

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

UZAKTAN ALGILAMADA RİSK ANALİZİ

Hazırlayan: H.Ebru ÇOLAK

UZAKTAN ALGILAMADA RİSK ANALİZİ

Dünyada son yıllarda hissedilen küresel ısınma ve sera etkisi sonucu meteorolojik karakterli doğal afetlerin sayı ve şiddetlerinde önemli artışlar olduğu gözlenmektedir. Depremler, taşkınlar, sel, fırtına ve kasırgalar, heyelanlar, çarpık kentleşme, deniz kirliliği, kıyı erozyonu, orman yangınları vs. gibi riskler ve bunların dünyamıza verdikleri zararlar gün geçtikçe artmaktadır. Farklı ülkelerde, farklı doğal risklerin etkisi ile oluşan büyük maddi kayıplar Dünya Ekonomisi'ni de büyük ölçüde tehdit etmektedir. Tüm sektörler doğal risklere karşı savaşta başarılı olabilmek için her türlü çabayı sarf etmekte, bu konudaki araştırmalara büyük yatırım yapmakta ve çok pahalı teknolojileri kullanmaktan çekinmemektedirler. Bu çalışmalarda uzaktan algılamanın rolü büyüktür.[1]

Dünyanın ve özellikle ülkemizin bir çok doğal felakete karşı karşıya olduğu bir gerçektir. Uydu görüntüleri, geniş alanlarda ve sürekli algılama yapma özellikleriyle bir çok doğal felakete karşı önceden planlamaların yapılmasında, risk bölgelerinin belirlenmesinde ve sonuçların izlenmesinde vazgeçilmez bir kaynaktır. Uzaktan algılama ile uydu görüntülerinden gerekli bilgiler çıkartılarak ve gerekli risk analizleri yapılarak, olabilecek doğal felaketler için önceden bir değerlendirme yapılabilir. Bunun sonucunda da gereken önlemler alınabilir. Bu açıdan uzaktan algılama elemanları kullanılarak risk analizinin yapılması yaşantımızda önemli bir konu olarak yerini almaktadır. Bugün ülkemizde bu alanda çalışmalar yavaş yavaş artmaktadır.

Uzaktan algılama ile doğal kaynakların belirlenmesi, plansız şehirleşmenin belirlenmesi ve izlenmesi, uydu görüntüleri ile felaketlerin izlenmesi, orman yangınlarının izlenmesi, kar örtüsü ve çığ belirlenmesi, deprem etkilerinin belirlenmesi, fay yüzey geometrilerinin belirlenmesi, erozyon alanlarının belirlenmesi, sel ve akıntıların belirlenmesi, deniz kirliliğinin belirlenmesi ve izlenmesi, su havzalarının korunması ve izlenmesi gibi birçok konuda uydu verileri kullanılarak gerekli risk analizi yapılabilir ve buna dayalı olarak risk yönetim sistemleri kurulabilmektedir. Böylece herhangi bir bölgede ilgili risk grubu konusunda araştırmalar yapılabilir.

Felaket yönetimi, doğal afetlerin risklerinin belirlenmesi ve yönetilmesi ile ilgilidir. İnsanlar doğal felaketlere engel olamazlar ancak yaşam kaybını ve maddi zararı azaltacak yönde önlemler alabilirler. Olası doğal tehlikelerin önceden tahmin edilmesi ile, şüphelenilen felaket bölgeleri belirlenir ve bu bölgeler hükümet tarafından desteklenebilir. Bu bilgi yerel hükümetler için planlamaların yapılmasında yardımcı olur ve acil durum kaynaklarının tahsis edilmesini sağlar. Özellikle etkili bölgelerin coğrafisi üzerinden alınan zamansal veri, ki burada uzaktan algılamanın rolü büyüktür, felaketin yayılmasına kısa zamanda cevap vermede yardımcı olur.

Öncelikle araştırılmakta olan riskin tanımı yapılmalıdır. Bu risk faktörünü belirleyen kriterler ortaya çıkartılmalıdır. Olabilecek doğal afetler sonrasında meydana gelecek olan zararın tahmin edilmesi için riskin seviyesi tanımlanmalıdır. Böylece minimum zarar tahmini yapılabilir. Bundan sonra riskin en aza indirilmesi için yapılması gerekenler belirlenerek bir yönetim planı hazırlanmalıdır. Olası bir afet durumunda öncesi ve sonrası yapılması gereken işlem adımları belirlenerek, sistematik bir düzenleme planı yaratılır. Yani afet yönetim sistemleri hazırlanmalıdır. Tüm bu işlemlerin yapılmasında en önemli kaynak uzaktan algılama elemanları ve CBS bileşenleridir.

Uzaktan algılama ile risk analizinin bize sağladığı faydalar;

- Riskli bölgeler önceden belirlenerek, gerekli önlemlerin alınmasını sağlamak.
- Zararı en az seviyeye indirerek kayıpları azaltmak.
- Felaketlerin önlenmesi ve zararları azaltacak yönde ön hazırlıkların yapılması ile yeni teknolojik afet yönetim sistemlerini oluşturarak, doğal afetler sonrasında durumu en kısa sürede eski haline döndürmek.

Ancak burada risk analizinin yapılması aşamalarında uzaktan algılamanın kullanımı konusuna değinilecektir. Uzaktan algılama ile risk analizi konusu çok geniş çapta ele alınabilecek bir konudur. Bu çalışmada daha çok ülkemizde yaşanan doğal afetler ve olası durumlar üzerinde durularak, uzaktan algılama ile risk analizinin yapıldığı uygulama alanları buna göre daha sınırlı tutulmuştur.

Bu çalışmada ele alınan uygulama alanları:

- 1-) Uzaktan Algılama ile Deprem Risk Analizi
- 2-) Uzaktan Algılama ile Orman Alanlarında Risk Analizi
- 3-) Uzaktan Algılama ile Kıyı Bölgelerinde Risk Analizi
- 4-) Uzaktan Algılama ile Heyelan Bölgelerinde Risk Analizi
- 5-) Uzaktan Algılama ile Şehirleşme Faaliyetlerinde Risk Analizi

1-) UZAKTAN ALGILAMA İLE DEPREM RİSK ANALİZİ

Yerkabuğu içindeki kırılmalar nedeniyle ani olarak ortaya çıkan titreşimlerin dalgalar halinde yayılarak geçtikleri ortamları ve yeryüzeyini sarsma olayına "DEPREM" denir.

Deprem, insanın hareketsiz kabul ettiği ve güvenle ayağını bastığı toprağın da oynayacağını ve üzerinde bulunan tüm yapılarında hasar görüp, can kaybına uğrayacak şekilde yıkılabileceklerini gösteren bir doğa olayıdır. Türkiye'nin bulunduğu bölgede büyük levhalar arasında küçük birçok levhanın olması, Türkiye'nin büyük bir bölümünün deprem kuşağı içinde yer almasına neden olur[2].

Doğal bir afet olan depremin ne zaman olacağı belli değildir. Deprem, doğal çevreyi tahrip eder, ancak doğal çevre bundan pek etkilenmez. İnsan yapısı çevre üzerinde ise felaketle sonuçlanır. Şiddetli bir deprem; yapılar, yollar, kent hayat damarları tahribata yol açabilir. Depremde insan yapısı çevrenin, doğal çevrenin aksine, acil yardıma ihtiyacı vardır.

Depremlerin acil ve uzun dönem etkileri bulunmaktadır, afet sonrası çalışmalar hemen yapılmalıdır ve her aşamadan gerekli dersler çıkarılmalıdır. Dünya hiçbir zaman risklerden uzak olmayacaktır ancak hasarları azaltacak tedbirler her zaman alınabilir. Bilgisayar teknolojisindeki son yenilikler karar vericilere gerekli bilgileri sağlayacak yeni yollar sunmaktadır. Artık gelişmeler, iki yada üç boyutlu haritalarda, uydu görüntülerinde, internet sayfalarında, avuç içi bilgisayarlarda ve veri tabanlarında görüntülenip analiz edilebilecek, böylece anlaşılır ve kullanılabilir biçimde ilgili yerlere ulaştırılabilecektir.

Coğrafi bilgi sistemleri (CBS), uzaktan algılama ve internet gibi bilgi teknolojileri ile afet yönetimini tanımlayıp ilişkilendirmek, deprem öncesi ve sonrası için gerekli olabilecek kentsel bilgileri elde etmek ve bu bilgileri yeni teknolojilerin yardımıyla envanter oluşturmak gereklidir. Sözü edilen CBS, uzaktan algılama ve internet teknolojileri, afet yönetimine ve yardım çalışmalarına doğru ve zamanında kritik bilgi sağlar. Kentsel veriler, eylem iyileştirme planlarını içeren bu CBS tabanlı teknolojiler, deprem öncesi ve sonrasında görüntüleme, analiz, sentez, riskli bölgeleri ortaya çıkarma, ekonomik kayıp tahminleri, kritik noktaları ve afet anında kullanılabilecek ana arterleri bulma, yer seçimi, hizmet alanları, fiziki planlar arasında karşılaştırma, kontrol, hasar tespit, raporlama gibi teknikleri içerir. Coğrafi teknolojiler, deprem sonrası hasar boyutlarının belirlenmesine yardımcı olmanın yanı sıra acil müdahale stratejileri ile hasar tespit ve yeniden yapılanma çalışmalarında da etkin çözümler sunmaktadır.[3]

Doğal bir felaket sonrasında ortaya çıkacak zararı minimuma indirmek için risk azaltıcı planların yapılması zorunludur.

Bunu yapabilmek içinse,

- ✓ risk altındaki yerler belirlenmeli,
- ✓ varolan ulusal kaynakların envanteri çıkartılmalı,
- ✓ son teknolojik gelişmeler gözden geçirilmeli ve pratik öneriler elde edilmelidir.

➤ Riskin minimuma indirilmesi için gerekli olan şeyler ise:

- ✓ zararın tahmini,
- ✓ eş zamanlı gözleme (erken uyarı sistemleri)
- ✓ halk eğitimidir.

Günümüz teknolojisi ile olası bir deprem için riskli bölgelerin haritalarını oluşturacak düzeydedir.

Riskin Belirlenmesi:

➤ Etkili bir “Etki Azaltma” çalışmasının temel unsuru risk/zarar tahminidir.

Bunun için; deprem gibi olası bir doğal afet sonrasında

- ✓ zarar tahmini,
- ✓ risk altındaki insan nüfusunun, değerli ve önemli yapıların (limanlar, hastaneler, okullar, kırsal vb.) , mallar ve üretim araçlarının (tarlalar, fabrikalar) miktarını bilmek
- ✓ riskin seviyesini tanımlamak gerekmektedir.

Tahmin yapabilmek için deprem olasılığını ve etkili olabileceği bölgeleri bilmek gerekir.

➤ Etkili bir “Etki Azaltma” çalışması için ikinci unsur, olması beklenen doğal felaketler sonrasında tehlike altında olabilecek yerleşimlere alarm veren erken uyarı sistemleridir.

Erken uyarı sistemleri ilk uyarı için deprem bilgilerine ve uyarıyı onaylamak veya iptal etmek için de diğer destek bilgilerine gereksinim vardır.

Uyarı sistemleri, aynı zamanda, depremsel bilgileri elde etmek için çeşitli iletişim kanallarına sahip olmalıdır.

Uyarı sistemleri, mümkün olduğu kadar hızlı olmalı ve sistemin kullanıcıları tarafından anlaşılacak şekilde güvenilir olmalıdır.

Uyarı sistemlerinin üç önemli özelliği;

- ✓ hızlı,
- ✓ doğru
- ✓ güvenilir olmasıdır.

Afet Yönetimi:

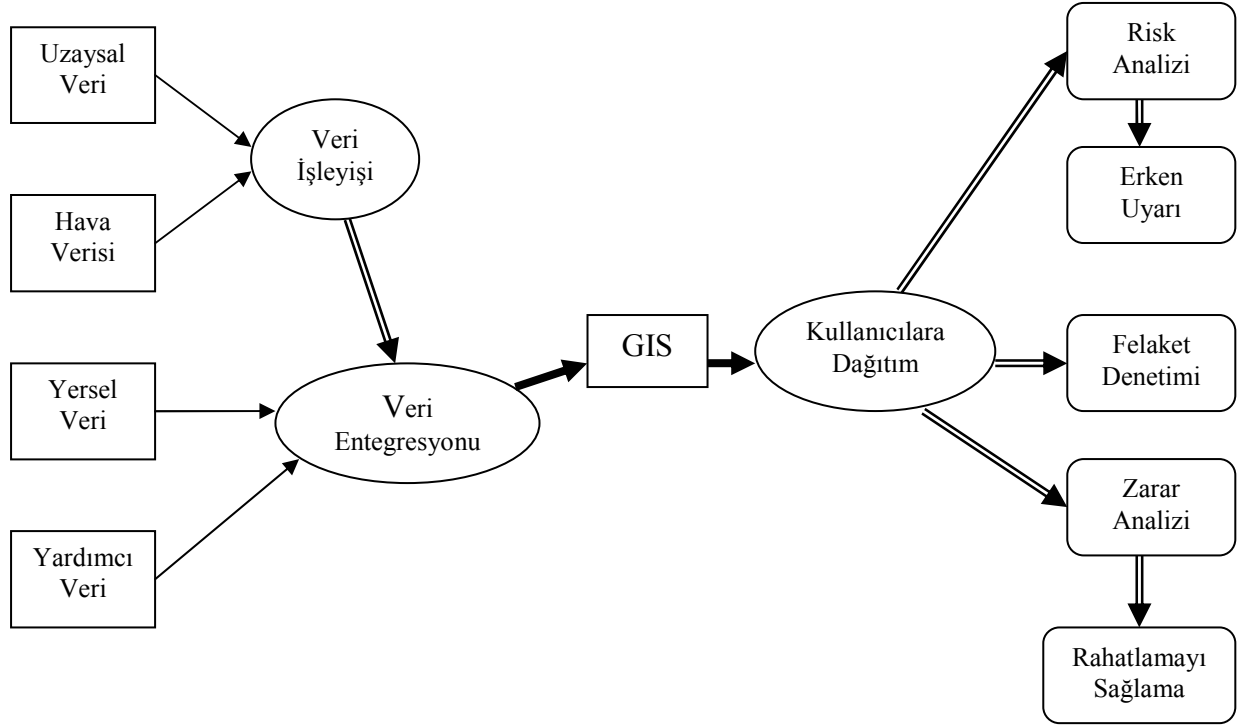
➤ Önhazırlığı Arttırmak: Gerekli önlemleri alarak depremin etkilerini azaltmak. Yüksek risk içeren bölgelerin haritalarının çıkarılması ile zararın azaltılması ve önhazırlığın artırılması sağlanır. Bu aşama halkı bilgilendirme, tehlikenin farkında olmalarını sağlama ve tahliye planlarını içerir.

➤ Erken Uyarı Sistemi: Depremin kötü sonuçlarını önlemeyi sağlayacak erken uyarıları göndermek. Uydu aracılığıyla.

➤ Gerçek zamanlı olarak depremi izlemek: Tehlikeyi önceden görmeyi ve felaket sırasındaki bilgiyi sağlar.

➤ Hasarı Değerlendirmek: Optik ve mikrodalga sensorlar kullanılır.

➤ Durumu İyileştirmek: Mümkün olduğu kadar durumu depremden önceki duruma çevirmek.



