



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ A.B.D.

**ULUSAL HEYELAN HARİTALARI İÇİN COĞRAFİ VERİ MODELİNİN
GELİŞTİRİLMESİ VE AFET YÖNETİMİNDE KULLANILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Süleyman Sefa BİLGİLİOĞLU

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Selçuk REİS**

AKSARAY, 2014

T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEZ KABUL ve ONAY BELGESİ

122306402 Öğrenci Süleyman Sefa BİLGİLİOĞLU'nun "Ulusal Heyelan Haritaları İçin Coğrafi Veri Modelinin Geliştirilmesi Ve Afet Yönetiminde Kullanılması" başlıklı lisansüstü tez çalışması, aşağıdaki jüri tarafından Harita Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Doç. Dr. Selçuk REİS (Aksaray Üni.)

Üye : Doç. Dr. Mustafa ATASOY (Aksaray Üni.)

Üye : Doç. Dr. Ali YALÇIN (Aksaray Üni.)

Tezin Savunulduğu Tarih :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu' nun tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Doç. Dr. Selçuk REİS
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Heyelan, insanların kontrolü dışında gerçekleşen mal ve can kaybına neden olan bir doğal afettir. Heyelan duyarlılık, tehlike ve risk haritalarının üretilmesi ve risk altında bulunan alanların belirlenmesi karar destek sistemleri kapsamında üretilcek afet planlamaları için kritik bir işlem adıdır. Üretilcek haritaların doğrulukları can ve mal kayıplarının azaltılmasında büyük öneme sahiptir. Ayrıca üretilcek olan bu haritaların planlamalarda etkin bir biçimde kullanılması gerekmektedir.

Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Ana Bilim Dalı'na Yüksek Lisans Tezi olarak sunulan "Ulusal Heyelan Tehlike Haritaları İçin Coğrafi Veri Modelinin Geliştirilmesi ve Afet Yönetiminde Kullanılması" konulu çalışma Aksaray Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 2014/019 kodlu proje ile desteklenmiştir. Hazırlanan çalışma ile heyelan tehlike haritaları için ulusal bazda Coğrafi Veri Modeli geliştirilmiştir. Bu modelin oluşturulabilmesi ve tüm kullanıcılar tarafından kullanılabilmesi için veri standartları belirlenmiş ve heyelan afetleri için gerekli olan veriler Coğrafi Veri Modeli ile bütünleştirilerek tehlike ve risk haritaları oluşturulmuştur. Bu tehlike haritalarının planlama sürecinde etkin bir şekilde kullanılabilmesi için de gerekli mevzuat altyapısı irdelenmiştir. Tezde heyelanlarla ilgili ortaya konulan standartlar ve haritalar, ve planlamalarda etkin ve sistematik bir şekilde kullanılabilmesine katkı sağlayabilecek nitelik ve değerdedir.

TEŞEKKÜR

Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yapmış olduğum bu yüksek lisans tez çalışmam süresince bilgi ve deneyimleri ile beni yönlendirerek destekleyen ve tezin her aşamasında yapıcı eleştirileriyle katkı sağlayan danışman hocam sayın Doç. Dr. Selçuk REİS'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmaların her aşamasında her türlü yardım ve desteklerini eksik etmeyen Doç. Dr. Mustafa ATASOY'a ve Doç. Dr. Ali YALÇIN'a,

Tez çalışmam sırasında bölümümüzün her türlü imkanından yararlanmamı sağlayan başta bölüm başkanımız olmak üzere Harita Mühendisliği Bölümü'nün tüm değerli öğretim üyelerine,

Tezin farklı dönemlerinde yardımlarını gördüğüm değerli mesai arkadaşlarım Araş. Gör. M. Haydar TERZİ'ye, Araş. Gör. Ahmet Tarık TORUN'a, Araş. Gör. Osman OKTAR'a, Araş. Gör. Hakan ERASLAN'a ve Araş. Gör. Mert MUTLU'ya,

Arazi çalışmaları ve veri toplama sırasında sağladıkları destek ve göstermiş oldukları yakın ilgileri için başta Rize İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü'ne ve Rize Kadastro Müdürlüğü'ne,

Tezin maddi olarak desteklenmesinde katkıda bulunan Aksaray Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Koordinatörlüğü'ne (BAP Proje Kodu: 2014-19),

Bugüne kadar sonsuz sabırları, güvenleri, maddi-manevi yönden destekleri ile her zaman yanımda olan, sevgilerini esirgemeyen anneme, babama ve kardeşlerime,

Son olarak hayatta benim için her şeyden önemli olan ve her zaman yanımda olan sevgili eşim Araş. Gör. Hacer BİLGİLİOĞLU'na teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa No

ÖNSÖZ	i
TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iii
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Temel Tanım ve Kavramlar	3
2.1.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri	3
2.1.2. Doğal afetler	4
2.1.2.1. Heyelanlar	6
2.1.3. Afet ve risk yönetimi	8
2.1.4. Heyelan Risk Yönetimi.....	9
2.1.4.1. Heyelan envanter haritaları	11
2.1.4.2. Heyelan duyarlılık haritaları	14
2.1.4.3. Heyelan tehlike haritaları	14
2.1.4.4. Heyelan risk haritaları	16
2.2. Afet Çalışmalarında Konumsal Veri Yönetimi	17
2.2.1 Konumsal veri altyapısı	17
2.2.1.1 Konumsal veri standartları	18
2.2.1.2 ISO standartları	19
2.2.1.3 INSPIRE.....	20
2.2.1.4 TUCBS.....	21
2.2.2. Veri tabanı modeli ve modelleme	22
2.2.2.1. UML ile nesne yönelimli veri tabanı tasarımı.....	23
2.3. Heyelan Haritalarının Üretiminde Kullanılan Çok Ölçütlü Karar Destek Sistemleri.....	25

2.4. Afet Öncesi Zarar Azaltma Politikaları.....	28
2.4.1. Dünya genelinde afet öncesi zarar azaltma politikaları	28
2.4.1.1. Dünyada heyelanlara yönelik zarar azaltma çalışmaları	31
2.4.2. Türkiye de afet öncesi zarar azaltma politikaları.....	34
2.4.2.1. Türkiye de heyelanlara yönelik zarar azaltma çalışmaları.....	36
2.5. Mevzuatlarda Planlama ve Zarar Azaltma Çalışmaları.....	36
3. YAPILAN ÇALIŞMALAR	41
3.1. Türkiye İçin Heyelan Haritaları Coğrafi Veri Modelinin Oluşturulması.....	41
3.1.1. Ölçek tanımı.....	41
3.1.2. Envanter bilgilerinin toplanması ve envanter haritalarının oluşturulması.....	42
3.1.4. Heyelan yönetimi için veri kaynakları.....	49
3.1.5. Türkiye heyelan yönetimi için coğrafi veri modeli (THYCVM)	51
3.2. Heyelan Haritalarının Plan Altlıklarında Kullanımı İçin Model Tasarımı.....	54
3.3. Modelin Uygulaması	57
3.3.1. Pilot bölge seçimi.....	58
3.3.2. Veri ve faktörler.....	59
3.3.3. Haritaların oluşturulması	63
3.3.3.1 Çalışma bölgesi heyelan envanter haritası.....	63
3.3.3.2 Çalışma bölgesi heyelan duyarlılık haritası	64
3.3.3.3 Heyelan duyarlılık haritasının ÇDP ile karşılaştırılması.....	70
3.3.3.4 Çalışma bölgesi heyelan tehlike haritası	71
3.3.3.5 Çalışma bölgesi heyelan risk haritası.....	75
4. SONUÇLAR	79
5. KAYNAKLAR	81
6. ÖZGEÇMİŞ	87

ÖZET

Yüksek Lisans

Ulusal Heyelan Haritaları İçin Coğrafi Veri Modelinin Geliştirilmesi ve Afet Yönetiminde Kullanılması

Süleyman Sefa BİLGİLİOĞLU

T.C.

Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Selçuk REİS

Ülkemiz jeolojik, topoğrafik ve iklim özellikleri nedeniyle doğal afetlerin sıkça yaşandığı ve buna bağlı can ve mal kayıplarının çok fazla olduğu ülkelerden birisidir. Bu konudaki istatistikî verilere göre, doğal afetlerin her yıl gayri safi milli hâsılanın %5-7'si oranında doğrudan ekonomik kayba yol açtığı belirtilmektedir. Ülkemizde doğal afetlerin yaklaşık % 15'ini heyelanlar oluşturmaktadır. Gerek can kayıplarının azaltılması gerekse büyük miktarda ekonomik kayıpların önüne geçilebilmesi ve daha planlı yaşam alanlarının oluşturulması için heyelanların araştırılarak çıkan sonuçlar ışığında gerekli önlemlerin alınması önem taşımaktadır.

