

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZİK ANABİLİM DALI

ÇANAKKALE YERLEŞİM ALANINDA UZAKTAN
ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ
YÖNTEMLERİ İLE OLASI BİR DEPREMDE
BEKLENEN HASARLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

121 552

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan: Özlem KOCAHAN

Danışman: Prof. Dr. Ramazan AYDIN

TC YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

ÇANAKKALE – 2002

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir.

121552

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu araştırma, jürimiz tarafından Atom ve Molekül Fiziği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Can AYDAY
Üye : Prof. Dr. Ramazan AYDIN
Üye : Doç. Dr. İhsan YILMAZ
Üye : Doç. Dr. Sacit ÖZDEMİR
Üye : Yrd. Doç. Dr. E. Dilara AYDIN

Kod No: 78

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZ	I
ABSTRACT	II
ÇİZELGELER	III
ŞEKİLLER	V
1. GİRİŞ	1
2. ÇALIŞMA ALANI	
2.1. Çalışma Alanının Konumu ve Yerleşim Oluşumu	3
2.3 Ulaşım Durumu ve İklimi	5
2.3. Sosyal Kültürel Yapı ve Turistik Faaliyetler	6
2.4. Nüfus ve Ekonomi	9
3. ÇALIŞMA YÖNTEMİ	
3.1. Uzaktan Algılama Yöntemi	11
3.2. CBS Yöntemi	11
4. YAPILAN ÇALIŞMA HAKKINDA GENEL BİLGİLER	
4.1 Uzaktan Algılama	13
4.1.1 Radyasyon Kaynağı	14
4.1.2 Atmosferik Etkiler	18
4.1.3 Yansıma Özellikleri	21
4.1.4 Algılayıcılar ve Platformlar	24
4.1.5 Hava Fotoğrafı	27
4.1.6 Sayısal Görüntü İşleme	30
4.2 Coğrafi Bilgi Sistemi	
4.2.1 CBS'nin Tanımı	35

4.2.2 CBS'nin Tarihçesi	36
4.2.3 CBS'nin Bileşenleri	36
4.2.4 CBS'nin Uygulama Alanları ve Önemi	46
4.3 Deterministik Yöntemle Sismik Tehlike Analizi	
4.3.1 Çanakkale'nin Depremselliği	51
4.3.2 Sismik Tehlike Analizi	55
4.3.3 Deterministik Yöntemle Sismik Tehlike Analizi Basamakları	60
4.4 Olası Bir Depremde Beklenen Hasarların Değerlendirilmesi	
4.4.1 Deprem Hasarları	61
4.4.2 Bir Yerin Maliyet Açısından Hasargörebilirliğinin Hesaplanması	65
4.5 Önceki Çalışmalar	72
5. UA VE CBS YÖNTEMLERİNİN ÇANAKKALE YERLEŞİM ALANINA UYGULANMASI	
5.1 Uzaktan Algılama Çalışmaları	79
5.2 CBS Çalışmaları	86
5.3 Deterministik Yöntemle Sismik Tehlike Analizi Çalışmaları	100
5.4 Olası Bir Depremde Beklenen Hasarların Değerlendirilmesi Çalışmaları	103
6. BULGULAR	110
7. ÇANAKKALE YERLEŞİM ALANINDA CBS YÖNTEMİ İLE OLASI BİR DEPREMDE BEKLENEN HASARLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ	118
8. SONUÇ VE ÖNERİLER	127

	Sayfa No
9. ÖZET	130
10. SUMMARY	131
11. KAYNAKLAR	132
12. TEŞEKKÜR	141
13. ÖZGEÇMİŞ	142



ÖZ

Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), bir depremin zararlarının azaltılması, hazırlık, kurtarma, ilkyardım ve yeni yerleşim yerlerinin belirlenmesi gibi süreçlerde kullanılabilecek en önemli yöntemlerdendir. Zemin ve yapılaşma durumları göz önünde bulundurularak UA ve CBS yöntemleri ile gerçekleştirilen bu tez çalışmasında, çalışma alanı olarak, Çanakkale yerleşim alanı seçilmiştir. Gelecekte ortaya çıkabilecek deprem hasarlarının en aza indirgenmesini sağlamak üzere yöneticilerin ve planlamacıların kullanabileceklerini göstermeye yönelik yapıda bir Kent Bilgi Sistemi hazırlanmış ve çalışma alanının depremselliği incelenmiştir. Eldeki veriler değerlendirilerek büyük deprem riski altında bulunan Çanakkale yerleşim alanı için olası bir depremde oluşabilecek hasarın beklenen maliyet değerlendirmesinin yapılabilirliği ortaya konmaya çalışılmıştır.

***Anahtar Kelimeler:** UA, CBS, deprem, beklenen değer, hasar maliyeti*

ABSTRACT

Remote Sensing (RS) and Geographic Information System (GIS) are two of the most important tools to be used for decreasing the earthquake hazards, preparation, reserving, first aid and determination of the new land use. In this thesis RS and GIS methods were applied to Çanakkale. Ground and settlements were taken into account in this study. City Information System, which could be used by administrator and planner for ensuring the reducing expected earthquake hazards, was prepared. Also, deterministic seismic hazard analysis was examined for faults around Çanakkale. In this thesis it was discussed the capability of determination of expected damage cost for earthquake hazards was possible.

Key words: RS, GIS, earthquake, expected cost, damage cost.

ÇİZELGELER

<u>Çizelge No</u>	<u>Çizelge Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 2.4.1	Çanakkale merkez ilçe yüzölçümü ve nüfus yoğunluğu	10
Çizelge 2.4.2	Çanakkale toplam nüfusu, ilçe, bucak ve köy sayısı	10
Çizelge 4.1.1	Elektromanyatik spektral bölgeler	17
Çizelge 4.1.2.1	Etkinlik gösterdikleri alanlara göre algılayıcı sistemler	25
Çizelge 4.2.3.1	CBS'nin fonksiyonel bileşenleri	37
Çizelge 4.2.3.2	Arazi çalışmalarıyla CBS formatında veri toplama yolları	38
Çizelge 4.2.3.3	UA yöntemleri ile CBS formatında veri toplama yolları	39
Çizelge 4.2.3.4	CBS veri yapıları	40
Çizelge 4.2.3.5	Veri tabanına ait bilgilerin sınıflandırılması	43
Çizelge 4.2.3.6	Yer seçimi çalışmalarında karşılaştırma işlemi	45
Çizelge 4.2.4.1	CBS kullanımı ve geliştirilmesinde görev alan meslek gruplarının dağılımı	49
Çizelge 4.3.1	Çanakkale için deprem sayısı	57
Çizelge 4.3.2	Çanakkale deprem tehlikesi yüzde oranları	59
Çizelge 4.4.1.1	MSK şiddet cetveli	62
Çizelge 5.2.1	Veri tabanında oluşturulan elemanlar ve bu elemanlara dahil olan alan sayısı	93
Çizelge 5.3.1	Çanakkale'de bulunan faylar, çalışma alanına olan uzaklıkları ve bu faylarda daha önce olmuş ya da gelecekte beklenen en yüksek deprem büyüklükleri	100
Çizelge 5.3.2	Deterministik yöntemle sismik tehlike analizine göre pha değişkeni değerleri	103

ÇİZELGELER (DEVAM)

<u>Çizelge No</u>	<u>Çizelge Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 5.4.1	Deprem şiddetine göre tamir maliyet oranları	104
Çizelge 5.4.2	Yapı sınıflarına göre yapıların birim maliyetleri	105
Çizelge 5.4.4	Hasar durumlarına göre yapıların tamir maliyet oranları	108
Çizelge 6.1	Deprem büyüklüklerine göre birim m ² başına beklenen hasar maliyetleri	113
Çizelge 6.2	Deprem büyüklüklerine göre toplam beklenen hasar maliyetleri	114
Çizelge 6.3	Deprem büyüklüklerine göre bütün yapı sınıflarında beklenen hasar maliyetleri toplamı	115
Çizelge 6.4	Olası bir depremde ortaya çıkabilecek hasarlı bina sayısı	116
Çizelge 7.1	Çanakkale Kent Bilgi Sistemi'nin analizi ile ortaya çıkan elemanlara göre alan büyüklükleri	119
Çizelge 7.2	Beklenen hasar değerlerine göre oluşturulan elemanların m ² cinsinden kapladıkları alan büyüklükleri ve sayıları	121
Çizelge 7.3	Çanakkale yerleşim alanında alüvyonlu bölgede kalan kısımların yüzdesi	122

ŞEKİLLER

<u>Şekil No</u>	<u>Şekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1.1	Çanakkale yerbulduru haritası	4
Şekil 2.2.1	Çanakkale için ortalama sıcaklık değerleri	8
Şekil 2.2.2	Çanakkale için ortalama yağış değerleri	8
Şekil 4.1.1	Güneşten yeryüzüne ulaşan enerji, sıcaklık ve dalga boyu ilişkileri	14
Şekil 4.1.2	Elektromanyetik spektral bölgeler	17
Şekil 4.1.2.1	Elektromanyetik dalgalar ile madde arasındaki etkileşim	18
Şekil 4.1.2.2	Atmosferik pencereler	21
Şekil 4.1.2.3	UA yorumlamalarında farklı ortamlar için dalga boyuna bağlı tipik yansıma eğrileri	22
Şekil 4.1.2.4	Nem oranına bağlı yansıma grafiği	23
Şekil 4.1.5.1	Histogram ve mavi bantta germe olayı	32
Şekil 4.1.5.2	Görüntünün frekans ve yansıma grafikleri	33
Şekil 4.2.3.1	Raster sisteminde hücre ile mekansal veri tanımlanması	41
Şekil 4.2.3.2	Vektör ve raster veri yapılarının karşılaştırılması	42
Şekil 4.3.1	Türkiye deprem bölgeleri haritası	53
Şekil 4.3.2	Çanakkale il sınırları içinde bulunan diri faylar	54
Şekil 4.3.3	Çanakkale için deprem büyüklükleri sayıları	57
Şekil 4.3.4	Çanakkale için deprem periyodu ve büyüklük ilişkisi	59
Şekil 5.1.1	Seçilen iki hava fotoğrafı için histogram eğrileri	80
Şekil 5.1.2	Ham görüntüler	81
Şekil 5.1.3	Görüntü iyileştirme teknikleri uygulanmış görüntü	82
Şekil 5.1.4	2572 nolu hava fotoğrafında seçilen kontrol noktaları	84

ŞEKİLLER (DEVAM)

<u>Şekil No</u>	<u>Şekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 5.2.1	Vektör olarak ada bazında sayısallaştırılmış 1/5.000 ölçekli Çanakkale yerleşim alanı haritası	88
Şekil 5.2.2	CBS ortamında koordinatlarına oturtulmuş harita	90
Şekil 5.2.3	Hava fotoğrafları ile haritanın karşılaştırılma	92
Şekil 5.2.4	Çanakkale Kent Bilgi Sisteminde sorgulanabilir veri tabanı	95
Şekil 5.2.5	Jeoloji haritasının koordinatlarına oturtulduktan sonra hava fotoğrafı ile karşılaştırılması	97
Şekil 5.2.6	Çanakkale yerleşim alanında alüvyon birime düşen kısımların ayırt edilmesi	99
Şekil 6.1	Çanakkale Kent Bilgi Sistemi	111
Şekil 6.2	CBS ortamında alüvyonlu bölgeye göre filtrelenmiş yapı	112
Şekil 6.3	CBS ortamında oluşturulan birim alan maliyetlerine göre beklenen hasar değerleri dağılımı	113
Şekil 6.4	7 büyüklüğünde bir depremde ortaya çıkması beklenen hasar maliyet değerleri	118

1. GİRİŞ

Teknolojilerin uygun kullanımı ile bir bölgenin doğal kaynaklarının çevresel açıdan etkin yönetimi ve gerekli önlemlerin alınması bakımından doğal risklerin belirlenmesi mümkün olmaktadır. Bu amaçlarla kullanılan teknolojiler arasında Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) veriyi hızlı, ekonomik ve en etkin şekilde değerlendirme imkanı sunmaktadır.

UA yöntemi, uydu ve uçaklardaki algılayıcılar ile veri elde edilmesi ve bunların çeşitli amaçlar doğrultusunda kullanıma hazır hale getirilmesi esasına dayanır. CBS, bu verilerle birlikte diğer mekansal ve metinsel bilgilerle oluşturulan analiz, sorgulama, güncelleme ve ortak kullanıma izin veren bir yapıdır.

17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi depremiyle tüm Marmara bölgesi ve çevresinde büyük bir felaket yaşanmıştır. Afetin büyük olmasının nedeni, alınması gereken önlemler hakkında teknolojinin yeterince kullanılmaması ve çarpık kentleşmedir. Günümüzde depremi önleyebilecek bir teknoloji bulunmamaktadır, ancak yüksek deprem riski taşıyan bölgelerde yapıcı önlemler alınarak, deprem sırasında ve sonrasındaki çalışmalarla deprem zararları en aza indirgenebilir. UA ve CBS, bir depremin zararlarının azaltılması, hazırlık, kurtarma, ilkyardım ve yeni yerleşim yerlerinin belirlenmesi gibi süreçlerde kullanılabilecek en önemli araçlardandır.

Çanakkale’de, kentin 1. derece deprem bölgesinde olduğu ve yapılaşması göz önünde bulundurulduğunda, deprem ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Bu çalışma, çalışma alanı olarak seçilen Çanakkale yerleşim alanında oluşabilecek deprem hasarlarının belirlenmesine yöneliktir.

Sunulan tez çalışmasında, hava fotoğrafları ile çalışma alanının zemininin incelenmesinde UA yöntemleri kullanılmıştır. 1/5.000 ölçekli Çanakkale yerleşim alanı haritası ve hava fotoğrafları ile Çanakkale Kent Bilgi

Sistemi hazırlanması ve böylece CBS yöntemleriyle kentin yapılaşmasının zemin bilgileri ile birlikte değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Dört aşamada gerçekleştirilecek olan bu çalışmanın ilk iki aşaması, UA ve CBS yöntemlerinin Çanakkale yerleşim alanına uygulanmasıdır. Üçüncü basamak olarak, çalışma alanının depremselliğinin ortaya konması için sismik tehlike analizi ile Çanakkale il sınırları içinde bulunan diri fayların kente olan etkisinin hesaplanması düşünülmüştür. Çalışmanın son aşamasında hedeflenen, Poisson denkleminden faydalanarak olası bir depremde oluşacak hasarların değerlendirilmesinin mümkün olduğunun ortaya konmasıdır.

Gelecekte ortaya çıkabilecek deprem hasarlarının en aza indirgenmesini sağlamak üzere yöneticilerin ve planlamacıların kullanabilecekleri veri tabanının hazırlanmasına yönelik yapılan bu çalışmanın amacı, UA ve CBS yöntemlerinin Çanakkale yerleşim alanına uygulanması ve deprem riskinin belirlenmesiyle olası bir depremde beklenen hasar değerlendirmesinin yapılabilirliğini göstermektir.

2. ÇALIŞMA ALANI

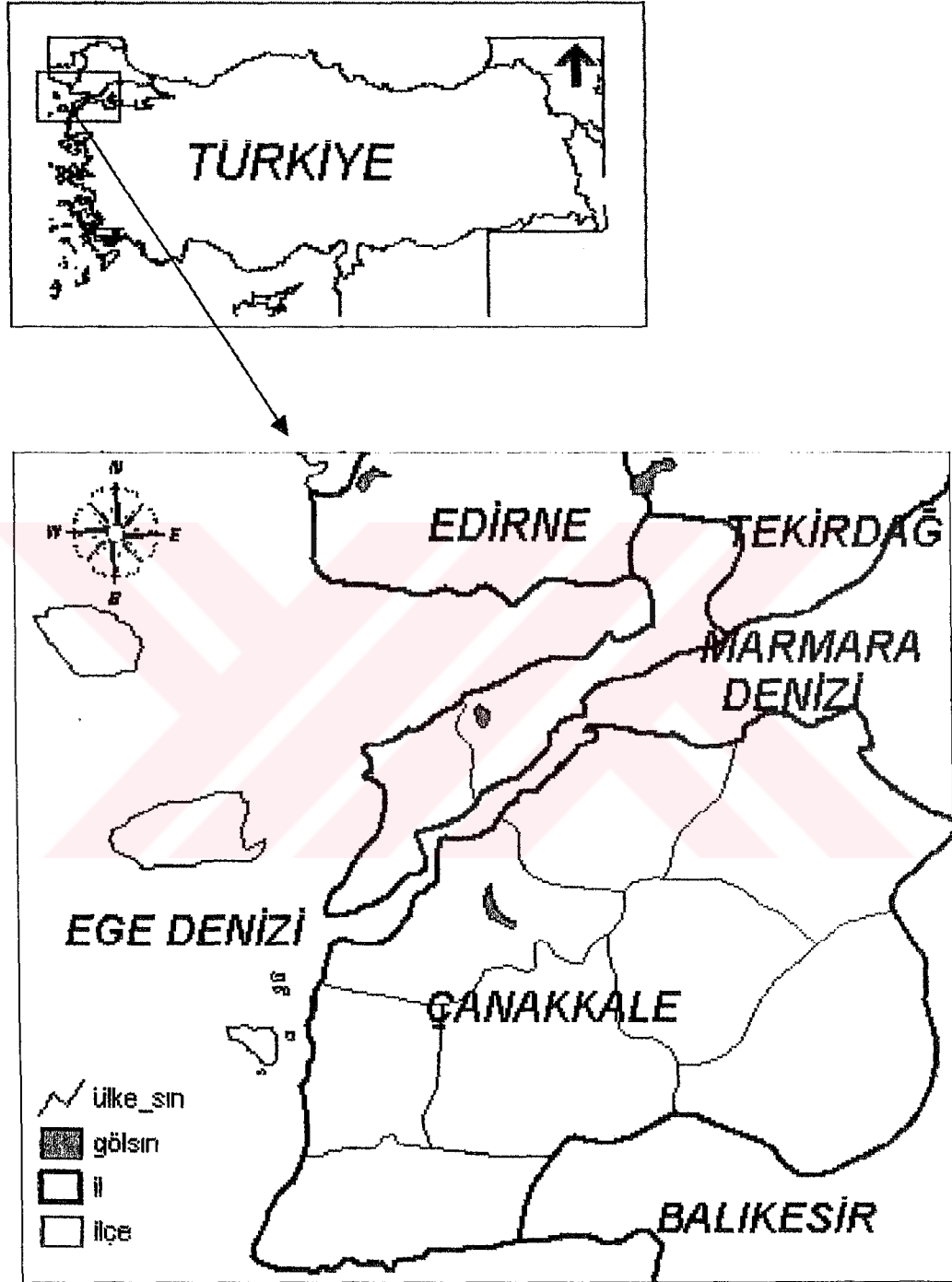
2.1. ÇALIŞMA ALANININ KONUMU VE YERLEŞİM OLUŞUMU

Çanakkale; Türkiye'nin kuzeybatısında Avrupa ve Asya kıtalarını birbirinden ayıran ve kendi adını taşıyan Boğaz'ın iki yakasında kurulmuştur. Eski çağlarda HELLESPONTOS ve DARDANEL olarak anılan Çanakkale M.Ö. 3000 yılından beri yerleşim alanı niteliğini korumaktadır (Erten, 2000).

Doğu Trakya topraklarında Gelibolu Yarımadası ile Anadolu'nun uzantısı olan Biga Yarımadası üzerinde, Ege ve Marmara Bölgesi topraklarında bulunan ilimiz, 25°35' ve 27°45' doğu boylamları ile 39°30' ve 40°45' kuzey enlemleri arasındadır. İlin yüzölçümü 9737 km², kıyı uzunluğu 671 km'dir. Çanakkale, doğu ve güneydoğu yönünde Balıkesir, batıda Ege Denizi, kuzeybatıda Edirne, kuzeyde Tekirdağ ile Marmara Denizi tarafından çevrelenmiştir (Çanakkale Arazi Varlığı, 1999).

Çanakkale'nin Ayvacık, Bayramiç, Biga, Bozcada, Çan, Eceabat, Ezine, Gelibolu, Gökçeada, Lapseki, Merkez ve Yenice olmak üzere 12 ilçesi, 24 bucağı ve 561 köyü vardır. Merkez ilçe sınırlarına dahil olan Çanakkale Belediyesi mücavir alanları toplamı 1677 hektardır. Çalışma alanının Türkiye'deki konumu Şekil 2.1.1'de gösterilmiştir (Çanakkale Gündem Raporu, 1999).

Bu çalışmada, çalışma alanı olarak Çanakkale yerleşim alanı seçilmiştir. Universal Transverse Mercator projeksiyonuna göre çalışma alanının sol-üst köşe noktası $X = 29737.30$; $Y = 33873.29$, sağ-alt köşe noktası $X = 35205.82$; $Y = 25668.87$ arasında kalmaktadır. Bu alan, doğu-batı yönünde 5.5 km, kuzey-güney yönünde yaklaşık 8.2 km'dir.



Şekil 2.1.1. Çanakkale Yerbulduru Haritası

Çanakkale’de ilk yerleşim Çimenlik Kalesi’yle 1462-63 yıllarında atılmıştır. 1700-1800’lü yıllar kentin en parlak dönemidir. Bu dönemlerde kent mevcut sit alanı ile sınırlanmış, kalenin doğusunda Sarıçay boyunca uzanan Çay mahallesi, Fatih Camii’nden batıya doğru Türk mahallesi, onun batısında Yahudi mahallesi, kalenin doğusunda deniz boyunca Rum mahallesi ve kordon boyunca ticari ateşelikler kentin yerleşimini oluşturmuştur. 1800’lü yılların sonu ile 1900’lü yılların başında savaş arenasına dönen kent dağılmış ve tahrip olmuştur. Dolayısıyla bu tarihten sonra Cumhuriyet ile birlikte azınlıkların büyük çoğunluğu kenti terk etmiştir. Bununla beraber kente, giden azınlıkların yerine, önce mübadele ile gelen Balkan ve adalar müslümanları gelmiş ve boğazın stratejik konumu nedeniyle asker ve aileleri yerleşmişlerdir. Daha sonra Biga sancağına bağlı olan Çanakkale’nin il olmasıyla da bürokratlar yerleşmişlerdir (Erten, 2000).

İkinci Dünya Savaşı’nda kent tam bir askeri yığınağa dönüşmüş, 1940’lı yılların sonunda kentin ilk planlama çalışması yapılmıştır. Aynı dönemde yeni yapılacak konutların iki katlı ve bahçeli olması hükme bağlanmıştır. 1955-56 yıllarında kentin ilk hali hazır haritaları oluşturulmuştur. 1963 imar planı ile kentin güneyde Barbaros mahallesine, kuzeyde Hastane bayırına ve doğuda stadyum civarına doğru büyümesi öngörülmüştür. 1974 planı bir yandan mevcut kentin dikey büyümesi yönünde 4 katlı yapılaşmayı getirirken, diğer yandan kentin çeperinde yeni yerleşim alanlarının da çok katlı ve betonarme yapım tekniğiyle oluşmasına yol açmıştır. 1980’li ve 90’lı yıllara gelindiğinde ise kent ilave planlarla kuzey güney aksında büyümesini sürdürmüştür (Erten ve ark., 2000).

2.2. ULAŞIM DURUMU VE İKLİMİ

Çanakkale’nin çevre illerle ulaşımı karayolu ile sağlanmaktadır. İstanbul-Çanakkale 310 km, Bursa-Çanakkale 303 km, İzmir-Çanakkale 331 km,

Balıkesir-Çanakkale 210 km, Tekirdağ-Çanakkale 171 km, Edirne-Çanakkale 217 km ve Ankara-Çanakkale 659 km'dir. Çanakkale'nin ilçeleri ile olan ulaşımı kara ve deniz yolu ile yapılmaktadır, merkezde ise belediye otobüsleri ve dolmuşlar ulaşımı sağlamaktadır. İl haberleşme imkanları yönünden iyi durumdadır (Çanakkale Gündem Raporu, 1999).

Denizden uzaklık ve deniz yüzeyinden yükseklik gibi nedenlerle ilin ikliminde bazı farklılaşmalar görülür. Bu farklılaşma, yükseklerde yağışların çok, iç kesimlerde karlı ve donlu günlerin daha fazla olması, sıcaklık farklarının artması şeklindedir (Çanakkale Arazi Varlığı, 1999).

Çanakkale'nin iklimi genel karakteriyle Akdeniz iklimi özelliğindedir. İlin kuzey bölümünde kışın ortalama sıcaklık çok düşer. Kuzey rüzgar ve soğuklarının Balkanlar üzerinden sarkması ve bunun önünde il sınırları içerisinde doğal bir engelin bulunmaması, yılın büyük bölümünün rüzgarlı geçmesine yol açar. Egemen rüzgar yönü kuzeydir (Çanakkale Arazi Varlığı, 1999).

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün 1998 yılı verilerine göre sıcaklık ve yağış miktarları Çizelge 2.2.1, Şekil 2.2.1 ve Şekil 2.2.2'de gösterilmektedir.

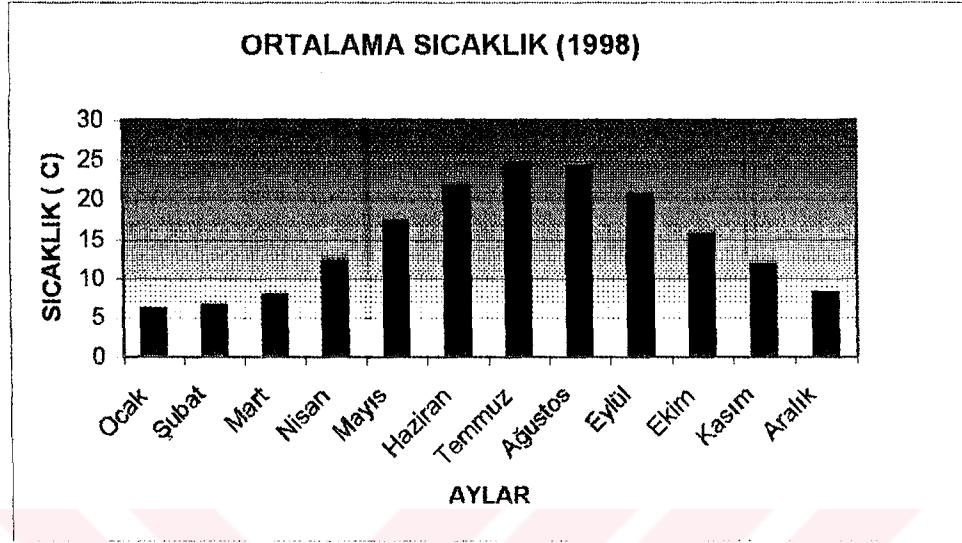
2.3.SOSYAL KÜLTÜREL YAPI VE TURİSTİK FAALİYETLER

Çanakkale eğitim ve öğretim hizmetleri bakımından oldukça iyi düzeydedir. Okur-yazarlık oranı %85 civarındadır. (Çanakkale Gündem Raporu, 1999)

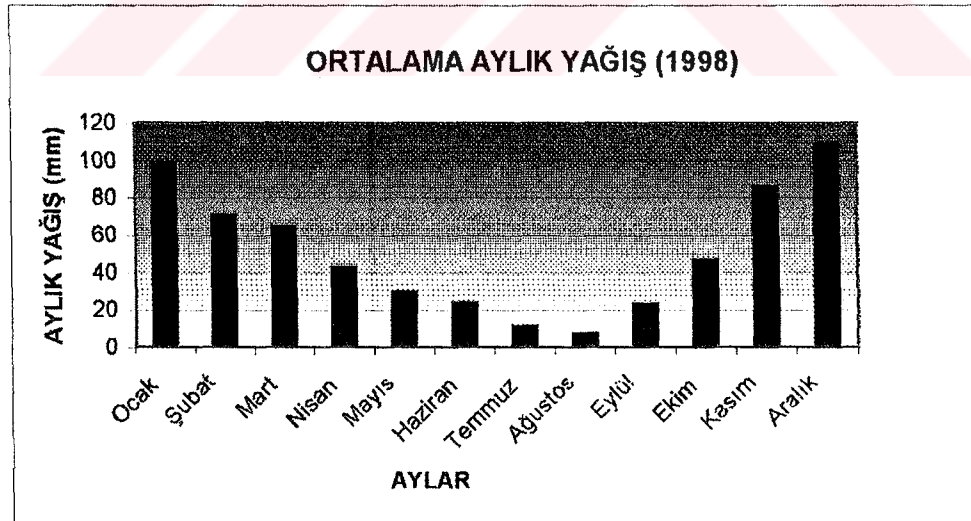
İl merkezinde 23 adet ilköğretim okulu, 11 adet lise ve dengi okul ve ilin sosyo-kültürel gelişimine katkıda bulunan Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi'ne bağlı 8 fakülte, 10 yüksekokul ve 2 enstitü bulunmaktadır. Yine Çanakkale Belediyesi sınırları içinde Özel Hastane ve SSK Hastanesi de dahil olmak üzere 10 adet sağlık tesisi hizmet vermektedir ve 499 kişiye bir doktor düşmektedir (1/5000 ölçekli harita, 2000).

Çizelge 2.2.1. Çanakkale İçin Meteoroloji İstasyonlarındaki Ölçüm Sonuçları (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 1998).

Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)	En yüksek sıcaklık (°C)	En düşük sıcaklık (°C)	Ortalama oransal nem (%)	Günlük en çok yağış miktarı (mm)	Ortalama yağış miktarı (mm)
Ocak	6.1	20.0	-11	79	90.5	98.7
Şubat	6.6	21.3	-11.5	77	58.7	71.1
Mart	8	27.3	-8.5	76	73.5	65
Nisan	12.3	30.8	-1.6	74	72.2	42.8
Mayıs	17.3	34.4	1.4	72	110	29.7
Haziran	21.9	36.4	6.6	66	75	23.7
Temmuz	24.6	38.8	7	62	80.6	11.3
Ağustos	24.4	38.7	9.4	62	69.4	7.4
Eylül	20.7	35.4	5.9	67	63.8	23.4
Ekim	15.8	31.7	0.4	73	104.8	47
Kasım	11.8	27.8	-7	78	101.9	86.5
Aralık	8.3	22.2	-10.5	80	91.3	108.9
Yıllık	14.8	38.8	-11.5	72	104.8	615.4



Şekil 2.2.1. Çanakkale İçin Ortalama Sıcaklık Değerleri (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 1998).



Şekil 2.2.2. Çanakkale İçin Ortalama Yağış Değerleri (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 1998).

Çalışma alanında 3 adet sinema salonu ve iki adet kültür merkezi, anfi-tiyatro, kütüphane, sergi salonu ve müzeler bulunmaktadır. 10-18 Ağustos tarihleri arasında il merkezinde Truva Kültür ve Sanat Festivali düzenlenmektedir. (Çanakkale Gündem Raporu, 1999)

Kordon boyu halkın en gözde rekreatif faaliyet alanıdır. Kent içinde rekreatif faaliyet alanları ayrılmamasına karşın Çanakkale bulunduğu coğrafyanın avantajları sayesinde bu alanlara sahiptir. (Çanakkale Gündem Raporu, 1999)

Kent daha çok Alman ve Japon turistler tarafından ziyaret edilmektedir. Ayrıca Gelibolu Yarımadası tarihsel önemi nedeniyle çok çeşitli ülkelerden (Avusturalya, Yeni Zelanda, Fransa, İngiltere, Amerika) turist çekmektedir. İl genelinde Turizm İl Müdürlüğüne bağlı çalışan 119 adet otel bulunmaktadır (Çanakkale Gündem Raporu, 1999).

2.4. NÜFUS VE EKONOMİ

1990 verileri baz alınarak, Türkiye genelinde nüfus artış hızı %0.217 olmasına karşın, Çanakkale’de %0.713’tür. Nüfusun (12 yaş altı hariç) %61’i erkek ve %39’u kadın olmak üzere, %76’sı çalışmaktadır. Çalışmayan nüfusun içine emekliler, özürllüleri, ev kadınları, işsizler dahil edilmiştir. (Çanakkale Gündem Raporu, 1999).

Devlet İstatistik Enstitüsü’nün (DİE) internette bulunan web sayfasından elde edilen Çanakkale ili, ilgili nüfus bilgileri Çizelge 2.4.1 ve Çizelge 2.4.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.4.1. Çanakkale Merkez İlçe Yüzölçümü ve Nüfus Yoğunluğu (DİE, 2000).

ÇANAKKALE	MERKEZ NÜFUSU	YÜZÖLÇÜMÜ (km ²)	NÜFUS YOĞUNLUĞU (kişi/m ²)
Merkez ilçe	75.810	949	80

Çizelge 2.4.2. Çanakkale Toplam Nüfusu, İlçe, Bucak ve Köy Sayısı (DİE, 1990).

NÜFUS	TÜRKİYE	ÇANAKKALE
Toplam nüfus	56 473 035	432 263
Nüfus artış hızı (%)	0.217	0.713
Nüfus yoğunluğu (kişi / km ²)	73	44
Şehir nüfusu	33 415 208	168 529
Köy nüfusu	23 057 827	263 734
İl ve ilçe merkezi nüfusu (%)	59	39
Bucak ve köy nüfusu (%)	41	61
İlçe sayısı	847	11
Bucak ve köy sayısı	37 227	590

3. ÇALIŞMA YÖNTEMİ

Bu çalışmada;

1. Uzaktan Algılama yöntemi,
 2. Coğrafi Bilgi Sistemi yöntemi,
- olmak üzere iki yöntem kullanılmıştır.

3.1. UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMİ

Uzaktan Algılama çalışmalarında, Harita Genel Komutanlığı'ndan temin edilen, 18-19.06.1997 tarihinde çekilmiş olan, 1/35.000.000 ölçekli 4 adet steryoskopik, siyah-beyaz hava fotoğrafı kullanılmış ve bu fotoğrafların yardımı ile, Çanakkale yerleşim alanının yapılaşmasının ve zemininin incelenmesi yapılmıştır.

Hava fotoğraflarındaki ayrıntıların daha iyi görülebilmesi amacıyla Intergraph firmasının geliştirdiği Microstation (1995) ve Image Analyst (1997) yazılımları kullanılarak görüntü iyileştirme işlemleri uygulanmıştır. Bu işlemler sonrasında, Çanakkale yerleşim alanının en ayrıntılı bir şekilde gözlenediği ve birbirini tamamlayan iki hava fotoğrafı seçilmiş ve seçilen bu iki fotoğraftaki ton farklılıkları incelenerek Çanakkale yerleşim alanının zemini konusunda yorum yapılmıştır. Ayrıca, fotoğraflar üzerine koordinat bilgileri oturtularak bir sonraki aşama için kullanılmak üzere hazırlanmıştır.

3.2. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ YÖNTEMİ

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yöntemi, çeşitli yazılımlar kullanılarak, coğrafi nesnelere ait bilgileri elde etme, depolama, işleme, analiz etme yöntemidir. Bu çalışmada Intergraph firmasının geliştirdiği GeoMedia Professional 4.0 (SP1) yazılımı kullanılmıştır.

İlk aşamada, çalışmanın şekillenebilmesi için gerekli veriler toplanmıştır. Çanakkale Kent Bilgi Sisteminin oluşturulmasında temel malzeme olan, Çanakkale Belediyesi'nden 1/5.000 ölçekli iki pafta olarak hazırlanmış harita temin edilmiştir. 2001 yılında hazırlanmış olan bu harita üzerinde arazi gözlemleriyle güncelleme çalışmaları yapılmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemi ortamında kullanılmak üzere vektör olarak sayısallaştırılmış ve koordinat bilgileri yerleştirilmiştir.

Bir önceki basamakta hazırlanmış olan hava fotoğrafları ile harita denkleştirilerek, haritadaki bazı eksiklikler tamamlanmış ve yapılaşma sınıfına ait elemanlar belirlenmiştir..

Elemanlara ait veri tabanını oluşturmak için Valiliğin hazırlamış olduğu Çanakkale Gündem Raporundan ve Tarım İl Müdürlüğü tarafından hazırlanan Çanakkale Arazi Kullanma Haritasından faydalanılmıştır.

Çanakkale yeleşim alanında en çok hasar görmesi muhtemel bölgelerin belirlenebilmesi amacıyla, Saner (1985) tarafından hazırlanmış olan "Saros Körfezi dolayının başlıca çökelme istifleri ve ana yapıları" başlıklı jeoloji haritası kullanılmıştır. Yeni bir eleman sınıfı olarak Çanakkale Kent Bilgi Sistemine eklenen, vektör olarak sayısallaştırma ve koordinatlarına oturtma işlemleri uygulanan jeoloji haritası ile 1/5.000 ölçekli harita üst üste çakıştırılmıştır. Böylece, çalışma alanında deprem açısından tehlikeli bölgelerin ortaya çıkarılabilmesi için analiz imkanı sunan bir yapı oluşturulmuştur.