Şekil.1: Doğal afet yönetimi aşamaları

Mevcut Felaket Yönetim Sistemlerinin Sınırlamaları

- ›Mevcut sistemler için geçici kararlar.
- ›Sistemlerin uzaysal çözünürlüğü.
- ›Risk altındaki bölgelerin anlaşılması ve afeti yönetmeye yarayan kullanıcı merkezli bilgi.
'Teknoloji üretene değil kullanıcıya uygun olmalıdır.'
- ›Bilginin zamanında yayılmasını sağlamak.
- ›Kriz sırasında ve sonrasında iletişim.

Doğal Afet (Deprem) Yönetiminde Gerekli Bilgiler

- ›Yardımcı Veriler
 - ✓Tektonik Levha Devinimi
 - ✓Fay Hattının Özellikleri
 - ✓Deprem Tarihi
- ›Gerçek Zamanlı Bilgiler
 - ✓Tektonik Levha Devinimi
 - ✓Yerkabuğundaki gerilmeler
 - ✓Yeraltı hareketi (alan ve hız)

Uzaktan Algılama Sistemlerini Geliştirmek İçin Gerekenler

- ›Geçici Çözünürlük
- ›Uzaysal Çözünürlük
- ›Spektral Çözünürlük
- ›İletişim
- ›Veri ve Bilgi Transferi

Depremde Uzaktan Algılamannın Rolü

- › Uzaktan Algılama sayesinde çok büyük alanların sınıflandırılmış haritaları çıkarılabilmesi.
- › Sınıflandırılmış haritaların belirli aralıklarla güncelleştirilerek bölgedeki değişimlerin gözlemlenebilmesi.
- › Depremde risk analizi için sismik haritalar hazırlanması.

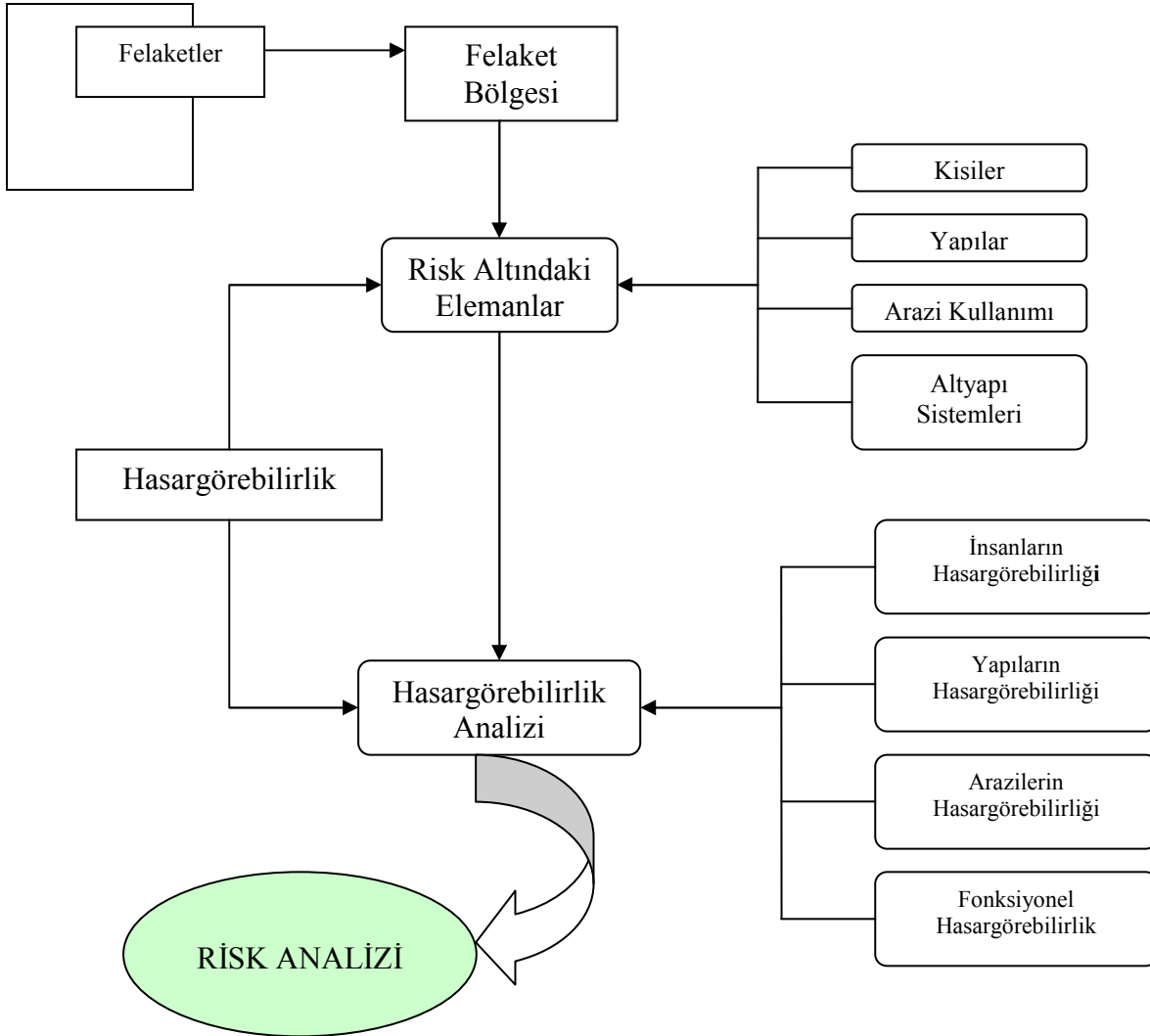
Deprem, Risk & Hasargörebilirlik

Deprem: Yer içinde fay olarak adlandırılan kırıklar üzerinde biriken biçim değiştirme enerjisinin aniden boşalması sonucunda meydana gelen yer değiştirme hareketinin neden olduğu karmaşık elastik dalga hareketleridir.

Risk; Doğal bir felaket sonrasında ortaya çıkabilecek zarar.

Hasargörebilirlik; öngörülen bir tehlikenin oluşması durumunda bir risk unsurunda ya da risk unsuru grubunda meydana gelecek kayıp derecesi.

Risk Altındaki Elemanlar; kent alanlarında bina, nüfus, altyapı sistemleri ve sosyoekonomik faaliyetlerin tümü.



Şekil.2 : Risk Analizi İçin Kriterler

Daha Güvenli Bir Dünya İçin;

➤Risk analizi, felaketin boyutlarını yeterli ve başarılı bir şekilde azaltmanın benimsenmesi için gerekli bir adımdır.

➤Felaketin önlenmesi ve ön hazırlık, afet yardımı için önemlidir ve değişik (bölgesel, iki yönlü, çok yönlü, ulusal ve uluslararası seviyelerde) yönlerden ele alınmalıdır.

➤Yeraltı aktivitelerinin takibini sağlayarak felaketi önlemek, zararlarını azaltmak ve hafifletmek için çalışmalar yapmak öncelikli olmalıdır.

➤Felaketin önlenmesi ve hazırlıklı olmak için anahtar faktörler erken uyarı sistemi ve bunun etkili bir şekilde yayılmasını sağlayacak iletişim ve yayım organlarının kullanılmasıdır.

➤Önlemler belediyeden hükümete kadar, hatta bölgesel ve uluslar arası katılımı içermeli.

➤Hasargörebilirlik, uygun şehir planlaması ve toplumun tümünün uygun eğitimi ile azaltılabilir.

➤Felaketin önlenmesi, azaltılması ve etkilerinin hafifletilmesi için gerekli teknolojiyi paylaşmaktaki ihtiyacı uluslararası topluluk kabul etmekte ve bu teknik işbirliğinin önemli bir bölümü olarak bu teknoloji uygun biçimde ve özgürce ulaşılabilecek durumda olmalıdır.

➤

➤Yeni teknolojilerle geleneksel teknolojileri bütünleyen önlemler alınmalıdır.

➤Afet yönetimi, iletişim ve altyapı sistemi açısından değişik bölge ve topluluklar arasındaki mevcut eşitsizliğin üstesinden gelmelidir.

➤Gelecekte iletişim ve enformasyon alanındaki yeni teknolojiler geleneksel afet yönetim sistemini yeniden tanımlaması muhtemeldir.[4]



IRS-1D (Indian Remote Sensing Satellite) uydusundan alınan bu görüntüde deprem öncesi ve sonrası Adapazarı'ndan geçen T.E.M. (Trans European Motorway) Otoyolu görülmekte. Bu iki resmi karşılaştırarak depremden sonra oluşan hasarlar rahatlıkla görülebilmektedir. [4]



SPOT uydusundan alınan bu görüntüde deprem öncesi İzmit görülmekte.

SPOT uydusundan alınan bu görüntüde deprem sonrası çıkan rafineri yangını ve İzmit görülmekte.

■ Remote sensing platforms: SPOT (Systeme Probatoire de l'Observation de la Terre)[4]



- smoke obscures image in post-earthquake image
- SPOT image of Izmit, Turkey



2-) UZAKTAN ALGILAMA İLE ORMAN ALANLARINDA RİSK ANALİZİ

Genel tanımıyla ifade edecek olursak; serbest yayılma eğiliminde olan ve ormanda yaşama birliğine katılan canlı ve cansız bütün yanabilir varlıkları yakıp yok edebilen ateşe "**orman yangını**" denmektedir.

Dünyanın bir çok ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de orman varlığını tehdit eden faktörlerin başında orman yangınları gelmektedir. Orman yangınlarının çıkış sebeplerine baktığımızda, yıldırım gibi doğal nedenlerin % 5-6 oranında kaldığını, diğer bütün yangınların çıkış sebebinin insan olduğunu görmekteyiz.[5]

Türkiye’de orman yangını istatistikleri orman kanununun kabul edildiği 1937 yılında başlıyor. İstatistikler, 1937’den günümüze geçen süreçte (Ekim 2003 itibariyle) 74.294 orman yangınında, toplam 1 milyon 630 bin 46 hektar orman alanının yandığını ortaya çıkarıyor. Diğer bir deyişle, Türkiye’nin 67 yılda İstanbul ili yüzölçümünün 3 katı kadar orman alanını yangına kurban verdiğini kayıt altına alıyor.

Türkiye İçin Orman yangınları (1937-2003)

■Yangın sayısı: 74.294

■Yanan alan: 1.630.046 hektar

Sadece 2003 yılında yaşanan yangın sayısı 1978. Ve bu yangınlarda 6246 hektar ormanlık alanı yok oldu.



İstatistikler, orman yangınlarının büyük bölümünün insan kaynaklı olduğunu gösteriyor.

Orman yangınları yangınların çıkış nedenleri

.Doğal nedenler % 6

.İnsanlardan kaynaklananlar % 94

İnsan kaynaklı yangınların büyük kısmı kasıt, ihmal, dikkatsizlik ve kazalardan kaynaklanıyor.

Ancak, her üç yangından birinin nedeni de tam olarak bilinmiyor.

İnsanlardan Kaynaklanan Orman yangınlarının çıkış nedenleri

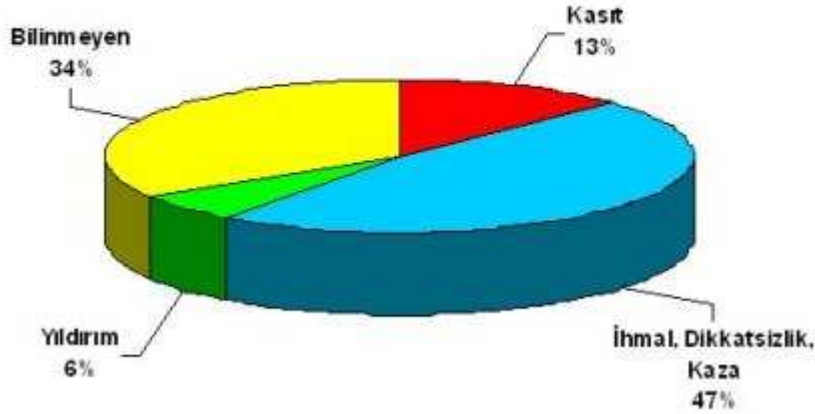
.Kasıt % 13

.İhmal ve kaza % 47

.Nedeni bilinmeyen % 34

Orman Genel Müdürlüğü raporuna göre, ihmal ve dikkatsizlikten sonra anız, çoban ateşi, sigara ve enerji nakil hatlarından kaynaklanan yangınlarda da artış gözleniyor.

YANGIN ÇIKIŞ SEBEPLERİ (Son 10 Yıllık verilere Göre)



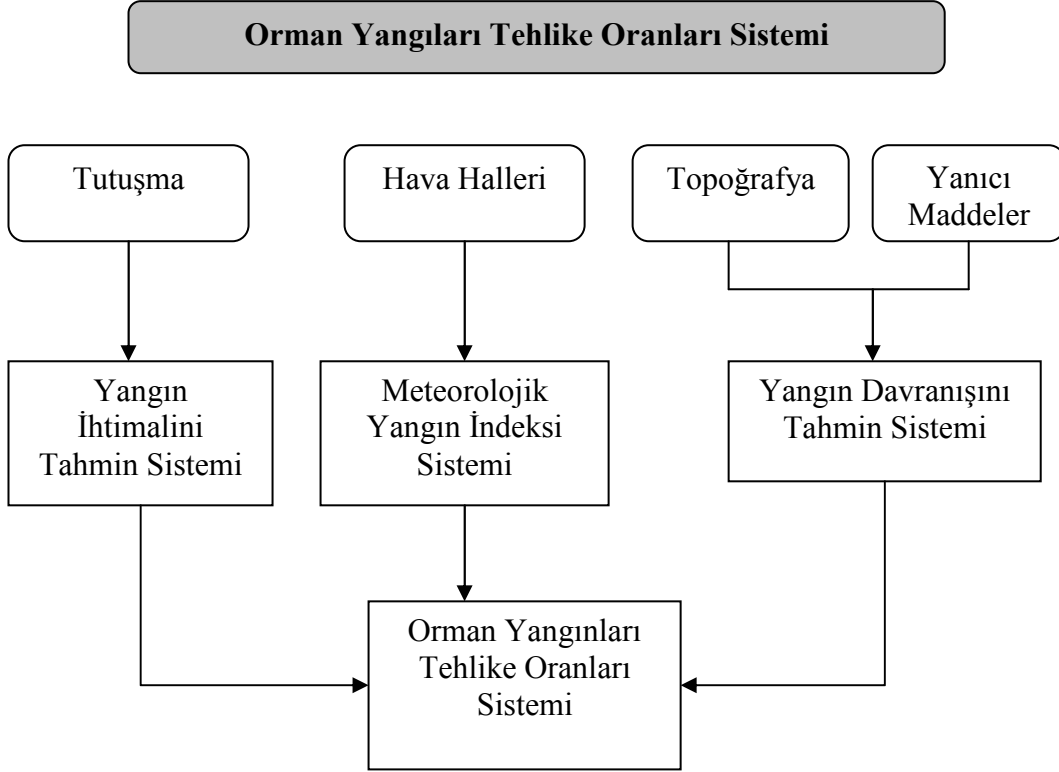
Şekil.3: Yangın çıkış sebeplerinin şematik olarak gösterimi.[6]

Uzmanlar Türkiye'nin hızla azalan ormanlık alanlarını korumanın en etkili yolunun yangın söndürme organizasyonu, toplumsal bilinçlendirme, yangın sonrası restorasyon ve ulusal işbirliğini kapsayan bir yangın yönetim planlanması olduğunu belirtiyorlar.[6]

Orman yangınları sadece ormanların, orman ürünleri üretimine zarar vermemekte aynı zamanda su üretimi, toprak koruma, iklim düzenleme, toplum sağlığı, tabiatı koruma, milli savunma, estetik, rekreasyon, bilim ve araştırma gibi bir çok fonksiyonunu etkilemektedir.

