kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda yangın sonucu zarar gören orman örtüsünden yoksun alanda erozyona yüksek ve çok yüksek duyarlı alanlar artarken, çok düşük, düşük ve orta duyarlılıktaki alanlarda azalma olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yangından önceki süreç için erozyonla taşınan toprak miktarının 0-32.57 ton/ha/yıl iken, yangından sonraki süreçte ise bu miktarın 0-144.70 ton/ha/yıl olduğu hesaplanmıştır. Yangın sonrasındaki süreçte erozyonla taşınan toprak miktarının öncesine göre 4.44 kat arttığı belirlenmiştir. Üçüncü aşamada arazi

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ KULLANILARAK ORMAN YANGINLARININ EROZYONA
ETKİSİNİN BELİRLENMESİ, AMANOS DAĞLARI ÖRNEĞİ**

çalışması yapılmıştır. Bu çalışma sırasında arazinin yangın öncesi süreçte mevcut topografya ve iklim koşullarının bir sonucu olarak yoğun erozyon tahribatı altında olduğu gözlemlenmiştir. Yangın sonrasında tamamen tahrip olan orman örtüsünün koruyucu etkisinin olmamasının erozyonu daha da arttıracığına dikkat çekilerek bir an önce ağaçlandırma çalışmalarının başlamasının gerekliliği belirtilmiştir.

Çalışmanın orman yangınlarının toprak erozyonuna olan etkisini ortaya koymaya yönelik ampirik çalışmalardan olması nedeniyle literatüre katkı yapması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Orman Yangınları, Erozyon, Amanos Dağları, RUSLE, Coğrafi Bilgi Sistemleri

ABSTRACT

Erosion which is typically the transportation of soil covering the surface via rivers and winds, is a global phenomenon resulting from thinning of land cover and aridity of soil. The best element preventing the erosion is forests. However, the most detrimental element to the forests which have vital importance in protecting the soil is forest fires. Because; the impact of the raindrops into the land is changed after forest fires, as the soil water balance deteriorates and it becomes vulnerable to the erosion.

In this study, the amount of loss of sediments in the area which has become vulnerable to the erosion due to forest fire occurred at 05.08.2013 in the part of Amanos Mountains lying within the frontiers of Hatay was calculated for both the erosions which have occurred before the forest fire and could possibly occur right after the fire. Thus, the impact of forest fires into the erosion was proved. To this end; digital map belongs to the burnt forest land taken from Hatay Forestry Department, weather data, digital contour line data belonging to General Command of Mapping, Digital Elevation Model (DEM), soil map and satellite image were used.

The study comprises 3 phases. Initially, the amount of sediments carried by the erosion occurred in the study area before the forest fire was calculated. At second stage, the amount of sediments which could be carried by possible erosion would occur in that area which has become deprived of forest coverage due to the forest fire. RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) method was used for both phases. After analysis made, it was determined that there has been a decrease on the places with very low, low and moderate susceptibility while the places with high and very high susceptibility to the erosion in that area which has become deprived of forest coverage due to the forest fire have increased. Furthermore, it was calculated that the amount of soil carried by the

erosion after the forest fire was 0-144.70 ton/ha/year while it was 0-32.57 ton/ha/year before the forest fire. It was identified that the amount carried by the erosion after the forest fire was 4.44 times higher than before. At third stage, field work was made. During this study, it was observed that the land was under heavy destruction of erosion before the forest fire due to existing topographic and climate conditions. As it was pointed out that the loss of protective effect of forest coverage which has completely been destroyed after forest fire would further increase the erosion, it was decided that it is necessary to start afforestation as soon as possible.

As it is one of the empirical studies aimed at proving the impact of forest fires into the erosion, it is expected that this study would contributed to the literature.

Keywords: Forest fires, Erosion, Amanos Mountains, RUSLE, Geographical Information Systems

1.GİRİŞ

Genel anlamda yüzeyi örten toprağın akarsu ve rüzgârlarla aşındırılması ve taşınması olayına erozyon denmektedir (Çepel, 1997). Erozyon sonucu toprağın taşınmasına bağlı olarak toprak örtüsünün incilmesi zeminin çoraklaşmasıyla sonuçlanan küresel bir olgudur. Erozyonu en iyi önleyen unsur ise oldukça sık bir şekilde bir arada bulunan, olgunluk çağında 8 metrenin üzerinde boylan ağaçların meydana getirdiği, geniş alanları kaplayan odunsu bitki toplulukları olan (Çepel, 2006) ormanlardır. Ormanlar, toprağın erozyona karşı korunmasında hayati önem taşımaktadır (Zachar, 1982). Toprağı bir örtü gibi sararak yağmur damlalarının toprağa çarpmasının önler, yüzey sularının akış hızını azaltır (Çepel, 1997; Altın, 2006). İntersepsiyonla yağmur damlalarının bir kısmını dal ve yapraklarıyla tutar ve yüzeysel akışı etkiler (Hoşgören, 2010; Atalay, 2011). Kökleri yardımıyla toprağı tutar ve rüzgârın hızını keser (Çepel,1997). Bu yüzden yoğun orman örtüsüyle kaplı olan yamaçlarda erozyon, olmayan yamaçlara göre oldukça azdır. Ormanların zemini kaplama oranının artması erozyona olan direnci arttırmaktadır (Zachar, 1982). Ormanlar aynı zamanda insanoğlunun gittikçe artan çeşitli gereksinmelerini karşılamadaki doğal kaynaklardan birisidir. Bu kaynakların sürdürülebilir bir şekilde kullanılabilmesi biyotik (canlı) ve abiyotik (cansız) zararlardan korunmasına bağlıdır. Ormana zarar veren abiyotik faktörlerden birisi de orman yangınlarıdır (Küçükosmanoğlu, 1987).

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ KULLANILARAK ORMAN YANGINLARININ EROZYONA
ETKİSİNİN BELİRLENMESİ, AMANOS DAĞLARI ÖRNEĞİ**

Orman yangınları, iklim değişkenliği, sosyo-ekonomik değişim ve uygun olmayan orman planlamaları sonucunda giderek daha sık hale gelmekte ve toprak verimliliği ve yapısı üzerindeki olumsuz etkileri olmaktadır (Vieria vd., 2011). Çünkü orman yangınlarından sonra değişen toprak koşulları yağmur damlalarının zemine olan etkisini değiştirir. Yanan ağaç ve bitkilere ait küller zeminde geçirimsiz bir tabaka oluşturur. Bu tabaka infiltrasyonu azaltarak yağış sularının derinlere sızmasını önler ve yüzeysel akışa geçmesine neden olur. Bu durum toprak su dengesini bozarak erozyonu arttırıcı etki yapar (Robichaud, 2000; Rulli ve Rosso, 2007). Diğer yandan yangın esnasında zeminin sıcaklığı artar. Bu sıcaklık artışı maksimum 200 ile 300 °C arasında değişir ve sonuçta toprağı bir arada tutan tüm organik madde ölür. Örneğin 40-70 °C arasında proteinler ve bitki dokuları, 70-90 °C aralığında bitki kökleri ve tohumlar ölür. Ayrıca bu sıcaklık artışına bağlı olarak bitkilerin toprak üstü kısımlarının ortadan kalkması sonucu toprak doğrudan güneşlenmeye açık hale gelir ve yanan organik maddelerden dolayı meydana gelen koyu renkteki yüzey daha fazla güneş ışını çekerek zeminin daha fazla ısınmasına neden olur (Fotoğraf 1). Bu durum ise yeni oluşan fidanların kurumasına, organik maddelerin ve besinlerin ölümüne, topraktaki su dengesinin bozulmasına neden olur (Neary vd., 1999; Yıldız vd., 2010).



