SRTM SAYISAL YÜKSEKLİK MODELİ VE CBS İLE SEL RİSK ALANLARININ BELİRLENMESİ: İZMİR ÖRNEĞİ

S. Pelin ÖZKAN[1], Çiğdem TARHAN[2]

[1]Araştırma Görevlisi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, 35430, İzmir, iytepelinozkan@yahoo.com
[2]Yard.Doç.Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, 35160, İzmir, cigdem.tarhan@deu.edu.tr

ÖZET

Doğal kaynakların korunması ve yönetimi, arazi kullanım planlama sürecinin başlıca esaslarındandır. Kentlerde doğal hassasiyete sahip alanların haritalanması, doğal kaynakların ve tarım alanlarının korunmasında, konut gelişim alanları için güvenli alanların seçilebilmesinde, ulaşım ağı ve havalanı gibi bölgesel önemi olan alanların yer seçiminin doğru ve güvenli yapılabilmesinde önemli rol oynamaktadır. Planlama sürecinde sayısal yükseklik modelleri (SYM/DEM), arazi kullanımı, arazi şekli ve yükseltileri, akarsu drenaj, desen ve çizgiselliklerini analiz etmek için kullanılır. Sel Risk Haritaları da, olası taşkın alanların belirlenmesi, taşkın kontrolü ve afet azaltılması amacı ile kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı SRTM-SYM kullanarak sel tehlikesi olan olası taşkın alanlarını tahmin etmektir. Çalışma alanı İzmir İli'dir. Çalışma kapsamında, İzmir'in sayısal arazi ve 3D modellerinin analizi yapılarak bölgesel bir sel riski yönetim şemasının çıkarılmasına yardımcı olacak şekilde, sel tehlikesi üzerinde mekansal bilgi edinme amaçlanmıştır. Alanı kapsayan sayısal yükseklik modeli kullanılarak taşkın alan riski olan bölgeler tespit edilmiştir. Sel tehlikesi olan alanların mekansal dağılımını tahmin edebilmek için beş faktör kullanılmıştır: akış birikimi, arazi kullanım, eğim, yağış yoğunluğu ve yüksekliktir. Yağış yoğunluğunu belirlemek için klasik hidrolojik modelleme yaklaşımı uygulanmış, üç havzada (Gediz, Küçük Menderes ve Bakırçay) toplam onbeş istasyonda, dakikada düşen ortalama yağış miktarı kullanılarak bütün bölgenin yağış yoğunluğu haritası tamamlama yöntemi(spline interpolasyon) ile oluşturulmuştur. Çalışma alanında büyük kıyı taşkın ovalarını oluşturan ana nehirler (Gediz, Küçük Menderes ve Bakırçay) sayısallaştırılarak; topoğrafya akış yönü ve birikiminin tespit edilmesinin yanı sıra akış sınırları üretilmiştir. Farklı tehlike düzeyindeki sel gözaltı alanların belirlenmesi için belirtilen faktörler ağırlıklı çakıştırma yöntemi ile birleştirilerek sonuç ürün olarak İzmir İli için olası sel taşkın alanları haritalandırılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Ağırlıklı Çakıştırma, CBS, İzmir, Sel Risk Haritası, SRTM

ABSTRACT

DETECTION OF FLOOD HAZARD AREAS VIA SRTM DEM AND GIS: IZMIR CASE

One of the basic principal of the land use planning process is the protection and management of natural resources. Mapping naturally valuable areas has an important role of protection in natural resources and agricultural lands, the allocation of safe spaces for residential development areas, the selection of the correct and safe areas for transportation network and constructing facilities such as airport. Planning process, digital elevation models (DEM) is used to analyze land use, land shapes and elevations, stream drainages, patterns and lineaments. Flood risk maps are used for the determination of the potential flood-hazard areas with the purpose of flood control and disaster reduction.

The aim of this study is to predict the potential flood-hazard areas using SRTM-DEM. The study area is the province of Izmir. Within this study, to obtain spatial information on flood-hazard risk by using Izmir digital terrain models and 3D analysis that will help to achieve the regional flood risk management scheme is aimed. Flood-hazard areas have been identified by the use of digital elevation model covering the study area. The main rivers in the study area are Gediz, Küçük Menderes and Bakırçay that creates the coastal flood plains. In order to estimate the spatial distribution of flood-hazard areas in İzmir, five factors are used: flow accumulation, land use, slope, rainfall intensity, and elevation. The classic hydrological modeling approach was applied to determine the rainfall intensity, rainfall intensity of study region is created with the average amount of total rainfall intensity of fifteen stations in the three basins per minute using the interpolation method (spline interpolation). By the digitizing rivers, topography, flow direction and flow accumulation, as well as the flood detention areas are determined. These factors were combined with the weighted overlay method to determine categorized flood-hazard areas. As a result, possible flood-hazard areas have been determined for İzmir Province.