Yangın, ilk müdahalede geç kalındığında mevcut hava hallerine, yanıcı madde durumuna ve arazi yapısına göre bir davranış gösterecektir. Bu durumda yangına karşı uygulanacak söndürme çalışmalarında etkili kararlar verebilmek için yangının şiddeti, yayılma oranı ve yanıcı madde tüketimi gibi yangın davranışı özelliklerinin önceden tahmin edilmesi gerekir. Yangının yayılma oranı, rüzgar hızı, yanıcı madde ortalama boyu, kapalılık ve toplam yanıcı madde miktarıyla tahmin edilebilir. Yanıcı madde tüketimini belirlemek için ortalama boy ve kapalılık iyi bir göstergedir. Yangının şiddeti ise, rüzgar hızı, ortalama boy ve kapalılıkla yakından ilişkilidir.

Uydu görüntülerinden orman alanlarında yangın risk analizi, hem GIS hem de Uzaktan Algılama teknolojilerini kullanan bir metottur. [7]



Şekil.4: Orman yangınları tehlike oranları sistemini oluşturan unsurların şematik gösterimi[7]

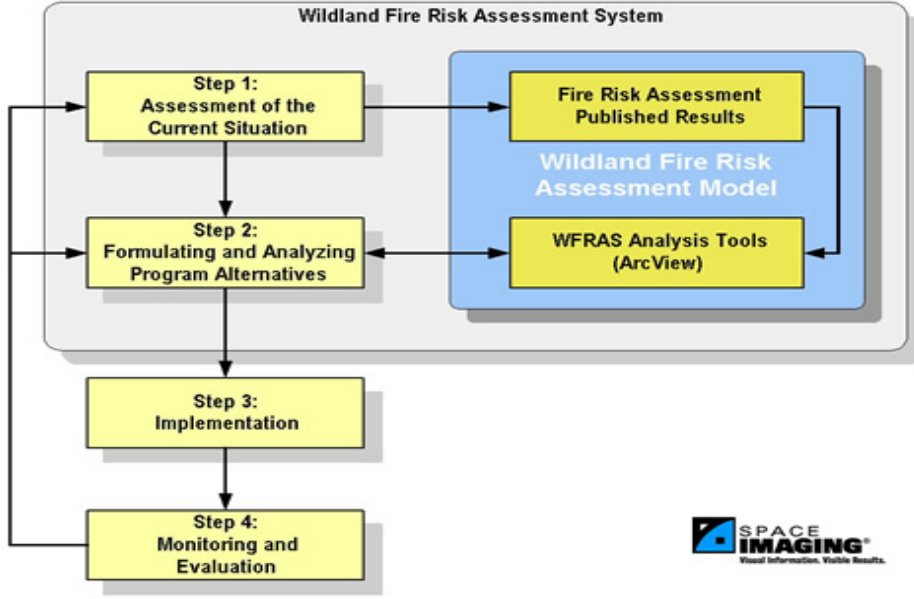
Kullanılan uydu görüntüleri:

Orman alanlarında yanıcı maddeler, esas olarak 30 metre çözünürlükteki Landsat TM görüntüleri kullanılarak haritalanır. Özellikle IKONOS uydusundan alınan yüksek çözünürlükte çok bantta alınan uydu görüntüleri, belirli bölgelerde yanıcı maddelerin haritalanmasında kullanılabilir.

Yangın yönetim planlamasında yöntemi geliştirmek için, uydu görüntüleri ile başlıca yanıcı madde tipi uzmanları birlikte çalışır. Orman Alanları Yangın Riski Değerlendirme Modeli, orman alanlarının yangın duyarlılığı, yangına cevap için kolay yoldan ulaşabilme ve orman alanları yangın riski indekslerinin çıkartılması için hesaplamalar gerektirir.

Orman alanlarının yangın riski değerlendirme sistemi(WFRAS-The Wildland Fire Risk Assessment System), gelecekteki orman yangınları riskini azaltmak için yanıcı maddelerin tanımlanması,geçerli yangın risklerinin değerlendirilmesi, yangın önleme analizi ve yangın davranışı özelliklerini tanımlayan bir metottur. Bu yöntem etkili yangın yönetimi,söndürülmesi ve iyileştirilmesi seçeneklerini desteklemek amacıyla yangın yönetimi araçlarını sunar.

Wildland Fire Risk Assessment General Planning Process

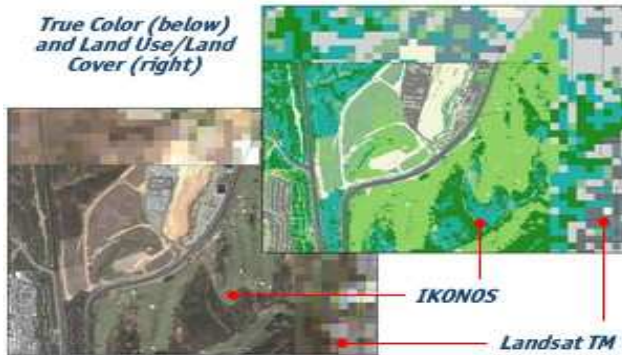


Şekil. 5: Orman yangınları risk yönetimi değerlendirilmesinin şematik gösterimi.

Yanıcı maddelerin görüntülenmesi.-Yüzeysel yanıcı madde modellerinin üretilmesi için yüksek çözünürlükte görüntülerin bütünleştirilmesi:

Bitki örtüsünün görüntülenmesi ve yüzeysel yanıcı madde model görüntüsü için metotlar geliştirmede uzaktan algılama ve GIS teknikleri geliştirilmiştir. Uydu görüntüleri ile orman yangınlarının risk analizi yöntemi, orman alanlarında, şehir seviyelerinde ve şehir arayüzlerinde yangınların görüntülenmesinde büyük ölçekte bir yaklaşımı destekler. Orman yangınları esas olarak 30 metre çözünürlükteki Landsat TM uydu görüntüleri ile görüntülenir. Özellikle IKONOS uydu görüntüsü yada dijital hava görüntü sistemi(DAIS-1) gibi yüksek çözünürlüklü çok bantlı görüntüler, 4 metre ve 1 metre yada daha az çözünürlükte şehir arayüzü ve şehir yangınlarını görüntülemeye kullanılabilir.

Şehir arayüzlerinde yanıcı maddelerin gelişmiş konumsal görüntüleme çözünürlüğü, şehrin daha iyi tanımlanmasını ve uygun özelliklerinin belirlenmesini sağlar. Hem uydu görüntülerinden hem de hava fotoğraflarından elde edilen veriler, değerlendirilen coğrafik alana ve çözünürlüğe bağlıdır.



Landsat TM (30m) ve IKONOS (4m/1m) uzaysal çözünürlüklerindeki farklılıklar, orman alanları ve şehir arayüzleri için sınıflandırılan yüzeysel yanıcı maddelerin doğruluğunu etkiler.

Orman Alanları Yangın Risk Modeli

Yangın yönetiminde yanıcı madde uzanmaları ve uydu görüntüleri üreticileri, yangın önlem planlarında en iyi orman alanları mevcut yangın bilimini yansıtmak için risk modelini oluştururlar. Orman alanlarının yangına hassasiyeti, yangının etki alanı, yangın alanına cevap için kısa zamanda ulaşılabilirlik ve orman yangını risk indekslerini çıkartmada gerekli hesaplamalar ile araştırma konusu üzerinde geniş çapta bir GIS veritabanı bu modelde birleştirilir.

WFRAS risk değerlendirme modeli ayrıntılı bir GIS veritabanı ile ilişkilendirilir. Bu veritabanı yangının meydana çıkması, yangın davranışlarının yayılımı, önleme etkinliği, yangın etkileri ve ulaşılabilirliği gibi veri elemanlarını içerir. Bu model, indekslerin yanı sıra tüm sonuç çözümlerini üretmede kullanılır. Bildirilen veri girişine göre yeni çözüm yolları üreten bu arabirimler sayesinde değerlendirme sonuçları tabakalar halinde kullanıcıya sunulur. Bu yaklaşım ile, değişen durum şartlarına göre değerlendirmeler yapılır ve yeni sonuçlar toplanabilir.

Bu modelleme yeteneği yangın planlayıcılarına, birkaç yıl için yangına riskli alanların belirlenmesinde ve olası bir yangının etkilerini tahmin etmelerinde faydalıdır. Belirli periyot dilimlerinde yanıcı madde davranışlarını takip eden özel yangın modelleri oluşturulur ve buna göre gerekli önlemler önceden alınır.[8]

3-) UZAKTAN ALGILAMA İLE KIYI BÖLGELERİNDE RİSK ANALİZİ

Kıyı alanları, kara ile suyun birleştiği yer, göllerin ve akarsuların başladıkları yer ile tarım toprağı arasında kalan kumsal, taşlık ve sazlık alanlar olarak tanımlanabilir. Kıyı bölgeleri dinamik yapıda olup, fiziksel ve biyolojik olarak kompleks bir çevre içermektedir.[4] Kara ile denizin birleştiği çizgi değişimse idi kıyı tanımlaması kolay olabilirdi ancak kıyıyı biçimlendiren doğal oluşumların dinamiği, yerine ve zamanına göre değiştiğinden bu tanımlama zorlaşmaktadır. Böylece kara ile denizi birleştiren çizgi, kum yığılmalarının, gelgit olaylarının, fırtınaların etkileriyle kara ve deniz arasında etkileşimli bir bölge oluşturmakta ve bu bölge kararlı bir şekilde değişmeye devam etmektedir.[9]

Kıyı kullanımı:

Türkiye’de kıyı şeridinin uzun olmasına karşın yüzey şekillerinin engebeli ve yüksek olması, dağların çoğu zaman kıyılara kadar sokulması kullanılabilir kıyıların değerini daha da arttırmıştır. Bu nedenle ülkemizde kıyı kesimleri tarih boyunca deniz ve ulaşım kolaylıklarının da etkisiyle, yerleşme ve ekonomik faaliyetler açısından her zaman canlı olmuştur. Bu açıdan ele alındığında Türkiye’de büyük kentlerin, sanayi ve turistik tesislerin çoğu kıyıda yer almaktadır. [10]

Dünya nüfusun yaklaşık % 50 si kıyı yakınlarında yaşamakta olup, bu oranın gelecek on yıl içinde % 75 e çıkması beklenmektedir.

Kıyı Nüfusunun Yoğunluğunun Sebepleri:

- Kıyı alanlarının ekolojik yapısı, tarıma, balıkçılığa uygundur.
- Ulaşım kolaylığı.
- Nakliye avantajları.
- Sit ve Eğlence olanaklarının fazla olması.
- Turizm.
- Doğal güzellikleri ve tarihi birikim.
- Sanayi, iş olanakları.

Kara ve deniz arasındaki sınır, haritalar üzerinde genellikle net bir biçimde tanımlanmamıştır. Bunun sonucu olarak aşama aşama bir geçiş bölgesi oluşmuştur. Bu geçiş bölgesi genellikle kıyı şeridi veya kıyı alanı olarak adlandırılır. [9]

Kıyı Alanları:

■ Kıyı alanlarının ekolojik yapısının, tarıma, balıkçılığa uygun koşullar taşıyan zengin kaynak potansiyeline sahip olması ve ulaşım kolaylığı gibi sağladığı avantajlar nedeniyle insanlar tarih boyunca öncelikle kıyı alanlarına yerleşmiştir.

■ Ülkeler arasındaki ekonomik, kültürel ve politik temas alanları işlevini de gören kıyı alanlarının doğal güzellikleri ve tarihin birikimi, turizmin gelişimi içinde çekici hale gelmiştir.

■ Anakaraların kenarında yer alan bu derece önemli bölgeler büyük felaketlere eğilimli olup, bu durum nüfusun büyük çoğunluğunu ve ülke ekonomisini etkiler.

ICZM(Integrated Coastal Zone Management)

■ Sürdürülebilir kullanım ve gelişim, kıyı ve denizlerin alan ve bölgelerini korumak için alınan kararların oluşturduğu sürekli ve dinamik süreç bulunmaktadır.

Kıyı Bölgelerindeki Afetler:

- Kıyı çizgisi değişiklikleri,
- Madencilik,
- Kıyı erozyonu.
- Kıyı Kirliliği,
- Yağ sızıntıları,
- Endüstriyel atıklar.
- Endüstri ve Kent Büyümesi,
- Kıyı Ekosistemi Bozulmaları,
- Tsunami.

Kıyı Değişimleri:

■ İnsan Kaynaklı Değişimler

- Deniz Doldurma, Ulaşım Ağı.
- Yeniden Yaratma (Rekreasyon),
- Yapılaşma (Liman inşaatı, kentleşme.)

■ Doğal Olaylardan Kaynaklı Değişimler

- Dalgalar, akıntılar, fırtınalar,
- Ortalama deniz seviyesindeki artışlar,
- Kıyı Erozyonu,
- Siklonlar,
- Suyun akış yönünde meydana gelen değişiklikler.

Kıyı Erozyonu :

Erozyon, kıyı kayalarının deniz ve denize taşınan metaryeller veya rüzgar ve dalgalarla parçalanmasıdır. Denizsuyu kayaların içine doğru hava basıncında bulunur. Hava çıktığı zaman, basınçtan kayalarda kırılmalar meydana gelir.

Büyük dalgalar, kumsal metaryellerini uçurumlara doğru atarlar. Bazı metaryeller asitler aracılığıyla suda çözünerek kayaların aşınmasına neden olur.

Kıyı erozyonu nehirlerin denize birleştiği noktalarda da meydana gelebilir. Nehirler denize doğru tortu ve sediment iletmeleri ve bu maddelerin miktarının zamanla birikmesi sonucunda kıyı erozyonu meydana gelir. Nehirlerin üzerinde baraj olması durumunda taşıdıkları tortu miktarı artacaktır.

1970 yılından bu yana yapılan tahminlere göre kumlu sahillerin (kumsalların) % 80 den fazlasının zamanla aşındığı belirtilmiştir . Bugünkü kıyı erozyonlarının çoğu insan kaynaklıdır (kum çıkartma, aktif kumsal alanlarda yapılar inşa etme, dalgakıranların inşası v.s).

Hindistan da yapılan bir çalışmada, her yıl 77 m² alanın erozyon nedeniyle denize karıştığı hesaplanmıştır. Diğer bir çalışma da 10 yıllık süreç içinde 749 m toprağın erozyon nedeniyle aşındığı belirlenmiştir.

Trinidad 'ta son 15 yıl içinde deniz seviyesinin yılda 8-10 mm yükselmesi ile birlikte, bazı kumsallar yılda 2m geri çekilmiştir. Fiji de, 1960 yılından beri yılda deniz seviyesinde meydana gelen 1-1,5 mm yükselme, kumsallarda 30 m geri çekilmeye neden olmuştur.

Erozyonu Etkileyen Faktörler:

- Okyanus/denizin durumu.
- Kıyı metaryellerinin dayanıklılığı.
- Normal drenajdaki değişimler.
- Bitki örtüsünün büyümesi.
- Uçurum altlarındaki titreşim ve etkiler.
- Global iklim değişimi.
- Beklenmeyen yağış miktarları.
- Şiddetli fırtınalar.
- Yüksek sıcaklıklar.

Global iklim değişiklikleri okyanus ve sahillerin fiziksel, biyolojik ve biyokimyasal karakteristiklerini etkilemekte, ekolojik yapılarını, fonksiyonlarını ve sağladıkları hizmet ve faydaları değiştirmektedir. İklim değişimi ile birlikte;

- Ortalama deniz seviyesi değişmekte,
- Erozyon hızlanmakta,
- Sel, tufan riski artmakta,
- Deniz yüzeyi sıcaklıkları değişmektedir.

