COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ(CBS) TABANLI ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR ANALİZİ İLE ŞANLIURFA İL MERKEZİNİN TAŞKIN ALANLARININ BELİRLENMESİ

Reşit GERGER¹, Mustafa TANRIVERDİ²

¹Dr.Öğr. Üyesi, Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 63000, Haliliye, Şanlıurfa, rgerger@harran.edu.tr

² Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, , 63000, Haliliye, Şanlıurfa, mustafatan88@gmail.com.tr

ÖZET

Suyun insanoğlu için vazgeçilmez oluşu; suyun kullanımını, suyun korunmasını ve suyun değerlendirilmesini önemli hâle getirmektedir.

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de küresel ısınmaya ve diğer meteorolojik etkilere bağlı olarak mevsimlerde değişme ve mevsim kaymaları görülmektedir. Bu durum önümüzdeki yıllarda doğa olaylarının (sel, taşkın vb.) meydana gelme ihtimalini artırmaktadır. Bununla birlikte mevsimsel yağışlar arasındaki farklar artmakta, bir hafta veya bir ayda yağması gereken yağmurun birkaç saatte yağdığını görmekteyiz. Bunlar özellikle şehir merkezlerimizde olmak üzere kırsalda kendini sel veya taşkın şeklinde göstermekte ve sonuçları acı olabilmektedir.

Tüm bu nedenlerden dolayı şehir merkezleri başta olmak üzere kırsal alanlarımızda sel ve taşkınlara yönelik tedbirlerin önceden alınması, CBS(Coğrafi Bilgi Sistemleri) ile gerekli taşkın analizlerinin yapılması ve yapılaşmalarda bu hususların göz önüne alınması önem arz etmektedir.

Taşkın alanlarının belirlenmesinde CBS tabanlı çeşitli yöntemler bulunmakla birlikte Çok Ölçütlü Karar Analizi ile taşkına duyarlı alanların belirlenmesi yapılabilir. Bu çalışmada Şanlıurfa yerleşik alanı ve çevresine yönelik Arcgis 10.2 programı kullanılarak Çok Ölçütlü Karar Analizi(ÇÖKA), Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile taşkın alanlarının tespiti yapılacaktır.

Anahtar Sözcükler: analitik hiyerarşi yöntemi, coğrafi bilgi sistemleri, çok ölçütlü karar analizi, taşkın

ABSTRACT

DETERMINATION OF FLOOD AREAS OF ŞANLIURFA PROVINCIAL CENTER BY MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS BASED ON GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (GIS)

Water is indispensable for mankind; the use of water, the preservation of water and the evaluation of water are important.

As in the whole world, changes in the seasons and seasonal shifts are seen in our country due to global warming and other meteorological influences. This situation increases the likelihood of natural events (floods, floods, etc.) in the coming years. The difference between seasonal rainfall increases, we see rainfall in a week or a month and rainfall in a few hour. All of this, especially in our city centers, shows itself in a flood or flood in the countryside and its consequences can be painful.

For all these reasons, it is important to take precautionary measures for floods and floods in our rural areas, especially in city centers, to make necessary flood analyzes with GIS (Geographical Information Systems), and to take these issues into consideration in construction.

Determination of flood areas can be done by using GIS based methods, and multi-criteria decision analysis. In this study, flood areas will be determined by Multi-Criteria Decision Analysis (ÇÖKA) and Analytical Hierarchy Method by using Arcgis 10.2 program for Şanlıurfa built-up area and its surroundings.

Keywords: analytic hierarchy process, geographic information system, multi criteria decision analysis, flood

1. GİRİŞ

Taşkınlar günümüzde önemli doğa olaylarının başında gelmektedir. 1967-1987 yılları arasında akarsularda görülen sel (taşkın) olay sayısının tüm hidrometeorolojik afetler içindeki oranı % 33 iken; 1998-2008 yılları arasında bu oran % 14'e gerilemiştir. Son yıllarda yapılan baraj sayılarındaki artışlar, dere ıslah çalışmaları ve köylerden kentlere göçler, bu şekilde nehirlerden kaynaklanan sellerde (taşkınlarda) azalmaya neden olmuştur. Buna rağmen DSİ verilerine göre 1975-2011 yılları arasında 820 adet taşkın olayı meydana gelmiş, bu taşkınlar sonucunda 660 can kaybı olmuş, 799.758 hektar tarım arazisi taşkına maruz kalmış, taşkınlar ülke ekonomisine yılda yaklaşık 150 milyon TL zarar vermiştir. Bununla beraber son yıllarda ani seller ve şehir sellerinde önemli artışlar görülmektedir.

