

[1015]

PORSUK HAVZASINDA HEYELAN RİSK HARİTALARININ COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ İLE OLUŞTURULMASI

Yıldırım BAYAZIT¹, Recep BAKIŞ², Güngör GÜNEY³

¹Araştırma Görevlisi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 11000, Bilecik, yildirim.bayazit@bilecik.edu.tr

²Prof. Dr., Anadolu Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 26000, Eskişehir, rbakis@anadolu.edu.tr

³Yüksek Lisans Öğrencisi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 11000, Bilecik, g_guney2010@hotmail.com

ÖZET

Bu çalışmada, Porsuk Havza sınırları içerisinde kalan arazinin heyelan risk haritalarının Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yöntemlerinden faydalanılarak oluşturulması hedeflenmiştir. Çalışma için gerekli olan bazı veriler DSİ 3. Bölge Müdürlüğünden temin edilmiştir. Analizler için riskli görülen heyelan alanları Google Earth ortamında geçmiş yıllara ait uydu fotoğraflarından incelenerek sayısal hale getirilmiştir. Çizilen heyelan alanları, CBS yazılımına aktararak Bayesian olasılık istatistiği kullanılarak, farklı jeolojik, topoğrafik yükseklik, eğim ve arazi kullanım sınıfları için heyelanların mekânsal olarak bulunma olasılıkları hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda heyelan olasılık değerleri Inverse Distance Weighting (IDW) jeostatistiksel yöntemi kullanılarak hesaplanmış ve heyelan risk haritaları oluşturulmuştur. Porsuk Havzası su kaynakları, tarım ve yerleşim alanları açısından oldukça zengin bir havzadır. Bu bölgenin heyelan risk alanlarının belirlenmesi olası tehlikelerin önceden belirlenerek tedbirinin alınması konusunda oldukça önem arz etmektedir. Bu çalışma ile bölgenin heyelan riski altında olan alanlarının, haritaları oluşturulmuştur.

Anahtar Sözcükler: CBS, Heyelan, IDW, Porsuk Havzası, Uydu Görüntüsü

ABSTRACT

THE CREATION OF LANDSLIDE RISK MAPPING OF PORSUK BASIN BY USING GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS

In this study, it is aimed to develop the landslide hazard risk analysis of Porsuk Basin by utilizing the methods of Remote Sensing (RS) and Geographical Information System (GIS). Required some data were obtained from the General Directorate of State Hydraulics Works of the 3. Regional Directorate (DSİ). Risky landslide areas has been digitized by using satellites images of the historical years on Google Earth platform for analyses. By digitized landslide areas transferred to GIS software, spatial probability of landslide is calculated for different geological formations, topologic elevation, slope and land use classes by using Bayesian probability statistics in GIS software. As a result of the calculations landslide probability values are calculated with using Inverse Distance Weighted (IDW) geostatistical method and the landside risk maps are created with using this method. Porsuk Basin is a very rich basin in terms of water resources, agricultural and residential areas. Determining to the landside risk of this region is important to take prevention about possible landside dangers that already determined. In this study, a part of the regions of the area that under the landslide risk have been mapped.

