

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İSTANBUL İLİ ESENLER İLÇESİ
DEPREM HASAR TAHMİN ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
KENAN TAŞLIOVA**

Anabilim Dalı : Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği

Programı : Geomatik Mühendisliği

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Himmet KARAMAN

MAYIS 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İSTANBUL İLİ ESENLER İLÇESİ
DEPREM HASAR TAHMİN ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Kenan TAŞLIOVA
(501041624)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 25 Aralık 2009
Tezin Savunulduğu Tarih : 4 Mayıs 2010**

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Himmet KARAMAN
Eş Danışman :
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Mustafa YANALAK (İTÜ)
Yrd. Doç. Dr. Bahadır ERGÜN (GYTE)**

MAYIS 2010

Bu çalışmamı çok sevdiğim eşim ve aileme armağan ediyorum.,

ÖNSÖZ

Tez çalışması süresince bana her türlü yardımı sağlayan, yüksek lisans eğitimimi tamamlamamda büyük desteği olan, ilgisini ve desteğini esirgemeyen danışmanım Y. Doç Dr. Himmet KARAMAN'a sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Olumlu tutumu, desteği ve gösterdiği sabırdan dolayı değerli hocam Prof. Dr. Mustafa YANALAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Yaşamım boyunca iyi ve kötü her durumda desteklerini hissettiğim, çalışmanın tamamlanmasında büyük katkı sağlayan dostum Aşkın ÖZAYDIN'a ve çalışma boyunca bana gösterdikleri arkadaşlık ve dayanışma için mesai arkadaşlarım Esenler Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğü çalışanları ile değerli dostum Kürşat HORASAN ve eşi Canan HORASAN'a teşekkür ederim.

Daima yanımda olan, ilgisi ve verdiği değerden dolayı benim için abi olan Sayın Nihat KARATAŞ'a sonsuz müteşekkirim.

Çalışma süresince beni yalnız bırakmayan, sevgisini ve desteğini esirgemeyen, sevgili eşime minnettarım.

Aileme ve Anneme,

Nisan 2010

Kenan TAŞLIOVA

Jeodezi ve Fotogrametri Müh.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
KISALTMALAR.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	1
SUMMARY.....	3
1. GİRİŞ.....	5
1.1 Çalışma Gereksinimi	5
1.2 Amaç ve Kapsam.....	6
2. ÇALIŞMA BÖLGESİ.....	7
2.1 Yapısal Özellikler.....	7
2.2 Coğrafi Konum ve Morfoloji	9
2.2.1 Coğrafi Konum.....	9
2.2.2 Morfoloji.....	9
2.2.3 İklim Durumu	10
2.2.3.1. Yağışlar	10
2.3 İmar Planı Durumu	12
2.4 Jeoloji.....	12
2.4.1 Genel Jeoloji.....	12
2.4.2 Stratigrafi	13
3. ENVANTER.....	15
3.1 Esenler için Bina Envanteri Oluşturulması.....	17
3.2 HAZTURK Veri Sınıflandırma Sistemi	18
3.3 HAZTURK Veri Formatı Standartları.....	18
3.3.1 ESRI shapefile.....	18
3.3.2 ESRI ArcGIS grid ASCII formatı	19
3.3.3 CSV (comma separated values)	19
3.3.4 Kırılgenlik dosyaları (XML veya CSV)	19
3.3.5 Eşleme dosyası formatı (XML).....	19
3.4 Çalışmada Kullanılan Envanterin Öznitelik Detayları	19
3.4.1 Par_Id – Parsel tanımı.....	20
3.4.2 Str_type – Genel yapı tipi	20
3.4.3 Year_built – Binanın yapım yılı.....	20
3.4.4 Occup_detail – Binanın detaylı ve özel kullanımı	21
3.4.5 Occ_type – HAZUS bina kullanım türü	21
3.4.6 Tot_appr – Yapı ve içeriğinin tahmin edilen toplam değeri.....	21
3.4.7 Bldg_val – Yapının tahmin edilen değeri	21
3.4.8 Cont_val – Bina içeriğinin tahmin edilen değeri.....	21
3.4.9 No_du – Bina içindeki konut sayısı.....	21

3.4.10	Sq_feet – Yapının taban alanı	22
3.4.11	Efacility – Binanın temel hizmet kullanım durumu	22
3.4.12	No_stories – Bina kat adedi	22
3.4.13	Occ_broad – Yapının genel kullanım sınıfı	22
3.5	Jeoloji ve Mühendislik Jeolojisi Envanter Öznitelikleri	23
3.6	NEHRP’e göre Zemin Sınıfı Envanter Öznitelikleri	23
3.7	Sayısal Yükseklik Modeli ve Eğim Verisi Öznitelikleri	23
4.	HASAR TAHMİNİ	25
4.1	Hasar Tahmininin Önemi	25
4.2	Hasar Tahmininin Bileşenleri	26
4.2.1	Deterministik (rastgele olmayan) GIS tabanlı hasar modellemesi	26
4.2.2	Probabilistik (olasılıksal) GIS tabanlı hasar modellemesi	26
4.3	İstanbul ili Esenler ilçesini kapsayan hasar tahmin çalışmaları	27
4.3.1	JICA (2002) çalışması	27
4.3.2	Küçükçoban (2004) tez çalışması	28
5.	UYGULAMA	30
5.1	Senaryo Tanımlaması	30
5.2	Kullanılan Veriler	35
5.3	Analizler	38
5.3.1	Binalara dair analizler	38
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER	53
	KAYNAKLAR	55
	EKLER	59

KISALTMALAR

ADNKS	: Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi
ASCII	: American Standard Code for Information Interchange
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CRM	: Consequence-Based Risk Management
CSV	: Comma Separated Values
DEM	: Digital Elevation Model
ERD	: Earthquake Research Department of Turkey
FEMA	: Federal Emergency Management Agency
GIS	: Geographic Information System
GPS	: Global Positioning System
HAZTURK	: Hazards Turkey
HAZUS	: Hazards U.S.
İBB	: İstanbul Büyükşehir Belediyesi
İTÜ	: İstanbul Teknik Üniversitesi
JICA	: Japan International Cooperation Agency
KOERI	: Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute
MAE	: Mid-America Earthquake
MAEviz	: Mid-America Earthquake Visualization
MMF	: Main Marmara Fault
Mw	: Moment Magnitude
NEHRP	: National Earthquake Hazard Reduction Program
NGA	: Next Generation Attenuation
OBSs	: Ocean Bottom Seismometers
PEER	: Pacific Earthquake Engineering Research
PFM	: Parameterized Fragility Method
PGA	: Peak Ground Acceleration
PGV	: Peak Ground Velocity
PSA	: Pseudo-Spectral Acceleration
Sa	: Spectral Acceleration
Sd	: Spectral Displacement
TABİS	: Türkiye Afet Bilgi Sistemi
TIN	: Triangulated Irregular Network
Vs	: Shear Wave Velocity
WGS84	: World Geodetic System 1984
XML	: Extensible Markup Language

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1: Esenler ilçesi yıllara göre nüfus artışı.....	7
Çizelge 3.1: JICA (2002) Çalışması Veri Katalogu (Karaman, 2008)	16
Çizelge 3.2: Veri Sınıflandırma Sistemi (Karaman,2008)	18
Çizelge 3.3: Bina Yapı Tipleri (Karaman,2008)	20
Çizelge 3.4: Kullanım türüne bağlı bina içerik değerleri tahmin hesabı oranları (HAZUS, 2004, Karaman, 2008)	21
Çizelge 3.5: Kritik Tesis Sınıflandırması (HAZUS, 2004, Karaman, 2008)	22
Çizelge 3.6: Bina Genel Kullanım Türleri (Karaman, 2008)	23
Çizelge 4.1: Bina Hasar Tahmini Özeti (JICA, 2002, Karaman, 2008).....	28
Çizelge 4.2: Bina Hasar Tahmini Özeti (Küçükçoban, 2004).....	28
Çizelge 5.1: HAZTURK Programında İstanbul için kullanılabilen ön tanımlı azalım ilişkileri.....	30
Çizelge 5.2: Senaryo ve Analizlerde Kullanılan Veri Setleri ve İlgili Veri Havuzları...	36

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1	İstanbul'a ait 1928-1970 yıllarının ortalama aylık yağış verilerinin grafik olarak değerlendirilmesi	11
Şekil 2.2	İstanbul'a ait 1928-1970 yıllarının ortalama aylık sıcaklık verilerinin grafik olarak değerlendirilmesi	11
Şekil 3.1	Esenler ilçesinin poligon bina verisi	17
Şekil 4.1	Model A (JICA, 2002)	27
Şekil 5.1	Senaryo Penceresi ve Yeni Senaryo Oluşturulması	31
Şekil 5.2	Senaryo için Gerekli Bilgilerin Girilmesi	31
Şekil 5.3	Çalışma Bölgesinin Seçilmesi	32
Şekil 5.4	Analiz Seçme ve Çalıştırma Penceresi	33
Şekil 5.5	HAZTURK Programı Ana Çalışma Ortamı	34
Şekil 5.6	HAZTURK Veri Kataloğu	35
Şekil 5.7	HAZTURK Senaryo Penceresi	36
Şekil 5.8	Eğim Haritası Oluşturmak için Gerekli Analiz	37
Şekil 5.9	Eğim Haritası Oluşturulması	37
Şekil 5.10	HAZTURK Temel Analiz Sınıfları	38
Şekil 5.11	Deprem Senaryo Analizi Merkez Üssü Parametreleri	39
Şekil 5.12	Kaynak Mekanizmasına İlişkin Parametreler	40
Şekil 5.13	Afet Çıktısı (Talep) Seçimi	41
Şekil 5.14	Boore ve Atkinson 2006 Azalım İlişkisi ile Esenler için Deprem Risk/Afet Haritası	41
Şekil 5.15	Bina Hasar Analizi	42
Şekil 5.16	Veri Seti Tabaka Biçimini Değiştirme	43
Şekil 5.17	Tabaka Biçimindeki Değişiklikler ve Uygulanması	43
Şekil 5.18	Rapor Seçim Görünümü	44
Şekil 5.19	Esenler Bina Verisinin Belirlenen Deprem Senaryosuna Göre Hasar Durumu	44
Şekil 5.20	Bina Hasar Özeti Raporu 1. Sayfa	46
Şekil 5.21	Bina Hasar Özeti Raporu 2. Sayfa	47
Şekil 5.22	Bina Ekonomik Kaybı Analizi	48
Şekil 5.23	Bina Ekonomik Kayıp Özet Raporu 1. Sayfa	49
Şekil 5.24	Bina Ekonomik Kayıp Özet Raporu 2. Sayfa	50
Şekil 5.25	Esenler Bina Verisinin Belirlenen Deprem Senaryosuna Göre Ekonomik Kaybının GIS Ortamında Gösterimi	51
Şekil B.1	Boore ve Atkinson, 2006 Azalım İlişkisinin Verdiği PGA Değerleri	61
Şekil B.2	JICA (2002) Çalışması'nda Oluşturulmuş Zemin Sınıflandırma Haritası	62
Şekil B.3	İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü'nden Temin Edilen MTA Haritasından Üretilmiş İstanbul Zemin Sınıfı Haritası	63
Şekil B.4	İstanbul'a Ait ASCII Raster Formatında Oluşturulmuş Eğim Haritası	64

İSTANBUL İLİ ESENLER İLÇESİ DEPREM HASAR TAHMİN ANALİZİ

ÖZET

Gerçekleşmesi öngörülen depremlerin doğuracağı sonuçları minimuma indirmek amacıyla, bölgelerin ve yapıların uğrayacağı zararı tespit için çalışmalar yapmak, depremin oluşturacağı hasarı, afet olmadan önce tahmin etmek gerekmektedir. Bu tahmin deprem sonrası erken, koordineli, bilinçli ve yerinde müdahaleler ile hem ekonomik hem de toplumsal iyileştirme süreçlerine büyük katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmada, “Deprem Öncesi, Esnası ve Sonrasında Kullanılmak Üzere Amerika Fema-Patentli HAZUS (Hazards Us) Programının Ulusal Ölçekte HAZTURK Versiyonu Olarak Türkiye İçin Geliştirilmesi: İstanbul İçin Özel Bir Çalışma” adlı TÜBİTAK Projesinde geliştirilen HAZTURK adlı yazılım kullanılarak Esenler İlçesi için Deprem Kayıp Tahmini Analizi gerçekleştirilmiştir. Kullanılan HAZTURK yazılım Türkiye için özel geliştirilmiş olup, tek bir senaryoya bağlı olmadan kullanıcı tarafından yapılacak farklı senaryo tanımlamaları ile analiz gerçekleştirilmesine olanak sağlamaktadır.

Çalışma alanı olarak Esenler İlçesi seçilmiştir. Esenler İlçesine ilişkin ilgili bilgiler ikinci bölümde verilmiştir.

Üçüncü bölümde, çalışma kapsamında yapılacak analiz için gerekli veriler ve uyulması gereken veri formatları ve öznelikleri detaylı olarak açıklanmıştır. Ek olarak çalışma bölgesine ait veriler ve elde edilişleri tanımlanmıştır.

Tez çalışmasının dördüncü bölümü, detaylı olarak hasar tahmini kavramı ve çalışma bölgesi Esenler ilçesini kapsayan daha önce tamamlanmış deprem hasar tahmin çalışmaları ve sonuçlarını özetlerine ayrılmıştır.

Tez çalışmasının uygulama kısmını oluşturan beşinci bölümde, üçüncü bölümde tanımlanan verilerin kullanılarak HAZTURK yazılımı ile deprem hasar ve kayıp

tahmin analizinin Esenler İlçesi için gerçekleştirilmesi anlatılmıştır. Gerçekleştirilen analizler ve sonuçları da bu bölümde verilmiştir.

Bu çalışmanın sonuçlarına ait öneriler altıncı bölümde özetlenmiştir. Buna göre çalışma, yoğun nüfusu ve beraberinde getirdiği plansız yapılaşmanın bir afet öncesinde, sırasında ve sonrasında yaratacağı sonuçlarının değerlendirilebilmesini sağlamıştır.

EARTHQUAKE DAMAGE ESTIMATION ANALYSIS FOR ISTANBUL ESENLER DISTRICT

SUMMARY

To mitigate the consequences of the expected earthquakes, it is required to study the possible losses of the structures and the regions and estimate the damage of the earthquake before it occurs. This estimation will contribute to economic, social recovery phases via its rapid, coordinated, conscious, and appropriate usage in response phase.

In this study an earthquake loss estimation analysis is carried out for Esenler District by using the HAZTURK software which was developed in the “Developing A Loss Estimation Program, Hazturk Based On Hazus (Hazards Us) to be Used Before, During and After a Disaster: A Case Study For Istanbul” project of TUBITAK. The HAZTURK software was developed special for Turkey and provides the possibility of making loss analysis based on different earthquake scenarios created by the user.

Esenler District is selected as the study area and related information for the Esenler District is given in section two.

In section three, required data for the analyses at the scope of the study and corresponding data formats and attributes are explained in detail. In addition, the data of the study area and the acquisition of the data are defined.

The fourth section of the thesis is reserved for the details of the loss assessment concept and previous loss assessment studies and results of those studies that are carried out for the Esenler District.

The application part of the thesis is given in section five. The execution of the earthquake damage and loss estimation analyses for the Esenler District by the use of

the data defined in section three is described. The details of the analyses and the results of them are given in this section.

Suggestions for the further studies of the thesis are summarized in the section six. Based on this study, evaluation of the effects of an earthquake on the densely populated and irregularly structured and improved areas before, at the moment and after the disaster occur provided.

1. GİRİŞ

İstanbul'da gerçekleşmesi öngörülen depremin zararlarını minimuma indirmek amacıyla, ilgili bölgedeki yapıların uğrayacağı hasarı afet olmadan önce tahmin etmek gerekmektedir. Böyle bir tahmin deprem sonrası erken, koordineli, bilinçli ve yerinde müdahaleler ile hem ekonomik hem de toplumsal iyileştirme süreçlerine büyük katkı sağlayacaktır.

Bu çalışma kapsamında Türkiye'nin yoğun göç alan Esenler İlçesi için deprem hasar tahmini çalışması gerçekleştirilmiştir. Yoğun nüfusu ve beraberinde getirdiği çarpık yapılaşmanın herhangi bir afet öncesinde, sırasında ve sonrasında yaratacağı sonuçların değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

1.1 Çalışma Gereksinimi

Deprem riskinin yüksek olduğu ülkelerden biri olan Türkiye'de olası depremlerin zararlarının azaltılması ve mevcut yapılaşmanın iyileştirilmesi konularında doğru yönlendirme ve planlamaya katkı sağlayacak çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Günümüz teknolojisi ile depremlerin oluşumunu engellemek ya da önceden öğrenmek mümkün değildir. Ancak depremlerin oluşturacağı zararların azaltılmasına yönelik tedbirler alınması hayati önem taşımaktadır.

İstanbul Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından 1996 yılında yayımlanan ve halen yürürlükte bulunan Deprem Bölgeleri Haritasına göre;

- % 17 I. Derece
- % 41 II. Derece
- % 31 III. Derece
- % 11 IV. Derece

deprem bölgesinde bulunan bir ilimizdir.

Olası bir İstanbul depreminin hasarının tespiti, zararının azaltılması ve hazırlıklı olunması için, deprem öncesi riskli yapıların ve bölgelerin tespit edilerek, tüm ilçeler için “Tehlike Haritaları” oluşturulmalıdır.

Bu çalışma kapsamında, Deprem Bölgeleri Haritasına göre II. Derece deprem bölgesinde yer alan Esenler İlçesi için “Deprem Hasar Tahmin Analizi” çalışması yapılmıştır

1.2 Amaç ve Kapsam

Bu tez çalışmasının amacı, olası bir depremde meydana gelmesi muhtemel can ve mal kayıplarının önlenmesi için, afet öncesi çalışmaların, sağlıklı ve güncel verilerin tespitinin önemini altını çizilmesidir.

Bu kapsamda iyileştirilmesi, yenilenmesi ve güçlendirilmesi gereken mevcut yapıların tespit edilmesi, deprem afet haritalarının oluşturularak riskli bölgelerin belirlenmesi, ilçede acil eylem planının hazırlanması, potansiyel tehlike alanlarının yapılaşmaya kapatılarak farklı amaçlara yönelik (park, bahçe, oyun alanı, vb.) değerlendirilmesi, güvenilir yerleşim alanlarının sağlıklı olarak belirlenmesi birincil önceliktir.

Deprem Hasar Analiz Sistemlerinde elde edilen sonuçların doğruluğu tüm parametrelerin doğruluğu ve güncelliği ile ilintilidir. Bu nedenle İlçede deprem çalışmaları için gerekli araştırma altyapısının oluşturulması ve yürütülmesi, İlçede kurumsal yapılanma ile deprem zarar azaltma / önleme çalışmalarına ağırlık verilmesi gerekmektedir.

Bu çalışma kapsamında HAZTurk Programı kullanılarak İstanbul İli Esenler İlçesi için “Hasar Tahmin Analizi” yapılması amaçlanmıştır.

2.ÇALIŞMA BÖLGESİ

Esenler, 1981 yılından önce mülga Belediye iken İller Bankasınca plan çalışmalarına başlanmıştır. 1981 yılında İtatanbul Belediyesi'ne bağlı Şube Müdürlüğü olarak devam ederken 1981 plan Bakanlıkça onanmıştır. 1984 yılında İstanbul, Büyükşehir Belediyesi olunca, Esenler, Bakırköy Belediyesine bağlanmıştır. 1992 yılında Güngören Belediyesine bağlanan Esenler, 1994 yılında ise, İlçe olarak yeni Belediye olmuştur.