Kıyı Erozyonunun Sonuçları:

- Toprak alanların kaybolması,
- İnsanların ölmesi,
- Habitatların kaybolması ya da yer değiştirmesi,
- Kumsalların yok olması,
- Ulaşım ağı ve altyapı yok olması.

Kıyı Kirliliği :

- Endüstriyel atıklar,
- Kanalizasyon atıkları,
- Çöpler,
- Yağ sızıntıları.

Yağ Sızıntıları :

Yağ sızıntıları su yaşamına zarar verdiği kadar kara hayvanları ve insanlara da zarar verir. Büyük tankerlerin birbirleriyle çarpışmasından yada kayalıklara çarpması sonucu meydana gelir.

Yağ sızıntısından sonra, gemi operatörü ve şirketler acil durum değerlendirmesi ve yağın yayılımını en aza indirmekten yükümlüdürler.

Zararı ve etkilenen alanı en aza indirmek için;

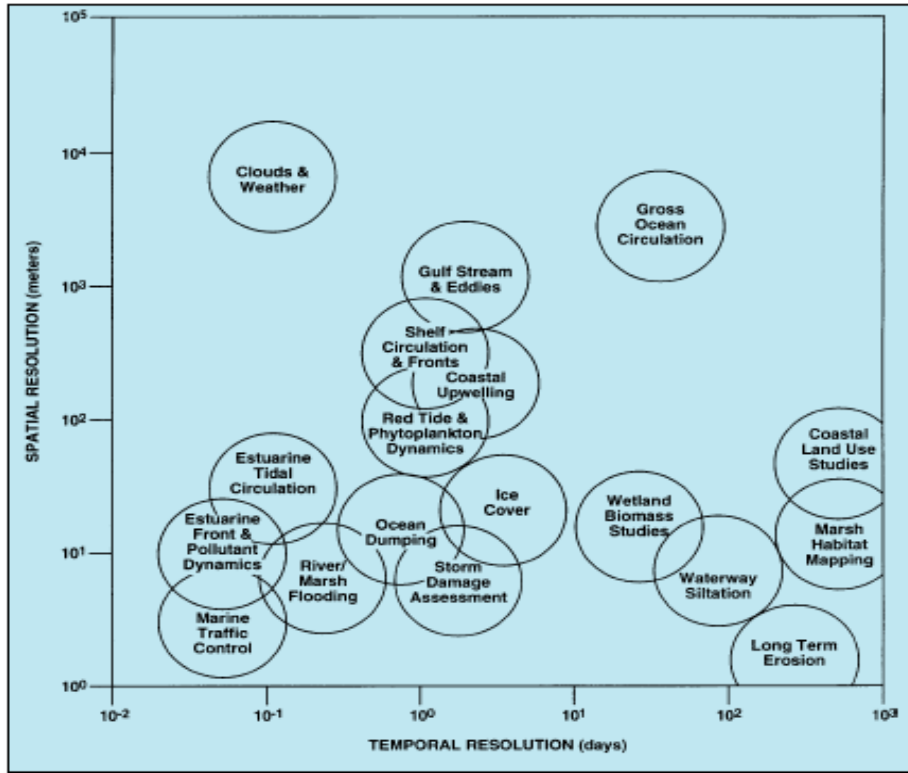
- Sızıntının konumu,
- Boyutu ve yayılımı,
- Yağ hareketinin yön ve büyüklüğü,
- Rüzgar, akıntı ve dalga bilgileri bilinmelidir.

Uzaktan algılama ulaşılamayan bölgeler hakkında bilgi verir. Yağ sızıntısının tam konumunun belirlenemediği durumlarda, uzaktan algılama ile konum belirlenir.

RADAR algılayıcılar her tür hava koşullarında veri elde edebildiği için afet anında kullanılmak için uygundur.

Gerekli Veriler:

- Dinamik yağ sızıntılarını görüntülemek için yüksek zamansal çözünürlük gerekir.
- Sızıntının net olarak görüntülenebilmesi için uzaysal çözünürlük yüksek olmalıdır.
- Sızıntılar radar görüntülerinde daha koyu renk tonlarında gözükürler.
- Çok zamanlı görüntü bu olgunun irdelenebilmesi için önemli bir kaynaktır.



Şekil.6: Kıyı bölgelerindeki çalışmalar için gerekli zamansal ve konumsal çözünürlük bilgileri [11]

Yağ Sızıntılarının Etkileri:

- Deniz ekosistemine zarar verir,
- Denizde yaşayan canlıları yok eder,
- Degrades Shore Amenities
- Ekonomik aktivitelere zarar verir,
- İnsanların sağlığına zarar verir.

Deniz yüzeyindeki yağ, dalga etkisini azaltır, uyduya dönen geri yansıtım miktarı düşer ve daha koyu bir görünüm oluşur. Bu SAR görüntüleriyle belirlenebilir.

Edinilen Bilgiler:

- Sızıntının merkez ve dış konumu,
- Alan, uzunluk ve genişlik.
- Yönü (Doğu, batı..)
- Sıçrayan yağın yoğunluğu (yüksek, orta, düşük)
- Görüntülerin diğer verilerle koordinasyonu.

Tsunami :

Tsunami Japonca bir kelime olup, büyük liman dalgası anlamına gelmektedir.”Tsu” liman, “Nam” dalga anlamına gelmektedir. Yüksek dalga boyu ve periyotla gelen büyük okyanus dalgaları demektir (550 mph ve 20m.)

Tsunamiye Neden Olan Faktörler:

- Suyun hareket etmesine neden olan şiddetli etkiler;
- ❖Volkanik patlamalar,
- ❖Denizaltı depremleri,
- ❖Deniz altı toprak kaymaları,
- ❖heyelanları,
- ❖Meteor etkileri.

Tsunaminin Meydana Gelmesi: Okyanus yüzeyinde kaya veya sedimentlerin yer değiştirmesi ile su deniz çevresinde hızla yayılır ve su seviyesi değişir. Kıyıya yakın yerlerdeki su seviyesi düşer. Büyük dalgalar oluştukları konumdan dışarıya doğru hareket eder.

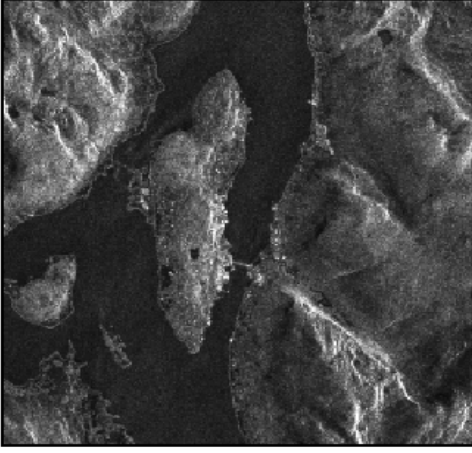
Uydu Bağlantılı Uyarı Sistemleri

- Japonya Tsunami Uyarı Sistemi,
- Rihter ölçeği ile 7.0 üzerinde deprem olacağında uyarı veriyor.,
- Uydular yer istasyonlarına uyarılar gönderiyor.
- 1 dakika süre içinde %96 güvenilirlikte veri iletiliyor.

Veriler:

- RADARSAT-1 görüntüsü,
- 25 m uzaysal çözünürlük, 100 km² alan.
- Kuru mevsimler... (20/03/1999 and 09/03/2001)
- Islak mevsimler... (11/10/2001 and 4/11/2001)

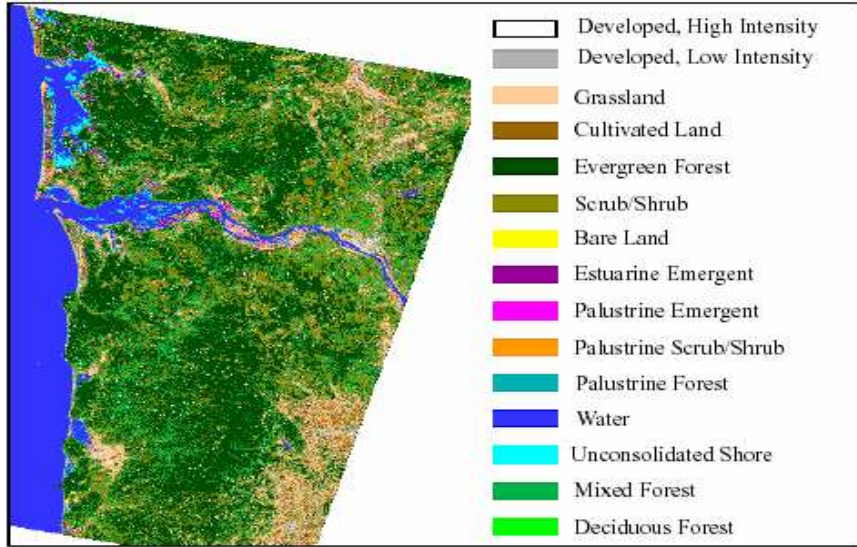
Radar verileri her tür hava koşullarında kullanılabilir. Yüzey geometrisi ve neme duyarlılıkları nedeniyle felaketlerin monitörlenmesi için uygundur.



Canadian Space Agency den 1992 yılında alınan RADARSAT verisi. 1992 haziran Norveç kıyılarından SAR görüntüsü.[11]

Arazi Örtüsü Sınıfları:

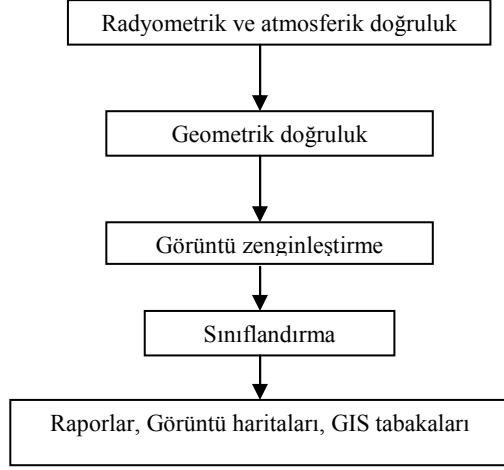
- Su,
- Orman türü 1 (ağaçlar)
- Orman türü 2 (hindistan sakız ağaçları)
- Tarım,
- Otlar,
- Sulak alanlar.



Landsat TM /NOAA/ CSC göre arazi örtüsü sınıflandırması[11]

Uzaktan Algılama ile Yapılan İşlem Adımları:

- Analiz etme, problemi tanımlama, objektifleri belirleme, analitik ve yönetsel sınırları belirleme.
- Alternatif yönetim stratejilerinin tasarlanması,
- Araştırma ve uzun dönemlik veri toplama,
- Yönetim uygulamalarının ve teknolojilerinin kurulması,
- Yönetim stratejilerinin uygulanması,
- Tatbik,
- Görüntüleme, İzleme.
- Değerlendirme.



Şekil.7: Uzaktan Algılama Verilerinin Yorumlanması [12]

Görüntülerin İşlenmesi:

- Ön işleme,
- Geometrik düzeltme,
- Filtreleme, (Benek etkisi giderildi)
- Zenginleştirme,
- Sınıflandırma,
- %85.5 doğruluk,
- Sınıflandırma sonucundaki sınıflar CBS' ye katman olarak aktarıldı.[4]

KIYI KULLANIMINDA UZAKTAN ALGILAMA

Cisimlerin özelliklerini ortaya koymak amacıyla bir çok ülke tarafından geliştirilmiş entegre sistemler kullanılmaktadır. Yeryüzünü sürekli olarak tarayan uydulardan gelen veriler pek çok araştırma için kullanılmaktadır. Çok geniş çalışma spektrumuna sahip olan uzaktan algılama teknolojilerinin çalışma alanlarından biride, çeşitli parametreler tarafından komplike ve sürekli bir etki altında tutulan kıyılardır. Kıyılarına etki eden parametrelerin özelliklerinin tanımlanması ve boyutlarının hesaplanması ancak bölgenin özelliklerinin global boyutlarda ortaya konulması ile mümkündür. Bölgenin global özelliklerinin belirlenmesinin en ekonomik yolu, uzaktan algılama teknolojilerinin kullanılması ile mümkündür. (Robinson,1985 ; Lillesand & Kiefer,1994).

Uzaktan algılama teknolojilerini kullanarak kıyıların kullanım ve jeomorfolojik özelliklerinin yanında kıyı alanlarının bitki örtüsü, su ile kaplı alanların durumları, kıyılarına ulaşan sedimentlerin miktarları, dalga ve akıntı durumları, klorofil konsantrasyonları belirlenebilmektedir. Son yıllarda araziye temsil eden yüzeyin bilgisayar ortamında gösterimini sağlayan Sayısal Arazi Modellerinin (SAM=DEM) devreye girmesi ile uzaktan algılama çalışmalarına yeni bir boyut gelmiş ve analiz yöntemleri oldukça gelişmiştir. Bu sayede stereoskopik yetenekleri ve yer ayırma güçleri düşük olan uydu verileri zenginleştirilebilmektedir. Farklı zamanlarda algılanmış görüntülerin analizleri yapılarak ve SAM'den oluşturulan Sayısal Harita (SH) ile değişim bölgeleri belirlenerek, boyutları matematiksel büyüklük olarak hesaplanabilmektedir. Çok sık değişen kıyı çizgilerinin güncel durumlarını yansıtan haritaların üretilmesinde ve kıyı dolgu alanlarının hesaplanmasındaki en ekonomik, pratik ve güvenli yol, SH ile güncel uydu verilerinin birlikte değerlendirilmesidir.[10]

Amaç, kıyı kaynaklarının korunarak kullanılması olduğunda, orta ve uzun vadeli stratejiler benimsenmektedir ve kullanım sınırlamaları getirilmektedir. Yasal ve yönetsel düzenlemeler ve uygulanabilirlik düzeyi, koruma ve kullanma stratejileri, bunların uygulanmasını, denetimini

izleyecek mekanizmaların işleyişi, imar planı kararları ve bütüncül bir kıyı yönetim sisteminin sağlanıp sağlanmamış olması bu kapsama girmektedir.

Kıyı alanlarının yönetimi; kıyı alanlarında sürdürülebilir gelişme için sürekli, önlem alıcı ve uyarlanmış bir kaynak yönetim süreci olarak tanımlanmaktadır.