Keywords: GIS, Landslide, IDW, Porsuk Basin, Satellite Images

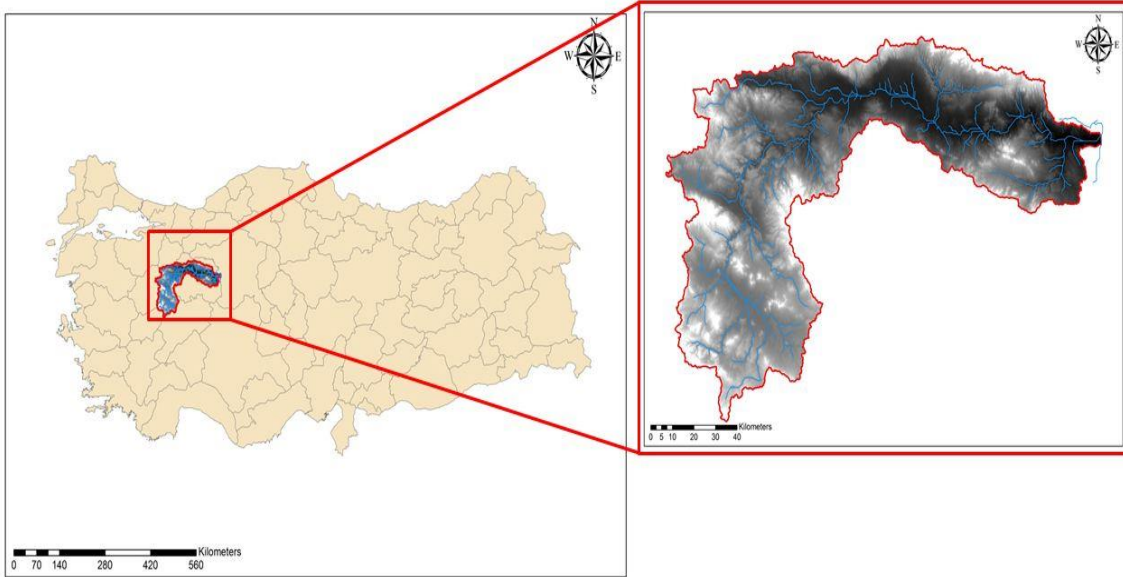
1. GİRİŞ

Heyelanlar, Türkiye’yi çok yakından ilgilendiren depremler, su baskınları gibi, doğal afetler içerisinde yer alırlar. Bu da heyelanın bir kütle hareketi olmasından çok bir afet olduğu gerçeğidir. Heyelanlar, genel anlamı ile kütle hareketleri, jeolojik–jeomorfolojik–klimatolojik–meteorolojik etken ve süreçler ile insanların çeşitli etkinliklerine bağlı olarak, yamaç dengesinin (stabilitesinin) bozulmasıyla ortaya çıkmaktadır (Öztürk, K.,2002.). Bu Bildiri kapsamında, Porsuk havzasında heyelan riski haritalama çalışması yapılmıştır. Bu amaçla bölgenin 2000 yılından 2015 yılına kadarki uydu görüntüleri incelenmiş heyelan bölgeleri, Google Earth’de tespit edilmiştir. Google Earth’de tespit edilen heyelan alanları coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ortamına alınarak gerekli analizler yapılmıştır. CBS yazılımında bölgenin sayısal yükseklik modeli (SYM) oluşturulmuştur. Oluşturulan bu SYM göre bölgenin eğim ve yükseklik haritaları oluşturulmuştur. Ayrıca, çalışmaların tabanını oluşturan bölgenin jeolojik formasyonunu gösteren jeoloji haritaları da, Eskişehir, DSİ 3. Bölge Müdürlüğünden elde edilmiştir. Çalışmada eğim, yükseklik, yağış ve jeoloji haritalarına denk gelen heyelan bölgeleri için Bayesian olasılık istatistiği kullanılarak heyelanların mekânsal bulunma olasılıkları hesaplanmıştır.

2. ÇALIŞMA ALANI

Araştırma alanı Porsuk Havzasıdır. Porsuk Havzası, Sakarya Havzasının bir alt havzası olup, kuzeybatı Anadolu’da 11113,66 km²’lik bir alan kapsamaktadır. Havza, 29° 38’-31° 59’ doğu boylamları ile 38° 44’-39° 99’ kuzey enlemleri arasında yer