Keywords: Weighted Overlay, GIS, Izmir, Flood Risk Map, SRTM

1. GİRİŞ

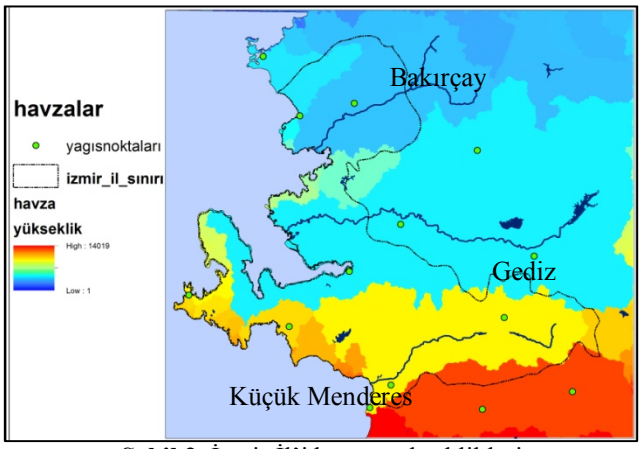
Dünya çapında özellikle son otuz yılda sel felaketlerin görülmesinde artış görülmektedir. İklim-arazi kullanım değişikleri ve insan kaynaklı müdahaleler sel riskinin artmasında önemli etkenler olarak tanımlanmaktadır (Atay vd., 2012; http://www.mgm.gov.tr/, 2012). Sel felaketini önlemek için sel risk haritaları; sel ve afet kontrolünü sağlamak ve hasarlarını azaltmak için önemli araçlardan biri konumuna gelmiştir. Bu amaçla, çalışmamızda İzmir İlinde sel riski taşıyan alanlar için potansiyel sel alanlarının tahminleri yapılmıştır. Bu tahminleme aşamasında akış birikimi, akarsu drenaj desenleri, eğim, yağış yoğunluğu ve yükseklik faktörleri kullanılmıştır. Mafreda (2008) tarafından uygulanan farklı tehlike düzeyleri ile sel gözaltı alanlarının sınırlarının belirlenmesi hidrolojik modeli yaklaşımı bu çalışmada temel alınmıştır.

Sel risk haritalarının hazırlanması ve risk alanlarının saptanmasında Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) tabanlı mekansal analizler ve görsel öğeler son yıllarda sıkça kullanılmaktadır. CBS uygulamaları veri tabanlarına dayanmaktadır ve katmanlar arasında mantıksal ve matematiksel ilişki kurabilen analiz araçlarına sahiptir (Kourgiala ve Karatzas, 2011; Kwak ve Kondoh, 2008; Correia vd., 1999, Sanyal ve Lu, 2004) Sel risk haritası üretiminde Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) uygulamaları su baskını ve sel oluşacak alanların haritalanması, sel riski yönetimi, hidrolojik verinin depolanması ve yönetimi olarak çeşitlenmektedir. CBS, arazi kullanımı, yapı, çevre, yeraltı suyu ve topoğrafya gibi farklı veri setlerini aynı haritada gösterebilme amacıyla kullanılan bir bilgi ve veri yönetim sistemidir. (Demirci ve Karakuyu, 2004; Burrough, 1986, Correia vd., 1998, Özcan vd., 2009).

Bu çalışmada İzmir İli, potansiyel sel risk haritalarının oluşturulmasında uygulama alanı olarak ele alınmıştır. Şekil 1'de gösterilen çalışma alanı Türkiye'nin batısında, Ege Denizi'nin kıyısında 37°45' ve 39°15' kuzey enlemleri ile 26°15' ve 28°20' doğu boylamları arasında bulunmakta ve yüzölçümü 12.012 km^2'yi kapsamaktadır (www.izmir.gov.tr, 2012).

Şekil 1. İzmir İl'i Konumu
Kaynak: Google Earth, 2012

Çalışma alanında Gediz, Küçük Menderes ve Bakırçay nehirleri bulunmaktadır. Bu nehirler ve bunları besleyen dere yatakları özellikle Ege Denizi kıyılarında taşkın alanları ve delta ovalarını oluşturmaktadır. Şekil 2'de gösterilen çalışma bölgesinin ana düzlükleri, Yamanlar (1.075 m.) ve Dumanlı (1.090 m.) dağları arasında bulunan, Gediz Nehri tarafından oluşturulan Menemen Ovası (ayrıca Menemen delta olarak adlandırılır), Menderes Ovası, Bozdağ(2.160 m.) ve Aydın Dağları(1.650 m.) arasında uzanan Küçük Menderes Nehrinin oluşturduğu Torbalı Ovası ve Kemalpaşa Dağı'nın (1.465 m.) kuzeyinde bulunan Kemalpaşa Ovasıdır.



Şekil 2. İzmir İl'i havza yükseklikleri

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilen verilere göre Ege Bölgesi'nde Ekim 2011-Ağustos 2012 kümülatif yağışlarda bölge ortalaması 719,3 mm.'dir. Alanda yağış normali 601,4 mm. olmasına rağmen 2011 yılının aynı döneminde ise ortalama 644,2 mm.'dir. Kümülatif yağışlarda normale göre % 19,6 ve 2011 yılına göre ise % 11,7 artma gözlenmiştir. Çizelge 1'de Gediz, Bakırçay ve Küçük Menderes Havzalarının kümülatif yağış değerlendirmesi bulunmaktadır (http://www.mgm.gov.tr, 2012). Bununla birlikte, 2010 – 2012 yılları arasında havzalardaki kümülatif yağış miktarlarının %6.6-7 arasında arttığı gözlenmektedir.

Çizelge 1. Kümülatif Yağış Miktarları (mm.)