İnsan hayatını ve ilgili olduğu çevreyi tehdit eden doğal afet risklerinin azaltılması, kırsal ve kentsel alanları da kapsayacak şekilde ulusal ölçekte doğal afet tehlike alanlarının belirlenerek haritalanması gerekmektedir. Bu kapsamda, afet yönetimindeki en önemli adımlardan birisi, afet öncesi çalışmalar için doğru, güncel ve dinamik doğal afet haritalarının üretilmesi ve planlama çalışmalarına altlık olarak sunulmasıdır.

Ülkemizde benzer özellikteki verilerin farklı kurumlar tarafından tekrarlı üretimi, verilerin belirli bir standartta olmaması, kurumlar arası veri paylaşımından kaynaklanan problemler ve mevzuatın karmaşık yapısı afet tehlike haritalarının üretilmesini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, heyelan tehlike haritalarının üretilmesi ve planlama çalışmalarında kullanılması için öncelikle ulusal ölçekte coğrafi veri modelinin (CVM) oluşturulması gerekmektedir. Coğrafi veri modelinin oluşturulması ile afet tehlike haritalarına yönelik veri tabanı tasarımı, veri standartları, hızlı ve doğru veri toplama, tehlike haritası üretme ve kullanıcılara sunulması gibi temel işlemler yerine getirilmiş olacaktır.

Bu çalışmada Rize ili pilot bölge seçilerek, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknikleri kullanılarak heyelan tehlike haritaları için ulusal bazda Coğrafi Veri Modeli geliştirilmiştir. Bu modelin oluşturulabilmesi ve tüm kullanıcılar tarafından kullanılabilmesi için veri standartları belirlenmiştir. Heyelan afetleri için gerekli olan veriler CVM ile bütünleştirilerek duyarlılık haritaları Analitik hiyerarşi yöntemi kullanılarak oluşturulmuştur. Duyarlılık haritaları ile birlikte istatistikî çalışmalar yapılarak üretilen senaryolar için tehlike ve risk haritaları oluşturulmuştur. Duyarlılık haritalarının planlama sürecinde etkin bir şekilde kullanılabilmesi için de gerekli mevzuat altyapısı irdelenmiştir.

2013, 87 Sayfa

Anahtar Kelimeler : CBS, Coğrafi Veri Modeli, Heyelan Risk Yönetimi, Afet Yönetimi

ABSTRACT

Master of Science

DEVELOPING GEOGRAPHIC DATA MODEL TO CREATE LANDSLIDE MAPS AND ITS USE IN DISASTER MANAGEMENT

Süleyman Sefa BİLGİLİOĞLU

T.R.

Aksaray University Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geomatics Engineering

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Selçuk REİS

Turkey is one of those countries where natural disasters occur often and cause many casualties due to topographic and climatic features. According to the statistical data, natural disasters generate economic loss amounting to 5-7% of Turkey's annual GDP. Landslides make 15% of natural disaster in our country. In order to decrease casualties and huge economic losses and to form more planned living spaces, it is vital to research landslides and take necessary precautions in light of the acquired data.

There is a growing need to reduce the risk of natural disasters that threaten human life and related surroundings and to determine and map natural disaster hazard zones on national scale including rural and urban areas. In this context, one of the most important steps in disaster management is the creation of accurate, up-to-date, and dynamic natural disaster maps and presenting them as a support to planning studies.

Due to the fact that each institution produces its own data, the data is not standard, and as a result of the problems in data sharing between institutions and the complexity of legislation, the creation of disaster hazard maps are difficult. Therefore, it is a priority to develop the geographic data model (GDM) on national scale to create landslide hazard maps and use them in planning studies. With the development of geographic data model, fundamental processes such as database design, data standards, accurate and fast data collection, creation of hazard maps for natural disaster hazard maps and presenting them to users will be fulfilled.

In this project, Geographic Data Model had been developed on national scale for landslide hazard maps, using techniques of Geographic Information Systems (GIS). Data standards had been determined to create this model and enable it for every user. Data required for landslide disasters had been integrated with GDM and susceptibility maps had been created by the technique of Analytical hierarchy process. With the susceptibility maps and statistical analysis hazard and risk maps had been created. The legislation structure had been investigated for the effective use of these hazard maps in planning process. This model had been applied to Rize provinces where some of the required data is already present as landslide hazard map studies were conducted before.

2004, 87 Pages

Keywords : GIS, Geographic Data Model, Landslide Risk Assessment, Disaster Management

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Afetlerden etkilenen afetzede sayıları.....	5
Şekil 2.2. Afetlerden etkilenen yerleşim birimi dağılımı.....	6
Şekil 2.3. Heyelanların sınıflandırılması.....	7
Şekil 2.4. İllere göre heyelan tehlikesi haritası.	8
Şekil 2.5. Bütünleşik heyelan risk değerlendirmesi.....	10
Şekil 2.6. Heyelan aynası örneği.....	12
Şekil 2.7. CBS tabanlı ÇÖKDS İşlem Adımı	26
Şekil 2.8. AFAD teşkilat yapısı	35
Şekil 2.9. Çevre Düzeni Planlarına yönelik standart veri tabanı yapısı.....	39
Şekil 3.1. Türkiye heyelan hynetimi için coğrafi veri modeli (THYCVM)	53
Şekil 3.2. Heyelan haritalarının üst ölçekli plan altlıklarında kullanımı için model tasarımı	55
Şekil 3.3. Heyelan haritalarının üst ölçekli plan altlıklarında kullanımı için model tasarımı	57
Şekil 3.4. Pilot bölge.....	58
Şekil 3.5. Heyelan envanter verilerinin temini	60
Şekil 3.6. Heyelan duyarlılık haritası için toplanan veriler (TUBİTAK, 2009)	61
Şekil 3.7. Heyelan duyarlılık haritaları için üretilen veriler	63
Şekil 3.8. Çalışma bölgesi heyelan envanter haritası.....	64
Şekil 3.9. AHY modeli	65
Şekil 3.10. Çalışma bölgesi heyelan duyarlılık haritası.....	699
Şekil 3.11. Heyelan duyarlılık haritası işlem modeli.....	7070
Şekil 3.12. Heyelan duyarlılık haritası ve ÇDP karşılaştırması.....	711
Şekil 3.13. Heyelan alansal olabilirlik değeri	733
Şekil 3.14. Çalışma bölgesi heyelan tehlike haritası.....	744
Şekil 3.15. Çalışma bölgesi hasar görülebilirlik haritası	755
Şekil 3.16. Çalışma bölgesi yerleşim alanları için heyelan risk haritası.....	766
Şekil 3.17. Çalışma bölgesi çay alanları için heyelan risk haritası	787

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 2.1. Bazı ülkelere göre heyelan envanter bilgileri	13
Çizelge 2.2. TUCBS veri kullanım düzeyleri	13
Çizelge 2.3. Hyogo öncelikli eylem planı.....	13
Çizelge 2.4. Ulusal bazda heyelanlara yönelik yapılan çalışmalar.....	13
Çizelge 2.5. İlkemizdeki plan türleri	137
Çizelge 3.1. Heyelan haritaları ölçek tanımı.....	41
Çizelge 3.2. Heyelan envanter çalışmalarında toplanılması gereken veriler	444
Çizelge 3.3. Heyelan aynası alım tekniği	466
Çizelge 3.4. Heyelan haritaları için gerekli faktörler ve önem dereceleri	488
Çizelge 3.5. Faktörlere ait veri kaynakları.....	50
Çizelge 3.6. Verilerin Temin Edilebileceği Kurumlar	51
Çizelge 3.7. AHY tercihleri için ikili karşılaştırma ölçeği	655
Çizelge 3.8. Veri Katmanları Karşılaştırma Matrisleri.....	666
Çizelge 3.9. Veri Katmanları Faktör Ağırlıkları	666
Çizelge 3.10. Veri katmanları ve alt gruplarının karşılaştırma matrisi, alt grupları ve tutarlılık oranları	677

