

HİDROLOJİK MODELLEMENİN BİLGİ DİFÜZYON TEORİSİ KULLANILARAK UZAKTAN ALGILAMA VE CBS İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

O. Özcan^a, A. Saral^b, N. Musaoğlu^c

^a İTÜ, Uydur Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Merkezi, 34469 Maslak İstanbul, Türkiye - orkan@cscrs.itu.edu.tr

^b İTÜ, Uydur Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Programı, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye - saralaybik@itu.edu.tr

^c İTÜ, İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak İstanbul, Türkiye - musaoglune@itu.edu.tr

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Hidrolojik Modelleme, Bilgi Difüzyon Teorisi, Taşkın Risk, Hasar İndeks Alanı, Ayamama Deresi – İstanbul.

ÖZET:

Gelişmekte olan birçok ülkede hızlı kentleşme, afet riskleri ve zarar görübilirlikler büyük sorun teşkil etmektedir. Kontrolsüz gelişmeler, yoğun yerleşim yerleri, yetersiz altyapı ve uygunsuz teknolojilerin kullanılması ile ilgili mevcut riskleri ortaya çıkarmaktadır. Tehlikeli alanların haritalanmasındaki gelişmeler, toplum zarar görübilirliklerinin değerlendirilmesi ve yıkıcı güçlere karşı dayanıklı tasarımların yapılması, kayıpların azaltılması için yeni fırsatlar yaratmıştır. Kentleşme ve nehir akımları arasındaki ilişki, gelecekteki akım verilerinin eğiliminin belirlenmesinde yardımcı olacaktır. Kırsal ve kentsel alanlardaki yüzeysel akış miktarı genellikle, sızma ve buharlaşma süreçlerinden sonraki fazla suyun bir reaksiyonudur. Sızma oluşmayan kentsel bölgeler geçirimsiz yüzeye neden olacaktır. Uzaktan Algılama teknikleri ve CBS uygulamaları, kentleşme ve nehir akımları arasındaki ilişkinin belirlenmesinde yararlı araçlardır. Kentleşmenin nehir akımları üzerindeki etkisi belirlendiğinde, gelecekteki eğilimi tahmin etmek mümkün olacaktır. Küçük drenaj alanına sahip havzaların taşkın verilerinin eksikliği nedeniyle, taşkın risk analizlerinde kullanılan veriler yetersiz olmaktadır. Risk analizi için sadece sınırlı veri setinin kullanılması problem teşkil etmektedir. Bu tarz problemlerin analizinde kullanılabilir bir yöntem olan Bilgi Difüzyon Teorisi, imkan dahilinde belli başlı yararlı verileri örneklerden çıkartmaya yardımcı olup, sistem kabulünün doğruluğunu iyileştirmektedir. Bu çalışmanın amacı, taşkın risk analizinde Bilgi Difüzyon Teorisi kullanılarak Hidrolojik Modellemenin değerlendirilmesidir. Yöntemde, taşkın riskinin analizi için Ayamama Deresi'nin 1975 – 2009 yılları arasındaki günlük akım verileri ile geçmiş taşkınların etki alanlarının verileri kullanılmıştır. Ayrıca, Uzaktan Algılama ve CBS uygulamaları ile kontrolsüz kentleşmenin Ayamama Nehri taşkını üzerindeki etkileri incelenmiştir. Hidrolojik parametreler ve drenaj alanı Sayısal Arazi Modeli ile belirlenmiştir. Havza parametreleri HEC_RAS yazılımı ile modellenerek sisteme entegre edilmiş, ayrıca uydu görüntüleri, dere yatağı geometrisi ve bölgenin arazi kullanım/örtüsünü belirlemek için kullanılmıştır. Uzaktan algılanmış verilerden elde edilen bilgiler modellenerek etki analizleri CBS ile gerçekleştirilmiş ve haritalanmıştır. Ayrıca, bölgede gelecekteki olası taşkın olayları için çeşitli risk senaryoları üretilmiştir.

1. GİRİŞ

Ülkemizde olduğu kadar tüm dünyada da önemli ölçüde can ve mal kaybına sebep olan taşkınlar, başta yaşanan çevre olmak üzere, insanların sosyal ve ekonomik hayatlarını etkileyen en önemli doğal afetlerden birisidir. Günümüzde rastlanılan en yaygın taşkın oluşma sebebi; kuvvetli yağmur fırtınalarında drenaj sistemlerindeki yetersizlik sonucu, ana nehir kanallarının tamamen dolu olması ile meydana gelen yüzeysel akış nedeniyle oluşan taşmalardır (Onuşuel ve Harmancıoğlu, 2002).