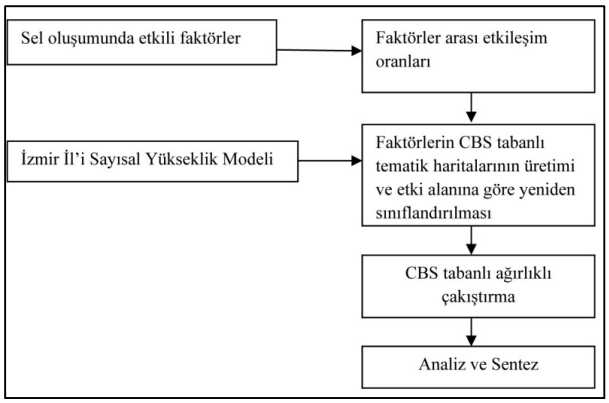
Havzalar	1 Ekim 2010-31 Ağustos 2011	1 Ekim 2011-31 Ağustos 2012	Değişim (%)
Gediz	621.1	663	6.7
Bakırçay	604.6	648	7.2
Küçük Menderes	673	717.2	6.6

Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2012

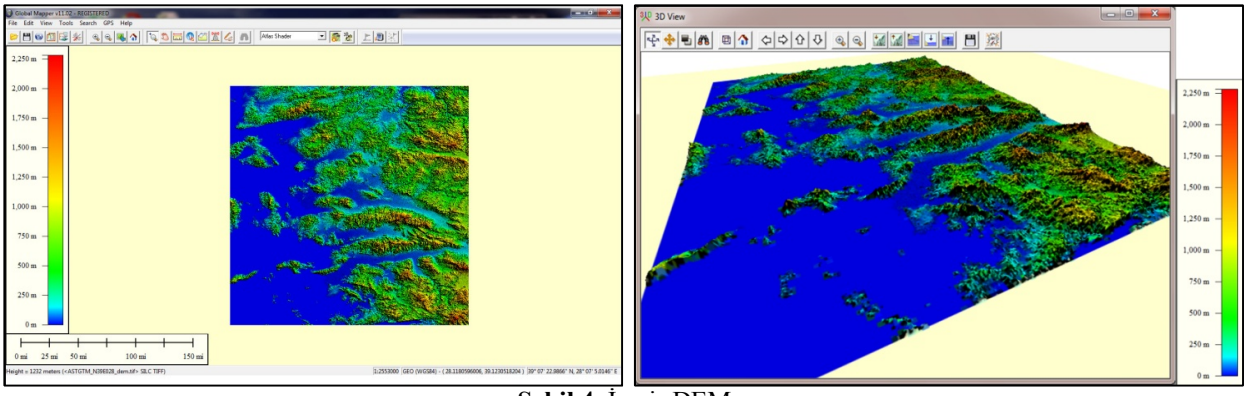
Sel tehlikesinin oluşumunu tetikleyen doğal ve/veya insan kaynaklı olan müdahaleler arasında; kentsel büyüme, kıyılarda oluşan delta ovaları, dere yataklarındaki hatalı düzenlemeler, eğimi az/çok olan alanlarda yanlış arazi kullanımı, ormansızlaşma ve sonrasında erozyon, su yolu üzerinde yol yapımı veya diğer yapıların inşası ve su yolu sapması sayılabilir (Eimers vd., 2000; Shaban vd., 2006; Şeker ve Kadbaşlı, 2002; Yahaya vd. 2010). Kourgiala ve Karatzas'a (2011) göre gelecekte oluşabilecek sellerin değerlendirilmesi ve yönetimi yapılmadan sel riski ile mücadele mümkün değildir. Bu sebepten dolayı çalışmamızda geçmişten günümüze çalışma alanındaki yağış miktarları (en az ve en çok) ile alana ait akış birikimi, akarsu drenaj desenleri, eğim, yağış yoğunluğu, yükseklik ve arazi kullanım tematik haritaları CBS tabanlı ağırlıklı çakıştırma (weighted overlay) yöntemi ile ele alınarak potansiyel sel riski taşıyan alanlar ortaya çıkartılmıştır.

2. İZMİR SEL RİSK ALANLARININ BELİRLENMESİ

Sel risk haritalarının oluşturulabilmesi için kullanılan yöntem Şekil 3'te gösterilmiştir. Öncelikle sel riskine neden olan faktörler saptanarak kendi aralarındaki etkileşim oranları hesaplanmıştır. Bu faktörler akış birikimi, akarsu drenaj desenleri, eğim, yağış yoğunluğu, yükseklik ve arazi kullanımdır. Bunun yanısıra Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) dosyası kullanılarak bu faktörlerin CBS tabanlı haritaları oluşturulmuştur Çalışmada CBS yazılımı olarak ArcGIS 10 ve modülleri kullanılmıştır. Şekil 4'te gösterilen DEM haritasından elde edilen yükseklik verisine göre İzmir İli rakımı 0-2250 m. arasındadır.