Tüm bu nedenlerden dolayı taşkın ile ilgili coğrafi bilgi sistemlerine dayalı çalışmalar ve bu meteorolojik olayın önceden tahmin edilmesi önem arz etmektedir. Taşkınların en belirgin şekilde ortaya çıkması genelde dere

taşkınları olmakla birlikte son yıllarda şehir taşkınları da iklimlerdeki küresel ısınmaya ve diğer etkenlere bağlı değişikliklerden dolayı sıklıkla rastlanır olmuşlardır.

Coğrafi bilgi sistemleri karmaşık mekânsal (konumsal) problemlerin çözümünde büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Özellikle planlamada, afet ve risk yönetiminde, yerleşim yeri seçimi ve doğal kaynak yönetimi gibi birçok karar CBS kullanılarak çözümlenebilir.

Bu tür mekâna dayalı çözümler çok ölçütlü verilere dayalıdır. Dolayısıyla bunların çok ölçütlü karar analizi ile çözümlenmesi gerekmektedir.

Mekansal ÇÖKA, coğrafi verileri, karar verici/vericilerin öncelikleri/değerlendirmelerini ve bu veri ve değerlendirmelerin bir karar kuralına göre birleştirilmesini kapsar. Dolayısıyla mekânsal ÇÖKA'yla, karar analizinde kullanılan birden çok sayıda coğrafi katmandan bir sonuç katman elde edilir (Şekil 1) (Malczewski 1999, Jankowski 1995, Malczewski 2006).

Şekil 1. Mekânsal çok ölçütlü karar analizi (Malczewski 1999).

Bu çalışmada mekânsal veriler kullanılarak oluşturulan katmanların, taşkına yönelik ağırlıklarının ikili karşılaştırma ölçeği kullanılarak belirlenmesi ve buna dayalı taşkın duyarlılık haritasının oluşturulmasını kapsamaktadır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Çalışma Alanı

Bu çalışmada, Şanlıurfa Eyyübiye, Haliliye ve Karaköprü Merkez ilçe sınırları içerisinde bulunan büyük derelerden; Sırrın, Karakoyun ve Cavsak dereleri esas alınarak Çok Ölçütlü Karar Analizine (ÇÖKA) dayalı, analitik hiyerarşi yöntemi kullanılarak CBS yardımıyla olası taşkın alanları belirlenecek, oluşacak risk gruplarının arazi kullanımları çıkarılacak, konut, nüfus, sanayi, sağlık, eğitim, sosyal tesis, kültürel tesis, resmi kurum vb. alanların ne kadarının risk altında olduğu taşkın duyarlılık katmanlarının hazırlanması bu doğrultuda yeni planlama anlayışında göz önünde bulundurulması gereken hususların tespiti amaçlanmıştır.

Şekil 1. Çalışma alanı.

2.2. Çok Ölçütlü Karar Analizi

Çalışmada yöntem olarak Çok Ölçütlü Karar Analizine (ÇÖKA) dayalı, analitik hiyerarşi yöntemi kullanılacaktır. Yöntem, sonlu sayıda seçeneğin seçilme, sıralanma, sınıflandırma, önceliklendirme veya elenme amacıyla genellikle ağırlıklandırılmış, birbirleri ile çelişen ve aynı ölçü birimini kullanmayan hatta bazıları nitel değerler alan çok sayıda kriter kullanılarak değerlendirilmesi işlemidir (Yoon ve Hwang, 1995).