Fotoğraf 1. *İnceleme alanında yangın sonrası zemini siyah bir örtü gibi kaplayan küller*

Orman yangınları zaman zaman can ve mal kaybına da neden olan küresel bir olgudur. Öyle ki yeryüzünün % 30'undan fazlasında çeşitli sıklıkta orman yangınları çıkmaktadır (Bento-Gonçalves, 2012). Son yıllarda Akdeniz iklim bölgesinde orman yangınlarında önemli artışlar olmuştur. Günümüzde bu bölgede meydana gelen orman yangınları 1970'li yıllara göre ikiye katlanmıştır. Yıllık yanan orman alanı 600.000 hektarı bulmaktadır (Rulli ve Rosso, 2007). Türkiye orman yangınları açısından Akdeniz ülkeleriyle benzer özelliklere sahiptir ve 1937-2004 yılları arasındaki süreçte 1.5 milyon hektarlık bir alan yanmıştır (Yıldız vd., 2010). Meydana gelen bu yangınlar Türkiye'deki orman varlığının devamlılığını tehlikeye sokan etkenlerin en önemlilerinden biridir. Yangınlar özellikle iklim koşullarının uygun olduğu yazı kurak subtropikal Akdeniz ikliminin etkili olduğu Akdeniz, Ege ve Marmara bölgelerinin büyük bölümünde görülür (Küçükosmanoğlu, 1987; Türkeş ve Altan, 2012).

Türkiye'de 2000-2009 yılları arasındaki orman yangınlarının daha çok ihmal, dikkatsizlik ve kaza nedeniyle olduğu görülmektedir. Bunu nedeni bilinmeyen, kasıt ve yıldırım düşmesi takip etmektedir. 2000-2009 yılları arasında toplam 20908, ortalamada 2091 yangın çıkmıştır (Tablo 1).

Tablo 1: Türkiye’de 2000-2009 yılları arasında Türkiye’de çıkan yangınların nedenleri (Web 1).

Yıllar	Yangın Çıkış Nedenleri								Toplam
	Kasıt		Yıldırım		İhmal-Dikkatsizlik-Kaza		Nedeni Bilinmeyen		
	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	
2000	410	17	132	6	1384	59	427	18	2353
2001	251	10	188	7	1629	62	563	21	2631
2002	218	15	181	12	809	55	263	18	1471
2003	258	12	120	6	1317	60	482	22	2177
2004	242	14	128	7	1033	59	359	20	1762
2005	272	18	140	9	867	57	251	16	1530
2006	166	7	330	15	1315	59	416	19	2227
2007	292	11	407	14	1642	57	488	17	2829
2008	324	15	379	18	1043	49	389	18	2135
2009	142	8	333	19	973	54	345	19	1793
Toplam	2575		2338		12012		3983		20908
Ortalama	257.5	12	233.8	11	1201.2	57	398.3	19	2091

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ KULLANILARAK ORMAN YANGINLARININ EROZYONA
ETKİSİNİN BELİRLENMESİ, AMANOS DAĞLARI ÖRNEĞİ**

Hatay’da 2002-2012 yılları arasında orman yangınlarında yanan alanlar incelendiğinde daha çok ormanlardaki asli ağaç türlerine zarar veren tepe yangınlarının olduğu görülür. Buna karşılık orman toprağının üzerinde yer alan ibre, dal, kesim artıkları, ot, funda gibi örtünün yandığı örtü yangınlarının ise tepe yangınlarından daha az görüldüğü dikkati çekmektedir (Web 2). 2002-2012 yılları arasında toplam 4781.71 ha alanda orman yangını çıkmışken en fazla alan ise 2012 yılına aittir (Tablo 2).

Tablo 2: Hatay’da 2002-2012 yılları arasında yanan orman alanları (Hatay Orman Bölge Müdürlüğü, 2013).			
Yıl	Örtü (ha)	Tepe (ha)	Toplam (ha)
2002	17.01	87.80	104.81
2003	1.70	37.70	39.40
2004	6.80	53.00	59.80
2005	3.30	47.60	50.90
2006	4.80	10.40	15.20
2007	168.50	608.70	777.20
2008	205.5	357.8	563.30
2009	9.7	15.9	25.60
2010	17.0	21.8	38.8
2011	88.0	47.4	135.4
2012	314.6	2656.7	2971.3
Toplam	836.91	3944.8	4781.71

Hatay’da yapılan 2000-2012 yılları arasındaki ağaçlandırma çalışmalarında her yıl ortalama 475.38 hektar ağaçlandırmanın yapıldığı, en fazla ağaçlandırma çalışmasının 2012 yılında, en az ise 1999 yılında yapıldığı görülmektedir (Şekil 1).



Şekil 1: Hatay'da 1998-2011 yılları arasında ağaçlandırılan alanlar (Hatay Orman Bölge Müdürlüğü, 2013).

Çalışmada, Amanos Dağları'nın Hatay sınırlarında 05.08.2013 tarihinde meydana gelen yangından sonra ortaya çıkan ağaçtan yoksun alanda yangın öncesi ve sonrası koşullar ölçü alınarak erozyonla meydana gelen sediment kaybı değişimi hesaplanmıştır. Çünkü çeşitli nedenlerle ortaya çıkan yangınların sonucunda yangın mahallinde erozyon artmaktadır. Daha önce ormanla örtülü olan alanların boş kalması toprağın direncini zayıflatmakta, erozyona maruz kalma riskini de arttırmaktadır. Herhangi bir örtü ile kapalı olmayan zeminin yağışla düşen sulara tepkisi değişmektedir (Zachar,1982; Onda vd., 2008). Elde edilen veriler erozyonda belirgin bir artış olduğu doğrultusundadır (Onda vd., 2008). Yağış rejiminin düzensiz olduğu ve yaz mevsiminin kurak geçtiği Akdeniz İklim Bölgesi'nde erozyona yatkınlığın fazla olması nedeniyle (Knijff, vd., 2000; Gitas vd., 2009) yörede en kısa zamanda ağaçlandırma çalışmalarının ve önleyici tedbirlerin alınması gerekmektedir.

2.İNCELEME ALANININ KONUMU VE ÖZELLİKLERİ

İnceleme alanı Hatay İli sınırları içerisinde Amanos Dağları'nın doğu tarafında kalmaktadır. Karlısu (Fotoğraf 2), Gülderen, Dikmece,

**COĞRAFİ BİLGİ SİSİTEMLERİ KULLANILARAK ORMAN YANGINLARININ EROZYONA
ETKİSİNİN BELİRLENMESİ, AMANOS DAĞLARI ÖRNEĞİ**

Karali, Üçgedik ve Alahan (Fotoğraf 3) köylerinin batısında, Aydınlı Köyü'nün kuzeydoğusunda kalmaktadır (Şekil 2). 22.29 km²'lik bir alana sahip olan inceleme alanının deniz seviyesinden yüksekliği 200-1415 metreler arasında kalmakta olup ortalama eğimi % 25'tir.