Belirlenen bu bölgelerde, olası bir depremde beklenen hasarların değerlendirilmesi amacıyla Poisson denklemleri kullanılmıştır.

4. YAPILAN ÇALIŞMA HAKKINDA GENEL BİLGİLER

4.1. UZAKTAN ALGILAMA

Algılama kavramı duyu organlarıyla herhangi bir şey ya da konu hakkında fikir edinme işlevi olarak tanımlanır. Belirli bir mesafeden, herhangi bir temas ve araç olmaksızın sadece göz ile yapılan algılama Uzaktan Algılama'nın en temel şeklidir (Drury, 1998).

Bilimsel anlamda, bir nesne, fiziksel mekan ya da konu hakkında belirli bir mesafeden, herhangi bir temas olmaksızın, algılayıcı, kayıt edici ve görüntüleyici araçlar vasıtasıyla veri toplama işlemine Uzaktan Algılama (UA) denir (Sabins, 1987).

Uzaktan Algılamaya herhangi bir zaman ve olay başlangıcı göstermek zordur. Belirli bir yükseklikten, yeryüzünün fotoğraflarının çekilmesi fikri 19. yüzyılda balon ile uçuşlar yapılırken düşünülmüştür. Balondan çekildiği bilinen ilk fotoğraf 1859 yılında, Paris yakınlarında Petit Bicetre köyüne aittir (Drury, 1998).

1909 yılında Wilbur Wright tarafından uçaktan sıralar halinde hava fotoğrafı çekimi ile kurallaşmaya başlamıştır. I. Dünya Savaşında askeri amaçlı olarak hava fotoğrafları kullanılmış ve bu konuda gelişme sağlanmıştır. 1940'lı yıllarda özellikle II. Dünya Savaşı sırasında kamuflaj çözücü (false colour) fotoğrafların ve RADAR'ın icadıyla da bu günkü anlamdaki UA'ya ilk adımlar atılmıştır (Cracknell ve Hayes, 1991).

1950'li ve 1960'lı yıllarda bilgisayarların ortaya çıkışı ve çok bantlı algılama sisteminin geliştirilmesi, UA'nın bir çok sahaya uygulama olanağını yaratılmış ve bu alanda büyük bir atılım yapılmasına ön ayak olmuştur. UA'daki en önemli gelişmelerden biri 14.05.1973 tarihinde Skylab'ın 435 km'lik yörüngeye yerleştirilmesidir. Skylab'daki algılayıcılar ile ilk defa dünya uzaydan analiz edilmiştir. 1972 yılında da ilk LANDSAT (o zamanki ismi ERTS)

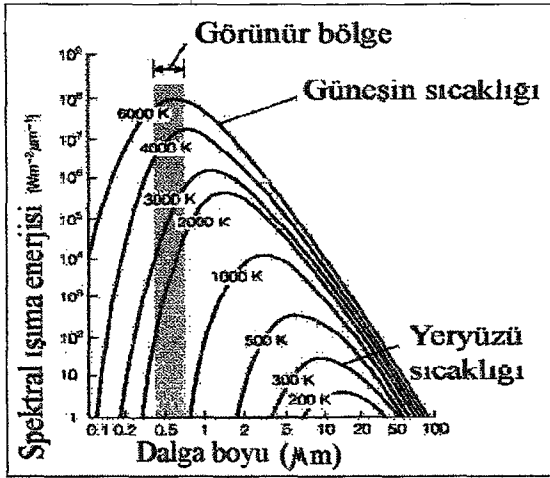
uydusunun yörüngesine oturtulmasıyla yeryüzü hakkında devamlı bilgi akışı gerçekleştirilerek UA'da yeni bir çağır açılmıştır (Sesören, 1999).

UA'nın dört temel unsuru vardır. Bunlar, radyasyon kaynağı, atmosfer ve yansıma özellikleri, algılayıcılar ve platformlardır. Bu dört unsurun özellikleri, UA çalışmalarındaki hedeflere ulaşmakta belirleyici faktörlerdir. Bir başka deyişle, atmosferik şartların etkisi alınacak görüntüye doğrudan, yeryüzünün özellikleri dolaylı olarak ve algılayıcıların ve platformların teknik özellikleri ve yeterlilikleri doğrudan etki eder. Bunlar, UA çalışmalarında görüntü elde etme aşamasındaki unsurlardır (Turoğlu, 2000)

4.1.1. RADYASYON KAYNAĞI

UA'da faydalanılan radyasyon kaynağı güneştir. Güneş enerjisi elektromanyetik dalgalar halinde yeryüzüne ulaşır ve objeler ile etkileşerek Uzaktan Algılama yapılabilmesine imkan verir (Turoğlu, 2000).

Şekil 4.1.1'de güneşten gelen enerjinin, yani ışığın, enerji – dalga boyu ilişkisi verilmiştir.



Şekil 4.1.1. Güneşten yeryüzüne ulaşan enerji, sıcaklık ve dalga boyu ilişkileri (Drury, 1998)

17. yüzyılda ışık için iki teori ortaya atılmıştır. Bunlardan birincisi Hooke ve Huygens'in "dalga" teorisi ve diğeri Newton'un "tanecik" teorisidir. Daha sonraki yıllarda Young, Malus, Euler ve diğeri bilim adamları dalga teorisine katılmışlardır (Aydın, 1998).

Işık teorisine ait en önemli gelişmelerden biri 1873'te ışığın yüksek frekanslı elektromanyetik dalgalar biçiminde olduğunu iddia eden Maxwell'in çalışmasıdır. Bu teoride, elektromanyetik dalgaların 3×10^8 m/s civarında bir hıza sahip olduğunu öngörülmüştür. Hertz tarafından, 1887'de Maxwell teorisinin deneysel ispatını verilmiştir. Ayrıca, Hertz ve diğeri araştırmacılar bu dalgaların yansıma, kırılma ve dalgaların bütün diğeri karakteristik özelliklerini sergilediklerini göstermişlerdir (Serway, 1992).

Dalga teorisinin, girişim ve kırınım olaylarına açıklık getirmekle beraber fotoelektrik olayı açıklayamadığı görülmüştür. Üzerine ışık düşürülen bir katının yüzeyinden elektron ayrılması olayı olan "fotoelektrik olay", 1905'te Einstein tarafından açıklanmıştır. Einstein, enerjinin doğru orantılı yayılmayıp, belli bölgelerde yoğunlaştığını ve parçacık gibi davranarak ilerlediğini öne sürmüştür ve bu parçacıklara "foton" adını vermiştir. Einstein teorisine göre, bir fotonun enerjisi elektromanyetik dalgaların frekansı ile orantılıdır (bir fotonun enerjisi, $E = hf$, frekansı, $f = c/\lambda$). Burada h Planck sabiti ($h=6.63 \times 10^{-34}$ Js), λ , dalga boyu ve f , bir saniyede oluşan dalga sayısı, frekanstır. Ayrıca, dalganın maksimum yüksekliğine amplitüd (genlik) denir (Wilson ve Hawkes, 1989).

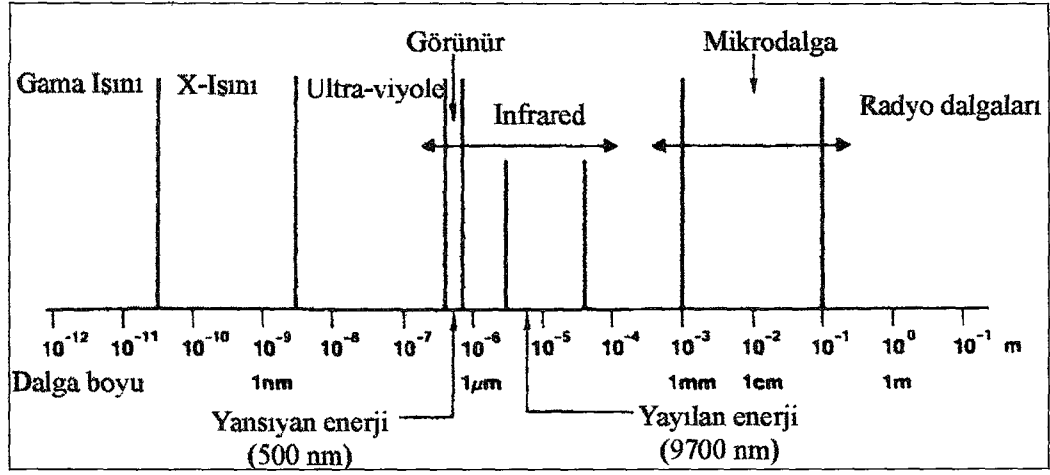
Bu teori, ışığın parçacık ve dalga teorisinin her ikisinin de bazı özelliklerini kapsaması açısından önemlidir. Işığın parçacık ve dalga teorileri birbirlerine zıt değil, aksine tamamlayıcıdır. Işığın enerji aktarımını inceleyen deneyler parçacık (foton) doğasını, girişim ve kırınım olaylarını inceleyen deneyler ise dalga doğasını yansıtır (Serway, 1992).

Elektromanyetik dalga, uzayda zamanla değişen elektrik ve manyetik alanların bir kombinasyonu (bileşkesi) olarak karakterize edilebilir. Alanların

titreşim frekansı f ve elektromanyetik dalganın boşluktaki dalga boyu λ_0 is $c = f\lambda_0$ ile birbirlerine bağlıdır. Burada c ışık hızıdır. n kırılma indisili ortamda ilerleme hızı $v = c/n = f\lambda$ ile verilir. Elektrik ve manyetik alanlar birbirlerine ve her ikisi de ilerleme yönüne dik olacak şekilde titreşirler. Bu elektromanyetik dalgaların enine dalgalar olması anlamına gelir (Wilson ve Hawkes, 1989).

Boş uzayda ilerleyen bir elektromanyetik dalganın elektrik alan vektörü bir düzlemde titreşiyorsa dalgaya “düzlem polarize” olmuş denir. Herhangi bir ışın demeti çok sayıda diğer dalgaları içine alırsa genelde elektrik alanlarının titreşim düzlemleri rastgele yönelmiş denilebilir. Böyle bir ışık polarize değildir ve elektrik alanı zamanla gelişigüzel değişme gösterir. Bununla birlikte yüksek derecede yönelmiş elektrik alanla karakterize olmuş ışık demetleri elde etmek mümkündür ve bu ışık polarize olarak ifade edilir. Işık yansıma ve soğurma gibi değişik yollarla polarize olabilir. Gökyüzünün mavi rengi güneş ışınlarının saçılma yoluyla polarize olmasının sonucudur (Wilson ve Hawkes, 1989).

Elektromanyetik dalgayı karakterize eden önemli parametreler dalga boyu, genlik, yayılım yönü ve polarizasyonudur. Yeryüzüne dönük UA’da sadece dalga boyu aralığı kullanılmaktadır. Şekil 4.1.2’de görüldüğü gibi, bu dalga boylarını gösteren elektromanyetik spektrum sürekli. Çizelge 4.1.1’de dalga boyu aralıkları açıklanmıştır (Cracknell ve Hayes, 1991).



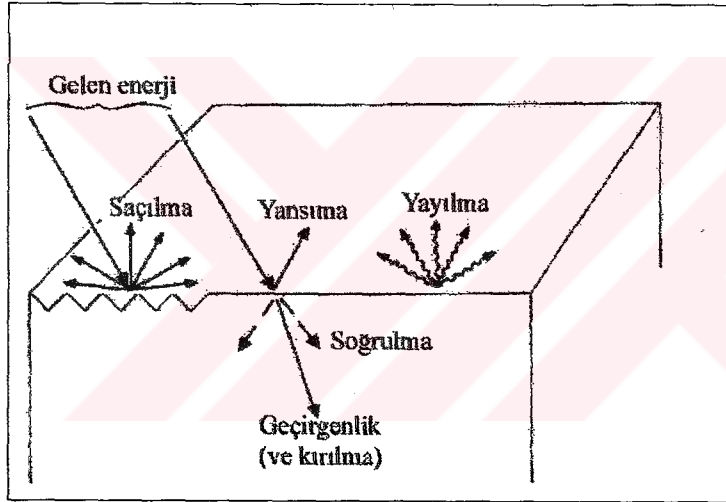
Şekil 4.1.2. Elektromanyetik Spektral Bölgeler

Çizelge 4.1.1. Elektromanyetik Spektral Bölgeler (Sabins, 1987)

İşma Tipi	Dalga Boyu	Açıklamalar
Gama Işınları	< 0.03 nm	Güneşten gelen ışınım atmosferin üst tabakası tarafından tamamen yutulur.
X – Işınları	0.03-3.0 nm	Atmosfer tarafından tamamen yutulur, tıp alanında kullanımı yaygındır.
Ultraviyole	30nm-400 nm	Dalga boyu 300 nm'den küçük kısmı atmosferin ozon tabakası tarafından yutulur.
Görünür	400-700 nm	Film ve fotodetektörlerce saptanabilir. Yeryüzü yansımalarının maksimum ve insan gözünün duyarlı olduğu bölgedir.
İnfrared	700nm-100 µm	Atmosfer bazı kısımlarını soğururken bazı kısımlarının geçişine izin verir. Bu bölgelere atmosferik pencereler denir.
Termal İnfrared	3 – 5 µm, 8 - 14 µm	Atmosferik pencerelerin ısı bölgesidir. Optiksel tarayıcılarla görüntü elde edilebilir.
Mikrodalga	0.1 – 30 cm	Her türlü hava koşulunda pasif veya aktif olarak görüntü elde edilir.
Radyo	> 30 cm	Spektrumun en uzun dalga boylu kısmıdır. Bazı radar çeşitleri bu bölgede kullanılır.

4.1.2 ATMOSFERİK ETKİLER

Güneşten gelen ışınlar, yeryüzüne ulaşmadan önce atmosferden geçişinde, yeryüzüne ulaştığında ve cisimlerle etkileşiminde, algılayıcıya gelinceye kadar bir çok değişikliğe uğrarlar. Bu değişime sebep olan etkiler geçirgenlik, soğurma, yayılma, saçılma, kırılma ve yansımadır ve gelen ışınların madde ile etkileşimlerinde ortaya çıkan bu olaylar Şekil 4.1.2.1’de gösterilmiştir (Cracknell ve Hayes, 1991).



Şekil 4.1.2.1. Elektromanyetik dalgalar ile madde arasındaki etkileşim (Sabins, 1987)

Soğurma: Farklı cisimlerin yüzeylerinin ışınları soğurma yetenekleri de farklıdır. Bir cismin yüzeyine düşen ışıma enerjisi cisimden kısmen yansır, kısmen cismin içine nüfuz eder. Cismin içine giren ışımının bir kısmı soğrularak ısı enerjisine dönüşür ve bir kısmı da cismin içinde yansımaya uğrayarak cisimden dışarıya çıkar. Cismin içinde kalan ve ısıya dönüşen ışıma enerjisinin, cisim yüzeyine belirli bir frekans aralığında ($f, f+df$) düşen ışıma enerjisi içindeki

payına cismin *spektral soğurma yeteneği* (α_f) denir. Cisim, üstüne düşen ışığın bir kısmını soğururken, diğer kısmını yansıtır. Başka bir deyişle, spektral soğurma yeteneğiyle orantılı olarak her cismin yansıtma değeri farklıdır (Aydın, ders notları).

Yayılma: Güneşten gelen ışınlar saydam olmayan bir madde üzerine düştüğünde, bir kısmı madde tarafından soğurulur ve soğurulan elektromanyetik dalganın bir kısmı ısıya dönüşür. Algılayıcılar tarafından algılanan termal infrared ve daha uzun dalga boylarındaki ışınım “termal yayılma” yoluyla ortaya çıkan ışınımdır (Sesören, 1999).

Saçılma: Atmosferde çeşitli gazlar ve değişik boyutlarda asılı yük olarak bir çok toz, parçacık, vb. vardır. Güneşten gelen ışınlar, atmosferdeki bu moleküllere ve parçacıklara çarparak yön değiştirir ve çeşitli kayıplar olur. Bu olaya saçılma denir (Drury, 1998).

Atmosferdeki parçacıkların yarıçapı (a) ile gelen ışının dalgaboyu (λ) arasındaki ilişkiye göre, saçılma üçe ayrılır (Cracknell ve Hayes, 1991).

Parçacık yarıçapının gelen ışının dalga boyundan küçük olduğu durumda ($a < \lambda$) Rayleigh saçılması görülür. Rayleigh saçılması, görünür dalga boyunda gelen elektromanyetik dalganın gaz molekülleri tarafından saçılması olayıdır ve saçılma yarıçapı $1 / \lambda^4$ ile orantılıdır. Gökyüzünün gündüz mavi, gün batımında kırmızı-sarı görünmesinin nedeni bu tip saçılma (Cracknell ve Hayes, 1991).

Parçacık yarıçapının dalga boyuna yaklaşık eşit olduğu durumda ($a \cong \lambda$) gelen ışının aerosoller (su, toz ve buz parçacıkları birer aerosol örneğidir) tarafından saçılması Mie saçılmasıdır. Mavi dalga boyundan daha büyük görünür bölgede ve yakın infrared bölgede Mie saçılması baskındır (Cracknell ve Hayes, 1991).

Gelen ışının görünür bölgede 5 – 100 μ yarıçapında su damlacıklarıyla karşılaştığı serbest saçılmada ise parçacık yarıçapı gelen ışının dalga boyundan büyüktür ($a > \lambda$) (Cracknell ve Hayes, 1991).

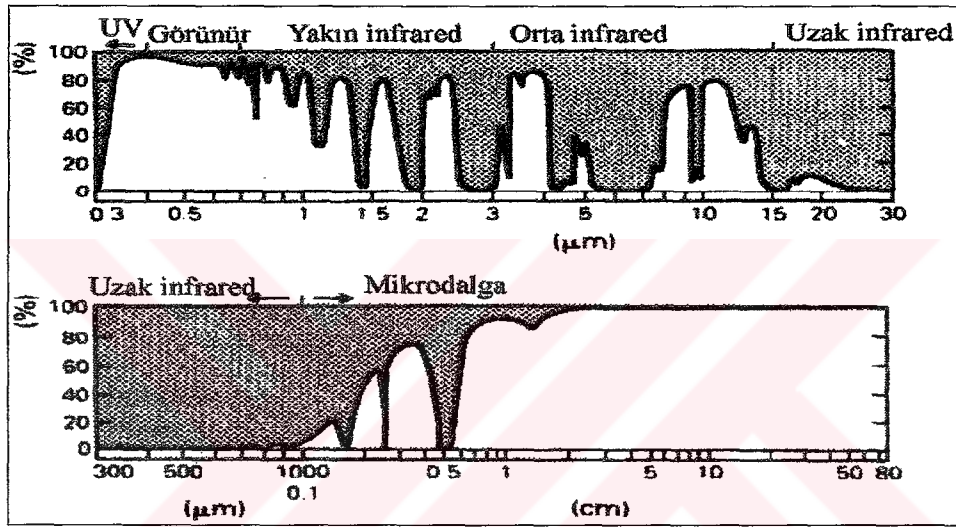
Kırılma ve Yansım: Herhangi bir yüzeye gelen ışının bir kısmı normalle aynı açıyı yaparak yansır. Bir kısmı ise kırılır, yani madde içerisinde yol alır. Kırılan ışının gelme açısıyla kırılma açısı arasında Snell Kanunu ile açıklanan ilişki vardır ($n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$) (Halliday ve ark, 1993).

Güneşten yeryüzüne gelen enerjinin tümü hiç bir zaman soğrulmaz ve enerjinin büyük bir kısmı yansıtılır. Bu yansıtma, maddenin moleküler ve atomik yapısına ve yüzeyin kendine özgü yapısına bağlıdır. Bütün yansıtan yüzeylerin bir “yansıtma faktörü” vardır. En yüksek yansımayı yansıtma faktörü %98 olan yeni yağmış kar verir. Yansıtma, ışığın düştüğü yüzeye, dalga boyuna ve geliş açısına bağlı olarak düzgün ve dağınık yansıtma olmak üzere ikiye ayrılır. Işıklar düzgün yüzeye çarptığında normalle yaptıkları açı, yansıyan ışınların normalle yaptıkları açıya eşittir. Dağınık yüzeye düştüklerinde ise yine aynı açıyla yansımalarına rağmen yüzeyin farklı yönleri bakması nedeniyle yansıyan ışınlar farklı yönleri dağılır. Dağınık yansımanın önemi, objelerin ayırdedilmesini ve yapısının görülmesini sağlamasıdır (Sesören, 1999).

Atmosferde bulunan oksijen, karbon, hidrojen molekülleri ve su buharı bazı dalga boylarında gelen elektromanyetik dalgayı soğurur ve yeryüzüne ulaşmasını engeller. Atmosferik pencereler, elektromanyetik spektrumun radyasyonun geçmesine izin verdiği kısımlardır (Drury, 1998).

Atmosferik pencerelerin bulunduğu yerlerde atmosferik bileşikler radyasyonu soğurma, yansıtma ve dağıtma olaylarıyla fazlaca etkilemezler. Güneşten gelen radyasyon buralardan geçerek yeryüzüne ulaşır. Belli başlı atmosferik pencereler; ultraviyole, görünür bölge, termal bölge, mikrodalga ve

radar bölgelerinde bulunmaktadır. UA'da bant (belli dalga boyu aralığı) seçimi birinci derecede atmosferik pencerelere, ikinci derecede yapılacak uygulamanın özelliğine bağlıdır. Bu nedenle atmosferik pencerelerin bulunduğu bölgeler UA için idealdir. Atmosferik pencereler Şekil 4.1.2.2'de gösterilmiştir (Sesören, 1999).



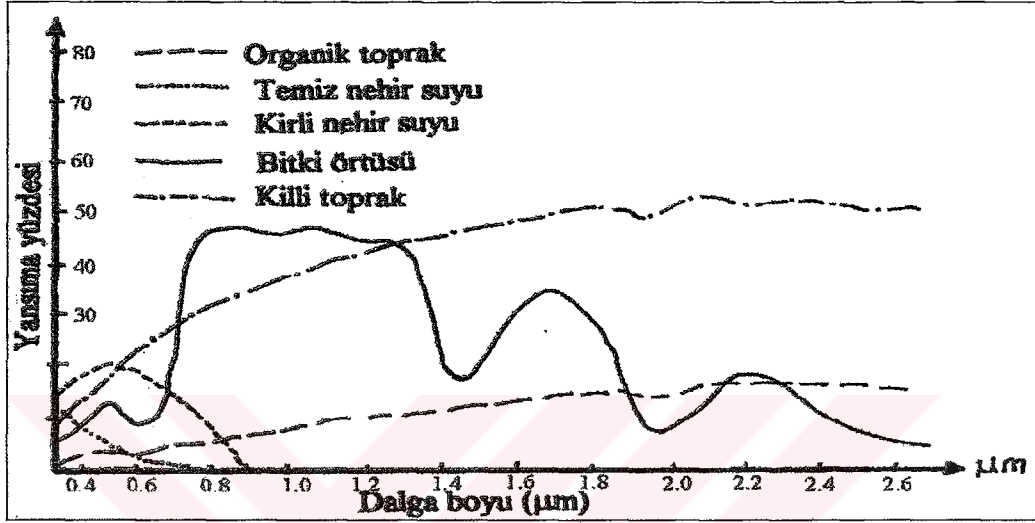
Şekil 4.1.2.2 Atmosferik pencereler (Drury, 1998)

4.1.3 YANSIMA ÖZELLİKLERİ

Yeryüzeyine dönük UA'da veriler farklı araçlarla taşınmaktadır. Bu araçlar elektromanyetik spektrumun farklı bölgelerinde yani farklı dalgaboylarında algılama yaparlar. Çünkü, objeler farklı dalgaboylarında ışın yayma özelliklerine sahiptirler (Cracknell ve Hayes, 1991).

UA araçları (sensörler) ve platformları objelerin yaydıkları bu ışınlamaları kaydeder ve görüntülerler. Görüntülerin işlenmesi, teknolojik imkanlarla değiştirilme ve geliştirilebilme imkanlarına rağmen, esas olarak

objelerin yansıtma ve ısıtım özelliklerine bağlıdır. Bazı ortamlar için yansıtma değerleri Şekil 4.1.2.3’de verilmiştir (Turoğlu, 2000).



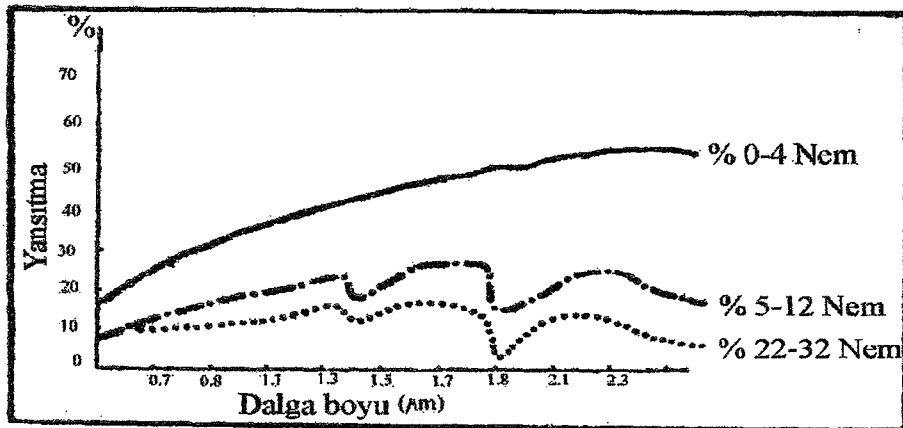
Şekil 4.1.2.3. UA yorumlamalarında su, toprak ve bitki örtüsü gibi farklı ortamlar için dalga boyuna bağlı tipik yansıtma eğrileri (Turoğlu, 2000)

Bitki örtüsünün verdiği yansıtma : Bitkilerdeki klorofil sarı ve mavi ışığı soğurur, yeşili yansıtır. Bu yüzden bitkilerden yansıtma, bünyelerindeki klorofil miktarı ile doğru orantılıdır. Klorofil miktarı azaldıkça veya bitkiler sararıp kurudukça renkleri sarı ve turuncuya doğru bir geçiş gösterirler, yani bitkinin fiziksel özelliği yansıtma belirleyici rol oynar. Yapraktan en iyi yansıtma 700 nm – 1400 nm dalga boyunda, yani yakın infrared bölgesinde alınır. 400 – 700 nm dalga boylu görünür bölgede ise yapraktan yansıtma minimumdur ve bu nedenle, örneğin su ve toprak yüzeylerinden kolayca ayırdedilir. Bu suretle bitkilerin dokuları ve yansıtma özellikleri ile de UA’da veri elde etmek mümkündür (Turoğlu, 2000).

Zeminden yansıtma özellikleri : Zeminin fiziksel ve kimyasal özellikleri nem oranına bağlı olarak değişir. Kuru ve organik malzeme açısından

fakir olan topraklarda yansımaya fazladır. Dolayısıyla, UA'da elde edilen veride açık bir renk hakim olur. Buna karşın nem oranının yüksek olduğu, organik maddelerin ve demir oksitlerin fazla olduğu toprak türlerinden alınan verilerde koyu renkler hakimdir. Demir oksit içeren yüzeyler kırmızı, turuncu ve kahverengi renklerinde yansımaya verirler (Drury, 1998).

Ayrıca toprağın dokusu da yansımaya etki eder. Toprağı oluşturan malzemelerin tane boyutlarının büyüdüğü oranda enerjideki dağılım fazla olacak, yansımaya oranı yükselecek ve algılama açık renkli olacaktır. Küçük taneli sıkışmış, pekişmiş doku özellikleri gösteren zeminlerde ise soğrulma daha fazladır. Örneğin, nem içermeyen çakıllı bir zemin aynı nem oranındaki kumlu zeminden daha fazla yansımaya yapacağından daha açık renk algılanır. Killi ve şiltli zeminlerde ise yansımaya diğer iki örnek zemindeki yansımadan çok daha az olacağından her iki zemine göre daha koyu bir renk olarak algılanırlar. Kayaçların mat ve parlak oluşları da yansımaya etki eden bir diğer faktördür. Mat ve yüzeyi pürüzlü kayaçlarda yansımaya az olacağından algılanan renk koyu, parlak ve yüzeyi pürüzsüz olan kayaçlarda yansımaya yüksek olacağından algılanan renk açık olacaktır. Nem oranına bağlı olarak yansıtma değerleri değişimi Şekil 4.1.2.4'de gösterilmiştir (Turoğlu, 2000).



Şekil 4.1.2.4. Nem oranına bağlı yansımaya grafiği (Turoğlu, 2000)

Su yüzeyinden yansıma ayna yüzeyinden yansımaya benzer. Ancak su yüzeyi her zaman düz değildir. Dalga büyüklüğü, su yüzeyinin şekli ve güneşten gelen elektromanyetik dalganın su yüzeyine gelme açısı yansımayı belirleyen şartlardır. Su yüzeyine gelen güneş ışınlarının bir kısmı geriye yansır, bir kısmı su içine nüfus eder. Su içine giren ışınlar su şartlarına göre dağılır ve yansır. Suyun içinde en fazla uzun dalga boylu ışınım yani kırmızı, turuncu, sarı ve mor renkler soğurulur. Mavi ve yeşil renklerinde olan kısa dalgaboylu ışınım daha derinlerde yayılabilirler. Sudaki asılı yük, organik atık, fitoplankton ve ergimiş madde özellikleri ve yoğunlukları da sudan yansımaya etki ederek renk belirleyici olarak rol oynar (Turoğlu, 2000).

Morfolojik özelliklere bağlı yansıma : Morfolojik yapıların güneş ışını ile etkileşimi (yansıma özellikleri), onun şekil özellikleri, litolojik özellikleri, doku ve nem özellikleri ile belirginleşir. Anakara yüzeyleri ile alüvyal depo sahaları veya birikinti koni ve yelpazeleri, deltalar ve plaj alanları, doku ve nem parametreleri ile görüntülerdeki renk farklılıklarına neden olurlar ve ayırtanırlar (Turoğlu, 2000).

İnsan yapısı olan yapay objelerin yansıtma özellikleri : Objenin doku, nem, şekil ve parlaklık özelliklerine bağlı olarak yansıtma özellikleri değişir. UA'daki görünür dalga boylu ışınım ile elde edilen verilerde gerçek renk ve şekil özellikleri ile tanımlama yapmak mümkündür (Turoğlu, 2000).

4.1.4. ALGILAYICILAR VE PLATFORMLAR

UA çalışmaları için gerekli veriler, elektromanyetik alanlar ve kuvvet alanları içerisinde oluşan, spektral (ışık dağılımına ait), mekansal ve zamana bağlı farklılıkların ölçülmesi şeklinde toplanır. Bu ölçümler o alan içerisinde çalışan algılayıcı sistemler tarafından yapılır. Platformlar, algılayıcı sistemlerin üzerlerinde bulunduğu taşıyıcı sistemlerdir (Sesören, 1999).

Algılayıcı sistemlerin değişik özelliklerine göre farklı sınıflamalar yapmak mümkündür. Bunlar genel olarak; enerji kaynaklarına göre, etkinlik gösterdikleri alanlara göre ve algılama sonucunda elde edilen verinin çeşidine ürünlerine göre olmak üzere üç farklı başlık altında toplanabilir (Sesören, 1999).

I. Enerji Kaynaklarına Göre Sınıflama

Bu grup aktif ve pasif sistemler olmak üzere ikiye ayrılır. Aktif sistemlerde, algılayıcıların kendi öz enerji kaynakları mevcuttur. Bu enerjiyi vericiyle gönderir ve alıcı ile alır. Radar, aktif algılama sistemine bir örnektir. Pasif sistemler ise cisimlerden doğal olarak yayılan ışıınımı ölçmeye yarayan bir alıcıdan ibarettir. Pasif sistemler için enerji kaynağı güneştir (Şeker, 1993).

II. Etkinlik Gösterdikleri Alanlara Göre Sınıflama

Çizelge 4.1.2.1. Etkinlik Gösterdikleri Alanlara Göre Algılayıcı Sistemler (Sesören, 1999)

Sistem	Ömek
Elektromanyetik Alan	Radyometreler, fotoğraf kameraları, çok spektrumlu tarayıcılar, radar ...
Güç Alanı	Manyetometre, gravimetre ...
Akustik Alan	Sonar, ultrasonik sistemler ...

III. Ürünlerine Göre Sınıflama

Görüntülü ve görüntüsüz sistemler olmak üzere iki çeşittir. Görüntülü sistemler için en temel algılayıcı insan gözüdür. Görüntüsüz sistemlerde ise elektromanyetik enerji sayısal olarak algılanır (Turoğlu, 2000).

Algılayıcı sistemler, gelişen teknoloji ile uyumlu olarak sürekli kapsam değiştiren ve yeni imkanlarla kullanıma sunulan değişik özellikteki malzemelerden ve çeşitli teknik donanımlardan oluşur. Teknik donanımların ve sistemlerin çeşitliliğine göre şu şekilde gruplamak mümkündür (Cracknell ve Hayes, 1991).

- Görünür ve yakın infrared bölgede algılama yapan sistemler
 1. Fotoğrafik sistemler (kameralar vb. ...)
 2. Elektro-optik sistemler (çok bantlı algılama sistemleri, vb. ...)
- Termal (ısısal) algılama sistemleri
- Mikrodalga görüntüleme sistemleri
- Sonik algılama sistemleri

UA'da kullanılan taşıyıcı sistemler olan platformlar bulundukları ortamlara göre uzay ve hava platformları olmak üzere iki çeşittir.

Uzay platformları insanlı uydular, otomatik uydular ve uzay istasyonları olmak üzere kendi içinde üçe ayrılır. UA'da kullanılan uzay platformları otomatik uydulardır ve yeryüzünün çok geniş alanlarını algılayabilme yeteneğine sahiptirler. Sabit yörüngeli ve kutupsal yörüngeli olmak üzere iki kısımda incelenebilir. Sabit yörüngeli uydular, dünya ile aynı periyotta döndükleri için sürekli olarak aynı noktayı görürler. Bu sebepten dolayı genellikle meteorolojik ve iletişim amaçlı kullanılırlar. Polar yörüngeli uydular ise belirli hızlarla sürekli olarak dünya etrafında dönerler ve ayrı noktalardan aldıkları verileri kaydederler ve/veya yeryüzündeki istasyonlara gönderirler. Görüntü amaçlı kullanılırlar ve bu nedenle sabit yörüngeli uydulara göre dünyaya daha yakındırlar (yeryüzünden yaklaşık 250-500 km yüksekliklerde) (Cracknell ve Hayes, 1991).

Hava platformları ile atmosfer içinde, değişik yüksekliklerde algılama yapılır. Uçak, helikopter ve balon gibi farklı hava araçları başlıca hava platformları olarak sayılabilirler. Uzaktan Algılama yaptıkları alan küçüktür ve atmosferik şartlardan etkilenirler (Turoğlu, 2000).

4.1.5. HAVA FOTOĞRAFI

Pasif bir algılama sistemi olan fotoğraf, en eski ve en basit Uzaktan Algılama yöntemlerinden biridir. Işık alan bir kutu, bir mercek, bir açma kapama sistemi ve elektromanyetik radyasyona karşı duyarlı bir emülsiyon tabakası ile kaplanmış bir film den oluşan sistem ile fotoğraf çekimi yapılır. Cisimden yansıyor gelen ışınım, mercek tarafından toplanarak, bir kutu içerisine yerleştirilmiş olan filmin üzerine, ters bir görüntü halinde düşürülür. Fotoğrafta en büyük rolü oynayan merceğin odak uzaklığı ve çapıdır. Bir diyafram sayesinde merceğe ulaşacak olan ışınım kontrol edilebilir. Filmin üzerine düşen ışınım miktarında pozlama zamanı da etkilidir ve şu şekilde hesaplanabilir:

$$E = s \cdot d^2 \cdot t / 4f^2$$

Burada E filmin üzerine düşen enerji; s gözlemlenen andaki radyant enerji; d mm cinsinden diyafram genişliği; t saniye cinsinden pozlama zamanı ve f mm cinsinden odak uzaklığıdır. Bir fotoğraf sisteminde merceğin yanı sıra kullanılan siyah-beyaz ya da renkli filmler ve filtreler de önemlidir (Drury, 1998 ve Sesören, 1999).