Çok ölçütlü karar analizi (MCDA), karmaşık karar problemleri için zengin bir teknikler derlemesi ve alternatif kararların tasarlanması, değerlendirilmesi ve önceliklendirilmesini sağlar (Malczewski 2006).

GIS ve MCDA'nın kullanımı doğal tehlike analizinde (Ayalew ve ark. 2004; Gamper ve ark. 2006; Fernandes ve Luts 2010) ve diğer jeo-çevresel çalışmalarda başarılı olmuştur (Dai ve ark. 2001; Joerin ve ark. 2001; Kolat ve arkadaşları 2006).

2.2.1. Analitik Hiyerarşi Yöntemi

AHP, 1970'lerde Saaty tarafından geliştirilen bir karar verme yöntemidir (Lee ve Kim 2003). Bu yöntem, bazı sınıflardaki riskleri çözmek için objektif, kriter ve alternatif olarak sınıflandırma yoluyla alternatiflerin ilişkili önceliğini belirler (Lee vd. 2013). Böylelikle AHP, karmaşık bir karar verme algoritması yoluyla çeşitli kriterleri ve alternatifleri çözümlmek için optimal bir tekniktir (Lee vd. 2013). Buna ek olarak, bu karar verme yöntemi, teorik kolaylığı, basit uygulaması ve yorumlayıcı açıklığı ile karakterizedir ve bu yöntem çeşitli karar verme durumlarına uygulanabilir (Lhee vd 2011).

AHP dört aşamada gerçekleştirilir (Lee ve Kim 2003) :

Adım 1: Değerlendirme ölçütleri ve alternatifler tanımlanır ve karar alma için gerekli faktörler yapılandırılır (Lhee vd 2011).

Adım 2: Karar verme hedefine ulaşmak için, alt düzeylerdeki faktörlerin katkısı (önem), bir ikili karşılaştırma yoluyla değerlendirilir.

Adım 3: İkili karşılaştırma ile elde edilen faktörlerin önemi tutarlılıkları değerlendirilir (Lhee vd 2011). İkili karşılaştırma yargıları için hesaplanan tutarlılık oranı 0.10'un altında ise yargıların yeterli bir tutarlılık sergilediği ve bu değerlendirmelerin kullanılabileceği, 0.10'un üstünde ise yargıların tutarsız olduğu kabul edilmektedir. 0.10'un üstünde tutarlılık oranı olması durumunda yargıların yeniden gözden geçirilmesi gerekir (Malczewski, 1999b).

Adım 4: Her bir alternatif 2. Aşamada elde edilen öneme göre sıralanır ve son seçim yapılır (Lee ve Kim 2003).

AHP ayrıca, kararların matematiksel olarak tutarsızlığını belirlemek için önlemler sağlar. Karşılıklı matrislerin özelliklerine dayanarak tutarlılık oranı (CR) hesaplanabilir. Karşılıklı bir matriste, en büyük özdeğerler (y_{max}) her zaman satır veya sütun sayısına (n) eşit veya ondan büyüktür. $y_{max} = n$ durumunda bir ikili karşılaştırma, herhangi bir tutarsızlık içermez. Hesaplanan y_{max} değeri n'ye ne kadar yakın olursa, karşılaştırmalar o kadar tutarlıdır. İkili karşılaştırmaların tutarsızlıklarını ölçen bir tutarlılık endeksi (CI) şu şekilde yazılabilir:

$$CI = (y_{max} - n) / (n - 1)$$

Ve ikili karşılaştırmaların tutarlılık ölçüsü, tutarlılık oranı (CR) şeklinde hesaplanabilir.

$$CR(TO) = (CI/RI)$$

RI : Tesadüfilik göstergesi,

CI : İkili karşılaştırma matrisinin tutarlılık indeksidir(Tİ).

TO: Tutarlılık oranı

Çizelge 1. Tesadüfilik göstergesi (Malczewski1999).

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

RI, CI'nın rasgele oluşturulmuş karşılaştırmaların ortalaması olur. Genel bir kural % 10 veya daha düşük bir CR değeri kabul edilebilirdir.