Kıyı alanları yönetim amacı, kıyı alanların duyarlı, sınırlı ve baskı altındaki mekanlar olduğu göz önüne alınarak, kamu ve yerel grupların uyumlu ve birlikte eylemlerine olanak verecek entegre politika ve stratejilere dayalı bir yönetim biçiminin oluşturulmasıdır.[9]

Kıyı ve Deniz Kaynaklarının Yönetimi ve Geliştirilmesi:

- * Kıyı ve deniz kaynaklarının sürdürülebilir geliştirilmesi;
- * Bütünleşik kıyı alanları yönetiminin genel konuları;
- * Bütünleşik kıyı alanları yönetiminin uygulanması için kurumsal düzenlemeler;
- * Yasal, ekonomik ve sosyal konular, uluslararası nitelikteki konular;
- * Kıyı alanlarının kullanımları ve planlanması
- * Sulak alanlar, kıyı kumulları, haliçler, delta ve lagünlerin yönetimi;
- * Tarihi alanların, anıtların ve gemi batıklarının yönetimi;
- * Canlı kaynakların, balıkçılığın ve deniz memelilerinin yönetimi;
- * Kıyı turizmi planlaması ve yönetimi, tesisler için yer seçimi, yat limanları, ekoturizm;
- * Deniz taşımacılığıyla ilgili konular, petrol taşımacılığı ve kirlenme;
- * Büyük endüstri tesisleri için yer seçimi;
- * Su kalitesi, kara kökenli kirlenici kaynakları, kirlenmenin denetimi, denize boşaltım yapıları, tehlikeli ve katı atık yönetimi;
- * Kıyı ve deniz politikaları;
- * Eğitim, halkın katılımı ve gönüllü kuruluşların rolü;
- * Kıyısal projeler için çevresel etki değerlendirmesi.[16]

Kıyı Alanlarının Yönetiminin Genel Amaçları:

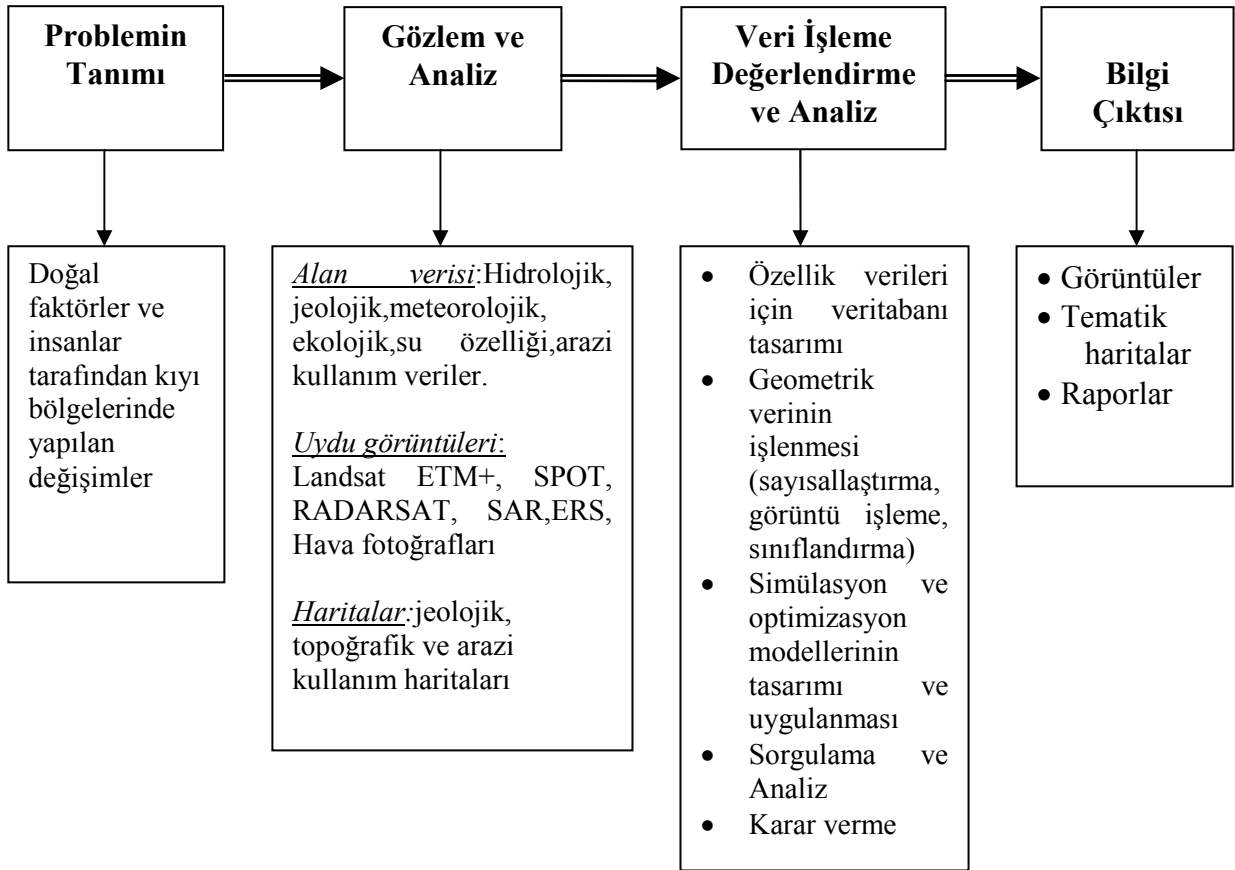
- Kıyı alanlarının mevcut ve tasarlanmış kullanımlarını ve bunların karşılıklı etkilerini belirlemek,
- Kıyı yönetimi ile ilgili iyi tanımlanmış konular üzerinde yoğunlaşmak,
- Kirlilik, deniz erozyonu, kaynak kaybı ve yaşam ortamının tahrip olması da dahi olmak üzere, kıyı ve deniz alanlarının kullanımı sonucunda meydana gelen değer değişikliklerini yansıtan, ulusal kaynak ve çevre muhasebesi gibi yöntemlerin geliştirilmesi ve uygulanmasını teşvik etmek,
- Uyumlu ve dengeli kullanımı teşvik etmek için ilgili tüm sektörleri kapsayan entegre bir politika ve karar alma süreci sağlamak,
- Önemli projelerin etkilerinin önceden değerlendirilmesi ve sistematik biçimde gözlenmesi de dahil olmak üzere, proje planlamasında ve uygulamasında koruyucu ve ihtiyati yaklaşımlar kullanmak [9]



NOAA uyduyu ile kıyı bölgelerinden bir görünüm [13]



SPOT uyduyu ile kıyı alanlarının görünümü [13]



Şekil.8 : Kıyı yönetimlerinde proje planının şematik gösterimi [12]

LANDSAT ETM Özellikleri:

8 ayrı banttan oluşur:

→ 6 tanesi 30 m. çözünürlükteki spektral bant

- 1~5 . bantlar ($\lambda=0,45 \dots 1,75 \mu\text{m}$)
- 7. bant ($\lambda=2,09-2,35 \mu\text{m}$)
- taranan veri satırında 6,600 pixel bulunur.

- 60 m. çözünürlükteki termal bant
- 6. bant ($\lambda=10,4-12,5 \mu\text{m}$)
 - taranan veri satırında 3,300 pixel bulunur

- 15 m. çözünürlükteki pankromatik bant
- 8. bant ($\lambda=0,52-0,90 \mu\text{m}$)
 - veri satırında 13,200 pixel bulunur

LANDSAT Görüntülerinin Kullanım Sebebi:

- Arazi kullanımı analizine uygundur. Farklı arazi örtüsü tiplerini sınıflandırma yeteneğine sahiptir (spektral çözünürlük).
- Temporal (zamansal) çözünürlük açısından uygundur (yıllık görüntüleme).
- Optik görüntüler kolayca yorumlanır.
- Düşük maliyetlidirler.
- Yüksek konumsal çözünürlüğü vardır.(16 gün arayla veri toplanabilir,25 yıllık arşivlenmiş veri deposuna sahiptir).
- Klasik haritalarla karşılaştırıldığında %95 doğruluk sağlanır.
- 4.5. ve 7. bantlar suyun belirlenmesinde kullanılır.

→ Bitki örtüsünü sınıflandırma yeteneği :

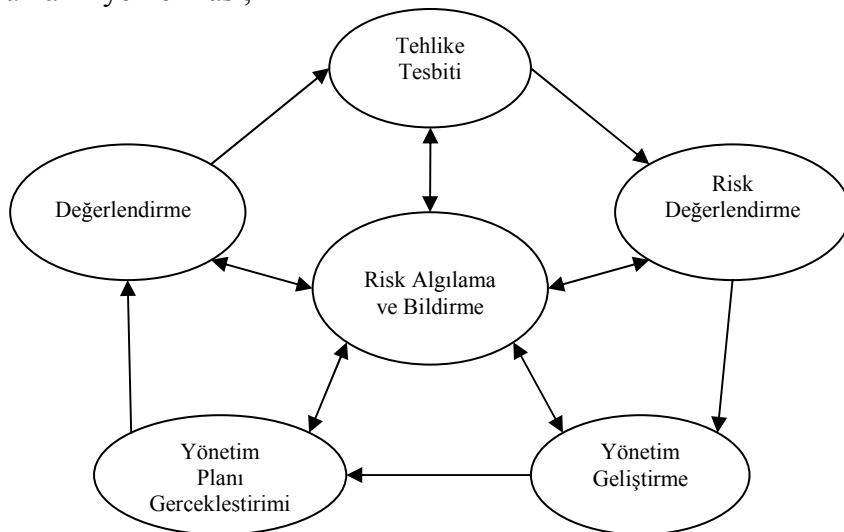
- yoğun yeşil
- seyrek yeşil
- çok seyrek yeşil şeklindedir.

Karşılaşılan problemler:

- Bulutlar ve bulut gölgeleri
- Yoğun bitki örtüsü, toprak/su sınırlarının belirlenmesinde zorluk çıkartır.
- Yalnızca bitki örtüsü yoğunluğuna dayalı sınıflandırma yapılır.[12]

. Risk Analizinin Yapılmasını Gerektiren Nedenler:

- Ekonomik gelişmeler
- Şiddeti artan çevresel problemler,
- Ekosistem hasarlarının artması,
- Kirlilik,
- Kaynakların yok olması,



Şekil.9 :Risk yönetim Döngüsü [14]

Şile ve Ava bölgelerinde uzaktan algılama ve CBS teknolojileri kullanılarak, bölgeye ait kıyı ve erozyon riski değerlendirme çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada bölgeye ait 1987, 1992, 1997 ve 2001 yıllarına ait Landsat TM görüntüleri, 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar ve hava fotoğrafları kullanılarak bir değerlendirme yapılarak arazi kullanımı belirlenmiştir. Uydu görüntülerine çeşitli algoritmalar kullanılarak görüntü zenginleştirme ve sınıflandırma işlemleri uygulanmıştır. Topoğrafik haritalardan yararlanarak da Sayısal Yükseklik Modeli elde edilmiştir ve aynı zamanda bu haritalardan geometrik doğruluğu sağlama amacıyla da yararlanılmıştır.

Farklı zamanlarda alınmış olan udu görüntüleri 7 ayrı arazi kullanımı sınıfına göre sınıflandırılmıştır. Ve doğruluk analizleri yapılmıştır. [15]

Class name	Reference totals	Classified totals	Number correct	Producers accuracy	Users accuracy
Sea	10	10	10	100.00%	100.00%
Coastline	10	10	10	100.00%	100.00%
Sand	5	5	4	80.00%	80.00%
Forest	17	15	15	88.24%	100.00%
Bareland	9	8	7	77.78%	87.50%
Field	5	7	5	100.00%	71.43%
Urban	4	5	4	100.00%	80.00%
Totals	60	60	55		

1987 Landsat TM görüntüsü için doğruluk değerlendirmesi

Class name	Reference totals	Classified totals	Number correct	Producers accuracy	Users accuracy
Sea	12	10	10	83.33%	100.00%
Coastline	9	10	8	88.89%	80.00%
Sand	6	5	5	83.33%	100.00%
Forest	13	15	13	100.00%	86.67%
Bareland	9	8	6	66.67%	75.00%
Field	7	7	6	85.71%	85.71%
Urban	4	5	4	100.00%	80.00%
Totals	60	60	52		

1992 Landsat Görüntüsü için doğruluk değerlendirmesi

Class name	Reference totals	Classified totals	Number correct	Producers accuracy	Users accuracy
Sea	9	10	9	100.00%	90.00%
Coastline	10	10	9	90.00%	90.00%
Sand	5	5	5	100.00%	100.00%
Forest	15	15	14	93.33%	93.33%
Bareland	11	8	7	63.64%	87.50%
Field	6	7	5	83.33%	71.43%
Urban	4	5	4	100.00%	80.00%
Totals	60	60	53		

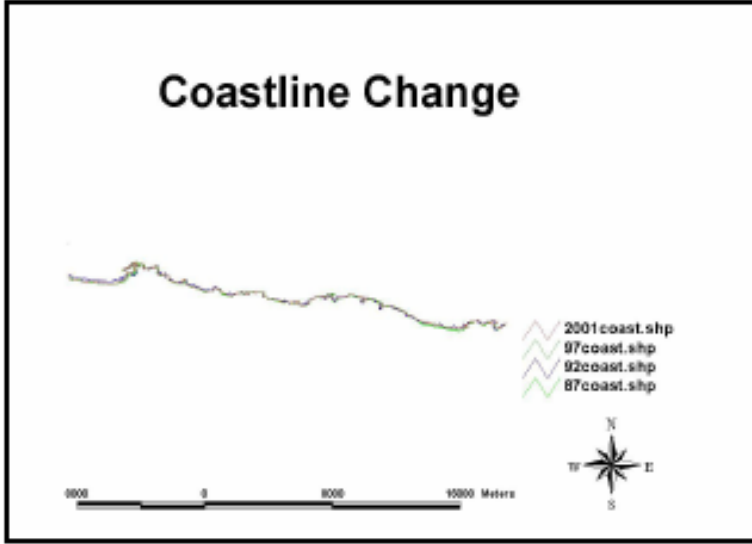
1997 Landsat TM görüntüsü için doğruluk değerlendirmesi

Class name	Reference totals	Classified totals	Number correct	Producers accuracy	Users accuracy
Sea	10	10	9	90.00%	90.00%
Coastline	8	10	8	100.00%	80.00%
Sand	5	5	4	80.00%	80.00%
Forest	15	15	13	86.67%	86.67%
Bareland	11	8	7	63.64%	87.50%
Field	6	7	5	83.33%	71.43%
Urban	5	5	4	80.00%	80.00%
Highway	5	5	4	80.00%	80.00%
Totals	65	65	54		

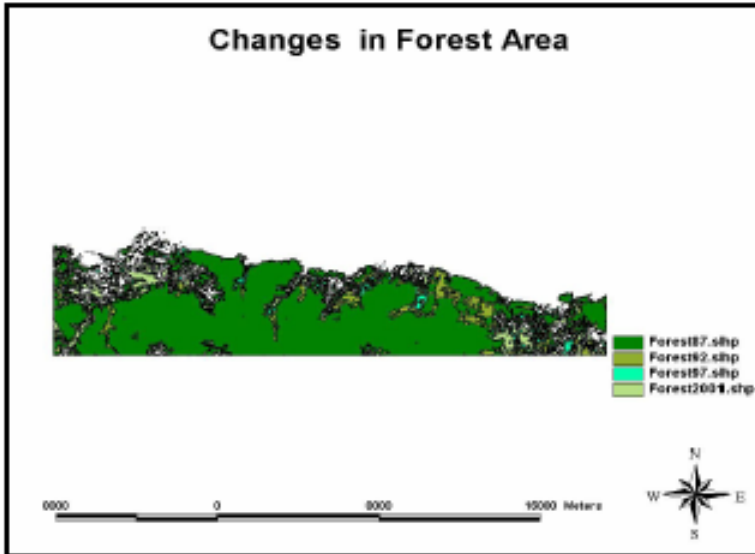
2001 Landsat Görüntüsü için doğruluk değerlendirmesi

Tablo.1: yukarıdaki tablolarda aynı bölgeye ait farklı yıllarda çekilmiş uydu görüntülerinin doğruluk değerlendirmeleri görülmektedir.

Farklı zamanlarda alınmış bu dört ayrı LANDSAT TM görüntüsü için önce geometrik doğruluk şartları sağlanır. Daha sonra bitki örtüsü ve arazi kullanımına göre sınıflandırma işlemi yapılır. Topoğrafik haritalardan yararlanarak arazinin her 20 m.de bir olmak üzere Sayısal Yükseklik Modeli (SAM) oluşturulur. Sonuç olarak ise bu sınıflandırmalara göre değişimleri belirleyen haritalar üretilir.



