

İSTANBUL KÜÇÜK ÇEKMECE GÖLÜ VE ETRAFINDAKİ JEOLJİK ÖZELLİKLERİN VE HEYELAN RİSKİNİN LANDSAT TM, ETM VE ERS-1 UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE ANALİZİ

E. Alparslan

TUBITAK, MAM Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü, 41470 Gebze Kocaeli – Erhan.Alparslan@mam.gov.tr

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Uzaktan Algılama, Jeoloji, Heyelan, LANDSAT TM (ETM), ERS-1, Görüntü İşleme

ÖZET:

Uzaktan algılama verilerinin analizindeki önemli adımlardan birisi de farklı algılayıcı ve platformlardan gelen verilerin birleştirilerek kullanımı veya karılmasıdır. Optik ve radar görüntülerin bilgi içerikleri birbirlerini tamamladığı için yapay açıklıklı radar (SAR) ve optik verilerin karılarak kullanılması optik verinin veya SAR verisinin tek başına kullanılmasından daha yararlı olmaktadır. Görünür ve yakın kızıl ötesi algılama tekniklerinin gözlenen ortamının kimyasal ve ısısal özelliklerine çok duyarlı olmasına karşılık, mikrodalga algılama da yüzeyin elektrik ve geometrik özelliklerine çok duyarlıdır. Bu bilgiler birlikte değerlendirilince farklı litolojik birimlerin daha iyi ayrımı sağlanır veya ayırt edici özelliklerin incelenmesi için güzel bir temel oluşturulur. Jeolojik kökenli afetlerin araştırılmasında birleşik uzaktan algılama teknikleri artan ölçüde kullanılmaktadır. Yapay açıklıklı radar görüntülerinin ortaya çıkması ile birlikte, bu veriler jeolojik risklerden etkilenen alanları belirlemek için büyük ölçüde değerlendirilmektedir. Bu düşünceyle yola çıkarak, jeolojik bir inceleme olan heyelan alanlarının araştırılması amacı ile İstanbul İli Küçük Çekmece Gölü ve Civarı önce Landsat, ERS-1 ve veri karılmasıyla elde edilen bileşik uydu görüntüleri ile değerlendirilmiştir.

1. GİRİŞ

1.1 ERS-1 Uydusu

Bu çalışmada SAR (Yapay Açıklıklı Radar) görüntüsü kullanılan ERS-1 (Avrupa Uzaktan Algılama Uydusu) Avrupa'nın ilk radar uydusu olup ERS-2 ve günümüzdeki ENVISAT uyduları ailesinin ilk bireyidir. Çevrenin bilimsel incelenmesine katkıda bulunmak amacıyla 17 Temmuz 1991 tarihinde uzaya fırlatılmıştır. Güneşle eşzamanlı, yakınsal kutuplu, dairesel bir yörüngesi olan ERS-1 uydusunun yörünge yüksekliği 785 km' dir. Görüntülerde piksel aralığı 12.5m olup yenden ziyaret zamanı ise 35 gündür. İşleme prensibi yeryüzüne uçuş yönüne paralel yönde radar işaretleri göndermek, işaretlerin gönderilmesiyle alınması arasında geçen zaman ve geri alınan işaretlerin yoğunluğunu işleyerek şeritler halinde görüntü oluşturmaktır. 3.8 -7.6 cm arasındaki C bandında algılama yapan ve SAR yanı sıra radar altimetresi, okyanus yüzey sıcaklığı ve denizdeki rüzgarları ölçmek için kapsamlı güçlü cihazlar taşıyan ERS-1 uydusu 21 Nisan 1995'te aynı donanıma ek olarak atmosfer ozon araştırmaları için bir algılayıcı da taşıyan ERS-2 uydusu ile birlikte yeryüzü kaynakları, okyanuslar ve kutuplar hakkında değerli veriler toplamış ve dünyanın uzak yerlerindeki şiddetli seller ve depremler gibi doğal afetlerin izlenmesinde kullanılmıştır. ERS-1 uydusu ömrünü bir bilgisayar ve bir jiroskopunun 2000 Yılı Mart ayında devre dışı kalmasıyla tamamlamıştır http://www.esa.int/esaEO/SEMGW2VQUD_index_0_m.html

1.2 LANDSAT Uydusu

Bu çalışmada görüntülerinden yararlanılan diğer bir uydu ise uzaktan algılamanın ilk uydusu olan LANDSAT' tır. Temmuz 1972'de Amerikan uzay merkezi, NASA, tarafından yörüngesine oturturulmuş, daha sonraki yıllarda LANDSAT serisinden diğer altı uydu yörüngeye yerleştirilmiştir. Uydulardan ilk dördünün faaliyeti sona ermiş olup halen

Landsat 5 ve Landsat 7 faaliyette bulunmaktadır. Güneşle eş zamanlı yörüngeye oturtulan bu uydular, dünyanın ekseninde döndüğü hızla dünya etrafında döndüğü için veri aynı bölgeden günün hep aynı yerel zamanında toplanmaktadır. Landsat 5'te bulunan 30 m çözünürlükteki üç adet görünür (mavi, kırmızı, yeşil) , üç adet yakın ve orta kızılötesi bantlara ilaveten Landsat 7'de görüntünün tam çekim karesi olan 185 km x 185 km' lik alanın tamamını örten 15m çözünürlükte siyah/beyaz bant bulunmaktadır. Ayrıca 120m çözünürlüklü termal bant iyileştirilerek, 60m'ye getirilmiştir. Landsat uydusunun geniş alanlara bakabilme yeteneğinden dolayı yıllarca jeolojik yapıyı tanımda başarı ile kullanılmıştır. Özellikle, uzaktan algılanan veride yapılan çizgisellik analizi yapısal ortamın çalışılması için değerli bir bilgi kaynağı olmuştur (Ricchetti vd., 2005; Pohl vd., 1998; Süzen ve Toprak, 1998). Landsat uydusunda kullanılan görünür ve yakın kızıl ötesi uzaktan algılama teknikleri gözlenen ortamın kimyasal ve ısısal özelliklerine, mikrodalga algılama ise yüzeyin elektrik ve geometrik özelliklerine çok duyarlıdır. Bu bilgiler birleştirilerek birlikte değerlendirilince jeolojide farklı litolojik birimlerin ayrımı için daha iyi bir ortam sağlanır ve ayırt edici özelliklerin incelenmesi için güzel bir temel oluşturulur (Loizzo vd., 1994).