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 (Saral, 2010).

Oluşacak taşkınların belirlenmesi, risk analizlerinin yapılması, afet öncesi ve sonrası planlamaların

yapılabilmesinde sahip olunan bilgi büyük önem taşımaktadır. Bilginin üretilmesi ve organize edilmesi, uzun süreç alan çalışmalar gerektirmektedir. Bu nedenle; taşkın risk analizi oldukça karmaşık ve birçok meslek grubunu ilgilendiren bir konudur

Küçük drenaj alanına sahip havzalarda oluşan taşkınların 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).

Bu nedenle taşkın risk analizlerinde kullanılan veriler yetersiz olmakta ve büyük problemler yaratmaktadır (Suzanne 2004). Bu tarz problemlerin analizinde kullanılabilir bir yöntem olan Bilgi Difüzyon yönteminde (Huang 1997), elde bulunan örneklemeler bulanık bilgi olarak kabul edilmektedir. İdeal bulanık bilgiler bu yöntem kullanılarak, risk analizi yaparken

güvenli bir sonuç elde etmek için işlenebilmektedir (Mossberger ve Hale 2002).

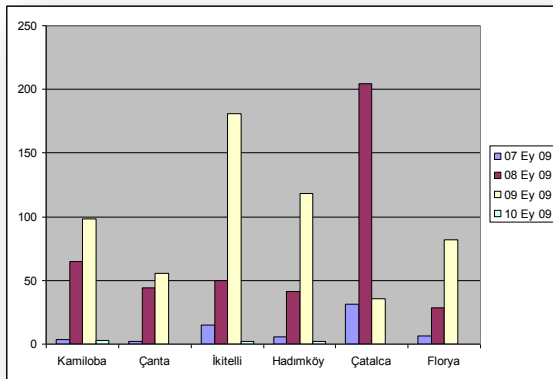
Bugünün dünyasında bilgi teknolojileri kullanarak taşkın analizleri yapabilen sistemler oluşturulabilmekte ve bu afetler için önceden bir değerlendirme yapılabilmektedir (Özcan, 2007). Uzaktan algılama verilerinden elde edilen sonuçların ve diğer veri gruplarının bir arada değerlendirilmesi, sorguların üretilmesi ve karar mekanizmalarına sonuç veri üretilmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) bir çok olanak sunmaktadır (Özcan, 2009).

Bu çalışmada, Uzaktan Algılama ve CBS olanakları kullanılarak kontrolsüz kentleşmenin Ayamama Nehri taşkını üzerindeki etkileri Bilgi Difüzyon Teorisi ve Hidrolojik Modelleme ile ele alınmıştır.

2. AMAÇ VE KAPSAM

İstanbul sadece günümüzde ya da yakın geçmişte değil 557 yıllık tarihi boyunca sellere maruz kalmış bir metropoldür. Osmanlı arşivlerinden edinilen bilgilerde, 450 sene önce, İstanbul dönemin en büyük sel felaketine maruz kalmış ve susuzluk çekmiştir. İçmesuyu kaynakları zarar görmüş ve pek çok köprü yıkılmıştır. Bu durumun oluşmasında rol oynayan derelerin başında Ayamama ve çevresindeki dereler gelmektedir (Safi, 2009).

İstanbul'da 2009 yılında meydana gelen, 31 kişinin yaşamını yitirdiği ve yaklaşık zararın 150 milyon Euro (€) olduğu bildirilen sel felaketinde, Ayamama Deresi son 500 yılın üzerinde yağış almış, İstanbul, can ve mal güvenliğini tehlikeye düşüren sonuçlarla karşılaşmıştır (Demir, 2010). 9 Eylül 2010 tarihinde Ayamama Deresi'nde yaşanan afet, taşkın düzlüğünde 100-150 m genişliğindeki bir alanda, suyun 6-7 m yükselmesi ile tır garajında bulunan araçları sürüklemek suretiyle can ve mal kaybına yol açmıştır. İstanbul İkitelli-Ayamama Havzası'nda yapılan etütlerde, bölge 7-8 Eylül tarihlerinde önemli miktarda yağış almış, 9 Eylül sabaha karşı havzaya çok şiddetli bir yağış dalgası gelmiş, toprağın doymun olması nedeniyle yağış büyük oranda yüzeyel akışa geçerek saat 07.30'da taşkına neden olmuştur (Şekil 1).



Şekil 1. Afet Koordinasyon Merkezi istasyonlarına göre 7-10 Eylül 2009 tarihleri arasındaki günlük toplam yağışlar (Hızal, vd., 2009).