KISALTMALAR DİZİNİ

AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
AHY	Analitik Hiyerarşi Yöntemi
BM	Birleşmiş Milletler
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
ÇDP	Çevre Düzeni Planı
ÇÖKA	Çok Ölçütlü Karar Analizi
ÇÖKDS	Çok Ölçütlü Karar Destek Sistemleri
HÇEP	Hyogo Çerçeve Eylem Planı
HFD	Hava Fotoğrafları Değerlendirmesi
HHCVm	Heyelan Haritaları Coğrafi Veri Modeli
KVA	Konumsal Veri Altyapısı
MSP	Mekansal Strateji Planları
MTA	Maden Tetkik Arama
NİP	Nazım İmar Planları
SAM	Sayısal Arazi Modeli
STH	Standart Topografik Haritalar
THYCVm	Türkiye Heyelan Yönetimi İçin Coğrafi Veri Modeli
Tİ	Tutarlılık İndeksi
TO	Tutarlılık Oranı
TUCBS	Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi
TVO	Tutarlılık Vektör Ortalaması
UDAP	Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı 2023
UGD	Uydu Görüntüleri Değerlendirmesi
UİP	Uygulama İmar Planları
VTYS	Veri Tabanı Yönetim Sistemi

1. GİRİŞ

Ülkemiz jeolojik, topoğrafik ve iklim özellikleri nedeniyle doğal afetlerin sıkça yaşandığı ve buna bağlı can ve mal kayıplarının çok fazla olduğu ülkelerden birisidir. T.C. Kalkınma Bakanlığı Onuncu Kalkınma Planı (2014 – 2018) Afet Yönetiminde Etkinlik Özel İhtisas Komisyonu Raporunda belirtildiği üzere afetler neden oldukları can kaybı yanında önemli ekonomik, sosyal ve çevresel kayıplar da meydana getirmektedir. Bu konudaki istatistikler incelendiğinde, doğa kökenli afetlerin her yıl Türkiye gayri safi milli hâsılasının %5-7'si oranında doğrudan ekonomik kayba yol açtığı görülmektedir. Ülkemizde depremlerden sonra en fazla meydana gelen ve en çok zarar verici potansiyele sahip olan doğal afetlerden birisi heyelanlardır. Türkiye'nin son 50 yıllık afet profili incelendiğinde heyelanların % 45'lik oranla en sık gerçekleşen doğal afet olduğunu görülmektedir (Özşahin, 2013).

Afet yönetiminde, afetlerin önlenmesi, canın yanında malların korunması açısından öncelikle afet öncesi çalışmaların dikkate alınması önemlidir (Kadıoğlu, 2008). Dünyada ve ülkemizde afet zararlarını en aza indirmek için yeni politikalar geliştirilmiş ve iki önemli kavrama dikkat çekilmiştir. Bu iki kavram "Risk Belirleme ve Planlama" Afet Öncesi Zarar Azaltma Politikaları dır. Doğal tehlikelerin yarattığı riskleri; belirli ölçüde tanımlanması ve her ölçekteki planlamaların bu risklerinde değerlendirilerek yapılması gerekliliği bilim adamları tarafından vurgulanmaktadır (Safeland, 2010). Bu kapsamda Amerika Birleşik Devletleri başta olmak üzere Fransa, İtalya, İsveç ve İsviçre gibi Avrupa Birliği ülkelerinin yanında, Avustralya, Hindistan gibi birçok ülke yeni politikaları benimsemiş ve uygulamaya geçmiştir (AGS, 2007; Safeland, 2010; Jaedicke vd., 2013). Zarar azaltma çalışmaları amacı ile risk alanlarının belirlenerek planlamaya dahil edilmesi konusunda heyelan envanter, duyarlılık, tehlike ve risk gibi doğal afet tehlike haritalarına bütüncül olarak yaklaşılmış ve afet haritaları oluşturulmaya başlanılmıştır. Türkiye'de afet yönetimi açısından yeni politikaları benimseyerek, yara sarma ilkesinden kurtularak yara almama stratejisine geçmesi gerekliliği özellikle Marmara depremi sonrasında sürekli tartışılan bir konu olmuştur. Fakat mevzuatın karmaşık yapısı, çok başlılık ve konumsal veriler ile ilgili problemlerden dolayı istenilen başarı elde edilememiştir.

Haritalama ve planlama çalışmaları için gerekli verilerin üretilmesi, coğrafi veri formatında değerlendirilmesi, analiz edilmesi ve yorumlanmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknikleri etkin bir araç olarak kullanılmaktadır (Corominas J vd.,

2014). CBS, uydu görüntüsü, plan vb. değişik kaynaklardan toplanan harita tabanlı verilerin, bilgisayar ortamlarında derlenerek uygun veri tabanları şeklinde kullanıcıya sunulmasını sağlayan teknolojik sistemlerdir (Longley vd., 2001). Bunun yanında CBS'nin en önemli faydalarından birisi de coğrafi varlıklara ilişkin olaylar üzerine doğru kararların verilebilmesine yardımcı olmasıdır (Yomralıoğlu, 2000). Bu açıdan incelendiğinde son derece önemli olan doğal afetler ve afet yönetimi gibi hayati bir konuda CBS kullanımı kaçınılmaz olmaktadır.

Günümüz teknoloji imkanları sayesinde toplanan ve depolanan veri miktarı gün geçtikçe artmaktadır. Ancak veriler belirli bir düzen ve standart içerisinde toplanamamaktadır. Her kurum veya kuruluş kendi önceliklerini belirleyerek birbirinden bağımsız dosyalar halinde birtakım veriler toplamaktadır. Toplanan verilerin birbirleri ile ilişkilendirilmesi elde edilen verinin bilgiye dönüştürülmesinde büyük önem taşımaktadır. Aksi takdirde toplanan tüm veriler bir veri çöplüğü haline dönüşmektedir ki bu husus günümüzde ülkemizde yaşanan problemlerden biridir (Aydan ve Alkış, 2009). Özellikle afet yönetiminde de karşımıza çıkan bu problem ile ilgili olarak Deprem Araştırma Komisyonu Raporuna (2010) göre, “afet ile ilgili çalışmalarda, kurumlar arası koordinasyon eksikliği bulunmakta ve konuların ve kurumların önceliklerinin belirlendiği; birlikte çalışma esaslarını ve performansının ölçülmesini sağlayacak bir koordinasyon anlayışı ve koordinasyon hukuku geliştirilmelidir” denilmektedir. Bu kapsamda coğrafi verilerin birlikte çalışabilirliği olarak ifade edilen, farklı idari düzeylerde coğrafi verinin etkin kullanımı ve paylaşımını sağlayan, politikalar, standartlar ve teknolojilerin oluşturduğu çatı olarak kabul edilen Konumsal Veri Altyapısı (KVA) kavramı ortaya çıkmıştır (Mc Laughlin ve Nichols, 1992; Longley vd., 2001). Böylelikle farklı kaynaklarda üretilen verilerin birbirleri ile ilişkileri sağlanabilmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Temel Tanım ve Kavramlar

2.1.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS); konuma dayalı işlemlerle elde edilen grafik ve grafik-olmayan verilerin toplanması, saklanması, analizi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemidir (Yomralıoğlu, 2009). Bu hali ile CBS, sadece çeşitli verilerin bilgisayar ortamına aktarılması ve saklanması değildir. CBS'yi diğer veri tabanı sistemlerinden ayıran en önemli özelliği, tüm verileri yeryüzündeki ait oldukları mekana bağlı olarak depolaması ve bunlar arasında çok çeşitli mekansal ilişkilendirmeler, yani çeşitli analizler yapılabilmesine imkan tanımasıdır. İşte; bu çok çeşitli analizlere ve sorgulamalara imkan tanıyan ve tüm sonuçların ve verilerin, alanla ilişkili vaziyette, harita şeklinde görüntülenmesine olanak tanıyan CBS, afetlerle ilgili araştırmalarda ve afet yönetimi ile ilgili tüm çalışmalarda kullanılabilecek en önemli bilgi sistemini oluşturmaktadır (Demirci ve Karakuyu, 2004).

CBS'nin afet yönetim sistemi ile ilgili çalışmalarda kullanılmasının çok büyük avantajları bulunmaktadır. Bunlar;

- Etkin bir veri paylaşım aracı olması,
- Güncellenebilmesi,
- Hızlı veri analizleri yapabilmesi ve kolay çözümler sunabilmesi,
- Çok yönlü görselleştirme imkânı sunması şeklinde ifade edilebilir.

CBS, yukarıda sayılan tüm bu avantajları ile birlikte, afet yönetiminin afet öncesi çalışmalarda olmak üzere tüm aşamalarında kullanılan etkin bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yüzden dünyanın bir çok ülkesinde CBS, afetlerle ilgili çalışmalarda çok yoğun olarak kullanılmaktadır (Demirci ve Karakuyu, 2004). Dünya da pek çok ülkede, CBS yardımı ile çeşitli afetlerin izlenmesi, afet risk haritalarının oluşturulması, erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi, afet durum tespitlerinin yapılması, çeşitli afet senaryolarının hazırlanması, olası bir afete karşı alternatifli tahliye ve ulaşım planlarının yapılması, arazi kullanım planlarının yapılması, halk güvenliği ve güvenilir yapılaşma sahalarının planlanması, afet sonrasında en fazla yardıma ihtiyacı alanların tespiti ve

gözlenmesi, arama ve kurtarma çalışmalarının yönlendirilmesi gibi konularda çok çeşitli çalışmalar yürütülmektedir (Safeland, 2010).