Siyah-beyaz Filmler: En çok kullanılan çeşitleri pankromatik ve infrared duyarlı olanlardır. Pankromatik filmler yıkandıktan sonra fotoğraflanan konunun gerçek gri renk seviyelerinin negatifini verirler. Pankromatik film ışığa karşı insan gözünden daha çok tepki gösterir. Filmin duyarlı olduğu dalga

boylarından mavi ucun sınırı kameranın merceği, kırmızı ucun sınırı ise filmin duyarlılığı tarafından belirlenir. Pankromatik film çoğunlukla 360 nm – 720 nm arasında bir spektral duyarlılığa sahiptir ve spektrumun yeşil bölgesine karşı diğer bölgelere göre daha az duyarlıdır. İnfrared filmin spektral duyarlılığı 360 nm – 925 nm arasındadır. Görünen dalga boylarının hepsini kesebilen bir filtre, infrared filmle birlikte kullanıldığında, yalnız objelerden yansıyan infrared ışık fotoğraflanmış olur ve hafif sisleri veya puslu havayı büyük ölçüde geçirebilir (Sesören, 1999).

Siyah-beyaz görüntüler fotoğrafik olarak uçaklardan çekilebildiği gibi uydulardan sayısal veri halinde de alınabilir. Özellikle jeolojik haritalamalarda, siyah-beyaz görüntüler üzerinde kayaçların, doğadaki renklerine çok yakın gri tonlarda belirmeleri, tanımlanmalarına yardımcıdır. Bu görüntüler üzerinde yeşil, canlı bitkiler koyu renkte görünürler. Fay ve kırklar boyunca, farklı nemden ötürü, genelde bitkilerin daha gelişmiş olması ve çevresine kıyasla daha koyu renkte görünmeleri, böyle yapısal şekillerin tanımlanmasına yardımcı olur (Sesören, 1999).

Nem, toprakların spektrumun görünür bölgesindeki yansımalarını denetler. Nem arttıkça, buna paralel olarak toprağın gelen enerjiyi soğurması da artar ve bu görüntü tonunun koyulaşmasına neden olur. Suyun, toprağın üstüne çıktığı durumlarda ise görüntü rengi daha da koyulaşır ve siyah renk alır. Killi, kumlu, siltli gibi ayrı yapıdaki toprakların değişik miktarda nem içermeleri değişik gri tonlarda belirmelerine ve dolayısıyla daha kolay haritalanmalarına olanak sağlar. Ayrıca, siyah-beyaz görüntüler şehir planlamalarında da başarıyla kullanılmaktadır (Sesören, 1999).

Hava fotoğrafları çeşitli kamera, film ve filtrelerle elde edilir. Bunların çeşitliliğine bağlı olarak hava fotoğraflarının özellikleri değişir ve yersel çözünürlük ve ölçek gibi parametreler bu özellikleri etkiler (Sabins, 1987).

Yersel çözünürlük: Hava fotoğraflarında, nesnelerin görülebilirliği olarak tanımlanabilir ve şu faktörlere bağlıdır:

- Merceğin ve filmin çözünürlük gücü,
- Platformun hareketi ve titreşimi,
- Atmosferik saçılma.

Algılayıcı sistemin çözünürlük gücü, yersel çözünürlüğe aşağıdaki formül kullanılarak dönüştürülebilir;

$$R_g = H / R_s f$$

Burada R_g , milimetre başına düşen çizgi yani yersel çözünürlük; H, kameranın yüksekliği; R_s , sistemin çözünürlük gücü ve f, merceğin odak uzaklığıdır (Sabins, 1987).

Fotoğrafın ölçeği: Hava fotoğrafının ölçeği $1 / (H/f)$ bağıntısı ile hesaplanabilir. Burada H, kameranın yüksekliğini ve f, merceğin odak uzaklığını göstermektedir. 3050 m yüksekliğinde, 152 mm odak uzaklığında merceğe sahip olan bir kamerayı örnek olarak alırsak çekilen fotoğraflar 1:20.000 ölçekli olacaktır. Bu fotoğrafta 1 cm, gerçek yersel ölçülerde 200 m gösteriyor demektir (Sabins, 1987).

Steryo çift hava fotoğrafları: Uçuş çizgisi boyunca, birbirinin üzerine tam olarak gelebilecek şekilde çekilen fotoğraflara steryo çift fotoğraflar, bunların steryoskop sayesinde gözlenebilen üç boyutlu görüntülerine de steryo model denir. Özellikle jeolojik haritalamada kullanılır ve jeolojik birimlerin tanımlanmasında büyük kolaylıklar sağlar (Sabins, 1987).

4.1.6. SAYISAL GÖRÜNTÜ İŞLEME

UA'da kullanılan veriler, çok çeşitli bilgiler içeren görüntülerdir. Görüntü işleme teknikleriyle UA verilerindeki bilgilerin ayırd edilmesi, çalışmanın amacına uygun olarak kullanılacak verilerin belirginleştirilmesi ve bunların analizi yapılır (Cracknell ve Hayes, 1991).

Görüntü Düzeltme: Bu işlemin amacı bozulmuş görüntü dosyasının düzeltilerek yer gerçeğini daha iyi ifade edecek biçime dönüştürmektir. Bu ise görüntü üzerinde yapılacak radyometrik ve geometrik düzeltmeleri içerir. UA verileri, yeryüzüne çeşitli şekillerde bozulmuş olarak ulaşır. Bu bozulmalar radyometrik ve geometrik kökenlidir. Düzeltme teknikleri, bu problemleri en aza indirerek analizciye daha uygun bir görüntü sağlamaya yöneliktir (Evsahibioğlu, 1993).

Radyometrik bozulmalar, atmosferik etkilerden ve güneşten gelen ışının algılayıcıya geliş yönünden kaynaklanır. Verilerin dağıtımından önce bu bozulmaların bir çoğu giderilmiş olarak kullanıma sunulur (Evsahibioğlu, 1993).

Geometrik bozulmalar ise platformun yüksekliği, hızı, yörüngesi ve algılayıcının özelliğinden kaynaklanır. Görüntülerin geometrik olarak düzeltilmeleri sonucunda bozulmalar giderilerek, görüntü koordinatları (X,Y) ve nesne uzay koordinatları (X,Y,Z) arasında analitik bir ilişki kurulur (Bayram (1998)'a göre Curran, 1986).

Görüntülerin çoğu kez bir harita bazında oluşturulmaları istenir. Bunun için de geometrik hata olsun, ya da olmasın görüntü, bir geometrik dönüşümden geçmelidir (İnce, 1993).

Eğer görüntü bir başka görüntü ile değil de, bir harita üzerinde yataylanacaksa, haritadan iki boyutlu kontrol noktaları ölçülür. Görüntülerde kullanılan kontrol noktaları yardımıyla parametreler hesaplanır ve geometrik dönüşüm gerçekleştirilir (Bayram, 1998).

Geometrik dönüşümde kullanılan kontrol noktalarında aranan temel özellik; kolayca belirlenebilmeleri ve yüksek konum doğruluğuna sahip olmalarıdır. Kontrol noktalarına ilişkin bu gereksinimlerin görüntüde ve referans sisteminde sağlanması gerekmektedir. Küçük objeler yüksek bir doğrulukla kontrol noktası olarak belirlenebilir fakat bu tür objelerin her iki sistemde eşlenmesi kimi zaman güç olabilir. Örneğin bir görüntünün bir harita ile karşılaştırılması durumunda, haritadaki bir noktanın görüntüdeki karşılığının bulunması görüntünün elverdiği çözünürlüğe bağlıdır. Büyük objeler daha kolay tanımlanabilir (Bayram, 1998).

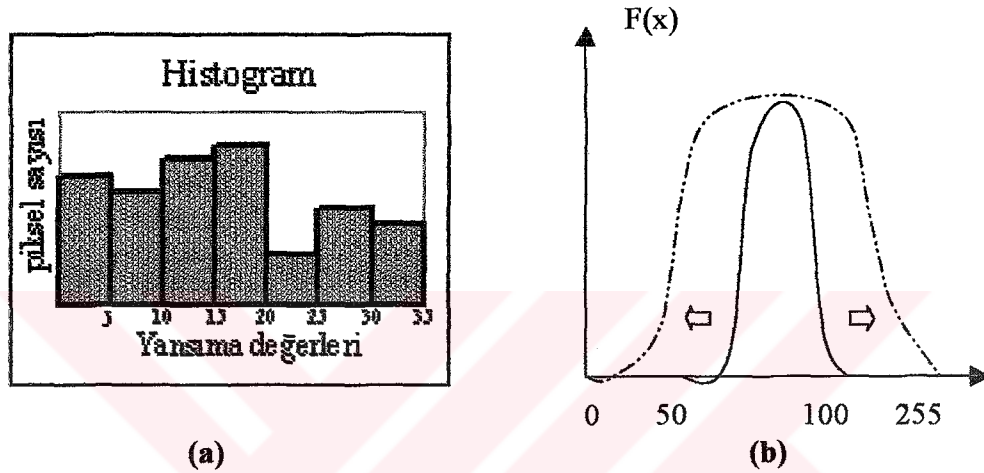
Kontrol noktaları belirlenirken objeler arasındaki kontrast farklılıkları önemli rol oynar. Kontrol noktaları geometrik dönüşümün duyarlılığını doğrudan belirler. Doğru kontrol noktası belirlemede önemli bir konu noktanın harita ve görüntüde eşlenik olması ve zamansal ve fiziksel farklılıkların göz önünde bulundurulmasıdır (Bayram, 1998).

Görüntü İyileştirme: Bu teknikler görsel yorumlamadan önce uygulanan tekniklerdir. Görüntü iyileştirmenin amacı, görüntü üzerinde yer alan yeryüzü objeleri arasındaki zıtlığı ayarlayarak görüntünün yorumlanabilme kabiliyetini çoğaltmaktır. İyileştirme işlemi, görüntünün kalitesini artırarak veriyi yorumlanır ve bilgiyi daha iyi ifade edebilir hale getirme işlemidir. Verinin yorumlanması bu aşamada gerçekleştirilmez (Bayram, 1998).

Görüntü iyileştirme çalışmaları, ham verinin amaca göre işlenmesi, analiz edilmesi, sorgulama ve modelleme çalışmaları için yapılması gereken işlemlerdir (Altan, 1997)

Bir görüntü işleme sisteminde, sistemdeki görüntü gösterme ortamı (ekran, fotoğraf v.b. ...) esas alınarak, piksel değerleri bu ortama sığacak biçimde yeni değerlere dönüştürülür. Sayısal görüntü işleme sistemlerinde kullanılan ekranlarda bu ortamın sınırı 0 ile 255 olduğu için bu değerler esas alınmaktadır (İnce, 1993).

Bir görüntüdeki parlaklık seviyelerinin sayıca dağılımını gösteren fonksiyon *histogramdır*. Her parlaklık seviyesine sahip kaç piksel bulunduğu, grafik ya da tablo olarak verilebilir. Histogram, görüntünün kontrastı ve dolayısıyla kalitesi hakkında bilgi verir (İnce, 1993).

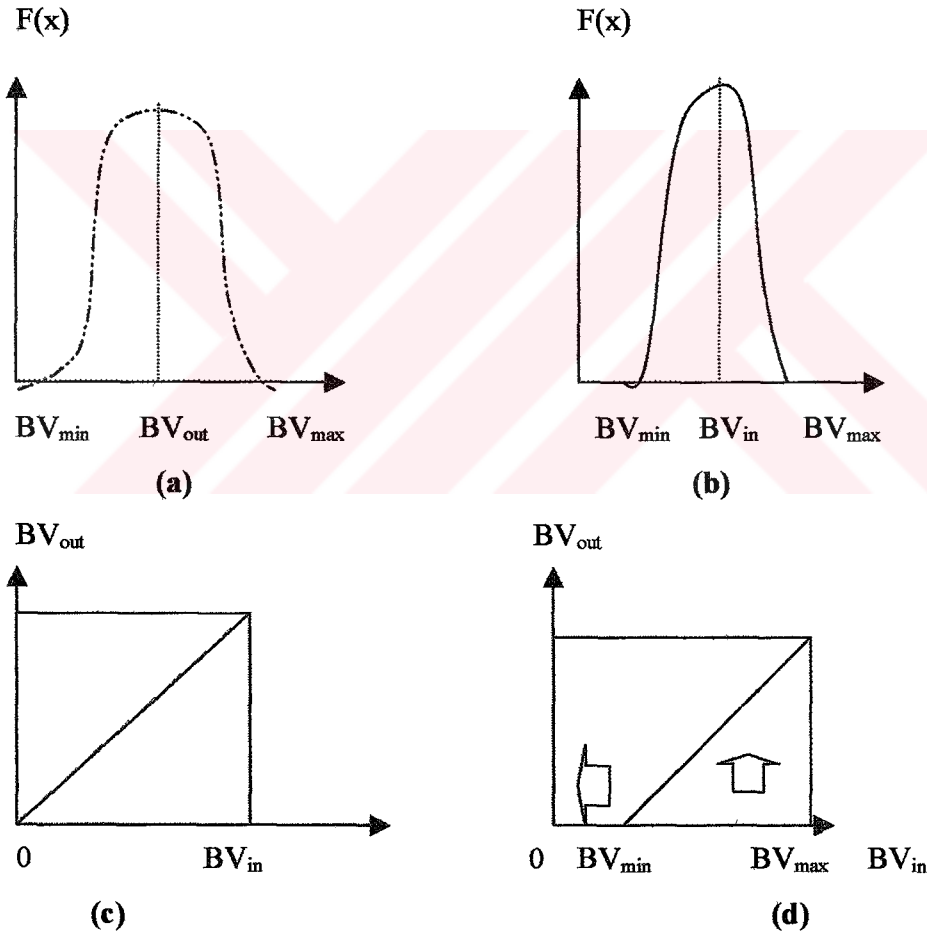


Şekil 4.1.5.1. a) Histogram; b) 0-255 arası yayma olayı

Şekil 4.1.5.1 (a)'da gösterildiği gibi histogramda gösterilen dikdörtgenler, yansıma değerlerine karşı piksel sayısı olarak çizilmektedir. Tüm yansıma değerlerinin sayısı düşey ekseninde gösterildikten sonra dikdörtgenlerin altında kalan alan % olarak tek tek hesaplanır, bir $F(x)$ (frekans) fonksiyonu elde edilir ve 0-255 yansıma değerlerine göre grafiği çizilir (Şekil 4.1.5.1 (b)). Dalga boyunun küçük olmasından dolayı atmosferdeki etkileşimler nedeniyle saçılmaya uğrayan mavi dalga boyunun gözlenen fonksiyonu, örneğin 50 değeri 0 noktasına ve 100 değeri 255 noktasına çekilerek, normal değerlerine indirgenir (Altan, 1997)

Bir görüntü üzerinde yeryüzü nesnelerinin birbirlerinden ayırt edilmesi zor olabilir. İşte bu anlamda *kontrast genişletme* işlemi mevcut piksel değerlerinin aralığını tüm değerler aralığına genişleterek objelerin tonları arasındaki farklılığın açılmasını sağlar (Evsahibioğlu, 1993).

Histogram üzerinde yeryüzüne ilişkin parlaklık değerlerinin 50 ile 100 arasında dağıldığı bir örnek ele alındığında, eğer bu parlaklık değerleri olduğu gibi görüntü üzerinde kullanılırsa, 0-49 ve 101-255 aralıklarındaki görüntü tonlarından yararlanılmamış ve tonal bilgi dar bir parlaklık aralığına sıkıştırılmış olur. Bu ise yorumlayıcının radyometrik ayrıntıyı ayırd etme kabiliyetini azaltmaktadır. Bu nedenle 50-100 arasındaki değerler 0-255 aralığına homojen bir şekilde yayılır. Bu yayılıma *doğrusal genişletme (linear stretch)* denir (Evsahibioğlu, 1993).



Şekil 4.1.5.2. (b) ve (d) Ham verinin frekans ve yansıma grafikleri; (a) ve (c) doğrusal genişletme uygulanan verinin frekans ve yansıma grafikleri (Altan, 1997)

Doğrusal genleştirme uygulanan görüntüde BV_{in} (küçük) yansıma değeri, BV_{out} (büyük) yansıma değerlerine yükseltilmiş olur (Şekil 4.1.5.2’de görüldüğü gibi).

Artık orjinal veri dosyasındaki bilgi, yorumlayıcı tarafından kolayca ayırd edilebilecek kadar farklılık kazanmış olur. Bu durumda açık tonlu alanlar daha açık, koyu tonlu alanlar daha koyu olarak gözlenir. Doğrusal genleştirmenin bir sakıncası frekansı düşük olan değerlerle yüksek olan değerlerin 0-255 aralığına eşit olarak dağılmasıdır. Bu genleştirme veriyi olduğu gibi göstermekten daha iyi olmakla birlikte verinin en etkin biçimi değildir. Bu yöntem alternatif bir metod ise *histogram dengelenmiş genleştirme (histogram-equalized stretch)* metodudur. Burada daha çok görüntülenen değerler, histogramın daha sık tekrarlanan bölümüne (frekansı yüksek bölüme) kaydırılır (Evsahibioğlu, 1993).

Sonuç olarak kontrast genleştirme ile elde edilen verilerin görüntülenmesi, yorumlayıcıya orjinal veride mevcut tüm radyometrik ayrıntıyı değerlendirme olanağı sağlamaktadır (Evsahibioğlu, 1993).

Ortaya çıkan görüntünün kalitesinin artırılması ve istenen bilgilerin belirginleştirilmesi amacıyla çeşitli filtreler uygulanabilir. Kullanıcı tarafından tanımlanan görüntünün, özellikle keskin görünen kısımlarının biraz daha yumuşatılmasını yani görsel frekansın azalmasını ve daha düz bir hale gelmesini sağlayan kıvrım medyan (convolve median) fonksiyonu buna örnek olarak gösterilebilir. Bu fonksiyon, en yakın piksellerin ortalaması alınarak tek bir piksel değerine dönüştürülmesi esasına dayanır. Böylece çevresindeki piksellere oranla daha parlak olanlar biraz koyulaşır, daha koyu olanlar ise biraz daha parlaklık kazanırlar ve görsel frekansın azalmış olur (Evsahibioğlu, 1993).

4.2. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ

4.2.1. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ TANIMI

Günümüzdeki yayınlarda yer alan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tanımlarına bakıldığında, CBS ile ilgili ne kadar farklı disiplin var ise, en az o kadar farklı sayıda tanımın var olduğu görülmektedir. Bu CBS'nin bütünsel bir teknoloji olmasının doğal bir sonucudur (Batuk, 1996).

Coğrafi nesnelere ait bilgileri elde etme, depolama, işleme, analiz etme ve sunma amacıyla donanım, yazılım ve kullanıcılardan oluşan sisteme (CBS) denilmektedir (Bayram (1998)'a göre Alkış (1994)).

Clarke (1997), CBS için; veritabanı, yersel bilgi ve bu ikisinin birlikte kullanımı özelliklerini dikkate alarak bilimsel yaklaşım, araç ve bilgi sistemi olmak üzere üç farklı tanımlama yapmıştır.

Bir araç olarak CBS: Belirli bir amaca yönelik olarak yersel verileri gösteren, depolayan, güncellenebilen ve üzerinde değişiklik yapılabilen etkili bir araçtır (Clarke, 1997).

Bilgi sistemi olarak CBS: Yersel eleman, olay ve hareketlerin nokta, çizgi ya da alan olarak tanımlandığı elemanlarla ilgili veri tabanını içeren bilgi sistemine CBS denir. CBS'de sorgulama, analiz ve güncelleme için bu nokta, çizgi ya da alan olarak tanımlanan veriler kullanılır. Eleman, haritada yer alan her çeşit nesneye denir. Nokta eleman sadece yer belirtir. Çizgi eleman yol, nehir gibi nesneleri gösterir. Alan eleman ise her türlü kapalı geometriyi tanımlar (Clarke, 1997).

Bilimsel yaklaşım açısından CBS: Kullanıldığı bilim dallarında diğer yöntemlere göre çok daha kolay, ucuz ve hızlı sonuç veren bir teknolojidir. Aynı zamanda bir çok farklı disiplinin ortak çalışmasına imkan verir (Clarke, 1997).

4.2.2. CBS'NİN TARİHÇESİ

CBS'nin aslı tek tip yersel verinin haritalanmasına, yani tematik katoğrafyaya dayanmaktadır. CBS'nin ortaya çıkmasından önce, pek çok planlamacı tarafından el teknikleriyle birden fazla katmanla haritalama yöntemi kullanılmaktaydı. Bu yöntemle analiz metodu ilk kez 1950 yılında Tyrwhitt tarafından tanımlanmıştır. 1960'larda bilgisayar ortamında coğrafik bilgilerin haritalanması ile ilk temel CBS kavramları gelişmiştir (Clarke, 1997).

Tam olarak CBS adından ilk kez R.F. Tomlinson tarafından 1972 yılında yapılan "Kanada'da bilgisayara dayalı konumsal bir bilgi sisteminin kurulması" konulu çalışmada sözedilmiştir. Bu çalışma bu gün kullanılan anlamda bilgi sistemlerinin ilk örneğidir (Altan ve ark., 1996)

1970 ve 1980'li yıllarda bilgisayar teknolojisinin gelişme göstermesi CBS metodolojisinin kavram ve yöntem olarak yerleşmesine ve yaygınlaşmasına uygun zemin hazırlamıştır. Bu gelişmeler, 1980'li yıllarda UA yöntemlerinin de CBS çalışmalarında kullanılmaya başlanmasıyla hız kazanmış ve farklı bilim dallarına hitap eden CBS programları geliştirilmiştir. 1990'lardan günümüze kadar, farklı kapasite ve yetenekte çok sayıda CBS yazılımı üretilmiş ve bir çok farklı bilim dalında kullanılır hale gelmiştir (Turoğlu, 2000).

4.2.3. CBS'NİN BİLEŞENLERİ

CBS, fonksiyonel, teknolojik ve yönetim olmak üzere üç farklı bileşenden oluşmaktadır. Fonksiyonel açıdan bakıldığında, Çizege 4.2.3.1'de gösterildiği gibi, veri toplanması, veri yapıları, veri giriş yöntemleri, analiz ve sonuç bileşenleri bulunmaktadır. Teknolojinin rolü ise bu fonksiyonların gerçekleştirilmesini sağlayan donanım ve yazılım araçları sunmaktan ibarettir. Yönetim, fonksiyonel ve teknolojik bileşenlerin yanısıra insan ve mali

kaynakların yönetimi ile bütünü oluşturmayı ve amaca ulaşmayı hedefler (Batuk, 1996)

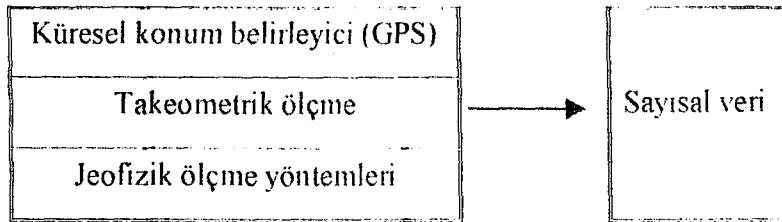
Çizelge 4.2.3.1. CBS'nin fonksiyonel bileşenleri (Turoğlu, 2000)

Veri Toplanması	Arazi çalışmaları UA yöntemleri Kopyalama ve çevrim yöntemleri İstatistik yöntemler Diğer metinsel veriler
Veri Yapıları	Vektör Raster Metinsel
Veri Giriş Yöntemleri	Sayısallaştırıcı Optik okuyucu Elle giriş Kopyalama
Analiz	Analitik yöntem Veri, bilgi sorgulama Amaca bağlı haritalama Mesafe, alan, eğim ve değişim hesapları Modelleme
Sonuç	Görüntü (2 veya 3 boyutlu) Sayısal Değer Yazılı döküman

Veri Toplanması: Yeryüzünde belli bir anlama sahip her varlık coğrafi veridir. Coğrafi varlıkların harita ve bunun gibi kaynaklarda gösterimine detay, bu kaynaklardan sayısallaştırılarak bilgisayar ortamına aktarılmış ifadesine nesne denir. Konum verileri, coğrafi verilerin bir referans sistemine göre yerini ve biçimini belirten koordinat değerleridir. Konum ve topolojik veriden bağımsız, doğrudan nesneye bağlı olan ve detayı tanıtıcı veriler ise öznitelik verileridir. Nesneler arasındaki ölçülebilir olmayan uzaysal (komşuluk, çakışıklık, bağlantı, v.b. ...) ilişkileri topolojik veriler belirler. Bu verilerin doğrudan toplanması yerine CBS ortamında konum verilerinin analizi ile türetilmesi daha uygun olduğundan, veri toplama işlemi konum ve öznitelik bilgileri için geçerlidir (Bank ve Taştan, 1993).

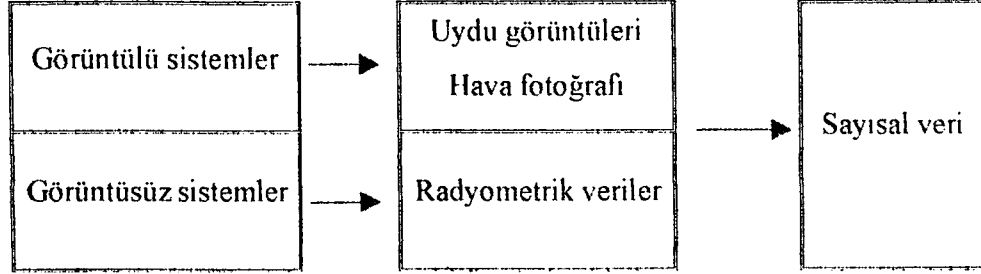
CBS çalışmalarına uygun formattaki verilerin arazi çalışmalarıyla elde edilmesi, geniş çalışma alanları için uygulaması zor ve pratik olmayan, küçük ve lokal çalışmalar için daha sağlıklı ve güvenilir bir yöntemdir. Bu yöntemle veri temininde kullanılan araçların teknik özellikleri değişkendir ve ihtiyaca bağlıdır (Çizelge 4.2.3.2) (Turoğlu, 2000).

Çizelge 4.2.3.2. Arazi çalışmalarıyla CBS formatında veri toplama yolları (Turoğlu, 2000)



CBS’de bilgi toplama yollarından biri de UA yöntemidir. Farklı dalga boyu ve frekanstaki elektromanyetik dalgaların yayılma ve yansımalarının çeşitli algılayıcılar tarafından kaydedilmesi ile veri elde edilir. Çizelge 4.2.3.3’de UA ile veri toplama yolları gösterilmiştir (Turoğlu, 2000).

Çizge 4.2.3.3. UA yöntemleri ile CBS formatında veri toplama yolları (Turoğlu, 2000)



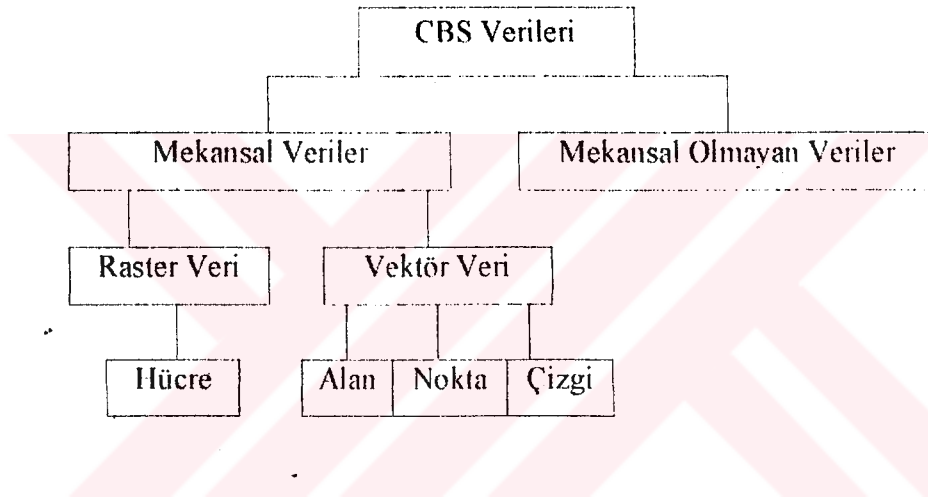
CBS'nin oluşturulmasında en güncel ve duyarlı veri kaynağı hava fotoğrafı ve uydu görüntüsüdür. Fakat uydu görüntülerinin ayırım güçleri hava fotoğrafına oranla daha düşüktür ve maliyeti çok daha yüksektir (Özbalımcı, 1996).

CBS bilgi formatına uygun verilerin kopyalanması veya farklı formattaki bilgilerin çevrimlerinin yapılması ve hazır bilgi olarak kullanılması da veri elde etme yollarındandır. Sayısallaştırıcı ve optik okuyucu vasıtası ile yapılan kopyalamalar, dökümana dayalı bilgilerin bilgisayara uygun formatta aktarılması anlamını taşır. Sayısallaştırıcı mevcut nokta, çizgi ve alan gibi mekansal unsurların vektör olarak sayısal tanımlamalarını yapan bir araçtır. Optik okuyucu ise kullanılması daha kolay, pratik olduğu ve veri zenginliği sağladığı için yaygın biçimde kullanılır, ayrıca raster veri yapısında sayısallaştırma yapar (Turoğlu, 2000).

İstatistiksel ve metinsel veri toplamada en büyük kaynak kamu kurum ve kuruluşları, yerel yönetimler, üniversiteler ve özel araştırma gruplarıdır. Bu veriler çalışmanın amacına uygun olarak çeşitli şekillerde CBS'de kullanılabilir (Turoğlu, 2000).

Veri Yapıları: CBS veri yapıları mekansal ve mekansal olmayan olmak üzere iki temel sınıfta toplanır (Çizelge 4.2.3.4). grafik veriler olarak da tanımlanan mekansal veriler yeryüzü ile ilgili özelliklerin görüntüye dayalı sayısal ifadeleridir ve analiz imkanı sağlarlar. Mekansal olmayan veriler ise nitelik bilgilerini içeren metinsel verilerdir (Turoğlu, 2000).

Çizelge 4.2.3.4. CBS veri yapıları (Turoğlu, 2000)

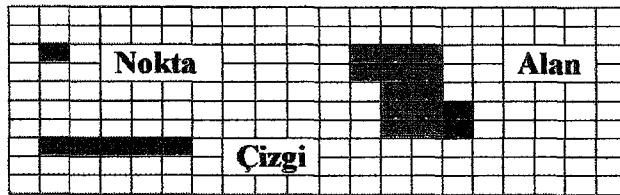


CBS’de harita oluşturmak için kullanılacak mekansal veriler paralel ve meridyen gibi coğrafik referanslara sahip olmalıdır. Bir nesne coğrafik olarak dünyanın şekline ve çalışma alanının konumuna göre iki ayrı sistemde tanımlanmalıdır. Kartografyada, büyük ölçekli haritalamada ve daha fazla ayrıntı içeren çalışmalarda elipsoid model kullanılır. Bu model, deniz seviyesi de dahil olmak üzere yeryüzündeki her noktanın değerlendirilmesine izin verir ve datum olarak adlandırılır. Dünyanın şekli elipsoid olarak kabul edildiğinde, bulunan bölgeye göre bir çok farklı elipsoid tanımlanabilir (European-1950 gibi). Elipsoid şeklin düz bir harita üzerine yerleştirilmesi için dönüşüm yapılmalıdır. Bu dönüşüme projeksiyon denir. Bir bölgenin coğrafik olarak tanımlanabilmesi için hem dünyanın şekli ile ilgili kullanılacak model hem de bu modele uygun

projeksiyon belirlenmelidir. Dünyanın dönme eksenine paralel (ekvatorial), 90° (transversal) ya da herhangi bir açıyla (oblique) olmak üzere üç farklı şekilde projeksiyon seçilebilir. Universal Transversal Mercator projeksiyon sisteminde dünya kuzey kutbundan güney kutbuna 6 derecelik eşit parçalara bölünmüştür ve 60 zon oluşturmuştur. Greenwich 0° kabul edilerek doğuya doğru artar (Clarke, 1997).

Harita ölçeği, harita üzerindeki uzunluğun gerçek yersel uzunluğu gösterdiği orandır. CBS’de kullanılan haritalar 1/1.000.000 ile 1/1.000 ölçeği arasındadır. Fakat CBS ölçeksizdir, çünkü her ölçekte hazırlanabilir ve istenen boyutta kullanılabilir (büyütülebilir ve küçültülebilir). CBS’de birden çok harita aynı anda kullanılabilir ve bunlar aynı ölçekte ve aynı sistemde hazırlanmalıdır (Clarke, 1997).

CBS’de kullanılan mekansal veriler temelde raster ve vektör olmak üzere iki çeşittir. Raster veri yapısında nesneler, her biri belli bir piksel değerine sahip iki boyutlu hücrelerle tanımlanır. CBS ortamında bir koordinat sistemine göre tanımlanmış haritadaki bir birim hücredir. Hücre büyüklüğü verinin çözünürlüğüne bağlıdır. Tek hücre, bir unsurun noktasal ve iki boyutlu konumunu ifade eder; birden fazla hücre topluluğu ise yeryüzüne ait çizgisel veya alansal bir özelliği temsil eder (Şekil 4.2.3.1) (Turoğlu, 2000).

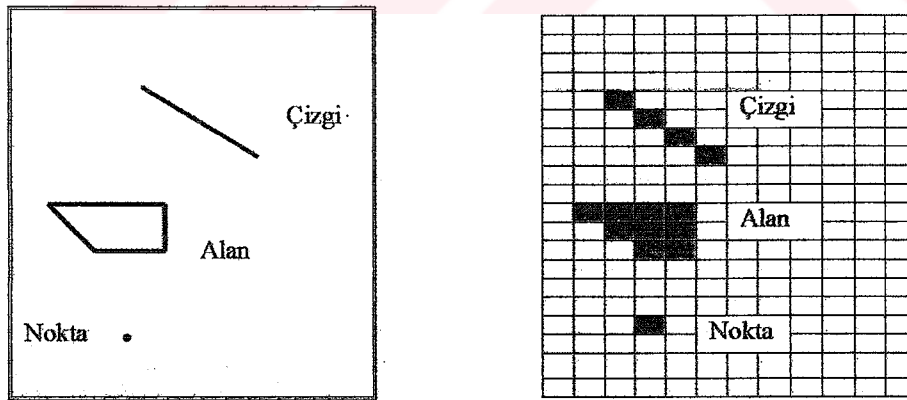


Şekil 4.2.3.1. Raster sisteminde hücre ile mekansal veri tanımlanması (Turoğlu, 2000)

Hücre yapısı optik okuyucuyla taranmış verinin ya da uzaktan algılama ile elde edilmiş olan verilerin doğal yapısıdır. Karışık piksel yapılarının

ayrımında avantajlıdır, ancak kullanılmayacak veriler de hücre yapısında ortaya çıkar. Optik tarayıcı ile sayısallaştırılmış bir haritayı örnek olarak alırsak kullanılacak nesneler dışındaki boşluklar da hücre olarak tanımlanır ve uygulamada problem yaratır. Nokta, çizgi ve alan tanımlamalarında da yeterli değildir. Bu sebeplerden dolayı çalışmanın amacına uygun olarak raster veri yerine vektör yapısı tercih edilebilir (Clarke, 1997).

Vektör veri yapısında koordinat bilgileri nokta ile saklanır. Nokta tek bir yersel koordinatı gösterir. Birden fazla nokta belli bir yönde yan yana gelerek çizgiyi oluşturur ve yine birden fazla çizginin birleştiği noktaya düğüm denir. Alan ise ikiden fazla çizginin kapalı bir bölge oluşturmasıyla ortaya çıkar. Nokta ya da çizgi poligon oluşturabilir. Vektör yapı ile nokta, çizgi ve alan tanımlamak hücre yapısına göre daha kolaydır ve topoloji ile ilgili bilgiler bu yapıda saklanabilirler. Başka bir deyişle nokta, çizgi ve alanlar birbirleriyle ilişkilendirilebilirler. Bu avantajlarından dolayı CBS’de vektör yapı kullanılır. Şekil 4.2.3.2’de nokta, çizgi ve alan olarak vektör yapısı ile raster yapı karşılaştırılmıştır (Clarke, 1997).



a) Vektör yapısı

(b) Raster yapısı

Şekil 4.2.3.2. Vektör ve raster veri yapılarının karşılaştırılması

Mekansal veriler yeryüzündeki bir bölgeye ait unsurların sayısal ifadeleri, mekansal olmayan veriler ise bu sayısal ifadeleri tanımlayan, açıklayan ve nitelikleri ile ilgili bilgileri içeren metinsel verilerdir. Belli bir konuya, mekana veya nesneye ait sayısal ve/veya metinsel olarak CBS veri formatında bilgi depolama sistemi veri tabanıdır. Geniş bir bilgi içeriğini bir modele bağlı olarak arşivleme ve kullanıma sunma imkanı verir. Bir veri tabanının en önemli özellikleri geliştirilebilir, güncellenebilir, farklı amaçlarla kullanılabilir ve aynı anda bir çok kullanıcı tarafından faydalanılabilir olmasıdır (Turoğlu, 2000).