2.1Yapısal Özellikler

Esenler, ülkemizdeki göç dalgasının yoğun yaşandığı ilçelerden birisidir. 1935 yılındaki 604, 1940 yılında 860 nüfusu ile bir köy görünümündeki Esenler, 1970'li yıllardan sonra büyük bir göç akınına uğramıştır. 1985 sayımında 154 bin 380 kişi ile büyük bir şehir haline gelen Esenler'in nüfusu, 1990'a gelindiğinde yüzde 38.6 artışla 214 bin olmuştur. 1990'lu yıllarda da Esenler yoğun göç almaya devam etti.

1997'de yüzde 54,6 artışla nüfusu 331.000'e çıkan Esenler'de göç, son yıllarda da artışını sürdürmüştür. 2000 nüfus sayımında, bir önceki sayıma göre yüzde 18,8'lik artış gösteren ilçemizin nüfusu 394 bin 334'e ulaşmış ve 2009 sonu Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) verilerine göre Esenler'in toplam nüfusu 434.419'a ulaşmıştır (Çizelge 2.1) (<http://www.esenler.bel.tr/index.php?c=page&page=nufusbilgileri>).

Çizelge 2.1 Esenler ilçesi yıllara göre nüfus artışı

<i>Yıl</i>	<i>Nüfus</i>
1985	135,373
1990	235,328
1997	344,428
2000	394,423
2009	434,419

Sürekli göç alan Esenler 16 mahalleden oluşmaktadır. İlçemiz; Esenler ve Atışalanı olmak üzere 2 ana bölümden oluşmakta. Esenler, 9.144 hektarı yerleşim alanı, 9.431 hektarı askeri alan olmak üzere toplam 18.575 hektar Alana sahiptir.. Esenler'in mahalleleri, Namikkemal, Davutpaşa, Çiftehavuzlar, Fatih, Mimarsinan, Yavuzselim, Fevzi Çakmak, Nenehatun, Turgutreis, Kazım Karabekir, Menderes, Tuna, Birlik, Kemer, Havaalanı ve Oruçreis isimlerini taşımaktadır (<http://www.esenler.bel.tr/index.php?c=page&page=nufusbilgileri>).

Esenler, İstanbul'un ilçelerinden biridir. Kuzeyde Gaziosmanpaşa, güneyde Güngören, güneydoğuda Zeytinburnu, batıda Bağcılar ilçeleriyle komşudur. Esenler, 16 mahalleden oluşmaktadır ve yüzölçümü toplam 5.227 hektardır (<http://www.ezberim.com/marmara-ve-ege-bolgesi/150541-esenler-tarihi/>).

1993 yılı sonunda ilçe olmuştur. Esenler'in bulunduğu bölge, önceden Bakırköy ilçesine dahil iken, bu ilçe bölününce önce Güngören'e dahil edildi. Daha sonra da müstakil bir ilçe olarak kuruldu.

Bölge, Bizanslılardan kalma bir yerleşim alanıdır. Bu bölgenin en eski ahalisi Litros (Esenler) ve Avas (Atışalanı) adlarıyla kurulan köylerde yaşayan Rumlardır. Esenler veya Atışalanı Köyleri eski tarihlerde Bizans'ın şaşalı devirlerinde İstanbul'un Türk'ler tarafından fethine kadar Bizans köyleri olup, Bizans İmparatorluğu'na türlü tarım ürünleri yetiştirerek ekonomik katkıda bulunmuşlardır (http://www.esenler.gov.tr/default_B0.aspx?content=48).

Osmanlı döneminde Mahmutbey nahiyesi içerisinde birer Rum yerleşim yeri olan Litros ve Avas köylerinin etnik yapısı, Lozan Antlaşması'yla değişmiştir. Cumhuriyet döneminde Rum kökenli halkın Yunanistan'a göçetmesiyle boşalan köylere, Doğu Makedonya'dan gelen mübadele göçmenlerini Türkler iskan ettirilmiştir. Uzun yıllar mübadele köyü konumunda kalan Litros ve Avas isimlerini 1930'lu yıllara kadar korumuştur. 1937 - 1940 yıllarında gerçekleştirilen değişiklikle Litros-Esenler, Avas-Atışalanı olarak Türkçeleştirilmiştir (http://tr.wikipedia.org/wiki/Esenler,_İstanbul).

Esenler'i Davutpaşa yoluna bağlayan Ayazma yolu üzerindeki su kontrol kuyuları, şimdi belediye oto garajı olarak kullanılan Üçyüzlü, Ayazma Çeşmesi, Su Terazisi ve garaj içinde yıkık vaziyette olan Kilise güzel bir mimari örnek olarak karşımıza çıkar. İstanbul surlarının yıkılmasından sonra bu bölge toprakları askeri bakımdan

önem kazanmıştır (http://www.esenler.gov.tr/default_B0.aspx?content=48). Esenler, tarihi eser bakımından zengin sayılmaz. Bizans ve Osmanlı dönemine ait çeşme, su kemeri, su terazisi ve sebil günümüze ulaşan tarihi yapılardır. Bu eserlerin de kitabeleri tahrip edildiği için yapım tarihleri hakkında bilgi vermek mümkün değildir. Bunlar, Avas kemeri, Atışalanı Çeşmesi, Atışalanı Sebili, Menderes Çeşmesi (Litros Ayazması), Yavuz Selim Çeşmesi ve Nene Hatun Çeşmesi (http://tr.wikipedia.org/wiki/Esenler,_İstanbul).

İlçede 142 Cadde, 1104 Sokak ve 217.278 m yol bulunmaktadır. İlçede deniz ve hava yolları mevcut değildir. İlçenin İl merkezi ve komşu İlçelere karayolu bağlantıları mevcut olup, ulaşım hızlı tramvay, minibüs, otobüs ve taksilerle sağlanmaktadır.

2.2 Coğrafi Konum ve Morfoloji

2.2.1 Coğrafi Konum

Esenler İlçesi, İstanbul, Avrupa yakasında yer alır. Karayolu ile ulaşım mümkündür. Esenler'e E-6 (TEM) karayolunun Esenler – Otogar istikametini ve E-5 karayolunun Cevizlibağ yol ayrımından Davutpaşa – Terazidere yolunu takiple gelinebilir. (Yertek, 2008)

İnceleme alanı 1/ 1000 ölçekli 25 adet halihazır haritalarda;

$$X = 4546813,91 - 4550239,70$$

$$Y = 403737,69 - 406347,82$$

koordinatları arasında yer almaktadır. (Yertek, 2008)

2.2.2 Morfoloji

İnceleme alanı kuzeyden güneye doğru eğimli bir topoğrafya sunmaktadır. En yüksek kod arazinin kuzey bölümünde 100 – 153 m. arasındadır. En düşük kod arazinin güney bölümünde olup 10 ile 70 kodları arasında ortalama 40 m. dolayındadır. Yüzde eğim değerleri vadilerde ve tepe düzlüklerinde % 0 ile %10 arasında, yamaçlarda ise çoğunlukla %10 ile % 20, yer yer % 20 - % 30, ender olarakta %30 ile % 40 arasında olduğu görülmüştür. (Yertek, 2008)

2.2.3 İklim Durumu

İstanbul ve çevresi ülkemizde bulunan iklim rejimlerinden Akdeniz iklim tipi ile Karadeniz iklim tipi rejimleri arasında bir geçiş karakteri gösteren Marmara iklim bölgesinde yer alır. Coğrafi konum ve fiziki coğrafya özellikleri nedeniyle aynı enlemde yer alan birçok farklı iklim özelliklerine sahiptir. İstanbul 41⁰ derece kuzey enlemi, 29⁰ derece doğu boylamındaki yeri ile subtropikal yüksek basınç kuşağı ile soğuk-ılık bölgenin alçak basınçlarının ya da karasal (nemsiz) alize rüzgarları ile (nemli ve yağışlı) batı rüzgarlarının sınırındadır. Yerkürenin hareketleri ile yaz ve kış mevsiminde farklı iklim şartları oluşur. (Yertek, 2008)

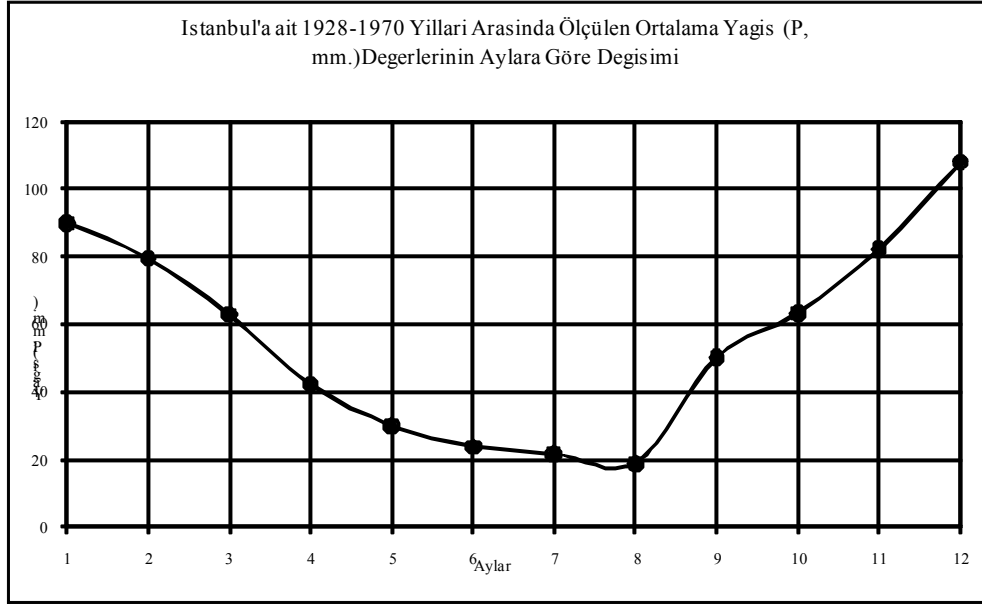
İstanbul'da en soğuk ay şubattır ilkbaharın ilk ayları serindedir. En sıcak ay Temmuz sonu ve Ağustostur. Eylül ve Ekime kadar sıcaklar sürer. Aralık ayına kadarda genellikle ılıktır. İstanbul denizler arasında yer alsa da, en soğuk aylar arasındaki sıcaklık farkı karasal iklimlerdeki gibi fazladır. İstanbul'un ortalama sıcaklığı 13,7⁰ C olduğu bilinmektedir. (Yertek, 2008)

İstanbul'da yıl içinde Kuzeydoğu (Poyraz) rüzgarları en fazla esen rüzgarlardır. Bunu Kuzey (Yıldız), Güneybatı (Lodos) ve Güney (Kible) yönlü rüzgarlar izler. Meteorolojik olarak Beaufort İskalasını adı verilen standart bir ölçme sistemine göre saniyede 17,2 m'den daha fazla esen rüzgarlara fırtına denir. En fazla Kuzey (Yıldız) yönünden fırtına eser, bu yönü Güney (Kible) ve Güneybatı (Lodos) yönleri izler. Hakim yön mevsimlere göre değerlendirilirse kış mevsiminde güney yönlü fırtınalar, ilkbahar ve sonbaharda ise Kuzey yönlü fırtınalar hakimdir. (Yertek, 2008)

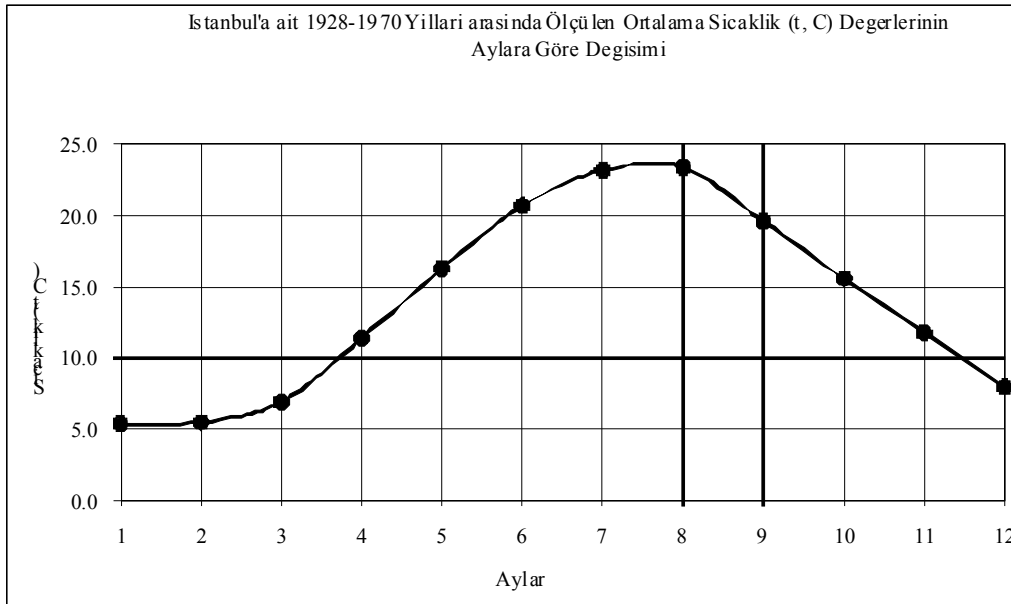
2.2.3.1. Yağışlar

Meteoroloji İstasyonu ölçümlerine göre, bölgede yağış genellikle Eylül-Ekim aylarında başlamakta ve Aralık ayında (107,9 mm) en yüksek değerini almaktadır. Kasım ve Ocak aylarında ise, bu değere yaklaşmaktadır. En düşük yağış durumuna Ağustos ayında (18,9 mm) ulaşılmaktadır. Haziran ve Temmuz aylarında ise, genelde en düşük yağışlar gerçekleşmektedir (Şekil 2.1). Bölge ortalama yıllık yağış miktarı ortalama 673,3 mm. kadardır. Bölgede yağışlardan kaynaklanan yeraltına süzülme ile depolanma Aralık ayından başlayarak Mart ayına kadar devam etmektedir. Bölgede yılın en soğuk ayı 5,4⁰C ortalama ile Ocak ayıdır. Aralık, Şubat, Mart ayları (5,5~8⁰C) yıllık ortalama değerlerine sahiptir. Temmuz, Ağustos ayları yıllık

ortalamalar (23°C) civarındadır. Yıllık ortalama sıcaklık değeri de 14°C 'dir (Şekil 2.2). (Yertek, 2008)



Şekil 2.1 İstanbul'a ait 1928-1970 yıllarının ortalama aylık yağış verilerinin grafik olarak değerlendirilmesi (Yertek, 2008)



Şekil 2.2 İstanbul'a ait 1928-1970 yıllarının ortalama aylık sıcaklık verilerinin grafik olarak değerlendirilmesi (Yertek, 2008)

2.3 İmar Planı Durumu

Esenler Belediyesi 1/5000 ölçekli Nazım İmar planlarına göre 36 adet 1/1000 ölçekli uygulama imar planı hazırlanmıştır. (Yertek, 2008)

- 20.08.1998 tasdik tarihli 1/1000 ölçekli Birlik II. Etap Revizyon İmar Planı,
- 17.09.1998 tadik tarihli 1/1000 ölçekli Karabayır Revizyon İmar Planı,
- 25.01.1999 tasdik tarihli Atısalanı, Turgutreis,-Oruçreis Mahallerini kapsayan III. Etap Revizyon İmar Planı,
- 14.04.1999 tasdik tarihli Atısalanı I. Etap Revizyon İmar Planı,
- 16.06.1997 tasdik tarihli 1/1000 ölçekli Esener Revizyon İmar Planı

Esenler'deki yapıların tamamı bitişik nizam, zemin + 4 veya 5 katlıdır. İlçede planlar hazırlandığı tarih itibariyle yerleşim hemen hemen tamamlandığından çarpık kentleşmenin merkezi konumunda olup, okul, sağlık alanları, park gibi sosyal donatısını oluşturulan alanlarda şahıs mülkiyetinde yapıların olması nedeniyle büyük ölçüde kamulaştırmaya ihtiyaç duymaktadır. İmar planında, kentin kullanımına ayrılan yeşil alanlarda çok katlı yapılar bulunduğu için beton şehir görünümündedir. (Yertek, 2008)

2.4 Jeoloji

2.4.1 Genel Jeoloji

İstanbul'un Trakya kesimi tabanda Paleozoik zamanının, Karbonifer devrinde ve bununda alt karbonifer devresinde (Yaklaşık 350 milyon yıl) denizel ortamda oluşmuş grovak bir temelden oluşur. Bu birim Trakya Birimi olarak bilinir. Bu birimin kalınlığı 450-500 metre civarındadır. (Yertek, 2008)

Karbonifer sonu ortam tektonik hareketlerle karaya dönüşmüş ve karasal durumu yaklaşık 230 milyon yıl sürmüştür ve Eosen başlarında yeniden denizel duruma dönüşmüştür. Bu ortamda oluşan karbonatlar genel olarak resif ortamında oluşmuş bir kireçtaşı ve marnlı kireçtaşıdır. (Yertek, 2008)

Bu kireçtaşları Kırklareli veya Eosen kireçtaşları olarak bilinir. Eosen birimler üzerine plaj fasiyesi, sığ denizel fasiyesi, derin denizel fasiyesi, delta ortamında oluşmuş Oligosen yaşlı Karaburun Formasyonundan gelmiştir. (Yertek, 2008)

Üst Eosen'den sonra (45 milyon yıl) bölge düşey hareketlerle yeniden karaya dönüşmüş ve bu durum Sarmasiyene (Orta Miyosen - 30 milyon yıl) kadar sürmüştür. Sarmasiyende bölge yeniden bir çökme alanına dönüşerek karasal - akarsu koşullarında çakıl, kum, silt, kil Oligosen birimin üzerine çökmüştür. Bu birim Çukurçeşme veya sarmasiyen kumu olarak bilinir. Bu birimin üzerine Güngören kili çökmüştür. Sarmasiyen sonunda ortam yeniden denize dönüşerek Mactra'lı Bakırköy kireçtaşları çökmüştür. Pliyosen başlarında ise, ortam yeniden kara haline dönüşerek bugünkü durumunu sürdürmektedir. (Yertek, 2008)

2.4.2 Stratigrafi

Esenler bölgesinde ve yakın dolayında Karbonifer yaşlı Trakya Formasyonu, Miyosen yaşlı Çukurçeşme, Güngören ve Bakırköy Formasyonu ile Kuvaterner yaşlı alüvyon çökeller yer almaktadır. (Yertek, 2008)

3. ENVANTER

“İstanbul hakkında veri araştırması gerekliliği, daha önce yapılmış olan JICA çalışmasına başvurulmasını gerektirmiştir. Veri, yüzdelerle bölgenin toplam bina sayısı hakkında kat sayısı, yapım dönemleri, işgal tipleri, yapı çeşitleri ve binaların yerlerini barındıran İstanbul JICA çalışması için, İstanbul Büyükşehir Belediyesinden elde edilmiştir. Sıvılaşma potansiyeli, kentsel hasar görülebilirlik değerlendirme verisi, 1999 Kocaeli Depremi sonrası İstanbul’daki bina hasarı, jeoloji, zemin sınıfı, Türkiye idari, İstanbul ve İstanbul’un semtleri için idari, fay, arazi kullanımı, kamu hizmetleri ve topografik haritalar Çizelge 3.1’de görüldüğü üzere JICA (2002) çalışmasından elde edilmiştir.”(Karaman,2008)

“İstanbul’a ait güncel idari sınır ve topografik haritalar İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) Zemin ve Deprem Araştırma müdürlüğünden elde edilmiştir.” (Karaman,2008)

Esenler ilçesi için yukarıda belirtilen verilere ek olarak yapı türü, yapı durumu, bina kullanımı ve kat tipi özellikleri, çalışma alanındaki binaların detaylı değerlendirmesi için Esenler Belediyesinden, cadde ve sokakların adres ve numaralamasının yapım çalışmasına kapsamında toplanan veriler kullanılmıştır.

