

itüdergisi/d**mühendislik**

Cilt:5, Sayı:3, Kısım:1, 3-9

Haziran 2006

CBS ile Yeşilirmak Nehir Yatağı Tokat merkez bölümünde deprem riskinin irdelenmesi

Tekin SUSAM*, Ahmet ESMERAY, Bahattin ÖZTOPRAK, Servet YAPRAK, Özlem TOPRAK*Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat Meslek Yüksekokulu, 60100, Taşlıçiftlik, Tokat*

Özet

Bu çalışmada Tokat ilinin bir kısmının üzerinde kurulu olduğu Yeşilirmak Nehir Yatağı'nın eski ve yeni kullanım durumu CBS ve UA olanakları kullanılarak karşılaştırılmış ve deprem açısından değerlendirilmiştir. Bu amaçla Yeşilirmak Nehri'nin ulaşılabilen en eski hava fotoğrafı (1963) ve Tokat İl merkezine ait 2000 ocak ayı IKONOS uydu görüntüsü ile karşılaştırılarak değerlendirme ve yorumlama yoluna gidilmiştir. Sonuç olarak 1963 yılında kesinlikle ırmak yatağı olduğu görülen yerlerde yoğun bir şekilde yapılaşmanın olduğu ve deprem açısından sakıncalı olduğu ve dolayısıyla gerekli tedbirlerin alınması önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: CBS, uzaktan algılama, nehir yatağı, deprem, Tokat.

Assessment of earthquake risk in the Tokat city center along Yeşilirmak riverbed by means of GIS

Abstract

Tokat province was established hundreds years ago and has rapidly grown since 1960's. In spite of being on the first degree of earthquake zone, the planning and application facilities have not been maintained parallel to the growing and the lands, which is not suitable for settlements, have been used to construct public or commercial buildings. One of the misused lands is the riverbed of Yeşilirmak in Tokat province city centre. In this study, land use changes in this area have been determined and interpreted in terms of earthquake by using GIS and RS. For this purpose, firstly, the areal photograph taken in 1963 and one meter high resolution satellite image sensed in 2001 by IKONOS of study area were obtained. Secondly, areal photograph of study area has been scanned and coordinated by using georeferencing process in ArcMap software according to the coordinates of satellite image which has been geometricly corrected in the previous studies. After geometric correction of aerial photograph of study area, the shore line of riverbed has been vectorized as a line object by hand digitizing method. And then shore line data, counterlines (in 20 m), geological map, digital elevation model derived from counterlines and satellite image have been overlayed. As a result, it has been concluded that, the shore line's positions of old riverbed is different than the former. Nowadays, there are more public, commercial and official buildings in this area. For this reason, some measures should be taken, before earthquake comes.

Keywords: GIS, RS, riverbed, earthquake, Tokat Province.

*Yazışmaların yapılacağı yazar: Tekin SUSAM. tsusam@gop.edu.tr; Tel: (356) 2521616 dahili: 2612.

Makale metni 24.03.2005 tarihinde dergiye ulaşmış, 17.01.2006 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 30.11.2006 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

Giriş

Türkiye Deprem Bölgeleri haritaları incelendiğinde Tokat İli merkezinin birinci derece deprem bölgesinde kaldığı görülmektedir. Tarihte meydana gelen depremlere bakıldığında ise, Tokat ve çevre yerleşim birimleri isimlerine sıkça rastlanılmaktadır (Eyidoğan vd., 1991).

Türkiye’de yaşanan büyük depremlerin çoğunluğu, Kuzey Anadolu Fayı (KAF) üzerinde oluşmaktadır. KAF ortalama 1500 km uzunlukta ve sağ yönlü yatay hareket gösteren doğrultu atımlı ve diri fay topluluğunu barındıran bir kuşaktır. Tokat İli ile Erbaa, Niksar ve Reşadiye ilçeleri de KAF üzerinde bulunmaktadır (Eyidoğan vd., 1991). Bu yüzyılda, KAF üzerinde meydana gelen depremlerde 60 bine yakın insan hayatını kaybetmiş ve 400 bin yapı tamamen yıkılmıştır (Akgün, 2004).

Tokat yerleşim birimi KAF’na 35 km, Ezinepazarı Fay Hattı’na ise 26 km uzaklıktadır. Yaklaşık uzunluğu 200 km olan Almus fayı ise mevcut Tokat yerleşim alanı sınırları içinden geçmektedir (Cevahir, 2001).