Değişik amaçlara yönelik CBS uygulamalarında grafik ve metinsel bilgilerin birbirleriyle tutarlı olması büyük önem taşır. Bu özellik grafik bilgilerle metinsel bilgilerin aynı veri tabanında tutulmasıyla sağlanabilir. Böylece, oluşturulan bir uygulama grafik ve sözel bilgileri aynı anda işleyebilir ve ikisi arasındaki tutarlılığı garanti edebilir. Ayrıca bu bilgilere aynı program ulaştığı için uygulama geliştirmek de kolaylaşır (Akın, 1996).

Veri tabanını oluşturan öznitelik bilgileri belli bir sınıflandırma ile çalışmanın amacına uygun olacak şekilde detay içermelidir. Birbiriyle ilgili sınıflar tek başlık altında toplanarak alt sınıflar oluşturulabilir. Örnek olarak, bir kent bilgi sistemi yaratılacaksa Çizelge 4.2.3.5’de verilen sınıflandırma uygun olabilir (Anderson, 1976).

Çizelge 4.2.3.5. Veri tabanına ait bilgilerin sınıflandırılması

Fiziki Özellikler	İnsan ile ilgili özellikler
Bitki örtüsü - iğne yapraklılar - çalı formasyonları ...	Konut alanları - 3 kata kadar olan binalar - 4 kat ve üstü binalar ...
Jeoloji - tektonik - litoloji ...	Resmi kurum - sağlık - yerel yönetim ...

Analiz: CBS’de analiz, mekanın belli amaçlar doğrultusunda farklı metodlarla değerlendirilmesidir. Analiz çalışması ile mekana ait doğal veya doğal olmayan özelliklerin tasnifi, miktarların belirlenmesi, tanımlama ve dağılımları haritalanabilir ve tablolananabilir (Birkin, 1996).

Mekansal verilerin değerlendirilmesi, karşılaştırılması ve (arazi gözlemleri ile) geliştirilmesiyle yeni bilgilere ulaşmak mekansal analiz ile mümkündür (Clarke, 1997).

CBS’de sınıflama, ölçme, sorgulama ve çıkartma mekansal analizin temel işlevlerindendir. Noktasal, çizgisel ve alansal özellikteki doğal veya insana ait unsurların ve özelliklerin lokasyon, açı, uzunluk, yükseklik, büyüklük ve sıklık gibi parametrelerin sayısal ifadeleri ölçme başlığında incelenir. Ölçme çalışmalarıyla mekansal özelliklere ait metinsel veriler toplanır (Birkin, 1996).

Sorgulama işleminin yapılması, CBS uygulamalarının çok önemli bir bölümüdür. Mevcut veriler kullanılarak yapılan sorgulama ile CBS analizi sonucu yeni verilere ulaşılır. Ne, nerede, ne zaman, ne kadar, nasıl gibi sorular ile elde edilen CBS verileri analiz için yönlendirici ve belirleyicidir. Sorgulama ile veri kalabalığı yerine seçilmiş veriye sahip olma, işe yarar veri zenginliğine ulaşma ve sayısal veriler ile matematiksel yorumlar yapabilme imkanlarına ulaşılır. Ayrıca çalışmanın amacına yönelik ihtiyaç duyulan sayısal veya metinsel verilerin sadeleştirilerek depolanması açısından avantaj sağlar (Turoğlu, 2000).

Gereksiz ve kullanışsız veri kalabalığından kurtulmak için sorgulama ile elde edilen veriler çalışmanın amacına uygun olarak yeniden sınıflandırılırlar. Yeniden sınıflama belli konulardaki dağılımları içerir (Turoğlu, 2000).

Değişik içerikli verilerin tek bir haritada toplanması oldukça zordur. Bütün verilerin birden çok haritanın bir bileşkesi olarak ortaya çıkması ise, işi daha da karmaşık konuma itmektedir. CBS ile bu veriler ayrı katmanlarda kısa sürede hazırlanabilmekte ve kolayca karşılaştırılabilmektedir. Bir çok verinin birlikte kullanıldığı dolayısıyla analiz ve modelleme formüllerinin yoğun olduğu

çalışmalarda CBS'nin kullanılması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır (Ayday, 1996).

Çizelge 4.2.3.6. Yer seçimi çalışmalarında çakıştırma işlemi rneklemesi (Turoğlu, 2000).

A	Yerleşim yeri için aranılan zellikler	-Doğal afet riski - Doğal kaynak kayıpları - Ulaşım kolaylığı - Yaşamsal imkanlar		
B	Doğal ortama ait zellikler	- Jeomorfolojik uygunluk - Jeolojik uygunluk - Ulaşım ağı - Toprak zellikleri		
C	akıştırma verileri			Jeomorfoloji haritası
				Jeoloji haritası
				Ulaşım ağı haritası
				Toprak haritası
D	Uygun yerleşim yeri	çakışan veri zellikleri		

Çakıştırma işlemi ile belli bir mekana ait özelliklerin, sınıflama yapılmak sureti ile üretilen farklı konularda ve aynı ölçekteki haritaların üst üste konularak değerlendirilir. Çakırtmada kullanılacak görüntüler çalışma amacına ulaşmak için kullanılacak farklı konulara ait veriler olmalıdır ve bu farklı veriler birbirleriyle ilişkilendirilerek analiz gerçekleştirilmelidir. Bu işlemde her bir veri bir katman olarak değerlendirilir. Yerleşim yeri seçimi ile ilgili bir uygulama örnek olarak ele alındığında çakıştırma işleminde Çizelge 4.2.3.6'da gösterilen adımlar izlenebilir (Turoğlu, 2000).

4.2.4. CBS'NİN UYGULAMA ALANLARI VE ÖNEMİ

CBS coğrafi verilerin söz konusu olduğu her alanda uygulanabilir bir yapı sunmaktadır. Coğrafi verilerin tanımı ne kadar geniş olabilirse, CBS uygulama alanları da o denli uzun bir liste oluşturabilir. Ayrıca ne kadar CBS kullanıcısı varsa o kadar değişik kullanımı vardır demek mümkündür. CBS'nin uygulama alanları 9 başlıkta toplanabilir (Batuk ve ark., 1996).

1. Tesis ve demirbaş envanteri: Kaynakların en uygun şekilde kullanılması amacıyla yeryüzünde bulunan nesnelerin konumlanması, sayımı ve dağılım analizi (ormana ilişkin coğrafi veriler, kadastral parseller, altyapı ağı, ...).
2. Coğrafi veri toplama ve üretimi: Elektronik kontrol, mühendislik ve arazi ölçmeleri, sayısal harita üretimi, fiziksel ve kültürel olguların uzaktan algılanmasıyla elde edilen coğrafi verilerin toplanması ve veri tabanının kurulması.
3. Harita ve plan basımı: Baskı kalitesinde harita üretimi (topografik, deniz veya tematik haritaların ve benzeri katografik ürünlerin tek başına basımı, vb. ...).

4. Kaynak tahsisi: Doğal ve insan yapısı kaynakların politik, ekonomik veya sosyal kriterlere göre tahsisi için konum, kalite, sayı ve hareketlerinin analizi (hedef pazarlama, satış bölge planlaması, hizmet ağı dağıtımı, öğrenci yerleştirme, vb. ...)
5. Rota ve akış optimizasyonu: İnsanların, malların ve hizmetlerin akışının optimizasyonu (hizmet ağları kapasite yönetimi, okul servis güzergahlarının yönetimi, dağıtım ve toplama araçlarının güzergah ve zamanlama yönetimi gibi uygulamalar).
6. Rota seçimi ve navigasyon: Saptanmış kriterlere göre bir ağ içinde en uygun güzergahı seçimi (acil hizmet araçlarının göreve gönderilmesi, tehlikeli madde taşıyan araçların güzergahlarının belirlenmesi, vb. ...).
7. Tesis konum planlanması: Tesisler için en uygun yerlerin saptanması (itfaiye ve polis karakollarının, fabrikaların, alışveriş merkezlerinin ve atık depolama yerlerinin seçimi, vb. ...).
8. Yeraltı ve yerüstü değerlendirmeler: Doğal kaynakların tesbiti, korunması ve en avantajlı kullanımı için analizi (topografik, jeolojik ve meteorolojik modellemeler, vb. ...).
9. İzleme ve gözleme: Tamamlayıcı ve düzeltici tedbirler geliştirmek üzere üzerinde çalışılan süreci anlamak için tekrarlı olayları kaydetmek ve analiz etmek (seçim, suç, trafik kazaları, çevre analizi, vb. ...) (Batuk ve ark., 1996).

Coğrafi verilerle uğraşan kuruluşların ilgi alanlarında daha hızlı ve daha doğru bilgi edinmeleri ve buna bağlı olarak daha akılcı karar vermeleri ancak CBS ile mümkün olmaktadır. Bölgesel ya da global ölçekte hizmet veren coğrafi veri tabanlarından yararlanmak, gereksiz veri tekrarı ve bürokratik işlemlerden sıyrılarak daha ucuz veri elde etme olanağı sağlamaktadır (Alkış, 1996).

CBS uygulama alanında faaliyet gösteren meslek grupları incelenecek olursa, bu alanda, genellikle yeryüzüne ait veri takibi ve harita çalışmalarının daha fazla yapıldığı mühendislik ve bilim dallarının yoğunlaştığı görülmektedir (Çizelge 4.2.4.1) (Kasapoğlu ve ark., 1997).

Çizelge 4.2.4.1. CBS kullanımı ve geliştirilmesinde görev alan meslek gruplarının dağılımı

CBS ortamında görev yeri		CBS ortamında meslek gruplarının dağılımları
Geliştirme	Donanım	Elektrik-elektronik, bilgisayar, fizik, makina ve benzeri mühendislik elemanları ve teknik ekipler.
	Yazılım	Bilgisayar, matematik, istatistik gibi bilim dallarında elemanlar ve teknik ekipler
Uygulama		Jeoloji, hidroloji, hidrojeoloji, çevre, ziraat, coğrafya, inşaat, maden, deprem, meteoroloji, deniz ve okyanus bilimleri, jeofizik, kartografi, şehir planlamacılığı, arkeoloji, istatistik, fizik, anket tabanlı çalışma yapan tıp ve sosyal bilim dalları.

CBS ve UA tekniklerinin araştırmacılara sağladığı avantajları şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Özellikle UA yöntemleri, değişik özellikteki çeşitli uydulara ait görüntüler ile jeolojiden meteorolojik amaçlı çalışmalara, şehir planlamacılığından baraj inşaatı gibi büyük proje çalışmalarına kadar sayısız konuda bölgesel ve global bazda çalışılabilmesi,

- Arazi çalışmalarından önce ve sonra yapılan laboratuvar çalışmalarıyla araştırma konusunun, çalışma alanını da kapsayan bir bütün içerisinde görülebilmesi ve değerlendirilebilmesi,
- Bu çalışmalarla arazi çalışmalarındaki gözlemlerin daha iyi kavranması, araştırma süresinin kısaltılması, dolayısıyla araştırmalarda ekonomik kazanç, hız ve zamandan tasarruf,
- Aynı görüntü ve verilerden farklı zamanlarda değişik araştırmacılar tarafından faydalanılabilmesi olanağı,
- Özellikle CBS ortamında veri ve değerlendirme sonuçlarının arşivlenebilmesi, gerektiğinde tekrar kullanılabilmesi kolaylığı,
- Zamana bağlı olarak veri değerlendirme işlemleri gerektiren (hidrojeoloji, meteoroloji, ziraat, çevre mühendislikleri gibi ...) bilim dallarının çalışmalarında kümülatif veri değerlendirme kolaylığı,
- Verilerin, modellerin ve değerlendirmelerin güncellenebilme kolaylığı,
- Kalabalık veriler üzerinde kompleks işlem ve değerlendirme yapabilme kolaylığı,
- Aynı özellikleri taşıyan konumsal ilişkili veri topluluklarının bütünleştirilme kolaylıkları,
- Veri dosyalarının yapısal (vektör ve raster) ya da kullanılan yazılım (ARCINFO, ERDAS, ...) gibi farklılıklar bazında sahip oldukları formattan bir diğer formata dönüştürülebilme kolaylığı,
- Arzu edilen bir koordinat sisteminde çalışabilme ve koordinat dönüşümlerinin gerçekleştirilmesindeki kolaylıklar,
- Çalışmalar sırasındaki veri ve değerlendirme sonuçlarının sorgulanıp görüntülenerek işlem ve sonuçlara yönelik alınacak kararlarda kolaylıklar,

- Tüm bir çalışma boyunca verilerin işlenmesi, değerlendirilmesi ve sentezlenmesinde kolaylık, hız, zaman ve ekonomik kazanç (Kasapoğlu ve ark., 1997).



4.3. DETERMİNİSTİK YÖNTEMLE SİSMİK TEHLİKE ANALİZİ

4.3.1. ÇANAKKALE'NİN DEPREMSELLİĞİ

Türkiye'nin coğrafi konum açısından deprem riski çok yüksek bir ülke olması nedeni ile, gerekli Deprem Bölgeleri Haritası ilk kez 1945 yılında hazırlanmıştır. Bu konuda ilk olan harita, 1996 yılına kadar birkaç kez değişikliğe uğramıştır. En son 1996 yılında oluşturulan, "Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası" olarak adlandırılan haritanın uluslararası alandaki gelişmelere paralel olarak, istatistik yöntemler esas alınarak hazırlandığı belirtilmektedir (Ayday ve ark. (2001)'na göre Gülkan ve ark., 1993).

Bu harita, çeşitli değişkenler dikkate alınarak hazırlanmıştır. Bu değişkenlerden bazıları, depremin şiddeti, depremin büyüklüğü, deprem sonucu oluşan hasarın büyüklüğü, vb.'dir (Ayday ve ark., 2001).

Şu anda kullanılmakta olan 1/800.000 ölçekli Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasının hazırlanması sırasında;

1. Deprem kaynak zonlarının sınırları,
2. Kaynak zonlarında geçmiş yıllara ait deprem büyüklüklerinin istatistiksel sonuçları,
3. Kaynak zonlarının oluşturacağı deprem büyüklükleriyle ilgili ve zemini etkileyen değişkenlerin azalım ilişkilerinin belirlenmesi,
4. Çalışılan bölge için olasılık fonksiyonunun belirlenmesi,

amacıyla çalışmalar yapılmış, veriler toplanmış ve bulgular değerlendirilmiştir. Bu harita, Türkiye'de gelecek 50 yıl içinde %90 olasılıkla aşılamayacak yer ivmesi değerlerini göstermektedir. Şekil 4.3.1'de gösterilmiş olan bu haritada Türkiye depremsellik açısından 5 zona ayrılmıştır (Ayday ve ark., 2001).

Depremsellik açısından en tehlikeli bölgeler, yer ivmesinin 0.4 g ($g=981 \text{ cm/s}^2$) ve daha büyük olacağı bölgeler olup, haritada I. bölge olarak

işaretlenmiş koyu gri renkli bölgelerdir. Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı, Deprem Mühendisliği Şube Müdürlüğü'nün çalışmalarına göre Çanakkale I. derece deprem kuşağına dahil edilmiştir. Çanakkale il sınırları içerisinde bulunan faylar Şekil 4.3.2'de gösterilmiştir (Acartürk, 2000).

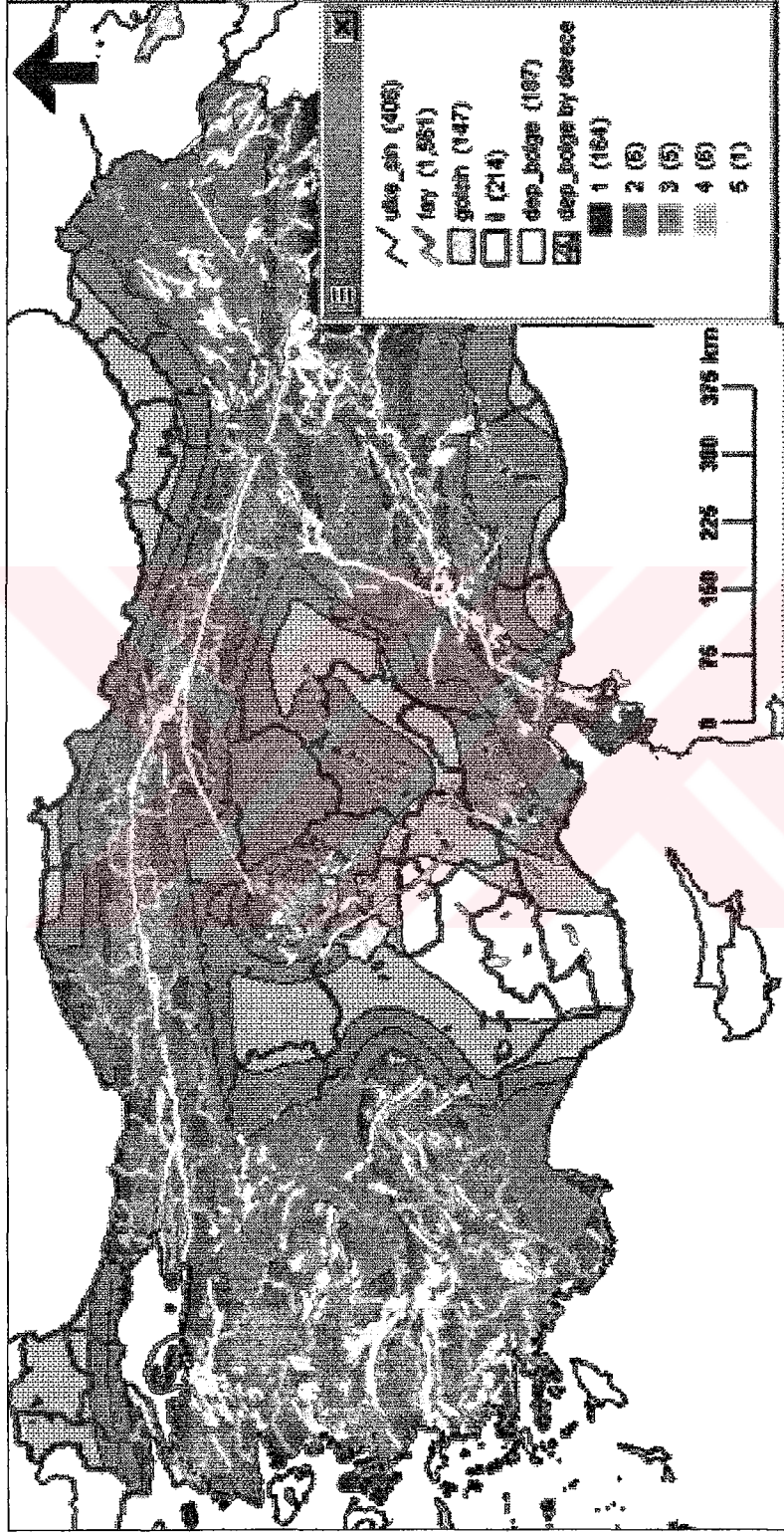
Yer ivmesinin 0.3-0.4 g arasında olmasının beklendiği bölgeler II. bölge olarak temsil edilmiştir. Sırasıyla yer ivmesinin 0.2-0.3 g arasında olduğu bölgeler III. bölge; 0.1-0.2 g IV. bölge; 0.1 g ve daha küçük yer ivmesinin beklendiği bölgeler ise, V. bölge olarak tanımlanmıştır (Ayday ve ark. (2001)'na göre Özmen ve ark., 1997).

Türkiye'de büyük yerleşim yerlerinin (illerin) % 43'ünün I. derece deprem bölgesinde, % 28'inin II. derece deprem bölgesinde olduğu ve ayrıca nüfus yoğunluğu açısından kalabalık, stratejik tesislerin ve sanayi tesislerinin büyük kısmının I. ve II. derecede tehlikeli görülen deprem bölgesinde bulunduğu harita incelendiğinde açıkça görülebilmektedir (Ayday ve ark., 2001).

Bir yerin sismik riski, o yerin sismik tehlike veya depremselliği ile, yine o yerin zemin ve mühendislik jeolojisi durumunun birlikte yorumlanması sonucu elde edilir (Ayday ve ark., 2001).

Bir bölgenin depremselliği hesaplanırken, depreme neden olacak fayın boyu, cinsi, niteliği, doğrultusu gibi, incelenen bölgenin faya olan uzaklığı ve inceleme sahasındaki zemin özellikleri birlikte ele alınarak değerlendirilmelidir. Zayıf zemin, alüvyon gibi tutturulmamış veya gevşek tutturulmuş birimlerin kalınlığı (20 m veya daha kalın), litolojik yapısı, yer altı suyunun yüzeye yakınlığı gibi özellikler göz önünde bulundurularak tanımlanır. Bu özellikler büyük depremlerde şiddet artırıcı faktörlerdir (Acartürk, 2000).

Bu çalışmada, yukarıda bahsi geçen faktörler dikkate alınarak Çanakkale yerleşim merkezinin sismik riskinin saptanması için gerekli olduğu bilinen sismik tehlike analizi yapılmaya çalışılmıştır.



Şekil 4.3.1. Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası (Ayday ve ark. (2001)'na göre Bayındırlık ve İskan Bkn., Deprem Araş. Dairesi, 1996; MTA, 1992)



Şekil 4.3.2. Çanakkale il sınırları içinde bulunan diri faylar

4.3.2. SİSMİK TEHLİKE ANALİZİ

Yerküre üzerinde önemli bir deprem kuşağında yer alan Türkiye’de depremler sonucu ortaya çıkabilecek can ve mal kaybının asgariye indirilebilmesi için yer seçiminde deprem tehlike (sıvılaşma, zemin amplifikasyonu gibi) analizinin titizlikle yapılması gerekmektedir. Bunun için de, zeminin maruz kalacağı deprem yükünü önceden belirlemek gerekmektedir (Kayabalı, 1995).

Sismik tehlike analizinin amacı zemin ve mühendislik yapısının gelecekte maruz kalacağı depremsel yükleme şartlarının hesaplanmasında gerekli olan depremsel yer hareketi ile ilgili parametrelerin (ivme, hız vb.) hesaplanmasıdır (Kayabalı, 1995).

Deprem konusunda yapılacak çalışmaların başında, o yerin depremselliğinin ortaya çıkartılması gelmektedir. Depremsellik, deprem ile ilgili değişkenler kullanılarak, o yerin depremden etkilenme olasılığının belirlenmesiyle ortaya konulabilmektedir. Bu nedenle, yapıların olası bir depremden etkilenme derecesi önceden tahmin edilebilmektedir. Belirlenen değişkenler yapı tasarımında kullanılarak, zeminin depreme karşı göstereceği davranışa göre önceden önlemler alınabilir. Yapıların, depreme belli oranda da olsa, dayanıklı olması sağlanmış olur (Ayday ve ark., 2001).

Yücemen (1982), bir bölgedeki sismik tehlikeyi, zemin hareketi veya deprem büyüklüğüne ilişkin bir değişkenin, öngörülen süre içinde belirli bir düzeyi aşma olasılığı olarak tanımlamıştır. İstatistiksel çalışmalar sonucunda zemin hareketi aşılma olasılığı, ya da deprem büyüklüğü aşılma olasılığı ilişkisini veren çizelgeler kullanılarak, bir yıllık süre içinde belirli bir zemin hareketi değişken değerinin, ya da deprem büyüklüğünün aşılma olasılığını bulmak ve grafik üzerinde göstermek mümkün olmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda, elde edilen eğrilerden istenilen yıl aralığında bu değişkenin aşılma olasılığını bulmak mümkündür (Ayday ve ark., 2001).

Belirli bir yerin depremselliğinin araştırılmasında kullanılan sismik tehlike analizinin yapılması için yararlanılabilecek *deterministik yöntem* ve *olasılık yöntemi* olmak üzere iki farklı yöntem vardır. Bu çalışmada “Deterministik Yöntem (Reiter, 1990)” kullanılmıştır. Bu yöntemde, olasılık yöntemine oranla istatistiksel hesaplamalar daha az yer almaktadır. Uygulaması kolay ve değerlendirmenin kısa sürede yapılması bakımından daha fazla tercih edilen bir yöntemdir (Ayday ve ark., 2001).

Belirli bir yerin depremselliğinin araştırılmasında kullanılan bu sismik tehlike analizi yönteminde, öncelikle o yeri etkileyeceği düşünülen deprem kaynakları saptanmaktadır (Ayday ve ark., 2001).

Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası ve Diri Fay Haritası'nda (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Deprem Araştırma Dairesi, 1996; MTA, 1992) görüldüğü gibi, Karlıova-Saros Körfezi arasında yer alan ve 1200 km uzunlukta olan Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAF), Akyazı doğusundan itibaren iki kola, Marmara Bölgesinde ise birkaç kola ayrılarak Ege Denizine ulaşır (Acartürk, 2000).

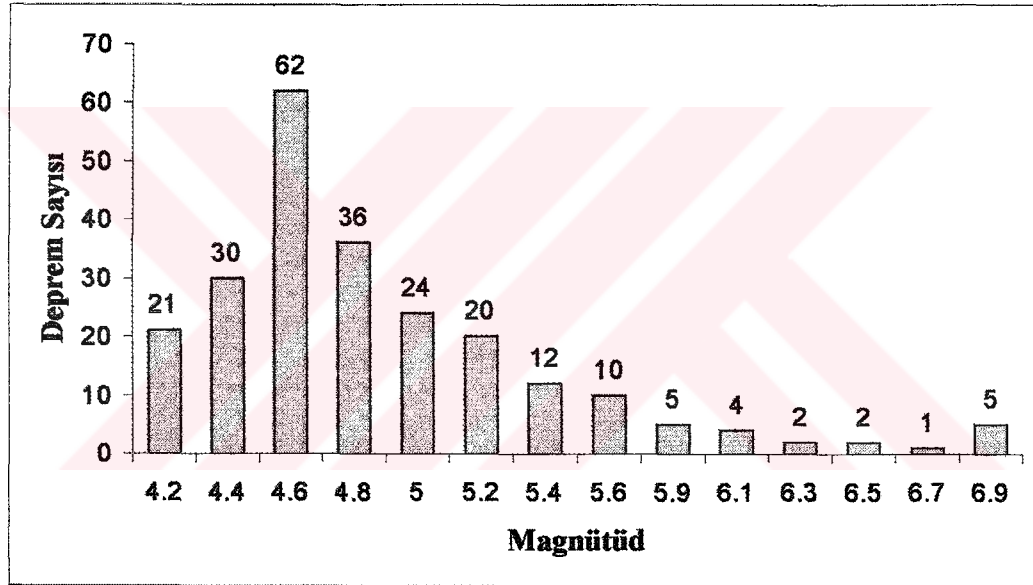
Karadeniz kıyısına az-çok paralel olarak, Anadolu'yu batı-doğu doğrultusunda boydan boya kesen Kuzey Anadolu Fay Zonunun doğrultu atımlı sağ yönlü bir fay zonu olduğu, ilk kez 27 Aralık 1939 büyük Erzincan depreminden (magnütüd, $M=8$) ve onu izleyen 1942, 1943 ve 1944 depremlerinden sonra anlaşılmıştır (Ketin, 1976).

Çanakkale il sınırları içerisinde yer alan bölge, Ketin ve Roesli, 1953; Mc Kenzie, 1972; Bingöl, 1976; Ergül ve diğ., 1980; Herece, 1985; Şentürk ve Karaköse, 1987 tarafından işlenmiştir (Acartürk, 2000).

Tüm bu incelemelere ve son çalışmalara göre hazırlanan Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası ve Diri Fay Haritası'nda görüldüğü üzere, Çanakkale il sınırları içerisinde Saros-Gaziköy fayı, Etili fayı, Çan-Biga fay zonu, Sarıköy fayı ve Yenice-Gönen fayı yer almaktadır. Söz konusu fayların diriliği tarihi depremler ve aletsel verilerle kanıtlanmıştır (Acartürk, 2000).

Çizelge 4.3.1. Çanakkale için deprem sayısı (Acartürk, 2000)

İNCELEME ALANI	ÇANAKKALE
İNCELEME ZAMAN ARALIĞI	1881-1986
DEPREM SAYISI (N 9)	241



Şekil 4.3.3. Çanakkale için deprem büyüklükleri ve 1881-1986 arası olan depremlerin sayısı (Acartürk, 2000)

SAROS-GAZİKÖY FAYI: Kuzeydoğu-güneybatı gidişli olup yaklaşık 50 km uzunluktadır. Sağ yanal doğrultu atımlı olan Saros-Gaziköy fayı, 9.8.1912 tarihinde 7.3 büyüklüğünde Şarköy depremine neden olmuştur. Fay parçası (segment) boyu ile olası büyük depremlerde oluşacak olan depremin büyüklüğü arasındaki bağıntıdan hareketle, Aktimur ve ark.(1993)'a göre bu

fayda gelecekte 7.0-7.4 büyüklüğünde deprem beklenmelidir (Bettemir, 2000; Acartürk, 2000).

ETİLİ FAYI: Kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu olup yaklaşık 40 km uzunluktadır. Sağ yanal doğrultu atımlı olan Etili fayının 6.5-7.0 büyüklüğünde depremlere neden olabileceği hesaplanmıştır (Acartürk, 2000).

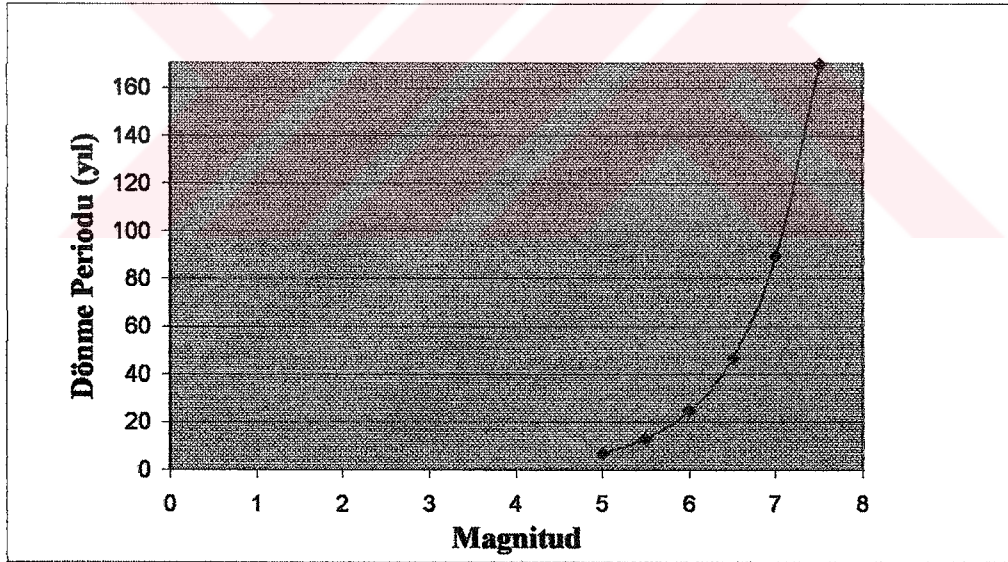
ÇAN-BİGA FAY ZONU: Çan-Biga dolayında yer almaktadır ve birçok fay parçasından (segment) oluşmuştur. Bu faylar, genellikle kuzeydoğu-güneybatı yönünde uzanırlar ve 2 ile 25 km arasında değişen uzunluktadırlar. Çan-Biga fay zonu, 4.1.1935 tarihinde 6.3 büyüklüğünde ve 5.7.1983 tarihinde 4.9 büyüklüğünde depremlere neden olmuştur. Gelecekte de aynı büyüklüklerde depremlere neden olması beklenmektedir (Bettemir, 2000; Acartürk, 2000)

SARIKÖY FAYI: Kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu ve yaklaşık 60 km uzunluktadır. Fayın yaklaşık 15 km'lik bölümü Çanakkale il sınırlarının içinde, daha uzun bölümü ise Balıkesir il sınırları içindedir. Sağ yan doğrultu atımlı olan Sarıköy fayının, H. Aktimur ve ark.(1993)'a göre, gelecekte 7.2-7.5 büyüklüğünde depremlere neden olacağı düşünülmektedir (Bettemir, 2000; Acartürk, 2000).

YENİCE GÖNEN FAYI: Kuzeydoğu-güneybatı doğrultuludur ve yaklaşık 55 km uzunluktadır. Yenice-Gönen fayının da 25 km'lik bölümü Çanakkale il sınırları içerisinde, 30 km'lik bölümü Balıkesir il sınırları içerisinde yer almaktadır. Yenice-Gönen fayı 18.3.1953 tarihinde 7.2 büyüklüğünde depreme neden olmuştur. Gelecekte söz konusu fayda 7.0-7.4 büyüklüğünde depremler beklenmektedir (Bettemir, 2000; Acartürk, 2000).

Çizelge 4.3.2. Çanakkale deprem tehlikesi yüzde oranları (Acartürk, 2000)

Magnütüd	1	25	49	73	97	Dönme Periyodu
5.0	13.6	97.4	99.9	100.0	100.0	6.8
5.5	7.4	85.5	97.7	99.6	99.9	13.0
6.0	4.0	63.7	86.3	94.8	98.0	24.6
6.5	2.1	41.4	64.9	79.0	87.4	46.8
7.0	1.1	24.5	42.3	55.9	66.4	89.1
7.5	0.6	13.7	25.1	35.0	43.6	169.3



Şekil 4.3.4. Çanakkale için deprem periyodu ve büyüklük ilişkisi (Acartürk, 2000)

4.3.3. DETERMİNİSTİK YÖNTEMLE SİSMİK TEHLİKE ANALİZİ BASAMAKLARI

Deterministik yöntemle sismik tehlike analizi, deprem oluşturabilecek kaynak seçimi sonrasında, deprem kaynak alanlarında meydana gelecek en büyük depremin, çalışılan yere yapacağı etkiye dayanır. Sonuçta, seçilen deprem kaynak alanlarının çalışılan yere olan etkisi ayrı ayrı incelenir ve en büyük etki değeri o yer için elde edilen etkin değer olarak belirlenir (Ayday ve ark., 2001).

Deterministik sismik tehlike analizi aşağıda belirtilen adımlardan oluşur;

1. Deprem kaynaklarının seçimi ve bu kaynakların şekillerinin (nokta, çizgi, alan) belirlenmesi.
2. Kaynak olarak belirlenen yerlerin çalışılan yere olan en kısa uzaklıklarının ölçülmesi.
3. Kaynak olarak saptanan yerlerde oluşacak senaryo depremlerin çalışma yerine olan etkisinin belli değişkenler cinsinden (ivme, hız, yer değiştirme, vb.) tanımlanması, deprem büyüklüklerinin çalışma yerine olan etkisinin uzaklığa bağlı olarak değişiminin (sönümlenmesinin) belirlenmesi ve bu nedenle, belli azalım fonksiyonlarının kullanılması için seçim yapılması.
4. Seçilen değişkenlere göre çalışma yerini etkileyen değerlerin arasından en etkin olanın saptanması ve ilgili yer için belirlenen bu değerlerin kullanılması.

(Ayday ve ark. (2001)'na göre Reiter, 1990)

4.4. OLASI BİR DEPREMDE BEKLENEN HASARLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

4.4.1. DEPREM HASARLARI

Kentsel bölgelerde meydana gelebilecek kayıpların büyüklükleri çeşitli nedenlere bağlı olarak değişmektedir. Bu sebepler şu şekilde sıralanabilir:

1. Ülkemizde yapı kalitesi son derece düşük olduğu için ve deprem yönetmeliğine uymayan denetimsiz inşaat yapıldığı için, 4.5 büyüklüğünde bir depremle yıkılmaya ve çökmeye başlamaktadır (Demirtaş, 2000).

2. Deprem sonucu oluşan kırığın uzunluğu ve yer değiştirme miktarı hasarın meydana geldiği alanın genişliği ile doğru orantılıdır (Demirtaş, 2000).

3. Depremin oluş zamanı, can kaybının az ya da çok olmasında etkilidir (Demirtaş, 2000).

4. Depremin şiddeti ve kuvvetli yer hareketinin süresi, meydana gelebilecek hasarın büyüklüğünü etkileyen önemli unsurlardır.