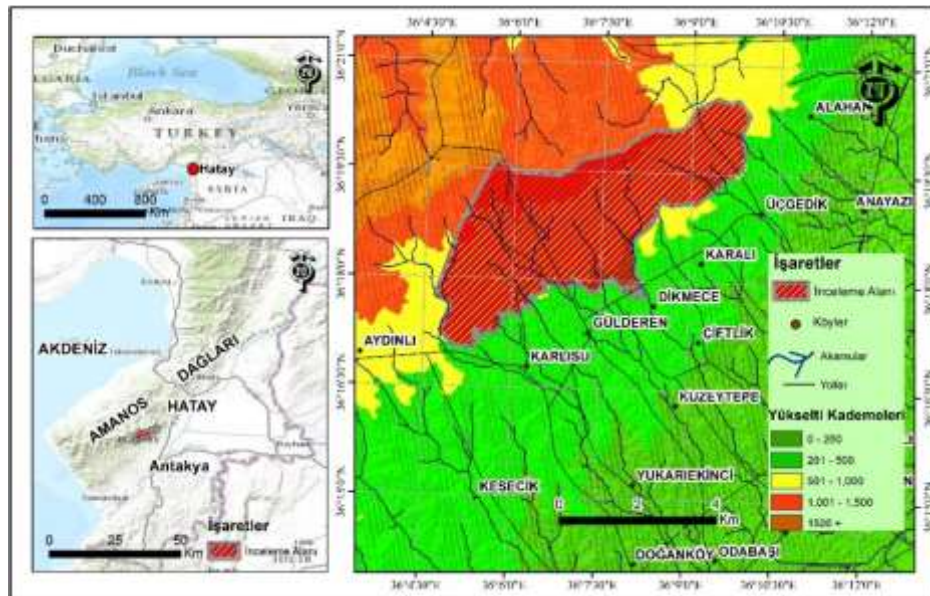
Fotoğraf 2. *İnceleme Alanının Güney Kesimlerinden Bir Görünüş (Karlusu Köyü)*



Fotoğraf 3. *İnceleme Alanının Kuzey Kesimlerinden Bir Görünüş (Alahan Köyü Batısı)*

Tamamına yakın alanı Orta-Üst Kretase dönemine ait ofiyolitik kayalardan oluşan bir jeolojiye sahip olan inceleme alanının aşağı kesimlerinde Kuvaterner Dönemine ait yamaç birikintileri görülmektedir. Akdeniz iklim bölgesinde kalan bölgeye en yakın meteoroloji istasyonu 100 metredeki Antakya Meteoroloji İstasyonu olup yıllık ortalama sıcaklık değeri 18.2 °C, yıllık toplam yağış miktarı 1078 mm'dir (Web, 3). Bölgedeki toprakların % 99'u kireçsiz kahverengi orman

topraklarıdır. Bu topraklar sığ, taşlı olup inceleme alanında kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzanmaktadır. Buna karşılık inceleme alanının aşağı kesimlerinde dar alanlarda kahverengi orman toprağı görülmektedir. Bu topraklar ise orta derinlikte ve taşlı bir yapıya sahiptir (Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2012).



Şekil 2. İnceleme Alanına Ait Lokasyon Haritası

İnceleme alanının önemli bir kısmı orman ve maki alanlarından oluşmaktadır. Orman alanları daha çok güneybatı kesimlerinde yoğunlaşırken makilikler orta ve kuzeydoğu kesimlerde görülmektedir (Hatay Orman Müdürlüğü, 2013).

3.MATERYAL VE METOT

Çalışmada kullanılan başlıca materyaller yangın alanına ait harita, iklim verileri, sayısal yüksekli modeli (DEM), toprak haritası ve yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsüdür. Bu verilerden yanan alanın sınırları Hatay Orman Müdürlüğü'nden, iklim verileri en yakın Meteoroloji istasyonu ve deniz seviyesinden yüksekliği 100 metre olan Antakya Meteoroloji İstasyonu'ndan, sayısal ortamdaki toprak haritaları Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'ndan alınmıştır. İnceleme alanına ait sayısal yüksekli modeli ise Harita Genel Komutanlığı'ndan alınan

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ KULLANILARAK ORMAN YANGINLARININ EROZYONA
ETKİSİNİN BELİRLENMESİ, AMANOS DAĞLARI ÖRNEĞİ**

1:25.000 ölçekli sayısal izohips verilerinden elde edilmiştir. Arazi örtüsü haritası ise 2012 yılına ait yüksek çözünürlüklü IKONOS uydu görüntüsü kullanılarak üretilmiştir.

Çalışma üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada inceleme alanına ait yangın öncesine ait erozyonla taşınan sediment miktarı hesaplanmıştır. Bu işlem için uzun yıllar ortalama toprak kaybını kabul edilebilir doğrulukta tahmin eden en basit yöntem olarak bilinen (Beskow vd., 2009) ve ayrıca birçok ülke tarafından yaygın olarak kullanılan RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) yöntemi kullanılmıştır (Kitahara vd., 2000). İkinci aşamada ise yangın sonucu oluşan orman örtüsünden yoksun alanda meydana gelecek erozyonla taşınan sediment kaybı hesaplanmıştır. Bu işlem için de RUSLE yöntemi kullanılmıştır.

Bu yöntem Türkiye’de de yapılan birçok çalışmada da kullanılmıştır. Bunlara örnek olarak Özden ve Özden (1997), Tağıl (2007), Ekinci (2005), Ekinci (2007), Ekinci vd., (2010), Cürebal ve Ekinci (2006), İrvem ve Tülücü (2004), Uygur ve İrvem (2010), Erkal (2012), Karaburun (2010), Yıldırım ve Erkal (2008), Yıldırım ve Erkal (2009), Yıldırım ve Erkal (2011), Erkal ve Yıldırım (2010), Yıldırım (2012) örnek olarak verilebilir.

Bu yöntemin birçok ülke tarafından kullanılmış ve gerçeğe yakın sonuçlar veren yöntem olması tercih edilmesindeki başlıca etkidir. Bu modelin kullandığı formüle göre:

$$A=R.K.LS.C.P$$

A: Erozyon Sonucu Oluşan Toprak Kaybı (ton/ha/yıl)

R: Yağış Eroziyon Faktörü

K: Toprak Direnç Faktörü

LS: Yamaç Eğim Uzunluğu (Topografya) Faktörü

C: Zemin Örtüsü Faktörü

P: Erozyon Önleyici Diğer Faktörler

İkinci aşamada elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak orman yangının öncesi ve sonrasında meydana gelen erozyon miktarındaki değişim ortaya konmuştur. Bu işlemler Arc Map 10 programı yardımıyla CBS ortamında yapılmıştır. Elde edilen her sayısal harita hücre

çözünürlüğü 10 olan raster haritalar haline getirilmiş ve bu haritalara Overlay (Çakıştırma) analizi uygulanmıştır.