Kıyı değişimleri [15]



Orman bölgeleri değişimi[15]

Tablo.2 :Seçilen uzaktan algılama platformuna göre kıyı ve deniz uygulamaları:[11]

Platform	Sensor	Application						
		Ocean Color	Sea Surface Temperature	Circulation	Wave Heights	Surface Winds	Sea Ice	Land Cover/Wetlands
1996	NOAA K-N	AMSU A						*
		AVHRR/3		*				*
		HIRS/3		*				
	OKEAN-0	MSU-M						*
		MSU-S						*
		MSU-SK						*
MSU-V							*	
RLSBO				*	*		*	
FY-2	VIS & IR		*					
1997	SICH-2	RLSBO			*	*	*	*
		SAR			*			*
	SICH-3	Smr		*				
	SPOT 4	HRVIR					*	*
		VEG						*
1998	ENVISAT-1	AATSR		*				*
		ASAR				*		*
		DORIS			*			
		MERIS	*					*
	EOS-AM1	RA-2			*	*	*	*
		ASTER						*
		MODIS	*	*				
	EOS-COLOR	OCEAN COLOR	*					
	FY-1C	VIS & IR		*				
	LANDSAT 7	ETM+		*			*	*
1999	ADEOS II	AMSR		*			*	*
		GLI	*	*				*
		POLDER	*					
		SEA WINDS					*	
	EOS-ALT	DORIS			*			
SSALT				*		*	*	
2000	FY-1D	MS VIS & IR		*				
	MSG	SEVIRI		*				
2001	EOS-PM	AIRS		*				
		AMSU					*	
		MIMR		*			*	
		MODIS	*	*				
	SPOT 5	HRG					*	*
VEG							*	

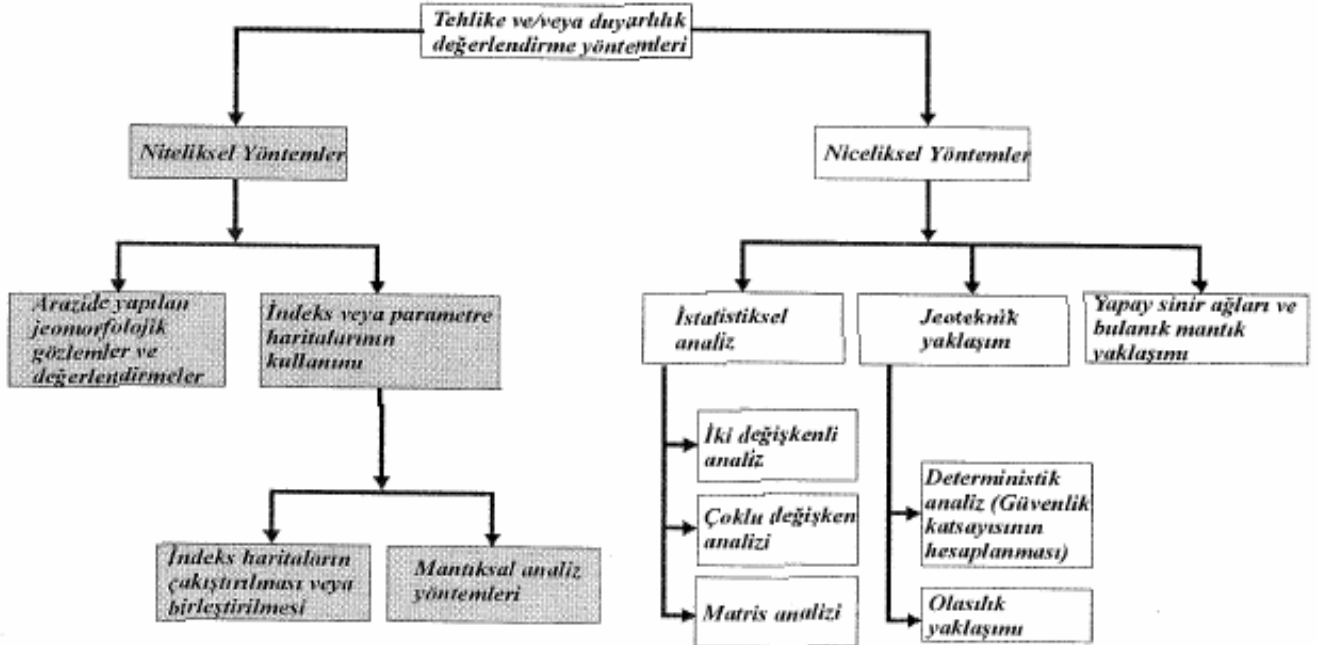
4-) UZAKTAN ALGILAMA İLE HEYELAN BÖLGELERİNDE RİSK ANALİZİ

Kayalardan, döküntü örtüsünden veya topraktan oluşmuş kütlelerin, çekimin etkisi altında yerlerinden koparak yer değiştirmesine *Heyelan* denir. Bazı heyelanlar büyük bir hızla gerçekleştikleri halde bazı heyelanlar daha yavaş gerçekleşirler. Heyelanlar yer yüzünde çok sık meydana gelen ve çok yaygın bir kütle hareketi çeşididir ve aşınmada önemli rol oynarlar. Büyük heyelanlar aynı zamanda topografyada derin izler bırakırlar.

Heyelanlar, can kayıplarının ve ekonomik zararlarının yanı sıra, kentleşmeye zarar vermekte, tarım ve orman alanları ile akarsuların kalitesi üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Ancak, çoğu zaman heyelan zararları, heyelanı tetikleyen en önemli faktörlerden olan deprem ve aşırı yağış süreçleri içerisinde değerlendirilmekte ve bunun sonucu olarak da, heyelan zararlarının boyutları gerçeğinden daha düşük tahmin edilmektedir.

Heyelana duyarlı bölgelerdeki kentsel ve endüstriyel gelişmeler, heyelana duyarlı bölgelerdeki ormanların tahrip edilmesi ve iklim değişikliklerinden kaynaklanan bölgesel yağışlardaki artışlar nedeniyle heyelanların sayısı zamana bağlı olarak giderek artmaktadır. Doğal afet zararlarının azaltılması, doğal çevrenin korunması ve toplumun yaşam kalitesinin artırılması amacıyla yapılan çalışmalar arasında, heyelanlarla ilgili araştırmaların sayısı da gün geçtikçe artmaktadır. Heyelan zararlarının azaltılması yönünde yapılan çalışmaların en önemli ve başlangıç aşamalarından biri de, çalışılan bölgenin heyelan tehlikesi veya duyarlılık haritasının hazırlanmasıdır.

Bölgesel heyelan kestirim modelleri ise, nerede heyelan olabileceğine yönelik bilgileri kapsamaktadır. Bir ölçüde heyelanın büyüklüğünün kestirebilmesi mümkün olsa da, heyelanın oluşum zamanını belirleyebilmek neredeyse olanaksızdır. Bu amaçla heyelanı hazırlayan yada tetikleyen faktörler belirlenerek, buna göre heyelan duyarlılık haritaları oluşturulur. Uydu görüntüleri üzerinde uzaktan algılama teknikleri kullanılarak duyarlı bölgeler önceden belirlenebilir ve gerekli önlemler bu amaçla alınabilir.[2]



Şekil.10: Yukarıdaki şemada heyelan duyarlılık haritalarının hazırlanmasında kullanılan yöntemler gösterilmiştir.[17]

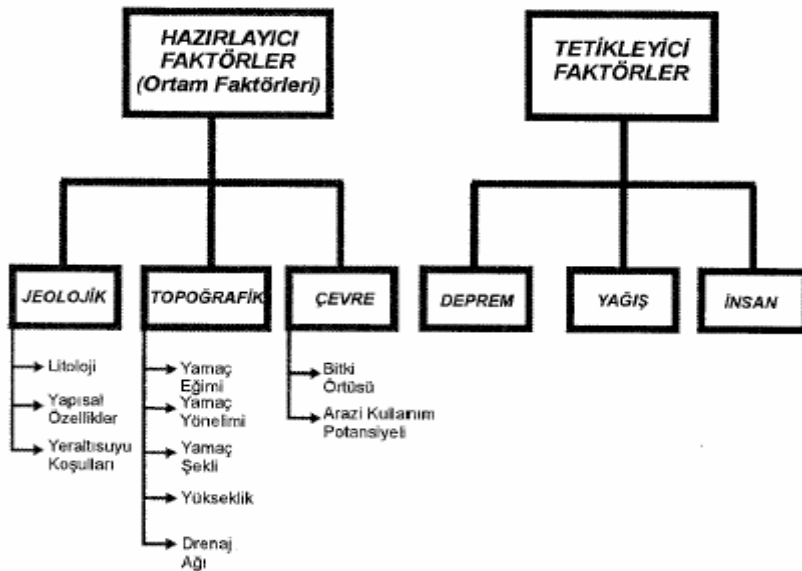
Heyelana Neden Olan Etkenler :

1. *Kuvvetli Eğim:* Eğimlerin fazla olduğu sahalarda heyelan riski artmaktadır. Bazı sahalarda fay yamaçları dik eğimlerin oluşmasına neden olarak heyelanları kolaylaştırırlar. Yine insanlar kanallar ve yollar açarak yada yol ve maden kazılarında çıkan toprakları denge açısına erişmiş bulunan yamaçlar üzerine atarak heyelan oluşumuna neden olan koşulları hazırlarlar. Gevşek unsurların denge açısını her hangi bir nedenle aştığı durumlarda heyelan oluşur.

2. *Su İle Doygunluk:* heyelanlar yağışlı veya zeminin ıslak olduğu mevsimlerde meydana gelirler. Şiddetli veya devamlı yağmurlar yahut karların erimesi, kayaların içine bol miktarda suyun sızmasına olanak verir. Bunun sonucunda plastisite ve likidite sınırlarına erişilir ve herhangi bir nedenle oluşan sarsıntı sonucunda heyelan meydana gelir. Su, ayrıca denge açısını küçülterek, ağırlığı arttırarak ve sürtünmeyi azaltarak heyelanı kolaylaştırır.

3. *Kaya Yapısı:* Plastisite, likidite sınırları malzemenin yapısına sıkı bir şekilde bağlıdır. Çeşitli kil türlerinde plastisite birbirine yakın ancak likidite değerleri birbirinden çok farklıdır. Örneğin bu bakımdan en düşük değeri gösteren kaolin kili, en az su ile likidite sınırına erişen yani heyelana en uygun olan kil türüdür. Çeşitli depolarda az yada çok kil vardır. Bunun oranı ve türü heyelan olayını arttıran yada azaltan yani heyelanların yayılış alanlarını belirleyen başlıca faktörlerden birisidir. Bu nedenle killi formasyonların, fliş, marn ve tuf gibi depoların yaygın olduğu sahalarda heyelan çok fazla görülür. Buna karşılık kalker ve bazalt gibi kayalarda heyelan seyrek görülmektedir.

4. *Tektonik Yapı:* Tektonik yapı ile heyelan arasında çok sıkı bir ilişki vardır. Tabakaların yamaç eğimine paralel olarak dalmaları, heyelanları kolaylaştırır. Özellikle tabakalar arasında killi bir seviyenin varlığı önemli rol oynar. Kar veya yağmur sularının toprağa sızması sonucunda plastik veya likit hale geçen kil tabakasının üzerindeki kütleler çekim gücüne uyarak, toptan aşağıya doğru kayabilirler. Kayaların diyaklazlarla derin ve sık bir şekilde parçalanmış olması da heyelanı kolaylaştıran koşullar arasında sayılabilir.



Şekil.11: Heyelanlara neden olan hazırlayıcı ve tetikleyici faktörler şemada gösterilmiştir.[17]

Heyelanlar, yukarıda sayılan nedenlerin birisi veya birkaçının etkisiyle oluşurlar ve bazen topografyada çok önemli değişikliklere neden olurlar. Kayan kütlelerin koptuğu yerde genellikle hilale benzer bir kopma yarası oluşmaktadır. Buradan ayrılan maddeler genellikle akış hareketini andıran şekiller gösteren ve çoğu kez üzerinde kapalı çanakçıklar bulunan bir yığın halinde aşağıya doğru yer değiştirirler ve heyelan kütlelerinin gövdesini oluştururlar. Bu kütle bazen bir akarsuyun yatağını tıkayarak bir *Heyelan Setti Gölü* oluşmasına yol açar. Örneğin Tortum Gölü, heyelanla Tortum vadisinin tıkanması sonucunda meydana gelmiştir. Ayrıca heyelanlar sonucunda, yamaçlarda taraçalara benzer basamaklar oluşabilir.



Heyelan Çeşitleri:

Genel olarak heyelan terimi ile açıklanan bu hızlı kütle hareketleri *asıl heyelanlar*, *göçmeler* ve *toprak kaymaları* olmak üzere üç tipe ayrılabilirler.

1. *Asıl Heyelanlar*: Bunların oluşumunda su, hazırlayıcı bir rol oynar. Fakat asıl heyelan kütleleri, su ile hamurlaşmış halde değildir. Kuru bir kütle halinde, fakat kaymaya uygun bir zemin üzerinde yer değiştirmiştir. Bu tip heyelanlar ülkemizde sık sık oluşurlar. Bu heyelanların en büyük olanları, genellikle bol yağışlı ve dik eğimli sahalarda, özellikle kuvvetle yarılmış, nemli ve litoloji bakımından da elverişli olan Kuzey Anadolu dağlık alanında oluşmuştur. Geyve, Ayancık, Sinop çevresi, Maçka, Of-Sürmene ve Trabzon-Sera heyelanları bunların başlıcalarındandır.

2. *Göçmeler* : Heyelanın hareket bakımından farklı bir başka tipini oluştururlar. Bu tip heyelan bir kaşığa benzeyen konkav kopma yüzeyleri boyunca dönerek yer değiştiren kısımlardan oluşur. Kayan kısımlardan her biri, geriye doğru çarpılır. Bunu sonucunda, kayan kütlelerin ilksel eğimleri değişir ve bunların yüzeyleri kopma yarasının bulunduğu tarafa doğru yeni bir eğim kazanır. Yamaçların alt kısımlarının akarsular, dalgalar gibi etkenler tarafından fazla oyulması göçme şeklindeki heyelanların başlıca sebebidir. Falezlerin ve yamaçların gerilemesi, menderes halkalarının büyümesi sırasında alttan oyma sürecine bağlı olarak sık sık göçmeler oluşur. Göçmüş kütleler veya bloklar büyük oldukları durumda, bunlar arasında küçük göller veya yamaçlarda taraçalara benzer sahanlıklar oluşur. Küçük ve Büyük Çekmece göllerinin kenarlarında ve bu iki göl arasındaki deniz kıyısı boyunca bu tür göçmelerin tipik örnekleri yaygındır.

3. *Toprak Kaymaları* : Bunlar heyelanın, bazı bakımdan çamur akıntılarına benzeyen bir türüdür. Fakat çok yavaş oluşmaları, belli bir yatağa bağlı olmamaları ve içerdikleri suyun çok daha az olması gibi farklarla çamur akıntularından ayrılırlar. Geriye doğru eğimlenme göstermediklerinden dolayı da, yukarıda açıklanan göçmelerden farklı oldukları görülür. Toprak kaymaları, su ile doymuş hale gelen ve bu şekilde bütünü ile kayganlaşan yüzeysel depoların, döküntü örtüsünün veya toprakların yer aldığı yamaçlarda oluşur. Bu şekilde bir kopma yarası ve kıvamlı bir hamur gibi yer değiştiren bir heyelan kütleleri meydana gelir. Bu açıklamalardan anlaşılacağı üzere, toprak kaymaları asıl heyelandan daha yüzeyseldir; aslında toprak tabakasını ve

onun altındaki döküntü örtüsünü ilgilendirir. Bu kütle hareketinin en yaygın olduğu sahalar, litoloji bakımından da uygun olmak koşulu ile nemli iklim bölgeleridir.[2]

HEYELAN BELİRLEMEDE UZAKTAN ALGILAMA:

Uzaktan algılama teknikleri ve GIS tabanlı tahmin modelleme ile heyelan tehlike haritaları oluşturulabilir. Değişik uzaktan algılama verilerini (KOMPSAT EOC, IRS, SPOT) karşılaştırılmak suretiyle olası heyelan bölgeleri belirlenebilir. Belirlenen heyelan bölgeleri ve konumsal veritabanları kullanılarak, heyelan tehlikesi olan bölgelerin haritalanması için muhtemel oran fonksiyonlarına dayalı olası tahmin modeli oluşturulur. Tahmin sonuçları bir arada toplanarak gerekli önlemler alınır.