Bir depremin şiddeti, onun yapılar, doğa ve insanlar üzerindeki etkilerine bağlı olarak belirlenir. Bu etki, depremin büyüklüğü, odak derinliği, uzaklığı, yapıların depreme karşı gösterdiği dayanıklılık, yerel zemin yapısı ve jeolojiye bağlı olarak değişir. Depremin şiddeti, gözlenen etkileri sonucunda ve uzun yılların vermiş olduğu deneyimlere dayanılarak hazırlanmış olan Şiddet Cetvelleri'ne göre belirlenmektedir. 1912 yılında Sieberg tarafından hazırlanan, 12 dereceli şiddet cetveli üzerinde Mecelli-Cancani-Sieberg tarafından değişiklikler yapılmış ve MCS cetveli adı verilmiştir. 1931 yılında Wood ve Neumann tarafından revize edilmiş ve değiştirilmiş Mercalli cetveli veya kısaca MM cetveli

diye isimlendirilmiştir. 1956 yılında Richter ve 1964 yılında Medvedev-Sponhever-Karnik tarafından yapılan son değişikliklerle 12 dereceli MSK cetveli hazırlanmıştır (Özmen,2000).

Çizelge 4.4.1.1. MSK Şiddet Cetveli (Özmen,2000)

MSK Şiddet Cetveli		
I- Duyulmayan	V- Şiddetli	IX-Çok Yıkıcı
II- Çok hafif	VI-Çok Şiddetli	X-Ağır Yıkıcı
III-Hafif	VII-Hasar Yapıcı	XI-Çok Ağır Yıkıcı
IV-Orta Şiddetli	VIII-Yıkıcı	XII-Yok Edici

5. Deprem kaynağının yerleşim merkezine olan uzaklığı, kayıpların miktarında önemli rol oynamaktadır (Demirtaş, 2000).

6. Sanayi kentlerinde ve nüfus yoğunluğunun fazla olduğu bölgelerde meydana gelecek depremlerde hasarların büyük olması beklenmektedir (Demirtaş, 2000).

7. Sıvılaşmanın ortaya çıkabileceği bölgelerde deprem kayıpları, diğer bölgelere oranla daha yüksek olacağı bilinmektedir.

Yüzeye yakın kum tabakalarında kum tanecikleri arasındaki boşluklara ani bir sismik kuvvet uygulandığı zaman, tanecikler arasındaki denge bozulur ve kum ile su birlikte yüzeye doğru hareket ederek zemin yüzeyinden çıkmaya başlar. Bu olaya sıvılaşma adı verilir. Sıvılaşma, genellikle suya dolgun gevşek kumlu zeminlerde ve sonradan kurutulmuş, ıslah edilmiş göl, akarsu ve deniz kenarlarında oluşur. Sıvılaşma sonucu kum ve su birlikte hareket ederek zemin sıvı gibi davranmaya başlar. Böylelikle, üzerinde bulunan binalarda yana yatmalar

ve devrilmeler gelişir. Ayrıca kanalizasyon, içme, doğalgaz ve iletişim gibi alt yapı sistemlerinin hasar görmesine neden olabilir. Bu tür olaylar, 1964 Nigata (Japonya), 1989 Loma Prieta (Kaliforniya), 1995 Kobe (Japonya) ve 1999 İzmit Körfezi depremlerinde çok belirgin olarak görülmüştür (Demirtaş, 2000)

8. Olası bir depremde, yumuşak zemin üzerinde bulunan yapılarda daha fazla hasar oluşabilmektedir.

Depremın odak noktasında faylanma sonucu sert kayalar kırılarak yırtılma başlar ve sismik dalgalar yayılmaya başlar. Sismik dalgalar yeryüzüne yaklaştığı zaman, gevşek ve suya doymuş zeminlerde absorbe edilerek oldukça karışık kırılma ve yansımalarla uğrarlar. Sismik dalgaların hareketleri, yeryüzüne yakın tabakaların bileşimi ve fiziksel özelliklerine bağlı olarak değişir. Genellikle yeryüzüne yakın tabakalar ne kadar yumuşak ve kalın olursa, sismik hareketler de o kadar büyük ve hareket süresi daha fazla olur. Bu nedenle deprem merkezi ve kırılmış faydan uzakta bulunan Adapazarı, Düzce, Akyazı ve Gölyaka gibi düzlük alanlarda kurulan kentler, gevşek ve suya doymuş genç çökeller üzerinde kuruldukları için bu tür zeminlerde hareketler birkaç kat büyütülmüş ve ağır hasar oluşmuştur. Bu nedenle deprem hasarları özellikle kalın ve suya doymuş yumuşak zeminlerde yoğunlaşmaktadır (Demirtaş, 2000).

Ayrıca deprem sonucu yer içindeki bazı süreksizlik yüzeyleri ve yeryüzü boyunca uzun periyotlu yüzey dalgaları yayılır ve merkezden çok uzak yumuşak düzlük alanlarda kurulmuş yerleşim yerlerinde ağır hasara neden olurlar. Örneğin 1999 İzmit Körfezi depreminde Eskişehir’de oluşan hasarın, depremin uzun periyot etkisinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Demirtaş,2000).

9. Çarpık kentleşme ve yoğun nüfus, akarsu, göl ve deniz gibi alanların kurutulması ve doldurularak ıslah edilmesini beraberinde getirmiştir. Bu tür alanlar da hem gevşek hem de yumuşak alanlar olduğu için deprem açısından

oldukça riskli alanları oluşturlar. Bu tür alanlarda, dolgu kesim ile alttaki temel arasında süreksizlik yüzeyi boyunca dalgalar farklı yansıma ve kırılmalara uğrayarak zemin hareketi büyütölür. Bundan dolayı, bu bölgelerde hasarın yüksek olması beklenir (Demirtaş,2000).

Bir kenti etkileyecek büyük bir depremde kuvvetli yer hareketinden kaynaklanacak sarsıntılara ilave olarak heyelanlar, zemin göçmeleri ve sıvılaşmalar meydana gelecektir. Depremde meydana gelecek fiziki kayıplar genelde şu başlıklarla verilebilir: Yapıların ve içerisinde bulunan donanımların hasar görmeleri, kısmen veya tamamen göçmeleri, yol, köprü, liman, istinat duvarı gibi mühendislik yapılarının hasar görmesi, ulaşımın etkilenmesi, elektrik, su, kanalizasyon, gaz, telefon gibi şebekelerin hasar görmesi ve hizmetlerin kesilmesi, deprem etkilerinden kaynaklanacak yangınlar, su basmaları ve tehlikeli madde sızıntılarının ortaya çıkması (Erdik ve ark., 2000).

Depremlerden kaynaklanan bu fiziki tesirlerin aynı zamanda can kayıplarına, yaralanmalara, salgın hastalıklara ve sosyo-ekonomik hayatın büyük ölçüde etkilenmesine yol açacağı muhakkaktır. Büyük depremlerde meydana gelen sosyo-ekonomik kayıplar, doğrudan fiziki kayıpların birkaç katına ulaşabilmektedir. İstanbul ile karşılaştırılabilecek düzeyde nüfus, yapılaşma ve ekonomik faaliyeti olan Los Angeles (ABD) ve Hanshin (Japonya) metropol bölgelerinde yakın tarihlerde meydana gelen depremlerde oluşan toplam kayıplar (fiziki ve ekonomik) 40 Milyar ve 200 Milyar Dolara ulaşmıştır. Ancak her iki ülkenin de zenginliği göz önüne alınınca bu rakamlar yıllık bütçelerin %2-%4'ü gibi tolere edilebilir seviyelerde kalmaktadır. Gerek nüfus ve gerekse yerleşim açısından İstanbul'un yaklaşık 1/100'ü ölçüsünde olan Erzincan'da 1992 depreminde meydana gelen toplam fiziki ve sosyo-ekonomik kayıpların 1 Milyar ABD Doları civarında olduğu tahmin edilebilir. Depremden etkilenen nüfustaki şahıs başına toplam kayıp 10,000 ABD Doları civarındadır. Erzincan'daki kısıtlı

endüstri ve altyapı şebekeleri bu rakamın yükselmesini engellemiştir (Erdik ve ark., 2000).

4.4.2. BİR YERİN MALİYET AÇISINDAN HASAR GÖREBİLİRLİĞİNİN HESAPLANMASI

Hasar görebilirlik, risk altındaki bir unsurun (yapı, sistem, hayat ve sosyo-ekonomik düzen gibi), veya unsurlar grubunun, deprem tehlikesinin oluşması sonucu gördükleri hasarın derecesi olarak tanımlanabilir. Deprem hasar senaryolarının hazırlanması için gerçekleştirilen hasar görebilirlik araştırmaları: Günün farklı zamanları için nüfus bilgisinin derlenmesi; altyapı (anayollar, tren yolları, köprüler, üstgeçitler, toplu taşıma, elektrik dağıtımı, su, kanalizasyon, telefon, ve doğal gaz dağıtım sistemi) ve onların birleşim noktalarına (istasyonlar, havaalanları, marinalar, depo sistemleri, verici istasyon kuleleri) ait bilgilerinin derlenmesi; mevcut bina stoklarının belirlenmesi; barajların, elektrik santrallerinin, ana kimyasal madde ve benzin depolarının güvenliklerinin araştırılması gibi aşamaları kapsar (Erdik ve ark., 2000).

Deprem riski altında bulunan bir bölge için gelecekte oluşabilecek hasarın maliyet açısından belirlenmesi ile çevresel, ekonomik ve sosyal faktörlerin hepsi bir tek sonuçta, Türk Lirası cinsinden değerlendirilmiş olur. Hasar maliyetinin beklenen değer cinsinden bulunması için aşağıdaki adımlar izlenmelidir (Laird ve ark., 1979):

1. Çalışma alanının depremselliğinin incelenmesi.
2. Çalışma alanında bulunan yapıların yaklaşık birim maliyetleri için, yapının mimarlık hizmetlerine esas olan sınıfı dikkate alınarak inşaat genel giderleri ile yüklenici karı dahil belirlenerek hazırlanmış olan değerlerin elde edilmesi.

3. Olası bir depremde yapıda ortaya çıkacak hasarın tamiri için gereken maliyetin, yapıyı yeniden inşa etmek için gereken maliyete oranını gösteren tamir-maliyet oranlarının belirlenmesi.

4. Gelecekte ortaya çıkacak maliyetin bugünkü maliyet değerlerine indirgenmesi için gerekli amortisman değerine karar verilmesi. İleriki bir zamanda beklenen maliyetinin bu günün koşullarına indirgenmesi ile farklı zamanlarda ortaya çıkacak hasar karşılaştırılmış olur. Optimum değer olarak %10 kabul edilebilir.

5. İleride ortaya çıkabilecek her olay için beklenen hasar maliyeti değerlerinin yapıların kullanımları göz önünde bulundurularak hesaplanması ve toplam beklenen hasar maliyeti değerine ulaşılması.

Herhangi bir şiddette meydana gelebilecek olası depremde, yapılarda ortaya çıkabilecek hasarın maliyet cinsinden bulunması beklenen hasar maliyeti anlamına gelmektedir (Laird ve ark., 1979).

Deprem gibi tüm tesadüfi olaylar için beklenen değer bulunmasında Poisson olasılık dağılımı kullanmak uygundur. Burada, herhangi bir zamanda olayın ortaya çıkma olasılığı sabit ve her olay birbirinden bağımsız olarak değerlendirilir (Laird ve ark., 1979).

Poisson olasılık dağılımına Binom dağılımından ulaşılabilir.

$$P(n) = \frac{N!}{n!(N-n)!} p^n (1-p)^{N-n} \quad (4.1)$$

Üç adet paradan oluşan bir sistemde bir tanesinin yazı gelme olasılığı düşünüldüğünde, bu Binom dağılımı denkleminde N, sistem sayısını (3); n, 1 adet para için olayın olma olasılığını ve p ise bir adet parada yazı gelme olasılığını

(1/2) gösterir. Burada $p \ll 1$ ve $n \ll N$ olarak kabul edildiğinde Poisson olasılık dağılımına ulaşmak mümkün olur (Saraçoğlu ve Çevik, 1995).

$$P(n) = \frac{\lambda^n}{n!} e^{-\lambda} \quad (4.2)$$

Denklem 4.2’de görülen bağıntıda $\lambda = Np$ olarak kullanılmıştır ve olayın oluşma sıklığı olarak tanımlanmıştır. Bu denkleme göre n tane olayın Δt zaman aralığında ortaya çıkma olasılığı şu şekildedir;

$$\Delta P = \frac{(\lambda \Delta t)^n}{n!} e^{-\lambda \Delta t} \quad (4.3)$$

Sadece bir olayın t süresine dek meydana gelme olasılığını bulabilmek için exponansiyel dağılım (üstel fonksiyon) kullanılmalıdır. Bu durumda aşağıdaki fonksiyon elde edilir (Saraçoğlu ve Çevik, 1995).

$$P = \lambda e^{-\lambda t} \quad (4.4)$$

Denklem 4.4’den beklenen değer fonksiyonuna geçmek için rekürans bağıntısı kullanılabilir. Buna göre bir sonraki olay oluşuncaya kadarki beklenen zaman $\langle I \rangle$, aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\langle I \rangle = \int_0^{\infty} \lambda t e^{-\lambda t} dt \quad (4.5)$$

Bu bağıntıya kısmi integrasyon uygulandığında çıkan sonuç;

$$\langle I \rangle = \frac{1}{\lambda} \quad (4.6)$$

olur. Bütün beklenen maliyet hesaplamalarında, amortisman haricinde her olay için maliyet değerleri sabit kabul edilir. Bu durumda ilk olay için beklenen maliyet değeri kolaylıkla hesaplanabilir. TL cinsinden, t sürede olay başına düşen maliyet değerine X ve amortismana r denildiğinde (D), t zamanda bir olay için bugünkü değerlere indirgenmiş maliyet,

$$(D) = xe^{-rt} \quad (4.7)$$

olarak yazılabilir. Ortaya çıkabilecek ilk olay için beklenen maliyet değeri, t sürede ortaya çıkacak olayların maliyetlerinin toplamı ile t sürede olayın olma olasılığının çarpılması ile elde edilir (Laird ve ark., 1979).

$$\langle C \rangle = \int_0^{\infty} (D)(P)dt \quad (4.8)$$

$$\langle C \rangle = \int_0^{\infty} (xe^{-rt})(\lambda e^{-\lambda t})dt \quad (4.9)$$

Denklem 4.9'in çözülmesiyle ortaya çıkabilecek ilk olay için beklenen maliyet değeri $\langle C_1 \rangle$ Denklem 4.10'daki gibi olur.

$$\langle C_1 \rangle = \lambda x \frac{1}{(\lambda + r)} \quad (4.10)$$

Deprem sonrasında binaların tamir edilmesi gibi bazı olaylar için hasar tekrarlanır. Bu tip durumlarda, gelecekte oluşabilecek bütün olaylar için beklenen maliyet değeri hesaplanmalıdır. Öncelikle, $(P_{t_2-t_1})$, t_1 'de birinci olay oluşuktan sonra ikinci olayın t_2 sürede ortaya çıkma olasılığı bulunmalıdır (Laird ve ark., 1979).

$$(P_{t_2-t_1}) = \lambda e^{-\lambda(t_2-t_1)} \quad (4.11)$$

Bu durumda, bir olayın t_1 sürede ortaya çıkma olasılığına $P_{t_1} = \lambda e^{-\lambda t_1}$ ise, t_1 sürede ilk olayın ve t_2 sürede ikinci olayın ortaya çıkma olasılığı;

$$(P_{t_1,t_2}) = (P_{t_2-t_1})(P_{t_1}) \quad (4.12)$$

olur. Buna göre değerlerini yerine konulduğunda şu bağıntı elde edilir:

$$(P_{t_1,t_2}) = \lambda^2 e^{-\lambda t_2} \quad (4.13)$$

Denklem 4.13, n tane olay için genellendiğinde bağıntı aşağıdaki şekle dönüşür (Laird ve ark., 1979).

$$(P_n) = \lambda^n e^{-\lambda t_n} \quad (4.14)$$

Buradan, ortaya çıkabilecek ilk n tane olayda beklenen maliyet değeri $\langle C_n \rangle$ aşağıdaki gibi yazılabilir (Laird ve ark., 1979).

$$\langle C_n \rangle = x \int_0^\infty \int_{t_{n-1}}^\infty \dots \int_{t_1}^\infty \lambda^n e^{-\lambda t_n} \sum e^{r t_i} dt_1 \dots dt_n \quad (4.15)$$

bu denklemin çözümünden,

$$\langle C_n \rangle = x \sum_{i=1}^n \frac{\lambda^i}{(\lambda + r)_i} \quad (4.16)$$

elde edilir. Ortaya çıkabilecek bütün olaylar için beklenen maliyet değeri $\langle C_{tüm} \rangle$, n olayın olama olasılığı ile ortaya çıkabilecek ilk n tane olayda beklenen maliyet değeri çarpımının 1'den n'e kadar toplanmasıyla elde edilir (Laird ve ark., 1979).

$$\langle C_{tüm} \rangle = \sum_{i=1}^n P_n \langle C_n \rangle \quad (4.17)$$

Gelecekte ortaya çıkabilecek bütün olaylar için n alındığında, olay sayısı n tane olay ile sınırlanmış olur. Bu nedenle n sonsuza giderken limit alındığında istenen sonuca ulaşılabilir. Bu durumda toplam olasılık 1'dir.

$$\langle C_{tüm} \rangle = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n \frac{\lambda^i}{(\lambda + r)_i} \quad (4.18)$$

Bu bağıntının çözülmesiyle oluşabilecek bütün olaylar için beklenen maliyet değerlerine ulaşılır.

$$\langle C_{tüm} \rangle = \frac{\lambda}{r} x \quad (4.19)$$

Eğer bu bağıntıda λ değeri olarak bir yılda depremin ortaya çıkma olasılığı kullanılırsa olası bir depremde beklenen hasar maliyet değerleri hesaplanabilmektedir. Denklem 4.19, 4.20’de olduğu gibi açık olarak yazılabilir(Laird ve ark., 1979).

$$\begin{array}{l} \text{Beklenen} \\ \text{hasar} \\ \text{maliyeti} \\ (1/m^2) \end{array} = \frac{\begin{array}{l} \text{Yapının} \\ \text{birim} \\ \text{maliyeti} \\ \text{TL/m}^2 \end{array} \times \begin{array}{l} \text{Tamir} \\ \text{maliyet} \\ \text{oranı} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{Olayın bir} \\ \text{yılıda olma} \\ \text{olasılığı} \end{array}}{\text{Amortisman}} \quad (4.20)$$

4.5. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Laird tarafından 1979 yılında yapılan nicel arazi kabiliyeti analizinde, bir yerin jeolojik karakteristiğine göre arazi kullanım maliyetleri bulunmuştur. Bu çalışma, doğal afetlerden dolayı ortaya çıkabilecek hasar potansiyelinin ve hasarlı bölgelerde yapılacak olan iyileştirme, araştırma ve planlama için gerekli olacak maliyetin hesaplanmasını da içermektedir.

Aspinall (1993), "Arazi Kullanım Politikalarının ve Arazi Kullanım Değişikliği Etkilerinin Modellenmesinin CBS Kullanılarak Yorumlanması" başlıklı çalışmada, geniş ölçekte arazi yönetimi ve arazi kullanım planlama sonuçları için CBS tabanlı metod uygulayarak bir çatı oluşturmuştur.

Batuk ve arkadaşlarının 1996'da sundukları bildiride ilk olarak CBS tanımı yapılmakta ve bu tanımı oluşturan öğeler üzerinde durulmaktadır. Bu tanımlamalara bağlı olarak CBS'nin fonksiyonel bileşenleri (veri aktarma, depolama, işleme, coğrafi analiz, sorgulama, veri sunma), teknolojik ve organizasyonel bileşenleri açıklanmaktadır. Organizasyonel bileşenler kapsamında proje yönetiminin önemi vurgulanarak proje sistem geliştirme yöntemlerine değinilmektedir.

Özbalımcı tarafından 1996 yılında sunulan çalışmada amaçlanan, özellikle orta ölçekli (1:25.000 ve 1:50.000) sayısal harita üretimi ve CBS oluşturulmasında kullanılabilecek veri kaynaklarının, veri toplama yöntemlerinin ve sistemlerinin açıklanmasıdır.

Çelik ve arkadaşlarının 1996 tarihli çalışmada, CBS ile oluşturulan sayısal haritalar, Bilgisayar Destekli Tasarım (BDT) yazılımları ile hazırlanan sayısal haritalara oranla daha kısa sürede ve kolay elde edilebilir olduğu üzerinde

durulmuştur. Bu haritaların, daha zengin içerikli, gelişmiş veri yapısında analiz edilebilir şekilde olduğu ve bu nedenlerle harita üretiminde CBS'nin kullanılması hız, doğruluk ve ekonomi sağlayacağı vurgulanmıştır.

Çaynak tarafından 1996'da hazırlanan "Adana Baseni Karaisalı Bölgesi'nin litolojik analizi", UA verileri ve görüntü geliştirme teknikleri kullanımının, hava fotoğrafları yorumu ve arazi çalışmaları ile denetleştirilmesi sonucu yapılmıştır.

Batuk, 1996 yılında yapmış olduğu çalışmada, günümüz kentlerinde insanların barınma, eğitim, ulaşım vb. gibi bir çok ihtiyaçlarının etkin biçimde karşılanabilmesi için imar, planlama, altyapı faaliyetlerinde öncelikle kentte bulunan doğal kaynaklar, mevcut arazi kullanımı, yapılar, tesisler, mülkiyet güncel ve doğru olan verilerin kullanılması gerekliliği ve bunların en kolay hızlı, doğru, verimli ve ekonomik olarak sağlanmasının yolunun bilgi teknolojisinin getirdiği vazgeçilmez araçlarından biri olan CBS'den yararlanmak olduğunu ortaya koymuştur.

Alkış, 1996 yılında, planlama, ruhsat, teknik altyapı, sağlık, çevre, tarım, orman, mühendislik tasarım ve çizimleri, sosyo-ekonomik gelişme, seçmen kütük ve seçim bölgelerinin hazırlanması vb. gibi konularda CBS yönteminin kullanan ülke ve kent yönetimlerine sağlayacağı sayısız yararlar konulu bir çalışma yapmışlardır.

Aksoylu ve diğerleri tarafından 1996'da yapılan araştırmada yaklaşık 35.000 dolayında kaçak yapı ve gecekondu türü yapının bulunduğu Eskişehir'de Tepebaşı Belediyesi tarafında sayısallaştırılmış İmar Planları ve arazi çalışmaları sonucunda elde edilmiş veriler CBS ortamında analiz edilmiş ve analiz aşamasında, sosyal donatı alanların varolan standartlara yürüme uzaklıklarına

uygunluğu, nüfus-donatı sayısı ve nüfus-donatı alanı büyüklüğü ilişkileri gibi parametreler kullanılmıştır. Çalışmada varolan ve planlanan sosyal donatıların yeterliliğinin CBS yardımı ile sınanması amaçlanmıştır.

Kasapoğlu'nun, 1996 yılında yaptığı “İstanbul Kenti İçin CBS Yaklaşımı ve Deprem Tehlikesi Zon Haritasının Oluşturulması” başlıklı araştırmada, İstanbul kentinin bir bölümü için deprem tehlikesi zon haritası oluşturulmaya çalışılmıştır.

Ayday ve Altan tarafından 1996'da, Eskişehir yerleşim yerinin kuzey kısmında kalan bir alanı için, CBS yöntemi kullanarak mühendislik jeolojisi haritasının hazırlanması konusunda çalışmalar yapılmıştır. Bu bölgeye ait jeoloji, topoğrafik ve toprak haritaları kullanarak yeni haritalar oluşturulmuştur ve bu haritalarla analiz ve modellemeler yapılarak çalışılan sahada yerleşime uygun alanlar belirlenmiştir.

Erdik ve ark., ana unsurları tehlike mikrobölgelendirmesi, hasar görülebilirlik analizleri ve risk belirlemeleri olan deprem hasar senaryosu geliştirilmesi çalışmalarının kapsam, yöntem ve önemli öğelerini inceledikleri 1996 tarihli çalışmalarında, İstanbul için hazırlanmakta olan deprem senaryosundan örnekler vermişlerdir.

Kasapoğlu ve ark., 1997 yılında yaptıkları araştırmada, CBS, UA ve Görüntü İşleme Tekniklerinin çeşitli mühendislik uygulamalarındaki kullanımına örnekler verilmiş ve günümüz ve gelecekteki önemine değinmişlerdir.

Koç ve ark., 1 Eylül 1990 tarihli Landsat 5-TM görüntüsü kullanılarak 1997 yılında yaptıkları çalışmada, seçilen bir örnek alan üzerinde arazi

kullanımlarını belirlemiş ve yersel çalışmalar ile elde edilen sonuçları karşılaştırarak sınıflandırma doğruluğunu kontrol etmişlerdir.

Dingil ve diğerleri tarafından 1997’de, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi arazisine ait 1995 yılında çekilmiş hava fotoğrafı, bu fotoğraf üzerinde yapılan göz yorumu ve çalışma alanında yapılan arazi incelemeleri sonunda elde edilen veriler, bölgeye ait Temel Toprak Haritası, ARC/INFO 3.4D ve Erdas 7.5 yazılımları yardımıyla ve Arc View programında verilerin düzenlenmesiyle bilgisayarda izlenebilir ve yorumlanabilir forma getirilerek işletme arazilerinin bilgi girişine ve değişikliğine izin veren bir veri tabanı oluşturulmuştur.

Akman ve ark. tarafından 1997’de yapılan uygulamada, Çevresel Etki Değerlendirmesinde (ÇED) kullanılmak üzere, TEAŞ tarafından yapımı planlanan Yatağan Denizli İletim Hattı’nın güzergahı boyunca arazi örtüsü, Landsat TM sayısal uydu verileri ve CBS yardımıyla 8 sınıfa ayrılmış ve iletim hattından etkilenebilecek arazi örtüsü birimlerinin boyutları hesaplanmıştır.

Erdoğan ve arkadaşları tarafından, UA ve CBS teknolojileri bir arada kullanılarak Nevşehir, Aksaray ve Niğde illerinin prehistorik yapıları incelenmiştir. 1997 yılında hazırlanan bu bildiride, ilk önce UA ve CBS teknolojilerinin arkeolojik çalışmalara uygulanması tartışılmakta ve arkeolojik yörelerin sınıflandırılması çalışması ayrıntılarına girilmektedir.

Özmen ve ark., 1997’de, en son hazırlanan Deprem Bölgeleri Haritasına CBS’de yer alan bazı analiz türlerini uygulayarak, örneklerle açıklamaya ve elde edilen sonuçları tablo ve şekillerle göstererek harita hakkında bazı bilgiler vermeye çalışmışlardır.

Gamba ve Casciati, 1998 tarihinde yaptıkları çalışmada görüntü işleme ve CBS teknikleri kullanarak sismik hareketler sonucu ortaya çıkan tahribatın azaltılması, güvenli bölge seçimi, hızlı ve güvenilir hasar tespiti amacıyla yakın geçmiş zaman deprem zararlarını ortaya çıkarmak için bir model oluşturmuşlardır.

Çörekçioğlu 1998 yılında, 1994 – 1995 yıllarında saha çalışmaları gerçekleştirilen ve 3 adet 1/ 25. 000 ölçekli paftalardan oluşan çalışmanın sonuçlarını CBS kullanılarak değerlendirmiştir.

Nurlu ve Gümüş, 1998’de, bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerden faydalanarak, deprem zararlarının tahmin edilmesinde, değişik alanlarda uygulanma olanağı olan CBS’nin kullanılabilirliğini belirlemek için, hasar çalışmaları yapılmış olan 22 Haziran 1967 Mudurnu Vadisi depremini CBS ile yeniden değerlendirmiş ve %65’e varan doğruluk elde etmişlerdir.

Salvi ve arkadaşları, 1999 yılında yaptıkları çalışmada CBS tabanlı araştırmanın nasıl yapılandırıldığını ve kullanıldığını göstermişlerdir. Aktif fay zonlarının bulunması, sismik yapıdaki diğer olayların ortaya konması ve UA’da elde edilen verilerin korelasyonu ile ilgili sonuçlar bu çalışmada yer almaktadır.

Jibson ve ark., 2000 yılında, acil durum planlaması, sismik hareketlerin olduğu bölgelerdeki yapılanma ve gelişme göz önüne alınarak rasyonel kararlar verilebilmesi, vb. gibi konularda fayda sağlayacak olan “Olasılıksal Sismik Yer Hareketleri Tehlike Haritası” yapımı için farklı bir yöntem üzerinde çalışmışlardır.

Jimenez ve arkadaşları tarafından, 2000 yılında, Barselona şehri için toprak etkileri ilk kez CBS ile haritalanmıştır. Bu çalışmada farklı yöntemler tek bir araçta birleştirilerek kullanılmıştır. Diğer analiz yöntemlerine göre, uygun

güvenirlikte yerleşim bölgesi oluşturulabilmesi için kullanışlı bir veri tabanı sağlaması gibi avantajları ve farkları olduğu belirtilmiştir.

Sahoo ve arkadaşları, 2000 yılında, geleneksel modellerin yerine CBS teknikleri, geçmişteki deprem verileri ve taban kırıklarının derinlik verilerini kullanarak yeni bir yapı oluşturmuşlardır.

Bilgi, 2000 yılında, “17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi Depremi ve CBS” başlıklı çalışmada, CBS’nin bir depremin hazırlık aşaması, zararların azaltılması, kurtarma, ilkyardım ve yeni yerleşim alanı belirlenmesi gibi süreçlerde kullanılabilirliğini incelemiştir.

Özmen tarafından, 17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi depremi için hazırlanan rapor dahilinde, arazi gözlemleri, hasar tespitleri ve ivme kayıtları baz alınarak MSK şiddet cetveline göre eşşiddet haritası hazırlanmıştır. 2000 yılında yapılan bu çalışmada aynı şiddet eğrisi içerisinde kalan yapılarda farklı hasar dağılımlarına rastlanmasının nedeninin yapı tiplerinin nitelik ve nicelikleri olduğu gösterilmiştir.

Destegül, 2001 yılında yaptığı araştırmada, Armutlu Yarımadasının yerleşim açısından risklerini değerlendirmek amacı ile çeşitli haritalar hazırlamış ve bunları CBS ortamında değerlendirmiş ve haritaların yapımında öncelikle mevcut veriler değerlendirilmiştir, bunlar sahada denetlenmiştir. Bunun yanısıra sayısal yükseklik modeli ile morfolojik değerlendirmeler yapılmış ve tüm bu aşamalarda UA tekniklerinden yararlanılmıştır. Çalışmanın sonucunda yerleşime en uygun alanlar ortaya konulmuştur.

Altan ve ark., 2001’de dökümantasyon metodu olarak fotogrametri, veri analiz araçları ve yönetim aracı olarak da CBS’nin ortak kullanımını

geliştirmek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, hızlı veri kazanımı ve CBS'nin birlikte kullanımı, deprem gibi herhangi bir durumda kolay uygulama, objektif bakış açısı ve ayrıntılı analiz olanağı sağladığı belirtilmektedir.

Ayday ve ark., Eskişehir yerleşim alanının deprem riski açısından mühendislik jeolojisi haritasının hazırlanması amacıyla, çalışma alanını zemini ile ilgili ve mühendislik jeolojisi haritalarının hazırlanmasında Eskişehir'i etkileyebileceği düşünölen deprem kaynaklarını göz önünde bulundurarak, 2001 yılında, bir çalışma yapmışlardır.



5. UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ YÖNTEMLERİNİN ÇANAKKALE YERLEŞİM ALANINA UYGULANMASI

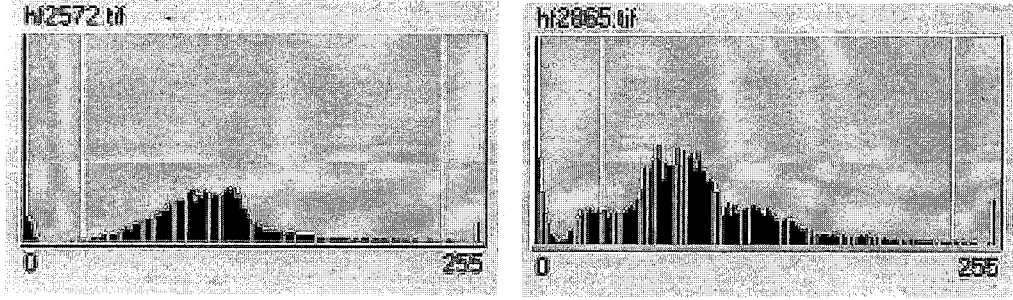
5.1. UZAKTAN ALGILAMA ÇALIŞMALARI

Uzaktan Algılama çalışmalarında amaç hava fotoğraflarının yorumlanarak Çanakkale yerleşim alanının yapılaşmasının ve zemininin incelenmesidir. Çalışmanın bu kısmı, görüntü iyileştirme ve hava fotoğraflarının koordinatlarına oturtulması olmak üzere iki aşamada yapılmıştır.

Çalışma için gerekli olan, Çanakkale yerleşim alanının, 18-19 Mayıs 1997 tarihinde çekilmiş olan, 1/35.000.000 ölçekli 4 adet steryoskopik, siyah-beyaz hava fotoğrafı Harita Genel Komutanlığı'ndan temin edilmiştir.

Görüntü İyileştirme Çalışmaları: Görüntü iyileştirme çalışmaları Intergraph firmasının ürettiği Image Analyst (1997) yazılım paketi kullanılarak yapılmıştır. 1/35.000.000 ölçekli 4 adet steryoskopik, siyah-beyaz hava fotoğrafı taranarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Bu dört adet fotoğraftan, Çanakkale yerleşim alanını tümüyle kapsayacak şekilde üst üste gelebilen ve bozulmaların daha az olduğu iki tanesi seçilmiştir.

İlk aşamada histogramlarına bakılmış ve piksel değerlerinin 0-255 arasında dağıldığı görülmüştür (Şekil 5.1.1). Kent Bilgi Sisteminde kullanılabilmeleri için şehir yapılanmasının ayrıntısına ihtiyaç duyulduğundan, görüntü iyileştirme tekniği olan kontrast genişletme uygulanmıştır. Mevcut piksel değerlerinin aralığı değiştirilmiş ve cisimlerin tonları arasındaki farklılığın artması amacıyla, 0-100 arasında değişen kontrast-parlaklık değerleri ayarlanmıştır.



(a) 2572 nolu hava fotoğrafı

(b) 2862 nolu hava fotoğrafı

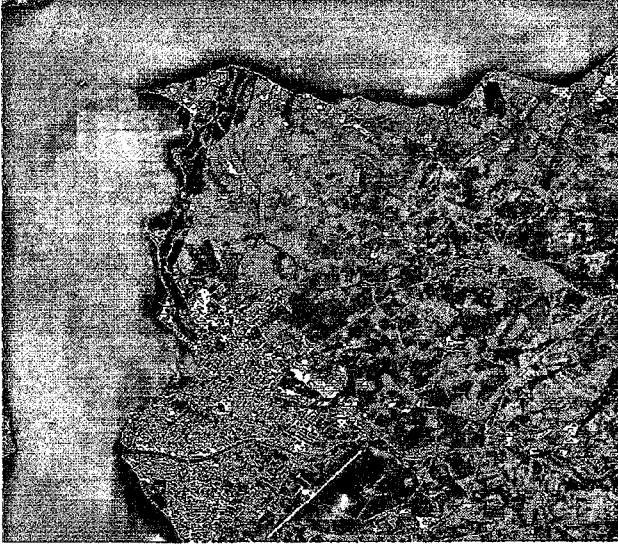
Şekil 5.1.1. Seçilen iki hava fotoğrafı için histogram eğrileri

Şekil 5.1.2 (a) ve (b)'de görülmekte olan ham görüntülerde, kontrast-parlaklık değerleri iyileştirme fonksiyonunda 0-0 iken, sırasıyla 16-0 ve 18-0 olarak değiştirilmiştir.

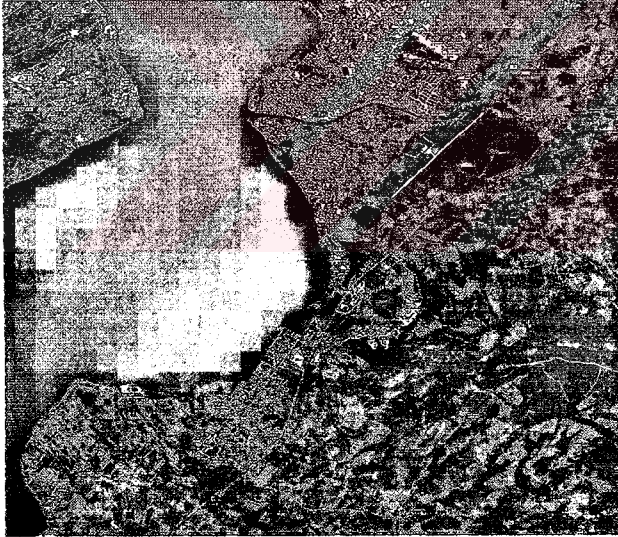
Esas veri dosyasındaki bilgileri kolayca ayırt edilebilecek kadar kontrast kazanmış olan görüntülerin ton farklılıklarının ayarlanması amacıyla, ikinci aşama olarak doğrusal genleştirme işlemi uygulanmıştır. 0-255 arasında değişen piksel değerlerinin dağılımları, çan eğrisi şeklinde ortaya çıkan histogram eğrisinden gözlenmiş ve maksimum ve minimum değerlerde piksel sayısının çok az olduğu görülmüştür. Doğrusal genleştirme yöntemiyle bu maksimum ve minimum değerler değiştirilmiştir. 0-255 aralığından, (a) görüntüsü için 34-235 aralığına, (b) görüntüsü için 37-233 aralığına ayarlanmıştır. Burada ilk değer minimum, ikinci değer ise maksimum sınırı göstermektedir.