2. ÇALIŞMA ALANI

Çalışma Alanı (ÇA) Marmara denizinin kuzeyinde ve İstanbul metropoliten alanının batısında yer almakta, sol üstte 28°34'39E, 41°10'10N ve sağ altta 28°45'46E, 40°57'18N boylam ve enlemleri tarafından sınırlanmaktadır. Bölgenin doğusunda Avcılar, batısında ise Büyük Çekmece ilçeleri bulunmaktadır. Arazi yüksekliği 0m ile 200m arasında değişmekte olup, arazinin %55'inin eğimi 0 -5° arasındadır. Haziran 2005'in ilk haftasında kaydedilen uydu görüntüsünde ÇA' nın zengin bir bitki örtüsü ile kaplı olduğunu göstermiştir. Bölgenin %86,28'inde bitki varlığının göstergesi olan NDVI (normal fark bitki indisi) pozitif değerler vermekte, %42,64'ünde ise NDVI, iyi bir bitki göstergesi olan 0,3

değerinin üzerine çıkmaktadır. Avcılar ilçesinde yoğun bir yerleşim olmakla birlikte, Küçük Çekmece Gölü kıyılarında yeşil alanlara rastlanmaktadır. Avcılar ilçesinin gölün kuzeyinde yer alan bölümünde ise daha yoğun yeşil alanlar görülmektedir. Büyük Çekmece ilçesinde ise Marmara Denizi kıyıları oldukça yeşil, yerleşimin olduğu yerlerde ise yeşil alanlarla yerleşim iç içe görülmektedir. ÇA'nın sadece %24,24'ü kritik yüzey sıcaklığı olan 24°-26° arasındadır. Bölge hidrolojisinde geçirimli ve geçirimsiz birimler hemen hemen eşit ağırlıkta dağılmış olup az miktarda da yarı geçirimli birim bulunmaktadır. Sıvılaşmaya duyarlı taşımayan kayalar, ÇA'nın %80,22'sini örtmektedir (Alparslan vd., 2006).

3. UYDU VERİSİ ANALİZLERİ

3.1 ERS-1 Uydu Verisi Analizleri

ERS-1 uydu verisinde yapılan temel analizler CD ortamındaki verinin okutularak görüntü işleme yazılımınca arşivlenmesi, ÇA'nın görüntü tam çerçevesinden kesilmesi, görüntüdeki benek gürültülerin elenmesi, görüntünün geometrik düzeltilerek harita koordinatları kazandırılması, doğrusal uzatılarak görüntüde kontrastın artırılması böylece görüntünün görsel olarak zenginleştirilmesi ve çizgisel özelliklerin bulunması olarak özetlenebilir.

Görüntü Arşivleme

TUBITAK MAM uydu görüntüleri arşivinde bulunan Haziran 1993 tarihli ERS-1 uydu verisinin ÇA'nın büyük bir kısmını örttüğü gözlemlenmiş, üzerinde bulunduğu CD ortamından ERS-1 tipi SAR görüntülerini okumaya yarayan bir program vasıtası ile okutulmuştur. Böylece ÇA'nın görüntüsü görüntü işleme paketinde bulunan diğer programlar tarafından işlenebilir duruma gelmiştir. Görüntünün ÇA'nı örten kısmı bütün görüntüden kesilerek geometrik düzeltilmeye hazırlanmıştır.