Depremlerle ilgili olarak düşey ölçüm ağlarında alınmış olan kayıtlar zemin tabakalaşmasının ve zemin tabaka özelliklerinin zemin yüzeyinde oluşan deprem hareketinin özelliklerini önemli ölçüde değiştirdiğini göstermiştir. Ayrıca yakın mesafelerde alınmış çok sayıda deprem ivme kaydı, bir noktadan diğerine deprem özelliklerinin deprem kaynak ve yerel jeoteknik özelliklere bağlı olarak önemli derecelerde farklı olabileceğini de göstermiştir (Ansal, 1999). Dolayısıyla yapısal hasarların azaltılabilmesi için yerleşim birimleri merkez ve çevrelerinde deprem sırasında farklı davranış gösterebilecek bölgelerin belirlenmesi gerekir.

Depremden etkilenme oranının zemin yapısı ile yakından ilgili olduğunun sıkça vurgulandığı benzer çalışmalarda (Ansal, 1999; Sucuoğlu, 1999; Erdik, 1999; Önder, 2003; Nefeslioğlu vd., 2002) mikro düzeyde bölgelendirme ve noktasal olarak mühendislik uygulamalarına yönelik çalışmaların yapılmasına dikkat çekilmektedir.

Kumlu ve çakıllı (kohezyonsuz) zeminler genellikle; deprem, vibrasyon ve patlamalar gibi dış olayların kısa süreli etkilerine karşı çok duyarlıdırlar (Şekercioğlu, 1993).

Kuvvetli yer sarsıntılarında gevşek doymun kohezyonsuz zemin birikintileri, ani mukavemet ve rijitlik kaybına uğrayarak taşıma gücünün kaybolması kalıcı ve büyük yer değiştirmelerin ve/veya zeminin sismik oturması sonucunu doğurabilir. Bu şekil değiştirmeler bir su kenarında çok az eğimli veya neredeyse düz bir arazide meydana gelebilir. Böyle yerlerde var olan yapılar yanal yayılma ile önemli derecede hasar görürler (Yıldırım, 2001).

Depremlerde hasar artırıcı olaylardan en önemlisi zemin sıvılaşmasıdır. Zemin sıvılaşması, özellikle yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu (deniz kenarı, dere kenarı gibi) yerlerde yüzeylenen doymun kohezyonsuz zeminlerde, boşluk suyu drenajının mümkün olmadığı ani yükleme durumlarında, bu tür zeminlerin sıkışmaya meyilli olmaları sebebiyle, boşluk suyu basınçlarındaki ani yükselmeye bağlı olarak efektif gerilmelerin düşmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır (Derinöz, 2004).

Bütün bu vurgulamalar ışığında ülkemiz genelinde yapılmakta olan şehirleşme hareketleri incelendiğinde planlamaların makro ölçekli deprem haritalarına göre yönlendirildiği mikro ölçekte bölgesel planlamaların ise 1999 Marmara depreminden sonra yapılmaya başlandığı görülmektedir.

Tokat İli’nde 1999 depremi sonrası kent merkezi ve birkaç ilçe merkezinde imar planlamalarına esas jeolojik- jeoteknik etüt çalışmaları yapılmıştır.

Tokat ili merkezinde yapılan etüt çalışmaları ışığında yeni plan ve yapılaşma koşulları belirlenmiştir. Bu çalışmaları neticesinde, çalışma alanının az da olsa sıvılaşma riski taşınması sebebiyle parsel bazında zemin etütlerinin gerektiği vurgulanmış ve bu alanlarda en çok 3 katlı bina yapımı önerilmiştir (Cevahir, 2001). Bu önerinin tersine çalışma alanında önceden ya-

pılmış çoğunluğu 5,6,7 katlı binalar bulunmaktadır. Çok katlı binaların yoğun olduğu ve dolayısıyla nüfus yoğunluğunun fazla olduğu bu yerlerde, mevcut imar planına göre 3 kattan fazla yapı imarı izini verilmesi son derece düşündürücüdür.