1982 tarihli hava fotoğraflarına göre hemen hemen hiç yapı bulunmayan Ayamama havzasının % 68'inin yapılaşmış olduğu, geri kalan % 32'sinin ise askeri bölge

olması nedeni ile yapılaşmaya konu edilemediği görülmüştür. Yüksek yapılaşma oranı yağış-akış oranını yükseltmiştir. Ayamama Deresi Havzası, yukarı kısımda TEM otoyolu ile bölünmüş olup, burada oluşan taşkın ilk aşamada otoyol dolgusunun yukarısında toplanmış, buradaki menfez büyük su kütlelerinin Ayamama Deresi'nin taşkın yatağına ulaşma hızını azaltmıştır. TEM otoyolunun aşağısında ise Basın Ekspres Yolu olarak adlandırılan yol, Ayamama Deresi'nin taşkın yatağı üzerinde bulunması nedeniyle mevcut kanal yukarıdan gelen büyük su kütlelerini drene edememiş ve yolun iki tarafında eski taşkın yatağına kurulmuş binalar ve yerleşimler su altında kalmıştır (Hızal, vd., 2009).

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 2'de yoğun kentleşmenin bulunduğu bölgede, 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 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).



Şekil 2. Çalışma alanının konumu.

Bu çalışmanın amacı, Ayamama Deresi'nde taşkın risk analizi için Bilgi Difüzyon Teorisi kullanılarak Hidrolojik Modellemenin değerlendirilmesidir. Çalışmada, Bilgi Difüzyon Teorisi ile gelecekte olası bir taşkın afetinin toplamda ne kadarlık bir alanı etkileyeceği, Hidrolojik Modelleme ile de alansal dağılımın belirlenmesi ile olası

afet zararlarının havza üzerinde hangi alanlarda ne kadar etkili olabileceği incelenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Yapılan çalışmada, analizlerin yapılabilmesinde bölgenin topografyası, arazi kullanım bilgisi ve yükseklik bilgisi biriken yağış miktarını etkilemesi bakımından büyük önem taşımaktadır (Görcelioğlu, 2003). Bu kapsamda 2.5 m çözünürlüklü SPOT 5 uydu görüntüleri kullanılarak çalışma alanının sınıflandırılmış görüntülerinden arazi kullanım/örtü sınıfları alınarak girdi olarak kullanılmıştır.

Yeryüzüne yağışlarla düşen suyun büyük bir kısmı zeminden ve su yüzeylerinden buharlaşma ile atmosfere geri dönmekte, bir kısmı bitkiler tarafından tutulmakta, bir kısmı da zeminden sızarak yeraltına geçmektedir. Geriye kalanı ise yüzeysel akış olarak yerçekimi etkisiyle hareket ederek akarsulara ve sonra denize ulaşmaktadır. Akış oranı, sel ve taşkın oluşumunu doğrudan etkilemekte, yüksek akış olan alanlarda sel ve taşkın oluşumu da artmaktadır (Özdemir, 1978; Özer, 2008).

Çalışma bölgesinin günlük akım verileri tutulmadığından dolayı, SCS-CN (Toprak Koruma Kurumu – Eğri Numarası) yöntemi yardımıyla günlük yağış verilerinden akım verileri elde edilmiştir (3.1), (3.2). Bunun için de yağış verileri, nem içerikleri, hidrolojik toprak grubu ve arazi kullanımı verileri kullanılmıştır

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)} \quad (3.1)$$

$$S = \frac{2540}{CN} - 25.4 \quad (3.2)$$

Burada, S maksimum yağış tutulması (mm); Q yüzey akış miktarı (mm); P yağış miktarı (mm) ve CN toprak gruplarının nemlilik koşullarına göre alabilecekleri değerleri göstermektedir (SCS, 1975).

Nem içerikleri son dört yılın saatlik nem içerikleri olarak Türkiye Meteorolojik Veri Arşiv Sistemi (TÜMAS)'nden temin edilmiş ve yıllık ortalama bağıl nem hesaplanmıştır. Hidrolojik toprak grupları ise Tarım İl Müdürlüğü'nden elde edilen büyük toprak grupları haritası analiz edilerek çıkartılmıştır.

Havzadaki yerleşim yerlerinin sahip oldukları toprak grupları türüne göre aldığı CN değerleri, bölgenin arazi kullanım/örtüsü ile işleme alınmış, günlük yağış değerlerinden toprağın nem içeriğine göre hangi CN koşulunun geçerli olacağı belirlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Ayamama Deresi için CN değerleri.

