

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME VE BİLGİ DİFÜZYONU YÖNTEMLERİ İLE TAŞKIN RİSK ANALİZİ

Aybike Saral¹, Nebiye Musaoğlu²

¹İTÜ, İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Bölümü, Maslak, İstanbul, saralaybik@itu.edu.tr

²İTÜ, İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, Maslak, İstanbul, musaoglune@itu.edu.tr

ÖZET

Taşkınlar ülkemizde olduğu kadar tüm dünyada, başta yaşanan çevre olmak üzere, insanların sosyal ve ekonomik hayatlarını etkileyen en önemli doğal afetlerden birisidir. Günümüzde, ülkemizde de tüm dünyada olduğu gibi bu konuda yapılan çalışmalar artmaktadır. Bu tür çalışmalarda zaman ve verinin doğruluğu önem taşımaktadır. Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri bu tür uygulamalar için birçok olanak sağlamaktadır. Bu çalışmanın amacı, risk analizi yapan bir yazılım geliştirmektir. Çalışma kapsamında risk analizi yazılımı geliştirilirken, Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi ve Bilgi Difüzyonu yöntemleri kullanılmıştır. Taşkın Risk Analizi (TRA) yazılımı, Visual Studio 2005 ortamında VB.NET programlama dili ile geliştirilmiştir. Būnyesinde, Analitik Hiyerarşi ile Bilgi Difüzyonu olmak üzere iki farklı yöntemi barındıran sistem, kullanıcıların kolay bir arayüz eşliğinde taşkın riskini belirlemelerini sağlamaktadır.

Anahtar Sözcükler: Taşkın, Risk Analizi, Analitik Hiyerarşi Yöntemi, Bilgi Difüzyonu Yöntemi.

ABSTRACT

Flooding in Turkey is a common natural disaster, and one that causes serious damage and harm as well as the whole world. In today's world, there are many technologies for flood risk analysis. For these technologies, the accuracy and timeliness of information is very important. Remote sensing and geographic information systems issues provides many opportunities for these technologies. Today, the studies on these topics are increasing in our country as well as all over the world. In this study, a software was designed for the flood risk analysis with Analytic Hierarchy Process (AHP) and Information Diffusion (InfoDif) methods. It has been seen that the TRA software which use two different methods for flood risk analysis, can be more effective, for achieving different decision problems (landslide, avalanche, floods, earthquakes, hurricanes, forest fires, volcano eruptions etc.) from classical methods and produce more faster and reliable results. This software (TRA) developed in Visual Studio 2005 environment with VB.NET programming language.

Keywords: Flood, Risk Analysis, Analytic Hierarchy Process, Information Diffusion Method.

1. GİRİŞ

Taşkınlar kendi ülkemizde olduğu kadar tüm dünyada da, başta yaşanan çevre olmak üzere, insanların sosyal ve ekonomik hayatlarını etkileyen en önemli doğal afetlerden birisidir. Taşkınların ülkemizde yarattığı zararın en büyük nedeni, dere yataklarına verilen imar izni sonucu bu bölgede kurulan yerleşimin, dere yatağını kapatmasıdır. Bu durumda derenin, şiddetli yağış sonucunda, debisinin artmasıyla daralan yatağından taşması ve denize ulaşabilmesi için önüne çıkan yerleşimi sular altında bırakması kaçınılmazdır. İnsanoğlunun çevreyi, çıkarları doğrultusunda, tabiatın dengesini bozacak şekilde değiştirmesi yaşanacak felaketlerin ana kaynağını oluşturmaktadır.

Şiddetli yağış ve/veya kar erimesinden dolayı oluşan ve akarsu yatağında taşma gösteren akışa taşkın adı verilmektedir (Ağırlioğlu, 2007). Suların bulunduğu yerde yükselerek veya başka bir yerden gelip genellikle kuru olan yüzeyleri kaplamasına ise sel adı verilmektedir. Sel ve taşkın terimlerinin çoğu zaman eş anlamlı terimler olarak kullanılmasına karşılık, sellerin daha çok yukarı havzalarda ve yan derelerde ani olarak meydana gelen ve fazla miktarda katı materyal içeren yüksek su akışlarını, taşkınların ise daha çok vadi tabanlarında ve aşağı havzalarda meydana gelen ve sellere oranla daha küçük boyutlu materyal içeren yüksek su akışlarını ifade ettiği bilinmelidir. Ancak konuya ilişkin olarak dilimize yerleşmiş bazı teknik terimleri değiştirmemek için zaman zaman sel ve taşkın terimlerini eş anlamda kullanmak ve bu ikisi arasında kesin bir ayırım yapmamak anlam bütünlüğü açısından daha uygun görülmektedir (Parlak, 2006).