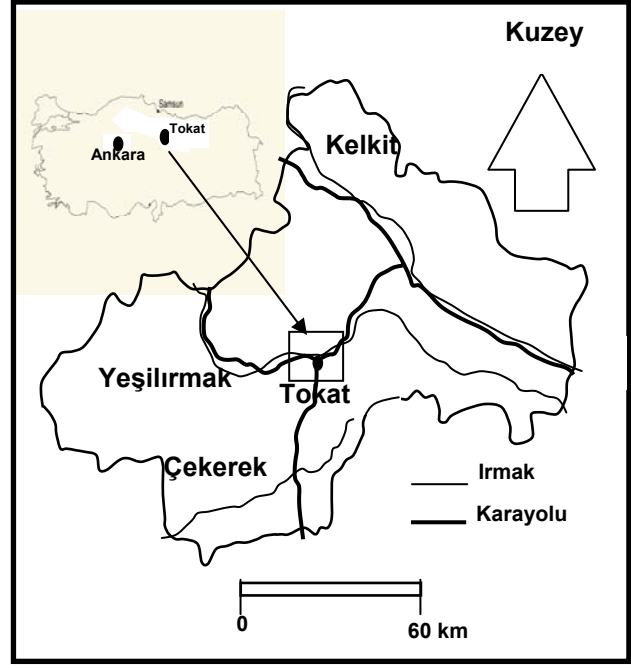
CBS ve UA teknolojileri kullanılarak yapılan birçok çalışmada, (Lavalle vd., 2002; Fawretto vd., 2002; Karen vd., 2002; Bayraktar vd., 2002), arazi kullanım değişimi tespit metotları ortaya konmuş ve bunların önemi vurgulanmıştır. Bu çalışmalara benzer olarak Yeşilırmak Nehir Yatağı'nın Tokat merkezinden geçen kısmının kullanım değişiminin belirlenmesi ve bu değişimin deprem açısından irdelenerek olası risklerin vurgulanması çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Bu amaç doğrultusunda şu sorulara cevaplar bulunmaya çalışılmıştır :

- Yeşilırmak yatağının ilgili kısmındaki eski durumu nasıldı, yatak kontrol edilebiliyor muydu, su taşkınları önlenbiliyor muydu?
- İlgili kısımda Yeşilırmak yatağı ve çevresinin yükseklik değişimi nasıldır?
- Jeolojik yapısı nedir, yeraltı su seviyesi nedir, deprem fay hatlarına göre konumu nedir?
- İlgili alanın günümüzdeki kullanımı nasıldır, varsa yapılaşma uygun mudur?

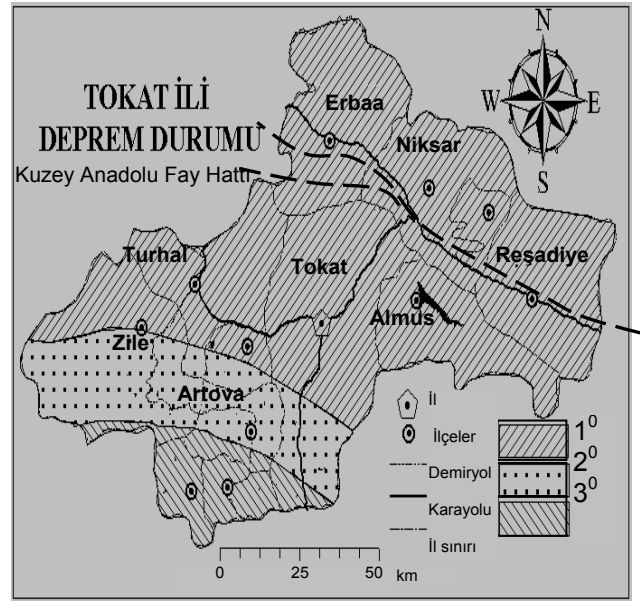
Çalışma alanı

Çalışma alanı Yeşilırmak'ın Tokat kent merkezinden geçen kısmı ve yakın çevresidir. Şekil 1'de konumu ve sınırları verilen Tokat İli, Orta Karadeniz bölgesi ile İç Anadolu bölgesi arasında geçiş iklimine sahip deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 650 m olan 113.100 nüfuslu bir kendir. Tokat yerleşim birimi (kent merkezi) koordinatları 36.53° doğu boylam ve 40.31° kuzey enlem coğrafi koordinatlarında bulunmaktadır.