Havza	CNI	CNII	CNIII
Ayamama Havzası	49	69.58	84.03

Havza yüzey akış eğri numarası (CN), havzaya ait toprak, topografya, arazi kullanma, bitki örtüsü, ekim şekli ve toprak koruma önlemlerinin dikkate alınarak belirlendiği, 0 ile 100 arasında değişen bir sayıdır. Burada 100 değeri

su yüzeyini temsil etmekte olup, diğer yüzey değerleri 100'den küçük sayılardır. Bu eğri numarası, üç sınıfa ayrılmış önceki toprak nem koşulundan (Antecedent Moisture Condition), AMC II, diğer bir ifadeyle CN II içindir. Yüzey akışı hesaplanan yağış öncesi 30 gün içerisinde düşen yağış miktarı 36-53 mm arasında olması CN II, bundan küçükse CN I ve büyükse CN III olmaktadır (Boonstra, 1994).

1975 ile 2009 yılları arasındaki Florya İstasyonu'ndan sağlanan günlük yağış ölçümleri kullanılarak CN değerlerine göre yüzeysel akış miktarları hesaplanarak yıllık maksimum akım verileri belirlenerek geçmiş yıllara ait hasar etki oranları Bilgi Difüzyon Yöntemi 'ne girdi olarak eklenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. 1975 – 2009 yılları arasındaki maksimum debi miktarları (Q_m) ve hasar etki oranları.

Yıl	Q_m (m ³ /s)	Hasar	Yıl	Q_m (m ³ /s)	Hasar
08.01.1975	103.72	2.25	26.02.1993	133.73	2.03
14.12.1976	112.73	3.00	01.08.1994	98.78	1.06
22.11.1977	75.04	1.00	14.01.1995	193.73	5.76
30.10.1978	83.57	1.52	09.09.1996	128.52	3.72
24.08.1979	95.73	1.72	14.10.1997	112.73	2.71
15.11.1980	103.73	2.40	27.10.1998	144.69	4.17
01.12.1981	123.34	3.06	19.11.1999	131.73	3.82
30.12.1982	143.73	3.20	21.02.2000	89.73	1.60
21.01.1983	121.94	3.31	21.11.2001	99.73	2.11
12.01.1984	73.73	1.00	05.01.2002	92.73	2.03
28.11.1985	93.27	1.70	11.11.2003	97.08	2.06
02.01.1986	113.73	3.10	08.10.2004	93.73	2.76
10.12.1987	103.73	2.27	30.01.2005	93.73	2.72
25.11.1988	93.75	1.60	04.11.2006	73.73	0.41
26.11.1989	123.73	3.20	17.11.2007	109.08	3.17
10.11.1990	154.73	4.24	27.10.2008	106.42	3.42
07.10.1991	97.13	1.78	09.09.2009	180.73	5.12
21.03.1992	93.73	1.11			

3.1 Bilgi Difüzyon Yöntemi

Bilgi Difüzyonu Teorisi, imkan dahilinde belli başlı yararlı verileri örneklerden çıkartmaya yardımcı olup, sistem kabulünün doğruluğunu iyileştirmektedir (Huang 2002; Palm 2007). Bilgi Difüzyonu Teorisi'nde, tek değerli örnek bir dizi, sayısal değerli bir örneğe dönüştürülmektedir. Bu tür modellerin en basiti normal difüzyon modeli ise aşağıdaki şekilde işlemektedir. Taşkın hasar indeks alanının (3.1.1)'deki gibi gösterildiğini düşündüğümüzde;

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\} \quad (3.1.1)$$

Tek değerli gözlem örneğinin, y_j , taşıdığı bilgi U alanının her noktasına yayılması (3.1.2) numaralı eşitlik ile ifade edilir;

$$f_j(u_i) = \frac{1}{h\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(y_j - u_i)^2}{2h^2}} \quad (3.1.2)$$

Formülasyondaki h difüzyon sabiti olup, maksimum b ve minimum a değerlerine göre belirlenir ve örnek setleri içindeki örnekleme sayısı m ile eşitlik (3.1.3)'teki şekilde ilişkilendirilir;

$$h = \begin{cases} 1.4230(b-a)/(m-1) & m < 10 \\ 1.4208(b-a)/(m-1) & m \geq 10 \end{cases} \quad (3.1.3)$$

Bulanık altkümenin ilgili bağlantı fonksiyonu eşitlik (3.1.4)'teki gibi olacaktır;

$$\mu_{y_j}(u_i) = f_j(u_i) / \sum_{i=1}^n f_j(u_i) \quad (3.1.4)$$

$\mu_{y_j}(u_i)$ fonksiyonu y_j 'nin normalize edilmiş bilgi dağılımı olarak ifade edilir. İyi bir sonuç üreten risk analizi için eşitlik (3.1.5) uygulanır.

$$q(u_i) = \sum_{j=1}^m \mu_{y_j}(u_i) \quad (3.1.5)$$

Eşitlik (3.1.5)'teki 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 (3.1.6)'daki $\sum_{i=1}^n q(u_i)$ değeri u_i 'deki her bir örnekleme, değerinin toplamına eşittir.