Günümüzde rastlanılan en yaygın taşkın oluşma sebebi; kuvvetli yağmur fırtınalarında drenaj sistemlerindeki yetersizlik sonucu, ana nehir kanallarının tamamen dolu olması ile meydana gelen taşmalardır. Dağlık bölgelerde ise seller, kar erimesi veya yağışla birleşen kar suyundan meydana gelmektedir Çok nadir olarak da barajların çökmesi ve taşmasından kaynaklanan sellere rastlanılmaktadır. Sel ve taşkınlar, ülkemiz de dahil olmak üzere dünyanın birçok bölgesinde önemli ölçüde can ve mal kaybına neden olmaktadır (Onuşlu ve Harmancıoğlu, 2002).

Uluslararası Acil Afetler Veritabanı verilerine göre (Tablo 1), dünyada 1900-2008 yılları arasında; toplam 2238 taşkın olmuş, 2 milyara yakın kişi etkilenmiş, 3 milyona yakın kişi hayatını kaybetmiş, 200 milyar dolar üzerinde zarar oluşmuştur.

Tablo 1: Taşkın Bilançosu (Eroglu, 2006).

Yıl	Taşkın Sayısı	Ölü Sayısı	Su Altında Kalan Alan(Hektar)	Toplam Zarar(\$)
1989	10	1	9.500	1.900.000
1990	26	57	7.450	206.000.000
1991	23	23	15.770	14.000.000
1992	14	1	690	11.000.000
1993	2	-	60	43.000
1994	9	4	1.680	1.200.000
1995	20	164	201.100	1.100.000
1996	4	1	11.000	1.200.000
1997	1	-	1.390	60.000
1998	2	57	7.000	600.000
1999	1	3	-	-
2000	4	-	8.066	-
2001	6	8	43.297	85.312.500
2002	2	27	510	4.375.000
2003	21	7	64.200	-
2004	19	3	25.750	-
2005	33	14	13.855	69.689.000

2. VERİ

2.1 Çalışma Alanı

Ayamama Deresi, İstanbul Avrupa yakasında, Esenler tarafından doğar, İkitelli’den geçip Mahmutbey ve Güneşli’ye varıp (Şekil 1), devamında Yenibosna’dan geçerek Ataköy’e ulaşır, oradan Marmara Denizi’ne dökülmektedir. Önemli bir bölümü Bahçelievler İlçesi’nde bulunan Ayamama Deresi, ıslah edilmekle birlikte çevreye verdiği korku ve zarar hala devam etmektedir. Günümüzde Ayamama Deresi’nin Ataköy’de kalan bölümünün üzeri, kapatılarak kullanılmaktadır. Ayrıca İkitelli Organize Sanayi Bölgesi de Ayamama Deresi Havzası’nda kurulmuştur (Einfalt, Keskin, 2010).

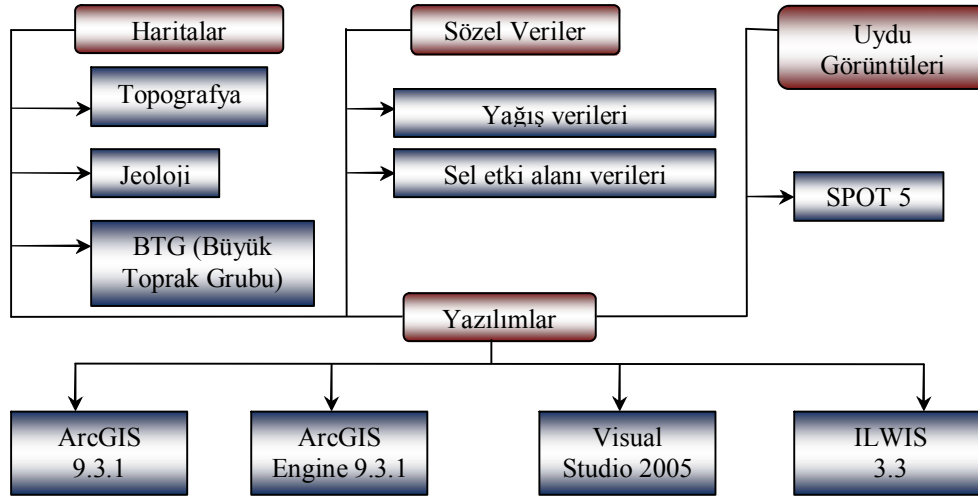


Şekil 1: Çalışma alanının konumu

Ayamama Deresi, 42 km uzunluğunda olup, 8 kolu bulunmaktadır. Derenin 8.5 kilometresi TEM ile E-5 karayolu arasında kalmaktadır. Dere Başakşehir’den itibaren sırası ile Bağcılar, Küçükçekmece ve Bahçelievler’den geçerek Bakırköy sınırları içerisinde Marmara Denizi’ne bağlanmaktadır. Dere yatağı üzerinde tamamen veya kısmen işgalli yapılar bulunmakta ve bu işgalli yapılar kısmen duvar veya yapı şeklinde olmaktadır. Hava fotoğrafları ve yerinde yapılan tespitlere göre derenin iki yakası boyunca tespit edilen yapı sayısı (duvar işgalleri dahil) 108 adet olarak belirlenmiştir. Yapılaşmanın yüzde 61’i TEM ile E-5 Karayolu arasında, yüzde 39’u ise TEM’in kuzeyinde yer almaktadır (İBB, 2009).