Deprem bölgeleri haritasına göre Tokat İli, Erbaa, Niksar, Başçiftlik, Reşadiye, Almus, Pazar ve Turhal ilçeleri I. derece, Zile ve Artova ilçeleri II. derece, Yeşilyurt ve Sulusaray ilçeleri ise III. derece deprem bölgesi içinde kalmaktadır (Şekil 2).



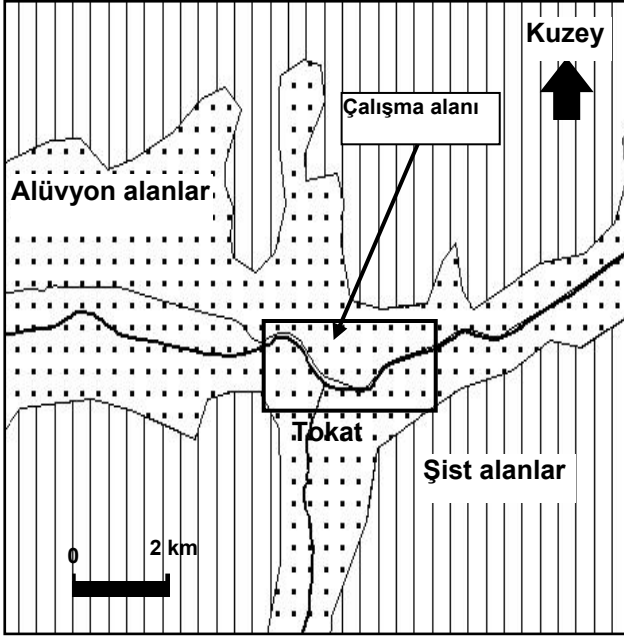
Şekil 1. Çalışma alanı Orta Karadeniz Bölgesinde, Tokat İli kent merkezindedir



Şekil 2. Tokat İli, deprem bölgeleri durumuna göre KAF'nın bulunduğu 1. derece deprem bölgesinde bulunmaktadır

Tokat kent merkezinden geçen Yeşilırmak ve Geyraz Deresi kentin zemin özelliklerini belirleyen en önemli iki unsurdur. Şehrin önemli bölümü bu iki su güzergahı paralelindeki yakın alanlar üzerinde kurulmuştur. Bu iki akarsuyun birleştiği nokta ve doğu batı yönünde genişleyen yakın çevresi bu akarsuların taşıdıkları alüvyon

birikintilerinden oluşmaktadır (Şekil 3). Bu birikintiler genelde; oldukça sıkı çakıllı, siltli, killi ve kumlu elemanlardan oluşmaktadır. Bu kısımların yerel zemin sınıfı ve zemin grubu B3-Z1, C3-Z2 (oldukça dayanımlı kaya, orta dayanımlı kaya, orta dayanımlı toprak veya düşük dayanımlı toprak) zeminlerden meydana gelmektedir (Önder, 2003).



Şekil 3. Çalışma alanı, genel jeoloji haritasında (MTA) alüvyon alanında kalmaktadır

Tokat jeolojik etüt çalışmasında Yeşilırmak ve yakın çevresinde açılan kuyularda statik seviye 4-12 m arasında bulunmuştur (Cevahir, 2001).

Geçmişten günümüze kadar Tokat İli'nde birçok deprem meydana gelmiştir. Tokat İl Merkezi bir dairenin merkezi olmak üzere 120 km merkezli bir daire çizildiğinde, bu daire içinde kalan ve aletsel dönemi kapsayan, 1900-2004 yılları arasında meydana gelen ve hasar oluşturmuş depremler Tablo 1'de verilmiştir (Önder, 2003). Tarihsel kayıtlara göre Tokat ve yakın civarında son iki bin yıl içinde şiddeti VI ile XI arasında değişen birçok yıkıcı deprem meydana gelmiştir (Eyidoğan vd., 1991; Canik 1992).

Veri toplama ve işleme

Proje amaçları doğrultusunda kullanılması gereken kaynak veriler ilgili kurumlardan kağıt or-

tamında, nesnel veriler şeklinde, sayısal vektörel veri ve dijital, geometrik düzeltilmesi yapılmış uydu görüntüsü olarak toplanmıştır. Bunlar ;

1. Tokat İl merkezinin, 09.01.2001 tarihli, 1 m çözünürlüklü IKONOS uydu görüntüsü,
2. Çalışma alanının eski durumunu gösteren 1963 tarihli hava fotoğrafı,
3. Tokat İli deprem bölgeleri haritası,
4. Tokat merkezi sayısal jeoloji haritası,
5. Çalışma alanının 20 m aralıklı sayısal yükseklik verileri,
6. Çalışma alanını kapsayan halihazır harita verileri ve binalara ait kat adedi verileri,
7. Mahalle nüfus verileri.