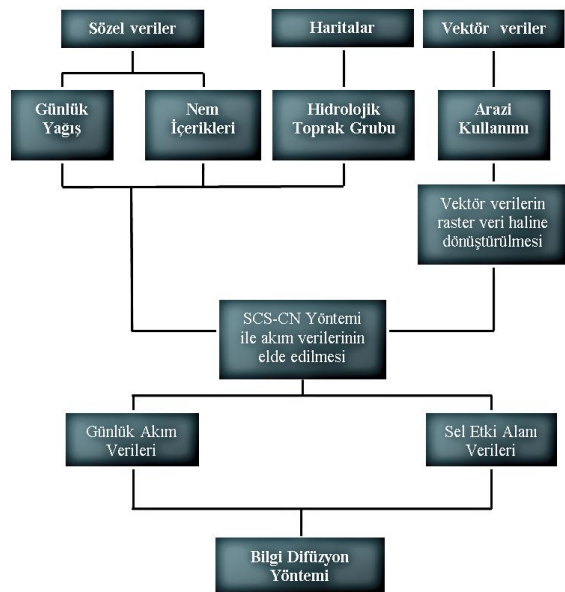
$$p(u_i) = q(u_i) / \sum_{i=1}^n q(u_i) \quad (3.1.6)$$

Buna göre u_i noktasındaki örneğin frekans değeri (3.1.7)'deki gibi hesaplanır ve bu değer olasılığın hesaplanmış değeri olarak kullanılır.

$$p(u \geq u_i) = \sum_{k=i}^n p(u_k) \quad (3.1.7)$$

Buna göre (3.1.7) formülündeki $p(u \geq u_i)$ notasyonu, risk değerlendirmesi için gereken değerdir (Chang, Chongfu ve Yaozhong, 2007).

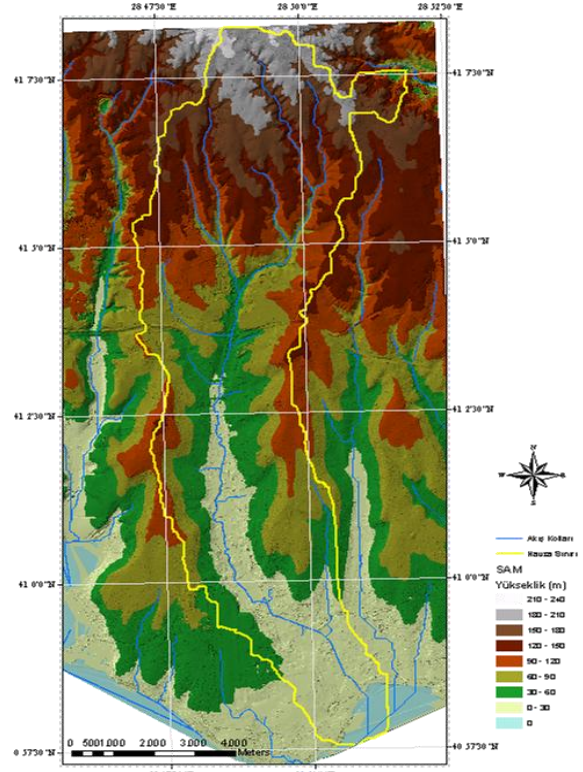
Çalışmada, Bilgi Difüzyonu yöntemi için Ayamama Deresi'nin günlük yağış verileri, nem içerikleri, arazi kullanımı, hidrolojik toprak grupları ve bölgede oluşan geçmiş taşkınların oluşturduğu hasar alanı verileri kullanılmıştır. Yöntemin akış şeması Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Bilgi Difüzyon Yöntemi akış şeması.