Çalışmanın üçüncü aşamasında arazi çalışması yapılmış, analizle ilgili işlemlerin doğruluğu kontrol edilmiştir. Fotoğraflama işlemleri de bu sırada yapılmıştır.

4.İNCELEME ALANINDAKİ YANGIN ÖNCESİ VE SONRASI EROZYONLA TAŞINAN SEDİMENT MİKTARININ HESAPLANMASI

4.1.Yağış Erozi (R) Faktörü:

Yağışın neden olabileceği potansiyel erozyonu ifade eden R faktörünü belirlemek için hem toplam yağış, hem de toprağa düşen yağışın kinetik enerjisi dikkate alınır (Beskow vd., 2009; Chen vd., 2009). Yağışın yapmış olduğu bu erozi etkiyi belirlemek amacıyla RUSLE eşitliğinde yağışların toplam kinetik enerjileri ile 30 dakikalık maksimum yoğunluklarının çarpımı ile elde edilen değer (EI= Erozyon indeksi) toprak kaybının hesaplanmasında belirleyici rol oynamaktadır (Cürebal ve Ekinci, 2006; Chen vd., 2010).

RUSLE eşitliğinde yağış erozi faktörü, yağışın 30 dakikadaki maksimum yoğunluğunda olan yağışların (I30) toplamının yıllık yağış miktarının toplamına oranı olarak kullanılmaktadır. Bu amaçla birçok indeks geliştirilmiştir. Çalışmada yağışın yıllık ve aylık ortalamalarının hesaba katıldığı Modified Fournier Index (MFI) (Arnoldus, 1977) kullanılmıştır. $MFI = \sum p_i^2 / P_j$ şeklinde olan bu eşitliğe göre; p_i aylık yağışları (mm), P_j ise yıllık yağışların ortalamasını (mm) ifade eder. Burada “Yağış Erozi Faktörü ise = $(4.17 MFI) - 152$ ” eşitliğinden ortaya konulabilmektedir (Cürebal ve Ekinci, 2006; Lastoria vd., 2008).

Çalışma alanına ait R faktörünü hesaplamak için 100 metrede yer alan Antakya Meteoroloji İstasyonu’na ait 37 yıllık (1975-2012) yağış verileri kullanılmıştır. Yükselti farkının 1200 metre olduğu inceleme alanında bu farkın yağış miktarına etkisini göstermek amacıyla Schreiber tarafından önerilen aşağıdaki formül uygulanmıştır:

4.2.Ph= Po+54h

Bu formüle göre “Ph” yükseltisi bilinen ancak yağış tutarı bulunacak noktayı, “Po” yükseltisi bilinen ve yağış ölçümü yapan bir

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ KULLANILARAK ORMAN YANGINLARININ EROZYONA
ETKİSİNİN BELİRLENMESİ, AMANOS DAĞLARI ÖRNEĞİ**

istasyonun yağış miktarıdır. Formülde geçen 54 rakamı 100 metrelik yükselti artışına paralel olarak yağışın 54 mm arttığını gösteren katsayı, h ise yağış değeri bilinen noktayla yağış değeri tespit edilecek nokta arasındaki yükselti farkının (hektometre olarak) değerini ifade etmektedir (Ardel, 1969; Dönmez, 1979).

Buna göre, tablo 3’de inceleme alanına ait yükselti kademeleri ve bu kademelere karşılık gelen R faktörü değerleri ve şekil 4’te ise bu tablodaki değerler kullanılarak oluşturulan R faktörü haritası aşağıda verilmiştir (Tablo 3)

Tablo 3: İnceleme Alanına Ait R Faktörü Değerleri	
Yükseklik	MJ Değeri
120	405.48
200	457.43
300	468.67
400	480.55
500	493
600	505.93
700	519.32
800	533.1
900	547.22
1000	561.66
1100	576.38
1200	591.36
1300	606.58
1400	622
1500	637.62
1600	653.42
1680	669

4.3.Toprak Direnç (K) Faktörü: Bu faktör, bazı toprak tiplerinin aynı şartlar altında erozyona olan duyarlılıklarının farklı olmasına denir (Wischmeier - Smith, 1978; Sheikh vd., 2011). Bu işlem yeni sürülmüş % 9 eğimli ve 22.1 metre uzunluğunda standart bir alan üzerinde ölçülen, toprak erozyonundan elde edilen indeks değeridir (Fernandez ve Nunez, 2011). Toprak direnci yerel koşullara göre değiştiği için yöresel koşulların da göz önüne alınmasını gerektirir (Wischmeier - Smith, 1978).

İnceleme alanındaki toprak tiplerinin belirlemede Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı’nın hazırladığı toprak haritası kullanılmıştır. Buna göre, inceleme alanındaki toprakların tamamına yakını kireçsiz

kahverengi orman topraklarından oluşmaktadır (Tablo 4). K faktörü haritası TURTEM tarafından belirtilen “Büyük toprak gruplarına göre Uniform Parsellerden elde edilen K değerleri” (Özden ve Özden, 1997) kullanılarak üretilmiştir (Şekil 4).

Tablo 4.: İnceleme Alanına Ait Toprakların Büyük Toprak Grupları ve K Değerleri			
Toprak Türü	K değeri	Alanı (km ²)	Alan (%)
Kahverengi Orman toprakları	0.13	0.07	0.4
Kireçsiz Kahverengi Orman toprakları	0.19	22.22	99.6
Toplam		22.29	100

4.4.Topografya (LS) Faktörü: Eğim, erozyon şiddetini düzenleyen ve organize eden faktörlerin başında geldiği gibi yüzeysel akışa geçen suyun akışı ile toprak kaybı arasındaki ilişkide de belirleyici unsurdur. Toprak parçacıkları çok düşük eğimli yamaçlarda bile eğim yönünde taşınmaya uğrar (Atalay, 2011).

RUSLE ile ilgili çalışmalarda kullanılan Yamaç Uzunluk ve Eğim Faktörü anlamına gelen L ve S faktörleri CBS ortamında birleştirilerek LS faktörü olarak hesaplanabilir. LS faktörü, 22.13 m uzunluğunda ve % 9 eğimli bir arazideki toprak kaybı oranını temsil etmektedir. Bu özelliklere sahip bir arazideki LS değeri 1 'dir. Eğim uzunluğu, yüzeysel akışın olduğu noktadan itibaren, eğimin azaldığı ve birikmenin başladığı kanala kadar olan mesafedir (Özden ve Özden, 1997). Yamaç uzunluğu ve yamaç dikliğinin toplamını oluşturan LS faktörü farklı formüllerle elde edilebilmektedir. Çalışmada kullanılan LS faktörü haritası DEM verisinden elde edilmiştir. Bu işlem için, $LS = \text{Pow}((\text{flowacc}) \times \text{resolution} / 22.1, 0.6) \times \text{Pow}(\text{Sin}((\text{slope}) \times 0.01745), 0.09, 1.3)$ eşitliği (Mitasova vd., 1996; Ekinci, 2007; Desmet - Govers, 2010; Shiferaw, 2011; Hickey, 2000) kullanılmıştır (Şekil 3).