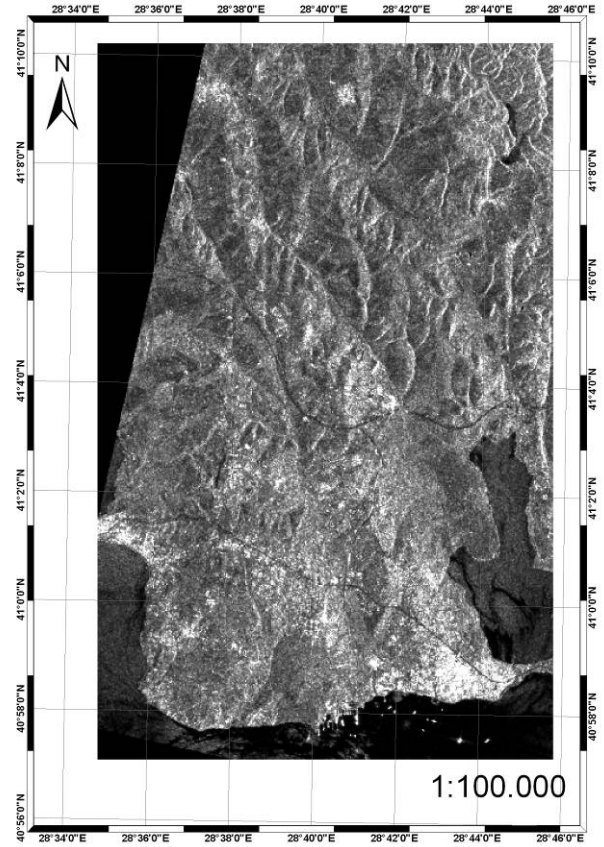
Benek Gürültü Temizleme

Geometrik düzeltme işlemi öncesi, Lee benek gürültü temizleme süzgeci ile görüntü temizlenmiştir. Lee tarafından tasarlanan süzgeç, ham görüntünün hem toplanan hem de katlanan gürültüler tarafından bozulduğunu varsaymaktadır. Toplanan ve katlanan gürültünün varyans değerleri yersel olarak değiştiği için bilinmemektedir. Görüntünün az kontrastlı olan bölgelerinde süzülen piksel değeri yersel ortalama değere yaklaşmakta, düz alanlarda insan gözünü rahatsız eden gürültüler elenmektedir. Yüksek kontrastlı bölgelerde, kenarlar, keskin nitelikler, çizgiler bulunan bölgelerde ise, süzülen piksel değeri, bozuk görüntü pikseline yaklaşmakta, böylece ince ayrıntılar korunmuş olmaktadır. Süzgeç boyutları 5 x 5 alınmış, katlayan gürültü varyansı denizden alınan düz bir alanda 467 bulunmuştur (Lee, 1981).

Geometrik Düzeltme

Görüntüden görüntüye düzeltme tekniği kullanılarak, elimizde hazır olarak geometrik düzeltilmiş ve harita koordinatlarında bulunan Landsat 7 ETM 2000 uydu verisi temel alınarak, deniz ve göl kıyılarında ve karada benzeyen noktalarda 15 kontrol noktası toplanmış ve ortalama 1,44 RMS hatası ile ÇA'nın ERS-1 uydu görüntüsü düzeltilmiştir.

Görüntü Zenginleştirme

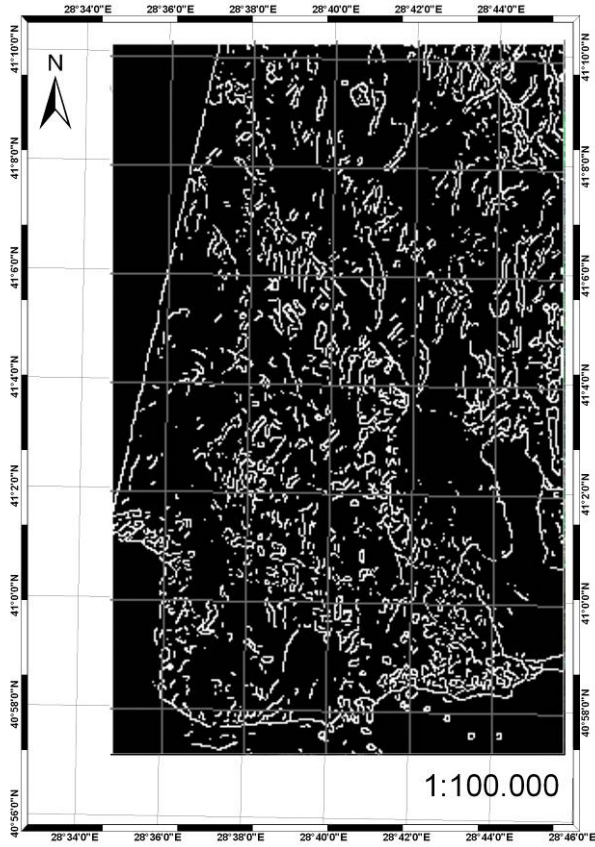


Şekil 1. ÇA Haz. 1993 ERS-1 Görüntüsü

SAR görüntüsünde gri seviyelerinin 0- 80 arasında dağıldığı görüntüdeki farklı gri seviyelerindeki piksellerin yoğunluğunu gösteren histogram analizinden belirlenmiş ve gri seviyelerini 0- 255 aralığına yaymak için doğrusal uzatma işlemi yapılmıştır. Sonuç olarak Şekil 1'de sergilenen görüntüde de görüldüğü gibi, radar görüntüsü yüzey altı jeolojisi ile ilgili pek çok bilgiyi ortaya çıkartmaktadır.

Çizgisel Özelliklerin Belirlenmesi

Radar görüntülerinin yüzey altı çizgisel özellikleri ortaya çıkarma yeteneklerini göstermek amacı ile çizgisel özellikler Canny kenar bulma algoritması ile kenarların güçlendirildiği bir görüntü üzerinden elde edilmiştir (Canny, 1986). Girdi görüntü ilk olarak parametresi verilen bir yarıçap olan Gauss fonksiyonuyla süzülme, süzülen görüntüden değişim ölçüsü hesaplanmakta, son olarak, yersel en çok değere sahip olmayan değişimlerde kenar şiddeti sıfır alınarak bu değişimler bastırılmaktadır. Kenar güçlendirilmiş görüntü eşiklenerek iki değerli bir görüntü elde edilmekte, bu görüntüde kenar elemanları 1, kenar olmayan elemanlar ise 0 değeriyle gösterilmektedir. (0,1) değerli kenar görüntüsünden eğriler çıkarmak için inceltme algoritmasıyla, piksel eninde iskelet eğriler elde edilmekte, görüntüden her eğri için bir piksel serisi çıkarılmaktadır. Doğru eşik değerinden daha az sayıda piksel içeren doğrular atılarak işlem dışı bırakılmaktadır. Eşik değerini geçen bir pikseller eğrisine kısmen doğru parçaları uydurularak vektör şekline dönüştürülmektedir. Sonuç olarak elde edilen çok-çizgi asıl piksel eğrisine yakın olup yapılan uyum hatası uyum eşiği parametresi kadar olmaktadır. İki son parça birbirine yakındır.(İki son nokta arasındaki uzaklık verilen uzaklık parametresinden daha azdır.) Sonuç çok-çizgiler vektör şeklinde saklanmakta, bu algoritma ile elde edilen çizgisel özellikler Şekil 2'de görüntülenmektedir.