2.2 Kullanılan Veriler

Çok Kriterli Karar Verme ve Bilgi Difüzyonu yöntemlerini kullanarak risk analizi yapan yazılımda kullanılan başlıca veriler Şekil 2'deki gibidir.



Şekil 2: Çalışmada kullanılan başlıca veriler ve yazılımlar

Programın birinci bölümü olan AHP yöntemiyle taşkın risk analizi için; sayısal yükseklik modeli, bu sayısal yükseklik modelinden elde edilmiş eğim ve baki haritaları, arazi kullanımı haritası, stragrafi ve yapısal jeoloji haritası olmak üzere beş adet veri kullanılmıştır. Sayısal yükseklik modeli, SPOT 5 uydu görüntülerinden elde edilmiştir.

Çalışmada kullanılan ikinci yöntem olan Bilgi Difüzyonu yöntemi için ise, Ayamama Deresi'nin günlük yağış verileri, nem içerikleri, arazi kullanımı, hidrolojik toprak grupları ve bölgede oluşan geçmiş taşkınların oluşturduğu hasar alanı verileri kullanılmıştır. Günlük yağış verileri, nem içerikleri, hidrolojik toprak grubu haritası ve arazi kullanımı verileri Ayamama Deresi'nin akım değerlerini elde etmede kullanılmıştır. Hidrolojik toprak grupları verisi için büyük toprak grupları haritası kullanılmıştır.

TRA yazılımı geliştirilirken, Visual Studio 2005 ortamında VB.Net programlama dili kullanılmıştır. Yazılımın harita üretimi kısmı için ArcGIS Engine yazılım geliştirme aracı kullanılmıştır. Yağış verilerinden akım verilerinin elde edilmesinde yardımcı olarak ILWIS 3.3 yazılımı kullanılmıştır.

3. YÖNTEM

3.1 Analitik Hiyerarşi Yöntemi

Analitik Hiyerarşi Yöntemi Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri'nin en sık kullanılanıdır. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri'ni kullanmaktaki amaç, alternatif ve kriter sayılarının fazla olduğu durumlarda karar verme mekanizmasını kontrol altında tutabilmek ve karar sonucunu mümkün olduğu kadar kolay ve çabuk elde etmektir. (Öztürk, 2009). AHP, karar vericinin; tüm alternatifleri tüm kriterler altında değerlendirerek, göreceli önemlerine göre ikili karşılaştırmalar yapmasına dayanmaktadır. Herhangi bir karar verme probleminin AHP ile çözüme ulaştırılabilmesi için izlenmesi gereken adımlar aşağıda tanımlanmıştır.

Adım 1 : Karar verme problemi tanımlanır.

Adım 2 : Değerlendirme ölçütleri için ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur.

Tablo 1: Önem skalası

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Her iki durumun eşit öneme sahip olması durumu
3	1. Durumun 2. durumdan daha önemli olması durumu
5	1. Durumun 2. durumdan çok önemli olması durumu
7	1. Durumun 2. duruma nazaran çok güçlü bir öneme sahip olması durumu
9	1. Durumun 2. duruma nazaran mutlak üstün bir öneme sahip olması durumu
2,4,6,8	Ara değerler

Adım 3 : İkili karşılaştırma matrisinin her elemanı, kendi sütun toplamına bölünerek normalleştirilmiş karşılaştırma matrisi elde edilir.

Adım 4 : Normalleştirilmiş karşılaştırma matrisinin her satırda satır ortalamaları hesaplanarak ölçütlerin göreceli önem değerleri elde edilir.

Adım 5: Tutarlılık oranı (CR - Consistency Rate) hesaplanır.

Adım 6 : Sonuç dağılımının bulunması işlemleri sırasıyla yapılır (Aydın vd, 2009).

3.2 Bilgi Difüzyonu Yöntemi

Küçük drenaj alanına sahip havzalarda oluşan sellerin çevreye verdikleri zarar bilgileri genellikle en fazla 30 yıllık oldukları için, bir yıllık bir periyodun üzerindeki risk göstergeleri ile uğraşırken, geçmiş verilerin eksikliği sorunu ile yüzleşmemiz gerekmektedir. Bu durum daha çok, olasılık hesabı yapan geleneksel risk analiz yöntemlerinin, örnekleme sayılarının genellikle 30'un üzerinde olmasından kaynaklanmaktadır. Eğer yetersiz veri ile çalışılırsa, elde edilen analitik sonuçlar, aşırı derecede hatalı olacaktır (Lihua vd, 2008).