2.1.2. Doğal afetler

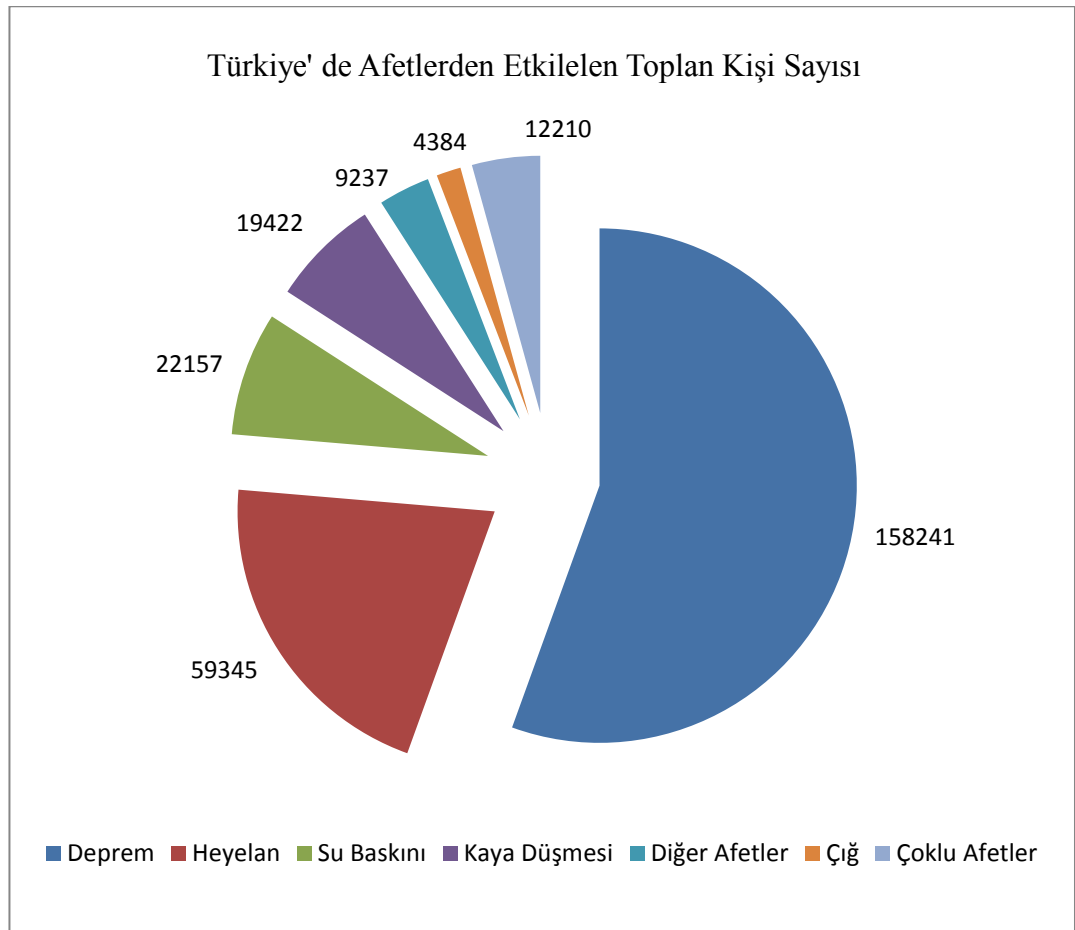
Doğal afet, insanlar için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar doğuran, normal yaşamı ve insan faaliyetlerini durdurarak veya kesintiye uğratarak toplulukları olumsuz etkileyen ve etkilenen topluluğun kendi olanak ve kaynaklarını kullanarak üstesinden gelemeyeceği, doğal, teknolojik veya insan kökenli olaylar ve doğuran sonuçlar şeklinde tarif edilir (AGS, 2007). Afetin büyüklüğü genel olarak, olayın neden olduğu can kayıpları, yaralanmalar, yapısal hasarlar, sosyal ve ekonomik kayıpların büyüklükleri ile değerlendirilmektedir.

Afetin türleri ile ilgili farklı yaklaşımlar mevcut olup, bazen ikili, bazen üçlü, bazen de dördü sınıflama yapılmaktadır. Ancak, “Avrupa Atlantik Afet Müdahale Merkezi Yönergesi” ekinde afetler;

- Doğal Afetler
- Teknolojik ve İnsan Kaynaklı Afetler olarak sınıflandırılmış olup, genel olarak bu sınıflama kullanılmaktadır (Doğan, 2007).

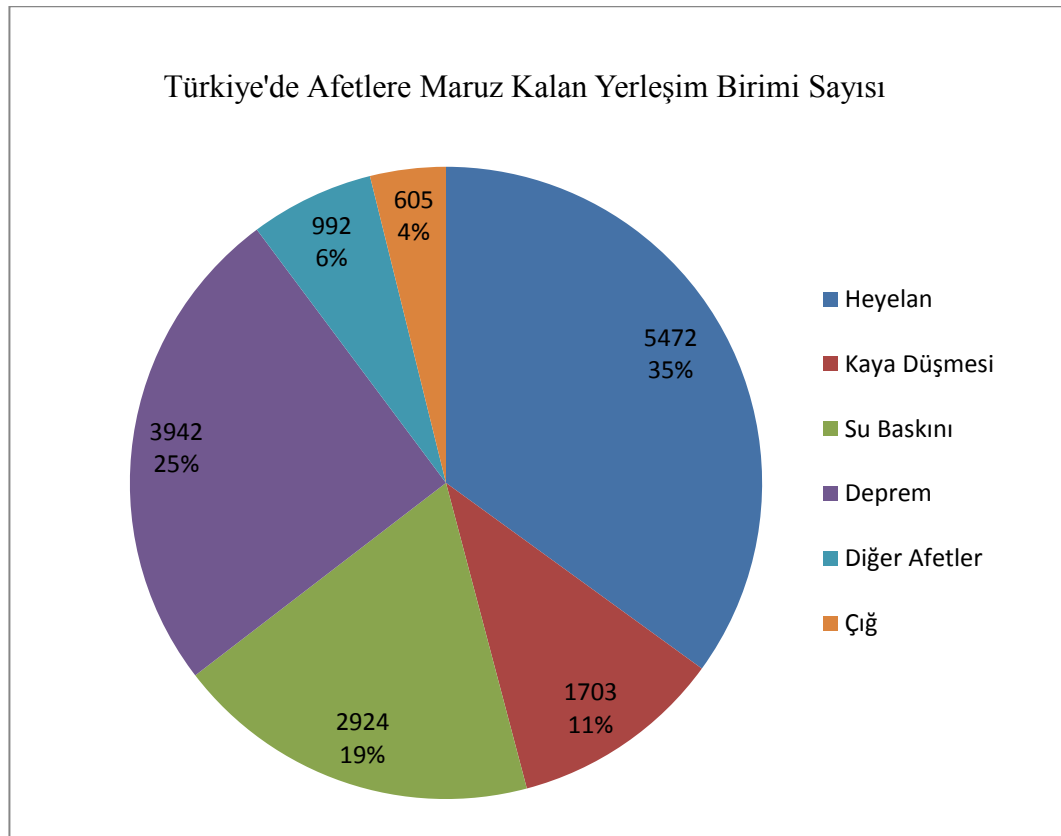
Doğal afetler, ansızın veya belli bir süreç içinde oluşup, yerleşim ve üretim alanlarında alışlagelmiş yaşamı bozarak, genel yaşamı etkileyen, doğal yer ve hava hareketleridir. Kısaca, afet olaylarının “doğal kökenli olanlarıdır” şeklinde de tanımlanabilir. Depremler, su baskınları, heyelanlar, kaya düşmeleri, çığ, kuraklık, volkan patlamaları, yangınlar, fırtına, kasırga, hortum, tayfun, tsunami gibi afetler doğal afetlerdendir. Nükleer ve kimyasal kazalar, sanayi kazaları, trafik kazaları, baraj patlamaları, yangınlar, salgın hastalıklar, savaşlar, terör olayları terörizm ile ilgili eylemler teknolojik ve insan kaynaklı afetler içinde yer almaktadır.