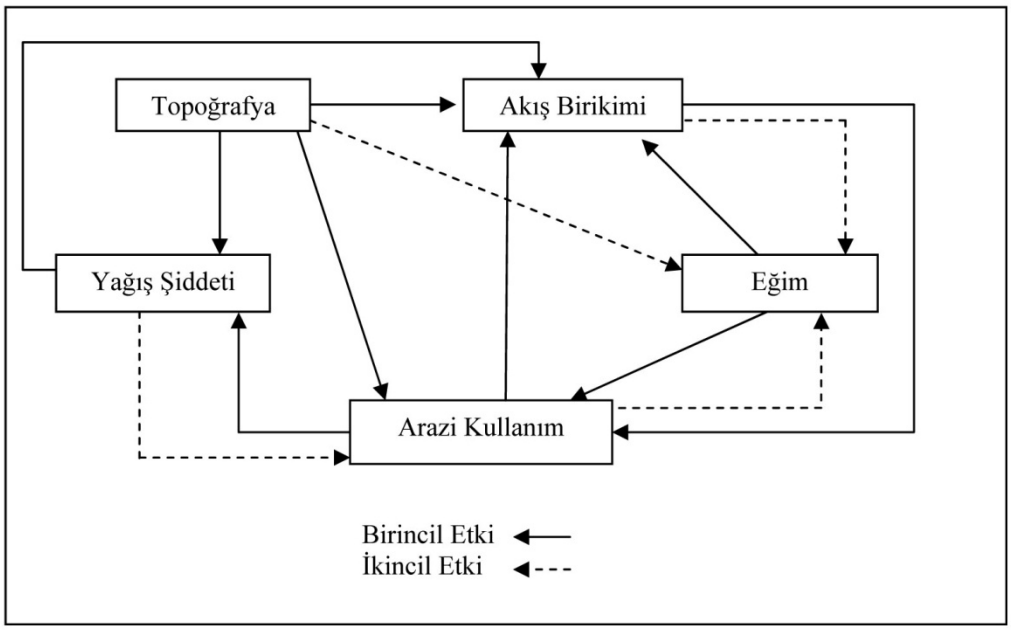


Şekil 3. Yöntem



Şekil 4. İzmir DEM

İkinci aşamada, saptanan faktörlerin CBS tabanlı haritalarının yeniden sınıflandırması yapılmadan önce DEM verisi, çalışma alanı için, WRS coğrafi koordinatından (k, u derece) 35N nolu bölge ve Datum WGS84 elipsoit olan UTM projeksiyon sistemine (x, y metre kordinatları) dönüştürülmüştür. Faktörlerin kendi aralarındaki birincil ve ikincil etkileri (Shaban vd. 2006, Kourgiala ve Karatzas, 2011) saptanmıştır. Şekil 5'te de gösterildiği gibi iki faktör arasındaki düz çizgi bir faktörün diğeri üzerinde temel etkiye sahip olduğunu göstermektedir. İki faktör arasındaki kesikli çizgi bir faktörün diğeri üzerinde ikincil etkisi olduğunu göstermektedir. Örneğin, akış birikimi arazi kullanım üzerinde temel etkiye sahipken eğim üzerinde ikincil etkiye sahiptir.İki farklı etki biçimini ölçmek için, bir (1) puan ana etki için atanıp yarım (0.5) puan ikincil etki için atanmıştır. Sonraki aşamada, bir faktörün oranı diğer faktörler üzerindeki etki toplamı olarak hesaplanır.



Şekil 5. Faktörler arası etkileşim

Tüm faktörlerin sel riski etkisi aynı derecede olmadığı için her faktöre farklı ağırlık değeri verilerek yapılan ağırlıklandırma yaklaşımı uygulanmıştır. Faktör ağırlıkları Shaban vd. (2001), tarafından sunulan metodoloji kullanılarak belirlenmiştir. Bu metodoloji her faktörün diğerleri üzerindeki etkinin hesaplanmasında kullanılmaktadır. Faktörler için belirlenen oranlar Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Faktörler arası etkileşim

	Faktörler Arası Etkileşim	Oranlar	Sonuç
Akış Birikimi	1 birincil +1 ikincil	(1 x 1) + (1 x 0.5) =	1,5 puan
Eğim	2 birincil +0 ikincil	(2 x 1) + (0 x 0.5) =	2,0 puan
Arazi kullanım	1 birincil +1 ikincil	(1 x 1) + (1 x 0.5) =	1,5 puan
Yağış şiddeti	1 birincil +1 ikincil	(1 x 1) + (1 x 0.5) =	1,5 puan
Yükseklik	3 birincil +1 ikincil	(3 x 1) + (1 x 0.5) =	3,5 puan

Çalışma alanında yağış şiddetini belirlemek için üç havzada onbeş istasyonda kaydedilen bir saat içinde düşen maksimum yağış miktarı verisi, Çizelge 3, kullanılmıştır. Çeşitli interpolasyon yöntemleri arasından, spline interpolasyon yöntemi seçilmiştir; çünkü, bu yöntem çalışma alanında olduğu gibi az sayıda vaka içeren çalışmalar için en uygun yöntem olarak literatürde kullanılmaktadır (Schäuble vd., 2008; Hutchinson, 1998).

Bu etkenler içinde arazi kullanımı tanımlayıcı şekilde ifade edilirken; akış birikimi, eğim, yükseklik ve yağmur yoğunluğu sayısal değerlere sahiptir. Her faktörün etkisi beş farklı risk seviyesi şeklinde haritalanmıştır; çok yüksek, yüksek, orta, düşük ve çok düşük. Sayısal değere sahip olan etmenler için beş farklı risk sınıfı Jenk's Natural Breaks yönteminin temeline göre tanımlanmıştır. Bu yöntem, oluşturulan sınıfların, veri değerleri diğerlerine göre büyük farklılıklar gösteren birbirine benzer özellikli çiftlerin bulunmasıyla istatiksel olarak tespit edilmesini sağlar (Smith, 1986, Skelton ve Panda, 2009). Sayısal değere sahip olmayan etkenler için sınıflandırma sel riski sürecindeki faktörler üzerindeki etkisine göre yapılmıştır. Örneğin arazi kullanım haritası için arazi kullanım türleri içinde oranı en az olan kullanım türü en tehlikeli alan olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3. Yağış Miktarı Verisi (dakika/mm.)