2.3. Veri ve Yöntem

Çalışmaya ilişkin DEM (Digital Elevation Model) verisi Avrupa Birliği programı olan ve farklı birçok paydaşı içeren Copernicus programının verisi kullanılmıştır. Verinin çözünürlüğü 25 m'dir.

Arcgis programında çeşitli analiz ve sınıflandırmalar yapılabilir ve yüzey analizlerini Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) yüzey verisi kullanarak çeşitli mekânsal analizler sayesinde başka veri setleri oluşturulabilir. Ayrıca üretilen yeni veri setleri kendi başlarına kullanılabilirle beraber, başka analizler için de girdi sağlayabilir. Başlıca yüzey analizleri olarak Eğim(slope), Bakı(aspect), Eş değer eğrisi(contour), Rölyef(hillshade), Görünürlük(viewshed), Yükseklik analizleri sıralanabilir. Ayrıca jeolojik durum, Yağış, Arazi Kullanımı haritaları kullanılabilir hâle getirilecektir. Jeoloji haritaları MTA(Maden Tetkik Arama) verisi olan 1/25000 ölçekli haritaları kullanılmış ve gerekli yerlerde düzeltmeler yapılarak kullanılabilir hâle getirilmiştir.

Arazi kullanımı haritası 2012 CORİNE (Coordination of Information on the Environment-Çevresel Bilginin Koordinasyonu) haritası esas alınarak gerekli güncellemeler için gerek uydu haritası gerekse 2014 yılında üretilen ortofoto haritası kullanılmış ve gerekli sınıflamalar çıkarılmıştır.

Çalışmamda kullanılan parametreler yükseklik, eğim, bakı, jeoloji, toprak ve arazi kullanımı ve derelere uzaklık verileri kullanılacaktır. Altlık veriler hazırlandıktan sonra vektörel olan veriler analiz edilebilir raster formatına dönüştürülmüştür.

Şekil 2. Yağış haritası.

Şekil 3. Arazi kullanım haritası.

Şekil 4. Drenaj ağına uzaklık haritası.

Şekil 5. Sayısal yükseklik haritası.

Şekil 6. Bakı haritası.

Şekil 7. Jeoloji haritası.

Şekil 8. Eğim haritası.

Çalışmaya altlık teşkil eden haritalar yukarıdaki şekillerde verilmiştir. Verilerin bir kısmı vektörel, bir kısmı raster veri şeklinde bulunmaktadır. Vektörel olan veriler raster veri formatına analiz edilebilir hâle getirilmiştir.

Tüm bu veriler hazırlandıktan sonra oluşan raster verilerin yeniden sınıflandırılması gerekmektedir. Coğrafi bilgi sistemleri platformunda raster veri formatındaki girdi verisinin hücre değerlerini çeşitli yöntemler kullanarak yeni değerlerle değiştirilerek çıktı verisi hâline getirme işlemine yeniden sınıflama (reclassify) adı verilir. Raster verileri yeniden sınıflamanın amaçları: hücre değerlerini yenileme ve güncelleme, değerleri gruplandırma, değerleri ortak paydada yeniden sınıflandırma ve veri olmayan ya da değeri olmayan hücelere değer atama olarak sıralanabilir.

Problem, hiyerarşik bir yapıya oturtulmasından sonra, hiyerarşiyi oluşturan öğelerin ağırlıkları hesaplanır. Bir düzeydeki öğelerin hiyerarşide hemen bir üst düzeyde yer alan öğeler açısından değerlendirmesinde Saaty (1980) tarafından önerilen (1–9) puanlı tercih ölçeğinden (Çizelge 2) yararlanılarak bir puanlama yapılır ve ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur.

Çizelge 2. İkili karşılaştırma tercih ölçeği (Saaty 1980).