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı yaklaşık 60 yıldır sürdürdüğü jeolojik etüt ve hasar tespit çalışmaları sonucunda afetlerden etkilenen afetzede sayıları dikkate alındığında (Şekil 2.1.); depremlerden etkilenen 158.241, heyelanlardan etkilenen 59.345, su baskınlarından etkilenen 22.157, kaya düşmelerinden etkilenen 19.422, çığlardan etkilenen 4.384 ailedir. Zarar bazında depremlerin %55, heyelanların %21, su baskınlarının %8 kaya düşmesi %7 çığ ise %2' lik bir orana sahiptir (TMMOB, 2011).



Şekil 2.1. Afetlerden etkilenen afetzede sayıları (TMMOB, 2011)

Ülkemizde 35741 yerleşim biriminden 5472'sinde (%15) heyelan olayı gözlenmiştir. Benzer şekilde 3942'si (%11) depremlerden, 2924'ü (%8) su baskınlarından, 1703 'ü (%4) kaya düşmesi olaylarından ve 605 'i (%1) çığ olaylarından etkilenmiş ya da etkilenmektedir (Şekil 2.2.). Sonuç olarak ülkemizde her 3 yerleşim biriminden 1'i en az bir afet riskiyle karşı karşıya gelmektedir (TMMOB, 2011). Bu yaşanan afetler ülkemizin ne kadar önemli ölçüde doğal afetler ile karşı karşıya olduğunu gösteren önemli bir istatistiki ver niteliği taşımaktadır.



Şekil 2.2. Afetlerden etkilenen yerleşim birimi dağılımı (TMMOB, 2011)

Ancak yukarıda sunulan veriler yerleşim birimleri etütlerinin bir sonuç verisi olup; deprem, heyelan vb. afetlerin mühendislik yapılarına neden olduğu zararları içermemektedir. Bunlarında göz önüne alındığında ise afetlerin zararları artmakta ve Gayri Safi Milli Hasıla'nın yaklaşık %5-7 si oranında doğrudan zarara neden olduğu kabul edilmektedir (TMMOB, 2011).

2.1.2.1. Heyelanlar

Dünyanın neredeyse her bölgesinde meydana gelebilen heyelan olayı Amerikan Jeoloji Enstitüsü tarafından yayınlanmış olan Jeoloji ve İlgili Bilimler Terimler Sözlüğü'nde "Nispeten kuru toprak, kaya kütlelerinin veya bunların karışımının yamaç aşağı doğru algılanabilir kayması ve düşmesi olarak tanımlanmaktadır. Yine Cruden (1991) tarafından "kaya, toprak zemin veya molozların yamaç aşağı hareketi" şeklinde tanımlanmıştır.

Heyelanlar, nehirler, göller ve denizlerin etkisiyle yamaç topuğundaki erozyon, aşırı yağışlar ve ani kar erimeleri, yeraltı suyu tablasının yükselmesi, yamaç üzerindeki yapı yükleri ve deprem yükleri gibi dış ve dinamik kuvvetler nedeniyle yamaçlardaki

gerilmelerin artması, volkanik patlamalar, kazı ve patlatma gibi insan aktiviteleri, orman alanlarının tahribi gibi nedenler ile oluşur. Bu oluşumlar, birkaç saniye gibi kısa bir sürede meydana gelebileceği gibi, çevresel koşullara ve tetikleyici faktörlere bağlı olarak uzun süre sonunda da gelişebilir. Meydana gelen bir heyelanın oluşumunun tek bir nedene bağlanması neredeyse mümkün değildir. Çünkü doğal afetlerin oluşumu doğal veya insan kaynaklı, büyük ve karmaşık çevresel faktörler kümesi tarafından kontrol edilmektedir (Carrara vd., 1999).

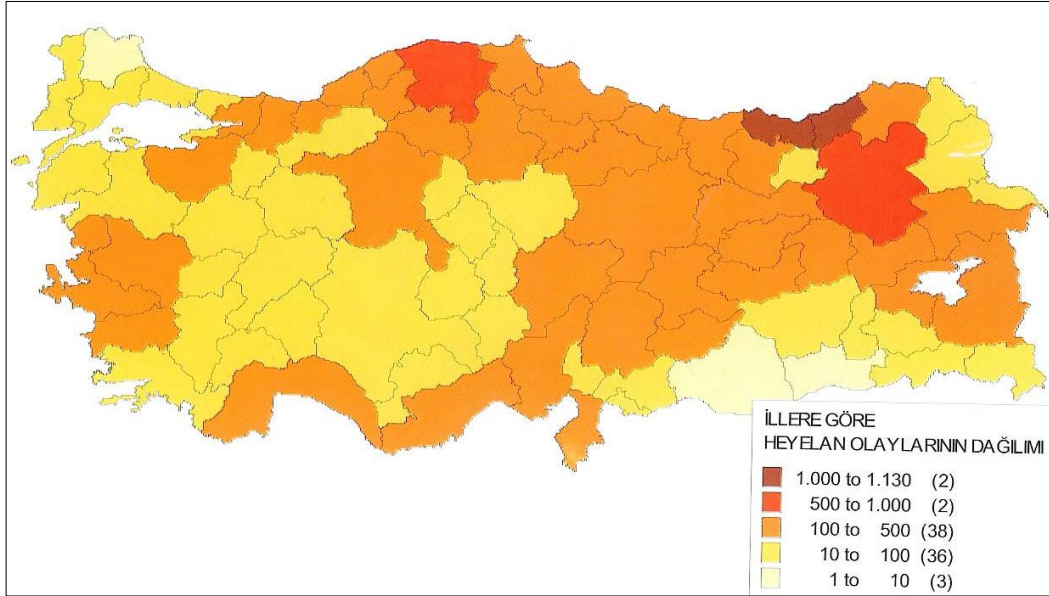
Kütle hareketleri, oluş nedenleri ve şekilleri bakımından farklı özelliklere sahip, çeşitli şekillerde meydana gelebilmektedir. Bundan dolayı, zemin cinsi, hareketin tipi ve nedenleri gibi çeşitli unsurlara bağlı olarak farklı sınıflandırılmalar yapılmıştır. Günümüzde, en yaygın şekilde kullanılan sınıflandırma Varnes (1978) tarafından yapılan sınıflamadır. Yapılan sınıflandırmada temel olarak kütle hareketleri altı farklı sınıfa ayrılmıştır (Şekil 2.3.).

HAREKET TÜRÜ		Malzemenin Türü	
		KAYAÇLAR	ZEMİNLER
			İri Daneli İnce Daneli
<u>Düşme</u>		Kaya Düşmesi	Moloz Düşmesi Zemin Düşmesi
<u>Devrilme</u>		Kaya Devrilmesi	Molozda devrilme Zemin Devrilme
<u>Akma</u>	Yavaş	Kaya Kripi	Moloz Kripi Zemin Kripi
	Hızlı	Çok Parçalı Kayaç Akması	Moloz Akması Zemin Akması
<u>Kayma</u>	Öteleme	Kayada blok türü öteleme	Zeminde ve molozda blok türü öteleme
	Dönel	Sıkı Çatlaklı Kayada dönel kayma	Zeminde ve molozda dönel kayma
<u>Yanal Yayılma</u>		Kaya yayılması	Zemin ve moloz yayılması
<u>Karışık</u>		Hareket Türü ve Malzeme Karışık	

Şekil 2.3. Kütle hareketleri sınıflandırılması (Varnes, 1978)

Türkiye’de diğer doğal afetlerin yanında kütle hareketlerinin ve özellikle de heyelanların ayrı bir yeri vardır. Bu olaylar hemen her yıl ülkenin pek çok yerinde görülmekte, önemli ölçüde can ve mal kaybına neden olmaktadır. Heyelanların bu kadar yaygın bir şekilde görülmesi ve olayların sonucunda büyük kayıpların ortaya çıkması ülkemizin doğal özellikleri yanında sosyo-ekonomik yapısından da kaynaklanmaktadır (Yalçın, 2005). Türkiye’de heyelanlar, başta Karadeniz Bölgesi olmak üzere, İç ve Doğu Anadolu Bölgelerinde, sıkça meydana gelmekte ve en fazla gözlemlenen illerin

başında Rize ve Trabzon illeri gelmektedir (Şekil 2.4.). Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı arşivindeki, 1958-2000 yılları arasında, olmuş ve muhtemel heyelan verileri derlenerek hazırlanmış illere göre heyelan envanter haritası Şekil 2.4.'de verilmektedir (T.C. Bayındırlık Bakanlığı, 2008).