Çizelge 3.1’de gösterilen JICA (2002) çalışmasından elde edilen verilere ve Esenler ilçesi adres ve numaralamaya ilişkin çalışmadan elde edilen veriler derlenmiştir.

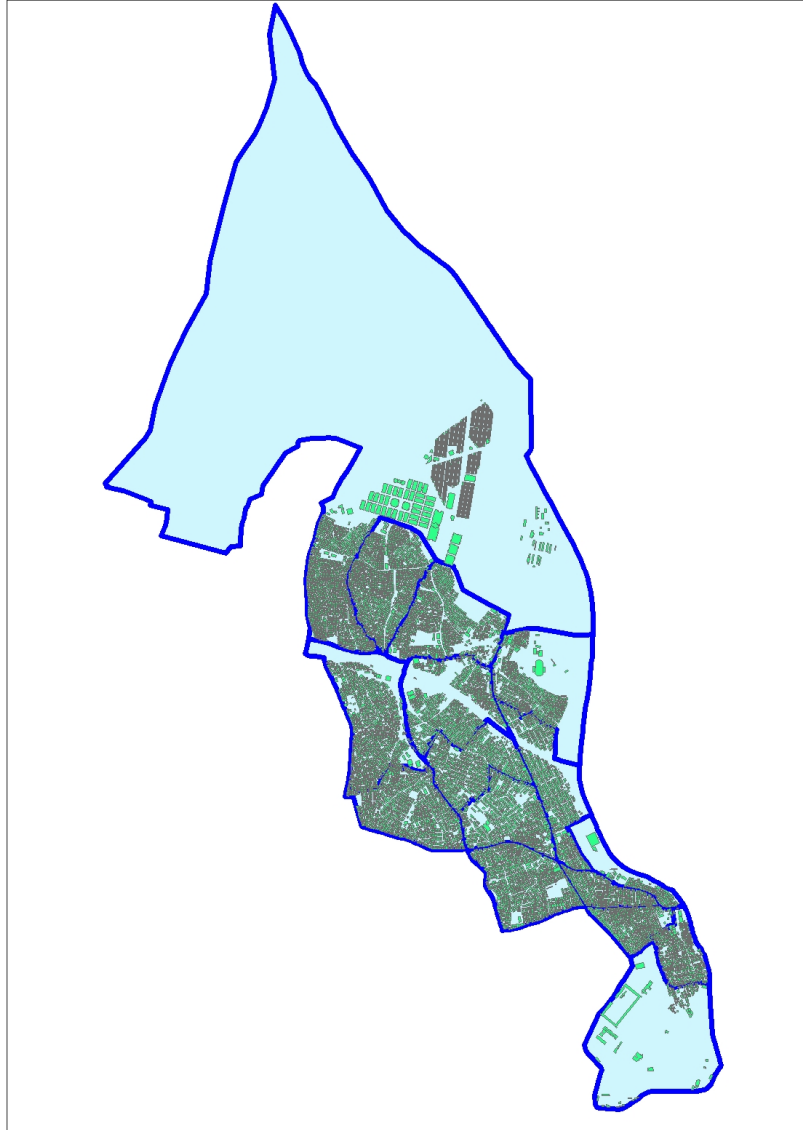
Çizelge 3.1 JICA (2002) Çalışması Veri Katalogu (Karaman, 2008)

Envanter Tanımı	Ölçek	Kaynak	Yıl	Sınıf
Sınır	1:5,000	Çalışma ekibi	2002	Poligon
Kıyı çizgisi	1:5,000	1:5,000 altlık harita	1997	Poligon
İlçe Belediye Sınırı	1:5,000	İlçe Belediyeleri	2001	Poligon
Enlem ve Boylam		Çalışma ekibi	2002	Çizgi
Mahalle Sınırı	1:5,000	İlçe Belediyeleri	2001	Poligon
T.C İl Sınırları	1:1,000,000	-	2000	Poligon
Mahalledeki ölçeğinde 2000 yılı bina sayım	1:5,000	SIS	2000	Poligon
Mahallelere göre ahşap bina oranı	1:5,000	Çalışma ekibi	2000	Poligon
500m grid ve eğim sınıflamasına göre bina sayımı	1:1,000	Çalışma ekibi	1997	Poligon
1:1,000 taban haritadan bina nokta verisi	1:1,000	1:1,000 altlık harita	1997	Nokta
Bina hasar tahmini: model A	1:5,000	Çalışma ekibi	2002	Poligon
Bina hasar tahmini: model B	1:5,000	Çalışma ekibi	2002	Poligon
Senaryo fay model A,B,C,D'ye göre deprem tahmini		Çalışma ekibi	2002	Çizgi
Sıvılaşma Potansiyeli	1:5,000	Çalışma ekibi	2002	Poligon
PGA, PGV ve SA simulasyon sonuçları	1:5,000	Çalışma ekibi	2002	Poligon
Eğim stabilite analizi sonuçları	1:5,000	Çalışma ekibi	2002	Poligon
JICA çalışmasından alınan sondaj noktası	1:5,000	Çalışma ekibi	2002	Nokta
İBB tarafından kataloglanmış sondaj noktası:	1:5,000	İBB	2002	Nokta
İBB tarafından kataloglanmış sondaj noktası: Avrupa	1:5,000	İBB	2002	Nokta
İMM tarafından kataloglanmış sismik kırılım verisi	1:5,000	İBB	2002	Nokta
Fay hattı		Kalafat	2002	Çizgi
Jeoloji Haritası 1:5,000, İBB, 2001	1:5,000	İBB	2001	Poligon
Formasyon kod listesi		İBB		dbf
Mahallelere göre tehlike altındaki tesisler	1:5,000	İBB	2002	Poligon
Varolan arazi kullanımı, 1994 (1:25,000 ölçeğinde)	1:25,000	İBB	1994	Poligon
Varolan arazi kullanımı haritasındaki askeri alanlar,	1:25,000	İBB	1994	Poligon
Varolan arazi kullanımı haritasındaki ana yollar,	1:25,000	İBB	1994	Çizgi
Varolan arazi kullanımı, 2000 (1:25,000 ölçeğinde)	1:25,000	İBB	2000	Poligon
Kentsel genişleme	1:200,000	İBB	1995	Poligon
Belediye ve Kaymakamlık	1:1,000	Çalışma ekibi	2002	Nokta
İlçelere göre diğer resmi binalar	1:5,000	Valilik	2002	Poligon
İlçelere göre eğitim tesisleri	1:5,000	Valilik	2002	Poligon
İtfaiye	1:1,000	Çalışma ekibi	2002	Nokta
İlçelere göre sağlık olanakları	1:5,000	Valilik	2002	Poligon
Diini tesisler	1:5,000	Valilik	2002	Nokta
İlçe emniyet	1:1,000	Valilik	2002	Nokta
İlçelere göre diğer güvenlik hizmetleri	1:5,000	Valilik	2002	Poligon
Resmi Bina	1:5,000	Valilik	2002	Nokta
1999 depreminden zarar gören bina	1:5,000	Valilik	2001	Poligon
Deprem Merkez Üssü	0,01derece	Kalafat	2002	Nokta
Merkez üssü veri alanı sınırı	0,01derece	Kalafat	2002	Poligon
Tarihi Deprem Merkez üssü	0,1derece	Kalafat	2002	Nokta
Sismik istasyon	1:5,000	ERD, İTU ve Kandilli	2002	Nokta
Grid veriden oluşturulmuş eşyüksekti eğrileri	1:1,000	Çalışma ekibi	1997	Çizgi
Yükseklik (grid formatında veri)	1:1,000	1:1,000 altlık harita	1997	Grid
Yükseklik (nokta veriye dönüştürülmüş)	1:1,000	1:1,000 altlık harita	1997	Nokta
Yükseklik (poligon veriye dönüştürülmüş)	1:1,000	1:1,000 altlık harita	1997	Poligon
Mahalleye göre ortalama eğim	1:5,000	Çalışma ekibi	1997	dbf
Eğim (grid formatı)	1:1,000	Çalışma ekibi	1997	Grid
Eğim (poligon formatı)	1:1,000	Çalışma ekibi	1997	Poligon
Eğim (10 derece aralıklı dönüştürülmüş poligon)	1:1,000	Çalışma ekibi	1997	Poligon
Bina yol ve eğim arasında çapraz analiz	1:5,000	Çalışma ekibi	2002	Poligon

3.1 Esenler için Bina Envanteri Oluşturulması

Şekil 3.1’de gösterilen veri, poligon yapısında Esenler ilçesi binalarını içermektedir. Bu veriler Esenler Belediyesinden, cadde ve sokakların adres ve numaralamasının yapım çalışması kapsamında üretilmiştir. Esenler ilçesi kayıp analizi için geliştirilen yazılım nokta tabanlı verilerle çalıştığı için, çalışma kapsamında geliştirilen yazılımda kullanılmak üzere, bina verileri poligondan noktaya çevrilmiştir.

Son olarak bina verileri için TABİS veri formatına uyan bir veri formatı geliştirilmiş ve bina veri setleri yeniden sınıflandırılmıştır. Esenler ilçesinde en güncel bina sayısı 25.874’dr.



Şekil 3.1 Esenler ilçesinin poligon bina verisi

3.2 HAZTURK Veri Sınıflandırma Sistemi

Karaman (2008) çalışmasında oluşturulan yazılımın çalışma metodolojisine ve veri formatına uygun olacak şekilde elde edilen veriler sınıflandırılmış ve işlenmiştir. “Veri sınıflandırması kavramı, verilerin programın kullanacağı veri setlerine göre, hangi veri setinde hangi formatta hangi verilerin bulundurulacağını ve kullanılacağını açıklar. Veri sınıflandırması ile çalışma envanteri, Afet, Bina, Jeoloji, Topografya, Sınır, Fay Hattı, Azalım ve Eşleme olarak tanımlanmıştır.” (Karaman, 2008)

Sınıflandırma sonucunda veri setlerinin veri formatları ise Çizelge 3.2’de verilmektedir.

Çizelge 3.2 Veri Sınıflandırma Sistemi (Karaman,2008)

Veriseti	Veri Formatı	Dosya Uzantısı	Veri Tipi
Afet	ASCII Raster	*.asc, *.txt	ASCII
Bina	ArcGIS Shape file	*.shp	Nokta
Jeoloji	ArcGIS Shape file	*.shp	Poligon
Topografya	ASCII Raster	*.asc, *.txt	ASCII
Sınır	ArcGIS Shape file	*.shp	Poligon
Azalım	Tablo	*.csv	Tablo
Diğer	ArcGIS Shape file	*.shp	Çizgi, Nokta, Poligon
Eşleme	XML	*.xml	XML

Veri işlemede en çok zaman alan kısımlardan biri afet veri setinin hazırlanmasıdır. Bina, Jeoloji, Sınır ve Fay hattı veri setlerinde kullanılacak veriler, WGS_1984 Datumunda Transverse Mercator Projeksiyon sistemine göre tanımlanmıştır, sadece ASCII raster formatındaki Topografya ve Afet veri setlerine ait veriler Coğrafi Koordinat sisteminde tanımlanmıştır. Topografya veri setindeki Esenler Sayısal Arazi Modeli ise Karaman (2008) çalışmasından elde edilmiştir.

3.3 HAZTURK Veri Formatı Standartları

3.3.1 ESRI shapefile

“Vektör tabanlı bir CBS formatıdır. HAZTURK’de bulunan tüm vector CBS verileri bu formattadır. ESRI Shapefile formatı üç veri tipinden oluşur: Nokta, çizgi ve

polygon. Çalışma kapsamında WGS 84 datumundaki shapefile verilerini desteklemektedir. Alan adlarında ise 10 karakter sınırı vardır.” (Karaman vd., 2008)

3.3.2 ESRI ArcGIS grid ASCII formatı

“Raster tabanlı bir CBS formatıdır. HAZTURK içerisindeki her raster veri bu formattadır. Tez çalışmasında hazırlanan yazılım HAZTURK, WGS84 datumunda ESRI Grid ASCII formatını desteklemektedir.(World Geodetic System 1984).” (Karaman vd., 2008)

3.3.3 CSV (comma separated values)

“Tablo veri formatıdır. Yazılımda bulunan tüm tablo veriler bu formattadır. İlk satırda kolon adları (alan adları) bulunur. İkinci satır kolonla ilgili veri tipini içerir.” (Karaman vd., 2008)

3.3.4 Kırılgenlik dosyaları (XML veya CSV)

“Kırılgenlik eğrileri şu iki formattan birinden eklenebilir: XML veya CSV. XML dosyaları, kırılgenliklerin HAZTURK içerisinde gösterimi için kullanılmaktadır ve kırılgenliklerin tanımlanması için en esnek ve açık yoldur. CSV format desteği ise HAZTURK’ün eski sürümleriyle geriye dönük uyumluluğun sağlanması içindir. Yeni kırılgenlikler tanımlamak için CSV yerine XML formatını tercih edilmelidir. CSV formatı XML’e kıyasla daha az tanımlayıcı ve daha yetersizdir.” (Karaman vd., 2008) HAZTURK’te kullanılan kırılgenlik fonksiyonları Jeong ve Elnashai (2006) tarafından geliştirilen parametrik kırılgenlik yöntemine (PFM) göre geliştirilmiştir.

3.3.5 Eşleme dosyası formatı (XML)

“Eşleme dosyaları XML formatındadır. Eşleme dosyası, kullanıcı ölçütleri uyarınca belirli bir veriyi belirli bir kırılgenlik eğrisiyle eşlemektedir. Örneğin, 2 kattan yüksek bir ahşap bina için kullanılan kırılgenlik eğrisini tanımlar.” (Karaman, 2008)

3.4 Çalışmada Kullanılan Envanterin Öznitelik Detayları

Yazılımda kullanılan bina verilerine ait öznitelikler bu kısımda tanımlanmıştır.

3.4.1 Par_Id – Parsel tanımı

Binalın ait olduğu parsel bilgisini tanımlar, birden fazla bina aynı parsel üzerinde bulunduğu durumlarda, aynı parsel değeri birden fazla bina için kullanılabilir.

3.4.2 Str_type – Genel yapı tipi

“Binalara ait yapı türlerini kodlayarak tanımlar. Binalar Çizelge 3.3’te verilen yapı tipi kodlarından birine sahip olabilirler. Bu yapı tipi kodları HAZUS el kitabına göre sınıflandırılmışlardır.” (Karaman, 2008)

Çizelge 3.3 Bina Yapı Tipleri (Karaman,2008)

Bina Yapı Kodu	Bina Yapı Tipi
W1	Ahşap hafif çerçeve
W2	Ticari ve endüstriyel ahşap yapı
S1	Moment aktaran çelik çerçeve
S2	Çaprazlı çelik çerçeve
S3	Hafif çelik çerçeve
S4	Yerinde dökme betonarme perdeli çelik çerçeve
S5	Donatısız dolgu duvarlı çelik çerçeve
C1	Moment aktaran betonarme çerçeve
C2	Betonarme perde duvar
C3	Donatısız dolgu duvarlı betonarme çerçeve
PC1	Sahada üretilen prekast betonarme duvar
PC2	Betonarme perde duvarlı prekast betonarme çerçeve
RM1	Ahşap veya metal döşemeli donatılı taşıyıcı dolgu duvar
RM2	Prekast betonarme döşemeli donatılı taşıyıcı dolgu duvar
URM	Donatısız taşıyıcı dolgu(yığma) duvar
MH	Mobil ev

3.4.3 Year_built – Binanın yapım yılı

Esenler Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü arşiv kayıtlarından elde edilmiştir. Binanın yapım yılını vermektedir buna göre hangi yapı yönetmeliğine göre yapıldığı belirlenir.

3.4.4 Occup_detail – Binanın detaylı ve özel kullanımı

Numarataj çalışmasından elde edilmiştir. Bu alan binanın detaylı ve özel kullanım bilgisini içermektedir.

3.4.5 Occ_type – HAZUS bina kullanım türü

“HAZTURK uygulamalarının geçerliliğini sağlamak amacıyla, HAZUS şartlarıyla örtüşen bina kullanım kategorileri belirlenmiştir.” (Karaman, 2008)

3.4.6 Tot_appr – Yapı ve içeriğinin tahmin edilen toplam değeri

Yapının ve içinde bulunan eşya, makine, donanım ve benzeri varlıkların tahmini değerlerinin toplamıdır.

3.4.7 Bldg_val – Yapının tahmin edilen değeri

“Tahmin edilen ve öngörülen yapı değerlerini içerir. İstanbul Umum Emlak Komisyoncuları Odasından elde edilen emlak asgari metrekare birim değerleri ilçe, mahalle ve sokak bazında elde edilip, bina taban alanları ile çarpılarak elde edilmiştir.” (Karaman, 2008)

3.4.8 Cont_val – Bina içeriğinin tahmin edilen değeri

“Yapının içinde bulunan eşya, makine, donanım ve benzeri varlıkların tahmini değerleridir. İçerik değerleri tahmin edilmiş değerler üzerinden aşağıda Çizelge 3.4’te verilen kullanıma yönelik katsayılar kullanılarak elde edilmiştir.” (Karaman, 2008)

Çizelge 3.4 Kullanım türüne bağlı bina içerik değerleri tahmin hesabı oranları (HAZUS, 2004, Karaman, 2008)

Kullanım Türü	Biçilen Değerin Yüzdesi	Kullanım Türü	Biçilen Değerin Yüzdesi
Konut	%50	Sanayi	%150
Ofis	%100	Hafif Sanayi	%150
Sağlık	%150	Eğitim	%100
Otopark	%50	Devlet	%150

3.4.9 No_du – Bina içindeki konut sayısı

Numarataj çalışmasından elde edilmiş, her binadaki ikamet birimlerinin bağımsız bölüm sayısını tanımlar.

3.4.10 Sq_feet – Yapının taban alanı

Metrakare cinsinden yapı taban alanını tanımlar.

3.4.11 Efacility – Binanın temel hizmet kullanım durumu

“Sırasıyla okul, hastane, çok katlı hastane, itfaiye istasyonu, karakol ve herhangi bir hizmetin binada bulunup bulunmadığını gösteren EFS1, EFHL, EFHM, EFFS, EFPS ve FALSE değerlerini içermektedir. Ayrıntılı bilgi Çizelge 3.5’te verilmektedir.” (Karaman, 2008)

Çizelge 3.5 Kritik Tesis Sınıflandırması (HAZUS, 2004, Karaman, 2008)

Kodu	Kullanım Türü	Açıklama
EFHS	Küçük Hastane	50 yataktan az kapasiteli
EFHM	Orta Büyüklükte Hastane	50 ila 150 yatak kapasiteli
EFHL	Büyük Hastane	150 yataktan fazla kapasiteli
EFMC	Tıbbi Klinik	Sağlık ocağı, laboratuvar, kan merkezi vb.
EFFS	İtfaiye	
EFPD	Polis Merkezi	
EFE0	Acil Durum Merkezi	
EFS1	Okul	İlk ve orta dereceli okullar
EFS2	Üniversite/Yüksek Okul	
FALSE	Kritik Tesis İçermeyen Binalar	

3.4.12 No_stories – Bina kat adedi

Binanın toplam kat adedi tanımlanmıştır. Sayısal değer olan integer ile tanımlanır ve kullanılır. Bu değer, Bodrum Kat, Zemin Kat, Normal Kat ve Çatı Katı değerleri ayrı ayrı olarak bulunmakta ise hepsinin toplamı ile elde edilir. (Karaman vd., 2008)

3.4.13 Occ_broad – Yapının genel kullanım sınıfı

Binanın kullanım türünü HAZTURK Sistemine uygun olacak şekilde detaylı olarak tanımlar. Eğer bina kullanım türü SANAYİ ise detaylı kullanım türü OTOMOTİV SANAYİ ya da ELEKTRİK SANAYİ gibi detaylandırılır. Bina kullanımı, vergi tahakkuk veritabanında bulunan arazi kullanım tablolarına göre 10 kategoriye ayrılmıştır. Çizelge 3.6 genel kullanım sınıflarını vermektedir.