Tablo 1. Tokat ve çevresinde meydana gelen büyük depremler (1900-2004) (Özellikle Tokat-Erbaa depremi büyük hasar oluşturmuş ve deprem sonrası Erbaa İlçesi'nin yerleşim alanı değiştirilerek yeniden imar edilmiştir)

Tarih	Magnitüd (Ms)	Merkez
10.02.1903	5.8	Zara/Sivas
24.01.1916	7.1	Tokat-Samsun
09.06.1919	5.9	Almus/Tokat
18.05.1929	6.1	Suşehri/Sivas
13.04.1940	5.6	Yozgat
20.12.1942	7.0	Erbaa/Tokat
26.07.1960	4.6	Reşadiye/Tokat
14.08.1996	5.4	Amasya-Çorum

Çalışmada kullanılan Tokat kent merkezi uydu görüntüsü ve Tokat jeoloji haritası, Tokat Belediyesi'nden temin edilmiştir. Tokat İl Merkezi'ne ait hava fotoğrafı Tokat Kadastro Müdürlüğü arşivinden temin edilmiştir.

Tokat kent merkezine ait IKONOS uydu görüntüsünün geometrik düzeltilmesi ve projeksiyon tanımlaması daha önceden (Erdoğan vd., 2002) yapıldığı için bu verinin koordinat ve projeksiyon sistemi (Koordinat sistemi : International_1924_UTM, zone_37N, projeksiyon : Transverse Mercator, dilim orta meridyeni : 39, ölçek faktörü : 0.9996) diğer veriler için de esas alınmış ve bütün veriler bu koordinat sisteminde toplanmıştır.

Kağıt ortamında temin edilen ve tarandıktan sonra CBS ortamına taşınan hava fotoğrafının koordinatlandırma işlemi, hem hava fotoğrafında hem de uydu görüntüsünde belirgin olarak görünen beş adet ortak nokta kullanılarak $m_0 = \pm 1.4$ m karesel ortalama hata ile yapılmıştır. Hava fotoğrafının geometrik düzeltilmesinin yapılmasında ArcGIS 9.0 coğrafi bilgi sistemi yazılımı (Minami, 2004) kullanılmıştır.

Yeni veriler ve çakıştırma işlemleri

Çalışma ile cevaplanmak istenen coğrafi problemin yanıtlanabilmesi bakımından ;

- Eski ırmak yatağı kıyı çizgileri verisi,
- 600 m kotlu eşyükseklik eğrisi verisi,
- Eski ırmak yatağı ve çevresinin sayısal arazi modeli verisi,
- Nüfus yoğunluğu verisi,
- Çalışma alanında binalar verisi,

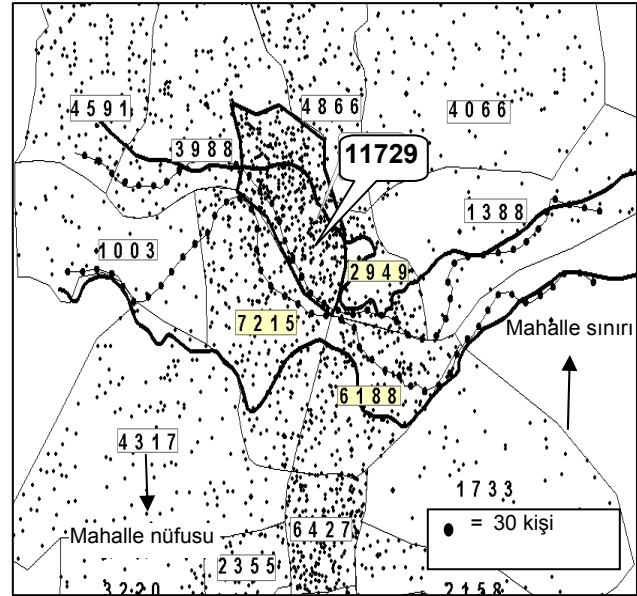
katmanlarının mevcut verilerden türetilmesi gerektiği görülmüştür. Bu amaçla eski ırmak yatağı kıyı çizgileri hava fotoğrafından bilgisayar ortamında, elle sayısallaştırma yöntemi ile çizgisel özellikli vektörel bir veri katmanı olarak elde edilmiştir.