Ton farklılıklarının istenen amaç doğrultusunda düzenlendiği iki görüntünün kalitesini artırmak amacı ile özellikle keskin görünen kısımların biraz daha yumuşatılması ve daha düz bir hale gelmesini sağlayan kıvrım medyan (convolve median) fonksiyonu kullanılmıştır.

Kıvrım medyan (convolve median) fonksiyonu ile filtrelenmiş görüntü, böylece Kent Bilgi Sistemi için şehirleşmenin ayrıntılı olarak gözlenebildiği duruma getirilmiştir. Örnek olarak 2572 nolu iyileştirilmiş hava fotoğrafı Şekil 5.1.3'de gösterilmiştir.



(a) 2572 nolu hava fotoğrafı



(b) 2862 nolu hava fotoğrafı

Şekil 5.1.2. Görüntü iyileştirme teknikleri uygulanmamış ham görüntüler



(a) 2572 nolu hava fotoğrafi

Şekil 5.1.3. Görüntü iyileştirme teknikleri uygulanmış görüntü

Hava Fotoğraflarının Koordinatlarına Oturtulması: Hava fotoğraflarının sonraki işlemlerde kullanılabilmesi için, öncelikle koordinatlandırılması gerekmektedir.

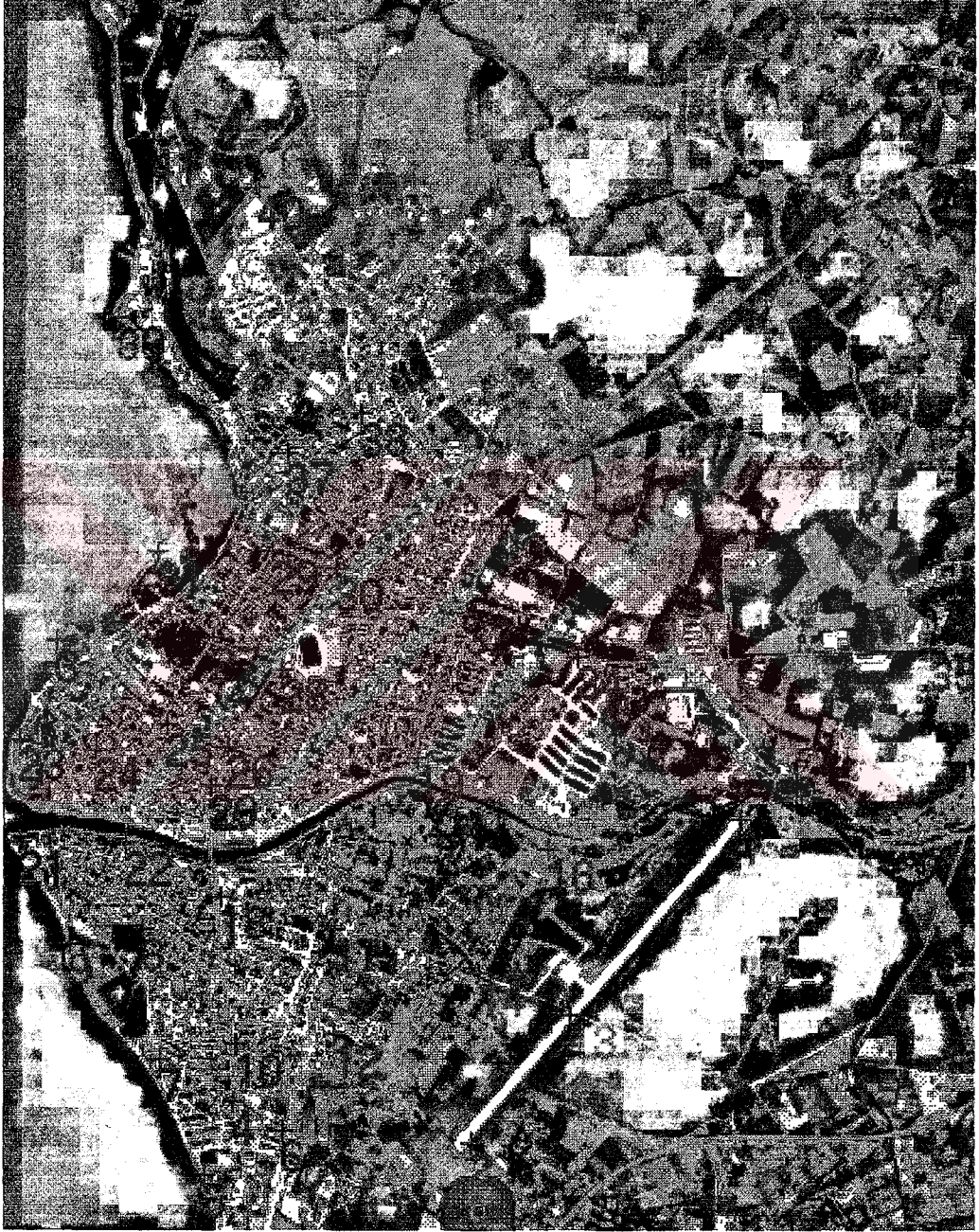
Görüntü iyileştirme işlemleri sonucu seçilen Çanakkale yerleşim alanına ait iki hava fotoğrafı ile Intergraph firmasının ürettiği GeoMedia Professional 4.0 (SP1) yazılım ortamında, UTM projeksiyonunda, 35. zonda ve European-1950 jeodetik datum sisteminde çalışılmıştır.

Seçilmiş olan bu iki hava fotoğrafından biri çalışma alanının havaalanını da içine alacak şekilde büyük ölçüde kuzey kısmını kapsamaktadır. Diğer fotoğraf ise, SSK Hastanesini de dahil olmak üzere, daha çok güney tarafını içermektedir (Şekil 5.1.3'de görüldüğü gibi). Bu iki ayrı fotoğraftan tek bir Çanakkale yerleşim alanı görüntüsü elde edebilmek için, fotoğrafların ortak noktalardan çakıştırılması gerekmektedir. Hava fotoğrafları koordinat bilgisi taşıdığından bu amaca ulaşmak mümkün olmaktadır.

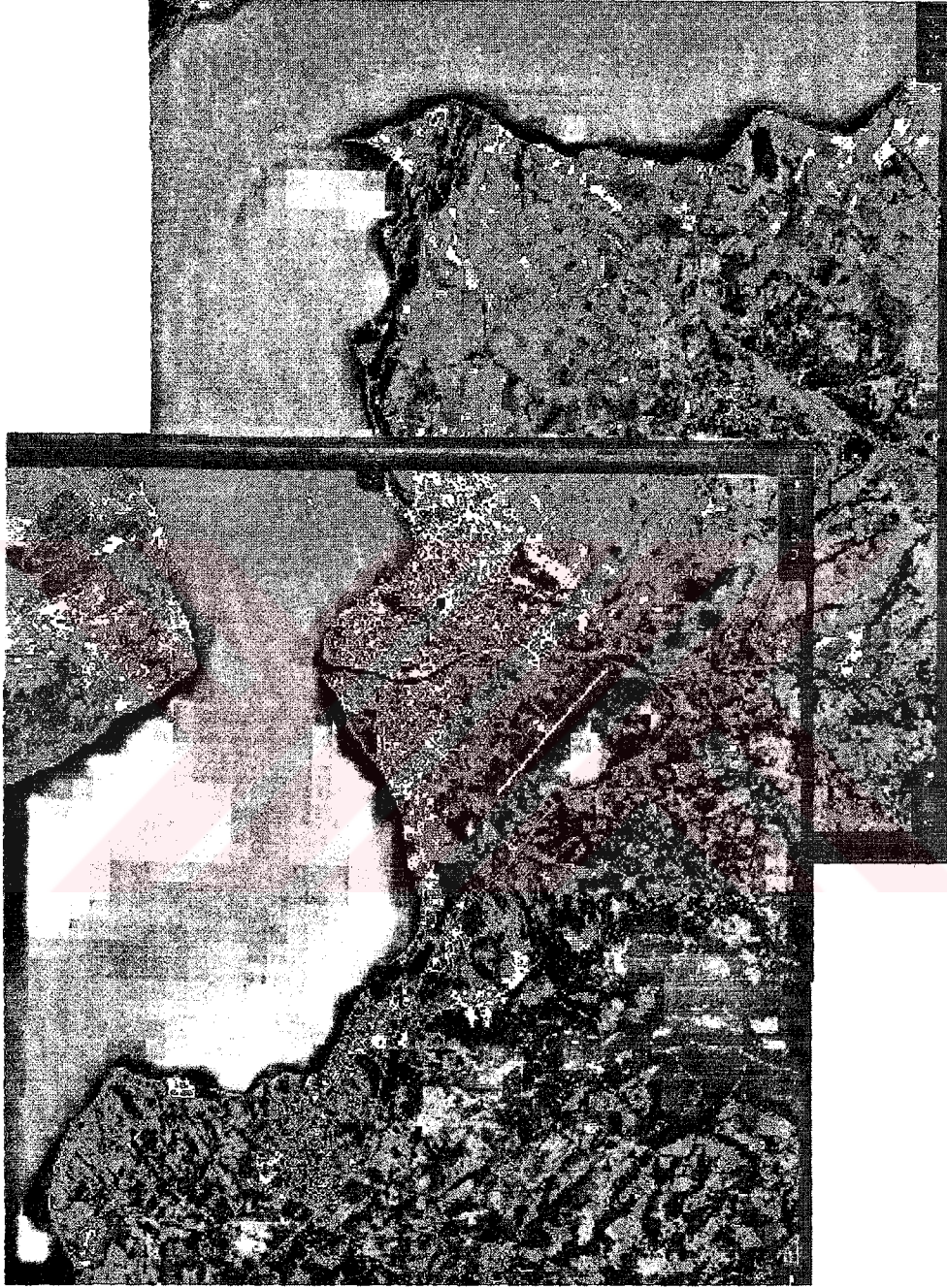
Hava fotoğraflarının koordinatlarına oturtulması için öncelikle 1/5.000 ölçekli koordinatlı harita ile fotoğraf üzerinde aynı yeri gösteren kontrol noktaları belirlenmiştir. Birinci fotoğrafta 41, ikinci fotoğrafta 45 adet olarak belirlenen bu noktalar belli kavşaklar ve belirgin binaların köşeleri olarak üzere, fotoğrafların genelinden homojen bir şekilde seçilmiştir. Örnek olarak birinci fotoğraftaki kontrol noktaları Şekil 5.1.4'de gösterilmiştir.

Koordinatları bilinen noktalar, bilgisayar ortamında, fotoğraflar üzerinde ayrı ayrı işaretlenmiş ve değerleri girilmiştir. Bu yöntemle iki fotoğraf, ayrı ayrı koordinat bilgisi taşıy duruma getirilmiştir.

Koordinatlarına oturtulmuş olan bu iki fotoğrafı bilgisayar ortamında aynı pencerede ayrı katmanlar olarak açılmıştır. Aynı koordinata sahip noktalar çakışmış ve böylece Şekil 5.1.5'de verilmiş olan bütün bir Çanakkale yerleşim alanı görüntüsü elde edilmiştir.



Şekil 5.1.4. 2572 nolu hava fotoğrafında seçilen kontrol noktaları



Şekil 5.1.5. CBS ortamında koordinatlandırılmış ve üst üste çakıştırılmış hava fotoğrafları

5.2. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ ÇALIŞMALARI

Çalışmanın bu bölümünde Çanakkale yerleşim alanının Kent Bilgi Sistemi oluşturulmuştur. Çalışma alanında, olası bir depremde beklenen hasarların değerlendirilmesine ön hazırlık niteliği taşımakla beraber, en çok hasar görmesi muhtemel bölgelerin belirlenebilmesi açısından önemlidir.

Bu çalışma için gerekli olan 1/5.000 ölçekli iki paftadan oluşan, Çanakkale yerleşim alanını kapsayan harita Çanakkale Belediyesi'nden temin edilmiştir.

CBS çalışmaları şu aşamalarda gerçekleştirilmiştir.

- Arazi gözlemleri,
- Sayısallaştırma çalışmaları,
- 1/5.000 ölçekli haritanın koordinatlarına oturtulması,
- Hava fotoğrafları ile haritanın karşılaştırılması,
- Eleman sınıflarının oluşturulması,
- Veri tabanının oluşturulması,
- Jeoloji haritasının koordinatlarına oturtulması ve hava fotoğrafı ve harita ile karşılaştırılması,
- Tehlikeli bölgeye düşen kısımların ayırt edilmesi.

Arazi Gözlemleri: Arazi gözlemleri, bu çalışmaya temel oluşturacak olan Çanakkale yerleşim alanına ait 1/5000 ölçekli harita üzerinde güncelleme çalışmalarını içermektedir. 2001 yılında hazırlanmış olan bu harita üzerinde son iki yılda olan değişiklikler işaretlenmiş ve düzeltmeler yapılmıştır.

Sayısallaştırma Çalışmaları: Sayısallaştırma işlemi bu çalışmanın en çok emek isteyen kısmını oluşturmaktadır. 1/5.000 ölçekli iki pafta, sayısal

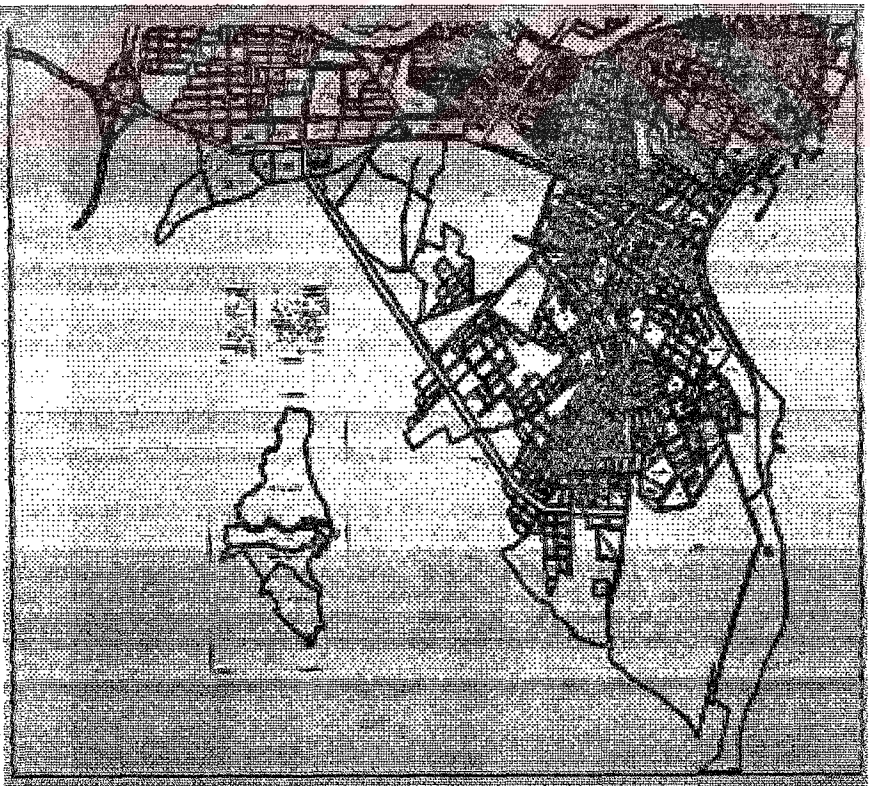
formda olmadıklarından, CBS ortamında kullanılabilmeleri için sayısallaştırılmaları gerekmiştir.

İlk olarak, üzerinde güncellemeler yapılmış, Çanakkale yerleşim alanına ait 1/5.000 ölçekli A0 boyutundaki iki pafta ayrı ayrı taranmıştır. Böylece raster veri olarak sayısallaştırılmış bu paftalar sayısal çizim ve görüntü analiz yazılımları kullanılarak bilgisayar ortamında ada bazında çizilmiştir. Bu yöntemle vektör yapısına dönüştürülen paftalarda, yerleşim alanı, deniz ve kenarlık olmak üzere toplam üç grup veri göz önünde bulundurulmuştur. Bu işlem sırasında paftalardaki gösterimler kullanılarak her bir veri grubu farklı katmanlarda depolanmıştır.

Ayrıca Çanakkale yerleşim alanının zemininin incelenmesi amacıyla, Saner (1985)'in hazırladığı "Saros Körfezi dolayının başlıca çökeltme istifleri ve ana yapıları" başlıklı harita, yine aynı yazılımlar kullanılarak vektör yapısına dönüştürülmüştür.

Coğrafi analiz ve sorgulama işlemleri Intergraph firmasının ürettiği GeoMedia Professional 4.0 (SP1) yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. GeoMedia Professional, bir coğrafi varlığa ait mekansal ve tanımsal bilgileri içeren ve bunları işleyen, farklı programlarda rahatlıkla kullanıma izin veren yapıda bir CBS yazılımıdır. Geoworkspace ve warehouse olmak üzere iki farklı dosya ile çalışır.

Şekil 5.2.1'de gösterilmiş olan vektör yapısında hazırlanmış haritalar öncelikle GeoMedia yazılım ortamına aktarılmıştır. Vektör olarak sayısallaştırma sırasında oluşan açık poligonlar ve kesişmeler düzeltilmiştir. Bu işlem esnasında üç ayrı katmanda saklanmış olan veriler, GeoMedia ortamında aynı katmanda depolanmıştır.



Şekil 5.2.1. Vektör olarak ada bazında sayısallaştırılmış 1/5.000 ölçekli Çanakkale yerleşim alanı haritası

1/5.000 Ölçekli Haritanın Koordinatlarına Oturtulması: 1/5.000 ölçekli Çanakkale yerleşim alanına ait, 2001 yılında hazırlanmış ve arazi gözlemleriyle güncellenmiş olan harita, kentin yapılaşma durumunun ve gelişiminin ortaya konması amacıyla kullanılmıştır.

Vektör yapısında sayısallaştırılmış olan Çanakkale yerleşim alanına ait 1/5.000 ölçekli harita, CBS yazılım ortamında, UTM projeksiyonunda, 35. zonda ve European-1950 jeodetik veri sisteminde koordinatlarına oturtulmuştur.

İlk aşamada, iki pafta halindeki 1/5.000 ölçekli haritanın her bir paftasında, ayrı ayrı, homojen olarak dağılmış kontrol noktaları belirlenmiştir. Belli kavşaklar, sokak ayrımları ve belirgin yapıların köşeleri olarak seçilen, her bir paftadaki 16 noktanın koordinatları hesaplanmıştır. Bilgisayar ortamında çizilmiş olan paftalar üzerinde bu noktalar işaretlenerek değerleri girilmiştir.

Böylece, koordinatlarına oturmuş olan iki paftada, aynı koordinata sahip noktalar çakışmıştır ve doğru yönde yerleşmişlerdir. Bu sayede, bu iki pafta ortak noktalardan birleşip yan yana gelerek bütün bir harita oluşturmuşlardır. Belirlenen noktaların koordinatları elle ölçüm yoluyla hesaplandığı için bazı hatalar ortaya çıkmış ve bu hatalar diğer aşamalara geçmeden önce düzeltilmiştir. Son halini almış olan vektör yapıda hazırlanan 1/5.000 ölçekli çalışma alanına ait harita Şekil 5.2.2’de gösterilmiştir.

Hava Fotoğrafları İle Haritanın Çakıştırılması: Koordinat bilgisi taşıyan 1997 yılına ait iki hava fotoğrafı ile, 2000 yılına ait ve güncellenmiş olan 1/5.000 ölçekli, vektör olarak sayısallaştırılmış yerleşim alanı haritasının üst üste çakıştırılması sayesinde, kentin gelişim yönü belirlenebilmektedir. Ayrıca, yapılan çakıştırma işlemi ile kent yerleşim planının netlik kazanması amaçlanmıştır.



Şekil 5.2.2. CBS ortamında koordinatlarına oturtulmuş ve birleştirilmiş harita

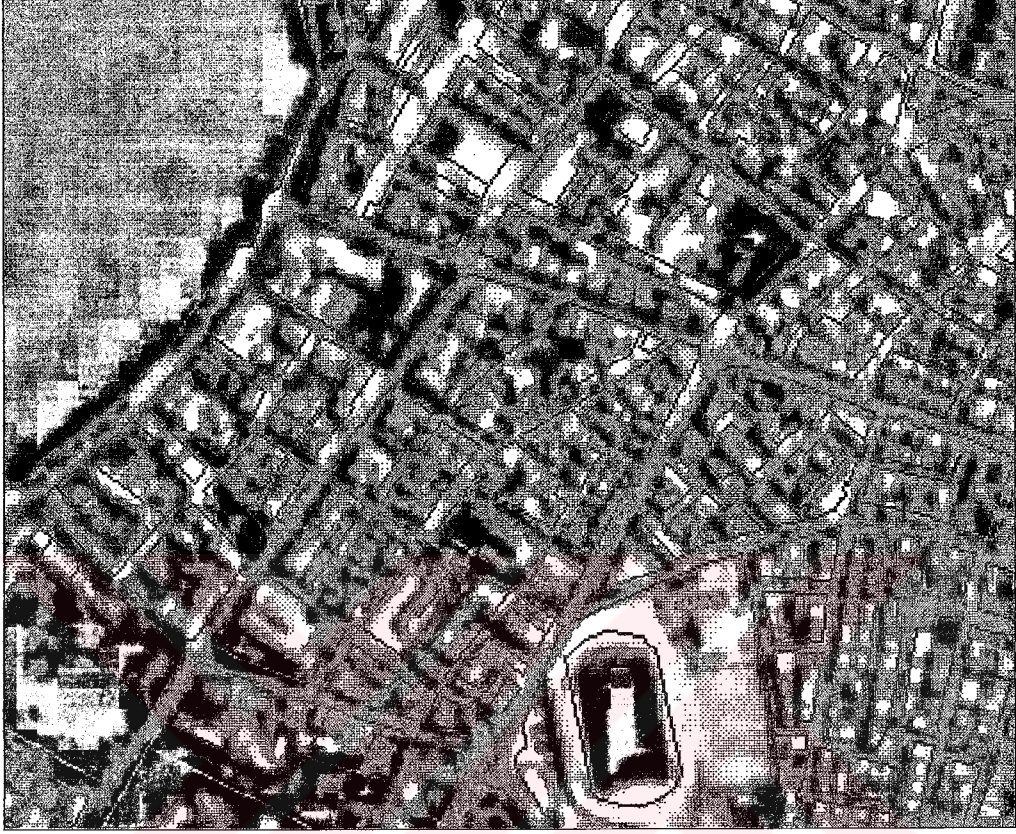
Hava fotoğrafları ile 1/5.000 ölçekli harita, UTM projeksiyonunda, 35. zonda ve European-1950 jeodetik datum sisteminde koordinatlarına oturtulmuştu. Çakışık durumdaki iki hava fotoğrafının bulunduğu pencerede aynı anda, farklı bir katman olarak, 1/5.000 ölçekli harita açıldığında, aynı koordinatlara bilgisini taşıdıklarından dolayı üst üste çakışmışlardır.

Bir önceki basamakta hazırlanmış olan 1997 yılına ait, 1/35.000 ölçekli hava fotoğrafları ile 2000 yılında hazırlanmış ve arazi gözlemleriyle güncellenmiş olan 1/5.000 ölçekli Çanakkale yerleşim alanı haritası üst üste getirildiğinde, haritadaki bazı eksikler ortaya çıkmıştır. Sahil şeridi, yollar ve Sarıçay kenarındaki bu eksikler, CBS ortamında düzeltilmiş ve haritaya son şekil verilmiştir. Hazırlanmış olan görüntü Şekil 5.2.3’de gösterilmiştir.

Hava fotoğrafları ile 1/5.000 ölçekli harita aynı ölçeğe sahip olmadıklarından ve koordinatların elle hesaplanmış olmasından dolayı, harita, hava fotoğrafının üzerine tam olarak oturmamıştır. Fakat bu hatalar, sonraki işlemleri etkileyebilecek büyüklükte değildirler ve ihmal edilmişlerdir.

CBS ortamında düzeltilmiş ada bazında hazırlanmış olan haritadaki her çizginin, bir sonraki basamaklarda kullanılabilmesi için, alan olarak tanımlanması gerekmektedir. Bu amaçla haritanın tümü seçilerek poligon yapısına dönüştürülmüştür.

Çizgi olarak düzenlenmiş haritadaki her nesnenin poligon oluşturabilmesi için kapalı alan yaratması gerekmektedir. Birbiriyle kesişen her çizgi alan oluşturur. Alan oluşturan bu çizgiler poligon yapılmışlardır. Poligon olmayan bölümlerde kesişim noktalarında açıklık var demektir. Bu açıklıklar düzeltilerek poligon yaratmaları sağlanmıştır. Artık haritada bulunan her çizgi poligon oluşturmuş, ayrı alanlar olarak tanımlanmış olur.



Şekil 5.2.3. Hava Fotoğrafları İle Haritanın Çakıştırılma

Eleman Sınıflarının Oluşturulması: Kent Bilgi Sisteminin tam olarak ortaya çıkması için eleman sınıflarının oluşturulması çok önemli bir basamaktır. Bu işlem için öncelikle sınıflara karar verilmiştir. 1/5.000 ölçekli Çanakkale yerleşim alanı haritasında var olan sınıflar değerlendirilmiş ve 38 adet eleman ortaya çıkartılmıştır. Bu elemanlar, yapılaşma sınıfı olarak bir başlık altında toplanmışlardır. CBS ortamında, önceki basamakta hazırlanmış olan hava fotoğrafları da ayrı bir eleman sınıfı olarak değerlendirilmiştir.

Elemanlar oluşturulurken, Çanakkale Belediyesi tarafından hazırlanmış olan haritada bulunan sınıflara sadık kalınmıştır. Ayrıca gelecekte turizm alanı ya da afet planlaması gibi çeşitli amaçlarla kullanılabilmesi için yeni sınıflar eklenmiştir.

Çizelge 5.2.1. Veri Tabanında Oluşturulan Elemanlar ve Bu Elemanlara Dahil Olan Alan Sayısı

Yapılaşma Eleman Sınıfı	
Elemanlar	Alan Sayısı
Akaryakıt istasyonları	4
Askeri alanlar	21
Belediyeye ait alanlar	6
Cezaevi	1
Çöplük alanları	1
Deniz	1
Depolama alanları	13
Dini tesisler	23
Havaalanı	1
İlköğretim tesisleri	23
İskele	2
İtfaiye	1
Karakol	4
Konaklama tesisleri	5
Konut alanları	855
Konut dışı kentsel çalışma	7
Küçük sanayi alanları	45
Lise dengi alanlar	11

Yapılaşma Eleman Sınıfı	
Elemanlar	Alan Sayısı
Mezarlıklar	2
Özel eğitim tesisleri	2
Otogar	1
Otopark	4
Park	121
Pazar alanları	1
Resmi kurum	61
Sağlık tesisleri	16
Sanayi tesisleri	7
Şehitlik	2
Sosyal kültürel tesisler	20
Spor alanları	18
Tek-trafo	1
Ticaret alanları	88
Turizm alanları	29
Üniversite alanları	18
Yeşil alanlar	131
Yurt alanları	16

CBS ortamında koordinatlarına oturtulmuş ve hava fotoğrafları kullanılarak düzeltilmiş haritanın Kent Bilgi Sistemi haline dönüşebilmesi için, üzerine elemanlara ait bilgilerinin ayrı katmanlar halinde eklenmesi gerekmektedir.

Bunun için öncelikle oluşturulacak 38 eleman için boş 38 ayrı katman oluşturulmuştur. Yaratılan her katmana eleman isimleri verilmiştir. Sonraki aşama olarak poligonların ait oldukları elemanlar tanımlanmıştır. Yani, tek katmanda hazırlanmış olan haritadaki her bir poligon ait oldukları eleman katmanlarına atanmışlardır. Böylelikle her katmanda belli sayıda poligon tanımlanmış olur. Örneğin askeri alanlar katmanında 21 adet, konut alanları katmanında 855 adet, yeşil alanlar katmanında 131 adet alan tanımlanmıştır.

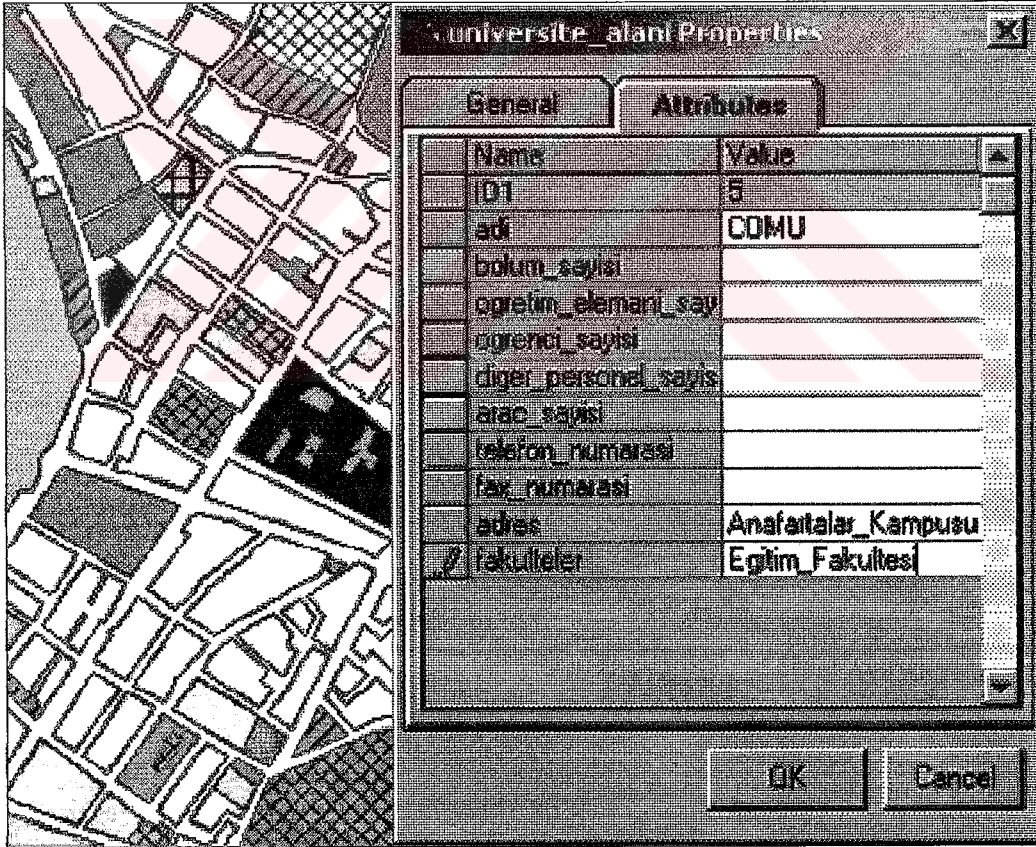
Oluşturulan elemanların her biri farklı bir renkle gösterilmiştir. Böylece Çanakkale Kent Bilgi Sisteminde elemanlar ayırt edilebilir duruma getirilmiştir. Bu elemanlar ve her elemanda bulunan alan sayısı Çizelge 5.2.1’de verilmiştir. Hazırlanmış olan sistem üzerinde çalışma alanı sınırlarını kapsayacak şekilde bir çerçeve oluşturulmuş ve yeni bir katman olarak çalışmaya eklenmiştir.

Veri Tabanının Oluşturulması: CBS’nin en önemli özelliklerinden biri her an güncellenebilen bir veri tabanı oluşturulmasına olanak sağlamasıdır. Gelecekte farklı amaçlarla ve farklı programlarda kullanılabileceği düşünülerek, bunlara izin veren Access veri tabanı yapısı ile çalışılmıştır.

Çanakkale Kent Bilgi Sisteminin son aşaması olarak elemanlara ait öznitelik bilgileri eklenmiştir. Bu işlem için öncelikle elemanlara ait öznitelik bilgileri belirlenmiştir. Öznitelik bilgilerinin belirlenmesinde gözönünde bulundurulmuş unsurlar, Başbakanlık Kriz Yönetim Durum Değerlendirme Merkezi (2001) tarafından hazırlanmış afet planında öncelikli olan unsurlardır. Hastanelerde bulunan yatak ve doktor sayıları ya da resmi kurumlarda bulunan iş makineleri sayısı öznitelik bilgilerine birer örnek olarak verilebilir.

CBS ortamında, ayrı katmanlar halinde hazırlanmış olan her bir eleman sınıfına ait öznitelik bilgileri tek tek girilmiştir. 1/5.000 ölçekli harita ve Çanakkale Gündem Raporundan elde edilen, her sınıfın niteliğine göre farklı sayıda belirlenmiş öznitelik bilgilerinin karşılığı olan bazı veriler (üniversite adı: ÇOMÜ) veri tabanına aktarılmıştır. Şekil 5.2.4’de örnek olarak üniversite elemanı için oluşturulan veri tabanı verilmiştir.

Böylece Çanakkale Kent Bilgi Sistemi, CBS ortamında güncellenebilir ve sorgulanabilir bir yapıya getirilmiştir.



Şekil 5.2.4. Çanakkale Kent Bilgi Sisteminde sorgulanabilir veri tabanı

Jeoloji Haritasının Koordinatlarına Oturtulması Ve Hava Fotoğrafı ve Harita İle Çakıştırılması: Saner tarafından 1985 yılında yapılan “Saros Körfezi dolayının çökme istifleri ve tektonik yerleşimi” başlıklı çalışmada, Çanakkale yerleşim alanının bulunduğu bölgenin jeolojik yapısını veren bir harita bulunmaktadır. Bu harita, çalışmada kullanılan jeolojik verinin tümünü oluşturmaktadır.

Saner (1985) tarafından hazırlanmış olan “Saros Körfezi dolayının başlıca çökme istifleri ve ana yapıları” başlıklı, vektör olarak sayısallaştırılmış olan haritanın, CBS yapısında kullanılabilmesi için koordinatlarına oturtulması gerekmektedir.

İlk olarak, taranmış ve vektör yapısında hazırlanmış olan harita, UTM projeksiyonunda, 35. zonda ve European-1950 jeodetik datum sisteminde CBS ortamına aktarılmış ve daha önce aynı ortamda hazırlanmış olan koordinatlı bir Türkiye haritası yardımıyla, haritadan haritaya koordinat yerleştirme işlemi uygulanmıştır. Bu işlem sırasında, koordinatları oturtulmuş olan haritadaki kontrol noktaları işaretlenmiş ve bu noktalar koordinatlı harita üzerinde bulunarak kaydedilmiştir. Böylece hiç bir koordinat bilgisi taşımayan haritanın üzerine, diğer koordinatlı haritanın koordinat bilgileri yerleştirilmiş ve koordinatlı jeoloji haritası elde edilmiştir.

Bu bilgilerinin doğru taşınabilmesi için seçilen noktaların kesinliği önemlidir. Bu nedenle, kontrol noktaları, her iki görüntüde, yol kenarlarında, nehirlerde ve kolayca gözle ayırt edilebilen coğrafik ve topoğrafik özelliklerin bulunduğu noktalarda seçilmelidir.

Bir sonraki aşamada, koordinatlandırılmış ve CBS ortamında kullanılabilir hale getirilmiş olan jeoloji haritası, kent bilgi sisteminin bulunduğu ortama, daha önce hazırlanmış olan yapılaşma sınıfına, jeoloji sınıfı, yani yeni bir katman olarak eklenmiştir. Bu yapı Şekil 5.2.5’de gösterilmiştir.



Şekil 5.2.5. Jeoloji haritasının koordinatlarına oturtulduktan sonra hava fotoğrafı ile çakıştırılması

Tehlikeli Bölgeye Düşen Kısımların Ayırt Edilmesi: CBS ortamında çakıştırılan harita, hava fotoğrafları ve jeoloji haritası üzerinde incelemeler sonucunda, jeoloji haritası üzerinde çeşitli düzeltmeler yapılmış ve deprem açısından tehlikeli bölgeler belirlenmiştir.