Çizelge 3.6 Bina Genel Kullanım Türleri (Karaman, 2008)

Bina Genel Kullanım Türleri	
Sağlık	Diğer
Ağır Sanayi	Otopark
Hafif Sanayi	Perakende Satış
Toplu Konut	Tek Ailelik Konut
Ticari Ofis	Toptan Satış

3.5 Jeoloji ve Mühendislik Jeolojisi Envanter Öznitelikleri

“Çalışma bölgesindeki tabakalı kayaçların yaşlarının tanımlandığı veri setidir. Jeoloji ve mühendislik jeolojisi haritası, yaş, alan ve çevre özniteliklerini içermektedir. Yaş özniteliği TABİS standartlarına göre belirlenmiş 74 adet değere göre atanır. Bu veri setine ait öznitelikler, HAZTURK yazılımı içerisinde deprem senaryo analizi ve sıvılaşma analizinde kullanılır.” (Karaman vd., 2008)

3.6 NEHRP’e göre Zemin Sınıfı Envanter Öznitelikleri

“National Earthquake Hazard Reduction Programı (NEHRP, 1997) sınıflandırma sistemine uygun olarak üretilmiş çalışma bölgesine ait zemin sınıfı haritasıdır. NEHRP’e göre zemin sınıflama haritası, NEHRP zemin sınıfı, alan ve çevre özniteliklerini içerir. Bu öznitelikler, HAZTURK yazılımı içerisinde deprem senaryo analizinde kullanılır.” (Karaman vd., 2008)

3.7 Sayısal Yükseklik Modeli ve Eğim Verisi Öznitelikleri

“Sayısal yükseklik modeli çalışma bölgesindeki topografyayı üç boyutlu olarak tanımlayan arazi modelidir. Eğim haritası üretiminde kullanılır. Eğim veri seti ise çalışma bölgesindeki eğimi derece birimine göre veren ve deprem risk haritası üretiminde kullanılan topografik haritalardır.” (Karaman, 2008)

4. HASAR TAHMİNİ

“Hasar Tahmini öncelikle geçmişte kaydedilmiş veriden elde edilen günümüz bilgisinin geleceğe ekstrapolasyonu yani dış değerlendirilmesi ile ilgilidir. Bazı matematik modelciler katılmasalar da en karmaşık felaket modeli bile temelindeki tarihsel verilerin kalitesi kadar iyidir. Eğer belirli bir tehlike için hasarların tahmini ile ilgili olarak hiç kayıtlı veri yoksa ekstrapolasyon mümkün değildir ve hasar tahmini yapılamaz.” (Karaman,2008)

“Eğer uygun veri mevcutsa, ekstrapolasyon yapılabilir ve hasar tahmini mümkündür. Ancak veri yetersiz ve kötüyse yapılacak olan hasar tahmini de yetersiz ve zayıf olacaktır. Eğer veri iyi ise, o zaman daha güvenilir bir hasar tahmini mümkündür. Bu prensibin uygulanması, mevcut bilgilerin bir fonksiyonu olarak aşağıdaki hiyerarşideki hasar tahmini yöntemlerine götürür.” (Karaman,2008)

- Faktörleri kararlaştırılmış maksimum kayıtlı hasar (Factored) (asgari yaklaşım)
- Kayıtlı hasar verilerinin istatistiksel analizi
- Rasgele Olmayan (Deterministic) GIS tabanlı hasar modellemesi
- Olasılıksal (Probabilistic) GIS tabanlı hasar modellemesi (azami yaklaşım)

Tüm bu metotlar olası maksimum hasarların tahmini amacıyla kullanılabilirler. Sadece sonuncu metot değerlendirme (sınıflama) için kullanılabilir (Walker, 1999).

4.1 Hasar Tahmininin Önemi

“Deprem hasar tahmin yöntemi, yerel, bölgesel ve ulusal yöneticilere, depremlerden doğabilecek risklerin azaltılmasında ve acil durum müdahale ve iyileştirme çalışmaları için hazırlıklı olunmasında kullanılacak planlama ve uyarı çalışmaları için gerekli araçları sağlar. Metodoloji ayrıca deprem hasarlarının ulusal çapta risklerinin değerlendirilmesi için temel teşkil eder. Metodoloji, deprem hasarlarının asgari veri girdisi gerektiren kaba tahminlerinden, rafine hesaplamalarına kadar

değişen ihtiyaçlara sahip çeşitli kullanıcılar tarafından kullanılabilir. Metodoloji tümleşik coğrafi bilgi sistemi teknolojisi kullanılarak uygulanabilir” (HAZUS, 2004).

4.2 Hasar Tahmininin Bileşenleri

“Dünyada kullanılan ve geliştirilen GIS tabanlı hasar tahmin sistemleri iki temel hasar modelini kullanarak tahmin geliştirirler. Bu iki modelden ilki ve en çok kullanılanı rastgele olmayan ya da diğer bir adıyla deterministik GIS tabanlı hasar modelidir. Diğerisi ise daha çok sınıflandırma ve değerlendirme amacıyla kullanılan olasılıksal GIS tabanlı hasar modelidir.” (Karaman,2008)

4.2.1 Deterministik (rastgele olmayan) GIS tabanlı hasar modellemesi

Deterministik model, oluşmalarına dair olasılığın kesin ve net etkenleri olmayan belirli senaryoları baz alan tehlike modellerini referans alır (Crozi ve diğ., 2005). Bilgi devrimiyle kullanılabilir ve yararlanılabilir hale gelen başlıca yeni araçlardan biri de fiziksel zarara ve kayba neden olan tehlikelerin özelliklerini coğrafi olarak simüle edebilen coğrafi bilgi sistemleridir. Bu kayıtlı hasarların istatistiksel analizinden çok daha fazla karmaşık bir yaklaşımdır. Uygulanabilmesi için, tehlike ve onun zarar verme özellikleri, konum, sigorta değeri sigorta sınıfı gibi bilgileri içeren sigortalanmış tüm yapı, ürün ve canlılar ve tehlikeye karşı hassaslık ile ilgili fiziksel özellikleri hakkında uyarıcı, bilimsel, mühendislik ve finansal modelleri somutlaştırıp canlandıran karmaşık bir bilgisayar programı şeklindeki uzman bir sistem gerektirir (Walker, 1999).

4.2.2 Probabilistik (olasılıksal) GIS tabanlı hasar modellemesi

“Olasılıksal model, ilgili bölgeye etki eden birçok olay ve etmen ile ilişkili tüm olasılıkları hesaba katan tehlike modellerini referans alır. Olasılıksal modeller yüzlerce ya da binlerce senaryonun simülasyonlarını baz alır” (Crozi ve diğ., 2005). “Olasılıksal GIS tabanlı hasar modelleri, hasar modellemesinde çıktı olarak en iyi sunumu yapabilmek için ek bilgiler ve hesaplama yordamları içeren deterministik modellerdir. Bu çıktılar tüm yapı, ürün ve canlılar ya da riskler hakkında olabilir. Modelin çıktıları ile tekil riskler ortalama yıllık kayıplar açısından ya da kayıpların sigortalama ve finansal açıdan etkileri elde edilebilir” (Walker, 1999).

4.3 İstanbul ili Esenler ilçesini kapsayan hasar tahmin çalışmaları

4.3.1 JICA (2002) çalışması

JICA'nın İstanbul için gerçekleştirdiği çalışmadan kullanılacak veriler ve modeller seçilmiştir. JICA raporunda Marmara Denizi fay hattı üzerindeki kırılmalara göre geliştirilmiş 4 değişik modelden Model A seçilmiş ve uygulama bu model verilerine göre yapılmıştır.

“Model A, fay hattının doğu bölümündeki kırılmadır. Şekil 4.1 **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'de görüldüğü üzere, bu parça 120 km uzunluğunda olup, 1999 depreminde kırılan hattın batı kısmından Silivri hattına kadardır. Bu model, sismik hareketin batıya yönelmesi nedeniyle, 4 deprem senaryosu arasında en olası görülenidir. Moment büyüklüğünün (Mw) 7,5 olacağı öngörülmektedir” (JICA, 2002).



Şekil 4.1 Model A (JICA, 2002)

JICA (2002) adlı çalışmanın amaçları, proje sonuç raporunda, “İstanbul şehri ve çevresi için sismik afet önleme/hasar azaltma planının temelini oluşturabilecek sismik mikrobölgeleme haritalarını derlemek, depreme dayanıklı şehirleşme için yapı inşaatı tavsiyelerinde bulunmak ve ilgili planlama teknikleri hakkında etkin teknik aktarımlar yürütmektir” olarak açıklanmıştır.

JICA (2002) çalışmasında hasar tahmini mahalle tabanlı olarak gerçekleştirilebilmiştir. “Bu, bir mahalledeki her binaya aynı deprem sismik hareketinin etki ettiği varsayımına yol açmaktadır. JICA (2002) çalışma sonuçları da her mahalle için verilmiştir. Hasar tahmini çalışması sonuçları İstanbul ve Esenler ilçesi için özet olarak Çizelge 4.1'de verilmektedir. Hasar her mahallede bina sınıflandırmasına göre hesaplanmış ve buna göre İstanbul'un güneyinin kuzeyine

göre daha ağır hasar görebileceği tahmin edilmiştir. Aynı şekilde şehrin batı yakasının da doğu yakasına göre daha fazla hasar göreceği tahmin edilmiştir” (JICA, 2002).

Çizelge 4.1 Bina Hasar Tahmini Özeti (JICA, 2002, Karaman, 2008)

		Ağır Sayı (Yüzde)	Ağır + Orta Sayı (Yüzde)	Ağır + Orta + Az Sayı (Yüzde)
Model A	İstanbul	51000 (7,1%)	114000 (16%)	252000 (35%)
	Esenler	1355 (6,0)	3312 (14,6%)	8216 (36,2)
Model C	İstanbul	59000 (8,2%)	128000	300000 (38%)
	Esenler	1655 (7,3)	3922 (17,3%)	9111 (40,1)

4.3.2 Küçükçoban (2004) tez çalışması

“Sismik hasar tahmini için bir bilgisayar programı geliştirilmesi” adlı tez çalışması ile İstanbul için yapılan hasar tahmini çalışmasında Küçükçoban (2004), Orta Doğu Teknik Üniversitesi’nde yürütülen çalışmalardan elde edilen bina hasar fonksiyonları ve kapasite eğrilerini kullanmış ve Gülkan ve Kalkan (2002) azalım ilişkisi deprem etkisinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Hasar tahmini için spektral yer değiştirme limitleri tabanlı ve hasar eğrileri tabanlı iki metodun kullanıldığı çalışmada JICA (2002) çalışmasında üretilen veriler ve bu verilerin yenilenmiş sürümleri kullanılmıştır. Çalışma kapsamında elde edilen analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. “Sonuçlar ve veriler incelendiğinde bina verilerinin sadece istatistiksel olarak yenilendiği görülmektedir. Zira çalışmada verilen Zeytinburnu ilçesi bina sayısı 30430 iken, 2007 yılı içinde arazi üzerinde yapılan sayımda Zeytinburnu ilçesi bina sayısının 17000 civarında olduğu görülmektedir.” (Karaman, 2008)

Çizelge 4.2 Bina Hasar Tahmini Özeti (Küçükçoban, 2004)

Veri	Bölge	Bina Sayısı	Az Hasarlı		Orta Hasarlı		Ağır Hasarlı	
			Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
JICA Check	Esenler	22967	317	1,40	21719	95,69	661	2,91
	İstanbul	724561	78876	10,89	574203	79,25	71482	9,86
JICA New	Esenler	46520	454	0,98	26493	56,95	19573	42,07
	İstanbul	1195711	33073	2,77	883804	73,91	278834	23,32
İBB Yeni	Esenler	46492	1	0,00	44700	96,15	1791	3,85
	İstanbul	1313327	30931	2,36	1155351	87,97	127045	9,67

5. UYGULAMA

Esenler İlçesi için yapılan çalışmadan Japan International Cooperation Agency (JICA)'nin yürüttüğü çalışmada sunulan ve Bölüm 4.3.1'de açıklanan senaryo kullanılmıştır. Çalışmada, Y. Doç. Dr. Himmet Karaman'ın Pilot bölge Zeytinburnu ilçesi ve daha sonra tüm İstanbul için “Sonuç Risk Yöntemi ve Deprem Kayıp Tahmin Analizi” geliştirdiği HAZTURK programı kullanılmıştır. HAZTURK programının kullanımı ve analiz sonuçları bu bölümde gösterilmiştir.

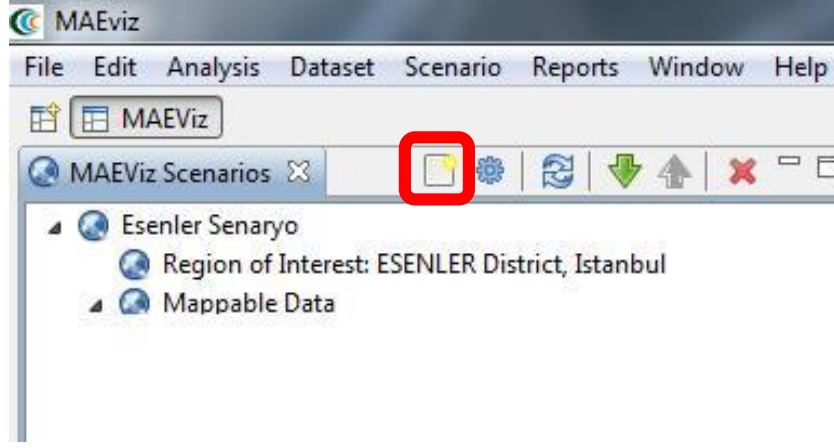
5.1 Senaryo Tanımlaması

HAZTURK programında İstanbul için ön tanımlı olarak Çizelge 5.1'de sıralanan azalım ilişkileri bulunmaktadır. Tez çalışmasında, Boore ve Atkinson (2006) azalım ilişkisi kullanılmıştır. Kullanılan azalım ilişkisi, Berkeley Üniversitesi, Pacific Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi (PEER Center) tarafından 2006 yılında aralarında Türkiye’de gerçekleşen son depremlerin de bulunduğu kuvvetli yer hareketleri veritabanı kullanılarak yürütülen Yeni Jenerasyon Azalım Modelleri (NGA Models) projesi kapsamında Dr. David M. Boore ve Dr. Kennet Atkinson tarafından geliştirilmiştir.

Senaryo tanımlaması sırasında **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'de gösterilen programın senaryo penceresi üzerindeki “Senaryo Oluştur” tuşuna basılarak yeni senaryo oluşturulur.

Çizelge 5.1 HAZTURK Programında İstanbul için kullanılabilen ön tanımlı azalım ilişkileri

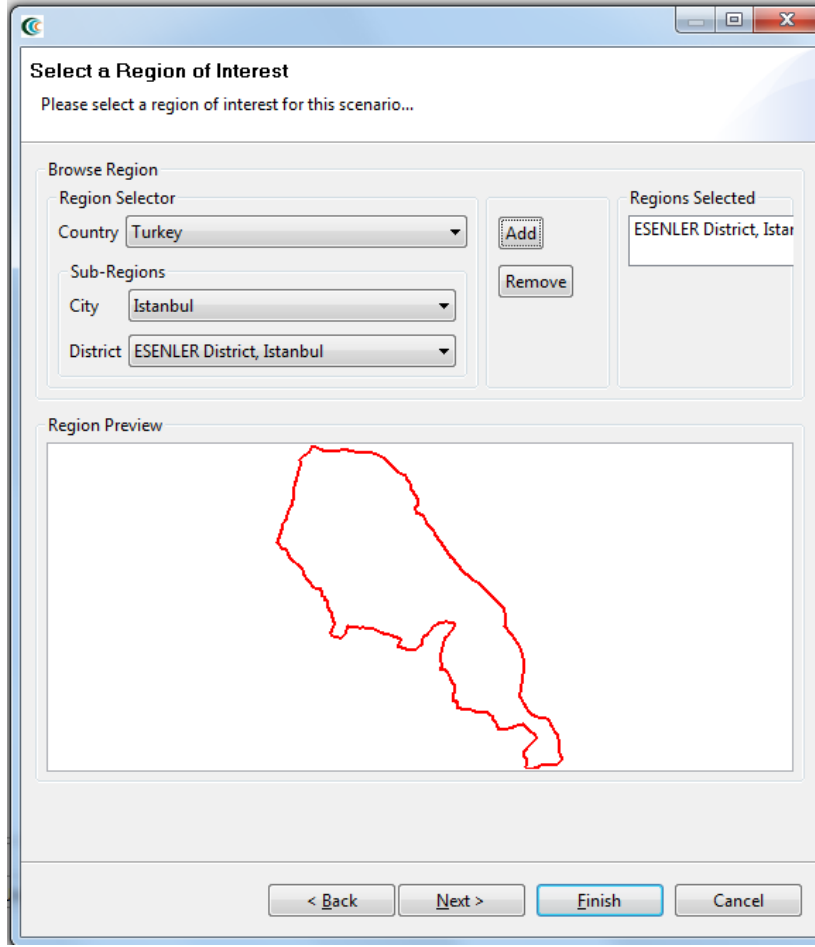
#	Azalım İlişkisi
1	Boore et al., 1997
2	Sadigh et al., 1997
3	Kalkan and Gülkan, 2004
4	Özbey et al., 2004
5	Ulusay et al.,2004
6	Boore and Atkinson, 2006
7	Chiou and Youngs, 2006
8	Campbell and Bozorgnia, 2006



Şekil 5.1 Senaryo Penceresi ve Yeni Senaryo Oluşturulması

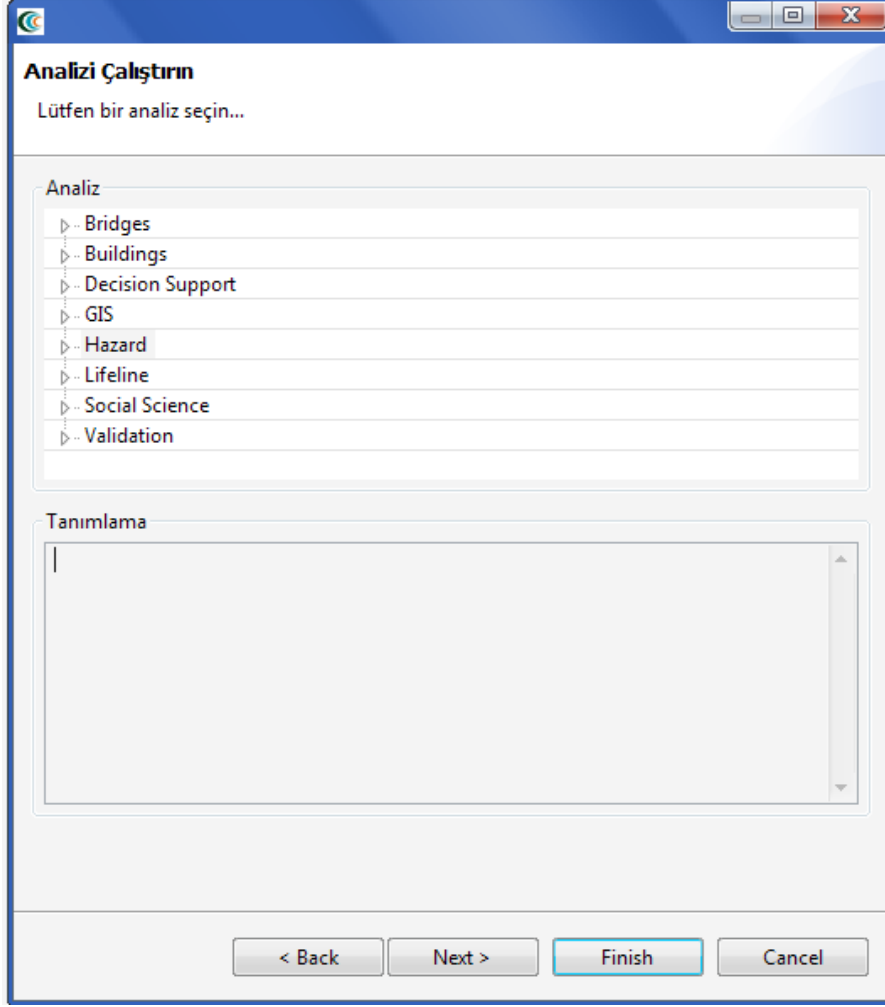
Şekil 5.2’de gösterilen senaryo sihirbazı penceresinde senaryo ismi tanımlanır ve senaryo oluşturulur. Daha sonra Şekil 5.3’te gösterilen pencereden çalışma bölgesi seçilir. Bu seçimde önce İstanbul İli daha sonra ilçe seçiminden çalışma bölgesi olan Esenler ilçesi seçilerek “Add” tuşu kullanılarak senaryoya eklenir.