Eski ırmak yatağı ile yakın çevresinin yükseklik ilişkilerinin belirginleştirilmesi bakımından bu alana ait vektörel çizgi formatında 20 metrede bir geçirilmiş olan eşyükseklik eğrisi verisi kullanılarak çalışma alanı ve yakın çevresinin sayısal arazi modeli oluşturulmuştur. Bu modelden nehir taşkınlarına maruz kalabilecek düzlük alan kıyı sınırının 600 m eşyükseklik eğrisi ile çevrildiği tespit edilmiştir. Sayısal arazi modeli ArcGIS 9.0 yazılımıyla yapılmıştır.

Eski ırmak yatağının Tokat merkezinden geçen kısmında ortalama kot 600 m civarındadır. Irmak yatağı Tokat merkezine girişten itibaren doğu - batı yönünde uzamakta ve kuzey - güney (Hıdırlık Köprüsü'nden sonra) yönünde de 600 metre kotu civarında genişlemektedir. Yeşilirmak üzerinde bulunan Almus baraj gölü ve bu su havzasında bulunan birçok göl ve göletler ile sağ ve sol sahil sulama kanallarının henüz yapılmadığı geçmiş yıllarda Yeşilirmak suları

kontrol altına alınamamıştır. Sulak yıl ve mevsimlerde Yeşilirmak yatağı Tokat kent merkezi civarında 600 m kotlarında taşabildiği kadar taşmış ve yakın çevresini getirdiği alüvyonal birikintilerle doldurmuştur. Bu bakımdan 600 metre yükseklik değeri dikkate alınarak diğer yükseklik eğrileri içinden sorgulama ile seçilip ayrı bir veri katmanı olarak saklanmıştır.

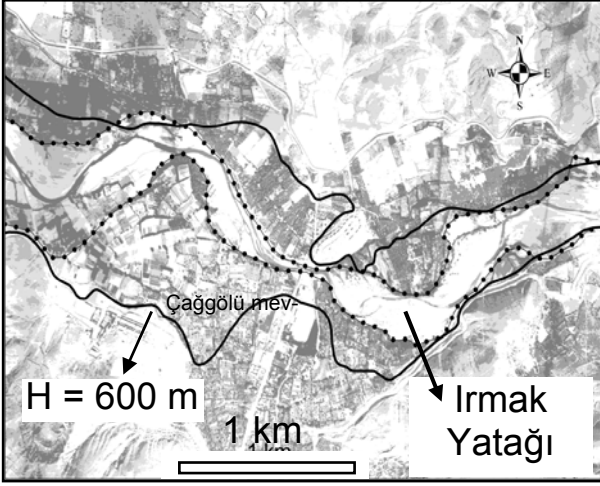
Çalışma alanı ve yakın çevresinde bulunan binalar, kat sayıları ile birlikte yeni bir veri katmanı olarak sisteme eklenmiştir. Binaların kat sayıları arazide yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Kent genelinde yerleşim amaçlı kullanım yoğunluğunu vurgulamak maksadıyla mahalle nüfus verileri kullanılarak nokta yoğunluğu metodu ile nüfus yoğunluğu haritası oluşturulmuştur (Şekil 4).



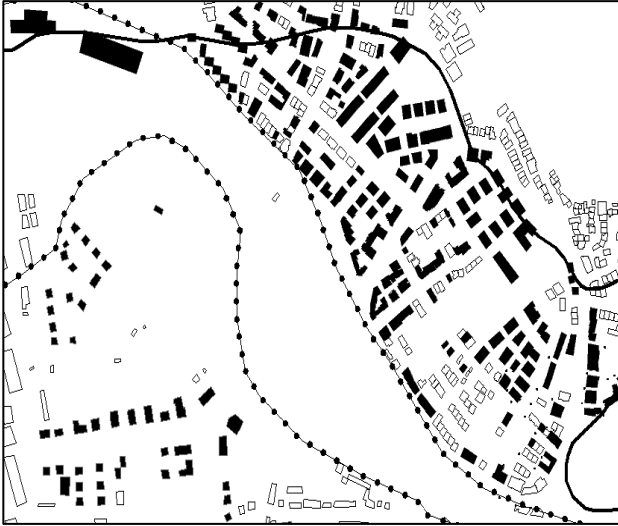
Şekil 4. Tokat İli kent merkezi mahalle nüfus ve rilerine göre nüfus yoğunluğu en fazla olan mahalle, çalışma alanında bulunmaktadır

Hava fotoğrafı ve 600 m eşyükseklik verisi birlikte açılmış ve potansiyel taşkın alanları ortaya konmaya çalışılmıştır (Şekil 5).