“Information Diffusion Theory” yani Bilgi Difüzyonu Teorisi, imkan dahilinde belli başlı yararlı verileri örneklerden çıkartmaya yardımcı olup, sistem kabulünün doğruluğunu iyileştirmektedir (Huang 2002; Palm 2007). Bilgi Difüzyonu Teorisinde, tek değerli örnek bir dizi, sayısal değerli bir örneğe dönüştürülmektedir. Bu tür modellerin en basiti normal difüzyon modeli ise aşağıdaki şekilde işlemektedir (Chang vd, 2007).

Taşkın hasar indeks alanının eşitlik 1'deki gibi gösterildiğini farzedelim;

$$U=\{u_1, u_2, \dots, u_n\} \quad (1)$$

Tek değerli gözlem örneğinin, y_j , taşıdığı bilgi U alanının her noktasına yayılması 2 numaralı eşitlik ile ifade edilir;

$$f_j(u_i) = \frac{1}{h\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(y_j-u_i)^2}{2h^2}} \quad (2)$$

Formülasyondaki h difüzyon sabiti olup, maksimum b ve minimum a değerlerine bağlı olarak belirlenir ve örnek setleri içindeki örnekleme sayısı m ile eşitlik 3'deki şekilde ilişkilendirilir;

$$h = \begin{cases} 1.4230(b-a)/(m-1) & m < 10 \\ 1.4208(b-a)/(m-1) & m \geq 10 \end{cases} \quad (3)$$

Bulanık altkümenin ilgili bağlantı fonksiyonu eşitlik 4'deki gibi olacaktır;

$$\mu_{y_j}(u_i) = f_j(u_i) / \sum_{i=1}^n f_j(u_i) \quad (4)$$

$\mu_{y_j}(u_i)$ fonksiyonu y_j 'nin normalize edilmiş bilgi dağılımı olarak ifade edilir. İyi bir sonuç üreten risk analizi için eşitlik 5'i uygulamamız gerekmektedir.

$$q(u_i) = \sum_{j=1}^m \mu_{y_j}(u_i) \quad (5)$$

Eşitlik (3.10)'daki fonksiyonun fiziksel anlamı; eğer taşkın hasarının gözlem değeri $u_1, u_2, \dots, u_n$ serisinin birinden seçiliyorsa, örnekleme sayısı u_i 'nin gözlem değeri ile birlikte $q(u_i)$ olarak sunulur. Bu değer sıfırdan küçük olmamak şartı ile pozitif bir tamsayı olmayacaktır.

Eşitlik 6'daki $\sum_{i=1}^n q(u_i)$ değeri formülden de anlaşılacağı üzere u_i 'deki her bir örnekleme, değerinin toplamına eşittir.

$$p(u_i) = q(u_i) / \sum_{i=1}^n q(u_i) \quad (6)$$

Buna göre u_i noktasındaki örneğin frekans değeri 7'deki gibi hesaplanır ve bu değer olasılığın hesaplanmış değeri olarak kullanılır.

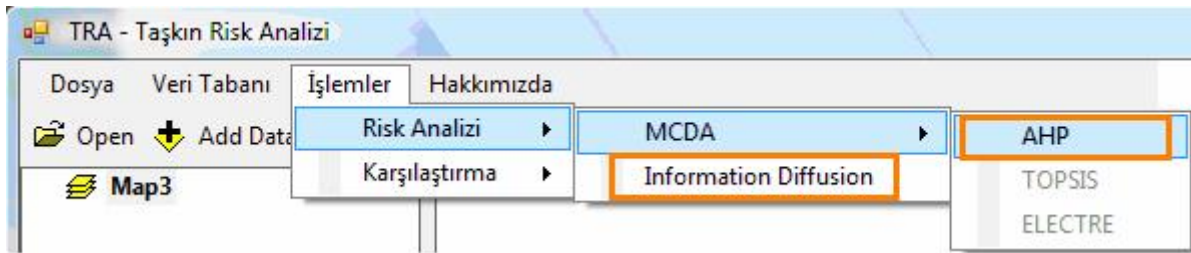
$$p(u \geq u_i) = \sum_{k=1}^n p(u_k) \quad (7)$$

Buna göre 7'deki formülde $p(u \geq u_i)$ notasyonu, risk değerlendirmesi için gereken değerdir (Chang, Chongfu ve Yaozhong, 2007).

4. YAZILIM

TRA (Taşkın Risk Analizi) yazılımı, Visual Studio 2005 ortamında VB.NET programlama dili ile geliştirilmiştir. Bünyesinde, Analitik Hiyerarşi ile Bilgi Difüzyonu olmak üzere iki adet risk analizi yöntemi barındıran sistem, kullanıcılara kolay bir arayüz eşliğinde taşkın riskini belirlemelerini sağlamaktadır.