Şekil 5.2 Senaryo için Gerekli Bilgilerin Girilmesi



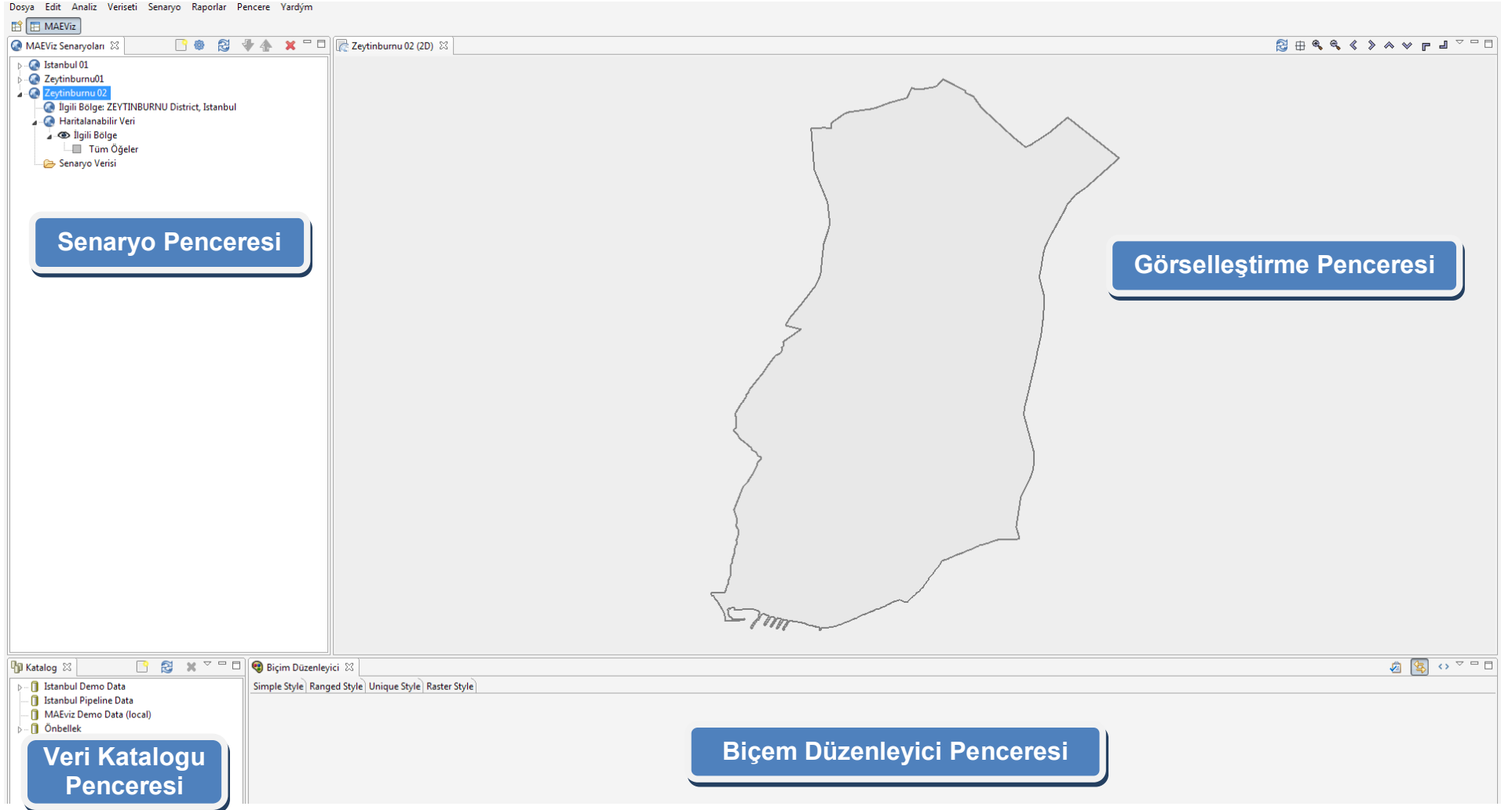
Şekil 5.3 Çalışma Bölgesinin Seçilmesi

Bu kısımdan sonra senaryo oluşturulması tamamlanmış durumdadır ister “Finish” tuşu ile senaryo oluşturma işlemi bitirilebilir, istenirse de önceden tanımlı veri havuzlarında gerekli veriler olduğu takdirde senaryoda kullanılacak diğer veri ve analizleri üretmek için “Next tuşu ile Şekil 5.4’te gösterilen “Analiz Çalıştırma” penceresine geçilebilir. Tamamıyla yeni oluşturulacak bir senaryo için ilk seçeneğin kullanılması önerilir.



Şekil 5.4 Analiz Seçme ve Çalıştırma Penceresi

Senaryo oluşturulduktan sonra Şekil 5.5'te gösterilen ana çalışma sayfası ekrana gelecektir. Ana çalışma ekranı farklı modüler pencerelerden oluşmaktadır. Bu pencereler; "Senaryo Penceresi", "Görselleştirme Penceresi", "Veri Katalogu Penceresi" ve "Biçem Düzenleyici" olarak adlandırılmışlardır. Tüm bu pencerelerin yerleri değiştirilebilir ya da ana pencereden ayrı bir pencere gibi kullanılabilir.

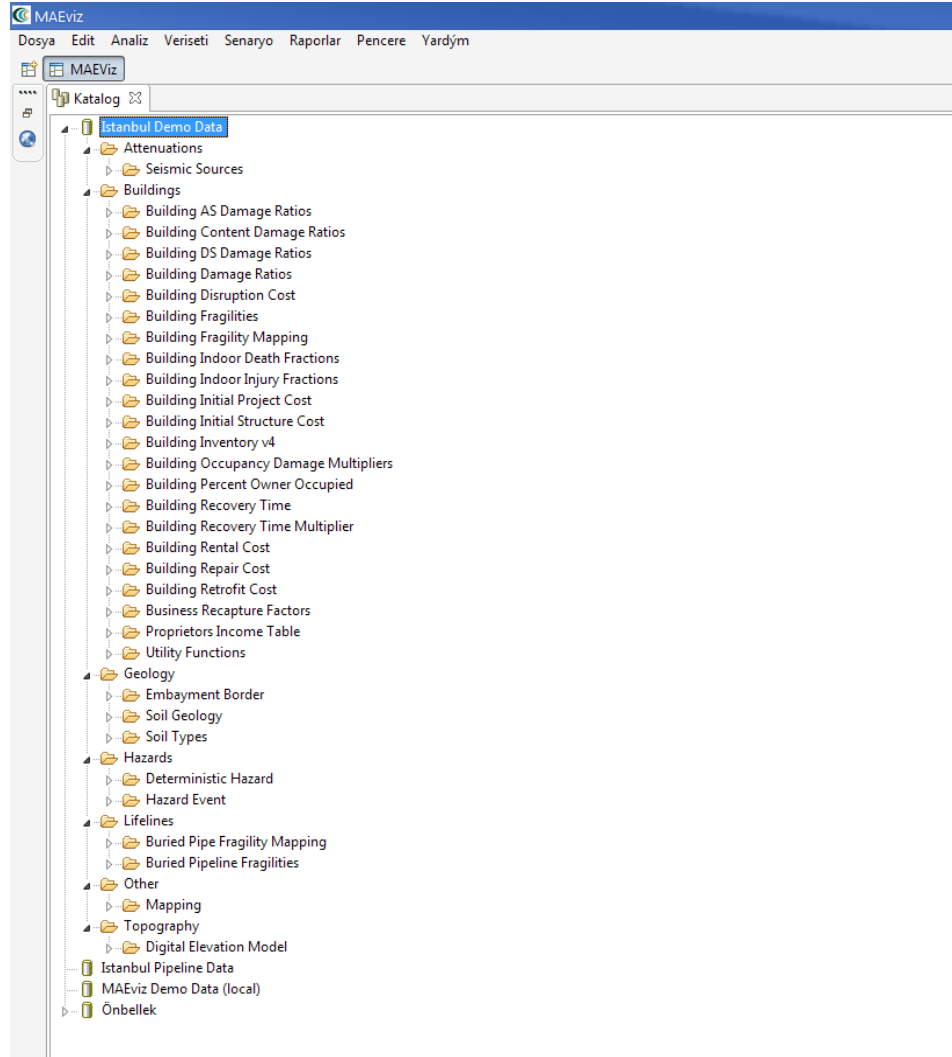


Şekil 5.5 HAZTURK Programı Ana Çalışma Ortamı

5.2 Kullanılan Veriler

Bu çalışmada yapılan analizler için gerekli veri setleri programın veri setleri havuzunda mevcut olduğundan senaryoya veri havuzundan yüklenmiştir.

Şekil 5.6’da verilen “Veri Katalogu penceresi”, “Veri Havuzu” olarak adlandırılan yerel ya da uzaktaki çevrimiçi veritabanlarını göstermektedir. Her bir Veri Havuzu ise veri setlerinin sınıflandırılması ile oluşturulmuş veritabanlarıdır.



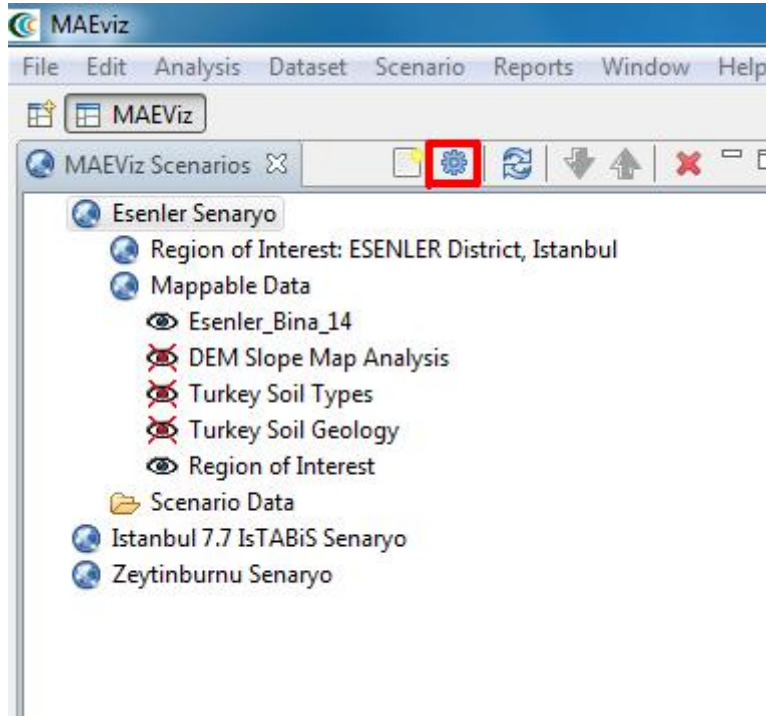
Şekil 5.6 HAZTURK Veri Katalogu

Yapılacak analizler ve oluşturulacak senaryo için gerekli olan veri setleri ve buldukları veri havuzları sürükleyip bırak yöntemi ile “Görselleştirme Penceresine” bırakılarak, ya da veri seti üzerine sağ tıklayarak “Veri setini Yükle” seçeneği ile senaryoya yüklenebilir. HAZTURK’te uygulanabilen analizler ve kullanılabilen veriler Çizelge 5.2’de verilmektedir.

Çizelge 5.2 Senaryo ve Analizlerde Kullanılan Veri Setleri ve İlgili Veri Havuzları

Veri Havuzu	Veri Tabanı	Veri Sınıfı	Veri Seti
İstanbul Demo Data	Geology	Soil Geology	Turkey Soil Geology
İstanbul Demo Data	Geology	Soil Types	Turkey Soil Types
İstanbul Demo Data	Topography	Digital Elevation Model	DEM – Turkey
İstanbul Demo Data	Buildings	Building Inventory v4	Improved Zeytinburnu Building Data
İstanbul Demo Data	Buildings	Building Fragilities	Istanbul Building Fragilities
İstanbul Demo Data	Buildings	Building Fragility Mapping	Istanbul Building Fragility Mapping 2
İstanbul Demo Data			

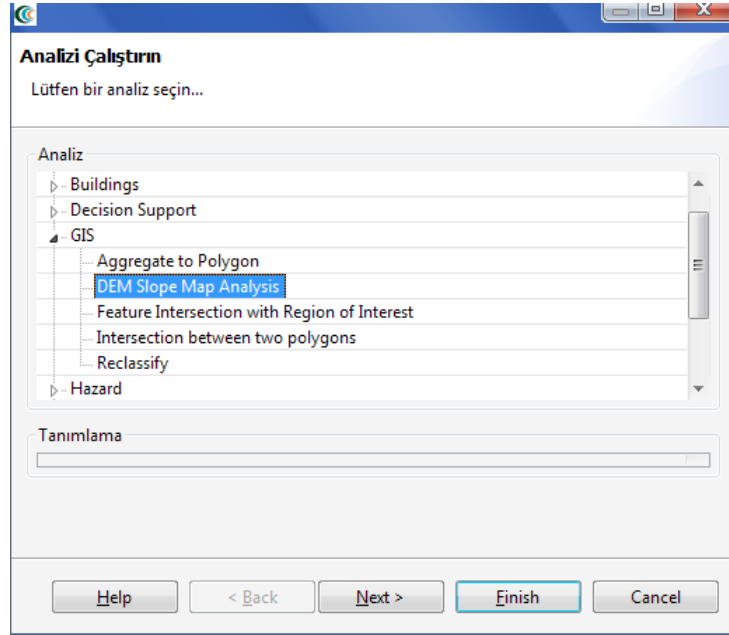
Çalışma bölgesi, veri setleri ve veriler hazırlandıktan sonra istenilen analizin çalıştırılması için Şekil 5.7’de gösterilen analizi çalıştır düğmesi tıklanır.



Şekil 5.7 HAZTURK Senaryo Penceresi

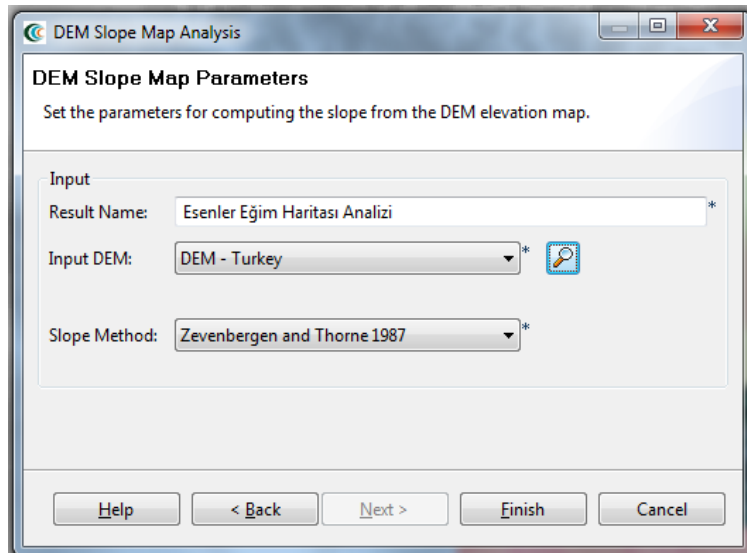
Veriler yüklendikten sonra ilk analiz olarak deprem senaryosunda kullanılmak üzere eğim haritası oluşturmak için “DEM Slope Map Analysis” çalıştırılmalıdır. Bu analiz eğimin deprem yer ivmesi üzerine etkisini hesaplamakta kullanılacak olan

eğim haritasını üretecektir. Şekil 5.8’de gözüktüğü gibi GIS Analizlerinin altında yer alan “DEM Slope Map Analysis” seçildikten sonra “Next” tuşu ile ileriki adıma geçilir.



Şekil 5.8 Eğim Haritası Oluşturmak için Gerekli Analiz

Oluşan Eğim haritasına Şekil 5.9’daki gibi bir isim verilip senaryoya daha önceden yüklemiş olan DEM ve gerekli eğim haritası üretme metodu seçilerek işlem tamamlanır.

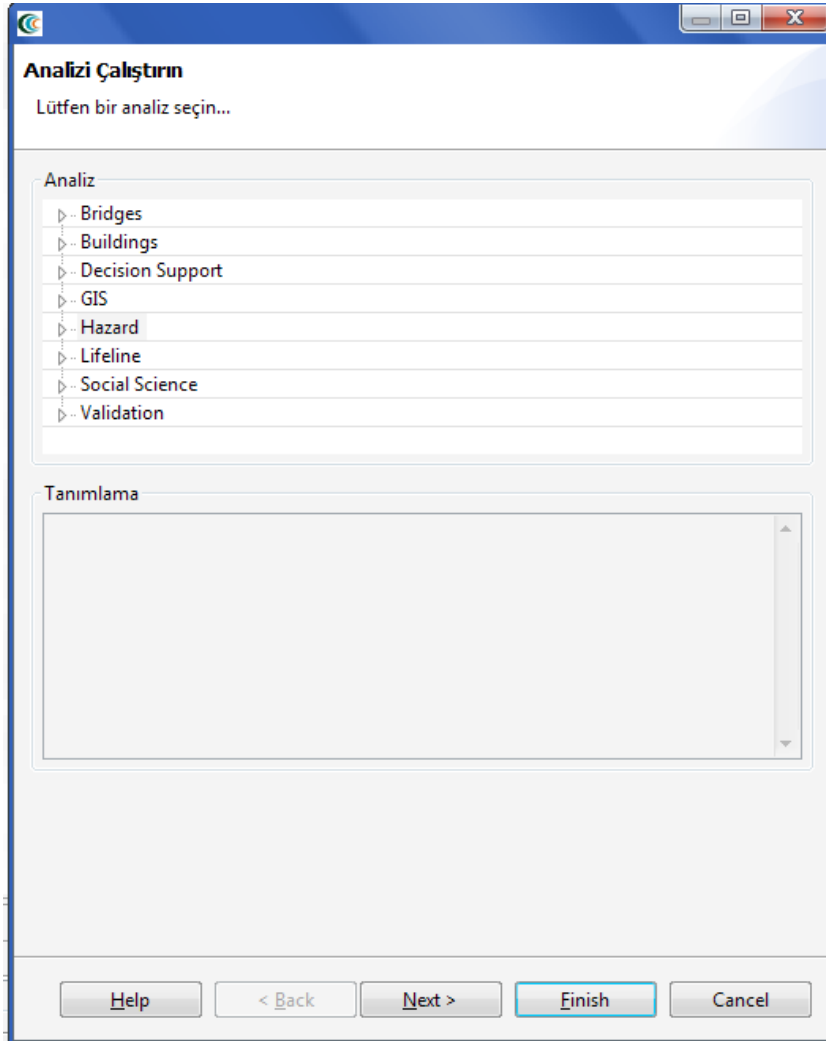


Şekil 5.9 Eğim Haritası Oluşturulması

5.3 Analizler

5.3.1 Binalara dair analizler

Tüm analizler gerek “Senaryo Penceresinde” bulunan ilgili senaryo adı üzerine sağ tıklandığında çıkan “Analizi Çalıştır” seçeneği seçilerek, gerekse Şekil 5.7’de kırmızı çerçeve içerisinde gösterilen “Analizi Çalıştır” tuşu kullanılarak çıkan ve Şekil 5.10’da gösterilen “Analizi Çalıştırın” penceresi üzerinden çalıştırılır. HAZTURK Programında yapılabilecek tüm analizler bu pencere içinde sınıflandırılmışlardır.