Çalışma alanında kat sayıları daha önce sisteme girilen binalardan 5, 6 ve 7 katlı binalar, CBS yazılımı ortamında yapılan sorgulama neticesinde bina verileri içinden seçilmiş ve koyu siyahla işaretlenmiştir (Şekil 6).



Şekil 5. 1963 tarihli hava fotoğrafı, 600 m eşyükseklik eğrisi ve eski ırmak yatağı kıyı çizgisi ile birlikte açıldığında ırmak yatağının düzensizliği ve taşmaya uygunluğu açıkça görülmektedir



Şekil 6. Çalışma alanında 5, 6, 7 katlı binalar (siyah renkli olanlar) çoğunluktadır. Düşük katlı binaların çoğunluğu da henüz yeni imar durumuna göre yapılaşmamış eski binalardır. Bunların da yenilenmesi durumunda 5 kattan fazla olması kaçınılmazdır

Bulgular ve tartışma

Veri çakıştırmaları ve sorgulamalar neticesinde çalışma alanının kullanım ve fiziki açıdan kısa zaman aralığında (1963-2000) büyük değişime uğradığı görülmektedir.

Elde edilen nüfus yoğunluğu haritasına göre en yoğun mahallenin çalışma alanında kaldığı görülmektedir (Şekil 4). Bu alanda çok katlı binaların fazla olması (Şekil 6) bu yoğunluğun doğrulayıcı bir göstergesidir.

Yeşilirmak Nehri'nin Tokat kent merkezinden geçen kısmının önceki yıllarda çok düzensiz aktığı (Şekil 5), dolayısıyla su yatağı ve yakın çevresini taşıdığı materyallerle doldurduğu anlaşılmaktadır.

Eski ırmak yatağının sadece belirlenen sınırlarda kalmadığı ve yakın çevresindeki 600 metre kotlu eş yükseklik eğrisi arasında kalan düzlük alanı da zaman zaman taşarak işgal ettiği tespit edilmiştir.

Günümüzde, eski ırmak yatağı üzerinde çok sayıda resmi ve özel binalarla çok sayıda akaryakıt, otogaz ve sanayi tesisi bulunmaktadır.

Eski ırmak yatağı içinde kalan yapılara ek olarak, ırmak yatağına en yakın olan 600 metre eş yükseklikli eğri arasındaki düzlük ile bu alanın yakın çevresinde de yoğun bir şekilde çok katlı yapılar (Şekil 6) bulunmaktadır.

Sonuç olarak veri çakıştırmaları, sorgulamalar, sayısal arazi modeli ve genelleştirilmiş zemin kesiti yüzey formasyonlarından yola çıkılarak, eski ırmak yatağı ve yakın çevresinde kalan binalar bu alan dışında kalan binalara göre daha fazla depremsel risk taşımaktadır.

Öneriler

Bulgularda vurgulandığı üzere, araştırma alanının depremselliği dikkate alınarak;

1. Araştırma alanında yapılaşmalardan önce parsel bazında zemin sıvılaşma risk araştırmaları yapılmalı ve sıvılaşma riski belirlenen yerler, imara kapatılmalı veya zemin iyileştirilmesine gidilmelidir.
2. Eski ırmak yatağı içinde kalan ve eski yönetmeliklere göre yapılmış yapılar son deprem yönetmeliği dikkate alınarak incelenmeli ve gerek görülenler güçlendirilerek depreme dayanıklı hale getirilmelidir.