Saner (1985) tarafından hazırlanmış jeoloji haritasında, Çanakkale yerleşim alanının büyük bir bölümünün Sarıçay'ın getirdiği birikintilerden oluşan taneli, çimentolanmamış malzemeden belirtilmektedir. Üzerinde görüntü iyileştirme işlemleri uygulanmış hava fotoğraflarında yapılan incelemede, deniz seviyesindeki bölgeler işaretlenmiştir. Seçilen bölgeler ile jeoloji haritası katmanı çakıştırıldığında, bu bölgelerin alüvyon olarak adlandırılan litolojik birim üzerinde olduğu görülmüştür. Arazi gözlemleriyle de doğrulanarak jeoloji haritası üzerinde düzeltmeler yapılmıştır.

1/50.000 ölçekli jeoloji haritası ile 1/35.000 ölçekli hava fotoğraflarının çakıştırılmasında hatalar ortaya çıkması beklenen bir durumdu. Ancak kullanılan ölçekler gözönünde bulundurulduğunda bu hataların çok fazla olmadığı görülmüştür. Buna karşın, hava fotoğrafları üzerinde daha ayrıntılı bilgi bulunduğundan, hava fotoğraflarıyla belirlenen bölgeler, alüvyon birim deprem açısından tehlikeli bölgeler olarak seçilmiştir.

Seçilen bölgeler alüvyon katmanı olarak diğer elemanlara eklenmiştir. Böylece, 38 adet eleman, bir adet çalışma alanını kapsayan çerçeve, iki adet hava fotoğrafı ve alüvyon katmanı ile 42 katmandan oluşan bir CBS elde edilmiştir. Bu sistem üzerine alüvyon katmanı için *alana göre yersel filtreleme* fonksiyonu uygulanmış ve alüvyon birimde bulunan yerleşim alanları ortaya çıkarılmıştır. Şekil 5.2.6'da alüvyon birime düşen kısım gösterilmiştir.



Şekil 5.2.6. Çanakkale yerleşim alanında alüvyon birime düşen kısımların ayırt edilmesi

5.3. DETERMİNİSTİK YÖNTEMLE SİSMİK TEHLİKE ANALİZİ

Bu çalışmada, Çanakkale yerleşim alanını etkileyeceği düşünülen ve bölüm 4.3’de açıklandığı gibi Bettemir (2000) ve Acartürk (2000) tarafından incelenen 5 adet deprem kaynağı ele alınmıştır.

Deprem kaynak alanı olarak seçilen yerlerin Çanakkale yerleşim alanına olan uzaklıkları ölçülmüştür. Saros-Gaziköy fayı, Etili fayı, Sarıköy fayı, Yenice-Gönen fayı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası ve Diri Fay Haritası’ndan da görüldüğü üzere tek bir çizgi kaynak olarak değerlendirilebilir. Bahsedilen bu 4 kaynak için, fayın iki ucundan, orta noktasından Çanakkale yerleşim alanına en yakın uzaklıkları ölçülmüştür. Çan-Biga fay zone, kırık bir çok faydan oluştuğu için, her bir fayın uç noktalarından olan mesafe ve bu faylar topluluğunun Çanakkale yerleşim alanına olan uzaklıklar ölçülmüştür. Bu çalışmada, ölçülen bu değerlerden en yakın uzaklıklar kullanılmıştır.

Çizelge 5.3.1. Çanakkale il sınırları içinde bulunan faylar, çalışma alanına olan uzaklıkları ve bu faylarda daha önce olmuş ya da gelecekte beklenen en yüksek deprem büyüklükleri

Kaynak Yerleri	Çanakkale yerleşim alanına uzaklıkları (km)	Beklenen En Yüksek Deprem Büyüklükleri (Magnütüd)
Saros-Gaziköy Fayı	59.7	7.4
Etili Fayı	31.2	7
Sarıköy Fayı	65.7	6.3
Yenice-Gönen Fayı	70.5	7.5
Çan-Biga Fay Zonu	57.8	7.4

Sözedilen bu 5 kaynağın Çanakkale yerleşim alanına olan en yakın uzaklıkları Çizelge 5.3.1' de gösterilmektedir. Ayrıca bu çizelgede, her bir deprem kaynağı için, Acartürk (2000) ve Bettemir (2000) tarafından belirtilen, daha önce olmuş ve ileride olabilecek olan en yüksek deprem büyüklükleri de yer almaktadır.

Bu aşamada, ele alınan kaynak alanlarda meydana gelebilecek depremlerin Çanakkale yerleşim alanına etkisiyle zeminde oluşacak hareketin tahmini için kullanılacak değişkenin belirlenmesi gerekmektedir. Çalışmada kuvvetli yer hareketi değişkenlerinden olan *en büyük yatay zemin ivmesi* (pha)'nin kullanılması benimsenmiştir. Deprem kaynaklarında oluşacak belirli büyüklükteki depremlerin yerleşim yerine etkisinin uzaklığa bağlı olarak azalacağı (sönümleneceği) açıktır. En büyük yatay zemin ivmesi (pha) değişkeninin alabileceği değerler, deprem kaynaklarında oluşacak deprem büyüklüğü ile, kaynakların yerleşim yerine olan uzaklığının bir fonksiyonu olarak saptanabilmektedir. Bu amaçla, değişik araştırmacılar tarafından, azalım ilişkisini veren çeşitli fonksiyonlar geliştirilmiştir (Ayday ve ark., 2001).

Bu çalışmada üç farklı fonksiyon seçilmiş ve kaynak fayların Çanakkale yerleşim alanındaki etkileri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Seçilen fonksiyonlar Aydan ve ark. (1996), Fukushima-Tanaka (1992) ve İnan ve ark. (1996)'na ait olan fonksiyonlardır. Aydan ve ark. (1996) ve İnan ve ark. (1996) tarafından geliştirilen azalım fonksiyonlarının seçilmesinin nedeni, fonksiyonların geliştirilmesinde kullanılan verilerin Türkiye'ye ait olmasıdır. Çalışmada kullanılan en büyük yatay yer ivmesi azalım ilişki fonksiyonları;

a. Aydan ve ark. (1996) ivme azalım ilişki fonksiyonu

$$pha_{maks} = 2.8 (e^{0.9M} e^{-0.025R} - 1)$$

R : Deprem odağının çalışılan yere uzaklığı (km cinsinden),

M : Deprem büyüklüğü (yüzey dalgası cinsinden)

(Ayday ve ark., 2001)

b. İnan ve ark. (1996) ivme azalım ilişki fonksiyonu

$$\log \text{pha}_{\text{maks}} = 0.65 M - 0.9 \log R - 0.44$$

R : Deprem odağının çalışılan yere uzaklığı (km cinsinden),

M : Deprem büyüklüğü (yüzey dalgası cinsinden)

(Ayday ve ark., 2001)

c. Fukushima-Tanaka (F-T) (1992) ivme azalım ilişki fonksiyonu

$$\log \text{pha}_{\text{maks}} = 0.42 M_w - \log (D + 0.025 \times 10^{(0.42 M_w)}) - 0.0033 D + 1.22$$

R : Deprem odağının çalışılan yere uzaklığı (km cinsinden),

M : Deprem büyüklüğü (yüzey dalgası cinsinden)

(Ayday ve ark., 2001)

Seçilen bu fonksiyonlar ile, her bir deprem kaynağı için, Acartürk (2000) ve Bettemir (2000) tarafından belirtilen, deprem büyüklükleri ve kaynak yerlerinin Çanakkale yerleşim alanına olan uzaklıkları kullanılarak, çalışma alanı için zeminde oluşacak davranışa etki edecek en büyük yatay yer ivmesi belirlenmiştir. Bu değer gal (yerçekimi ivmesi, 981 cm/s^2) cinsinden hesaplanmıştır.

Farklı araştırmacılara ait ivme azalım fonksiyonları farklı sonuçlar vermektedir. Bunun nedeni bazı araştırmacıların azalım fonksiyonlarının deprem büyüklüğüne duyarlı, bazılarının ise uzaklığa duyarlı olmasıdır. Bu nedenle çalışma kapsamında 3 farklı araştırmacının ivme azalım fonksiyonları ayrı ayrı ele alınmış ve kaynak alanların etkisi bulunmuştur. Her kaynak alanı için bulunan ivme azalım fonksiyon değerlerinin sonuçlarının aritmetik ortalaması alınmıştır. Böylece uzaklık ve deprem büyüklüğüne dayalı azalım ilişkileri birlikte değerlendirilmiştir.

Elde edilen yatay yer ivmesi değerleri Çizelge 5.3.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.3.2 Deterministik yöntemle sismik tehlike analizine göre, deprem kaynak yerlerinin Çanakkale yerleşim alanını pha değişkeni açısından etkileme değeri

Kaynak Yerleri	R(km)	M(max)	pha			
			Aydan	İnan	F-T	Ort
Saros-gaziköy fayı	60	7.4	0.485	0.588	0.147	0.407
Etili fayı	31	7	0.700	0.586	0.216	0.501
Çan-biga fayı	58	6.3	0.188	0.117	0.685	0.124
Sarıköy fayı	66	7.5	0.457	0.627	0.140	0.408
Yenice-gönen fayı	70	7.4	0.377	0.512	0.123	0.723

5.4 OLASI BİR DEPREMDE BEKLENEN HASARLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ ÇALIŞMALARI

Çalışmanın bu bölümünde, Çanakkale yerleşim alanında, olası bir depremde maliyet açısından beklenen hasarlar, olasılık yöntemler kullanılarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada, çalışma alanının depremselliği ve yapıların kullanım amaçları göz önünde bulundurulmuştur. Bu bölümde, Çanakkale yerleşim alanının hasar görebilirlik oranı hakkında fikir oluşabilmesi amacıyla maliyet açısından beklenen hasar değeri hesaplanmaya çalışılmıştır.

Maliyet açısından hasar görebilirlik; mevcut yapı stokunun incelenerek yapı tipi haritalarının çıkartılması, her bir yapı tipi için “hasar görebilirlik” oran ve ihtimallerinin yöresel verilere dayalı olarak belirlenmesi, mevcut altyapı

şebekeleri ve ulaşım sistemlerinin depremde etkilenme durumu ve oranlarının belirlenmesi, emniyet, itfaiye, hastane bina donanımları gibi kritik birimlerin depremde etkilenme durumlarının belirlenmesi gibi faktörlerin incelenmesiyle belirlenir (Erdik ve ark., 1996).

Olası bir depremde ortaya çıkacak hasarın yapıların durumuna göre toplam maliyet değeri, o bölgenin hasar görülebilirlik durumunun ortaya çıkmasında önemli rol oynamaktadır. Bu değer Laird ve ark. (1979)'na ait olan ve denk.5.4.1'de gösterilen bağıntı kullanılarak hesaplanmıştır;

$$\text{Beklenen hasar maliyeti (1/m}^2\text{)} = \frac{\text{Yapının birim maliyeti TL/m}^2 \times \text{Tamir maliyet oranı} \times \text{Olayın bir yılda olma olasılığı}}{\text{Amortisman}} \quad \text{Denk. 5.4.1}$$

Öncelikle 1 m² için beklenen hasar maliyetinin hesaplanmasında gerekli olan bilgiler elde edilmiştir. Yapıların birim maliyeti, 10 Şubat 2001 tarih ve 24314 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan ve Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından hazırlanan verilerden derlenmiştir. 2001 yılı için verilen bu değerler 1.65 ile çarpılarak 2002 fiyatları elde edilmiştir.

2002 yılı yapı yaklaşık birim maliyetleri için, yapının mimarlık hizmetlerine esas olan sınıfı dikkate alınarak inşaat genel giderleri ile yüklenici karı dahil belirlenerek hazırlanmış olan değerler kullanılmıştır. Çanakkale Kent Bilgi Sistemi yapısında oluşturulan elemanlara ait veriler değerlendirilerek “yapıların birim maliyeti” için yeni bir sınıflandırma yapılmıştır. Bu sınıflandırma Çizelge 5.4.1'de gösterilmiştir.

Amortisman değeri ve tamir maliyet oranı Laird ve ark. (1979) tarafından kullanılan değerlerle aynıdır. Amortisman değeri 0.1 olarak alınmıştır.

Bu değer daha yüksek ya da daha düşük olduğunda gerçek değerlerle uyuşan sonuçlar vermemektedir.

Çizelge 5.4.1. Yapı Sınıflarına Göre Yapıların Birim Maliyetleri

Yapı Sınıfları	Yapıların Birim Maliyeti (TL/m²)	Eleman Sınıfları	
A	57.750	Depolama alanları	
B	123.750	Otogar Otopark	
C	202.950	4 kata kadar olan konutlar Küçük sanayi bölgesi Pazar alanları Spor alanları 3 kata kadar olan ticaret alanları	
D	231.000	Akaryakıt istasyonları Askeri alanlar, karakollar Resmi kurumlar, belediye Okullar İtfaiye	Asansörlü konutlar ve ticaret alanları Sosyal-kültürel tesisler Yurt alanları
E	260.700	Cezaevi İskele	Hkmet konağı Sağlık ocakları Sanayi tesisleri
F	346.500	Dini tesisler Konaklama tesisleri Hastane	
G	429.000	niversite	
H	519.750	Alışveriş merkezi Turistik alanlar	

Laird ve ark. (1979) tarafından yapılan çalışmada tamir maliyet oranları, MM ölçeğinde deprem şiddetlerine göre sınıflandırılmıştır. Ayrıca, bu şiddetlerin hangi deprem büyüklüklerine (magnütüd) karşılık geldiği de aynı çalışmada verilmiştir. Bu değerler Çizelge 5.4.2’de verilmiştir.

Çizelge 5.4.2. Deprem Şiddetine Göre Yapıların Tamir Maliyet Oranları (Laird ve ark., 1979)

Magnütüd	Mercalli Ölçeğinde Şiddet	Tamir Maliyet Oranı (%)
5.5	VI	1
6	VII	5
6.5	VIII	15
7	IX	35
7.5	X	50

Denklem 5.4.1’de verilen bağıntı kullanılarak m^2 başına beklenen hasar maliyetinin hesaplanabilmesi için gerekli olan olayın bir yılda olma olasılığı değerleri Acartürk (2000) tarafından yapılan çalışmada verilen dönme periyodu değerlerinden elde edilmiştir. Burada dönme periyodu olayın kaç yılda bir tekrarlandığını göstermektedir. *1/ dönme periyodu*, olayın bir yılda olma olasılığını verir. Çanakkale yerleşim alanı için deprem büyüklüklerine göre dönme periyotları ve bir yılda olma olasılıkları Çizelge 5.4.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.4.3. Çanakkale İçin Deprem Büyüklüklerine Göre Dönme Periyotları

Magnütüd	Dönme Periyodu	Bir Yılda Olma Olasılığı (1/ Dönme Periyodu)
5.5	13.0	0.076923077
6.0	24.6	0.040650407
6.5	46.8	0.021367521
7.0	89.1	0.011223345
7.5	169.3	0.005906675

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından hazırlanan ve yapı sınıflarına göre tekrar sınıflandırılan yapıların birim maliyetleri (TL/m²), Laird ve ark. (1979) tarafından kullanılan amortisman ve tamir maliyet oranları ve Acartürk (2000) tarafından verilen dönme periyodu değerleri kullanılarak 1 m² için hasar maliyeti değerleri hesaplanmıştır.

Elde edilen 1 m² için hasar maliyeti değerlerinin toplam alan ile çarpılmasıyla toplam hasar maliyetine elde edilebilir. Bu amaca ulaşmak için Çanakkale Kent Bilgi Sistemi kullanılmıştır. CBS yazılım ortamında alüvyon birim üzerinde bulunan yerleşim alanlarının ortaya çıkarılması için filtreleme uygulanan bölgede kalan elemanların toplam alanları, CBS ortamında analiz yapılmasıyla mümkün olmuştur.

Bu işlemin yapılabilmesi için yapı sınıflarının bu sisteme eklenmesi gerekmektedir. CBS ortamında 8 adet yeni katman yaratılmıştır. Bu katmanların her biri bir yapı sınıfını göstermektedir. Elemanlara (Çizelge 5.4.2) dahil olan alanlar, ait oldukları yapı sınıflarına atanarak beklenen hasar değerlerinin dağılımını gösteren yeni bir sistem elde edilmiştir (Şekil 5.4.1). Bu sistemde her bir alanın kaç m² olduğunu bulmak için tek tek toplamak yerine, alanları

birleştirme fonksiyonu kullanılarak elemanlara dahil alanların tek bir alan olarak görünmesi sağlanmıştır. Her eleman için ayrı ayrı bu fonksiyon kullanılarak, analiz fonksiyonu ile kapladıkları alan m^2 cinsinden bulunmuştur. Sistemin başka amaçlarla kullanılabilmesi için alanlar tekrar ayrılmıştır.

Böylece 8 adet elemanın kapladıkları toplam alan bulunmuş olur. Denklem 5.4.1 kullanılarak hesaplanan 1 m^2 için beklenen hasar değerleri, toplam alanlarla çarpılarak toplam beklenen hasar değerleri bulunmuştur.

Birim m^2 için yapılan beklenen hasar değerleri, CBS ortamında yapılan analiz ile ortaya çıkan toplam alan büyüklükleri ile çarpılmış ve her eleman için toplam hasar elde edilmiştir.

Böyle bir çalışma Türkiye için ayrıntılı olarak henüz yapılmamıştır. Erdik ve ark. (1996) tarafından yapılan çalışmada tamir maliyet oranları ve % hasar seviyeleri, çok katlı, orta yükseklikte betonarme binalar için ülkemizde meydana gelen depremlerde gözlenmiş hasarlar, diğer benzer gelişmişlik düzeyindeki ülkelerde elde edilen veri ve tecrübeler birleştirilerek elde edilmiştir. Bu verilere dayanılarak, Erdik ve ark. (1996) tarafından verilen tamir maliyet oranları ve % hasar seviyeleri kullanılarak, ileride oluşabilecek bir depremde ortaya çıkacak hasarlı bina sayıları hesaplanmıştır.

Çizelge 5.4.4. Hasar Durumlarına Göre Yapıların Tamir Maliyet Oranları (Erdik ve ark., 1996)

Hasar Seviyesi	Tamir Maliyet Oranı	MSK-ŞİDDETİ			
		VI	VII	VIII	IX
Hasarsız-Az Hasarlı	0-0.1 arası	%91	%78	%50	%28
Az-Orta Hasarlı	0.1-0.5 arası	%7	%17	%37	%50
Ağır Hasar-Göçme	0.5-Tamir edilemez	%2	%5	%13	%22

Çizelge 5.4.4’de verilen değerler kullanılarak ileride oluşabilecek bir depremde ortaya çıkacak hasarlı bina sayılarına ulaşmak için aşağıdaki bağıntı kullanılmıştır.

$$\frac{\text{Hasarlı Bina Sayısı}}{\text{Bina Sayısı}} = \frac{\text{Bina Sayısı}}{\text{Bina Sayısı}} \times \text{MSK Şiddetine Göre Hasar (\%)} \quad \text{Denk. 5.4.2.}$$

DİE, 2000 yılı verilerinde Çanakkale yerleşim alanında bulunan, 21.556 olarak verilen bina sayısı, Çizelge 5.4.4’de gösterildiği gibi, hasar seviyeleri ve MSK şiddetine göre hasar yüzdeleri kullanılarak hasarlı bina sayısı hesaplanmıştır.

Bu çalışmada, sadece eldeki veriler değerlendirilmiştir. Çanakkale yerleşim alanı için zemin etüdüleri, bina etüdüleri ve altyapı durumları ile ilgili faktörler gözönünde bulundurulmamıştır. Ayrıca olası bir deprem sonucu ortaya çıkabilecek can kaybı bu çalışmaya dahil edilmemiştir.

6. BULGULAR

Bu bölümde, dört aşamada gerçekleştirilen UA ve CBS yöntemlerinin Çanakkale yerleşim alanına uygulanması çalışmalarında elde edilen bulgular yer almaktadır.

Harita Genel Komutanlığı'ndan temin edilen 1/35.000.000 ölçekli 4 adet steryoskopik, siyah-beyaz hava fotoğrafları üzerine görüntü iyileştirme teknikleri uygulanmıştır. Çanakkale yerleşim alanını kapsayan ve en çok ayrıntının gözlenebildiği iki hava fotoğrafı seçilerek koordinatlarına oturtulup üst üste çakıştırılmıştır. Çalışma alanının zemininin büyük bir bölümünü oluşturan alüvyon birim elde edilen bu görüntü üzerinde çizilmiştir.

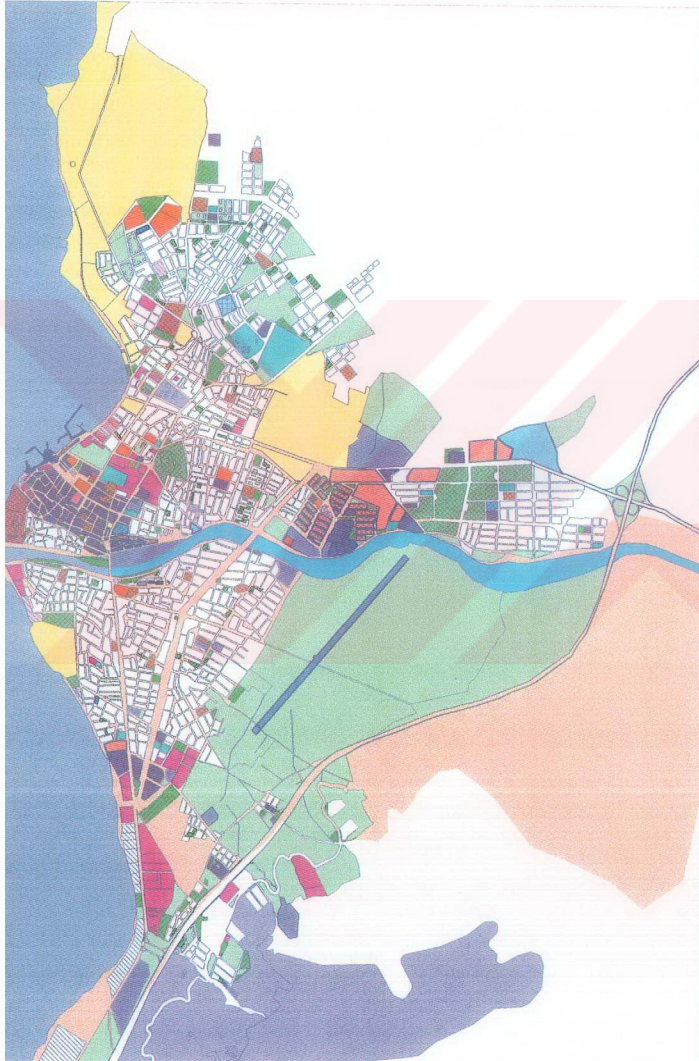
İkinci aşama olarak, uygulanan CBS yönteminde, sayısallaştırılmış 1/5.000 ölçekli harita üzerinde 38 adet eleman sınıfı belirlenmiş ve bunlara bağlı veri tabanı oluşturulmuştur. Böylece elde edilen Çanakkale Kent Bilgi Sistemi, ada bazında ve güncelleme ve sorgulamalara izin veren bir yapıda hazırlanmıştır. Bu sistem Şekil 6.1'de gösterilmiştir.

Hava fotoğrafları üzerinde çizilmiş olan alüvyon birim ile Kent Bilgi Sistemi çakıştırılmış ve bu katman için *alana göre yersel filtreleme* fonksiyonu uygulanarak alüvyon birimde bulunan yerleşim alanları ortaya çıkarılmıştır. Çanakkale Kent Bilgi Sistemine eklenmiş bu yeni katmanla, alüvyon birime düşen hasar görebilecek yerleşim alanlarının görüldüğü yapı Şekil 6.2'de verilmiştir.

Poisson denklemleri kullanılarak deprem şiddetlerine göre birim m^2 başına beklenen hasar maliyetleri hesaplanmıştır. Filtreleme sonucu kalan bölgede, her bir eleman için alana göre analiz yöntemiyle toplam kapladıkları alanlar m^2 cinsinden bulunmuştur. Bir önceki basamakta 1 m^2 için elde edilmiş olan değerler toplam alan ile çarpıldığında, her bir elemanda ortaya çıkması beklenen hasar maliyeti değerlerine ulaşılmıştır. Beklenen hasar değerlerinin dağılımı Şekil 6.3'de gösterilmiştir. Bu değerler Çizelge 6.1 ve 6.2'de verilmiştir.

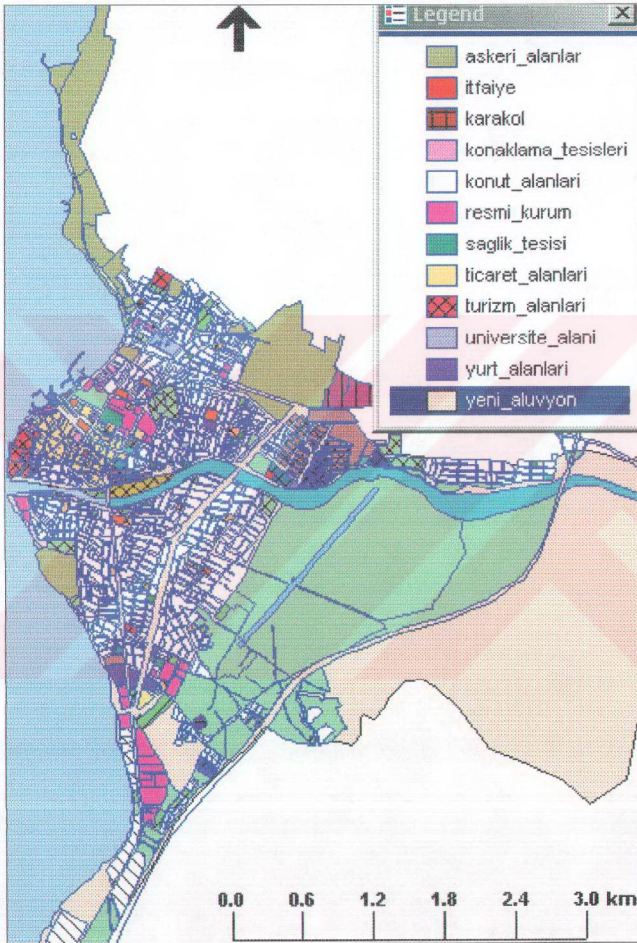


ÇANAKKALE KENT BİLGİ SİSTEMİ

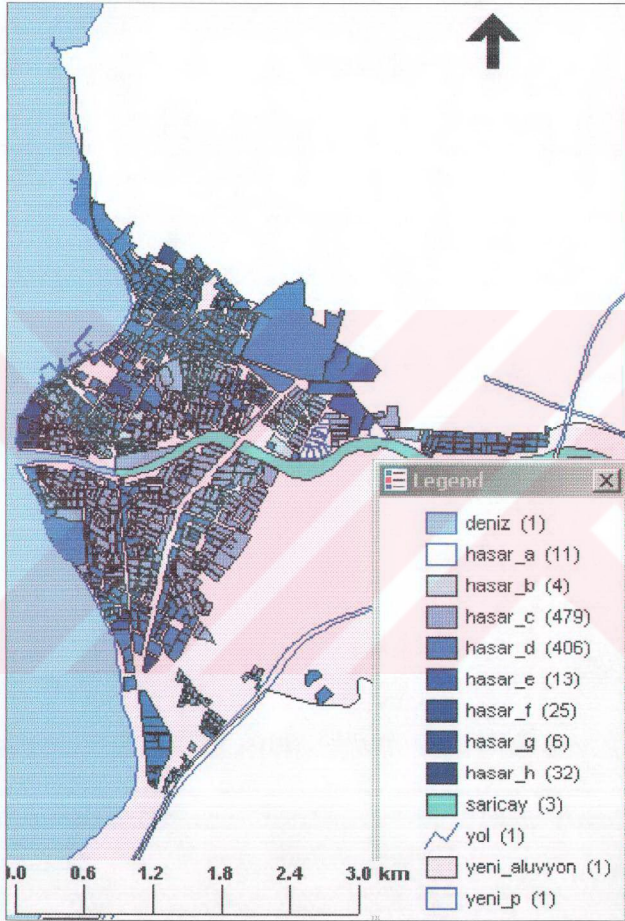


- akaryakıt_tesisyonları
- askeri_alanlar
- belediye
- cezaevi
- copluk_alani
- deniz
- depolama_alani
- dini_tesis
- havaalanı
- ilkogretim_tesisleri
- iskele
- itfaiye
- karakol
- konaklama_tesisleri
- konut_alanları
- konutdisi_kentsel_calisi
- kucuk_sanayi_alani
- lise_dengi_alanlar
- mezarliklar
- ozel_egitim_tesisleri
- otogar
- otopark
- park
- pazar_alani
- resmi_kurum
- saglik_tesisleri
- sanayi_tesisleri
- saricay
- sehitlik
- sosyal_kulturel_tesisleri
- spor_alani
- tek_trafo
- ticaret_alanları
- turizm_alanları
- universite_alani
- yesil_alan
- yurt_alanları
- yol
- yeni_aluvyon
- yeni_p

0.0 0.3 0.6 0.9 1.2 1.5 km



Şekil 6.2. CBS ortamında alüvyon birim içinde farklı yapı elemanları



Şekil 6.3. CBS ortamında oluşturulan birim alan maliyetlerine göre beklenen hasar değerleri dağılımı

Çizelge 6.1. Deprem büyüklüklerine göre birim m² başına beklenen hasar maliyetleri

Maliyet açısından 1 m ² 'de beklenen hasar										
1 yılda deprem olma olasılığı	% hasar-maliyet oranı	Magnütüd	A	B	C	D	E	F	G	H
1/13	0,01	5,5	445.000 TL	950.000 TL	1.6 milyon TL	1.8 milyon TL	2 milyon TL	2.7 milyon TL	3.3 milyon TL	4 milyon TL
1/24.6	0,05	6	1.2 milyon TL	2.5 milyon TL	4.1 milyon TL	4.7 milyon TL	5.3 milyon TL	7 milyon TL	8.7 milyon TL	10.6 milyon TL
1/46.8	0,15	6.5	1.9 milyon TL	4 milyon TL	6.5 milyon TL	7.4 milyon TL	8.4 milyon TL	11.1 milyon TL	13.8 milyon TL	16.7 milyon TL
1/89.1	0,35	7	2.3 milyon TL	4.9 milyon TL	8 milyon TL	9.1 milyon TL	10 milyon TL	13.6 milyon TL	16.9 milyon TL	20.4 milyon TL
1/169.3	0,5	7.5	1.7 milyon TL	3.7 milyon TL	6 milyon TL	6.8 milyon TL	7.7 milyon TL	10.2 milyon TL	12.7 milyon TL	15.4 milyon TL

Çizelge 6.2. Deprem büyüklüklerine göre toplam beklenen hasar maliyetleri

Maliyet açısından toplam beklenen hasar										
1 yılda deprem olma olasılığı	% hasar-maliyet oranı	Magnitüd	A	B	C	D	E	F	G	H
1/13	0,01	5,5	24,9 milyar TL	35,9 milyar TL	2,7 trilyon TL	4,3 trilyon TL	518,4 milyar TL	160,2 milyar TL	101,9 milyar TL	507,7 milyar TL
1/24,6	0,05	6	65,7 milyar TL	94,9 milyar TL	7,3 trilyon TL	11,3 trilyon TL	1,4 trilyon TL	423,3 milyar TL	269,4 milyar TL	1,4 trilyon TL
1/46,8	0,15	6,5	103,6 milyar TL	149,6 milyar TL	11,5 trilyon TL	17,9 trilyon TL	2,2 trilyon TL	667,6 milyar TL	424,8 milyar TL	2,1 trilyon TL
1/89,1	0,35	7	126,9 milyar TL	183,4 milyar TL	14,2 trilyon TL	21,9 trilyon TL	2,7 trilyon TL	818,2 milyar TL	520,6 milyar TL	2,6 trilyon TL
1/169,3	0,5	7,5	95,4 milyar TL	137,4 milyar TL	10,6 trilyon TL	16,5 trilyon TL	2 trilyon TL	615,1 milyar TL	391,4 milyar TL	1,9 trilyon TL

Deprem büyüklüklerine göre birim m² ve toplam alan için elde edilen değerler Çizelge 6.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 6.3. Deprem büyüklüklerine göre bütün yapı sınıflarında beklenen hasar maliyetleri toplamı

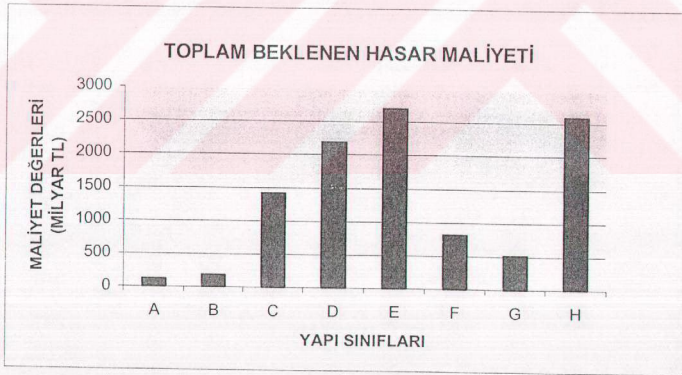
1 yılda deprem olma olasılığı	% Tamir maliyet oranı	Magnütüd	Birim m ² İçin Toplam Hasar Maliyeti	Toplam Alan İçin Toplam Hasar Maliyeti
1/13	0,01	5.5	17 milyon TL	8.4 trilyon TL
1/24.6	0,05	6	44 milyon TL	22 trilyon TL
1/46.8	0,15	6.5	70 milyon TL	35 trilyon TL
1/89.1	0,35	7	85 milyon TL	43 trilyon TL
1/169.3	0,50	7.5	64 milyon TL	32 trilyon TL

Çizelge 6.4 Olası bir depremde ortaya çıkabilecek hasarlı bina sayısı

MSK Şiddeti	Bina Sayısı	Hasarsız-Az Hasarlı Bina Sayısı	Az-Orta Hasarlı Bina Sayısı	Ağır Hasarlı Bina Sayısı
VI	21556	19.615,96	1.508,92	431,12
VII	21556	16.813,68	3.664,52	1.077,8
VIII	21556	10.778	7.975,72	2.802,28
IX	21556	6.035,68	10.778	4.742,32

Olası bir depremde beklenen hasarlı bina sayısı Erdik ve ark. (1996) tarafından yapılan çalışmada verilen hasar seviyesi ve MSK şiddetine göre % hasar yüzdeleri ile denk. 5.4.2 kullanılarak hesaplanmıştır. Çok katlı, orta yükseklikte betonarme binalar için yapılan bu hesaplamada bulunan değerler Çizelge 6.4'de verilmiştir.

Çalışma alanını etkileyeceği düşünülen 5 adet deprem kaynağı ele alınarak deterministik yöntemle sismik tehlike analizi uygulanmıştır. Çalışma alanı için zeminde oluşacak davranışa etki edecek en büyük yatay yer ivmesi üç ayrı fonksiyon kullanılarak belirlenmiş ve bunların aritmetik ortalamaları alınmıştır (Çizelge 5.3.2). Elde edilen değerlerden en yüksek olan Etili Fayı için hesaplanan **0.501 g** büyüklüğündeki yatay yer ivmesidir. Bu değerlere göre en Etili Fay'ında oluşması muhtemel 7 büyüklüğünde bir depremde ortaya çıkması beklenen hasar maliyet değerleri grafiği Şekil 6.4'de verilmiştir.



Şekil 6.4. 7 Büyüklüğünde Bir Depremde Ortaya Çıkması Beklenen Hasar Maliyet Değerleri

7. ÇANAKKALE YERLEŞİM ALANINDA CBS YÖNTEMİ İLE OLASI BİR DEPREMDE BEKLENEN HASARLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Çanakkale yerleşim alanında olası bir depremde beklenen hasarın değerlendirilebilmesi amacıyla, sorgulama ve analiz imkanları sunan CBS yöntemi kullanılmıştır.

Serbest sorgulamaya da izin verecek şekilde, öncelikle, olası bir depremde beklenen hasarın incelenmesine olanak sağlayacak bir sistem oluşturulmuştur.

Çanakkale yerleşim alanının yapılaşmasının ve zemininin incelenmesi amacıyla, Harita Genel Komutanlığı'ndan elde edilen hava fotoğrafları UA yöntemleri ile iyileştirilmiş ve koordinatlarına oturtularak CBS için kullanılır hale getirilmiştir. Çanakkale Belediyesi'nden elde edilen 1/5.000 ölçekli Çanakkale yerleşim alanına ait iki pafta halindeki taranmış ve vektör olarak sayısallaştırılmış, CBS yazılım ortamında koordinatlarına oturtulmuş ve eleman sınıfları ve veritabanı eklenmesiyle 41 katman içeren Çanakkale Kent Bilgi Sistemi hazırlanmıştır.