Şekil 5.10 HAZTURK Temel Analiz Sınıfları

Deprem Senaryo Analizi Şekil 5.10'da gösterilen Temel Analizlerden Hazard (Afet) başlığı altında yer almaktadır. Bu analizde Sato ve diğ.(2004) çalışmasından alınan kaynak mekanizması parametreleri varsayılan olarak alınarak işleme devam edilir. Depremin ön tanımlı afet merkez üssü seçilir. Sonraki aşamada Azalım ilişkisi seçilir, azalım ilişkisi olarak Berkeley Üniversitesi PEER Center tarafından Yeni Jenerasyon Azalım Modelleri projesi kapsamında üretilmiş olan Boore ve Atkinson (2006) Azalım ilişkisi seçilir. Daha sonra varsayılan azalım fonksiyonları kullanılıp mı seçeneği temizlenerek, azalım ilişkisinde seçime dayalı değişkenlerin rasgele seçilmesi önlenerek değişkenlerin kullanıcı tarafından belirlenmesi sağlanır. Sonraki pencerede “Derinlik”, “Zemin Sınıf Haritası”, Gird Aralığı”, depremin merkez üssü parametreleri ve oluşacak raster afet/risk haritasının sınır çözünürlük detayları için Şekil 5.11'e uygun değerler girilir. Daha sonra Zemin Sınıfı Haritası senaryosu oluşturduktan sonra yüklenen Turkey Soil Types olarak seçilir.

Scenario Earthquake Analysis

Epicenter Parametreleri
Görelî bir olay için parametreleri tanımlayın.

Girdi

Sonuç Adı: Boore & Atkinson 2006 *

Enlem (deg): 40.9 *

Boylam (deg): 28.9 *

Magnitude: 7.5 *

Derinlik (km): 10.0 *

Zemin Sınıfı: D

Zemin Sınıfı Haritası: Turkey Soil Types

Grid Aralığı (deg): 0.0012 *

Grid Noktaları: 1485 *

Maximum x: 28.92893014290925 *

Maximum y: 41.03252623741249 *

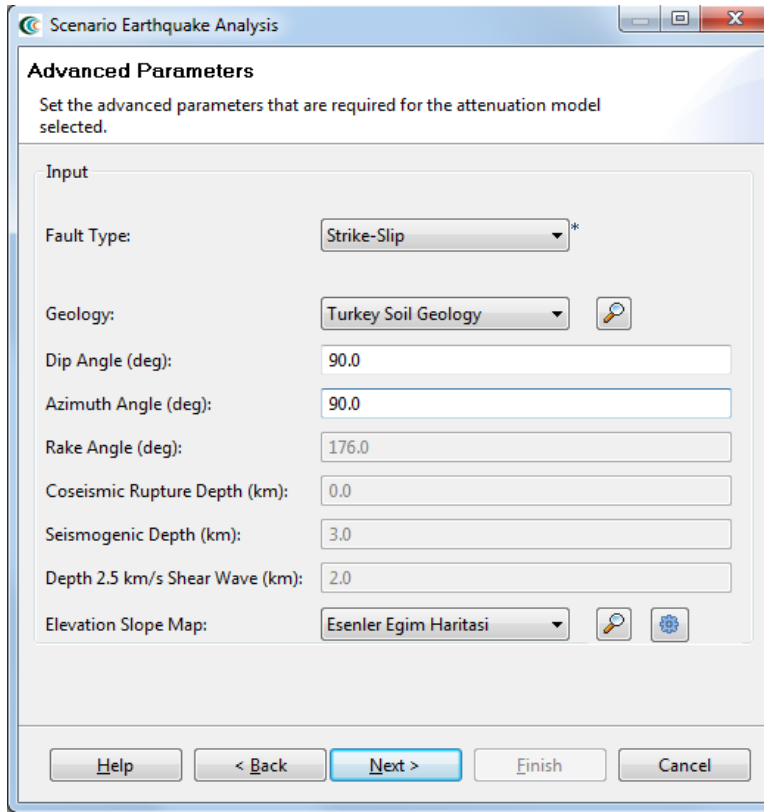
Minimum x: 28.889377786495025 *

Minimum y: 40.97908484227398 *

Help < Back Next > Finish Cancel

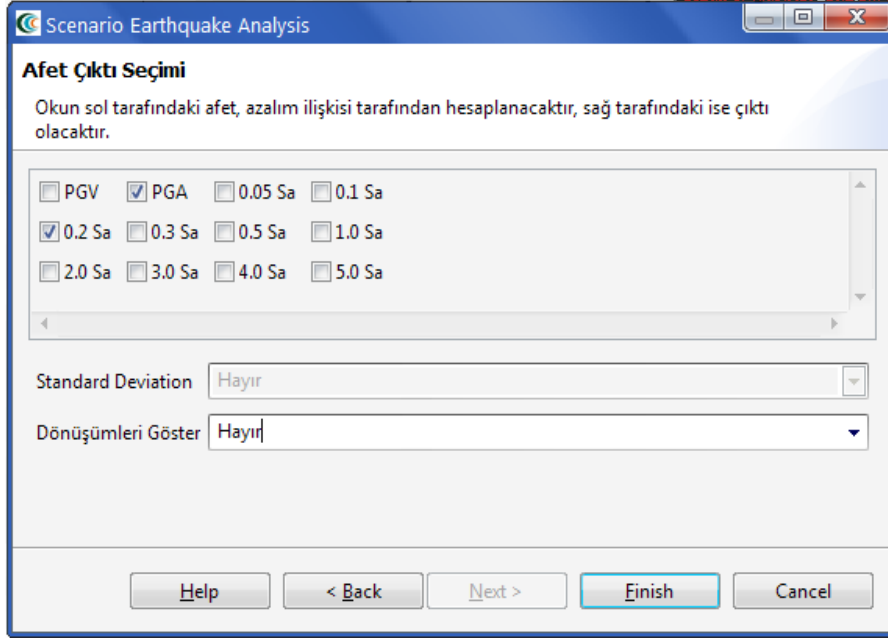
Şekil 5.11 Deprem Senaryo Analizi Merkez Üssü Parametreleri

Sonraki pencere azalım ilişkisi için girilmesi gereken kaynak parametreleri ile çalışma bölgesine ait eğim ve jeoloji haritalarının seçim kısımlarını içerir. Uzman bilim adamlarına göre Marmara fayı yanal atımlı fay özelliği taşıdığı görüşünde olduğundan, Şekil 5.12’de gösterilen şekilde fay türü olarak Strike-Slip (Yanal Atımlı) seçilir. Jeoloji ve Eğim Haritaları kısımları için senaryoya daha önce yüklenen Turkey Soil Geology ve Esenler Eğim Haritası veri setleri seçilir. Azimut açısı olarak, fayın kırılma doğrultusunun kuzeyle yapmış açısı yaklaşık olarak 90° olduğundan 90,0 olarak girilir.



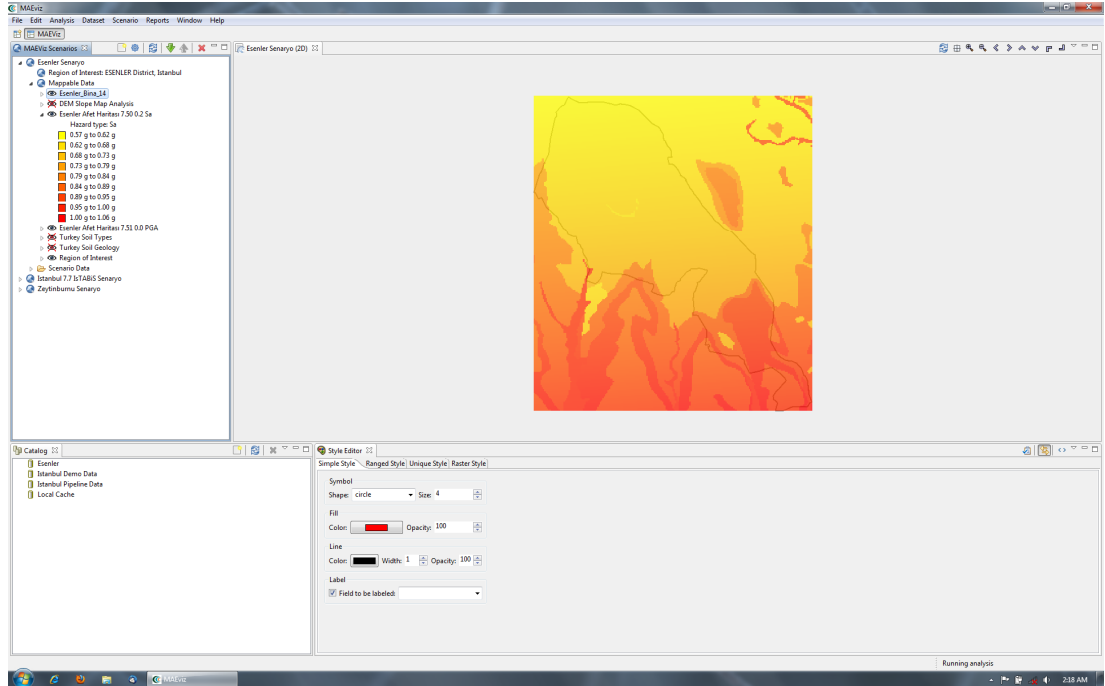
Şekil 5.12 Kaynak Mekanizmasına İlişkin Parametreler

Analizin en son penceresinde Şekil 5.13’te gösterilen seçili azalım ilişkisinin verebildiği sonuç birimlerinin yer ivmesi, yer hızı, yer değiştirme ya da belirli periyotlardaki spektral ivme değerlerinin seçildiği pencerede sorulan dönüşümler ivmeden hıza ve yer değiştirmeye olan dönüşümlerdir. Bu dönüşümlerin gösterimi seçilmeyecektir.



Şekil 5.13 Afet Çıktısı (Talep) Seçimi

Son seçimin de tamamlanmasının ardından analiz sonuçlandırılır. Analiz sonunda Şekil 5.14’teki afet haritası oluşturulur.



Şekil 5.14 Boore ve Atkinson 2006 Azalım İlişkisi ile Esenler için Deprem Risk/Afet Haritası

Deprem Senaryo Analizi ile çalışma bölgesinde belirlenen parametreler çerçevesinde oluşacak bir deprem simule edilmiş oldu. Bu analizi, depreminin binalar üzerindeki etkisini gösteren Bina Hasar Analizi takip eder. Şekil 5.10’daki Analizler penceresinden Bina Hasar Analizi seçilir. Yeni veri seti için isim tanımlanarak

değişkenlerin doğruluğu kontrol edilir, eksik değişkenler veri havuzunda aranarak senaryoya eklenir. Çalışma bölgesine ilgili olan “Hasar Oranları” kısmı “Senaryoya Veri Seti Ekle” seçeneği kullanılarak senaryoya eklenir.

Building Damage
Set the parameters...

Input

Result Name: Esenler Bina Hasar Analizi *

Buildings: Esenler Bina ALL *

Fragilities: Default Building Fragilities *

Expected Value: Building Damage Ratios v1.1 *

Fragility Mapping: Istanbul Building Fragility Mapping 2 *

Liquefaction: *

Damage Method: Default *

Hazard

Esenler Afet Haritası 7.51 0.0 PGA	Add
Esenler Afet Haritası 7.50 0.2 Sa	Remove

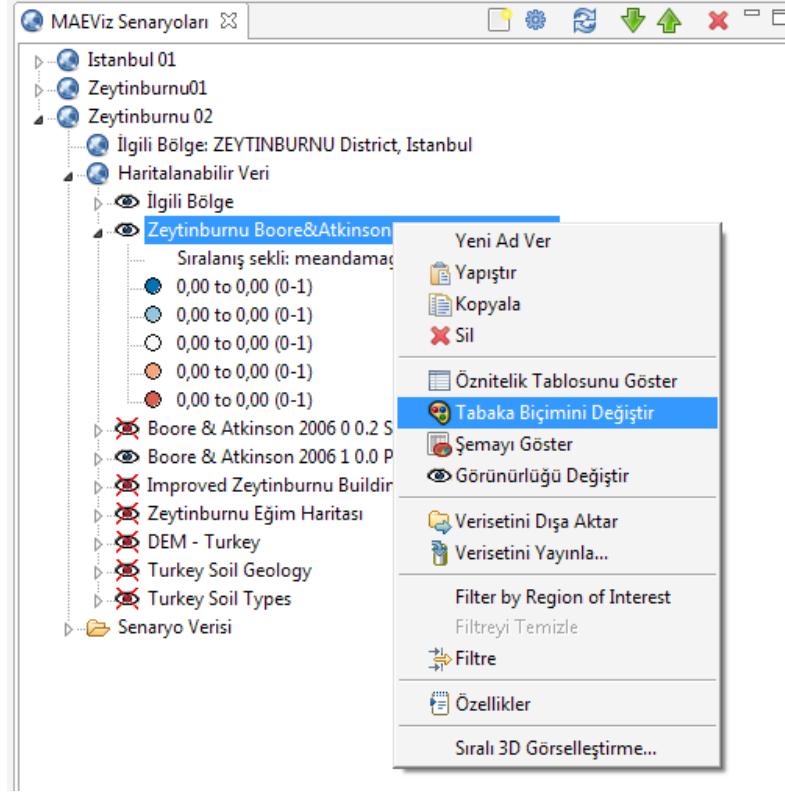
Apply Retrofits

Help < Back Next > Finish Cancel

Şekil 5.15 Bina Hasar Analizi

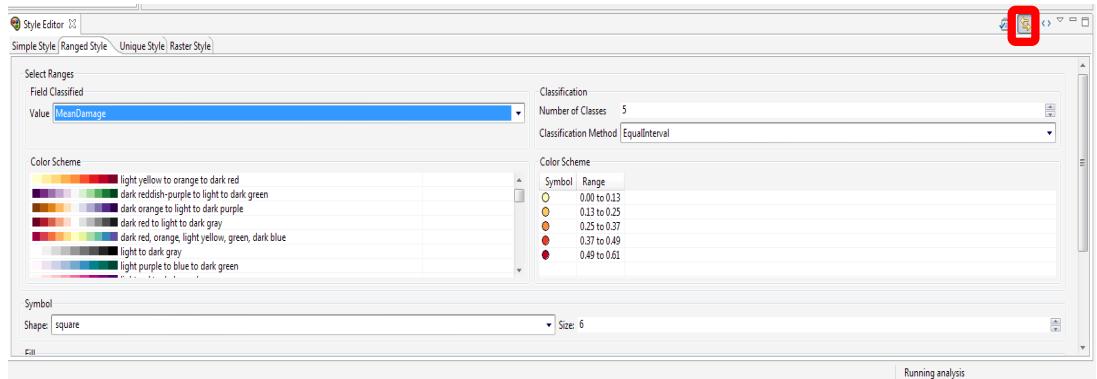
Yapılan analiz ilk bina hasar analizi olduğundan Şekil 5.15’te gösterilen Güçlendirmeleri uygula kısmı daha sonraya bırakılacaktır. Tüm bu seçimlerden sonra analiz sonuçlandırılır ve hasarlı bina verilerini bulunduran yeni bir veri seti oluşturulur. Oluşturulan veri setinde hangi hasarın nasıl görselleştirileceği belirlenmediği için veri seti görselleştirme penceresinde gözükmez.

Bir veri setinin görselleştirilebilmesi için veri setine ait biçim düzenlemesi yapılmalı ve uygulanmalıdır. Bu işleme Şekil 5.16’da gösterildiği gibi ilgili veri setine sağ tıklanıp “Tabaka Biçimini Değiştir” seçilerek başlanır.



Şekil 5.16 Veri Seti Tabaka Biçimini Değiştirme

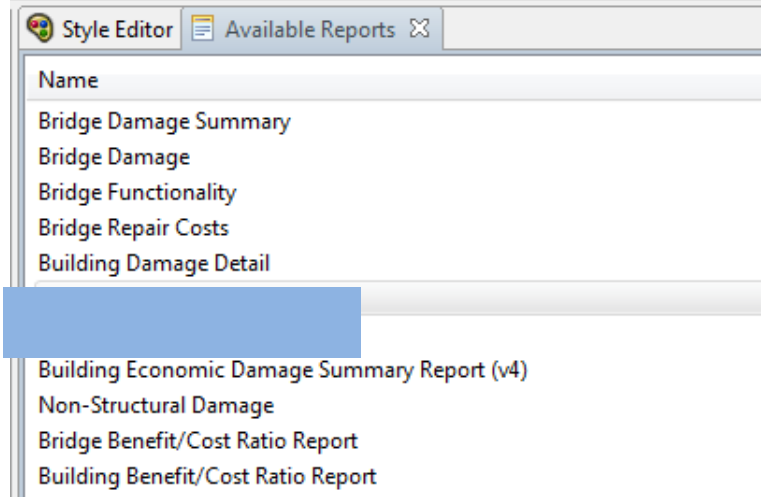
Şekil 5.17’de verilen Biçem Düzenleyici Penceresinde seçili veri seti tabakasına ait tabaka stili değişiklikleri yapılır. Bu çalışmada Mean Damage (Ortalama Hasar) değeri seçilerek binalardaki ortalama hasarın gösterimi sağlanmıştır. Bu düzenlemenin ilgili veri setine ve görselleştirme penceresine yansımaları için “Biçem Düzenleyici Penceresi”nin sağ üstünde bulunan Şekil 5.17’de gösterilen uygulama ikonuna basılır.



Şekil 5.17 Tabaka Biçimindeki Değişiklikler ve Uygulanması

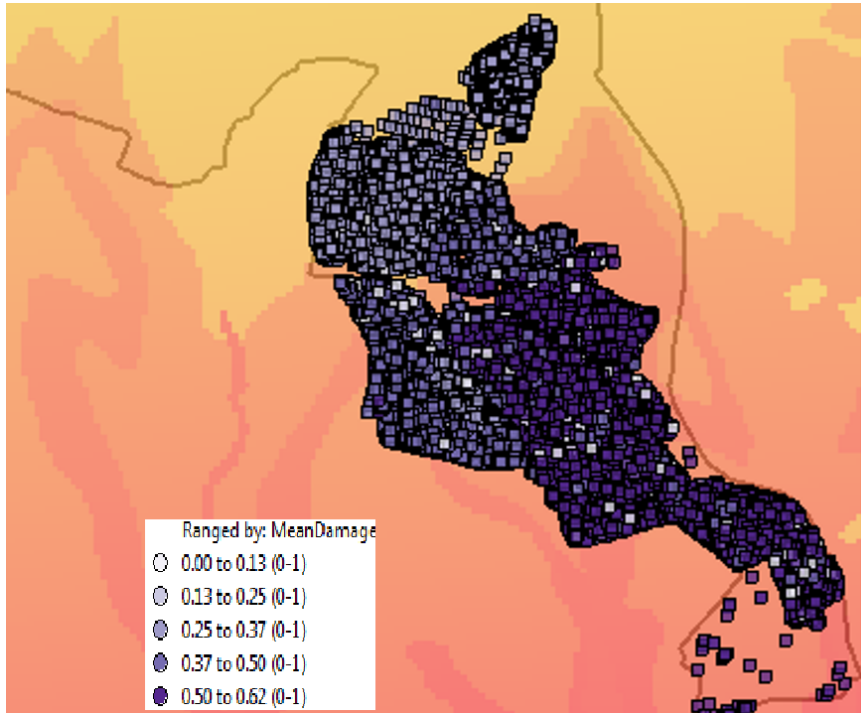
Bina hasarlarına ait tahmin sonuçları raporunu elde etmek için, Şekil 5.16’da gösterilen Senaryo Penceresindeki ilgili senaryoya sağ tıklanarak raporlar seçeneğinin seçilir. Bu seçimin ardından açılan ve Şekil 5.18’de gösterilen “Rapor

Seçim Görünümü” penceresinden çalışma bölgesindeki her bir binanın tek tek sonuçları isteniyorsa, “Bina Hasarı v4”, çalışma bölgesindeki binaların yapı türlerine göre hasarları elde etmek için, “Bina Hasar Özeti (v4)” çift tıklanarak seçilir.