Heyelanları önlemede ve ekonomik işlevler açısından gelecekte kullanıma açılacak arazilerin planlamasında heyelan tehlike analizi yapılması gereklidir. GIS tabanlı tahmin modelleme ile heyelan tehlike analizi için bütünleştirilmiş genel bir yapı sağlanır. Ve tüm araştırmalar heyelanların önceden belirlenmesi ve gerekli tedbirlerin alınması için gerçekleştirilir.

Heyelan bölgelerini belirlemek için ilk olarak, farklı konumsal çözünürlükteki uydu görüntüleri alınarak kendi aralarında karşılaştırılır. Çok amaçlı ilk Kore uydusu olan KOMPSAT-1 EOC, IRS 1-C ve SPOT gibi uydulardan alınan görüntüler kullanılır. Belirlenmiş heyelan bölgeleri ve konumsal veri tabanları kullanılarak tahmin haritaları oluşturulur.

Konumsal verinin yönetimi ve işletilmesi için analiz aracı olarak GIS kullanılır. GIS tabanlı veritabanı topoğrafya, toprak,orman, ayırt edici özellik yoğunluğu ,drenaj ağlarına uzaklık gibi verileri içerir.

GIS veri katmanları;

- Eğim haritası
- Durum haritası
- Ayırt edici özellik yoğunluğu haritası
- Drenaj ağlarına uzaklık
- Yok akslarına uzaklık
- Orman yaş haritası
- Orman yoğunluk haritası
- Orman çap haritası
- Orman tipi haritası
- Toprak yapısı haritası

Eğim ve durum bilgileri sayısal yükseklik modelinden (DEM= Digital Elevation May) elde edilir. Orman verileri 1/25000 ölçekli orman amerajman planlarından alınır. Toprak yapısı ile ilgili veriler ise 1/50000 ölçeğindeki toprak haritaları kullanılarak elde edilir.[18]

Uzaktan algılama verilerinin kullanımını, heyelan alanlarını sınıflandırma ve belirleme, heyelan alanlarında gerçekleşen hareketlerin gözlemlenmesi, analiz ve toprak kayması hareketlerinin yer ve zamanını tahmin etme olarak değişik safhalarda sınıflandırabiliriz.

Hava fotoğrafları en çok kullanılan uzaktan algılama veri tipidir. Yüksek çözünürlüğün, heyelanların küçük ölçekte belirlenmesinde uygundur, ancak geçerliliği sınırlıdır. Uydu görüntüleri ise konumsal ve zamansal çözünürlüklerine bağlı olarak kullanılırlar. Uzaktan algılama verileriyle heyelan bölgelerini belirlemek için önemli bir aşama da özelliklerin boyutu, kontrastlığı ve morfolojik yapısıdır. Kontrastın anlamı, heyelan alanlarının ve bu alanların çevresi arasındaki spektral özelliklerdeki farklılıklardır.

SPOT Pan, IRS 1-C ve KOMPSAT EOC gibi çeşitli pankromatik uzaktan algılama verileri analiz işlemlerinde kullanılabilen altlıklardır. Bunların konumsal çözünürlükleri 10m.,5m. ve 6,6m. dir. Belirleme yetenekleri karşılaştırıldığında tüm veriler 5m. çözünürlük için yeniden modellenir. Karşılaştırma yapmadan önce, görüntü kontrast zenginleştirme teknikleri her bir görüntüye uygulanır.

Heyelanlar genelde dağlık bölgelerde ve yapılan yarma çalışmalarının olduğu bölgelerde gerçekleşir ve tipi akışkan tiptir. SPOT görüntüsünün düşük çözünürlükte olması nedeniyle bazı heyelan bölgeleri belirlenemez. Dağlık bölgelerde uydu görüntülerinde gölge altında kalan heyelan bölgeleri yalnızca KOMPSAT EOC ile belirlenebilir. IRS 1-C (6 bit) ve KOMPSAT EOC (8 bit) arasındaki farklı spektral çözünürlüklerden yararlanılarak bu gölge altında kalan heyelan alanları bulunabilir.

Bundan sonra GIS Tabanlı heyelan tahmin modeli oluşturulur.ve gerekli risk analizleri GIS araçları kullanılarak yapılabilir. Oluşturulan GIS veritabanına göre sorgulamalar yapılarak risk bölgeleri belirlenir ve gereken tedbirler alınır.

Ayrıca heyelanı oluşturan nedenlere göre sınıflandırma işlemleri yapılır ve buna göre duyarlı bölgeler haritalandırılır. Landsat TM uydusundan alınan farklı bantlardaki görüntülerle de arazi kullanım ve bitki örtüsü sınıflandırmaları yapılabilir. 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalardan ve oluşturulan Sayısal yükseklik modelinden yararlanarak heyelan bölgelerine ait heyelan poligonları belirlenir. Ve bu poligonlar heyelan poligonları ve arta kalan bölgeler olmak üzere iki sınıfa ayrılır. Bölgeye ait jeolojik haritalardan jeolojik yapıya dayalı olarak arazi yapısı özelliklerine göre sınıflandırılır. Landsat TM görüntüleri ise bitki örtüsü su, yerleşim alanları, orman alanları, çıplak arazi, açık alanları gibi özelliklerine göre sınıflandırılır. Arc/Info programında grıdleme modülüne göre Sayısal yükseklik modeli oluşturularak bölgeye ait bakı özellikleri çıkartılır. Ve eğim derecelerine göre sınıflandırma işlemi yapılır. Yine sayısal yükseklik modeline göre arazinin eğim yapısı ve bölgede bulunan drenaj ağlarında sınıflandırılır. Topoğrafik haritalardan ve uydu görüntülerinden yararlanarak yol aksları da belirlenir. Sonra bu sınıflandırma işlemlerine göre yapılan sorgulamalarla heyelana duyarlı bölgeler belirlenir.[19]

Benzer konumsal çözünürlükteki uydu verileri karşılaştırıldığında SPOT ve IRS 1-C görüntülerinden belirlenemeyen heyelan bölgeleri KOMPSAT EOC görüntüleri ile belirlenebilmektedir. Yüksek çözünürlükte ve çok bantta (multispektral) görüntüler kullanmaya gerek duyulmamaktadır. Bu bağlamda, IKONOS ve KOMPSAT-2 uydu görüntüleri ileride kullanılacak veri tipleri olarak düşünülmektedir.

Heyelan tehlikesi için tahmin haritalarının yapılması için, muhtemel çap fonksiyonu ve geçerli olan tahmin sonuçlarına dayalı olası bir model kullanılır. Bu modele göre ileride olabilecek heyelanlar belirlenir ve bu model tüm bölgeyi çevreleyen arazi kullanım planları için iyi bir karar verme mekanizması olarak görev yapar.[18]



(a) IRS 1C LISS III FCC (3:2:1)



(b) IRS 1D PAN image



(c) PAN & LISS III merged image

Fig. 2: Landslides better interpreted on PAN & LISS III merged image than on individual LISS III & PAN image

5-) UZAKTAN ALGILAMA İLE ŞEHİRLEŞME FAALİYETLERİNDE RİSK ANALİZİ

Özellikle son yarım yüzyılda Dünyamızda meydana gelen değişim ve gelişen teknolojiye rağmen, günümüzde Dünya'nın en büyük sorunu hızlı nüfus artışıdır. Hızlı nüfus artışının yanında sanayileşme, şehirleşme ve teknolojik gelişmeler mekansal kullanım sınırlarını sürekli zorlamaktadır. Diğer taraftan sosyo ekonomik ve kültürel gelişmelere paralel, insanlarda da mevcut kaynakları ve mekanı en üst seviyede kullanma arzusu ortaya çıkmıştır. Dünyada geri kalmış ve gelişmekte olan ülkelerin ortak sorunu olan hızlı nüfus artışı birçok sorununu da beraberinde getirmiştir. Bu sorunlardan biri, hatta en önemlisi çarpık ve plansız kentleşmedir.

Gelişmekte olan ülkelerin içinde yer alan ülkemizde diğer önemli bir konu, nüfus ve sanayi faaliyetlerinin dağılımındaki dengesizliktir. Kuşkusuz bu düzensizlikte en büyük pay Türkiye'nin üç tarafı denizlerle çevrili olmasına rağmen ortalama yükseltisinin fazla, yüzey şekillerinin çok

çeşitli ve engebeli olmasıdır. Bir başka ifade ile ülkemizde 0-250 metreler arasındaki alanların ülke yüzölçümündeki oranı sadece %10,4 iken bu aralıkta Türkiye nüfusunun %40'ı yaşamaktadır.

Kent planlaması, kentin yada kentlerin (büyüklük sınırı bir yana bırakılarak) var olan sorunlarının ve büyüme eğiliminin verdiği ipuçları / uyarılar doğrultusunda kentin, önceden saptanan bir süre için erişeceği büyüklüğe, işlevsel ilişkilerin, ulaşım ve iletişimin, sosyal ve fiziksel dokusunun tasarlanması olarak tanımlanan bir karar verme ve değerlendirme sürecidir ve kavramsal bir sistem oluşturmaz.

Kentsel alanların seçimindeki değerlendirme ölçütleri şu şekilde gruplandırılabilir;

- İklim, topoğrafya
- Arazi büyüklüğü
- Toprak yapısı
- Mevcut ve gelecekteki konut alanları ile ilişkisi
- Mevcut ve gelecekteki iş yerleri ile ilişkisi
- Peyzaj kriterleri vb.

Konut alanı tasarımı tek yapıyı değil, çok sayıda bir ya da çok katlı yapıların organizasyonunu (yapı-yapı, yapı-zemin, yapı yapı-yol ve dış mekan- insan ilişkilerini) kapsar. Bu organizasyonu doğal, toplumsal, ekolojik, ekonomik, ve teknik veriler yönlendirir. Toplumun estetik kaygıları da tasarımı etkiler.

Konut alanları tasarımında doğal ve yapay etmenler, sosyal, ekonomik, demografik yapı, hukuksal etmenler büyük rol oynar.

Doğal Etmenler:

Deprem, jeolojik yapı, topoğrafik yapı, iklim, bitki ve hayvan topluluğu, toprak kalitesi, vs. gibi etmenlerdir.

- Jeolojik sakıncalı alanlar, iyi nitelikli tarım alanları, özel ve korunması gereken doğal oluşumları, anıt ağaç, nadir bitki ve hayvan barındıran alanlar, heyelana ve sel baskınına açık alanlar kesinlikle yerleşmeye açılmalıdır.
- Ülkemizin %92 oranında bir kısmı aktif deprem kuşağında bulunduğundan depreme uygun düzenleme ve tasarımlar yapılmalıdır.
- Topoğrafik yapı ve eğim tasarımı etkileyen en önemli etmenlerden biridir. Konut tipleri, tiplerin yan yana gelişi, yoğunluklar ve yol güzergahları topoğrafyadan etkilenir.
- İklimle uygu yapılaşma enerji tasarrufu açısından önemlidir. Bitki ve hayvan topluluğu, toprak kalitesi vb. etmenler göz önüne alındığında çevre ile daha uyumlu konut alanları elde etmek mümkündür.

Konut alanları tasarımına geçmeden önce yerleşeceği alanın çok iyi etüd edilmesi gerekmektedir. 1/1000 halihazır üzerinde jeolojik sakıncalı alanlar, arazi eğimleri, ağaçlık ve sulak alanlar, mevcut arazi kullanımını belirtilmiş olmalıdır.

Özellikle semin kalitesi uygun olmayan alanlar, çok eğimli alanlar, su baskınına açık dere yatakları, hava kirliliğinin, nemin yoğunlaşacağı, çukur alanlar, korunması gereken değerli alanlar işaretlenerek bu alanlara yapılaşma önerilmemelidir. Bundan sonra eğim analizine geçilebilir. % 5 eğim aralıklarıyla bir eğim haritası çıkartılabilir.

Genellikle % 20 ye kadar eğimli alanlar yerleşme yönünden tercih edilir. %20 ile %40 eğimli yerlerde özel düzenlemeler gerekir. %40 üzerindeki eğimlerde ise artık yerleşme ekonomik olmaktan çıkar.

Eğimin %1 in altına düştüğü alanlarda drenaj ve altyapı problemleri ortaya çıkar. Eğim %50 yi geçtiğinde erozyondan korunma önem kazanır.

Yol için maksimum eğim %10 dur. Daha eğimli alanlarda ulaşımda zorlanmalar başlamaktadır. Yine de eğimli arazideki konut alanlarının kendine özgü bir estetiği başlamaktadır. Eğimi az alanlarda yolların, otoparkların, avlu ve meydancıkların düzenlenmesi daha kolaydır. Eğim arttıkça geniş meydanlardan kaçınıp eğime paralel blok ve sokaklar ya da eğime dik merdivenli yaya yolları, teras evler veya eğim yönünde kademelenen bloklar daha uygun olmaktadır.

Eğimin yönü mikroklima açısından çok önemlidir. Güneye bakan yamaçlar gölgeler daha kısa olacağından kuzey yamaçlarından çok daha rahat güneş alır. Kuzey yamaçlarında binalar arasındaki mesafeler artırılmalıdır.

Kuzeye çok eğimli, güneş almayan yamaçlar sağlık ve ısınma açısından yerleşme için sakıncalı olabilir iklim açısından güneşlenme kadar rüzgar da önemlidir. Harita üzerinde hakim rüzgar, istenen yada istenmeyen rüzgar yönlerinin de bilinmesi gerekir.

Tasarlanacak alanın yakın çevresi (doğal ve yapay fiziksel çevre) ile ilişkisi ve çevrenin istenen ve istenmeyen özellikleri (vista noktaları, gürültü, çevre donatıları, vb.) tasarımı yönlendiren temel dışsal etmenlerdir.

İklim:Günümüzde iklim faktörü göz önüne alınarak bir tasarım yapıldığında büyük bir enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Tasarımda esas olan konfor şartlarının sağlanması, ısı ve nem oranlarının uygun düzeylerde tutulmasının kolaylaştırılmasıdır. Bu yüzden soğuk alanlarda güneşten maksimum faydalanıp, soğuk rüzgarlardan kaçınırken sıcak alanlarda bunun tersi uygulanır. Nemli iklimlerde rutubeti azaltıcı, rüzgara açık yerleşmeler tasarlanırken kuru alanlarda rutubeti dengeleyici elemanlar kullanılır.

Yapay etmenler:

Yerleşilecek alanlarda daha önceden var olan insan yapısı faktörler de konut alanı tasarımını yakından ilgilendirir. Bunlar; mevcut arazi kullanışı, ulaşım(mevcut veya planda önerilen ulaşım ağı), yoğunluk, altyapı, mevcut yapıların durumu, vb. olarak sıralanabilir.