4.5.Arazi Örtüsü (C) Faktörü: İnceleme alanına ait arazi örtüsü haritası 2012 yılına ait IKONOS uydu görüntüsü kullanılarak oluşturulmuştur. İnceleme alanında en fazla paya orman alanları sahip olup, toplamdaki payı % 56.26'dır. İkinci sırada ise maki alanları % 43.61'lik paya, üçüncü sırada ise tarım alanları % 0.13'lük paya sahiptir (Tablo 5). Yangın sonrasındaki süreçte ise bu örtünün olmadığı ve

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ KULLANILARAK ORMAN YANGINLARININ EROZYONA
ETKİSİNİN BELİRLENMESİ, AMANOS DAĞLARI ÖRNEĞİ**

toprağın herhangi bir örtü tarafından korunmadığı göz önüne alınmıştır (Şekil 4).



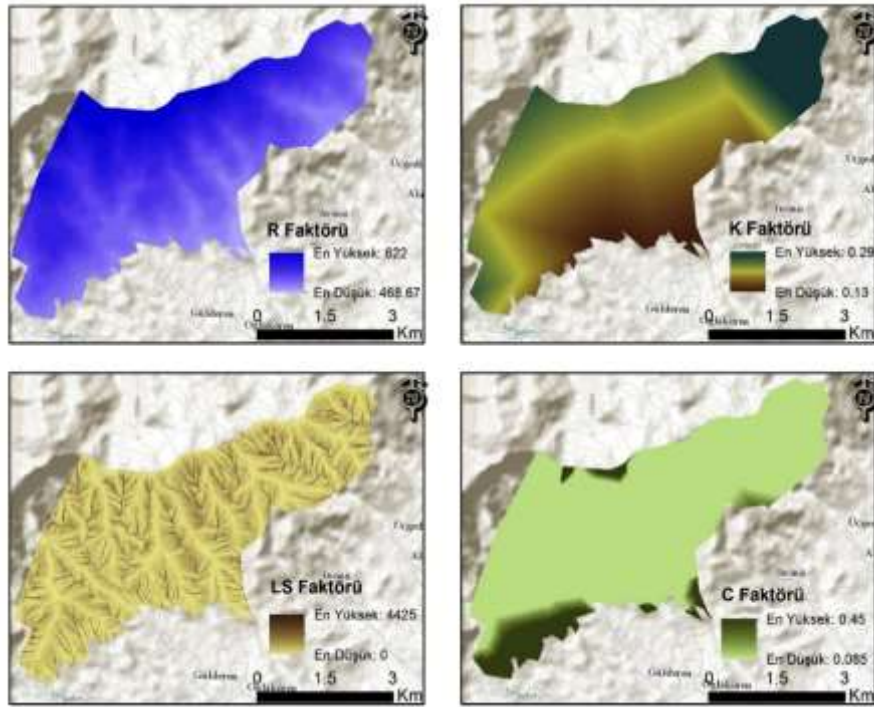
Şekil 3 İnceleme alanında yangın sonrası oluşan arazi örtüsü durumu

Tablo 5: İnceleme alanının yangın öncesi arazi örtüsü özellikleri ve C faktörü değerleri			
Arazi Örtüsü	C Değeri	Alanı (Km ²)	Alan (%)
Makilik	0.09	9.72	43.61
Tarım Alanı	0.3	0.03	0.13
Orman	0.002	12.54	56.26
Toplam		22.29	100

4.6.Erozyonu Engelleyici Çalışmalar (P Faktörü): P faktörü bir yerdeki erozyonu kontrol etmek için yapılan uygulamalar için kullanılır. Arazide erozyonu önleyici çalışmalar uygulamadan önceki ve

uygulandıktan sonraki toprak kayıpları oranlanarak hesaplanır ve bu değer 0 ile 1 arasında değişir. En yüksek değerler, herhangi bir destek uygulamalarının olmadığı çıplak araziler için kullanılır (Blanco ve Lal, 2008).

Bu faktör tespit edilemediği durumlarda 1 olarak değerlendirilmektedir (Renard vd.,1991; Tağıl, 2007). İnceleme alanında yapılan arazi gözlemleri sırasında erozyon önleyici herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu yüzden P değeri 1 olarak alınmıştır.



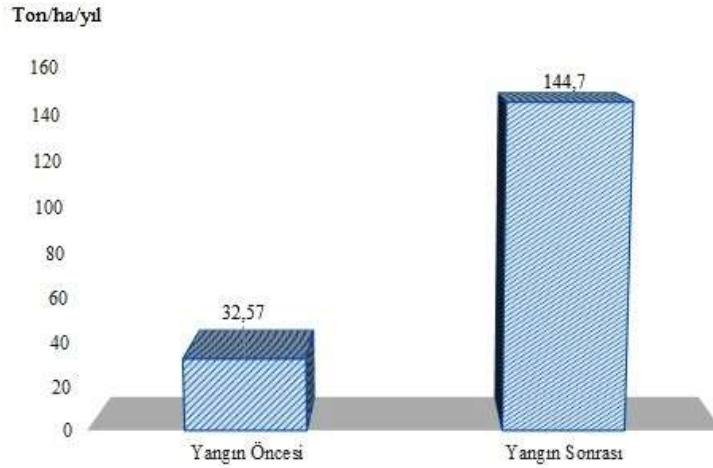
Şekil 4: Analizde kullanılan faktörlerin inceleme alanındaki dağılışı

5.ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışma, yangın sonucu zarar gören orman örtüsünün ortadan kalkmasıyla erozyon duyarlılık sınıflarında ne kadarlık bir değişme olduğunu ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. RUSLE yöntemi kullanılarak yapılan analiz sonuçlarına göre; yangından önceki süreç için erozyonla taşınan toprak miktarı 0-32.57 ton/ha/yıl olarak hesaplanmışken, yangından sonraki süreçte bu miktar 0-144.70

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ KULLANILARAK ORMAN YANGINLARININ EROZYONA ETKİSİNİN BELİRLENMESİ, AMANOS DAĞLARI ÖRNEĞİ

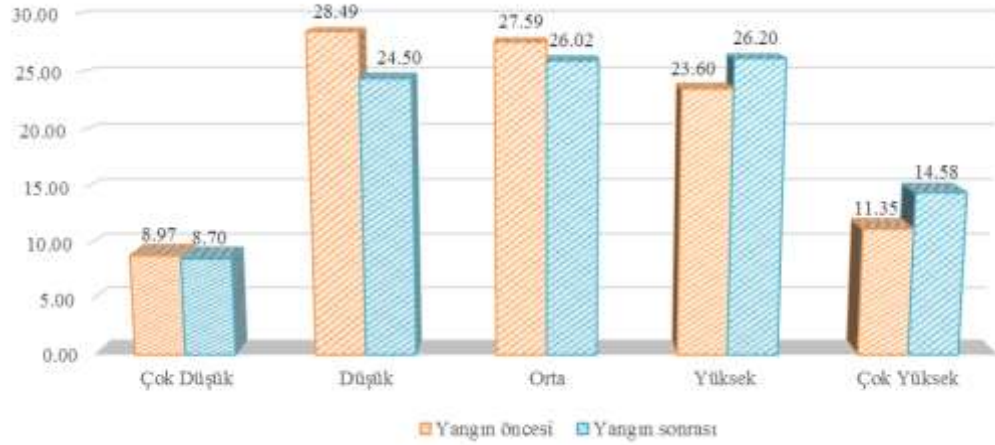
ton/ha/yıl'dır (Şekil 5). Yani yangın sonrasındaki süreçte erozyonla taşınan sediment miktarı 4.44 kat artmıştır.