Şekil 2. ERS-1 uydusu ile ÇA 'da çizgisel özellikler

3.2 LANDSAT 5 TM Uydu Verisi Analizleri

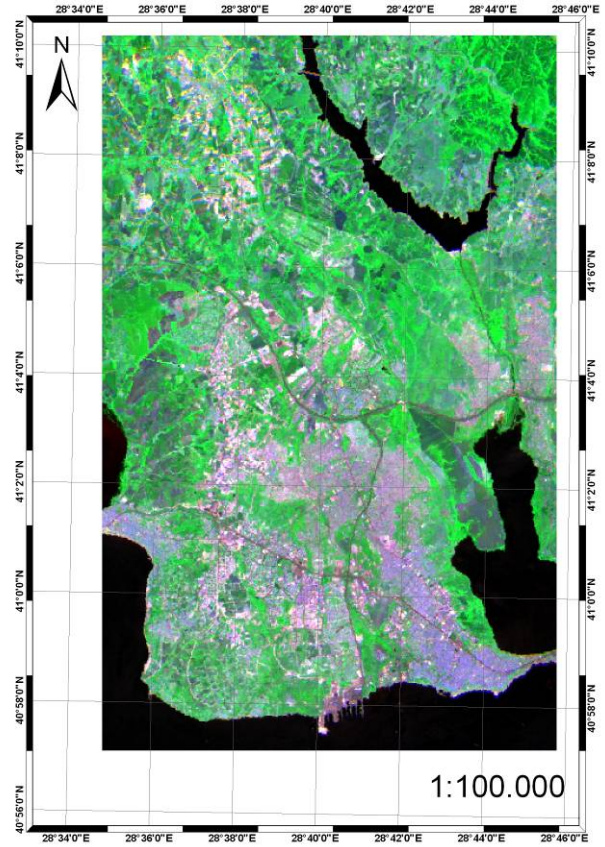
Çalışmada Haziran 2005 yılında kaydedilmiş Landsat 5 TM uydu verisi kullanılmıştır. Veride yapılan analizler, verinin bulunduğu CD ortamından okutularak, görüntü işleme yazılımınca arşivlenmesi, ÇA'nın tam çerçeve görüntüden kesilmesi, jeolojik çalışmalara uygun bant seçimi yapılarak yapay renklendirilmesi, geometrik olarak düzeltilerek, harita koordinatları kazandırılması, farklı bantlarında histogram analizleri yaparak görüntüde kontrastın artırılması, Prewitt kenar değişim maskesi kullanarak, çizgisel özelliklerin belirlenmesi, veri karma yöntemi ile radar ve optik görüntülerin kaynaştırılması olarak özetlenebilir.

Görüntü Arşivleme

Görüntü İşleme Yazılımı ile ÇA'nı örten tam çerçeve uydu görüntüsü CD ortamından okutularak görüntü işleme paketinde bulunan diğer programlarla işlenebilir duruma getirilmiştir. Görüntü bilgisayar ekranına serilerek ÇA sınırlarından kesilmiştir. Jeolojik çalışmalara uygun olan 3 4 ve 7 no'lu bantlar sırasıyla kırmızı yeşil ve mavi renk bileşenlerine atanarak yapay renklendirilmiş bir görüntü elde edilmiştir.

Geometrik Düzeltme

Görüntüden görüntüye geometrik düzeltme programı kullanılarak Haziran 2005 Landsat TM uydu verisi geometrik düzeltilmiş olarak hazır bulunan Temmuz 2000 tarihli Landsat 7 ETM uydu verisine göre düzeltilmiştir. Her iki görüntü görüntü işleme programları ile bilgisayar ekranına serilmiş, çıplak gözle ayırtılabilecek coğrafik özelliklerin bulunduğu yerlerde,



Şekil 3. ÇA Landsat 5 TM 2005 (3 4 7) uydu görüntüsü

özellikle kıyılarda ve karada homojen bir şekilde dağılmış 12 adet kontrol noktası toplanmış ve 1.23 RMS hatası ile düzeltme yapılmıştır.

Görüntü Zenginleştirme

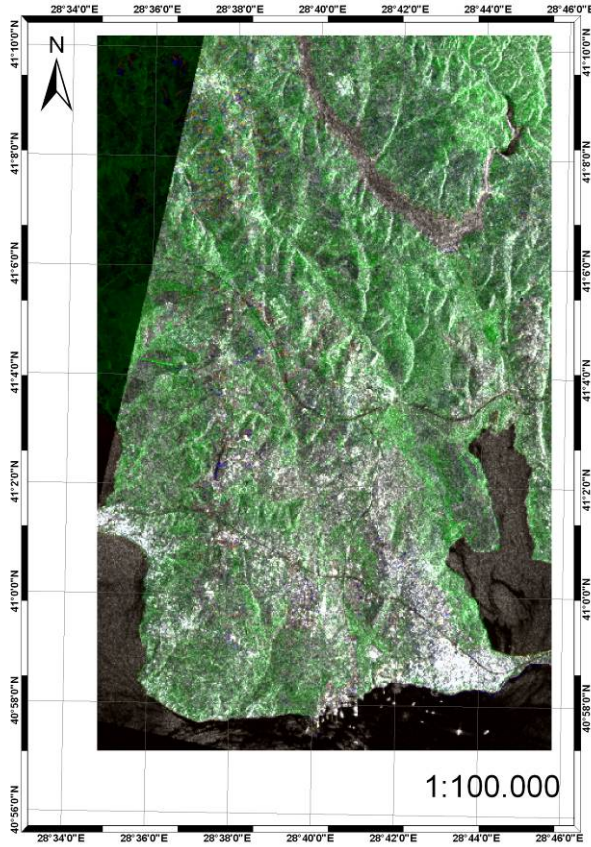
Görüntüyü radyometrik olarak düzeltmek için (3,4,7) bantlarda histogram analizi yapılmış, gri seviyelerinin (12,60), (5, 150) ve (0,70) aralıklarında dağıldığı görülmüş, bu aralıklardaki gri seviyeleri doğrusal uzatma tekniği ile (0,255) aralığına getirilerek Şekil 3'teki görüntü elde edilmiştir.