Şekil 5.18 Rapor Seçim Görünümü

Daha sonra ortaya Şekil 5.19’da verildiği yapısal hasar değerlerine göre renklendirilmiş tematik hasarlı bina verisi elde edilmiş olur. Bu görünüm üç boyutlu bar grafik olarak da düzenlenebilir. Böylece, tanımlanan hasar oranı rengine göre hasar alma olasılığı yüksek binaların tespit edilebilmesi kolaylaşır.



Şekil 5.19 Esenler Bina Verisinin Belirlenen Deprem Senaryosuna Göre Hasar Durumu

Daha sonra “Rapor Görünümü” penceresinde seçilen rapor oluşturulur. Oluşturulan her raporun ilk sayfası kullanılan veri ve analizleri diğer sayfaları ise ait olduğu analiz sonuçlarını bildirir. Şekil 5.20 ve Şekil 5.21’de Bina Hasar Özeti Raporu gösterilmiştir. Detaylı Bina Hasar Raporu ve diğer analizlere ait raporlar ek olarak verilmiştir.

Sonradaki analiz “Bina Ekonomik Kayıp Analizi”dir. Bu analiz Şekil 5.10’da verilen analiz penceresinden seçildikten sonra Şekil 5.22’de gösterildiği şekilde analiz sonucu oluşturulacak veri seti ismi tanımlanır. Yapısal Hasar kısmına önceden oluşturulan Bina Hasar veri seti yüklenir. “Kullanım Türü Hasar Çarpanları” program içinde ön tanımlı olarak bulunmaktadır. Yapının kullanım türüne göre ekonomik kayıp değeri farklı olacağından her yapı türü için farklı kullanım değeri önceden tanımlanmıştır. Örneğin ağır sanayi olarak kullanılan bir binanın ekonomik kaybı depo olarak kullanılan bir binaya göre daha fazla olacaktır.

Bina Hasar Özeti (v4)



Scenario: Esenler Senaryo

Kenan Taşlıova

Location: ESENLER District, Istanbul

Using data: Esenler Bina Hasar 13.04.10
Esenler Bina Hasari 7.5
Building Occupancy Multipliers
Esenler Bina Hasari 7.5 Retrofit Cost
Esenler Bina Hasar 13.04.10 Güçlendirme Masraf
DEM Slope Map Analysis
Turkey Soil Types
Esenler Bina Ekonomik Kaybi 7.5
Esenler Bina ALL
Default Building Fragilities
Turkey Soil Geology
Esenler Afet Haritas 7.51 0.0 PGA
Esenler Afet Haritas 7.50 0.2 Sa
İgili Bölge
Istanbul Building Fragility Mapping 2
Building Damage Ratios v1.1

Structure Type	# Buildings	Probability of Damage			Likelihood of Damage State				Mean Dmg
		Imm. Occup.	Life Safety	Collapse Prevention	Insignific	Moderate	Heavy	Complete	
C2	6	78,61 %	38,48 %	11,96 %	21,39 %	40,13 %	26,53 %	11,96 %	31,68 %
C3	24705	87,27 %	56,99 %	24,86 %	12,73 %	30,27 %	32,13 %	24,86 %	44,80 %
MH	3	0,00 %	0,00 %	0,00 %	100,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,50 %

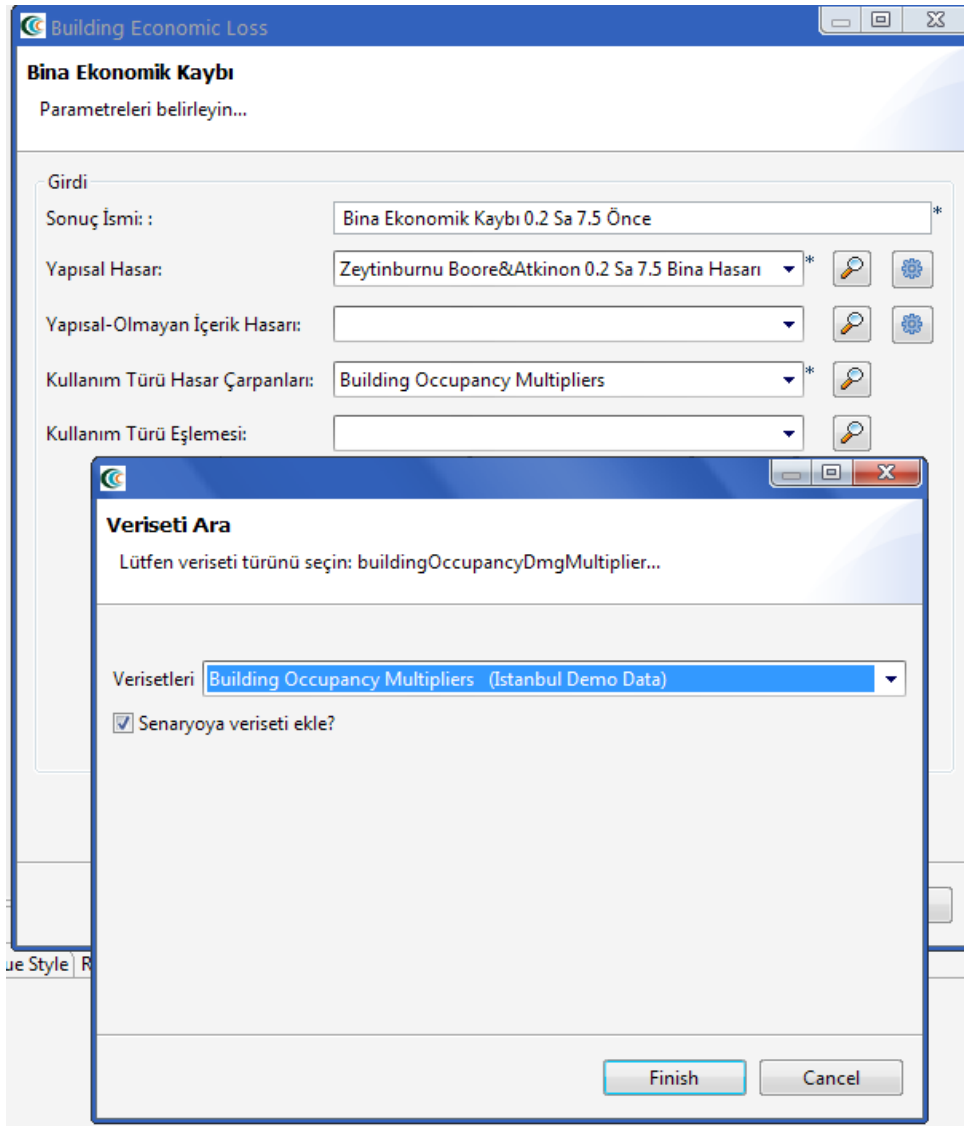
Page 1

Şekil 5.20 Bina Hasar Özeti Raporu 1. Sayfa

Structure Type	# Buildings	Probability of Damage			Likelihood of Damage State				Mean Dmg
		Imm. Occup.	Life Safety	Collapse Prevention	Insignific	Moderate	Heavy	Complete	
PC1	33	69,30 %	49,84 %	20,87 %	30,70 %	19,46 %	28,97 %	20,87 %	37,88 %
RM1	1091	0,00 %	0,00 %	0,00 %	100,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,50 %
S2	18	0,00 %	0,00 %	0,00 %	100,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,50 %
URM	141	86,66 %	63,54 %	35,48 %	13,34 %	23,12 %	28,05 %	35,48 %	51,01 %
W1	19	11,73 %	3,67 %	1,11 %	88,27 %	8,05 %	2,56 %	1,11 %	4,10 %
All Types	26016	41,69 %	26,57 %	11,79 %	58,31 %	15,13 %	14,78 %	11,79 %	21,37 %
All Types - Min		0,00 %	0,00 %	0,00 %	1,90 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,50 %
All Types - Max		98,10 %	79,22 %	44,82 %	100,00 %	44,23 %	39,07 %	44,82 %	61,81 %

Şekil 5.21 Bina Hasar Özeti Raporu 2. Sayfa

Analiz sonucunda yapısal hasar değerlerine göre hesaplanan ekonomik kayıp değerlerine göre renklendirilmiş tematik bina ekonomik kayıp verisi ve haritası (Şekil 5.25) elde edilmiş olur. Bina Ekonomik Kayıp analizi sonucunu özet rapor olarak da tablosal veri olarak da incelemek mümkündür. Buna göre Şekil 5.18’de gösterilen “Rapor Seçim Görünümü”nden “Bina Ekonomik Hasar Özet Raporu (v4)” seçilerek Şekil 5.23 ve Şekil 5.24’te gösterilen rapor oluşturulur. Analiz sonuçlarını öznitelik tablosunda görmek ve incelemek için analiz sonucunda oluşturulan veri seti sağ tıklanıp “Öznitelik Tablosunu Göster” kısmı seçilir.



Şekil 5.22 Bina Ekonomik Kaybı Analizi

Bina Ekonomik Hasar Özet Raporu (v4)



Scenario: Esenler Senaryo

Kenan Taşlıova

Location: ESENLER District, Istanbul

Using data: Esenler Bina Hasar 13.04.10
Esenler Bina Hasari 7.5
Building Occupancy Multipliers
Esenler Bina Hasari 7.5 Retrofit Cost
Esenler Bina Hasar 13.04.10 Güölendirme Masraf
DEM Slope Map Analysis
Turkey Soil Types
Esenler Bina Ekonomik Kaybi 7.5
Esenler Bina Ekonomik Kaybi 13.04.10
Esenler Bina ALL
Default Building Fragilities
Turkey Soil Geology
Esenler Afet Haritas 7.51 0.0 PGA
Esenler Afet Haritas 7.50 0.2 Sa
lgili Bölge
Istanbul Building Fragility Mapping 2
Building Damage Ratios v1.1

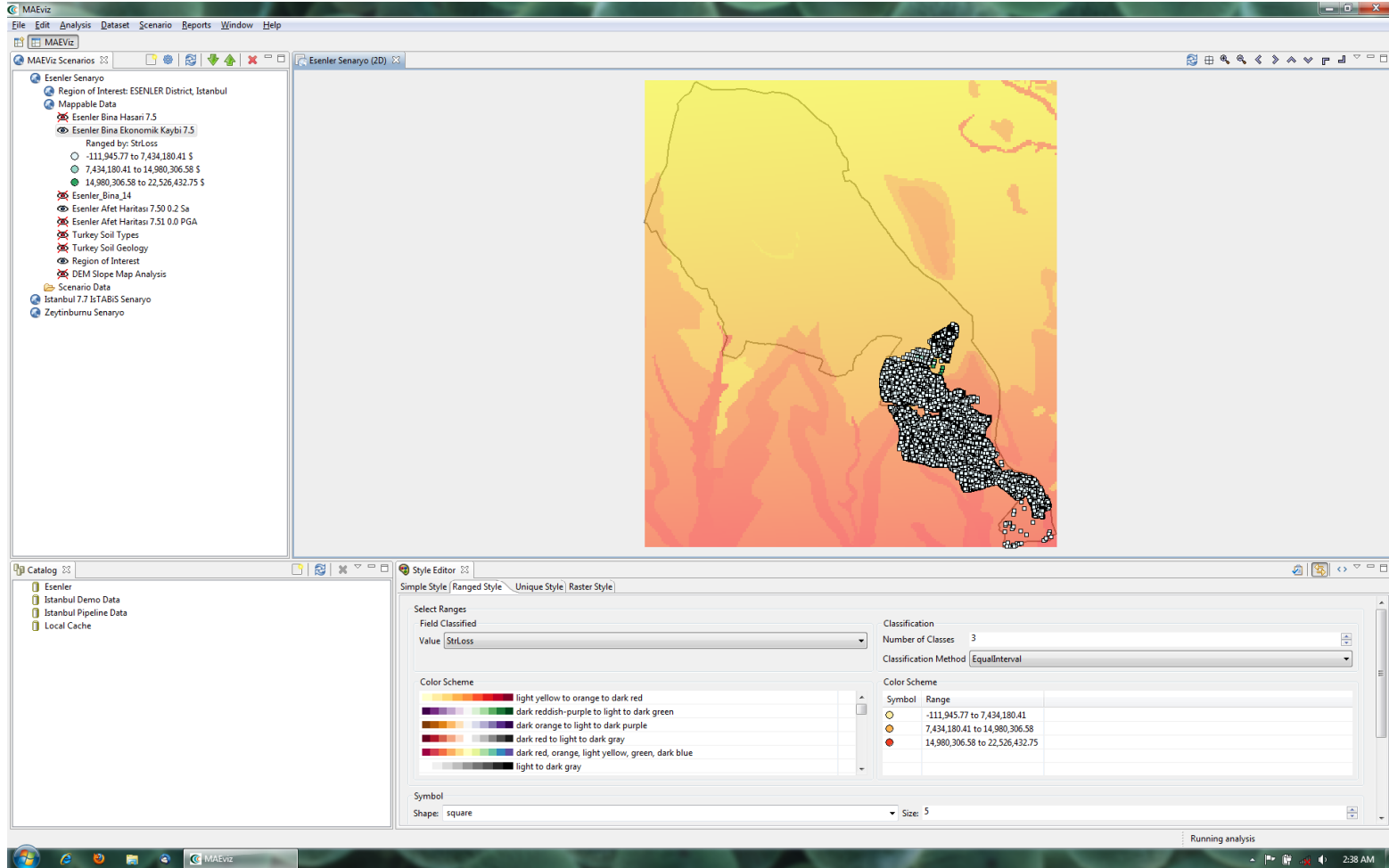
Structure Type	Structural Loss	Acc Sensitive NS Loss	Drift Sensitive NS Loss	Content Loss	Total Loss
C2	YTL 579.782	YTL 0	YTL 0	YTL 0	YTL 579.782
C3	YTL 2.508.144.678	YTL 0	YTL 0	YTL 0	YTL 2.508.144.678
MH	YTL 273.524	YTL 0	YTL 0	YTL 0	YTL 273.524

Page 1

Şekil 5.23 Bina Ekonomik Kayıp Özet Raporu 1. Sayfa

Structure Type	Structural Loss	Acc Sensitive NS Loss	Drift Sensitive NS Loss	Content Loss	Total Loss
PC1	YTL 3.560.649	YTL 0	YTL 0	YTL 0	YTL 3.560.649
RM1	YTL 666.124	YTL 0	YTL 0	YTL 0	YTL 666.124
S2	YTL 30.251	YTL 0	YTL 0	YTL 0	YTL 30.251
URM	YTL 7.155.310	YTL 0	YTL 0	YTL 0	YTL 7.155.310
W1	YTL 77.078	YTL 0	YTL 0	YTL 0	YTL 77.078
All Types - Avg	YTL 315.060.925	YTL 0	YTL 0	YTL 0	YTL 315.060.925
All Types - Min	YTL 30.251	YTL 0	YTL 0	YTL 0	YTL 30.251
All Types - Max	YTL 2.508.144.678	YTL 0	YTL 0	YTL 0	YTL 2.508.144.678
All Types - Sum	YTL 2.520.487.396	YTL 0	YTL 0	YTL 0	YTL 2.520.487.396

Şekil 5.24 Bina Ekonomik Kayıp Özeti Raporu 2. Sayfa



Şekil 5.25 Esenler Bina Verisinin Belirlenen Deprem Senaryosuna Göre Ekonomik Kaybının GIS Ortamında Gösterimi

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, HAZTURK yazılımı, Esenler İlçesi için kullanılmıştır. Çalışma kapsamında yapılacak analiz için bu ilçeye ait bina verisi Esenler Belediyesi Cadde ve Sokakların Adres ve Numaralamasının yapım çalışmasından elde edilmiştir. Analizde kullanılan diğer veriler, JICA (2002), Karaman (2008) ve HAZTURK (2008) çalışmalarından elde edilmiştir. Bu veriler kullanılarak hasar tahmin çalışması yazılım aracılığıyla gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar analiz edilmiştir.

Gerçekleşmesi öngörülen depremlerin doğuracağı sonuçları minimuma indirmek amacıyla, bölgelerin ve yapıların uğrayacağı zararı tespit için çalışmalar yapmak, oluşturacağı hasarı, afet olmadan önce tahmin etmek gerekmektedir. Bu tahmin deprem sonrası erken, koordineli, bilinçli ve yerinde müdahaleler ile hem ekonomik hem de toplumsal iyileştirme süreçlerine büyük katkı sağlayacaktır.

Deprem riski mevcut tüm bölgelerde öncelikli ve acil olarak yapılması gereken “Hasar Tahmin Analizi”, bu çalışma kapsamında Türkiye’nin yoğun göç alan Esenler İlçesi için gerçekleştirilmiştir. Yoğun nüfusu ve beraberinde getirdiği çarpık yapılaşmanın herhangi bir afet öncesinde, sırasında ve sonrasında yaratacağı sonuçların değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

Hasar Tahmin Analizine yönelik çalışmalar için sismik risk ve kayıp analizi sistemleri dünya üzerinde deprem öncesi hazırlık kapsamında sıklıkla kullanılmaktadır. Bu çalışmalarda elde edilen verilerin gerçeğe yakın sonuçlar içermesi, tüm bileşenlerin doğru, güvenilir ve güncel olmaları ile sağlanır.

Çalışma kapsamında Esenler ilçesi için yapılan deprem hasar tahmini analizi sonrası elde edilen veriler. İlçenin beklenen olası deprem sonrası yaşayacağı kayıp oranları ile ilgili gerçekçi sonuçlar ortaya koyarak, öncelikli alınması gereken deprem önlemlerini ve yapısal iyileştirmelerin nedenli önem arzettiğini sayısal değer olarak ortaya konması amaçlanmıştır.

KAYNAKLAR

- Boore, D.M., Joyner, W.B., Fumal, T.E.,** 1997. Equations for Estimating Horizontal Response Spectra and Peak Acceleration from Western North American Earthquakes: A Summary of Recent Work, *Seismological Research Letters*, v-68, pp128-153.
- Boore, D.M. and Atkinson G.M.,** 2006. Provisional Empirical Ground-Motion Model for the Average Horizontal Component of PGA, PGV and SA at Spectral Periods of 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 1, 2, 3, 4 and 5 Seconds, NGA Report Version 1.70 October.
- Campbell, K.W. and Bozorgnia, Y.,** 2006. Ground Motion Model for the Average Horizontal Component of PGA, PGV, PGD and SA at Selected Spectral Periods Ranging from 0.01-10.0 Seconds, NGA Report Version 1.1 December.
- Chiou, B.S.-J. and Youngs, R.R.,** 2006. PEER-NGA Empirical Ground Motion Model for the Average Horizontal Component of Peak Acceleration and Pseudo-Spectral Acceleration for Spectral Periods of 0.01 to 10 Seconds, Interim Report for USGS Review, July.
- Crozi, M., Galetto, R., Spalla, A.,** 2005. A Web GIS for Managing Post-Earthquake Emergencies, *First International Symposium on Disaster Management Gi4DM*, Delft, March 21-23, 2005, pp-1269-1270
- FEMA-154 (Federal Emergency Management Agency),** 2002. Rapid Visual Screening of the Buildings for Potential Seismic Hazards Handbook, Earthquake Hazard Reduction Series, Washington D.C.
- HAZTURK,** 2008. Deprem Öncesi, Esnası ve Sonrasında Kullanılmak Üzere Amerika Fema-Patentli HAZUS (Hazards Us) Programının Ulusal Ölçekte HAZTURK Versiyonu Olarak Türkiye İçin Geliştirilmesi: İstanbul İçin Özel Bir Çalışma (104Y254), TÜBİTAK Projesi Sonuç Raporu, Aralık.
- HAZUS, Technical Manual,** 1999. Fedderal Emergency Management Agency, Washington, D.C.
- HAZUS-MH, Technical Manual,** 2004. Fedderal Emergency Management Agency, Washington, D.C.
- JICA,** 2002. Japan International Cooperation Agency and Istanbul Metropolitan Municipality (IMM), The Study on A Disaster Prevention/Mitigation Basic Plan in Istanbul including Seismic Microzonation in the Republic of Turkey, Final Report, December.
- Jeong, S-H. and Elnashai A.S.,** 2006. New three-dimensional damage index for RC buildings with planar irregularities, *Journal of Structural Engineering*, v132, n9, 2006, p 1482-1490.