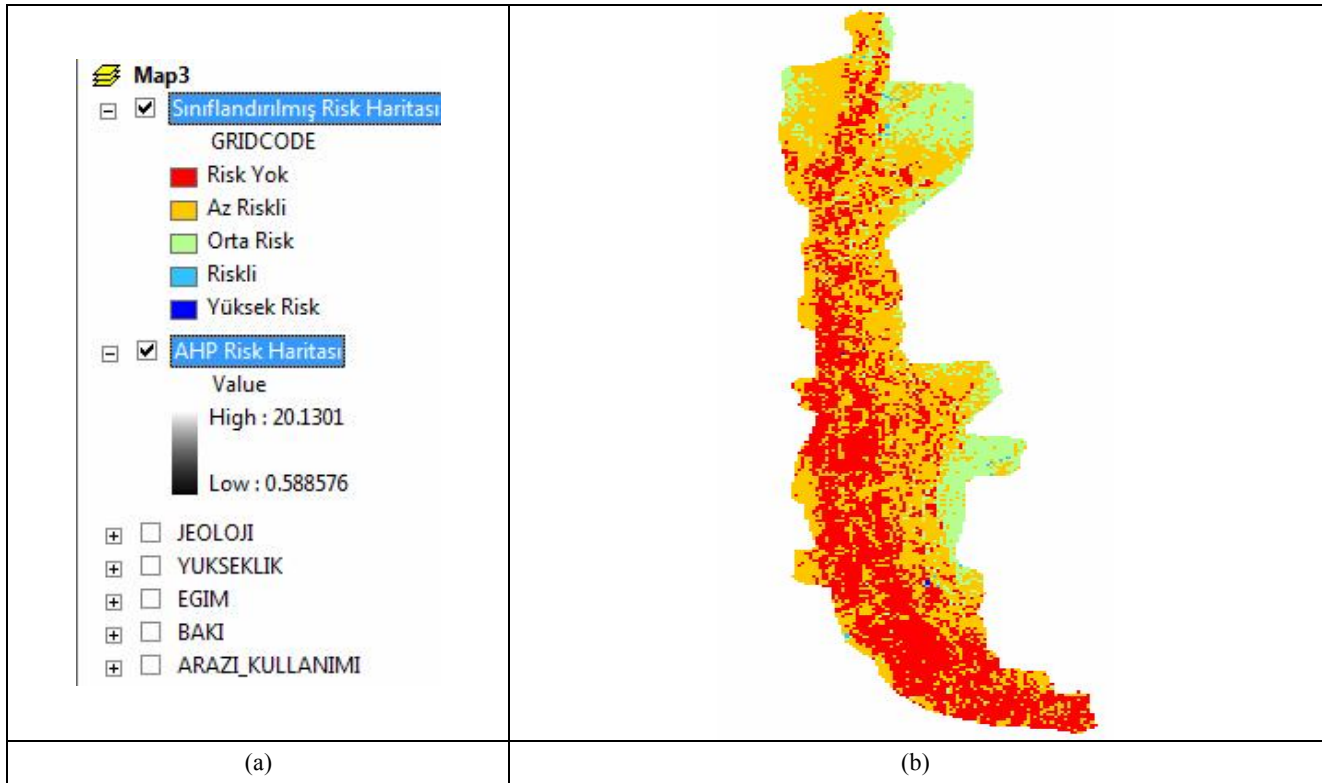
TRA yazılımında risk analizi yöntemleri için ayrı birer form tasarlanmıştır. Bu formlara ulaşmak için ana sayfadaki seçim menüsünden “İşlemler” seçeneğinden istenilen yöntem seçilmelidir (Şekil 2).



Şekil 2: TRA AHP & Infodif Yöntemi.

Geliştirilen Taşkın Risk Analizi yazılımında kullanılan ilk yöntem olan AHP yönteminde riskli alanlar belirlenirken parametreler teker teker programa alınarak risk analizi yapılmıştır. Ayamama Deresi için yapılan risk analizinde, yükseklik, eğim, bakı, jeoloji ve arazi kullanımı olmak üzere beş adet ölçüt ile çalışılmıştır (Sara vd, 2010).