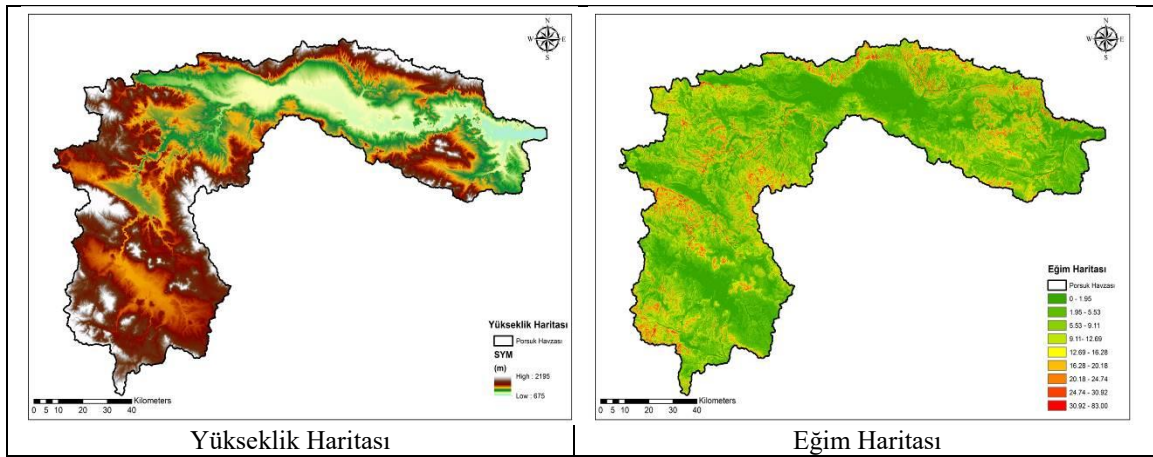
almaktadır. Havza, Doğu-Batı yönünde 202 km, kuzey-güney yönünde 135 km uzunluğundadır. Porsuk Havzası, Eskişehir ve Kütahya il merkezleri ile bu illere bağlı 7 ilçe merkezini, Ankara, Uşak ve Afyon il sınırları içinde kalan bazı kısımları da ihtiva etmektedir (Şekil 1). Havzanın %60'ından fazlası dağlıktır. Porsuk Havzasının yüzey suları, Porsuk Çayı ve yan kolları tarafından toplanır ve havza içinde 436 km yol kat ettikten sonra, Sazılar mevkiinde, 660 m kotunda, Sakarya nehrine dökülür. Porsuk Havzasının uzun süreli yıllık ortalama yağış yüksekliğinin 451 mm olması nedeniyle, su potansiyeli azdır.



Şekil 1. Porsuk Havzası

2.1.Çalışma Alanının Mekânsal Özellikleri

CBS yazılımı ile havzaya ait Sayısal Yükseklik Modeli (SYM veya DEM-Digital Elevation Model) elde edilmiştir. DEM kullanılarak, havzaya ait yükseklik, eğim, bakı ve diğer üç boyutlu haritalar üretilmiştir. Porsuk Havzasının DEM'i kullanılarak, Yükseklik, Eğim, Bakı, Gölge kabartma haritası ve buna benzer daha pek çok veri ve haritanın elde edilmesi ile havzaya ait mekânsal özellikler incelenmiştir. Her bir veri, baraj planlamasında önemli bir bilgidir. Porsuk Çayı havzaya ait mekânsal özellikler, jeostatistik yöntemle sınıflandırılarak, aşağıda verilmiştir (Şekil 2.).

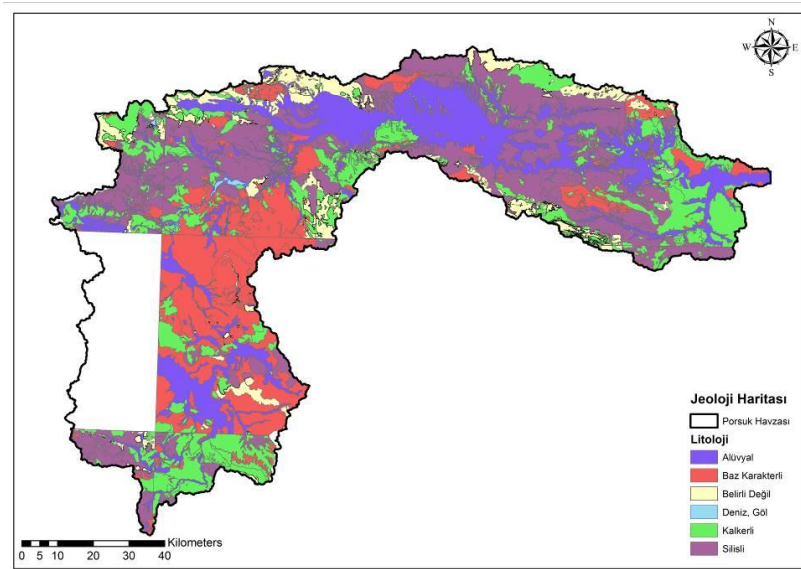


Şekil 2. Porsuk havzasına ait mekânsal haritalar

2.2.Çalışma Alanının Jeolojik Özellikleri

Porsuk Çayı, Porsuk Havzasının ana koludur. Havzanın jeolojik yapısı 1/25000 ölçekli sayısal jeolojik haritalar ile belirlenmiştir (Şekil 3). Porsuk Havzasında, Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı birimler hakimdir. Havza, "Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası"na göre 1., 2., 3. ve 4. derecede deprem bölgeleri içinde, Mercalli Cetveline göre en yüksek VII. ve VIII. şiddetinde deprem zonları içinde kalmaktadır. Uygulamada, seçilecek baraj yerleri ve barajların statik hesabında deprem durumunun ayrıca dikkate alınması ve hesapların ayrıntılı yapılması zorunludur. Porsuk Havzasında jeolojik birimler, ovalar ve kaynaklar, havzada stratigrafik temelde yer alan Paleozoyik-Alt Triyas yaşlı Porsuk Havzası Metamorfikleri gnays, şist ve mermerler ile temsil edilmektedir. Metamorfikler, şist ve gnays hakim olan yerlerde geçirimsiz-az geçirimli; mermerlerin