Şekil 2.4. İllere göre heyelan tehlikesi haritası (T.C. Bayındırlık Bakanlığı, 2008).

2.1.3. Afet ve risk yönetimi

Günümüzde doğal afetler sonucunda ortaya çıkabilecek zararlar, insan hayatı, mal ve çevre açısından çok büyük boyutlarda olmaktadır. Yaşanan maddi ve manevi kayıplar, her toplumun bir eylem planına sahip olması ve afetler karşısında zarar azaltma çalışmalarına önem vermesini gerektirmektedir. Afetler olmadan gerekli hazırlıkların ve önlemlerin alınmasının, en az afet sırasındaki etkin müdahale kadar önemli olduğu, hatta bunların bir bütünün parçaları olduğu ortadadır (TABİS, 2002). Güvenlik standartları, politika ve planlama kararları gibi alınacak önlemlerle, teknolojik zararlar veya insan eliyle oluşan diğer riskler azaltılabilir (Uzunçibuk, 2006). İnsanların yaşadıkları çevrede meydana gelen doğal olaylardan haberdar olmaları, bunları nedenlerine kadar ayrıştırması ile tanımları ve bu olayların tekrarı durumunda bunlardan hiç etkilenmeme veya en az oranda etkilenmelerine olanak tanıyan çalışmaların tümüne afet yönetimi denilmektedir. Modern afet yönetimi kavramında ise kayıp ve zararların azaltılması, hazırlık, tahmin ve erken uyarı, afetleri anlamak gibi afet öncesi korumaya yönelik çalışmalar risk yönetimi olarak kabul edilmektedir (Kadioğlu, 2008).

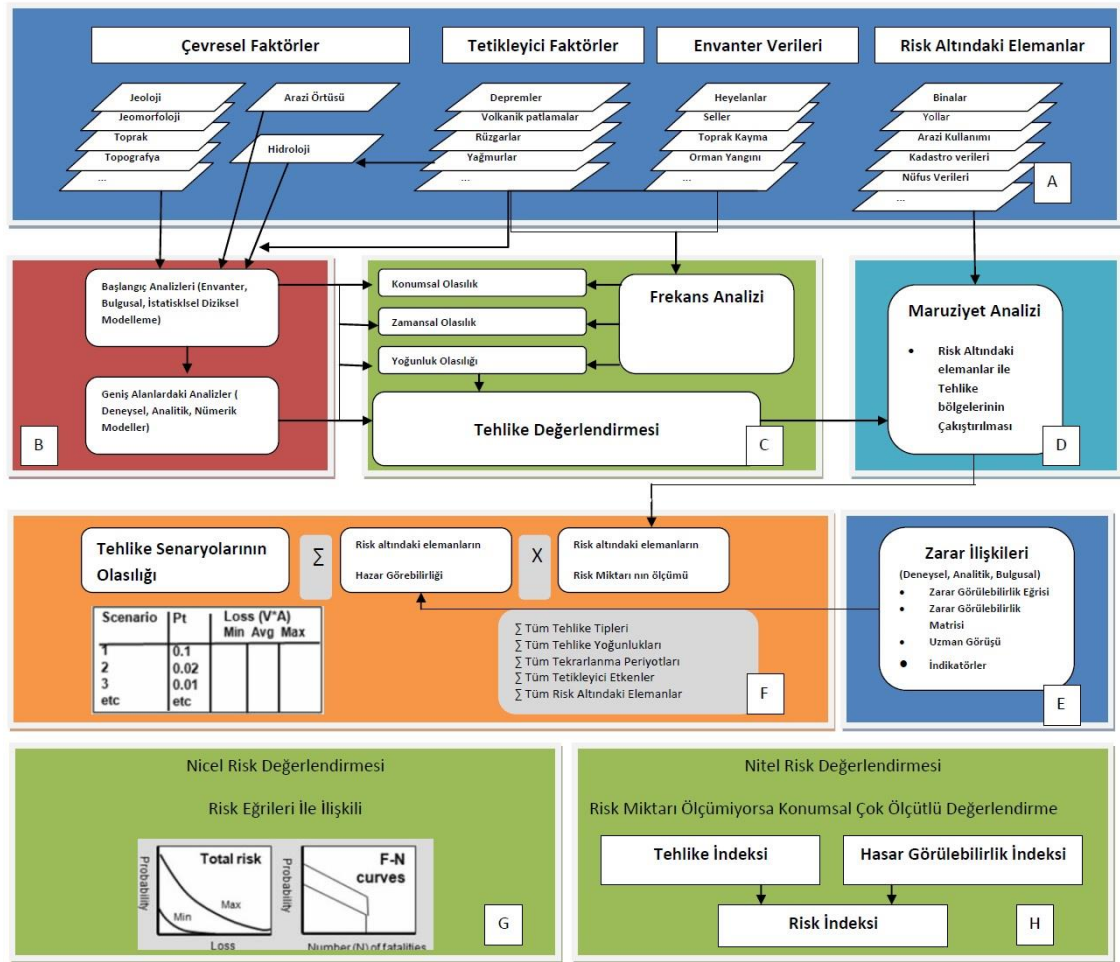
Risk sözcüğü, gelecekteki belirli bir zaman içerisinde, belirli bir tehlikenin, bu tehlikeye maruz olan değerler veya tehlike altındaki unsurlara ve bunların zarar veya hasar görebilirliklerine bağlı olarak, verebileceği zararları ifade eder. Riskin belirlenmesi; tehlike, tehlikeye maruz değerler ve bu değerlerin zarar veya hasar görebilirliklerinin belirlenmesi gibi analizlerin yapılmasını gerektirmektedir. Tehlike insan toplulukları için olumsuz etkiler doğurması mümkün olan doğal, teknolojik ve insan kökenli olayların tümü olarak tanımlanabilir. Diğer bir deyişle tehlike doğal, teknolojik veya insan kökenli olan ve fiziksel, ekonomik, sosyal kayıplara yol açabilecek tüm olayları ifade eder (Ergünay, 2002). Duyarlılık ise doğal afetlerdeki toplum ya da sistemin hassasiyet derecesidir. Doğal afetlerin sonuçlarını ve etkilerin hassasiyetini yükselten fiziksel, sosyal, ekonomik ve çevresel faktörlerin sonuçlarından elde edilen bir dize koşul ve işlemler setidir. Duyarlılık, doğal afetlerin potansiyel tepki ve/veya dayanma potansiyeli ile belirlenir (SafeLand, 2010).

Risk yönetimi; belirlenen tehlike ve risklerin, bir afet halini almadan atlatılması amacına yönelik önlem ve çalışmaların bir plan kapsamında yerine getirilmesidir. Risk yönetimi çalışmasında; tehlike ve riskler belirlenmekte, risk senaryoları hazırlanmakta, korunma ve zarar azaltma önlemleri seçilmekte, sonuçlar güncel haritalar ve grafikler şeklinde ortaya konmakta, kullanılabilecek kaynak ve imkânlar belirlenmekte, afetten korunma ve afet müdahalesi için en uygun seçenek ve öncelikler hakkında kararlar alınıp uygulamaya geçilmektedir (Özkul ve Karaman, 2007).

Doğal afetlerin risk değerlendirmesinde büyük ölçüde CBS' den yararlanılmaktadır. Çünkü CBS ile risk değerlendirmesi için veri entegrasyonunun sonrasından risk için karar vermeye kadar risk değerlendirme işleminin bütününde mekansal metodolojiler bir bütün olarak keşfedilebilmektedir (Fell vd., 2008).

2.1.4. Heyelan Risk Yönetimi

Heyelan risk değerlendirmesinde heyelanların karakteristik özellikler, sebep olan faktörler, mekansal, zamansal ve boyut farklılıkları olabileceği için bütünlük bir şekilde risk yaklaşımlarına gereksinim vardır. Van Westen vd. (2005) bütünlük heyelan risk değerlendirmesinin farklı adımlarda (A-H) çatısını oluşturmuştur (Şekil 2.5.).