Veri Karma

Veri karma işlemi şiddet ton doyum ortamında yapılmış, jeolojik yorumlamaya uygun yapay olarak renklendirilmiş Landsat uydu verileri Şiddet Ton Doyum dönüşümü ile bu ortama atılmış, şiddet bileşeni yerine doğrusal uzatılmış ERS-1 görüntüsü yer değiştirmiştir. Doğrusal uzatma işlemi ERS-1 görüntüsündeki (0,60) aralığındaki gri seviyelerini (0, 255) aralığına getirmiştir. Kırmızı mavi yeşil renk ortamına geri dönülünce Şekil 4'te verilen görüntü elde edilmiştir (Yıldırım vd.,1996; Zhang, 2004).

Ana Bileşenler Analizi

En çok veri değişimi yönünde çok bantlı bir verinin döndürülmesi tekniği istatistikte, ana bileşenler analizi olarak bilinir (Pratt, 1978). Bu teknikte, çok tayflı verilerin bantları arasında bulunan karşılıklı ilişki yok edilir. Ana bileşen verileri, işlenmemiş veri değerlerinin doğrusal bileşimi olarak hesaplanmaktadır. Diğer bir ifadeyle, gözlemlerin nispi



Şekil 4. ÇA 2005 Landsat 5 + 1993 ERS-1 görüntüsü

yönlendirilmeleri korunarak, koordinat sistemi değiştirilir. Ana bileşenler tekniği görüntü kapsamı hakkında ön bilgi olmadan çok bantlı verideki bilgi miktarının büyük bir kısmını, ilk bileşen kanallarında toplar, görüntü bantları arasındaki karşılıklı ilişkiyi azaltır. Ana bileşenler tekniği ile 3 4 ve 7 no' lu bantlar öz değerleri %73,8 %21,4 ve %4,8 olan üç ana bileşene dönüşmüştür.

Kenar Zenginleştirme

Her ana bileşene 3 x 3 boyutlarında bir pencerede merkez pikselin komşu piksellerle somut farkını toplayan bir kenar zenginleştirme süzgeci uygulanmış, kazanç çarpanı 1.5 olarak alınmış ve Şekil 5'te görülen kenar zenginleşmiş görüntü elde edilmiştir (Pratt, 1978).

3.3 LANDSAT 7 ETM Uydu Verisi Analizleri

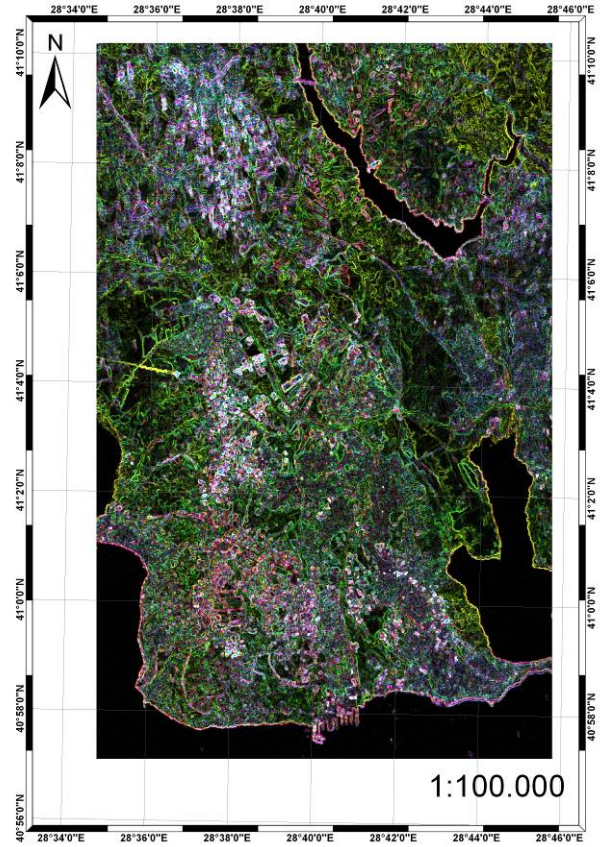
ÇA'na ait Temmuz 2000 tarihli Landsat 7 ETM uydu görüntüsü ortorektifiye edilmiş olarak A.B.D. Maryland Üniversitesine ait Internet sitesinden indirilmiştir

<http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>

Veride yapılan işlemler, görüntü arşivleme, ÇA'nın kesilmesi, projeksiyon tanımlama ve görüntü zenginleştirilmiştir.

Görüntü Arşivleme

İnternette indirilen tam çerçeve uydu görüntüsü görüntü işleme paketinde bulunan diğer programlarla işlenebilir duruma getirilmiştir. Görüntü bilgisayar ekranına serilerek ÇA sınırlarından kesilmiştir. Jeolojik çalışmalara uygun olan 3 4 ve 7 no'lu bantlar sırasıyla kırmızı yeşil ve mavi renk bileşenlerine atanarak yapay renklendirilmiş bir görüntü elde edilmiştir.



Şekil 5. ÇA 2005 Landsat TM verisinde kenar zenginleştirme

Projeksiyon Atanması

2000 tarihli Landsat 7 ETM görüntüsüne İstanbul Büyükşehir Belediyesinden temin edilmiş ÇA'na ait TM E012 koordinatlı harita verilerine göre yeni projeksiyon verilmiştir.