İstasyon / dk.	10	15	30	60	120	180	240	300	360	480	720	1080	1440	Orta-lama
Aydın	9,9	14	17,5	30	36,3	47,7	48,5	48,5	48,5	48,5	51,2	58,1	59,3	40
Dikili	11,7	13,9	19	23,4	32	41,9	42,7	43	47,7	52,3	60,1	69,8	90,8	42
Ayvalık	6,4	9,1	10,3	10,6	12,7	16,1	21,4	24,3	24,3	25,3	25,4	25,4	68,4	22
Bergama	15,1	17,9	27,3	39,3	41,1	43	43,2	52,1	55,1	57,3	62,2	94,2	100,5	50
Çeşme	16,8	20,4	37	59,5	73,2	77,6	80,8	81,9	87,7	93,6	131,3	158,2	165,6	83
İzmir	12	15,1	19,7	35,4	39,9	54,8	66,9	74,9	82,5	92,7	118,3	133,1	143,2	68
Kuşadası	15,5	18,8	22,9	26,2	30,2	35,4	38	39,8	42,8	50,8	55,9	58,5	58,8	38
Nazilli	12,1	12,8	14,6	22,3	33,9	42,9	44,1	46,2	49,3	50,7	52,4	52,5	58,3	38
Ödemiş	11,3	14,2	18,2	28	44,5	44,5	44,5	44,5	44,5	47,9	47,9	48	48	37
Selçuk	7,1	12	16,3	19,4	21,2	27,6	30,9	32,4	37,9	49,8	62,2	68,1	68,1	35
Seferihisar	10,4	17,6	29,8	50,2	75	81,6	87,8	90,9	93,3	94,5	117,1	175,9	194,5	86
Manisa	18,4	27,1	36,3	46,8	47,3	51,4	53,7	55,8	59,4	77,3	79,6	98	100,2	58
Salihli	20,4	30,6	44,2	51,1	57,3	57,4	57,5	57,5	57,6	57,6	68,9	69	69	54
Akhisar	7,9	8,9	12,8	16,6	25,6	32,3	37,1	40,8	41,9	47,5	53,6	55,1	57,5	34
Didim	13,5	18,6	30,1	55,8	76,7	105,9	108,2	108,2	108,2	108,2	108,2	108,3	110,1	82

Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2012

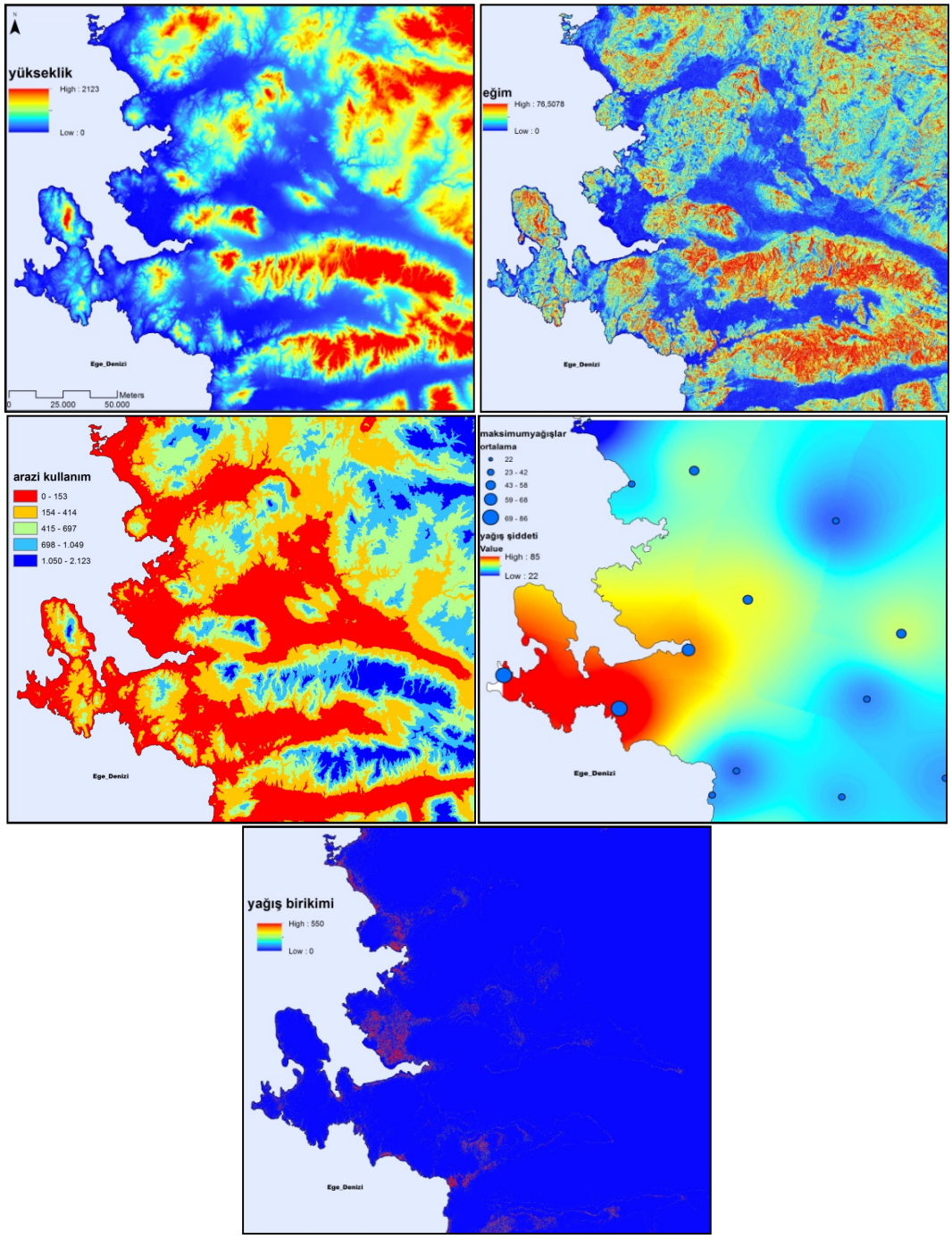
Sel tehlikesi olan alanları tahmin etmek için temel kural alanın, afet riski derecesi esas alınarak sınıflandırılmasıdır. Bu sınıflar yüksek, çok yüksek, orta, düşük ve çok düşük olarak beş kategoride ele alınmıştır. Bu sınıflandırma sel oluşumunu etkileyen ve şekillendiren faktörlerin tespit edilmesi ve her faktörün ağırlıklandırılması ile gerçekleştirilir. Bu işlem, CBS yazılımı ortamında gerçekleştirilmiş ve her parametre için tematik haritalar üretilmiştir (Şekil 6).