Grafik tabanlı olarak oluşturulan bu sistemde, olası bir depremde beklenen hasar toplam alana bağlı olarak değerlendirileceği için, sadece alan büyüklüğüne göre analiz yapılmıştır. Çanakkale Kent Bilgi Sistemi'nin analizinde, ortaya çıkan elemanlara göre alan büyüklükleri Çizelge 7.1'de verilmiştir.

Olası bir depremde en çok hasarın meydana geleceği alüvyon birimin tam olarak tanımlanabilmesi amacıyla, hazırlanan bu sisteme, jeoloji haritası da bir katman olarak eklenmiştir. CBS ortamında filtreleme fonksiyonu kullanılarak alüvyon birime düşen alanlar ayrılmıştır. Bu bölgeye düşen alanların analizi ile ortaya çıkan alan büyüklükleri yine Çizelge 7.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 7.1. Çanakkale Kent Bilgi Sistemi'nin Analizi İle Ortaya Çıkan Elemanlara Göre Alan Büyüklükleri

Elemanlar	Tüm Çanakkale Yerleşim Alanı		Alüvyon Birim	
	Alan Sayısı	Toplam Alan Büyüklükleri (m ²)	Alan Sayısı	Toplam Alan Büyüklükleri (m ²)
Akaryakıt istasyonları	4	10.386	4	10.386
Askeri alanlar	21	2.149.185	18	1.254.649
Belediyeye ait alanlar	6	24.261	3	12.155
Cezaevi	1	104.217	1	104.217
Çöplük alanları	1	32.167	0	32.167
Depolama alanları	13	69.197	11	55.955
Dini tesisler	23	35.976	18	23.650
Havaalanı	1	81.759	1	81.753
İlköğretim tesisleri	23	112.458	18	67.615
Iskele	2	21.444	2	21.444
İtfaiye	1	4.176	1	4.176
Karakol	4	5.765	4	5.765
Konaklama tesisleri	5	11.994	5	11.994
Konut alanları	855	3.152.914	609	2.252.347
Konut dışı kentsel çalışma alanları	7	276.518	10	276.518
Küçük sanayi alanları	45	119.349	45	119.349
Lise dengi alanlar	11	103.518	8	46.966
Mezarlıklar	2	101.809	1	3.518

Çizelge 7.1. Çanakkale Kent Bilgi Sistemi'nin Analizin İle Ortaya Çıkan Elemanlara Göre Alan Büyüklükleri

	Tüm Çanakkale Yerleşim Alanı		Alüvyon Birim	
Elemanlar	Alan Sayısı	Toplam Alan Büyüklükleri (m²)	Alan Sayısı	Toplam Alan Büyüklükleri (m²)
Özel eğitim tesisleri	2	12.353	1	3.588
Otogar	1	7.430	1	7.430
Otopark	4	33.507	3	30.294
Park	121	406.121	74	211.757
Pazar alanları	1	56.806	1	51.227
Resmi kurum	61	401.292	56	332.353
Sağlık tesisleri	16	161.381	7	34.794
Sanayi tesisleri	7	185.708	4	117.237
Şehitlik	2	15.917	1	1.118
Sosyal kültürel tesisler	20	49.224	18	40.939
Spor alanları	18	352.685	10	156.653
Tek-trafo	1	9.758	1	9.758
Ticaret alanları	88	227.846	84	213.508
Turizim alanları	29	107.941	29	107.941
Üniversite alanları	18	2.428.684	6	30.892
Yeşil alanlar	131	4.633.226	81	3.708.409
Yurt alanları	16	93.151	14	76.854
Çevre yolu	1	18.676	1	18.676
Toplam Alan	1.562	15.618.799	1.151	9.538.052

Beklenen hasar değerleri sadece alüvyon birim için hesaplanmıştır. Olasılık yöntem kullanılarak hesaplanan beklenen hasar değerlerine göre, bu alanlar tekrar sınıflandırılmışlar ve CBS ortamında sekiz ayrı katman olarak yer almışlardır. Bu elemanların analizi ile ortaya çıkan m² cinsinden kapladıkları alan büyüklükleri Çizelge 7.2’de verilmiştir.

Çizelge 7.2. Beklenen Hasar Değerlerine Göre Oluşturulan Elemanların m² Cinsinden Kapladıkları Alan Büyüklükleri ve Sayıları

Beklenen Hasar Değerlerine Göre Sınıflar	Alan Sayısı	Toplam Alan Büyüklükleri (m ²)
A	11	55.955
B	4	37.724
C	479	1.774.472
D	406	2.415.508
E	13	258.504
F	25	60.109
G	6	30.892
H	32	126.978
Toplam	976	4.760.142

CBS ortamında yapılan analiz sonucu ortaya çıkan Çanakkale yerleşim alanı için toplam alan büyüklüklerinin yüzde kaçının alüvyon birime düştüğü hesaplanmıştır. Ayrıca hasar oluşabilecek bölgeler için yapılan analizle ortaya çıkan toplam hasar görebilecek alanların alüvyon birimdeki alanlara göre yüzdesi bulunmuştur. Elde edilen yüzde oranları Çizelge 7.3’de verilmektedir.

Çizelge 7.3. Çanakkale Yerleşim Alanında Alüvyon Birimde Kalan Kısımların Yüzdesi

Elemanlar	Alüvyon Birim İçinde Kalan Alanlar (%)
Akaryakıt istasyonları	100
Askeri alanlar	58.38
Belediyeye ait alanlar	50.10
Cezaevi	100
Çöplük alanları	100
Depolama alanları	80.86
Dini tesisler	65.74
Havaalanı	100
İlköğretim tesisleri	60.13
İskele	100
İtfaiye	100
Karakol	100
Konaklama tesisleri	100
Konut alanları	71.44
Konut dışı kentsel çalışma alanları	100
Küçük sanayi alanları	100
Lise dengi alanlar	45.37
Mezarlıklar	3.46

Çizelge 7.3. Çanakkale Yerleşim Alanında Alüvyon Birimde Kalan Kısımların Yüzdesi

Elemanlar	Alüvyon Birim İçinde Kalan Alanlar (%)
Özel eğitim tesisleri	29.05
Otogar	100
Otopark	90.41
Park	52.14
Pazar alanları	90.18
Resmi kurum	82.82
Sağlık tesisleri	21.56
Sanayi tesisleri	63.13
Şehitlik	7.02
Sosyal kültürel tesisler	83.17
Spor alanları	44.42
Tek-trafo	100
Ticaret alanları	93.71
Turizim alanları	100
Üniversite alanları	1.27
Yeşil alanlar	80.04
Yurt alanları	82.51
Çevre yolu	100
Toplam Alan	70.87

Yapılan analize göre, Çanakkale Kent Bilgi Sisteminde oluşturulmuş olan 1.562 adet alandan 1.151 tanesi, %71'i zemini alüvyon birimde bulunmaktadır. Bu alanlardan 976 tanesinde olası bir depremde hasar görebilecek yapılar bulunmaktadır.

Buna göre çalışılan bölgedeki toplam 15.618.799 m² alandan, en çok yapılaşmanın olduğu 4.760.142 m²'lik bölgede maliyet açısından beklenen hasar değerleri hesaplanmıştır. Laird ve ark. (1979) tarafından kullanılan tamir maliyet oranlarına göre beklenen hasar maliyetleri hesaplanmıştır. Birim alan için hesaplanan değerlerin birbiriyle orantılı olarak değişmesine karşın, alan büyüklükleri her sınıf için birbirinden oldukça farklı olduğundan, toplam alanda beklenen hasar maliyetlerinde böyle bir oranın olmadığı görülmüştür. Ayrıca birim alan için bulunan değerlerin de deprem büyüklüğüne göre artması beklenirken, 7 ve 7.5 büyüklüğündeki depremler için aynı artışın olmadığı görülmüştür. Çalışma alanında oluşması beklenen bu büyüklüklerdeki depremlerin dönme periyotları sırasıyla 89.1 ve 169.3 olduğu ve dolayısıyla 1 yılda oluşma olasılıkları orantılı olarak azalmadığı için hasar maliyet değerleri beklendiği şekilde artmamıştır.

Laird ve ark. (1979)'na ait değerler, San Francisco şehri için 1979 yılında ayrıntılı olarak yapılan zemin incelemeleri ve bina etüdüleri sonucu elde edilen verilerdir. Bu değerler MM ölçeğinde deprem şiddetlerine göre sınıflandırılmıştır.

Büyük kentlerimizde halen yaygın olarak kullanılan ve gelecekte de yoğun bir şekilde kullanılması beklenen yapı tipi çok katlı betonarme binadır. Bu tür yapıların ülkemizde gözlenen deprem performansları kalkınmış ülkelerde gözlenenlerin çok altında kalmaktadır. Çanakkale yerleşim alanında yığma binaların da bulunduğu gözardı edilmemelidir. Ayrıca, bu değerler kullanılırken, 1979'dan bu güne kadar olan yapı malzemelerindeki gelişmeler göz önünde bulundurulmamıştır.

Erdik ve ark. (1996)'nın yaptıkları çalışmada ise, tamir maliyet oranları, çok katlı, orta yükseklikte betonarme binalar için ülkemizde meydana gelen depremlerde gözlenmiş hasarlar, diğer benzer gelişmişlik düzeyindeki ülkelerde elde edilen veri ve tecrübeler birleştirilerek elde edilmiştir.

Erdik ve ark. (1996) tarafından verilen tamir maliyet oranları ve % hasar seviyeleri, İstanbul için hazırlanmakta olan deprem hasar senaryosu geliştirilmesi çalışmaları dahilinde hesaplanmıştır. Çanakkale için gerekli değerler İstanbul için verilen % hasar oranlarına göre elde edilebilmektedir. Bundan dolayı, çalışma alanı için bu verilerin kullanılması sağlıklı sonuç vermemektedir.

Çizelge 5.4.4'de verilen değerler, olası bir depremde ortaya çıkacak hasarlı bina yüzdesini göstermektedir. Bu nedenle her deprem şiddetinde ortaya çıkabilecek hasar maliyeti yerine sadece hasarlı bina sayıları elde edilebilmektedir. Ayrıca, Çanakkale Kent Bilgi Sistemi ada bazında hazırlandığından dolayı her bir bina için analiz yapılamamaktadır. Erdik ve ark. (1996) tarafından yapılan çalışmada verilen değerler birim alan cinsinden değil bina sayısına göre hazırlandığı için beklenen hasar maliyeti hesaplamalarında yapılan işlemler uygulanamamaktadır.

Yatay yer ivmelerinin hesaplandığı sismik tehlike analizi çalışmalarında, Çanakkale il sınırlarında bulunan Saros-Gaziköy Fayı, Etili Fayı, Sarıköy Fayı, Yenice-Gönen Fayı ve Çan-Biga Fay Zonu incelenmiştir. Bu 5 adet kaynakta beklenen deprem büyüklükleri ve çalışma alanına olan uzaklıkları kullanılarak üç farklı fonksiyon ile yatay yer ivmeleri hesaplanmıştır. Kullanılan azalım fonksiyonlarının bazıları deprem büyüklüğüne duyarlı, bazıları ise uzaklığa duyarlı olmasından dolayı ortalamaları alınmıştır. Böylece uzaklık ve deprem büyüklüğüne dayalı azalım ilişkileri birlikte değerlendirilmiştir.

5 ayrı fay zonu için üç farklı fonksiyon ile hesaplanıp aritmetik ortalamaları alınan yatay yer ivmesi değerlerinden en yüksek olan Etili fayına ait olan değerdir. Bir başka deyişle, Çanakkale yerleşim alanına en yakın deprem kaynağı olan Etili fayında oluşabilecek 7.0 büyüklüğünde bir deprem, çalışma

alanını diğer kaynaklarda ortaya çıkabilecek herhangi bir depremde daha fazla etkileyecektir.

Bu bilgiler ışığında, 7 büyüklüğünde meydana gelecek bir depremde ortaya çıkabilecek toplam hasar değeri, çalışma alanı için öncelikli olarak düşünülebilir.



8. SONUÇ VE ÖNERİLER

UA ve CBS yöntemleri kullanılarak deprem riskinin belirlenmesi ve olası bir depremde beklenen hasar değerlendirmesini konu alan tez çalışmasında çalışma alanı olarak Çanakkale seçilmiştir.

UA çalışmalarında 1997 yılına ait 1/35.000.000 ölçekli 4 adet steryoskopik, siyah-beyaz hava fotoğrafı kullanılmıştır. Geometrik düzeltme ve görüntü iyileştirme işlemleri ile hazırlanan hava fotoğraflarının incelenmesi ve çalışma alanına ait jeoloji haritası ile karşılaştırılması sonucu alüvyonlu yapıdaki bölgeler belirlenmiş ve Çanakkale yerleşim alanının büyük bir bölümünün bu bölgede bulunduğu görülmüştür. Belirlenen bu bölgelerin zemin etüdleri ile desteklenmesi ve doğrulanması önerilebilir.

1/5.000 ölçekli harita kullanılarak, Intergraph yazılım paketi ile Access veri tabanı yapısında Çanakkale Kent Bilgi Sistemi hazırlanmış ve böylece CBS yöntemleriyle kent yapılaşmasının zemin bilgileri ile birlikte değerlendirilmesi mümkün olmuştur. Hazırlanan bu yapı deprem zararlarının azaltılmasına yönelik etkili önlemler alınması, arazi kullanımlarının planlanması, kamusal işlemlerin yürütülmesine yönelik ortak kullanım gibi farklı amaçlar doğrultusunda kullanılabilir. Access veri tabanı yapısı farklı yazılımlarda kullanıma izin vermesine rağmen ortak kullanım için çok elverişli değildir. Bu nedenle Oracle gibi daha gelişmiş veri tabanı yapısında geliştirilmiş bir Çanakkale Kent Bilgi Sistemi oluşturulması önerilebilir. Ayrıca Çanakkale için hazırlanacak bir afet planında kullanılması önerilebilir. Çünkü bu sistem ile deprem olduktan sonra bölgeye ulaşılacak en kısa yolun belirlenmesi ve böylece kurtarma araç ve gereçlerinin en çabuk şekilde ulaştırılması sağlanabilir. En uygun yollar belirlendikten sonra yaralıların ulaştırılacakları hastaneler, aş evleri, çadırkent yerleşim yerleri ve kriz masalarının kurulacağı noktalar saptanabilir.

Bir sonraki aşama olan deterministik sismik tehlike analizi çalışmasında Çanakkale il sınırları içinde bulunan deprem kaynak alanlardaki

senaryo deprem büyüklükleri ve bu alanların Çanakkale yerleşim alanına olan uzaklıkları göz önünde bulundurulmuştur. Bu değerler kullanılarak 3 farklı ivme azalım fonksiyon ilişkisine göre deprem kaynak alanlarında oluşacağı belirtilen büyüklükteki depremlerin çalışma alanına olan etkileri hesaplanmıştır. Elde edilen bu değerler yorumlandığında Etili Fayı'nın Çanakkale yerleşim yerini diğer kaynaklara göre daha fazla etkileyeceği anlaşılmaktadır. Bulunan en büyük yatay yer ivmesi değerlerinin aritmetik ortalaması alındığında en yüksek değerin Etili Fay'ına ait olan olduğu ortaya çıkmıştır. Bu fayda oluşabilecek 7 büyüklüğünde bir depremin çalışma alanında oluşturacağı en büyük yatay yer ivmesi (pha) değerlerinin ortalaması **0.501 g** olarak bulunmuştur. Deterministik sismik tehlike analizi sonuçları ve ülkemizdeki depremlerin oldukça sığ odaklı olduğu göz önünde bulundurulduğunda, Çanakkale için yapılacak tasarımlarda en büyük yatay yer ivmesi değeri **0.501 g** olarak alınabilir. Ancak emniyetli olması bakımından çalışma alanının zemin incelemesinin yapılması ve bu değerlerin yapılacak incelemeler ışığında tekrar değerlendirilmesi gerektiği önerilebilir.

Çalışmanın son aşamasında Poisson denkleminde faydalanarak olası bir depremde oluşacak hasarların değerlendirilmesinin mümkün olduğunun ortaya konmaya çalışılmıştır. Olası bir depremde ortaya çıkacak hasarın yapıların durumuna göre toplam maliyet değeri mevcut verilere göre hesaplanmış ve yaklaşık sonuçlar bulunmuştur. Çanakkale yerleşim alanını en çok etkilemesi beklenen Etili Fay'ında oluşabilecek 7 büyüklüğünde bir depremde ortaya çıkabilecek beklenen toplam hasar maliyeti 43 trilyon TL olarak hesaplanmıştır. Çalışmanın bu bölümünde kullanılan tamir maliyet oranları çalışma alanı için belirlenen değerler değildir. Çanakkale yerleşim alanı için zemin ve bina etüdlerinin yapılmasıyla elde edilecek tamir maliyet oranları ile daha doğru sonuçlara ulaşılması mümkündür. Ayrıca Çizelge 6.1 ve 6.2'de verilen değerlerde 7 ve 7.5 büyüklüğündeki depremlerde ortaya çıkacak hasar maliyetlerinin depremlerin dönme periyodundan kaynaklanan bir orantısızlık olduğu görülmektedir. Gerçek sonuçlara ulaşılabilmesi için dönme periyodunun

90-95 yıl olması gerektiği ortaya çıkmıştır ve bu yönde detaylı bir araştırma, deterministik ve olasılık yöntemlerle ayrıntılı bir çalışma yapılması önerilebilir.

Olası bir depremde oluşabilecek hasarların Türkiye şartlarında değerlendirilebilmesi amacıyla İstanbul için hazırlanmış olan deprem senaryosunda kullanılan değerler ile bir karşılaştırma yapılmaya çalışılmıştır. Fakat bu verilerden beklenen hasar maliyeti yerine hasarlı bina sayıları elde edilebilmiştir. Deprem hasarlarının tahmin edilmesi bakımından önemli olan bu değerlerin Çanakkale koşulları göz önünde bulundurularak tekrar değerlendirilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Çanakkale yerleşim alanını etkileyebilecek olası bir depremde ortaya çıkacak hasarların azaltılmasına yönelik yapılabilecek çalışmalara ilişkin öneriler aşağıdaki başlıklarda toplanabilir:

- 1. derece deprem bölgesinde bulunan Çanakkale yerleşim alanı için deprem senaryosunun ve eylem planının hazırlanması,
- Çalışma alanına ait ayrıntılı mühendislik haritalarının ve jeolojik çalışmaların yapılarak arazi kullanım politikalarının belirlenmesi,
- Deprem sonucu hareket edebilecek heyelan alanlarının saptanması,
- Çalışma alanının depremselliğinin zemin bilgileri ışığında ayrıntılı olarak değerlendirilmesi,
- Depreme dayanıklı yapı tekniklerinin geliştirilmesi; yerleşme ve konut planlarının bölgenin doğal, sosyal ve ekonomik şartlarına uygun olması,
- Çalışma alanındaki ana yolların yıkılan binaların trafik şeritlerini kapatmayacak ölçüde geniş yapılması,
- Akarsu ve deniz alanlarının ıslah edilmesine izin verilmemesi ve imara açılmaması,
- Acil yardım ve kurtarma hizmetlerinin yeterliliğinin araştırılması.

ÖZET

Çanakkale yerleşim alanı için deprem riskinin belirlenmesi ve olası bir depremde beklenen hasar değerlendirmesini konu alan bu tez çalışmasında UA ve CBS yöntemleri kullanılmıştır. UA çalışmaları ile çalışma alanının büyük bir bölümünün alüvyon birimde bulunduğu görülmüştür. CBS çalışmaları ile hazırlanan Kent Bilgi Sistemi ve alüvyon birim çakıştırılarak bu bölgedeki yapılar belirlenmiştir. Poisson denklemleri kullanılarak alüvyon birimde kalan bölgeler için olası bir depremde ortaya çıkacak hasarın yapıların durumuna göre toplam maliyet değeri hesaplanmış ve yaklaşık sonuçlar bulunmuştur. Ayrıca deterministik sismik tehlike analizi çalışmasıyla 5 ayrı kaynak için yatay yer ivmesi değerleri elde edilmiştir. Bu değerlere göre Çanakkale yerleşim alanını en çok etkilemesi beklenen Etili Fay'ında oluşabilecek 7 büyüklüğünde bir depremde ortaya çıkabilecek beklenen toplam hasar maliyeti 43 trilyon TL olarak hesaplanmıştır. Çalışma alanı için zemin ve bina etüd değerleri bulunmadığı için eldeki veriler kullanılarak gerçekleştirilen bu çalışmada olası bir depremde beklenen hasar değerlendirmesinin mümkün olduğu ortaya çıkmıştır.

DETERMINATION OF EXPECTED DAMAGE COST FOR SCENARIO EARTHQUAKE IN ÇANAKKALE BY USING RS AND GIS METHODS

SUMMARY

In this thesis the capability of determination of expected damage cost for earthquake hazards for Çanakkale was discussed by using RS and GIS methods. It was seen that by RS study, the great part of the city was in the alluvial region. For determination of the buildings which were found in this region, City Information Sistem and alluvial region were appraised together by GIS method. Expected damage costs were calculated for this region with Poisson equation and only the approximate values could be reached because ground and building properties were not known. Also, for 5 different sources horizontal ground acceleration values were estimated from deterministic seismic hazard analysis. According to these, Çanakkale was affected from Etili Fout more than other sources and when an earthquake was occurred with 7 magnitude, total expected damage cost could be expected 43 trillion TL. In this study, it was concluded that the capability of expected damage cost estimation could be possible by these methods.

KAYNAKLAR

Acartürk, T., 2000. Jeofizikçi Gözü İle Çanakkale ve Deprem. Çanakkale ve Deprem Sempozyum Bildirileri, Çanakkale: 27- 39.

Afet Plan Çalışma Dosyaları, 2002. TC Başbakanlık Kriz Yönetim Durum Değerlendirme Merkezi, Ankara, 70 s.

Akın, N., 1996. Veri Tabanı ve 4. Kuşak Uygulama Geliştirme Ortamı Kullanılarak Açık ve Esnek Bir Yapıda CBS Uygulamalarının Oluşturulması. CBS 96 Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, İstanbul: 163-173.

Akman, A.Ü. ve Tüfekçi, K., 1997. UA ve CBS Yöntemiyle Arazi Örtüsü Haritası Yapımı. Yatağan- Denizli Enerji Hattı. 3. UA ve Türkiye'deki Uygulamaları Semineri, Bursa: VI- 9.

Aksoylu, S., Uyuçgil, H., Altan, M., Tural, O., 1996. CBS kullanılarak Sosyal Donatı Alanlarının Sınanması. CBS 96 Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, İstanbul:195-203.

Alkış, Z., 1996. Yönetimlerde Karar-Destek Sistemi Olarak CBS' nin Önemi. CBS 96 Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, İstanbul: 71-77.

Altan, M., .1997 Uzay Çalışmalarında Uzaktan Algılamanın Yeri. Doktora Programı Katıhal Fiziğinde Seçme Konular Seminer Çalışması, Anadolu Üniversitesi, Fizik Bölümü, Eskişehir, 24 s.

Altan, O., Toz, G., Külür, S., 1996. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Gelişimi. CBS 96 Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, İstanbul: 63-71.

Altan, O., ve Toz, G., Külür, S., Şeker, D., Volz, S., Fritsch, D., Sester, M., 2001. Photogrammetry and Geographic Information System for Quick Assessment, Documentation and Analysis of Earthquakes. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol 55, ISS 5- 6: 359- 372.

Anderson, J.B., Hardy, E.E., Roach, J.T., 1976. A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data. Geological Survey Professional Paper, 964: 28.

Aspinall, R., 1993. Use of GIS for Interpreting Land-Use Policy and Modelling Effects of Land-Use Change. Landscape Ecology and Geographic Information Systems: 223-237

Ayday, C. ve ark., 2001. Eskişehir Yerleşim Yerinin Yerleşim Amaçlı Jeoloji ve Jeoteknik Etüd Raporu. Eskişehir, 1- 11, 6- 30 s.

Ayday, C. ve Altan M., 1996. Mühendislik Jeolojisi Haritalarının CBS Kullanılarak Hazırlanabilmesi. CBS 96 Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, İstanbul: 271-281.

Aydın, R., 1998. Phys 425 Laser. ODTÜ Fizik Bölümü, Ankara (Ders Notları).

Bank, E. ve Taştan, H., 1993. Coğrafi Bilgi Sistemlerine Giriş. UBİTEK 2. Temel Uzaktan Algılama Kursu Ders Notları, MAM, Gebze, 177-207 s.

Batuk, F.G., Kültür, S., Sarbanoğlu, H. ve Toz, G., 1996. Veriden Bilgiye: CBS. CBS 96 Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, İstanbul: 35-49.

Batuk F.G., 1996. CBS ile Sosyo Ekonomik Yapı Araştırmalarına Yönelik Bir Uygulama. CBS 96 Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, İstanbul: 185-195.

Bayram, B., 1998. İstanbul rneğinde Uydu Görüntülerinin Coğrafi Bilgi Sistemi ile Bütünleştirilmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, F.B.E. Jeodezi ve Ftogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, 97 s, (Doktora Tezi).

Bettemir, İ., 2000. anakkale İli Depremsellik Değerlendirmesi. anakkale ve Deprem Sempozyum Bildirileri, Çanakkale: 40- 45.

Bilgi, G., 2000. 17 Ağustos 1999 İzmit Depremi ve Coğrafi Bilgi Sistemi. 17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi Deprem Raporu, 272- 275 s.

Birkin, M., Clarke, G., Clarke, M., Wilson, A., 1996. Intelligent GIS, Location Decisions and Strategic Planning, Geoinformation International, 264 s.

Clarke, K.C., 1997. Getting Started with Geographic Information Systems, University of California, Prentice Hall Series in GIS, 349 p.

Cracknell, A. ve Hayes, L., 1991. Introduction to Remote Sensing, University of Dundee, Taylor and Francis, 279 p.

anakkale Gündem Raporu, 1999. anakkale Valiliği, 92 s.

Çanakkale Arazi Varlığı, 1999. Çanakkale İl Tarım Müdürlüğü, 136 s.

Çaynak, S., 1996. UA- CBS Kullanılarak Adana Karaisalı Bölgesinin Genel Litolojik Karakteristikleri. CBS 96 Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, İstanbul: 143-153.

Çelik, M., Maraş, H., Ilgın, D. ve Üstün, M., 1996. Bilgisayar Destekli Harita Üretimi ve CBS. CBS 96 Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, İstanbul: 121-131.

Çörekçioğlu, E., 1998. Geyik Dağları' nın Jeolojisi; CBS Uygulaması. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özetleri, ODTÜ, Ankara: 25-26.

Destegül, U., 2001. Armutlu Yarımadası CBS. Aktif Tektonik Araştırma Grubu Beşinci Toplantısı Bildiri Özetleri, Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara: 4-5.

Demirtaş, R., 2000. Jeolojik Açından Deprem Hasarının Nedenleri. 17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi Deprem Raporu, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara, 279- 283 s.

Demirtaş, R., 2000. Sıvılaşma- Zemin Yenilmesi- Heyelan. 17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi Deprem Raporu, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara, 190- 193 s.

DİE İnternet Sitesi, 1990 Nüfus Bilgileri. www.die.gov.tr.

DİE İnternet Sitesi, 2000 Nüfus Bilgileri. www.die.gov.tr.

Dingil, M., Şenol, S., Öztürk, N., Kandırmaz, M., Öztekın, E., Dinç, U., Yeğingil, İ., 1997. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Döner Sermaye İşletme Arazileri Veribankası (ÇÜZİDSA). 3. UA ve Türkiye'deki Uygulamaları Semineri, Bursa: VI- 14.

Drury, S.A., 1998. Images of The Earth, A Guide to Remote Sensing, Oxford Science Publications, 199 s.

Erdik, M., Işıkara, A.M., Swift-Avcı, J., Onur, T., 1996. Kentlerde Deprem Risklerinin Belirlenmesi: Deprem Senaryoları. Erzincan ve Dinar Deneyimleri Işığında Türkiye'nin Deprem Sorunlarına Çözüm Arayışları. TÜBİTAK Deprem Sempozyumu, Ankara: 113- 121.

Erdoğan, N.J., Yıldırım, H., Özel, M.E., Özer, A.M., Gülçur, S., 1997. UA ve CBS Teknolojileriyle İç Anadolu'daki Bazı Arkeolojik Yörelerin Çalışılması. 3. UA ve Türkiye'deki Uygulamaları Semineri, Bursa: IV- 20.

Erten, İ., Hacıalıoğlu, A., Tufan, E., Turhanlı, H., Yavuz, S., 2000. Kentin Oluşumu. Çanakkale ve Deprem Sempozyum Bildirileri, Çanakkale: 3-12.

Erten, İ., 2000. Betonun Yerine Geleneksel Yapı Malzemeleri. Çanakkale ve Deprem Sempozyum Bildirileri, Çanakkale: 51-53.

Evsahıbioğlu, N., 1993. Görüntü İşleme Teknikleri. UBİTEK 2. Temel Uzaktan Algılama Kursu Ders Notları, MAM, Gebze, 142- 177 s.

Gamba, P. ve Casciati, F., 1998. GIS and Image Understanding for Non-Real-Time Earthquake Damage Assessment. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol 64, ISS 10: 987- 994.

Halliday, D., Resnick, R. ve Walker, J., 1993. Fundamentals of Physics, 1011-1099 p.

İnce, F., 1993. Sayısal Veri İşleme ve Bilgi Üretimi Metotları. UBİTEK 2. Temel Uzaktan Algılama Kursu Ders Notları, MAM, Gebze, 57-110 s.

Jibson, R.W., Harp, E.L., Michael, J.A., 2000. A method for Producing Digital Probabilistic Seismic Landslide Hazard Maps. Engineering Geology, Vol 55, ISS 3- 4: 271- 289.

Jimenez, M. J., Garcia-Fernandez, M., Zonno, C., Cella, F., 2000. Mapping Soil Effects in Barcelona, Spain, Through an Integrated GIS Environment. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Vol 19, ISS 4: 289- 301.

Kasapoğlu, K. E., Köse, O., Eren, T., 1997. CBS ve UA Tekniklerinin Mühendislik Uygulamalarındaki Önemi. 3. UA ve Türkiye'deki Uygulamaları Semineri, Bursa: IV- 23.

Kasapoğlu, K.E., Gökçeoğlu, C. ve Sönmez, H., 1996. İstanbul Kenti için CBS Yaklaşımı ile Deprem Tehlikesi Zon Haritasının Oluşturulması. CBS 96 Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, İstanbul: 281-291.

Kayabalı, K., 1995. Sismik Tehlike Analizi: Teori ve Uygulama. Jeoloji Mühendisliği, 46: 28- 44.

Ketin, İ., 1976. Sand Andreas ve Kuzey Anadolu Fayları Arasında Bir Karşılaştırma. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 19, 2: 149- 155.

Koç, A., Yener, H., Yılmaz, O.Y., Erdin, K., 1997. Yersel Çakışmalar ve Görüntü İşleme Teknikleri ile Belirlenen Arazi Kullanımlarının Karşılaştırılması. 3. UA ve Türkiye'deki Uygulamaları Semineri, Bursa: VI- 19.

Laird, R.T., Perkins, J.B., Bainbridge, D.A., Baker, J.B., Boyd, R.T., Huntsman, D., Staub, P.E., Zucker, M.B., 1979. Quantitative Land- Capability Analysis. Geological Survey Professional Paper, 945: 0-113.

Mimarlık Mühendislik Hizmet Bedellerinin Hesabında Kullanılacak 2001 Yılı Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri Hakkında Tebliğ. Resmi Gazete, 2001, (24314): 3-7.

Nurlu, M. ve Gümüş S., 1998. Deprem Hasarlarının Belirlenmesinde CBS (22 Haziran 1967 Mudurnu Vadisi Depremi). Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özetleri, ODTÜ, Ankara: 26-27

Özbalmumcu, M., 1996. CBS'nin Oluşturulması İçin Veri Kaynakları, Yöntemleri ve Sistemlerin Araştırılması. CBS 96 Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, İstanbul: 99-111.

Özmen, B., Nurlu, M., Güler, H., 1997. CBS' deki Konuma Bağlı Analizlerin Deprem Bölgeleri Haritasına Uygulanması. TC Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 45 s.

Özmen, B., 2000. Eş Şiddet Haritası. 17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi Deprem Raporu, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara, 209- 221 s.

Sabins, F.F., 1987. Remote Sensing, Principles and Interpretation, Chevron Oil Field Research Company and University of California, W. H. Freeman and Company New York, 441 s.

Sahoo, P.K., Kumar, S., Singh, R.P., 2000. Neotectonic Study of Ganga and Yamuna Tear Faults, NW Himalaya, Using Remote Sensing and GIS. International Journal of Remote Sensing, Vol 21, ISS 3: 499- 518.

Salvi, S., Quattrocchi, F., Brunori, C.A., Doumaz, F., Angelone, M., Billi, A., Buongiorno, F., Funiciello, R., Guerra, M., Mele, G., Pizzino, L., Salvini, F., 1999. A Multidisciplinary Approach to Earthquake Research: Implementation of a Geochemical GIS for the Gargano Site, Southern Italy. Natural Hazards, Vol 20, ISS 2- 3: 255- 278.

Saner, S., 1985. Saros Körfezi Dolayının Çökelme İstifleri ve Tektonik Yerleşimi, Kuzeydoğu Ege Denizi, Türkiye. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 28, 1: 1- 11.

Serway, R.A., 1992. Physics, for Scientists and Engineers with Modern Physics: 984- 1093.

Sesören, A., 1999. Uzaktan Algılamada Temel Kavramlar, MART Matbaacılık Sanatları, İstanbul, 126 s.

Şeker, S., 1993. Uzaktan Algılamanın Fiziksel Temelleri. UBİTEK 2. Temel Uzaktan Algılama Kursu Ders Notları, MAM, Gebze, 1-23 s.

Turoğlu, H., 2000. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Esasları, İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 244 s.

Wilson, J. ve Hawkes, J.F.B., 1989. Optoelectronics, An Introduction, 462 s.

1/5.000 Ölçekli Çanakkale Haritası, 2000. Çanakkale Belediyesi



TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasını gerçekleştirirken, çalışmam süresince değerli fikirleriyle beni aydınlatan danışmanım Prof. Dr. Ramazan AYDIN'a, ayrıca konu seçiminde beni yönlendiren ve çalışmanın her aşamasında bana yol gösteren değerli hocam Prof. Dr. Can AYDAY'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu konuda çalışmam için beni her zaman destekleyen Prof. Dr. Osman DEMİRCAN, konuyla ilgili problem çözümlerinde ve düzeltmelerde benden yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Çağlar TUNCAY, Doç. Dr. İhsan YILMAZ ve Yrd. Doç. Dr. E. Dilara AYDIN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Konuyla ilgili uygulamalar sırasında bana her konuda yardımcı olan Anadolu Üniversitesi Uydu ve Uzay Bilimleri Araştırma Enstitüsü çalışanları Dr. Metin ALTAN, Arş. Gör. Hakan NEFESLİOĞLU, Arş. Gör. Ayşe CANIGÜR, Arş. Gör. Süheyla YEREL, ve Eskişehir'de bulunduğum süre içinde bana her zaman destek olan arkadaşlarım Ersan TARHAN ve Hande KOÇAK'a ne kadar teşekkür etsem azdır.

Tez çalışmam süresince bana her yönden destek olan meslektaşlarım Arş. Gör. Levent BAŞKUŞ, Arş. Gör. Sine ÖZMEN, Arş. Gör. Göknıl ARDA, Arş. Gör. Aslıhan KARAGÖZ, Arş. Gör. Mine ÇARDAK, arkadaşım Neslihan ŞEN ve harita çizimlerinde benden yardımlarını esirgemeyen kardeşim Özgür KOCAHAN'a içtenlikle teşekkür ederim.

Son olarak maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Özlem KOCAHAN

Çanakkale-2002

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Özlem KOCAHAN

Doğum Yeri ve Yılı: Bolu,13 Eylül 1976

Adres : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Terzioğlu Kampüsü, ÇANAKKALE

Eğitim Durumu:

1982-1987: Atatürk İlkokulu, Aliğa, İZMİR

1987-1990: Aliğa Ortaokulu, Aliğa, İZMİR

1990-1993: Aliğa Lisesi, Aliğa, İZMİR

1993-1999: Lisans, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü

1999-2002: Yüksek Lisans, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü,

Mesleki Deneyim:

1999- : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü Araştırma Görevlisi

Çalışma ve İlgi Alanları:

Optoelektronik ve Lazer Teknolojileri, Uzaktan Algılama, Coğrafi Bilgi Sistemleri