Önem Derecesi	Tanım
1	Eşit önemli
3	1. öğe 2. öğeye göre biraz daha önemli
5	1. öğe 2. öğeye göre fazla önemli
7	1. öğe 2. öğeye göre çok fazla önemli
9	1. öğe 2. öğeye göre aşırı derecede önemli
2, 4, 6, 8	Ara değerler

Çizelge 2'deki ölçeğe göre ana ölçütler, yağış, akarsulara uzaklık, eğim, yükseklik, arazi kullanımı, jeoloji ve baki haritalarının ölçütleri ikili karşılaştırılmış ve ağırlık oranları ve tutarlılık oranları belirlenmiştir.

Çizelge 3. Ana ölçütlerin ikili karşılaştırmaları ve ağırlık hesabı.

Ölçüt	A	B	C	D	E	F	G	Ağırlık
A	1	2	3	4	5	5	6	0.334
B	1/2	1	3	4	5	5	6	0.273
C	1/3	1/3	1	2	3	3	4	0.140
D	1/4	1/4	1/2	1	2	2	4	0.097
E	1/5	1/5	1/3	1/2	1	2	3	0.070
F	1/5	1/5	1/3	1/2	1/2	1	2	0.052
G	1/6	1/6	1/4	1/4	1/3	1/2	1	0.034
Toplam	2.650	4.150	8.417	12.250	16.833	18.500	26.000	
y_{max}	7.287	Tİ(CI)	0.048	TO(CR)	0.036			

A YAĞIŞ **E** ARAZİ KULLANIMI
B AKARSULARA UZAKLIK **F** JEOLJİ
C EĞİM **G** BAKİ
D YÜKSEKLİK

Çizelge 4. Yağış ögelerin ikili karşılaştırmaları ve ağırlık hesabı.

Ölçüt	>440	420-440	400-420	0-400	Ağırlık
>440	1	2	7	7	0.563
420-440	1/2	1	3	3	0.261
400-420	1/7	1/3	1	1/2	0.073
0-400	1/7	1/3	2	1	0.103
Toplam	1.786	3.667	13.000	11.500	
y_{max}	4.065	Tİ(CI)	0.022	TO(CR)	0.024

Çizelge 5. Drenaj ağına uzaklık ögelerin ikili karşılaştırmaları ve ağırlık hesabı.

Ölçüt	50	100	150	200	250	2500	Ağırlık
50	1	2	3	4	5	9	0.360
100	1/2	1	3	4	5	9	0.282
150	1/3	1/3	1	2	3	9	0.151
200	1/4	1/4	1/2	1	2	9	0.106
250	1/5	1/5	1/3	1/2	1	9	0.080
2500	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1	0.021
Toplam	2.394	3.894	7.944	11.611	16.111	46.000	
y_{max}	6.518	Tİ(CI)	0.104	TO(CR)	0.083		

Çizelge 6. Eğim ögelerin ikili karşılaştırmaları ve ağırlık hesabı.

Ölçüt	5	5-15	15-25	>25	Ağırlık
5	1	2	5	6	0.524
5-15	1/2	1	2	4	0.265
15-25	1/5	1/2	1	3	0.144
>25	1/6	1/4	1/3	1	0.067
Toplam	1.867	3.750	8.333	14.000	
y_{max}	4.073	Tİ(CI)	0.024	TO(CR)	0.027

Çizelge 7. Yükseklik öğelerin ikili karşılaştırmaları ve ağırlık hesabı.

Ölçüt	0-500	500-600	600-700	700-800	>800	Ağırlık
0-500	1	2	3	4	5	0.402
500-600	1/2	1	3	4	5	0.305
600-700	1/3	1/3	1	2	3	0.145
700-800	1/4	1/4	1/2	1	2	0.090
>800	1/5	1/5	1/3	1/2	1	0.058
Toplam	2.283	3.783	7.833	11.500	16.000	
y_{max}	5.121	Tİ(CI)	0.030	TO(CR)	0.027	

Çizelge 8. Arazi kullanımı öğelerin ikili karşılaştırmaları ve ağırlık hesabı.