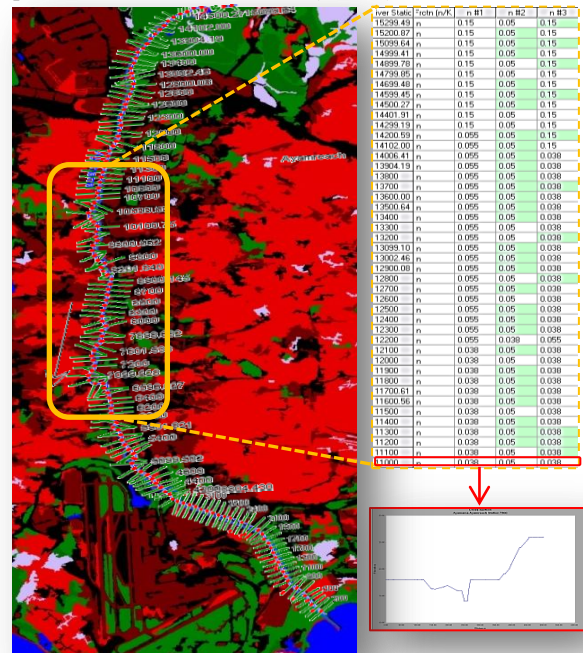
3.2 Hidrolojik Modelleme

Hidrolojik Model uygulamasında, havza parametrelerinin belirlenmesinde, grid yapılı sayısal arazi modelinden yararlanılarak havzanın drenaj ağı çıkarılmış ve havza sınırı belirlenmiştir (Şekil 4).



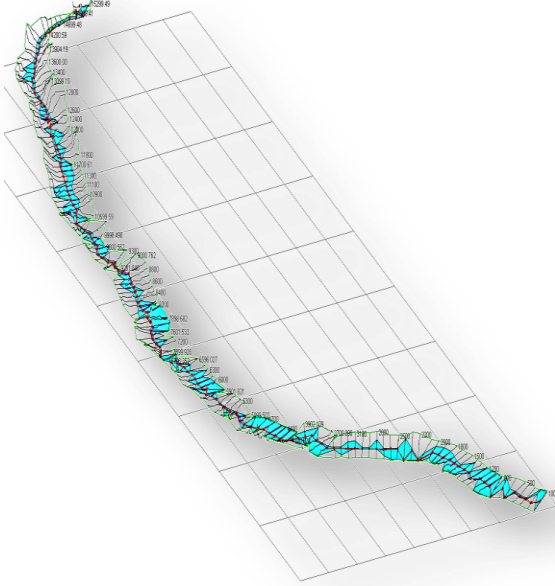
Şekil 4. Havza alanı ve drenaj ağı.

Uydu görüntüsü ile geometrik veriler oluşturulmuş ve obje-tabanlı en yakın komşuluk sınıflandırması yapılmış görüntü ile her bir en kesitteki Manning pürüzlülük katsayıları (Melesse 2002) belirlenerek model girdi parametresi olarak eklenmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Sınıflandırılmış görüntü üzerinde Hidrolojik model en kesitleri ve Manning katsayıları.

Hidrolojik modelleme çalışmasında; havza parametreleri HEC_RAS yazılımı ile modellenerek sisteme entegre edilmiş, SCS-CN yönteminden elde edilen maksimum akım verileri kullanılarak hasar etki alanları CBS ortamında değerlendirilmiş, 3 boyutlu model üzerinde görselleştirme ve analizler gerçekleştirilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Ayamama Deresi 3-boyutlu akış modeli.

4. SONUÇLAR

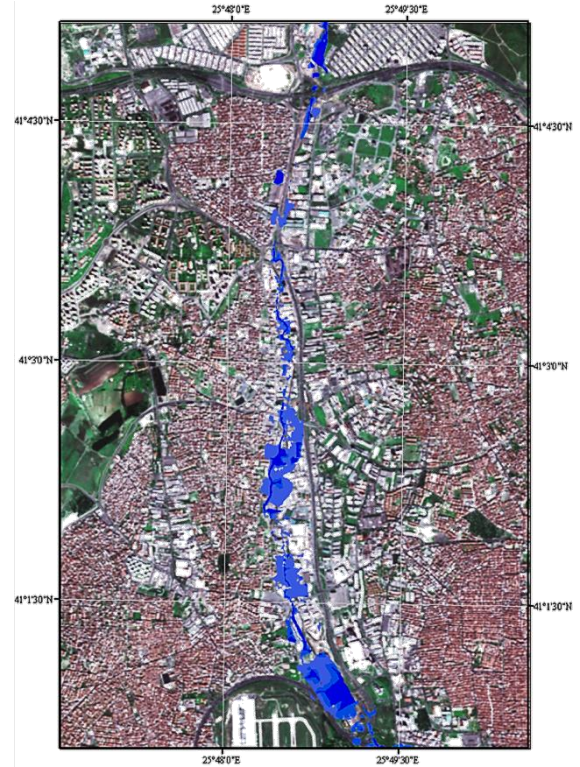
09.09.2009'da meydana gelen taşkında, 6.679 ha'lık drenaj alanına sahip 21 km uzunluğundaki Ayamama Deresi taşmış ve o günkü akım değeri yaklaşık olarak 185 m³/s ölçülmüştür.