Risk analizi yöntemlerinden AHP seçilmeden önce kullanıcının yapmakla yükümlü olduğu işler bulunmaktadır. Öncelikle, üzerinde çalışacakları kriterleri “katman” olarak daha önceden kaydedilmiş olmaları gerekmektedir. Program “.lyr” uzantılı olan veriler üzerinde çalıştığı için, farklı bir uzantıdaki dosyalarla programın AHP modülü çalışmayacaktır. Bunun dışında programın herhangi bir kısıtlaması yoktur. Yani program, her tür karar probleminde (heyelan, sel, deprem, konut yeri seçimi vb.) kullanılabilecek şekilde tasarlanmıştır ve kullanılan faktörlerde ya da alt kriterlerde herhangi bir sınırlama yapılmamıştır. AHP ile risk analizi yapılmak istendiğinde, kullanıcıya, programa yüklediği bütün “.lyr” uzantılı ölçüt katmanlarının listesi gelecektir. Bu panelde kullanıcı mutlaka işlem adımlarını sırasıyla takip etmelidir. Program tarafından adımlar arası geçiş kontrol edildiğinden herhangi bir adımı tamamlamadan, bir sonrakine geçmeye çalışıldığında, paneldeki işlemler kullanıcı için kapatılmaktadır. AHP yönteminde ilk adım ölçüt katmanlarının “İkili Karşılaştırma” matrislerinin oluşturulmasıdır. Burada kullanıcının seçtiği bütün katmanlar birbirlerine göre ağırlıklandırılmaktadır. İkili karşılaştırma matrisi oluşturulurken kullanıcının girdiği ağırlıkların sonucunda oluşan matrisin tutarlı olup olmadığı da program tarafından hesaplanmakta ve gerekli koşul sağlanmadığı takdirde kullanıcı uyarılmaktadır. AHP yönteminde 1. adım tamamlandığı takdirde 2. adıma geçiş yapılır. Bu adımda sol tarafta bulunan kutuya, 1. adımda sıralanan ölçüt katmanları listelenmektedir. Kullanıcı bu listeden teker teker seçim yaparak, seçilen ölçüt katmanının parametreleri için ikili karşılaştırma matrisi oluşturmalı ve her ölçüt katmanından sonra “Tamam” seçeneğini seçmelidir. Böylelikle yapılan değerlendirmeler veri tabanına kaydedilerek daha sonraki erişim için saklanabilmektedir. AHP yönteminin son adımında ise kullanıcı, daha önce yapmış olduğu ağırlıklandırmanın sonuç tablolarıyla karşılaşır. Burada ölçüt katmanları solda, parametreler ise sağda listelenerek yapılan ağırlıklandırmaların sonucu kullanıcıya sunulur. Kullanıcı, “Harita Oluştur” seçeneğini seçerek ana formda, ağırlıklandırma sonucu oluşan risk haritasını elde eder. Bu risk haritası ana formda “AHP Risk Haritası” ismi ile görüntülenir. Elde edilen gri renk tonundaki harita sınıflandırılarak her bir katman renkli olarak oluşturulur. Program bu değerleri kullanıcıdan aldıktan sonra sınıf sayısına göre renk skalasını kullanarak her bir sınıfa renk ataması yapmaktadır.



Şekil 3: TRA Analitik Hiyerarşi Yöntemi - Sınıflandırılmış risk haritası.

Program taşkın risk haritasında riskli yerler olarak belirlenen bölgelerin alan olarak hesaplanmasına da olanak sağlamaktadır. Program hesaplamaları yaptıktan sonra kullanıcıya bu sonuçları rapor olarak sunmaktadır. Bu rapora göre yazılımın “Çok Yüksek” olarak belirlediği alan 294.75 ha, “Yüksek” olarak belirlediği alan 266.49 ha, “Orta” olarak belirlediği alan 383.13 ha, “Düşük” olarak belirlediği alan 135.09 ha, “Çok Düşük” olarak belirlediği alan 8.46 ha şeklinde bulunmuştur. Oluşturulan harita bütün Ayamama Deresi Havzası’nı kaplamadığı için çıkan sonuçlar tüm havza bazında değerlendirilmemelidir (Sara, 2010).

TRA yazılımının ikinci yöntemine göre risk analizi yapılmak istendiği takdirde risk analizi yöntemlerinden “Information Diffusion” seçilmelidir. Bu seçenek seçildiğinde açılan yeni sayfada program kullanıcıdan çalışma bölgesi için “.txt” uzantılı akım verileri dosyasını isteyecektir. Kullanıcı bu dosyayı sisteme yüklediği takdirde ekranda akım verileri ve geçmiş taşkın hasar miktarları tarihleriyle birlikte listelenecektir.