Tematik haritaların lineer (doğrusal) kombinasyonu ve ağırlıklarının seçimi potansiyel risk alanların haritasını oluşturmaktadır. Bilimsel ve idari uygulama pratikleri öncelikle sel tehlikesi bulunan alanların tespit edilmesinin, daha etkin bir yönetim ve doğal çevrenin korunması için gerekli ve önemli bir yaklaşım olduğunu göstermiştir. Çalışmada, topografik (yükseklik) veri akış yönü ve birikimini hesaplamak, aynı zamanda akış sınırlarını çizmek için kullanılmıştır. Akış birikimi, drenaj alanlarını (raster birimleri) ölçmek için dolaylı bir yoldur ve nehir kanalları drenajı ile sürekli olarak artar.(Schäuble vd., 2008). Eğim ve yükseklik topografik parametreleri sel oluşumu (Kwak ve Kondoh, 2008) ile ters orantılıdır. Bu çalışmada kullanılan etkenler sel tehlikesine genel yaklaşımlar ve literatür taraması üzerinden seçilmiştir (Eimers vd., 2000.;Yahaya vd., 2010, Zerger ve Wealands, 2004). Yukarıda belirtilen beş faktör, risk modelleme için uygun bilgiye sahip olduğundan gereksiz karmaşıklığın önlenmesini sağlamıştır.

Bir sonraki aşamada ArcMap ortamında tüm katmanlar bir araya getirilmiş, ve belirlenen sınıflara bölünüp yeniden sınıflandırılmıştır. Tehlikeli alanlarla ilgili kapsamlı bir değerlendirme yapabilmek için, her faktörün oranları ve ağırlıkları birbiri ile ilişkilendirilerek kombine edilmiştir. Bu, her bir faktörün önerilen ağırlığı ve hesaplanan oranının çarpılması ile toplam ağırlığın yine her faktör için hesaplanmasından oluşmaktadır. Yukarıda bahsedilen beş faktörün sınıflandırmasında beş farklı seviye ve bunları temsil eden rakamlar kullanılmıştır. Tehlike düzeyleri için önerilen değerlendirme (uzman kararı), puan olarak, aşağıda gösterilmiştir:

Çok Yüksek	10
Yüksek	8
Orta	5
Düşük	2
Çok Düşük	1

Tüm faktör ağırlıklarının toplamı genel toplam ağırlığı Çizelge 4'de gösterilmiştir. Çalışma alanında sel tehlikesini etkileyen faktörlerden akış birikiminin % 15, eğimin % 20, arazi kullanımının % 15, yağış şiddetinin % 15 ve yüksekliğin % 35 oranında etkilediği hesaplanmış ve Şekil 7'de gösterilen tematik haritalar bu oranlar kullanılarak birleştirilmiştir.