hakim olduğu yerlerde geçirimlidir. Orta-Üst Triyas yaşlı Karkın Formasyonu kısmen geçirimsiz, az geçirimli, kireçtaşı seviyeleri geçirimlidir. Triyas'da sürüklenme ile bölgeye yerleşmiş olan Ofiyolitler litolojileri gereği geçirimsizdirler.



Şekil 3. Porsuk havzası jeoloji haritası

3.MATERYAL VE METOT

3.1.Materyal

Heyelanlar, dünyanın birçok yerinde büyük can ve mal kayıplarına neden olan doğal afetlerden bir tanesi olması nedeniyle heyelan riski taşıyan alanların belirlenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, yazılım aracı olarak Google Earth uydü görüntüleri (2000-2015 yıllarını kapsayan) ve bir CBS yazılımı olan ArcGIS aracılığı ile bölgenin SYM kullanılmıştır (ESRI, 2016). Bu verilere ek olarak bölgenin jeoloji haritaları da materyal olarak kullanılmıştır. Bu haritalar, DSİ 3. Bölge müdürlüğünden temin edilmiştir. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) konuma dayalı gözlemlerle elde edilen grafik ve grafik olmayan bilgilerin toplanması, depolanması, saklanması, işlenmesi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir sistemdir (Durdu, Ö. F., 2003., Kılıçeri, Ü. vd., 2000., Özcan, O. vd., 2009., Özcan, O., 2008., Özdemir, H., 2007).

3.2.Metot

Araştırma kapsamında, Porsuk havzası sınırları içerisinde kalan arazide görülen heyelan alanları, Google Earth ortamında 2000-2015 yılları arasındaki (15 yıllık) uydü görüntülerine ait fotoğrafları incelenerek ve poligonlar oluşturularak sayısal hale getirilmiştir (Şekil 4.).



Şekil 4. Google Earth üzerinde çizilen heyelan alanlarından bir örnek

Çizilen heyelan alanları, poligon shapfile olarak ArcGIS ve ArcMap ortamına aktarılmıştır. Aktarılan bu poligonlar daha sonra mekânsal olasılıkları hesaplanmak üzere kullanılacaktır. Şekil 2’de verilen mekânsal haritalar, raster veri formatına dönüştürülerek yeniden sınıflandırılmıştır.

Yeniden sınıflandırılan haritaların piksel sayıları hesaplanabilir hale gelmiştir. Yeniden sınıflandırma yapılan eğim ve yükseklik verilerinin hesaplanan piksel değerlerine karşılık gelen heyelan alanlarının piksel değerleri analiz edilmiştir. Daha sonra Bayesian olasılık istatistiği yaklaşımını kullanarak yağış, farklı jeolojik birimler, farklı topoğrafik yükseklik ve eğim sınıfları için heyelanların mekânsal bulunma olasılıkları hesaplanmıştır. Aşağıdaki tablolarda yapılan hesaplamalara ait bilgiler gösterilmiştir (Çizelge 1, Tablo 2, Tablo 3, Tablo 4).

Çizelge1. Jeolojik birimler için heyelanların mekânsal bulunma olasılıkları

Jeoloji	Alüvyal	Baz Karakterli	Belirli Değil	Deniz, Göl	Kalkerli	Silisi	Toplam
Piksel Sayısı	73427,769	315326,8	150827,5	17484,16	928982,3	493484,8712	1979533,5
Heyelanlı piksel	12589	9547	4875	0	11986	14857	53854
Olasılık	0,0063596	0,004823	0,002463	0	0,006055	0,007505304	