Görüntü Zenginleştirme

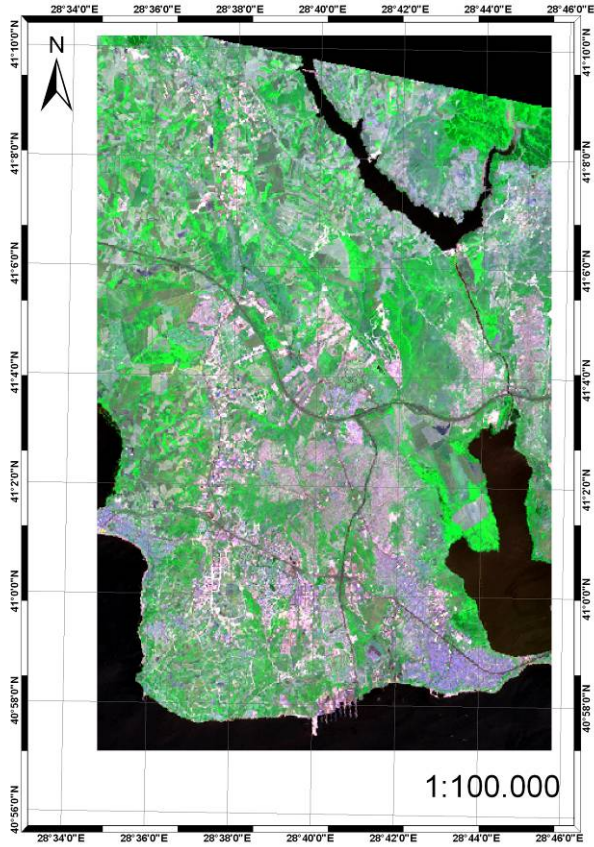
Görüntüyü radyometrik olarak düzeltmek için (3,4,7) bantlarında histogram analizi yapılmış, gri seviyelerinin (34,200), (60 140) ve (20,180) aralıklarında dağıldığı görülmüş, bu aralıklardaki gri seviyeleri (doğrusal uzatma tekniği ile (0,255) aralığına getirilerek Şekil 6'daki görüntü elde edilmiştir.

Veri Karma

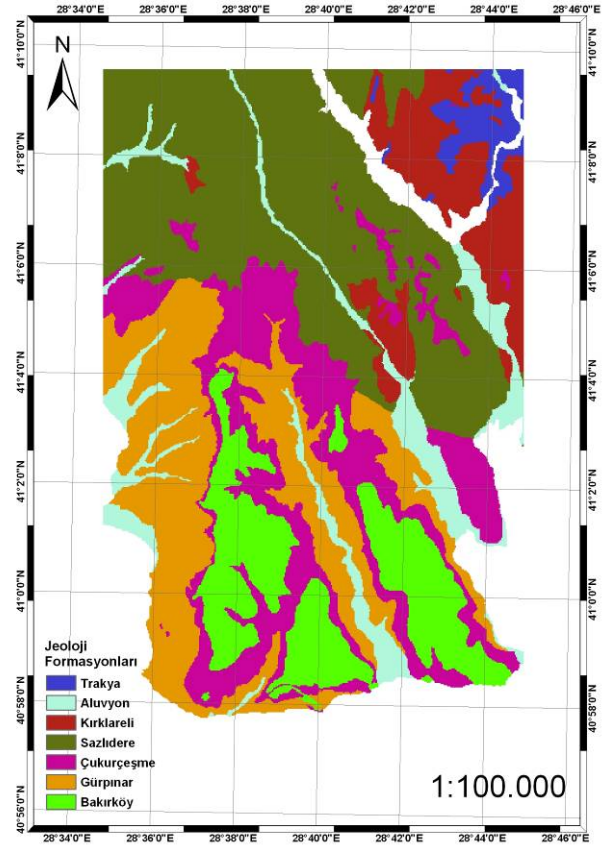
Veri karma işlemi şiddet ton doyum ortamında yapılmış, yapay renklendirilmiş Landsat uydu verileri şiddet ton doyum dönüşümü ile bu ortama atılmış, şiddet bileşeni ile doğrusal uzatılmış ERS-1 görüntüsü yer değiştirmiş, renk ortamına geri dönülünce Şekil 7'da verilen görüntü elde edilmiştir.

4. ÇALIŞMA ALANININ JEOLJISI

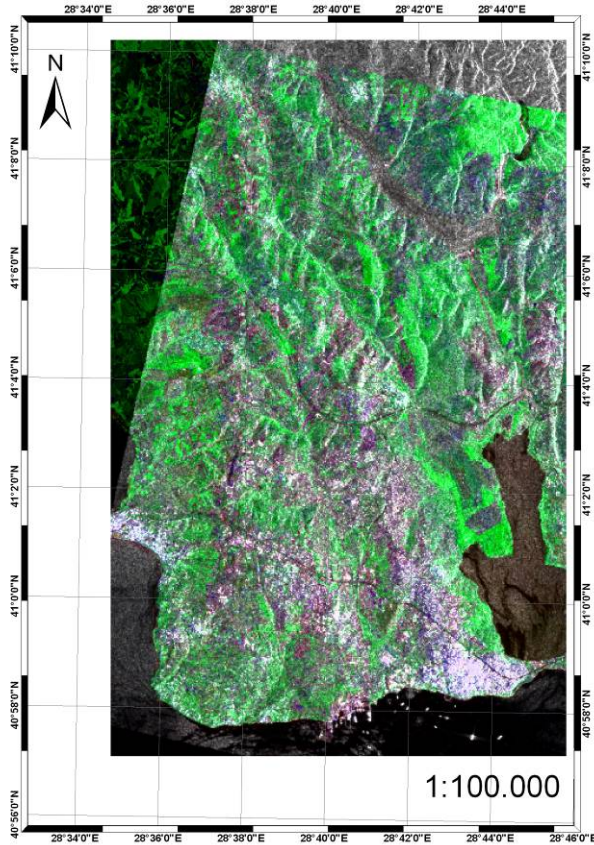
ÇA'na ait jeoloji birimler Şekil 8'de görüldüğü gibi yakından incelenirse, bir alt karbonifer formasyon olan Trakya formasyonu ÇA'nın sağ üst köşesinde yer almakta ve %2,5'ini örtmektedir. Hemen hemen tamamı, yine ÇA'nın sol üst köşesinde yer alan Kırklareli formasyonu ise orta üst eksen döneme ait resif kireçtaşından oluşmakta ve ÇA'nın %8,79'unu örtmektedir. Daha çok dere yataklarını örten alüvyon ise ÇA'nın sadece %7.65'ini örtmektedir.