Çalışmada uygulanan Bilgi Difüzyon Yöntemi ile Ayamama Deresi için gerçekleştirilen risk analizi sonucunda derenin ulaşabileceği akım değerlerine göre taşkın gerçekleşme olasılığı ve taşkın meydana geldiğinde kaç hektarlık alanda etkili olacağı belirlenmiştir. Buna göre; Ayamama Deresi 100 m³/s ve üzerinde bir akım değerine ulaştığında taşkın olma olasılığı daha yüksek görülmektedir.

1975 – 2009 yılları arasında sağlanan yağış verileri, nem içerikleri, arazi kullanım/örtüsü ve hidrolojik toprak gruplarından SCS-CN yöntemi ile elde edilen akım verileri ile geçmiş yıllara ait hasar verileri dikkate alınarak yapılan Bilgi Difüzyonu analiz sonuçlarına göre; Ayamama Deresi 185 m³/s'lik akıma ulaştığında taşkın olma olasılığının yaklaşık olarak % 97.2 olacağı ve taşkın sularının yaklaşık 50 ha gibi bir alanda etkili olacağı belirlenmiştir.

Hidrolojik Modelleme ile Ayamama Deresi için belirlenen akım değerine göre yapılan modelleme sonucuna göre; 185 m³/s'lik kararlı akımın yaklaşık olarak 73 ha'lık bir alanı etkileyeceği sonucuna varılmış ve etkilenecek alanlar CBS ortamında belirlenmiştir (Şekil 7).

Yapılan obje-tabanlı en yakın komşuluk sınıflandırma sonucu temel alındığında olası taşkında zarar görebilecek alanda; 287'si işyeri, 143'ü konut olmak üzere toplamda 420 binanın etkileneceği sonucuna varılmıştır.



Şekil 7. Taşkın alanlarının SPOT 5 üzerinde gösterimi.

İleriye yönelik yapılan tahminlerde yıllık maksimum akım verileri kullanılarak risk olasılıkları belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Taşkın Risk Olasılıkları.

Risk Seviyesi (m ³ /s)	Sonuç (p)	Risk Seviyesi (m ³ /s)	Sonuç (p)
250	1,000000	2500	0,636384
500	0,984880	2750	0,546780
750	0,969728	3000	0,576600
1000	0,954576	3250	0,439710
1250	0,839424	3500	0,318759
1500	0,824272	3750	0,284276
1750	0,781840	4000	0,027440
2000	0,766688	4250	0,000000
2250	0,651536	4500	0,000000

Çıkarılan sonuçlara göre; risk seviyesi 1500 m³/s 'den daha büyük yıllık akım değerinin gelme olasılığı yaklaşık % 82,4 olarak belirlenmiştir. Başka bir senaryo olarak; taşkın periyodunun 25 sene olduğu göz önünde bulundurulduğunda, Bilgi Difüzyon Yöntemi 'ne göre elde edilen sonuçta olası taşkın afetinin % 4.2'lik bir alanı bunun da yaklaşık olarak 280,5 hektar alana karşılık geleceği belirlenmiştir.

Bilgi Difüzyon yönteminden elde edilen sonuçların Hidrolojik Modelde değerlendirilmesinde, taşkına maruz kalacak alanlar arasında fark gözlemlenmesinin nedeni uygulanan Bilgi Difüzyon yöntemi için gerekli gerçek verilerin ilgili makamlardan temin edilememesi ve programa girdi olarak temsili verilerin kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Ayamama Deresi'nin hem 2009 yılı hem de daha önceki yıllarda meydana gelen taşkınlar için herhangi bir hasar verisi tutulmadığı için yöntemde girdi olarak kullanılan veriler sadece tahmini değerler olması

ve bu sebeple sistemin ürettiği sonuçların da buna bağlı olarak gerçek sonuçlarla örtüşmemesidir. Sistemin daha güvenilir ve doğru sonuçlar üretebilmesi için geçmiş yıllara ait hidrolojik modelleme veya farklı yöntemlerle belirlenmiş hasar etki alan verilerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Sonuç olarak; yapılan çalışmada, Ayamama Deresi'nin akım miktarları seviyelendirilerek, taşkın riski için analiz edilmiş, buna göre Ayamama Deresi'nin akım seviyesi belirli bir değere ulaştığında, o değere ulaşması için geçen sürenin hesaplanarak, bu değerde taşkın olma olasılığı ve taşkın olduğunda tüm havzanın ne kadarlık bir alanını etkileyeceği Bilgi Difüzyon Yöntemi kullanılarak belirlenmiş, Hidrolojik Modelleme çalışması ile de olası bir taşkında hasar görebilecek yerlerin alansal dağılımının belirlenmesi ile hasar etkileri değerlendirilmiştir.