Çizelge2. Yükseklik birimi için heyelanların mekânsal bulunma olasılıkları

Yükseklik (m)	675-890	890-1105	1105-1320	1320-1535	1535-1750	1750-1965	1965-2195	Toplam
Piksel Sayısı	206874,54	348290,9	323986,8	860147,3	208228,3	28409,53727	3596,628182	1979533,943
Heyelanlı piksel	5884	12893	12326	5551	4325	6551	6326	53854
Olasılık	0,0029724	0,006513	0,006227	0,002804	0,002185	0,003309365	0,003195702	

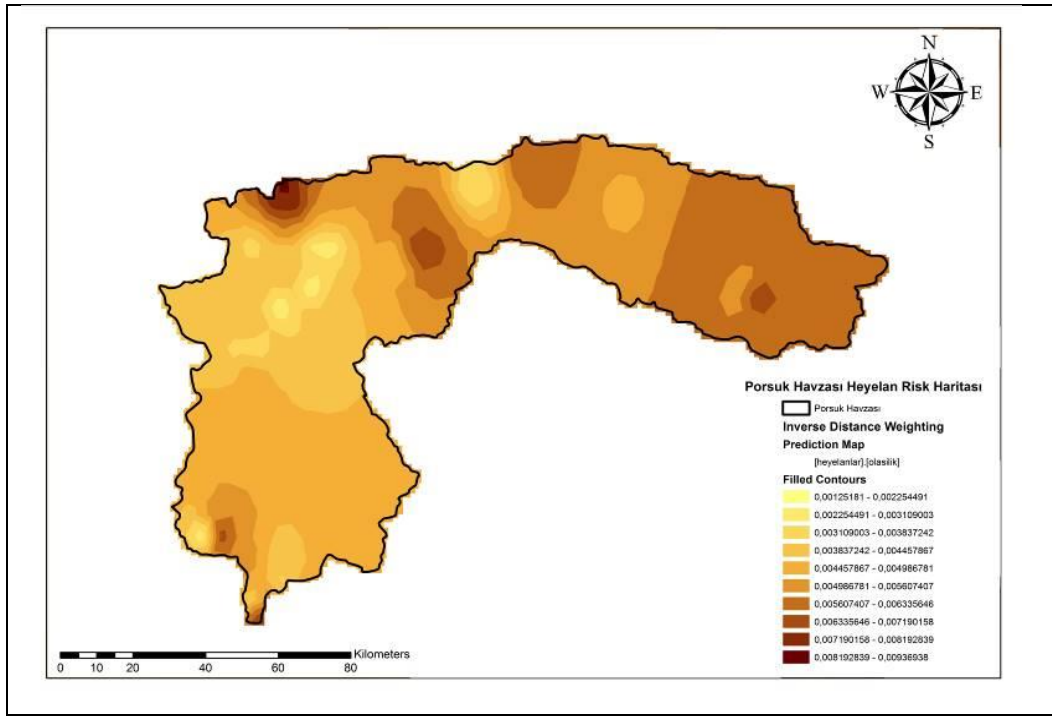
Çizelge3. Eğim birimi için heyelanların mekânsal bulunma olasılıkları

Eğim	0-15	15-30	30-45	45-60	60-83	Toplam
Piksel Sayısı	593139,69	408701,1	267423,5	140672,4	569596,5	1979533,286
Heyelanlı piksel	2658	5895	9875	18547	16879	53854
Olasılık	0,0013427	0,002978	0,004989	0,009369	0,008527	

Çizelge 4. Yağış birimi için heyelanların mekânsal bulunma olasılıkları

Yağış (mm)	315-390	390-465	465-540	540-615	615-687	Toplam
Piksel Sayısı	448173,52	465233,7	246084	400613,4	419429	1979533,616
Heyelanlı piksel	6492	8963	2478	18457	17464	53854
Olasılık	0,0032796	0,004528	0,001252	0,009324	0,008822	