- Kalkan, E., Gülkan P.**, 2004. Emprical Attenuation Equations for Vertical Ground Motion in Turkey, *Earthquake Spectra*, v-**20**, pp853-822.
- Karaman, H.**, 2008. İstanbul için Sonuç Bazlı Risk Yönetimi ve Deprem Kayıp Tahmini Analizi, *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Karaman, H., Sahin, M., Elnashai, A.S.**, 2008. Earthquake Loss Assessment Features of MAEviz-ISTANBUL (HAZTURK), *Journal of Earthquake Engineering*, v-**12**, pp175-186 Suppl. 2.
- Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute (KOERI)**, 2003. Earthquake Risk Assessment for Istanbul Metropolitan Area, Bogazici University, Department of Earthquake Engineering, Final Report, May.
- Küçükçoban, S.**, 2004. Development of a Software for Seismic Damage Estimation: Case Studies, *Yüksek Lisans Tezi*, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- National Earthquake Hazard Reduction Project (NEHRP)**, 1997. Provisions for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures 1997 Edition, Part 1: Provisions, FEMA 302, Federal Management Agency.
- Özbey, C., Sari, A., Manuel, L., Erdik, M., Fahjan, Y.**, 2004. An empirical attenuation relationship for Northwestern Turkey ground motion using a random effects approach, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, v-**24**, pp115-125.
- Sadigh, K., Chang, C.-Y., Egan, J.A., Makdisi, F., Youngs, R.R.**, 1997. Attenuation Relationships for Shallow Crustal Earthquakes Based on California Strong Motion Data, *Seismological Research Letters*, v-**68**, pp180-189.
- Sato, T., Kasahara, J., Taymaz, T., Ito, M., Kamimura, A., Hayakawa, T. and Tan, O.**, 2004. A study of microearthquake seismicity and focal mechanisms within the Sea of Marmara (NW Turkey) using ocean bottom seismometers (OBSs). *Tectonophysics*, **391**, 303-314.
- Steelman, J., Song J., Hajjar J.F.**, 2006. Integrated Data Flow and Risk Aggregation for Consequence-Based Risk Management of Seismic Regional Losses, Mid-America Earthquake Center, Urbana, IL., USA.
- Ulusay, R., Tuncay, E., Sönmez, H., Gökçeoglu, C.**, 2004. An Attenuation Relation Based on Turkish Strong Motion Data and Iso-acceleration Map of Turkey, *Engineering Geology*, v-**74**, pp265-291.
- YERTEK**, 2008. T.C. Esenler Belediyesi – İmar Planı Revizyonuna Esas Jeolojik-Geoteknik Etüt Raporu, Kasım.
- Walker, G.**, 1999. Flood Loss Estimation – It Can Be Done, *AII Flood Seminar*, May 21, 1999, GRW Aon Re Australia.
- Esenler Kaymakamlığı**, <http://www.esenler.gov.tr/default_B0.aspx?content=48>, alındığı tarih 22.10.2009.
- Ezberim**, <<http://www.ezberim.com/marmara-ve-ege-bolgesi/150541-esenler-tarihi/>>, alındığı tarih 22.10.2009.

Wikipedia, <http://tr.wikipedia.org/wiki/Esenler,_İstanbul>, alındığı tarih 22.10.2009.

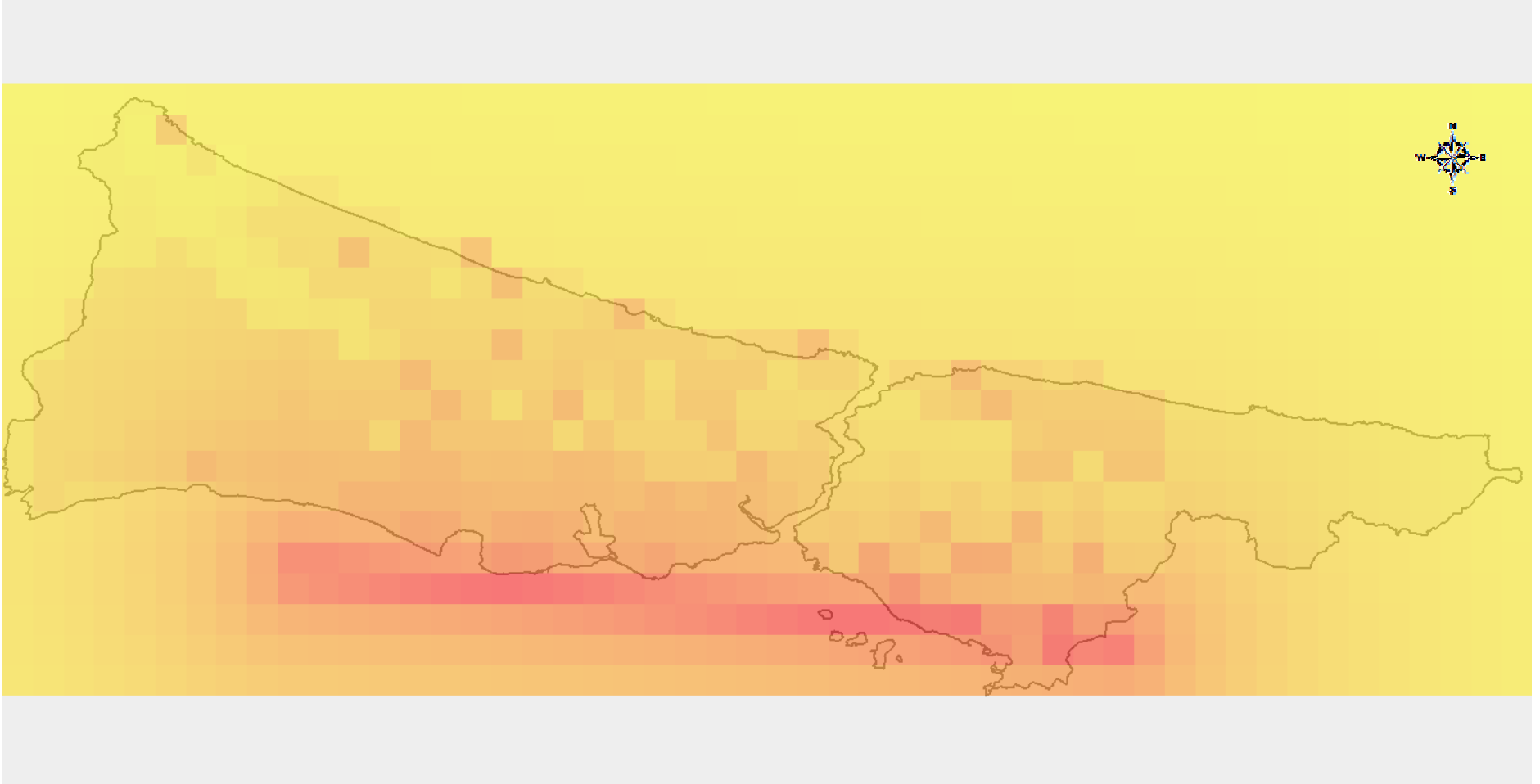
Esenler Belediyesi, <<http://www.esenler.bel.tr/index.php?c=page&page=nufusbilgileri>>, alındığı tarih 22.10.2009.

EKLER

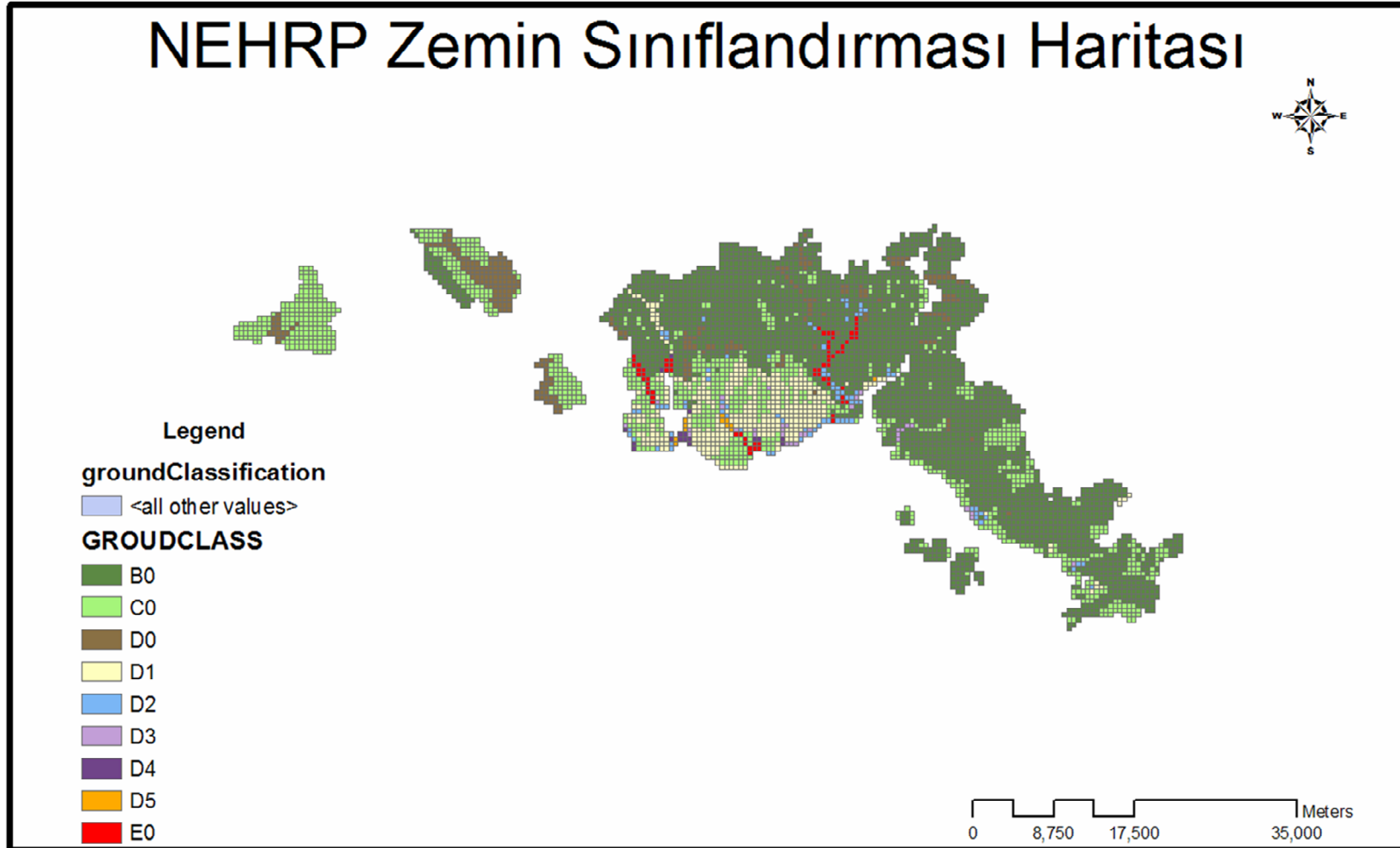
EK A. ÇİZELGELER

- A.1. Esenler ilçesi binaları deprem hasar analizi çizelgeleri (CD içerisindedir.)
- A.2. Esenler ilçesi bina ekonomik kayıp analizi çizelgeleri (CD içerisindedir.)

EK B. HARİTALAR

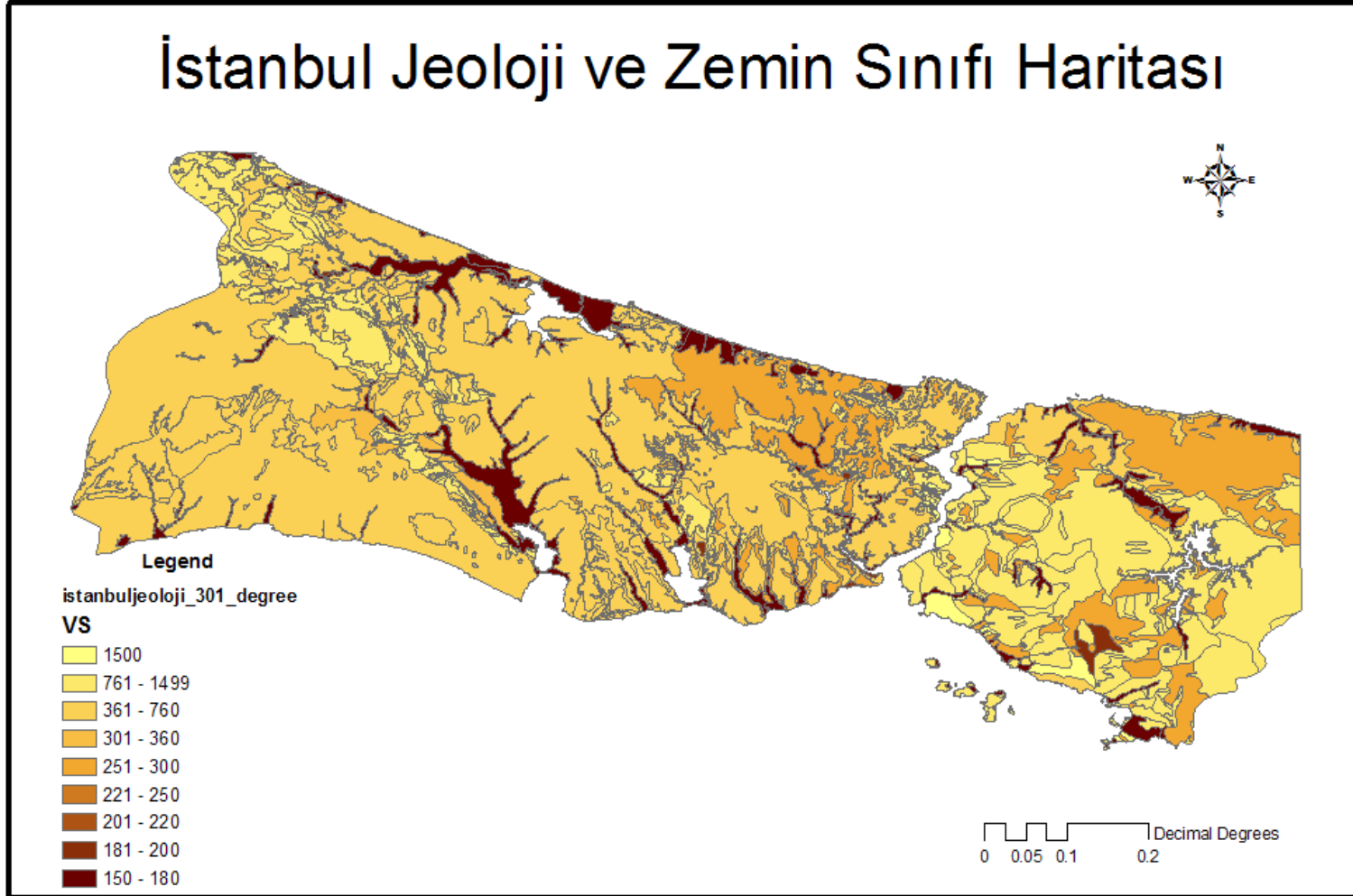


Şekil B.1 Boore ve Atkinson, 2006 Azalım İlişkisinin Verdiği PGA Değerleri



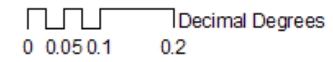
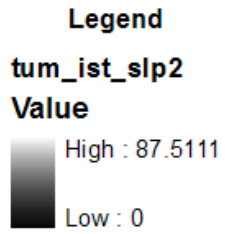
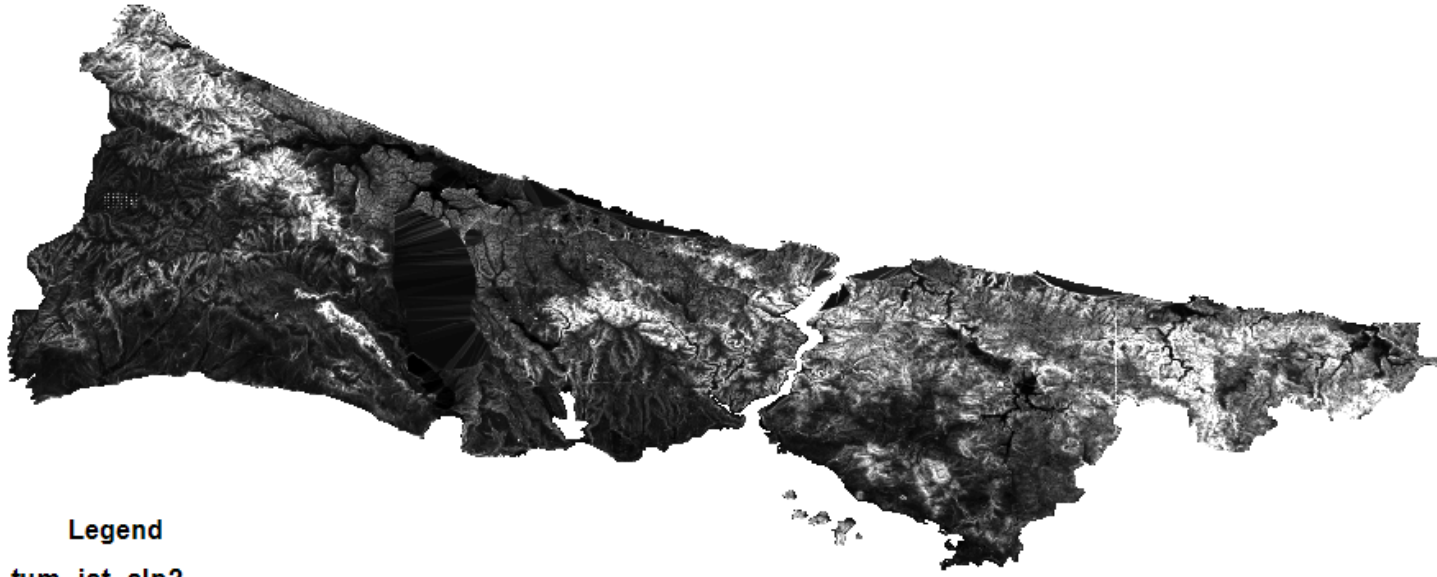
Şekil B.2 JICA (2002) Çalışması'nda Oluşturulmuş Zemin Sınıflandırma Haritası

İstanbul Jeoloji ve Zemin Sınıfı Haritası



Şekil B.3 İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü'nden Temin Edilen MTA Haritasından Üretilmiş İstanbul Zemin Sınıfı Haritası

İstanbul Eğim Haritası



Şekil B.4 İstanbula Ait ASCII Raster Formatında Oluşturulmuş Eğim Haritası