Şekil 5: *RUSLE yöntemiyle hesaplanan yangın öncesi ve sonrasında taşınan toprak miktarları*

Yine inceleme alanında yangın sonucu erozyona duyarlılık alanlarında da belirgin değişiklikler meydana gelmiştir. Yangından sonraki süreçte özellikle yüksek ve çok yüksek duyarlıklı alanlarda artış, çok düşük, düşük ve orta duyarlıklı alanlarda azalma gerçekleşmiştir (Tablo 6 ve Şekil 6).

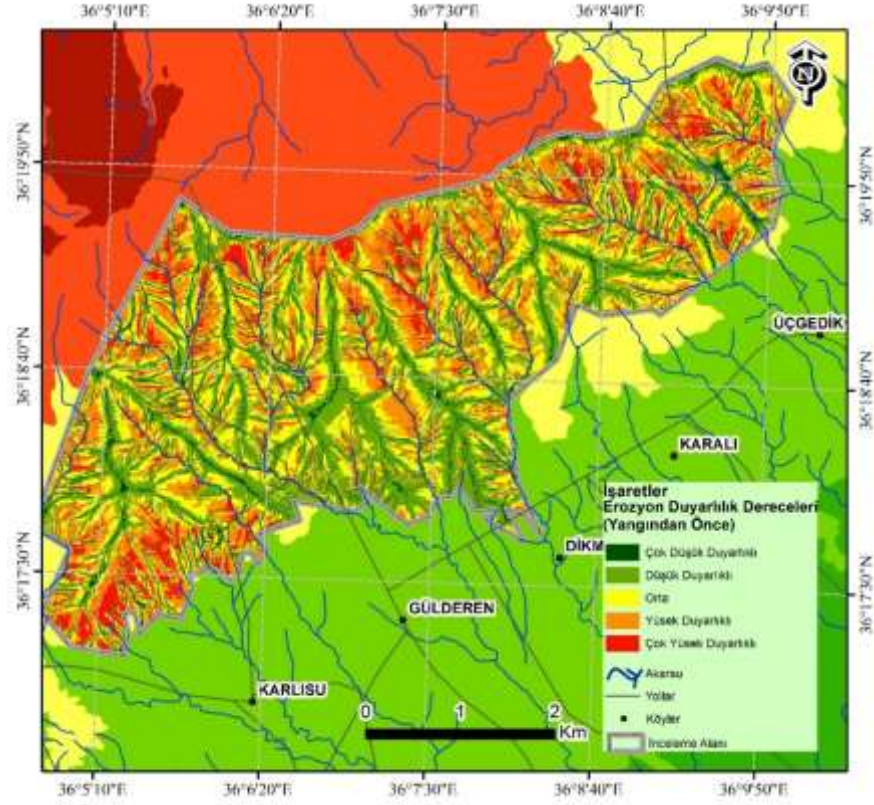
Tablo 6: <i>İnceleme alanında erozyona duyarlılık sınıflarının yangın öncesi ve sonrası durumları</i>				
Duyarlılık Sınıfı	Yangın Öncesi		Yangın Sonrası	
	Alan (Km ²)	Alan %	Alan (Km ²)	Alan %
Çok Düşük	2	8.97	1.94	8.70
Düşük	6.35	28.49	5.46	24.50
Orta	6.15	27.59	5.80	26.02
Yüksek	5.26	23.60	5.84	26.20
Çok Yüksek	2.53	11.35	3.25	14.58
Toplam	22.29	100.00	22.29	100.00



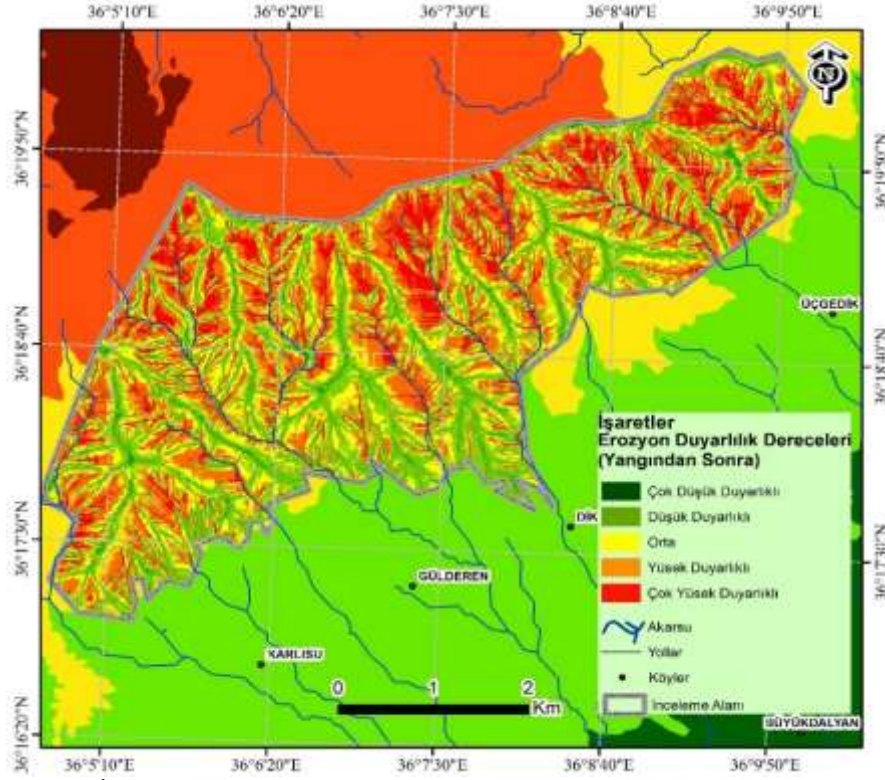
Şekil 6: *İnceleme Alanında Yangından Önceki ve Sonraki Potansiyel Erozyon Duyarlılık Yüzdeleri*

Orman yangınları sonucu meydana gelen tahribat sonucu toprak kendisini koruyacak örtüden mahrum kaldığı için yangın öncesinde belirli alanlarda görülen erozyonun yanan alanın geneline yayılması söz konusudur. Bu açıdan yangın öncesinde yüksek ve çok yüksek duyarlılık alanlar akarsuların kaynak kısımlarına yaklaştıkça artmakta iken (Şekil 7); yangın sonrasında inceleme alanının geneline yayılmıştır (Şekil 8).