Kentsel gelişme potansiyellerinin tespitinde kullanılan parametreler, ekolojik yapı, arazi örtüsü, heyelanlı alanlar, akarsular, eğim, toprak kalitesi gibi özelliklerdir.[20]

ŞEHİRLEŞMEDE UZAKTAN ALGILAMA:

Kentsel alanlarda uzaktan algılama tekniklerinin kullanımı ile risk analizini gerçekleştirebilmek için çok yüksek çözünürlükteki uydu görüntülerinin kullanımı uygundur. Gerekli analizlerin yapılabilmesi için, istenilen duyarlığa göre uygun kriterlerde hangi uydu görüntülerinin kullanılması gerektiği saptanmalıdır. Kullanılacak olan uydu görüntülerinin çözünürlükleri kentsel alanlarda kullanım ve analiz için yüksek olmalıdır. Örneğin, IKONOS görüntüleri için pankromatikte 1m., multispektralde 4 bantta(VIS,NIR) 4m. geometrik çözünürlük gerekmektedir. Arazi kullanım ve arazi örtüsü gibi özelliklerin belirlenmesi açısından ise, 30m. konumsal çözünürlüğe sahip Landsat-7 ETM görüntüleri yeterli olmaktadır. Elektromanyetik spektrumun termal infrared (6.bant) ve yakın infrared(1-5, 7. bantlar) kanallarından toplanan görüntü verileri kullanılır. Pankromatikte ise 15m. konumsal çözünürlükte görüntü kullanılabilir



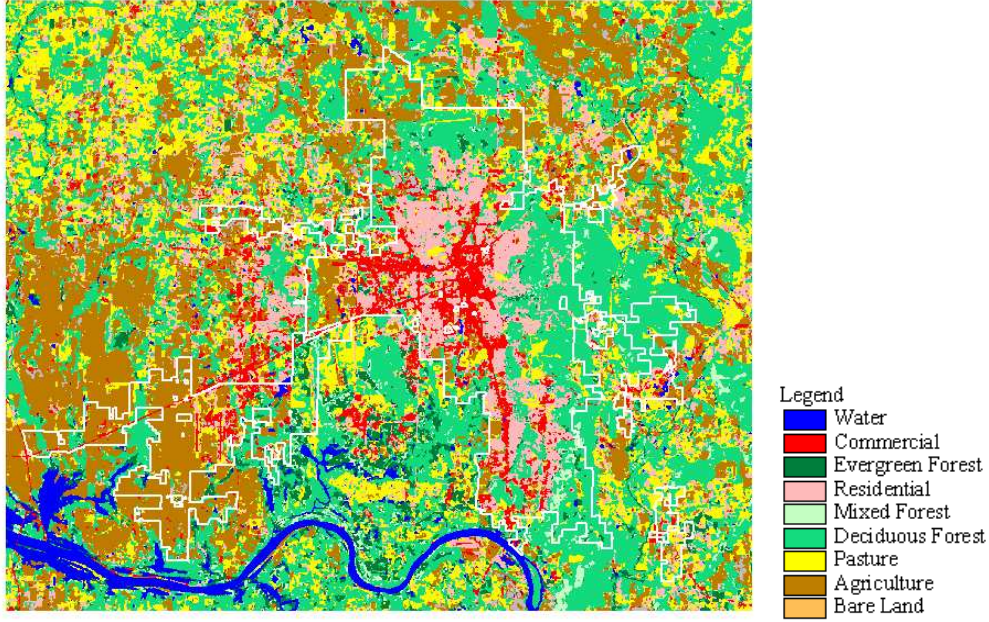
IKONOS uydusundan pankromatik görüntü (Space Imaging Europe SA)[21]

Önce kullanılacak uydu görüntüleri belirlenir ve sonrasında bu görüntüler yer ile referanslandırılır. Yani rektifikasyon işlemi yapılır. Bunun için 1/10 000 ölçekli topoğrafik haritalardan yararlanır. IKONOS uydusundan alınan pankromatik görüntüler için en az 37 kontrol noktası kullanmak gereklidir. Ve RMS hatası 0,53 m. sınırı göz önüne alınarak rektifikasyon işlemi tamamlanır. Multispektral görüntülerde ise, pankromatik görüntülerin aksine bu hata sınırı 3m. den küçük olması yeterli görülmektedir

Bitki indeksi haritalarının oluşturulması içinse, infrared kanalından görüntü alınmalıdır. Bitki indekslerini oluşturmak için yapılan sınıflandırma işleminde IKONOS görüntülerinin multispektralde 4 ayrı kanalda, 4m. konumsal çözünürlükte görüntü alınması yeterlidir.



IKONOS uydu görüntüsünün sınıflandıra işlemi sonucu[21]



Landsat ETM görüntüsünün maximum-likelihood yöntemine göre sınıflandırılması[22]

Uydu görüntülerini sınıflandırma işlemi için, öncelikle arazide var olan özellikler belirlenmelidir. Ve buna göre sınıflandırma işlemi yapılmalıdır. Görüntü su, yeşil alan, ağaçlık alan, sık orman dokusu, tarım alanları, mera alanları, açık alanlar, atık alanları, ticari alanlar, sanayi bölgeleri gibi değişik özelliklerde sınıflandırılır. Bu sınıflandırma işlemi, piksel tabanlı yada maximum-likelihood sınıflandırma yöntemlerine göre yapılabilir. Görüntü sınıflandırması işlemi tamamlandıktan sonra belli kriterlere göre risk analizi işlemi yapılabilir. Yani araştırılan risk faktörü tanımlanır ve buna göre risk altında bulunan bölgeler tanımlanabilir. Bunun için Coğrafi Bilgi Sistemlerinden yararlanılır. Örneğin, kentsel bölgeden geçen bir nehrin olabilecek bir taşkın esnasında ne kadar yayılım yapacağı ve bunun zarar verebileceği alanların belirlenerek, önceden gerekli önlemler alınabilir. Yada sanayi bölgelerinin yerleşim alanlarına doğru yayılımı ve bunun getirisinde oluşacak zararların tahmininde veya bu bölgelerin oluşturduğu kötü etkilerin yerleşim alanlarına ne kadar etkide bulunacağını sorgulanması gerçekleştirilebilir.[21]

Aynı zamanda kentsel bölgelerdeki kaçak yapılaşmaların tespitini de yapmak mümkündür. Var olan güncel vektör datalar IKONOS görüntüleri ile karşılaştırıldıktan sonra yeni yapılaşmalar kolaylıkla tespit edilebilir. Buna bağlı olarak var olan vektör verinin güncellenmesi de çok daha kısa sürede gerçekleştirilebilir. İmara açık ve kapalı parsellerde de yapılaşmanın olup olmadığı izlenebilir. Kaçak yapılaşmaların olduğu bölgeler IKONOS görüntüleri ile kolaylıkla tespit edilebilmektedir.[23]

Yerleşim alanı olarak seçilebilecek bir bölgenin analizinin yapılabilmesi ve bu bölgelerdeki risk faktörlerinin bu alanları nasıl ve ne boyutta etkileyebileceğinin araştırılması gibi konular uzaktan algılama ve CBS teknolojilerinin kullanımı ile daha kolay ve daha sağlıklı sonuçlar elde edilebilir. Yerleşime açılacak bir bölgenin jeolojik özelliklerini içeren jeolojik haritaları, topoğrafik haritalardan elde edilecek sayısal yükseklik modeli, bölgeye ait deprem haritaları, arazinin orman yapısını içeren orman haritaları, bitki örtüsü yapısını içeren haritalar ve mevcut arazi kullanımına ilişkin haritalar bir arada değerlendirilerek yerleşim bölgelerine uygun alanlar çeşitli kriterlere göre belirlenir. Bu özelliklerin bazıları ise uygun özelliklerdeki uydu görüntülerinden elde edilebilir. Bölgeye ait tüm bu veriler bir arada toparlanarak değerlendirilir. Bu değerlendirme işleminde kullanılan uydu görüntüleri için uzaktan algılama teknikleri kullanılır. Ve toparlanan tüm veriler coğrafi bilgi sistemlerine katman olarak aktararak, bu katmanlarla birlikte bir değerlendirme

analizi yapılır. Bu analiz işlemleri sonucunda yerleşime açılacak bölgeler ve yerleşime uygun olmayan riskli bölgeler belirlenebilir. Risk analizleri sonucunda hangi bölgenin ne türde risk faktörü içerdiği ve bu yerleşim alanı için oluşturduğu tehlike boyutu araştırılabilir.

SONUÇ:

Dünyada 1960'lı yıllardan itibaren uydu görüntüleri elde edilmektedir. Ülkemizde ise, Landsat, Spot ve IRS gibi uydu görüntüleri ile birçok alanda çalışmalar yapılmış olup halen çalışmalar sürmektedir. 1999 yılında fırlatılan IKONOS uydusu, yüksek yersel çözünürlüğü ile birçok yeniliğe yol açmıştır. Sağladığı 1m. mekansal çözünürlüğü ve 1m. koordinat doğruluğu (RMSE)(1/2400 harita ölçeği) sayesinde, afet ve kriz yönetimi, telekomünikasyon, tarım, çevre, haritacılık, doğal kaynak, ulaştırma ve risk analizi gibi birçok alanda çalışma yapmak mümkündür.[23]

Günümüzde uydu teknolojilerinin her türlü doğal afet zararlarından korunma ve zararların tespiti amacıyla kullanımı oldukça artmıştır. Uydu teknolojileri ilerledikçe özellikle, görüntü çözünürlüklerinin artması ve yeni algoritmaların oluşturulması, bu tip uygulamaları daha kolaylıkla uygulanır hale getirmemizi sağlamıştır.

Günümüzdeki görüntüleme uydularının sahibi olan firmalarda bu gerçeği fark etmiş, acil eylem servisleri oluşturmuşlardır. Doğal olarak bu servislerin kapasiteleri ve işlevleri sahibi firmaların deneyimlerine ve uydunun fiziksel kapasitesi ile doğru orantılıdır.

Radarsat-1, ERS-2 ve Envisat-1 gibi SAR tipi uydular doğrudan petrol kirliliği ve sel gibi afetlerde; Landsat-7, SPOT 1-5, EROS-A1, IKONOS-1 VE QuickBird-2 gibi optik uydular deprem hasarları ve orman yangın hasarı gibi afetlerde mevcut durumun tespiti çalışmalarında kullanılabilirler. Optik uyduların sel gibi afetlerde SAR uydularının da diğer tip afetlerde kullanılması da mümkündür.[24]

KAYNAKLAR:

[1] **Avrupa Birliđi Ve Türkiye Tarımında Risk Yönetim Programları, Tanfer DİNLER** Ziraat Yüksek Mühendisi, Tarım Sigortaları Vakfı Başkanı -İSTANBUL <http://www.zmo.org.tr/etkinlikler/abgst03/17.pdf>

[2] <http://www.e-cografya.com/fiziki/afetler/jeolojik/>

[3] **Afet Yönetiminde Etkin Çözümler: Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Uzaktan Algılama Ve İnternet Teknolojilerinin Depremde Kullanılması** ,Şule KARAASLAN, Özge YALÇINER, Kocaeli 2003 Deprem Sempozyumu

[4] İ.T.Ü Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü ,Uzaktan Algılamada Risk Analizi Yüksek Lisans Dersi, 2003 Bahar Dönemi Ders Notları

[5] <http://www.ogm.gov.tr/yanigin>

[6] <http://www.ntvmsnbc.com/news/241245.asp>

[7] **Meteorolojik Faktörlere Bağlı Yanıcı Madde Nem İçerikleri ve Maki Tipi Yanıcı Maddelerde Yangın Davranışları Doktora Tezi**, Bülent SAĞLAM, KTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü,Orman Müh. Anabilimdalı.

[8] http://www.spaceimaging.com/solutions/fire_risk/index.htm# Fire Risk Assessment -**THE WFRAS APPROACH - A Proven Methodology Embodied in GIS and Remote Sensing Technologies**

[9]] **Kıyı Alanları Yönetimi**, F. Ahmet SESLİ, A.Çağdaş AYDINOĞLU,Nihat AKYOL, 9.Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı,2003.s:769-780

[10] **Küçükçekmece-Büyükçekmece Arası Kıyı Kullanımının Uzaktan Algılama ile İncelenmesi**, Zeki Yaşar YÜCEL, Cem GAZİOĞLU, Prof.Dr.Ertuğrul DOĞAN, Hakan KAYA, Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları 2.Ulusal Konferansı, Türkiye Kıyıları 98 Konferansı Bildiriler Kitabı.22-25 Eylül 1998, ODTÜ,Ankara

[11] **Remote Sensing for Coastal Resource Managers: An Overview**, Walton B. Campbell Joann M. Nault Robert A. Warner, U.S. Department of Commerce National Oceanic and Atmospheric Administration National Ocean Service,February 1997.

[12] **Use of Remote Sensing and Gİs to Assess Wetland and Water Quality: A Case Study in Kızılırmak Delta**, N.Fındık, E.Saroglu,İTÜ.

[13] **A Guide to Remote Sensing:An overview of the science and its application**

to the coastal and marine environment, Developed by: Island Institute ,July 1, 1999

[14]**Coastal Planning and Management** ,Robert KAY, Jacqueline ALDER,1999.s:201.

[15] **Coastal and erosion risk analysis using remote sensing and GIS:A case study in Sile and Agva towns**, E. Saroglu, F. Yasa, O. Akcay, H. Abali & N. Musaoglu ,*Department of Geodesy and Photogrammetry Engineering, Istanbul Technical University, Turkey*

[16] http://www.mimarist.org.tr/etkinlikDocs/TK04_duyuru.doc **Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları V. Ulusal Konferansı Bildirgesi, Çukurova Üniversitesi, Adana,4 – 7 Mayıs**

[17] **Heyelan Duyarlık Haritalarının Hazırlanmasında Kullanılan Parametrelere İlişkin Belirsizlikler**, Candan GÖKÇEOĞLU, Murat ERCANOĞLU, Yerbilimleri,23 (2001),189-206, Hacettepe Üni. Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni.

[18] **Identification of Landslide Area Using Remote Sensing Data and Quantitative assmant of Landslide Hazard**, Kwang-Hoon CHİ, No-Wook PARK, Kiwon LEE.

[19] **Landslide Hazard Zonation Using GIS and Remote Sensing Techniques: An Example From The Northwest of Turkey, Mengen-Pazarköy (Bolu) Area**, A. Ünal Akman, Kenan Tüfekçi, General Directorate of Mineral Research and Exploration of Turkey (MTA), Dept. Of Geological Research, Remote Sensing Center, Ankara

- [20] **Kentsel Alanların Planlanması ve Tasarımı**, Şinasi AYDEMİR, Saliha E.AYDEMİR, Nermin ÖKTEN, Ahmet Melih ÖKSÜZ, Cenap SANCAR, Murat ÖZYABA, Mart 1999 ,Trabzon
- [21] **The Potential Use of Very High Resolution Satallite Data For Urban Areas-First Experiences With IKONOS Data, Their Classification and Aplication in Urban Planning and Evironmental Monitoring**, Gothard MEINEL, Marco NEUBERT, Johannes REDER, Institute of Ecological and Regional Development.
- [22] **Improvement of Land Use and Land Cover Classification of an Urban Area Using Image Segmentation from Landsat ETM+ Data** , W. Tadesse, T. L. Coleman, and T.D. Tsegaye Center for Hydrology, Soil Climatology, and Remote Sensing, Department of Plant and Soil Science; Alabama A&M University,
- [23] **Ikonos Renkli Uydu Görüntüsünün Yüksek Yersel Çözümlemesinin (1 Metre) Şehirleşme Ve Deprem Sonrası Çalışmalarda Kullanımı**,Tunç ŞİRINYILDIZ,. Kocaeli 2003 deprem sempozyumu.
- [24] **Uydu Görüntüleri ile Hasar Tespiti Çalışmaları ve Acil Eylem Servisleri**, Yücel ERBAY, Kocaeli 2003 deprem sempozyumu.