Şekil 6. ÇA 2000 Landsat 7 ETM (3 4 7) görüntüsü



Şekil 8. ÇA Jeoloji Formasyon Haritası (MTA, 2004)



Şekil 7. ÇA 2000 Landsat 7 + 1993 ERS-1 görüntüsü

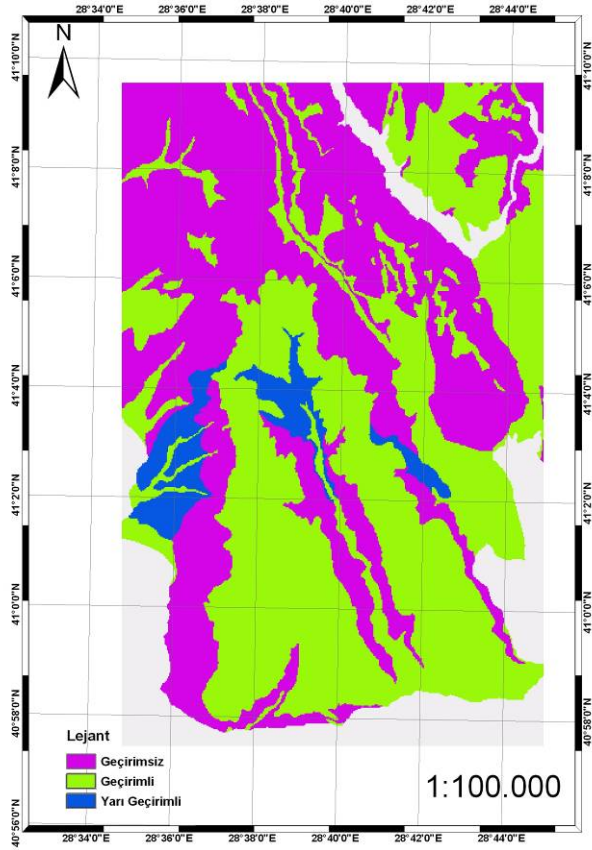
ÇA'nın kuzeyinde yer alan Sazlıdere formasyonu ise alt oligosen ve üst eosen dönemlerinde oluşmuş kireçtaşı, kırınıtlı kireçtaşı ve tüf içeren bir formasyon olup ÇA'nın %30,28'sini örtmektedir. Kuzey sınırları Sazlıdere formasyonuna komşu olan ve Bakırköy formasyonunu çerveyeleyen Çukurçeşme formasyonu ise ortaüst miosen dönemde oluşmuş kiltası ve marn içeren bir formasyondur ve ÇA'nın %18,25'ini örtmektedir. Büyük ölçüde Çukurçeşme formasyonunu çerveyeleyen Gürpınar formasyonunun oluşumu alt miosen ve üst oligosen dönemlerine rastlamaktadır. Tüftik, çakıltaşı, çakıltaşı-kumtaşı-kiltası-tüf-tüfit bu oluşumda yer almakta olup kapladığı alan %19,51'dir. ÇA'nın ortasında yer alan ve güneye kadar uzanan Bakırköy formasyonu ise üst miosen döneme ait olup ÇA'nın %12,78'ini örtmektedir (Alparslan vd., 2006).

5. ÇALIŞMA ALANININ HİDROLOJİSİ

ÇA'nın hidrolojisi Şekil 9'da görüldüğü gibi geçirimli, geçirimsiz ve yarı geçirimli birimlerden oluşmaktadır. Riskli olarak ele aldığımız geçirimli birimlerin formasyonu ÇA'nın %38,3'ünü örtmekte, %35,3 ile Çukurçeşme, %25,2 ile Bakırköy, %17 ile Kırklareli, %14,5 ile aluvyon ve %3,8 ile Sazlıdere'den oluşmaktadır. Orta derecede riskli olan yarı geçirimli birimlerin formasyonu ise %3,44'lük bir alan kaplamakta, %97,4 'ü Gürpınar, %1,7'si ise aluvyondan oluşmaktadır (Alparslan vd., 2006).