Ölçüt	Yapay Alanlar	Sulanan Tarım Alanı	Susuz Tarım Alanı	Doğal Arazi	Bağ-Bahçe	Orman	Ağırlık
Yapay Alanlar	1	2	3	4	7	9	0.397
Sulanan Tarım Alanı	1/2	1	2	3	5	6	0.248
Susuz Tarım Alanı	1/3	1/2	1	2	3	5	0.154
Doğal Arazi	1/4	1/3	1/2	1	3	5	0.113
Bağ-Bahçe	1/7	1/5	1/3	1/3	1	3	0.057
Orman	1/9	1/6	1/5	1/5	1/3	1	0.031
Toplam	2.337	4.200	7.033	10.533	19.333	29.000	
y_{max}	6.191	Tİ(CI)	0.038	TO(CR)	0.031		

Çizelge 9. Jeoloji öğelerin ikili karşılaştırmaları ve ağırlık hesabı.

Ölçüt	Alüvyon	Eski Alüvyon	Bazalt	Kireçtaşı	Killi Kireçtaşı	Ağırlık
Alüvyon	1	2	4	5	9	0.465
Eski Alüvyon	1/2	1	2	3	8	0.272
Bazalt	1/4	1/2	1	2	3	0.136
Kireçtaşı	1/5	1/3	1/2	1	2	0.084
Killi Kireçtaşı	1/9	1/8	1/3	1/2	1	0.043
Toplam	2.061	3.958	7.833	11.500	23.000	
y_{max}	5.041	Tİ(CI)	0.010	TO(CR)	0.009	

Çizelge 10. Bakı öğelerin ikili karşılaştırmaları ve ağırlık hesabı.

Ölçüt	Düz	K	KD	KB	D	B	GD	GB	G	Ağırlık
Düz	1	2	3	3	4	4	5	5	7	0.289
K	1/2	1	2	2	3	3	4	4	6	0.197
KD	1/3	1/2	1	1	2	2	3	3	4	0.123
KB	1/3	1/2	1	1	2	2	3	3	4	0.123
D	1/4	1/3	1/2	1/2	1	1	2	2	3	0.075
B	1/4	1/3	1/2	1/2	1	1	2	2	3	0.075
GD	1/5	1/4	1/3	1/3	1/2	1/2	1	1	2	0.045
GB	1/5	1/4	1/3	1/3	1/2	1/2	1	1	2	0.045
G	1/7	1/6	1/4	1/4	1/3	1/3	1/2	1/2	1	0.028
Toplam	3.210	5.333	8.917	8.917	14.333	14.333	21.500	21.500	32.000	
y_{max}	9.127	Tİ(CI)	0.016	TO(CR)	0.011					

Her bir katman için ağırlıkların belirlenmesi bu ölçeğe göre yapılmış, bulunan ağırlık oranları 100 ile çarpılarak analiz buna göre yapılmıştır. Raster veriler bulunan ağırlık oranlarına göre yeniden sınıflandırılmış ve ana ölçütler için bulunan ağırlık oranlarına göre Arcgis programında ağırlıklı çakıştırma(weighted overlay) analizi yapılarak sonuç haritası elde edilmiştir.

Bu sonuç haritasında 1-Çok Yüksek Riskli, 2-Yüksek Riskli, 3-Orta Riskli, 4-Düşük Riskli ve 5-Çok Düşük Riskli olarak sınıflandırılmıştır.

3. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Yapılan analiz sonucuna ilişkin taşkın duyarlılık haritası aşağıda verilmiştir.

Şekil 9. Şanlıurfa taşkın duyarlılık haritası.

Şekil 10. Şanlıurfa taşkın duyarlılık haritası google earth görüntüsü.

Ortaya çıkan taşkın duyarlılık haritasına baktığımızda çok yüksek tehlike arz eden alanların genellikle dere akış kollarına yakın bölgelerin olduğu görülmektedir. Sırrın, karakoyun ve cavsak derelerinin mansap kısmının belirgin bir şekilde çok yüksek tehlike sınıfında bulunduğu görülmektedir.

Çizelge 11. Çok yüksek ve yüksek taşkın tehlikesi taşıyan alanların mekânsal kullanımı.