Şekil 2.5. Bütünleşik heyelan risk değerlendirmesi (Van Westen vd., 2005)

İlk adım (A) risk değerlendirmesi için; haritaların oluşturulabilmesi için gerekli çevresel faktörler, tetikleyici faktörler, envanter verileri ve risk altındaki elemanlara ait verilerin belirlenmesinden oluşmaktadır. Risk yönetiminde konumsal verilerin belirlenmesi ve toplanması temel ve ilk adım olmasından dolayı tüm analizlere altlık olacağından, doğru ve güncel konumsal veriye ihtiyaç vardır. İkinci adımda (B) iki bileşenle duyarlılık analizine odaklanılmıştır. Bunlardan ilki sık kullanılan ve farklı yöntemler (envanter tabanlı, istatistiksel ve deterministik) ile yapılabilen heyelan meydana gelme potansiyeline sahip alanların belirlenmesi için yapılan modeldir. Üçüncü adımda (C) aynı tetikleyici sebeplerden meydana gelen heyelanların envanter verilerinden yola çıkarak heyelan tehlike değerlendirilmeleri yapılmaktadır. Heyelan yoğunluğunun tetikleyici etkilere dolaylı olarak zamansal olasılığı frekans analizi ile tespit edileceği belirtilmiştir. Bu tespit yapılırken, heyelan envanterleri ve buna ek olarak heyelanların konumsal anlamda olma olasılığı, aşınımı ve büyüklüğü hesaplamada kullanılır. Dördüncü adımda (D) Maruziyet analizi (Exposure Analysis), tehlike haritası ve risk altındaki elemanların oluşturduğu haritaların CBS ortamında bindirilmesi ile

yapılmaktadır. Beşinci adımda (E) hasar görülebilirliği (Vulnerability) ve hasarın çeşitli tiplerine dikkat çekilmiştir. Altıncı aşamada (F) risk altındaki elemanların hasar görülebilirlik ve risk miktarları birleştirilmiştir. Her bir spesifik eleman için risk, farklı durumlar için hesaplanır. Bir diğer adım (G) de risk değerleri eğriler ile gösterim şekline sahip nicel risk değerlendirmeye göre yapılabileceğini belirtmektedir. Adım (H) a göre sonuçlar çok ölçütlü değerlendirme ile çoğu zaman tehlike ve hasar görülebilirlik indeksleri ile gösterildiği nitel risk değerlendirmeye göre yapılabileceğini belirtmektedir (Van Westen vd., 2008).

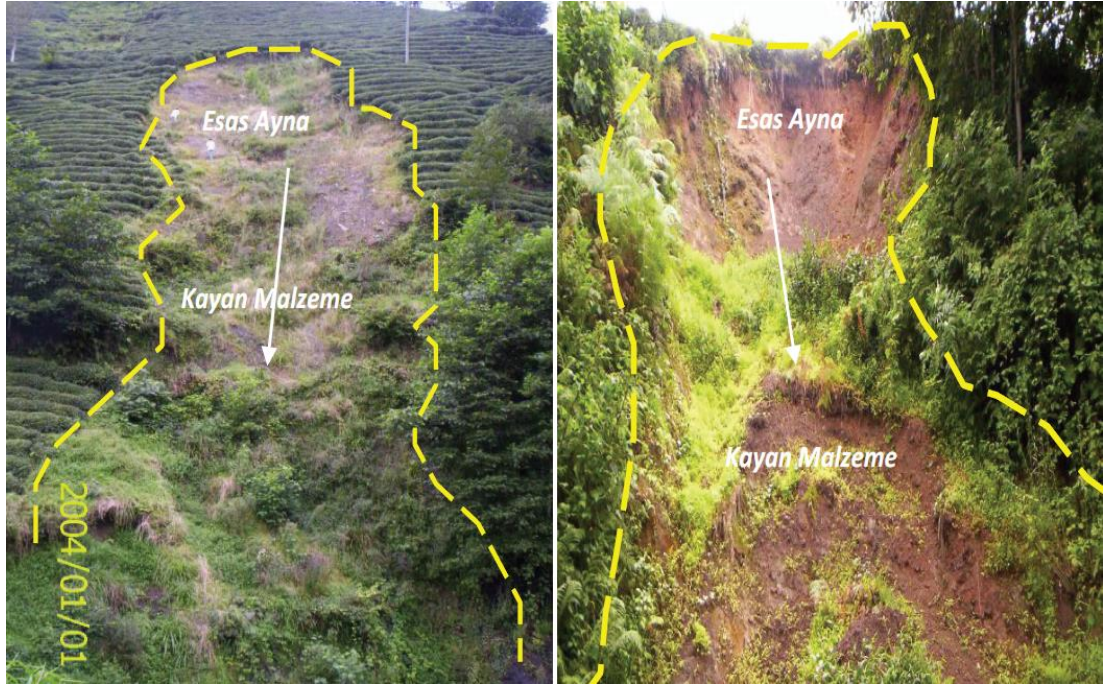
Heyelan bölgeleme (Landslide Zoning); yeryüzünü homojen alan ve bölgelere, mevcut veya potansiyel heyelan duyarlılık, tehlike ve risklerine göre derecelendirilerek bölünmesidir. İlk resmi heyelan bölgeleme uygulaması nitel yaklaşımlara bağlı olarak 1970'lerde başlamış, nicel yöntemlerin gelişmesi ile birlikte 1980 ve 1990'lar da tek veya çoğul yamaçlarda risk yönetiminde kullanılmıştır. Son on yılda heyelan bölgeleme de önemli gelişmeler meydana gelmiştir. Özellikle Avusturya Jeomekanik Birliği (AGS,2000,2007) ve JTC-1 (Joint Technical Committee on Landslides and Engineered Slopes) (Fell vd., 2008) bu alanda yapılmış çalışmalara öncülük yapmıştır (Corominas vd., 2014).

Bütünleşik heyelan risk yönetimine göre heyelan bölgelemesi, bölgeleme tipine göre oluşturulur. Heyelan bölgelemesi;

- Heyelan Envanter Haritası,
- Heyelan Duyarlılık Haritası,
- Heyelan Tehlike Haritası,
- Heyelan Risk Haritası olmak üzere 4 farklı haritaların toplanması ile gerçekleştirilir (AGS, 2007).

2.1.4.1. Heyelan envanter haritaları

Heyelan Envanter Haritası, heyelanların belirli bir alan içerisinde ve belirli periyotlarla, konumunun ve konumu ile birlikte öznitelik bilgilerinin sayısal halde toplanarak haritalanmasıdır. Heyelan envanter haritalarında elde edilmesi gereken konumsal veri Şekil 2.6. de gösterilen heyelanın kaymaya başladığı kısım olan heyelanın aynasıdır. Öznitelik bilgileri ise heyelan türünü, olayın tarihini, boyutunu ve/veya hacmini, mevcut faaliyetlerini, nedenlerini ve sonuçlarını içermelidir (Jaedicke vd., 2013).



Şekil 2.6. Heyelan aynası örneği

Bu haritalar, büyük veya küçük havzalarda, bölgelerde ve ülkelerde oluşmuş heyelan olaylarını belgelemek, heyelan duyarlılık, tehlike ve risk değerlendirmesine yönelik çalışmalarda kullanılmak, heyelanların morfolojik ve jeolojik özelliklerine göre dağılımlarını yapmak, tür ve modellenmesi gibi araştırmalarda kullanılmak için üretilmektedir (Guzzetti, 2012).

Güvenilir bir heyelan risk bölgelemesi yapmak heyelan envanterlerine doğrudan bağlıdır. Çünkü yapılacak diğer bölgeleme, "heyelanlar daha önce hangi koşullarda meydana gelmişse gelecekte de aynı şartlarda meydana gelir (Varnes, 1984)", esasına göre heyelan envanter haritası üzerine inşa edilecektir. Bu kapsamda envanter bilgilerinin envanter bilgilerinin doğru, güncel, güvenilir bir şekilde standart bir veri tabanında toplanması gerekmektedir (Corominas J vd., 2014).

Çizelge 2.1. de Avustralya (AU) , Almanya (DE) , Slovenya (SI), İtalya (IT), Fransa (FR), Avusturya (AT), Amerika Birleşik Devletleri (US) ve Türkiye (TR) gibi ülkelerde konumsal olmayan ne tür verilerin toplandığı ve envanter kayıtlarının toplanması aşamasında kullanılan standart formlarda hangi soruların cevaplandığı bilgileri verilmiştir (OFAT vd., 1997; AGS, 2007; JTC-1, 2008; Safeland, 2010).