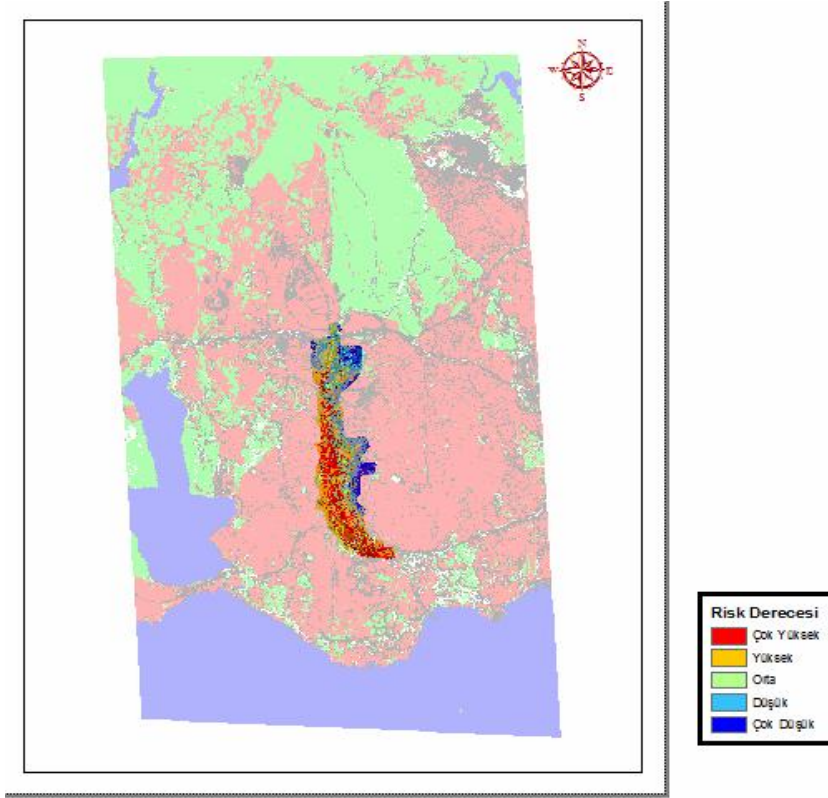
Burada belirtilen “OLASILIK” değerleri, karşısında yer alan “DERECE” değerlerinin Ayamama Bölgesi için gerçekleşme olasılığını vermektedir. Örneğin “DERECE” değeri 90 olan satırda “OLASILIK” değeri 0.9044 bulunmuştur. Bunun anlamı Ayamama Deresi’nin akım değerinin 90 m³/s seviyesine gelme olasılığı 0.9044 olacaktır. “DERECE” alanında yazılı olan değerler Eşitlik 1’deki U_n değerleridir. Bu değerler kullanıcı tarafından çalışılan bölgenin akım verilerine göre oluşturulmaktadır. Başlangıç, bitiş ve artım değerlerini kullanıcı belirlemektedir.

Analiz sonuçlarında, Ayamama Deresi’nin akım seviyesi belirli bir değere ulaştığında, o değere ulaşması için geçen sürenin hesaplanarak, bu değerde taşkın olma olasılığı ve taşkın olduğunda ne kadarlık bir alana hasar vereceği bilgileri raporda sunulmaktadır.

5. SONUÇ

Taşkın kontrolü, taşkınların vereceği zararları minimuma indirmek için yapılan çalışmalar bütünüdür. Taşkın risk haritalarının hazırlanması, zararı minimize etmek için yapılacak çalışmaların başında gelmelidir.

Yapılan bu çalışmada Ayamama Deresi için taşkın risk analizi çalışmaları uzaktan algılama ve CBS ile gerçekleştirilmiştir. TRA ile yapılan risk analizleri sonucunda, Ayamama Deresi için AHP yöntemi ile olası risk bölgeleri belirlenmiş ve Şekil 4’de gösterilmiştir.



Şekil 4: Ayamama Deresi taşkın risk haritası.

Oluşturulan risk haritası değerlendirildiğinde “Çok Yüksek” taşkın riskine sahip alanların yerleşim bölgesi üzerinde kaldığı ve bu alanlar olası bir taşkında zarar görme olasılığı en yüksek yerler olarak belirlenmiştir.

TRA ile Ayamama Deresi için Infodif yöntemiyle gerçekleştirilen risk analizi sonucunda derenin ulaşabileceği akım değerlerine göre taşkın gerçekleşme olasılığı ve taşkın meydana geldiğinde kaç hektarlık alanda etkili olacağı bilgisi kullanıcıya sunulmuştur. Buna göre Ayamama Deresi 100 m³/s veya daha üzerinde bir akım değerine ulaştığında taşkın olma olasılığı daha yüksek görülmektedir. Şekilde de görüldüğü üzere Ayamama Deresi 180 m³/s akıma ulaştığında taşkın olma olasılığı %97.2 olacak ve yaklaşık 50 ha gibi bir alanda etkili olacaktır. 09.09.2009’da meydana gelen sel felaketinde 21 km² uzunluğuna, 6.679 ha’lık drenaj alanına sahip Ayamama Deresi taşıdığı o günkü akım değeri 185 m³/s ölçülmüştür.