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ KULLANILARAK ORMAN YANGINLARININ EROZYONA ETKİSİNİN BELİRLENMESİ, AMANOS DAĞLARI ÖRNEĞİ



Şekil 7: İnceleme Alanında Yangından Önceki Potansiyel Erozyon Duyarlılık Bölgelerinin Dağılışı



Şekil 8: İnceleme Alanında Yangından Sonraki Potansiyel Erozyon Duyarlılık Bölgelerinin Dağılışı

6.TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Toprak, kayaların fiziksel ve kimyasal yoldan parçalanması ile meydana gelmekte, içinde çeşitli canlıları barındırmakta, bitkilere gelişimleri için gerekli besin maddelerinin sağlanmasında ve gelişmelerinde rol oynayan ve yeryüzünü birkaç mm ile birkaç metre arasında değişen kalınlıkta kaplayan çözünmüş kuşaktır (Atalay, 2004). Bu özelliğinden dolayı üzerinde yetiştirdiği canlılara bir yaşam alanı oluşturan toprağın bulunduğu yerde kalması bağlı bulunduğu sistemin devamlılığı açısından hayati önem arz etmektedir. Diğer yandan toprak, insan hayatındaki en temel kaynaklardandır. İnsanın hayatını devam ettirebilmesinde büyük önem arz eden gıda, yem ve yakıt gibi temel ihtiyaçların karşılanmasında ve tüm karasal hayatın devamındaki en önemli unsurdur (Blanco ve Lal, 2008). Yapılan arazi çalışması sırasında mevcut arazinin mevcut topografya ve iklim koşullarından dolayı

COĞRAFİ BİLGİ SİSİTEMLERİ KULLANILARAK ORMAN YANGINLARININ EROZYONA ETKİSİNİN BELİRLENMESİ, AMANOS DAĞLARI ÖRNEĞİ

inceleme alanında yoğun erozyon tahribatı altında olduğu görülmüştür (Şekil 9). Zemini koruyan ve toprağın aşınmasını önleyen bir orman örtüsünün altında erozyona direnen bu alanların orman örtüsü olmadan erozyona karşı savunmasız kalacağı aşikârdır.



Şekil 9: İnceleme Alanında Farklı Yerlerdeki Erozyon İzleri

Erozyonla taşınan toprağının yeniden oluşması veya tekrar yerine konması normal koşullarda imkânsız yâda ekonomik olmayan bir işlemdir. Doğru olanı ise toprağı yerinde korumaktır. Bu açıdan erozyonu en iyi önleyen doğal örtü olan ormanların korunması şarttır. Orman yangınlarından dolayı zarar gören alanların tekrar eski haline

gelebilmesi için hızla ağaçlandırma çalışmalarının başlatılması gerekmektedir.

Teşekkür: Yazar, çalışma boyunca kendisine destek olan Hatay Orman Müdürlüğü çalışanlarına teşekkürü bir borç bilir.

KAYNAKÇA

- Altın M., (2006). Mera-Erozyon İlişkileri, Erozyon, Doğa ve Çevre, (Kitap bölümü, Ed. Ahmet Aydemir), TEMA vakfı yayınları, İstanbul
- Ardel, A., Kurter, A. ve Dönmez, Y., (1969). Klimatoloji Tatbikatı, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları, Taş Matbaası, İstanbul.
- Arnoldus, 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, 34, 39-51.
- Atalay, İ., (2004). Doğa Bilimleri Sözlüğü, Meta Basım Yayın Hizmetleri, İzmir
- Atalay İ., (2011). Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası, Meta Basım Yayın Hizmetleri, İzmir
- Atalay, İ., (2011). Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası, Meta Basım Yayın Hizmetleri, İzmir.
- Bento-Gonçalves A., Vieira, A., Úbeda, X. ve Martin, D., (2012). Fire and soils: Key concepts and recent advances, Geoderma 191 3–13
- Beskow S., Mello, C., Norton, R., Lloyd D., Curi N., Viola, M.R. ve Avanzi J.C., (2009). Soil Erosion Prediction In the Grande River Basin, Brasil Using Distributed Modelling, Catena:79, 49-59, USA.
- Blanco, H. ve Lal, R., (2008). Principles of Soil Conservation and Management, Springer, USA.
- Chen, T., Niu, Rui Q., Li, P. X., Zhang, L. P. ve Du B., (2010). Regional Soil Erosion Risk Mapping Using RUSLE, GIS And Remote Sensing: A Case Study In Miyun Watershed, North China, Environ Earth Sci, 63:533–541.
- Cürebal, İ., Ekinci, D. ve (2006). Kızılkeçili Deresi Havzasında CBS Tabanlı RUSLE Yöntemiyle Erozyon Analizi, Türk Coğrafya Dergisi, 47, 115–130
- Çepel, N., (2006). Orman Erozyon İlişkisi, (Kitap bölümü, Ed. Ahmet Aydemir), Erozyon, Doğa ve Çevre, TEMA vakfı yayınları, İstanbul

*COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ KULLANILARAK ORMAN YANGINLARININ EROZYONA
ETKİSİNİN BELİRLENMESİ, AMANOS DAĞLARI ÖRNEĞİ*

- Çepel, N., (1997). Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar, TEMA Vakfı Yayınları, No: 14, İstanbul.
- Desmet, P.J.J. ve Govers, G., (1997). Comment on 'Modelling Topographic Potential for Erosion and Deposition Using GIS', International Journal of Geographical Information Science, 11:6, 603-610.
- Dönmez, Y., (1979). Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, No:2506, İstanbul
- Ekinci, D., (2005). CBS Tabanlı Uyarlanmış RUSLE Yöntemi İle Kozlu Deresi Havzası'nda Erozyon Analizi, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Dergisi, Sayı:13 Sayfa:109-119, İstanbul
- Ekinci, D., (2005). CBS tabanlı uyarlanmış RUSLE yöntemi ile Kozlu Deresi Havzası'nda erozyon analizi, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Dergisi, sayı:13 sayfa:109-119, İstanbul
- Ekinci, D., (2007). Estimating Of Soil Erosion İn Lake Durusu Basin Using Revised USLE 3d With GIS, Çantay Yayınevi, İstanbul.
- Ekinci, D., Akköprü, E., Döker. ve M.F., (2010). Erozyon Duyarlılık Haritalarının Oluşturulmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknolojilerinin Kullanımı, III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZALCBS'2010), Bildiriler Kitabı, 496-506, Gebze, Kocaeli.
- Erkal, T., Yıldırım, Ü. (2010). (R)USLE Yöntemiyle Akarçay Havzası'nda yapılan toprak erozyonu çalışmaları. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu-2010 (Prof. Dr. Oğuz Erol Anısına) 11-13 Ekim 2010, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar, s.38.
- Erkal, T., Yıldırım, 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 21(84), 18-29.
- Erkal, T., (2012). Çobanlar Havzası'nda (Afyonkarahisar) Toprak Erozyonunun Değerlendirilmesi, The Journal of Academic Social Science Studies (JASSS), Volume 5 Issue 8, p. 543-562.
- Erkal, T., (2012). Çobanlar Havzası'nda (Afyonkarahisar) Toprak Erozyonunun Değerlendirilmesi, The Journal of Academic Social Science Studies (JASSS), Volume 5 Issue 8, p. 543-562