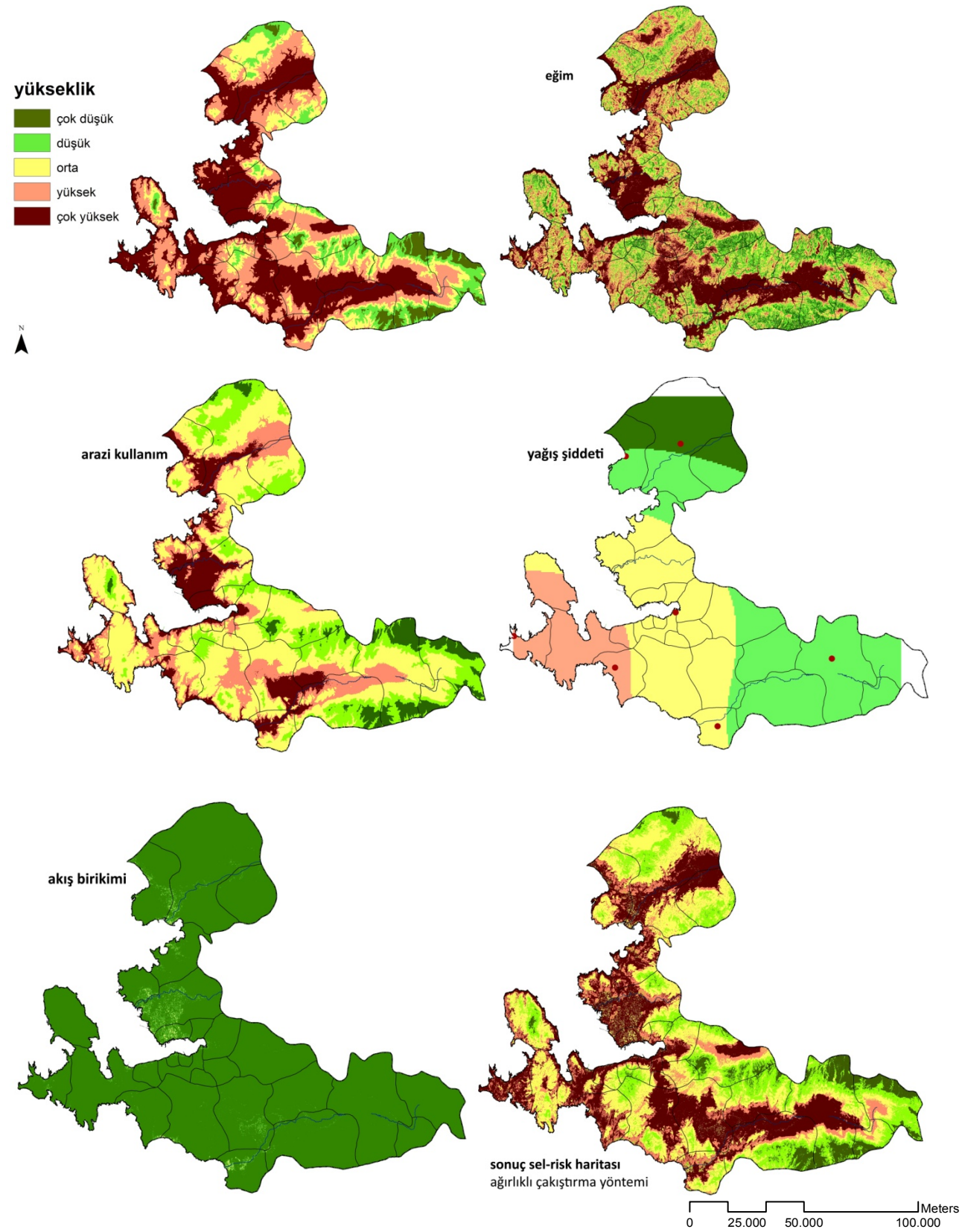


Şekil 6. Yükseklik, eğim, arazi kullanım, yağış şiddeti ve yağış birikimi haritaları

Çizelge 4. Sel tehlikesi olan alanları etkileyen faktörlerin sınıflandırılması ve ağırlıklandırılması

Faktör	*Etki alanı*	*Tanımlayıcı düzey*	*Önerilen ağırlık (a)*	*Oran(b)*	*Ağırlıklı oran(a*b)*	*Toplam ağırlık*	*Yüzde (%)*
Akış birikimi (m.)	200.59-550	Çok yüksek	10	1.5	15	39	**15**
	60.39-200.59	Yüksek	8		12		
	15.1-60.39	Orta	5		7,5		
	2.16-15.1	Düşük	2		3		
	0-2.16	Çok düşük	1		1,5		
Eğim (%)	0-3.6	Çok yüksek	10	2	20	52	**20**
	3.6-9.6	Yüksek	8		16		
	9.6-16.2	Orta	5		10		
	16.2-24.6	Düşük	2		4		
	24.6-76.2	Çok düşük	1		2		
Arazi kullanım	Deniz kıyısı/yerleşim	Çok yüksek	10	1.5	15	39	**15**
	Yerleşim	Yüksek	8		12		
	Tarım/yerleşim	Orta	5		7,5		
	Tarım/orman	Düşük	2		3		
	Orman	Çok düşük	1		1,5		
Yağış şiddeti (dk/mm)	68-85	Çok yüksek	10	1.5	15	39	**15**
	56-68	Yüksek	8		12		
	47-56	Orta	5		7,5		
	39-47	Düşük	2		3		
	22-39	Çok düşük	1		1,5		
Yükseklik (m.)	0-153	Çok yüksek	10	3.5	35	91	**35**
	153-414	Yüksek	8		28		
	414-697	Orta	5		17,5		
	697-1049	Düşük	2		7		
	1049-2123	Çok düşük	1		3,5		
Toplam						260	**100 %**

Tehlikeli bölgeleri gösteren sentez haritası, çalışma alanında oluşan herhangi bir taşkın olay ile doğrudan ilişkili yukarıdaki beş değişkenin kombinasyonu içerir. Tematik düzeydeki bu haritalar ağırlıklandırma yöntemi yaklaşımı ile kombine edilmiştir ve sel tehlikesi olan alanları gösteren sonuç harita üretilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Tematik haritalar ve sonuç sel-risk haritası

3. SONUÇ VE DEĞERLERDİRME

Özellikle son otuz yılda sıkça gözlemlenen plansız kentleşme ve buna bağlı olarak yetersiz altyapı ile küresel iklim değişimi sonucu sel felaketleri ülkemizde can ve mal kaybına neden olmaktadır. Bölgenin meteorolojik, hidrolojik, topoğrafik faktörleri ile değişik sürelerde ortaya çıkabilecek yağış şiddetlerinden yararlanılarak gelecekteki olası taşkınlar için kentlerimizde sel riski potansiyeline sahip alanlarının belirlenmesi gereklidir. Bu amaçla tamamlanan çalışmamızda İzmir İlinde daha önceki yıllara sel felaketi yaşayan Küçük Menderes, Gediz ve Bakırçay havzaları için taşkın alan tespiti yapılmıştır. Bu havzalar; yerleşim alanlarını, sanayi bölgelerini ve verimli tarım arazilerini önemli ölçüde etkileyen taşkın risk potansiyeline sahiptir.

Çalışma yönteminde belirtilen akış birikimi, eğim, arazi kullanım, yağış şiddeti ve yükseklik faktörleri kullanılarak kendi içlerindeki ağırlıklı etkileşim oranları sonucu ortaya çıkartılan olası sel risk haritasında İzmir İli için güney ve doğuda Torbalı-Ödemiş hattı, kuzeyde Sasalı-Foça ve Dikili-Bergama hattı, batıda Çeşme-Ovacık hattı sel risk potansiyeli yüksek alanlar olarak gözlemlenmiştir. Bu risk kuzeyde tarım ve sanayi, batıda turizm, güney ve doğuda da özellikle tarım alanlarını tehdit etmektedir. Bunun için akarsu havzalarında sayısı artan yerleşimler, açılan yeni yollar ve yeni tesisler, elverişsiz tarım yöntemleri, akarsu ve derelerin yatakları içinde veya mücavirindeki taşkın riski taşıyan alanların iskâna açılması sonucunda büyük boyutlarda taşkın zararlarına neden olunması engellenmelidir. Taşkın yataklarındaki yerleşimler daha uygun yerlere taşınarak imar planları yenilenmelidir. Kapsamlı planlama sürecinde, eşik sentezinin bir parçası olan taşkın alan tespitinde CBS tabanlı modellemeler verimli bir araç olarak kullanılmalıdır.