6. ÇALIŞMA ALANININDAKİ HEYELANLAR

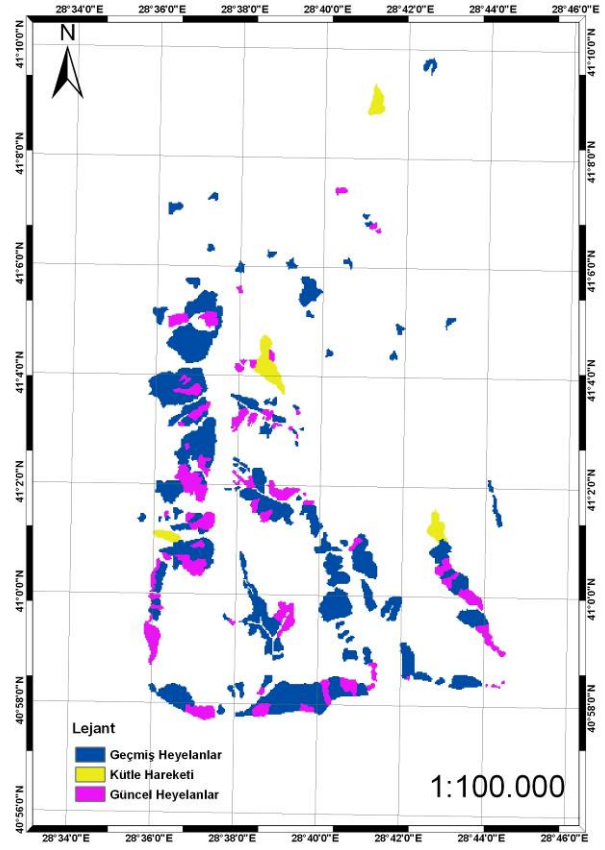
Mevcut heyelan haritası (MTA, 2004) Şekil 10'da görülmektedir. Bölgede, geçmiş heyelanlar, kütle hareketleri ve güncel heyelanlar bulunmaktadır (Alparslan vd., 2006).



Şekil 9. ÇA Hidroloji Haritası (MTA, 2004)

7. SONUÇLAR

SAR görüntüleri yüzey altına bakabilme yeteneklerinden ötürü yeryüzünün jeolojisinin çalışılmasında değerli bir kaynaktır. Bu kaynağın optik uyduların sağladığı ve bazı jeolojik özelliklere duyarlı bantlarındaki bilgilerle tamamlanması sonucunda bütünleşmiş bir kaynak oluşmakta ve bu kaynak yeryüzünün jeolojisinin daha iyi anlaşılabilmesine yol gösterici olmaktadır. Optik görüntülerin sadece yeryüzü yüzey bilgilerini yansıtmaları ve yeraltına nüfuz edememeleri nedeniyle radar görüntülerinden gelen yeraltı bilgileri ile kaynaştırılmaları yüzey jeolojisini anlamamızda yararlar sağlamaktadır. Bölgenin jeoloji, hidroloji ve heyelan haritaları geleneksel yöntemler ve uzun arazi etütleri sonucunda oluşturulduğu için uzaktan algılama teknolojisinin ürünü olan optik uydu görüntüleri, radar görüntüleri ve bunların bileşimi olan görüntü işleme yöntemleriyle işlenmiş sonuç ürünlerle birebir örtüşmeleri beklenemez. Ancak bu ürünler, özellikle ÇA'nın Lee süzgeciyle benek gürültüsünden arındırılmış ERS-1 uydu görüntüsü yeraltına nüfuz etme ve bilgi toplama özelliği göz önünde bulundurulacak olursa bölgenin jeolojisinin daha iyi anlaşılmasına ve yapılması planlanan çalışmalara önderlik edebileceği düşünülebilir. Nitekim bu görüntüleri dikkatle inceleyecek olursak, bazı oluşumların sınırlarını ve özellikle alüvyon oluşumunu sezebilmekteyiz. Farklı jeolojik oluşumları imza olarak toplayacak olursak, radar görüntüsünün optik görüntüde zayıf ve orta derecede ayırt edilebilen oluşumların ayırt edilebilirliğini zayıflatmış görürüz. Bundan radar görüntülerin optik görüntülere sadece çıplak gözle ayırt etmede katkıda bulunduğunu, dikkate değer bazı çizgisel özelliklere yerbilimcilerin ve jeologların dikkatini çektiği, ancak biçim tanıma yönünde ise olumsuz etkisi olduğunu söyleyebiliriz.



Şekil 10. ÇA Heyelan Haritası (MTA, 2004)

Kaynaklar

- Alparslan E. vd. 2006, Büyük ve Küçük Çekmece gölleri arasındaki bölgede heyelan duyarlılığının uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri ile çok kıstaslı analizi, 4. Coğrafya Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri / 13 -16 Eylül 2006 / Fatih Üniv/İst.
- Canny J. 1986, A computational approach to edge detection, IEEE Trans. on PAMI, Vol.8, Issue 6, 679-698
- Lee, S., Digital Image Enhancement And Noise Filtering By Local Statistics, IEEE Trans on Pattern Analysis and Machine Intelligence, PAMI-2, No.2, pp.165-168, (1980).
- Loizzo vd., 1994 Multitemporal analysis of ERS-1 and Landsat TM data for geologic studies, ieeexplore.ieee.org/iel2/3183/9017/00399474.pdf?arnumber=399474
- MTA, ÖYS-3, 2004. "İstanbul-Metropolü Batısındaki (Küçükçekmece-Silivri-Çatalca Yöresi) Kentsel gelişim Alanlarının Yer Bilim Verileri (Harita Ekleri)", 9 Ek
- Pohl C, Van Genderen JL 1998, Multisensor image fusion in remote sensing concept, methods and applications, International Journal of Remote Sensing, 19, 823-854
- Pratt WK 1978, Digital Image Processing, Wiley
- Ricchetti E, Palombella M 2005, Application of Landsat 7 ETM+ Imagery for Geological Lineament Analysis of Southern Italy, IGARSS'05 Proceedings, 5200-5203
- Süzen ML, Toprak V 1998, Filtering of satellite images in geological lineament analysis: an application to a fault zone in Central Turkey, Int. J. of Remote Sensing, 21, 1995, 3281-3292
- Yıldırım H, Alparslan E, Özel ME 1996, Data Fusion of Sharpened Difference by IHS Transform, Proc. of Fusion of Earth Data, pp. 125-130, Cannes, France
- Zhang Y, 2004, Highlight Article: Understanding Image Fusion, Photogrammetric Eng. & Remote Sensing, 70, 657-661