Her bir birim için mekânsal bulunma olasılıkları belirlendikten sonra Arcmap ortamında veri matrisi içinde Paj: jeolojik birim olasılıkları, Pat: yükseklik birimi olasılıkları, Pae: eğim birimi olasılıklarını gösteren öznitelik tablo alanları açılmış ve bu alanlara, yukarıda hesaplanan mekânsal bulunma olasılık değerleri girilmiştir. Değerlerin girilmesinden sonra eğim, yükseklik, jeoloji ve yağış birimlerinin toplam mekânsal bulunma olasılıkları (Patoplam = Paj + Pat + Pae + Pay) hesaplanmış ve öznitelik tablo alanına girilmiştir. Veri matrisi içindeki her bir noktanın sahip olduğu toplam bulunma olasılık değerleri kullanılarak; çalışma alanını için heyelan risk haritası üretilmiştir. Heyelan risk haritasının üretilmesi işleminde IDW (Inverse Distance Weighted) uzaklığın karesi ile ters ağırlıklandırılmış interpolasyon yöntemi kullanılmıştır (Bakış ve ark.,2012; 2013). Uygulanan işlem sonucunda çalışma alanına ait elde edilen harita aşağıdaki gösterilmiştir (Şekil 5). Heyelan risk alanları, ağırlıklı olarak yağış durumu, topoğrafik eğim ve jeolojik özelliklere bağlı olarak tespit edilmiştir.



Şekil 5. Porsuk havzası heyelan risk haritası

4.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Porsuk havzası sınırları içerisinde 2000-2015 yılları arasındaki uydu görüntüleri incelenerek, CBS destekli heyelan risk haritası oluşturulmuştur. Yapılan çalışmada bölgenin topografyası, eğimi, jeolojik formasyonu ve yağış verileri heyelan için riskli bölgelerinin tespitinde kullanılmıştır. Bu çalışmaya ek olarak bölgenin arazi kullanım haritaları kullanılırsa bölgenin heyelan riskine etki ettirilebilir. Bu çalışmada bölgenin arazi kullanımı verileri göz önüne alınmamıştır. Çalışma bölgenin coğrafik konumu açısından içerisinde bulundurduğu Yüksek Hızlı Tren Hatları ve önemli karayolları gibi yapıları barındırdığından böyle bir çalışmanın olası felaketlerin önüne geçilmesi açısından büyük önem arz etmektedir.

TEŞEKKÜR

Jeoloji haritalarının temin edilmesinde, DSİ 3. Bölge Müdürlüğüne, meteorolojik verilerin temin edilmesinde, Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğüne (DMİ)'ye, yazarlar teşekkürlerini sunar.

KAYNAKLAR

Akar, İ., Maktav, D., 2008, Taşkın Araştırmalarında Çok Kriterli Karar Verme Analizi Ve Hidrolojik Modellerin Uzaktan Algılama Ve CBS Entegrasyonu İle Karşılaştırılması, 2. *Uzaktan Algılama ve CBS Sempozyumu*, Kayseri, Türkiye

Bakış, R., Bayazıt, Y., Uyguçgil, H., 2012, Seydisuyu Havzasındaki Yağış, Sıcaklık ve Buharlaşma Dağılımlarının Uzaklığa Bağlı Tahminleme Yöntemleri İle Haritalanması, 4.*Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*, 16-19 Ekim, Zonguldak.

Bakış, R., Bayazıt, Y., Uyguçgil, H., 2013, Porsuk Havzasındaki Yağış, Sıcaklık ve Buharlaşma Dağılımlarının Uzaklığa Bağlı Tahminleme Yöntemleri ile Haritalanması, *İnşaat Mühendisleri Odası Taşkın ve Heyelan Sempozyumu*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 24-26 Ekim.

DMİ, 2016, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, (www.dmi.gov.tr).

DSİ, 2016, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, (www.dsi.gov.tr).

Durdu, Ö. F., 2003, Robust Control of Irrigation Canals, *Ph.D. Dissertation*, Colorado State University, Civil Engineering Department, Fort Collins CO, USA.

ESRI, 2016, ArcGIS Desktop 2010 yazılımı, (www.esri.com.tr).

Kılıçeri Ü., Değirmencioğlu, N., Yayvan, M., 2000, Meteorolojik Kaynaklı Doğal Afetler Alt Komisyonu Raporu, Ankara, 28 s.

Özcan, O., Musaoğlu, N., Şeker, D. Z., 2009, Taşkın Alanlarının CBS ve UA Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Yönetimi; Sakarya Havzası Örneği, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara.

Özcan O., 2008, Sakarya Nehri Alt Havzası'nın Taşkın Riski Analizinin Uzaktan Algılama ve CBS ile Belirlenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Özdemir, H., 2007., Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın ve Heyelan Risk Analizi, Doktora Tezi, İ.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, İstanbul.

Öztürk, K., 2002, Heyelanlar ve Türkiye'ye Etkileri, *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Cilt 22., Sayı 2, 35-50.