İki yöntem arasında etki alanları bakımından çok büyük farklar olmasının nedeni kullanılan ikinci yöntem için gerekli gerçek verilerin ilgili makamlardan tedarik edilememesi ve programa girdi olarak temsili verilerin kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Ayamama Deresi’nin hem 2009 yılında hem de geçmiş senelerde meydana gelen taşkınlar için herhangi bir hasar verisine ulaşamadığı için TRA yazılımına girilen veriler sadece tahmini değerler olmuştur ve sistemin ürettiği sonuçlar buna bağlı olarak gerçek sonuçlarla örtüşemeyebilmektedir. Gerçek hasar ve akım verileri bulunduğu sistem daha güvenilir sonuçlar üretecektir. Aynı şekilde yazılım için kullanılan ilk yöntemde, kullanılan verilerin tüm Ayamama Deresi Havzası’nı içermemesi risk analizi sonucunu etkilemektedir. Ayrıca bu yöntemde kriterlerin ağırlıklandırılması kişiye göre değiştiğinden elde edilen sonuçlar da buna bağlı olarak değişecektir.

Gerçekleştirilen TRA yazılımı gerekli veriler temin edildiği takdirde herhangi bir doğal afetin oluşturacağı riskin analiz edilmesinde ya da herhangi bir karar probleminin çözümünde kullanılabilir. Yazılımın ürettiği haritaların ve rapor sonuçlarının gerçek sonuçlarla örtüşebilmesi için kullanıcının mutlaka doğruluğundan emin olduğu verilerle çalışması gerekmektedir. Amaç kurulan sistemin çalışabilirliğinin test edilmesi olduğu için çalışmada gerçek verilerin yanı sıra temsili veriler de kullanılmıştır. Ancak temsili veriler kullanıldığında yazılımın üreteceği sonuçların kullanılması yanıltıcı sonuçlar üretecektir. Geliştirilen yazılımda gerçek veriler ile analizlerin yapılması risklerin belirlenmesine ve karar vericilerin somut değerlerle hareket etmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Ağralıoğlu, N., 2007. *Baraj Planlama ve Tasarımı*; Su Vakfı Yayınları, 73.

Aydın, Ö., Öznehir, S., Akçalı, E., 2009. *Ankara için Optimal Hastane Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci ile Modellenmesi*, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, C.14, S.2, s. 69-86.

- Chang, Y., Chongfu, H., Yaozhong, P., 2007. *Flood Disaster Risk Analysis for Songhua River Basin Based on Theory of Information Diffusion*, ICCS 2007, Part III, LNCS 4489, pp. 1069–1076,.
- Einfalt, T., Keskin, F., 2010. *Analysis of the Istanbul Flood 2009*, BALWOIS 2010 - Ohrid, Republic of Macedonia - 25, 29 May 2010.
- Eroğlu, V., 2006. *Taşkınların Havza Bazında Yönetimi*, 1.Ulusal Taşkın Sempozyumu, Mayıs 2006, sf 3-15.
- Huang, C.F., 2002. *An Application of calculated fuzzy risk*, Information Sciences 142 (2002) 37–56.
- Huang, C.F., 2002. *Information diffusion techniques and small-sample problem*, Internat J Information Technol Decision Making 1(2):229–49.
- Lihua, F., Gaoyuan, L., 2008. *Flood Risk Analysis On Information Diffusion Theory*, Human and Ecological Risk Assessment, 14: 1330–1337. Retrieved 12.02.2010, from <http://0-apps.isiknowledge.com.divit.library.itu.edu.tr/>
- Onuşluel, G., Harmancıoğlu, N. B., 2002. TMH - Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 420-421-422/2002/4-5-6.
- Öztürk, D., 2009. *Risk Analizi, Cbs Tabanlı Çok Ölçütlü Karar Analizi Yöntemleri İle Sel Ve Taşkın Duyarlılığının Belirlenmesi: Güney Marmara Havzası Örneği*, Doktora Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Palm, R., 2007. *Multiple-step-ahead prediction in control systems with Gaussian process models and TS-fuzzy models*. Engineering Applications of Artificial Intelligence 20(8):1023–35.
- Parlak, M., 2006. *Sedimentin Taşkınlara Etkisi ve Kontrolü*, 1.Ulusal Taşkın Sempozyumu, Mayıs 2006, sf 187-197.
- Saral, A., 2010. *Çok Kriterli Karar Verme ve Bilgi Difüzyonu Yöntemleri Yardımıyla Taşkın Risk Analizi Yazılımının Gerçekleştirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Bilişim Enstitüsü, İstanbul.
- Saral, A., Özcan, O., Musaoğlu, N., 2010. *Flood Risk Analysis Using Information Diffusion Theory –A Case Study : Ayamama Creek*, 30th Earsel Symposium: Remote Sensing for Science, Education and Natural and Cultural Heritage, 31th May – 3rd June 2010, UNESCO Headquarters, Paris, France.
- URL 1, İBB (İstanbul Büyük Şehir Belediyesi) İnternet sitesi, *Ayamama Deresi'nde dönüşüm başladı – Ekim 2009*, <http://www.ibb.gov.tr/tr-TR/Pages/Haber.aspx?NewsID=17791>, 25 Nisan 2010.