Orta ve küçük ölçekte sel ve taşkın risk analizinin belirlenmesi amacıyla yapılan benzer çalışmaların; deprem, heyelan, çığ vb. afetler için de tasarlanması ve bu modeller kullanılarak ülke genelinde afet duyarlılık katmanlarının hazırlanması sağlanmalıdır.

5. KAYNAKLAR

Boonstra, J., 1994. Estimating peak runoff rates in: H. P. Ritzen (Ed.) Drainage Principles and Applications. The Netherlands-International Institute for Land Reclamation and Improvement pub. no: 16, Wageningen. pp. 111-144.

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.

Demir, A., 2010, Şehir Taşkınları ve İstanbul, İSKİ Faaliyet Raporu, 2010.

Einfalt, T., Keskin, F., 2010, Analysis of the Istanbul Flood 2009, BALWOIS 2010 - Ohrid, Republic of Macedonia - 25, 29 May 2010.

Görcelioğlu, E., 2003, Sel ve Çığ Kontrolü, İ.Ü. Yayınları, İstanbul.

Hızal, A., Şengönül, K., Çelik, H. E., Aşk, K., Küçükaya, İ., 2009, İstanbul İlinde 8-9 Eylül 2009 Tarihlerinde Meydana Gelen Seller ve Nedenleri Hakkında Değerlendirme Raporu, Orman Mühendisleri Odası Yayın Kurulu, Eylül 2009.

Huang, C. F., 1997, Principle of information diffusion. Fuzzy Sets and Systems 91(1):69-90.

Huang, C.F., 2002, An Application of calculated fuzzy risk, Information Sciences 142 (2002) 37-56.

İBB (İstanbul Büyükşehir Belediyesi), 2009, <<http://www.ibb.gov.tr/trR/Pages/Haber.aspx?NewsID=17791>>, alındığı tarih 25.04.2010, 18:04.

Lihua, F., Gaoyuan, L., 2008, Flood Risk Analysis On Information Diffusion Theory., Human and Ecological Risk Assessment, 14: 1330-1337.

Melesse, A.M., 2002. Spatially Distributed Storm Runoff Modeling Using Remote Sensing and Geographic Information Systems, Ph.D. Dissertation, University of Florida, Gainesville.

Mossberger K, Hale K., 2002, Polydiffusion in intergovernmental programs: Information diffusion in the school-to-work network, Am Rev Public Administration 32(4):398-422.

Nyarko, B. K., 2002, Application of a Rational Model in GIS For Flood Risk Assessment in Accra, Ghana, Journal of Spatial Hydrology, 2(1):1-14.

Onuşuel, G., Harmancıoğlu, N. B., 2002, TMH - Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 420-421-422/2002/4-5-6.

Özcan, O., 2007. Sakarya Nehri Alt Havzası'nın Taşkın Risk Analizinin Uzaktan Algılama ve CBS ile Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bilişim Enstitüsü, İstanbul.

Özcan, O., Musaoğlu, N., 2009. Taşkın Risk Analizinde Hidrolojik Modelleme ve Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi, TUFUAB V. Teknik Sempozyumu, 4 - 6 Şubat 2009, Ankara.

Özdemir, H., 1978, Uygulamalı Taşkın Hidrolojisi, DSİ Genel Müdürlüğü Basım ve Foto-Film İşletme Müdürlüğü Matbaası, Ankara.

Özer, Z., 2008, Tarımsal Altyapı Hizmetlerinde Drenaj ve Arazi Islahı Mühendisliği, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, Ankara.

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.

Safi, M., 2009, Köprüler Yaptırdım Askaroz Deresi'ne <<http://www.beylikduzhaber.gen.tr/Yazarlar-op-Oku-artid-7.html>>, alındığı tarih 25.04.2010, 19:04.

Saral, A., 2010. Çok Kriterli Karar Verme Ve Bilgi Difüzyonu Yöntemleri Yardımıyla, Taşkın Risk Analizi Yazılımının Gerçekleştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Bilişim Enstitüsü, İstanbul.

Soil Conservation Service, 1975. Urban hydrology for small watersheds, tech. Rel. No. 55, U. S. Dept. of Agriculture, Washington D.C.

Suzanne, B., 2004. Managing toxic chemicals in Australia: A regional analysis of the risk society, J Risk Res 7(4):399-412.