4. KAYNAKLAR

Atay, H.; Tüvan, A.; Demir, Ö.; Balta, İ., 2012, *İklim Değişikliğinin Sağlık Üzerine Etkileri*, (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü), http://www.mgm.gov.tr/files/iklim/iklim-saglik-etki.pdf (15.07.2012).

Burrough, P. A., 1986, Principles of Geographical Information System for Land Resources Assessment. Oxford: Oxford University Press, *Monographs on Soil and Resources Survey,* No.12.

Correia, F.N.; Saraiva, M.G.; Nunes, F.S.; Ramos, I., 1998, Coupling GIS with Hydrologic and Hydraulic Flood Modelling, *Water Resources Management,* Kluwer Academic Publishers, ISSN: 0920-4741, 12: 229–249.

Correia, F.N.; Saraiva, M.G.; Nunes, F.S.; Ramos, I., 1999, Floodplain Management in Urban Developing Areas. Part II. GIS-Based Flood Analysis and Urban Growth Modelling, *Water Resources Management,* Kluwer Academic Publishers, ISSN: 0920-4741, 13: 23–37.

Demirci, A.; Karakuyu, M., 2004, Afet Yönetiminde Coğrafi Bilgi Teknolojilerinin Rolü, *Doğu Coğrafya Dergisi*, Cilt 9, Sayı 12 http://e-dergi.atauni.edu.tr/index.php/dogucografya/article/viewArticle/6206 (19.08.2012).

Eimers, J. L.; Weaver, J. C.; Terziotti, S.; Midgette, R. W., 2000, Methods of Rating Unsaturated Zone and Watershed Characteristics of Public Water Supplies in North Carolina, *Water Resources Investment Report,* Raleigh, NC, 99–4283.

Google Earth, 2012.

Hutchinson, M. F., 1998, Interpolation of Rainfall Data with Thin Plate Smoothing Splines. II. Analysis of Topographic Dependence Describing or Pertaining to Special Regions. *Journal of Geographical Information and Decision Analysis*, ISSN: 1480-8943, 2(2), 152–167.

İzmir Valiliği, www.izmir.gov.tr, (19.09.2012)

Kourgiala, N.N.; Karatzas, G.P., 2011, Flood Management and A GIS Modelling Method to Assess Flood-Hazard Areas—A Case Study, *Hydrological Sciences Journal*, Taylor & Francis, ISSN: 0262-6667, 56(2), 212-224.

Kwak, Y.; Kondoh, A., 2008, A Study on The Extraction of Multifactor Influencing Floods from RS Image and GIS Data; A Case Study in Nackdong Basin, S. Korea. Beijing: *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* XXXVII(Part B8), 421–426.

Manfreda, S.; Sole, A.; Fiorentino, M., 2008, Can The Basin Morphology Alone Provide an Insight into Floodplain Delineation?, *WIT Transactions of the Ecol. Environ.*, http://www.witpress.com, 118, 47–56.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2012, http://www.mgm.gov.tr, (10.08.2012).

Özcan, O.; Musaoğlu, N; Şeker, D.Z., 2009, Taşkın Alanlarının CBS ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Yönetimi; Sakarya Havzası Örneği, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı,* http://www.irfanakar.com/Turkish/PDF2/UA/Makaleler/Dogal_Afetler/1%20(14).pdf (19.08.2012).

Sanyal, J.; Lu, X.X., 2004, Application of Remote Sensing in Flood Management with Special Reference to Monsoon Asia: A Review, *Natural Hazards*, Springer, ISSN: 0921-030X, (33)283-301.

Schäuble, H.; Marinoni, O.; Hinderer, M., 2008, A GIS-Based Method to Calculate Flow Accumulation by Considering Dams and Their Specific Operation Time, *Computer Geoscience*, Elsevier,ISSN: 0098-3004, 34(6), 635–646.

Shaban, A.; Khawlie, M.; Abdallah, C., 2006, Use of remote sensing and GIS to Determine Recharge Potential Zones: The Case of Occidental Lebanon. *Hydrogeology Journal,*Springer, ISSN: 1431-2174, 14(4), 433–443.

Skelton, S.; Panda, S.S., 2009, Geo-Spatial Technology Use To Model Flooding Potential In Chestatee River Watershed, *Proceedings of the 2009 Georgia Water Resources Conference*, http://www.gwri.gatech.edu/uploads/proceedings/2009/6.5.2_Skelton.pdf, (19.08.2012).

Smith, R. M., 1986, Comparing Traditional Methods for Selecting Class Intervals on Choropleth Maps, *The Profess. Geogr.,* Wiley, 38(1), 62–67.

Şeker, D.Z.; Kabdaşlı, S., 2002, Kıyılardaki Doğal Felaketler için Risklerin CBS ile Analizi ve Risk Haritalarının Üretilmesi, *Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. yıl Sempozyumu Bildiriler Kitabı,* http://www.lbs.selcuk.edu.tr/arsiv/semp_pdf/322_332.pdf, (19.08.2012).

Yahaya, S.; Ahmad, N.; Abdalla, R.F., 2010, Multicriteria Analysis for Flood Vulnerable Areas in Hadejia-Jama'are River Basin, Nigeria. *European Journal Scientific Research,* ISSN: 1450202X, 42(1), 71–83.

Zerger, A.; Wealands, S., 2004, Beyond Modelling: Linking Models with GIS for Flood Risk Management, *Natural Hazards*, Springer, ISSN: 0921-030X (33)191-208.