- Fernández, M.L. ve Nunez, M. M., (2011). An Empirical Approach to Estimate Soil Erosion Risk in Spain, *Science of the Total Environment* 409, 3114–3123
- Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, (2012). Hatay Toprak Haritası, Ankara
- Gitas, I.Z., Douros, K., Minakou, C.S., Karydas, C.G, (2009), Multi-Temporal Soil Erosion Risk Assessment In N. Chalkidiki Using A Modified USLE Raster Model, *EARSeL eProceedings*, 8, 1
- Hatay Orman Müdürlüğü, (2012). Hatay Orman Amenajman Haritası, Hatay
- Hatay Orman Müdürlüğü, (2013). Hatay Orman İstatistik Verileri, Hatay
- Hickey, R., (2000). Slope Angle and Slope Length Solutions for GIS, *Cartography*, v. 29, No:1, pp. 1 – 8.
- Hoşgören, M.Y., 2010, Hidrografiya'nın Ana Çizgileri-1, Çantay Kitabevi, İstanbul.
- İrvem, A. ve Tülücü, 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
- Karabulut, M. ve Küçükönder, M.,(2008). Kahramanmaraş ve Ovası Çevresinde CBS Kullanarak Erozyon alanlarının Tespiti, *KSÜ Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11 (2), s. 14-22.
- Karaburun, A., Demirci, A. ve Karakuyu, M.,(2009). Erozyon Tahmininde CBS Tabanlı Rusle Metodunun Kullanılması: Büyükçekmece Örneği, 3. DEÜ CBS Sempozyumu CBS ve Bilgi Teknolojileri 10-11 Aralık, İstanbul.
- Knijff, J.M.V., Jones, R., Montanarella, L., (2000), Soil Erosion Risk Assessment in Europe. EUR 19044 EN, 33 pp.
- Kitahara, H., Okura, Y., Sammori, T. ve Kawanami, A., (2000). Application of the Universal Soil Loss Equation (USLE) to mountainous forests in Japan, *Journal of Forest Research* 5, 231-236
- Küçükosmanoğlu, A., (1994). Ülkemizde Orman Yangınları ve Yangın Sezonları, <http://www.orman.istanbul.edu.tr/journal/index.php/ormandergi/article/download/1398/1034> (Erişim: 20.10.2013)
- Lastoria, B., Miserocchi, F., Lanciani, A. ve Monacelli G., (2008). An Estimated Erosion Map for the Aterno-Pescara River Basin, *European Water*, 21/22: 29-39

*COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ KULLANILARAK ORMAN YANGINLARININ EROZYONA
ETKİSİNİN BELİRLENMESİ, AMANOS DAĞLARI ÖRNEĞİ*

- Mitasova, H., Hofierka, J., Zlocha, M. ve Iverson, L., R., (1996). Modelling Topographic Potential for Erosion and Deposition Using GIS, Int. J. Geographical Information Systems, Vol. 10, No. 5, 629-641.
- Neary, D.G., Klopatek, C.C., DeBano, L.F. ve Ffolliott P.F., (1999). 51-71 Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis, Forest Ecology and Management 122
- Onda, Y., Dietrich, W.E. ve Booker, F., (2008). Evolution of overland flow after a severe forest fire, Point Reyes, California, Catena, 72 13-20.
- Özden, Ş. ve Özden D. M., (1997). Türkiye Toprak Erozyon Tahmin Modeli TURTEM, Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Ankara
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weeies, G.A. ve Porter Jeffrey P, (1991). RUSLE: Revised Universal Soil Loss Equation, Journal of Soil and Water Conservation, 46, 30-33. Robichaud, P.R. Fire effects on infiltration rates after prescribed fire in Northern Rocky Mountain Forest, USA, Journal of Hydrology, 231-232 (2000), 220-229.
- Rulli, M.C. ve Rosso, R., (2007). Hydrologic response of upland catchments to wildfires, Advances in Water Resources 30 2072-2086
- Robichaud, P.R., (2000), Fire effects on infiltration rates after prescribed fire in Northern Rocky Mountain forests, USA, Journal of Hydrology 231-232, 220-229
- Sheikh, A.H., (2011). Integration of GIS and Universal Soil Loss Equation (USLE) For Soil Loss Estimation in a Himalayan Watershed, Recent Research In Science and Technology, 51-57.
- Shiferaw, A., (2011). Estimating Soil Loss Rates For Soil Conservation Planning In The Borena Woreda Of South Wollo Highlands, Ethiopia, Journal of Sustainable Development in Africa, Volume 13, No.3.
- Tağıl, Ş., (2007). Tuzla Çayı Havzasında (Biga Yarımadası) CBS-Tabanlı RUSLE Modeli Kullanarak Arazi Degradasyonu Risk Değerlendirmesi, Ekoloji, 17, 65, 11-20
- Türkeş, M. ve Altan, G., (2012). Çanakkale'nin 2008 Yılı Büyük Orman Yangınlarının Meteorolojik ve Hidroklimatolojik Analizi, Coğrafi Bilimler Dergisi, CBD 10 (2), 195-218

- Uygur, V., İrvem, A., Karanlık, S., Akış, R., (2010). Estimating Spatial Distribution Of Soil Loss Over Seyhan River Basin İn Turkey, Env.Earth Sciences, P: 1129 – 1138
- Yıldırım, Ü. (2011). Assessment of Soil Erosion at the Değirmen Creek Watershed Area, Afyonkarahisar, Turkey. Proceedings of ISEPP, 28-29 June 2011, İzmir, 73-80.
- Yıldırım, Ü., Erkal, T. (2008). Kumalar Dağı (Afyonkarahisar) Doğu ve Batısındaki Sahalarda Toprak Erozyonunun Değerlendirilmesi. TÜBİTAK TOVAG 107 O 648 No.lu Proje Sonuç Raporu (Yayımlanmamıştır).
- Yıldırım, Ü., Erkal, T. (2009). RUSLE Yöntemi ile Afyon Ovası'nın Batı Kesiminin Erozyon Risk Tahmini. Afyon Kocatepe Üniv. BAP 07.FENED.06 No.lu Proje Sonuç Raporu (Yayımlanmamıştır).
- Yıldırım, Ü., Erkal, T. (2011). Prediction of soil erosion risk using a GIS-based USLE model: a case study from the ğuhut watershed area, Afyonkarahisar, Turkey. Fresenius Environmental Bulletin 20(4), 953-961.
- Wischmeier, W.H. ve Smith, D.D. (1978). Predicting Rainfall Erosion Losses: A guide to conservation planning, Agricultural Handbook, 537, US Department of Agriculture, Washington, DC, 58 pp, USA.
- Vieira, A., Bento Gonçalves, A., Martins, C., Leite, F.F. ve Mendes, L., (2011). Geographical Information Technology To Support Research On Forest Fires And Soil Erosion, 3rd International Meeting of Fire Effects on Soil Properties, University of Minho | Guimarães, Portugal
- Yıldız, O., Esen, D., Sargıncı, M. ve Toprak, B., (2010). Effects of forest fire on soil nutrients in Turkish pine (*Pinus brutia*, Ten) Ecosystems, Journal of Environmental Biology, 31, 11-13
- Zachar, D., (1982). Soil Erosion, Elsevier Scientific Publishing Company, USA.

Yararlanılan Web Adresleri

- Web 1. <https://www.csb.gov.tr/turkce/index.php> (Erişim: 08.11.2013)
- Web.2<http://web.ogm.gov.tr/diger/yanginhareket/Sayfalar/ormanyanginlari.aspx> (Erişim:08.11.2013)
- Web 3. <http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx> (Erişim:08.11.2013)