4. Araştırma alanı bölgesinde projelerine aykırı olarak yapılmış yapılar varsa (her türlü kat, oda, çıkma vb. ilavesi) yıktırılmalı ve kaçak yapılaşmaya bölgede kesinlikle izin verilmemelidir.
5. Araştırma alanı bölgesinde yapılacak olan bitişik binalarda kat seviyelerinin farklı oluşmasına müsaade edilmemelidir.
6. Çalışma alanında sıvılaşma riskinin olması nedeniyle bu alanlarda çok katlı yapıların yapılmasına izin verilmemelidir.
7. Eski ırmak yatağı ile 600 m. kotlu eş yükseklik eğrileri arasındaki düzlük alan ve yakın çevresinin zeminleri de en az eski ırmak yatağı zeminleri kadar risk taşımaktadır. Bu nedenle bu yerlerdeki yapılaşmalarda da belirtilen önerilere özellikle dikkat edilmelidir.

Kaynaklar

- Ansıl A., (1999). Depremlerde yerel zemin davranışları, *Bilim Teknik*, 384, 64-68. TÜBİTAK.
- Bayraktar H., Bayram B., (2002). Multitemporal analysis of sazlidere catchment area using IRS satellite Data, *3rd International Symposium Remote Sensing of Urban Areas, Volume II*, 820, İstanbul, Turkey)
- Canik, B., (1992). Niksar'ın jeolojisi, deprem tehlikesi ve tarihte geçirdiği depremler, *Niksar Deprem Semineri Bildirileri*, 7-23, Ankara.
- Cevahir B., (2001). Tokat (merkez) Mücavir Alanı İmar Planına Esas Jeoloji-Jeoteknik Etüt Raporu. *Bilge Harita Jeoloji İnşaat Ltd. Şti.* 18, Maltepe, Ankara.
- Erdik M., (1999), İstanbul'da olası depreme hazırlık deprem senaryoları, *Bilim ve Teknik*, 384, 52-56, TÜBİTAK.
- Erdoğan C., Maktav D., Susam T., (2002). Comparison of DTM Visualizations by Merged IRS1-C PAN and LISS III Imageries, *IKONOS Imagery and Orthophoto Plans in Urban Areas, Volume II*, 777, İstanbul, Turkey.
- Eyidoğan H., Utku Z., Güçlü U., Değirmenci E., (1991). Türkiye Büyük Depremleri Makro-Sismik Rehberi (1900-1988), 28, 34, 40, 41, 56-63,70-72, İstanbul.
- Fawretto A., Mauro G., Battisti G., (2002). Urban Growth of small villages through a comparison of ancient maps and satellite imagery, *3rd International Symposium Remote Sensing of Urban Areas, Volume II*, 505-511, İstanbul, Turkey.
- Karen C. S., Nguyen Dinh D., (2002). Using multi-sensor approach to monitoring urban growth in greater Hanoi, 1975-2001., *3rd International Symposium Remote Sensing of Urban Areas, Volume II*, 561-565, İstanbul, Turkey.
- Lavalle C., Demicheli L., Atlan O., Kemper G., (2002). *3rd International Symposium Remote Sensing of Urban Areas, Volume II*, 480-488, İstanbul, Turkey.
- Minami M, (2000). Georeferencing a raster *Using ArcMap GIS by ESRI*, 407, Redlands, USA.
- Nefeslioğlu H., Yerel S., Canıgür A., Tün M., (2002). Areal photo interpretation of west part of eskişehir for liquefaction potential assessment, *3rd International Symposium Remote Sensing of Urban Areas, Volume II*, 836-840, İstanbul, Turkey.
- Önder, H., (2003). Tokat'ın depremselliği, *Tokat Kültür Haber Dergisi*, 10, 33-40, İstanbul.
- Sucuoğlu, H., (1999). depreme dayanıklı yapı tasarımı, *Bilim Teknik*, 384, 58-63, TÜBİTAK.
- Şekercioğlu E., (1993). Yapıların projelendirilmesinde mühendislik jeolojisi, TMMOB. Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları: 28, Ankara.
- Yıldırım, S., (2001). Sorunlu zeminlerin tanımı ve temel zemini iyileştirme yöntemleri, *TMMOB. İnşaat Mühendisleri Odası Samsun Şubesi, Meslek İçi Eğitim Semineri Notları*, 3, 13-14 Ekim 2001, Samsun.
- Derinöz, N., (2004). Hakkâri Barajı ve HES projesi zemin sıvılaşma riskinin belirlenmesi. http://www.imo.org.tr/Yayinlar/tmh/tmh431/NDerin_oz.pdf
- Akgün, S., (2004). Türkiye'de deprem. <http://yayim.meb.gov.tr/yayimlar/agustos/25.htm>