Tehlike sınıfı	Okul(Adet)	Yapay alanlar(km ²)	Tarım alanı
Yüksek	17	18.25((%20)	9.78
Çok yüksek	11	7.66(%9)	7.71

Yapılan hesaplamalarda çok yüksek tehlike sınıfında 11 okul yaklaşık 7.66 km² yapay alan ve 7.71 km² tarım alanı, Yüksek tehlike sınıfında 17 okul yaklaşık 18.25 km² yapay alan ve 9.78 km² tarım alanı bulunmaktadır.

Sonuç olarak yapılan çalışma taşkın tehlikesi olan yerlerin tespitinin çok kriterli karar verme yöntemiyle tespitine yönelik olup, daha ayrıntılı çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bu tür çalışmaların özellikle yeni yerleşim alanlarının planlanmasından önce kullanılması önem arz etmektedir.

Taşkınların afete dönüşmemesi için aşağıda belirtilen ilkelere uyulması önem arz edecektir:

- Öncelikle taşkın yataklarının kentleşmeye açılmaması, bu alanların imar planlarında yeterli genişlikte yeşil alan veya rekreasyon alanı olarak bırakılması, imar planları ve diğer planlar yapılırken DSİ'den mutlak surette görüş alınması gerekmektedir.
- Kırsal alanlardan veya tarım alanlarında geçen derelerde de gerekli yapısal önlemlerin alınması tarımsal zarar kayıplarının önüne geçecektir.
- Derelere çöp ve benzeri katı maddelerin atılmaması, ilgili belediyesince temizlik faaliyetleri sık aralıklarla yapılmalıdır.
- Yerleşim alanlarından geçen derelerin taşkın debilerinin daha yüksek alınması çünkü kentsel alanlarda infiltrasyon (sızma) az olduğundan akışa geçen su debiyi artırıcı etkiye sahiptir.
- Derelerin üzerinde yapılan menfezler gelecek bir miktar katı maddeyi biriktirmeyecek şekilde ve genişlikte yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Ayalew L, Yamagishi H, Ugawa N** (2004). Landslide susceptibility mapping using GIS-based weighted linear combination: The case in Tsugawa area of Agano River. *Landslides* 1: 73–81.
- Dai FC, Lee CF, Zhang XH** (2001). GIS-based geo-environmental evaluation for urban land-use planning: a case study. *Eng Geol* 61: 257–271.
- Jankowski, P.**, Integrating Geographical Information Systems and Multiple Criteria Decision Making Methods, *Int. J. Geogr. Inf. Syst.*, 9, 3, 251–273, 1995.
- Joerin F., Theriault M, Musy A** (2001). Using GIS and outranking multicriteria analysis for land-use suitability assessment. *Int. J of Geog In Sci* 15: 153–174.
- Lee, J.B., Lee, J.K. and Chang, S.R.** (2013) A Study on the Risk Level of Work Types in Nuclear Power Plant Construction. *Journal of the Korean Society of Safety* , 28, 95-99.
- Lee, D.U. and Kim, Y.S.** (2003) A Study on the Cost Risk Analysis for Construction Projects Using Fuzzy-AHP Method. *Journal of Architectural Institute of Korea* , 19, 169-176.
- Lhee, S.C., Choi, Y.J. and Choi, Y.** (2011) Determining the Priority of Factors for Reducing Energy at Deteriorated School Buildings Using AHP Method. *Journal of the Korea Institute of Ecological Architecture and Environment* , 11, 127-132.
- Kolat C, Doyuran V, Aydan C, Suzen LM** (2006). Preparation of a geotechnical microzonation model using Geographical Information Systems based on multicriteria decision analysis. *Eng Geol* 87: 241–255.
- Malczewski, J.**, GIS and Multicriteria Decision Analysis, John Wiley and Sons, New York, 1999, pp.
- Malczewski, J.**, Integrating Multicriteria Analysis and Geographic Information Systems: The Ordered Weighted Averaging (OWA) Approach, *Int. J. Environ. Sci. Technol.*, 6, 1–2, 7–19, 2006.
- Saaty TL** (1980). *The Analytical Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York.
- Yoon, K., Hwang, C.**, 1995. *Multiple Attribute Decision Making*.