Çizelge 2.1. Bazı ülkelere göre heyelan envanter bilgileri

Ülkeler		AT	DE	SI	IT	FR	AU	US		TR
								Oregon	Washington	
Genel Bilgiler	Nerede	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Ne Zaman	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Ne	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Neden	x	x		x	x	x	x		x
	Kim	x	x		x	x	x	x	x	x
	Kayıt Edilme Zamanı	x	x				x		x	x
Heyelan Koşulları	Aktivasyonu	x	x	x	x	x	x			
	Geometrisi	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Yamaç Pozisyonu	x	x		x					
	Bölge Tanımı	x					x			x
	Yamaç Bakışı	x	x		x					x
	Yamaç Eğimi	x	x							x
Genel Jeolojisi		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ayrıntılı Jeoloji	Jeolojik/ Tektonik Birim	x	x		x	x	x			
	Litoloji	x	x		x	x	x			x
	Tabakalanma Yapısı	x			x				x	
	Ayrışma	x			x					x
	Jeoteknik Özellikler	x	x		x		x	x		x
	Jeoteknik Parametreler	x					x			
	Kaya Kütle Yapısı	x			x					x
	Çatlak Boşlukları	x			x				x	x
	Süreksizlikler				x				x	x
Arazi Kullanımı/ Örtüsü		x						x	x	x
Hidrojeoloji		x			x					
Yağmur ile ilişkisi		x			x		x			x
Kütle Hareketi Sınıfı		x								x
Sınıflandırma	Tipi	x	x		x	x		x	x	x
	Kütle Hızı	x			x					
	Malzeme	x	x		x					x
	Su İçeriği	x			x					
Sebepler		x	x		x	x				x
Hasar		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Altyapı ya Etkisi		x	x						x	
İyileştirici Önlemler		x		x	x	x				x
Önlem Maliyetleri ve Soruşturmalar			x	x						
Rapor vd.		x	x	x	x		x	x	x	x

AT: Avusturya, DE: Almanya, SI: Slovenya, IT: İtalya, FR: Fransa, AU: Avusturya, US: Amerika Birleşik Devletleri, TR: Türkiye

2.1.4.2. Heyelan duyarlılık haritaları

Heyelan duyarlılık haritaları, arazinin farklı derecelerde heyelan olma olasılığını gösteren ve buna göre bölgelere ayrılmış haritalardır. Heyelan olasılığı nitel (yüksek, düşük, duyarsız gibi) veya nicel (km^2 ye düşen yoğunluk gibi) olarak gösterilebilir. Bu olasılık topografya, jeoloji, jeoteknik özellikler, iklim, bitki örtüsü ve antropojenik gibi bölgeden bölgeye, çalışmanın ölçeğine de bağlı olarak değişiklik gösteren heyelanı hazırlayıcı faktörlere bağlıdır ve duyarlılığın ölçeği görecelidir (Fell vd., 2008). Bu faktörler tez kapsamında (Bölüm 3.1.5.1.) ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Duyarlılık haritaları, genelde hangi bölgede, ne zaman ve hangi büyüklükte bir heyelanın olacağını değil hangi bölge(ler) in heyelana karşı daha duyarlı, hangilerinin ise daha az duyarlı olabileceklerini ve bunların ara sınıflarını göreceli bir biçimde ortaya koymaya yarayan haritalardır. Ayrıca bu tür haritalarda zaman zaman öznel değerlendirmeye dayalı tanımlamalar da kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu haritaların sonuçları gerçekçi olsa bile, yalnızca incelenen bölgeleri göreceli sınıflara ayırmaktadır. Öznel değerlendirmelerdeki varsayımlardan kaynaklanan belirsizliklerin en aza indirilebilmesi için mesleki deneyime dayalı yorumlamalara gereksinim vardır. Bu nedenle de heyelan duyarlılık haritalarının hazırlanmasında deneyimi esas alan yorumlar sıklıkla kullanılmaktadır. Bu tür yöntemler ile üretilmiş haritalarda genellikle hatalı sınıflamalara rastlanılmamaktadır (Gökçeoğlu, 2000).

2.1.4.3. Heyelan tehlike haritaları

Tehlike (hazard) hakkında yapılan ilk tanımlardan en çok kabul göreni Varnes (1984) tarafından yapılmıştır. Varnes 1984 yılında tehlike terimini zarar verebilme potansiyeline sahip herhangi bir doğa olayının (örn, heyelan) belirli bir alanda ve belirli bir zaman aralığında gerçekleşme olasılığı olarak tanımlamaktadır. Bu tanım günümüzde de oldukça kabul görmesine rağmen özellikle heyelanlar açısından bakıldığında son yıllarda yapılan çalışmalar da dahil olmak üzere olası tehlike terimi kullanılarak gerçekleştirilen çalışmaların çoğunun aslında duyarlılık (susceptibility) anlamında sadece mekansal olabilirlik kavramını içeren çalışmalar şeklinde gerçekleştirildiği görülmektedir (Çil, 2009). Guzzetti vd., (1999), Varnes (1984)'ın tanımına uygun bir şekilde heyelanların alansal olabilirlik kavramını da ilave ederek olası tehlike kavramını değerlendirmiştir. Guzzetti vd., (1999) olası tehlikenin tanımını,

belirli bir büyüklükteki heyelanın belirli bir zaman aralığında ve belirli bir bölgede oluşma olasılığı olarak ifade etmektedir. Bu tanım heyelanların mekansal (nerede), zamansal (ne zaman) ve alansal (hangi büyüklükte) olabilirlik değerlerinin bilinmesini gerektirmektedir. Tehlikenin değerlendirilmesindeki amaç çalışma bölgesinde olası heyelanın boyutunun yoğunluğunun ve yayılımının mekansal ve zamansal olasılığının hesaplanmasıdır (Abella, 2008).

Guzzetti vd. (1999) tanımına göre tehlike değeri üç adet olasılığın beraber değerlendirilmesi ile aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmaktadır.

$$PT = PA \times PM \times PZ \quad (2.1.)$$

Eşitlikteki P_T heyelan tehlike değerini, P_A belirli bir alansal büyüklükte (alansal olabilirlik), P_Z belirli bir zaman diliminde (zamansal olabilirlik), P_M belirli bir lokasyonda (mekansal olabilirlik) heyelan olma olasılığını ifade etmektedir.

Alansal Olabilirlik

Temel olarak heyelan olası tehlike haritasının üretimindeki alansal olabilirlik (P_A) heyelanların veya kendiliğinden meydana gelen doğa olaylarının hangi büyüklükte olacağını tahmin edilmesi işlemidir. Alansal olabilirlik parametresi heyelan envanter haritalarının kullanılması ve bu veriler ile istatistiki çalışmalar yapılması ile bulunabilmektedir (Çil, 2009).

Mekansal Olabilirlik

Heyelan olası tehlike haritalarının üretimi esnasındaki önemli parametrelerden biri olan mekansal olabilirlik (P_M) kavramı, heyelan duyarlılık haritaları ile ortaya konulmaktadır. Heyelanların ileride hangi bölgelerde meydana geleceğini gösteren heyelan duyarlılık değerlendirmeleri tez kapsamında detaylı bir şekilde (Bölüm 2.1.4.1.) anlatılmıştır.

Zamansal Olabilirlik

Zamansal olabilirlik parametresi (P_Z) heyelan olası tehlike haritalarının üçüncü basamağını oluşturan ve heyelan olması muhtemel bir bölge için ya da mevcut heyelan olayının bir daha ne zaman aktivite kazanacağını belirleyen olasılık değeridir. Bu olasılık değeri heyelanı tetikleyici faktörler ve bu faktörlerin sebep olduğu daha önceki

olmuş olayların zamansal dağılımlarına bakılarak ileriye yönelik saptamalar yapılarak bulunmaktadır (Abella, 2008).

2.1.4.4. Heyelan risk haritaları

Heyelan risk haritası, belirli bir türde ve zamanda oluşabilecek bir heyelanın farklı yoğunlukta meydana getireceği kayıplarına göre arazinin karakterize edilerek haritalanmasıdır. Risk haritaları için hesaplamalar;

- a) Bir bölgeye, büyüklüğü ve şiddeti bilinen bir heyelanın oluşması ile beklenen kayıpların hesaplanması ile,
- b) Meydana gelmiş bir heyelanın belirli periyotlar ile yeniden tekrarlanma ihtimali ve sonucunda beklenen kayıpların hesaplanması ile,
- c) Belirlenen bir zaman aralığı boyunca heyelanın farklı periyotlarda oluşması nedeniyle kümülatif zararların hesaplanması

şeklinde yapılır (Fell vd., 2008).

Corominas vd. (2014) ye göre risklerin belirlenmesi için belirtilen yöntemlerden en güvenilir sonuçların elde edilebilmesi için heyelanın şiddet ve büyüklük değerlerinin hesaplamaya katarak yapılması ve haritalanması gerekmektedir. Bu kapsamda analitik olarak heyelan riski aşağıdaki formül ile hesaplanabilir (Corominas J vd., 2014).

$$R = P(M_i)P(X_j|M_i)P(T|X_j)V_{ij}C \quad (2.2.)$$

Bu formüle göre R olası bir heyelandan X mesafesinde konumlanmış risk altındaki bir eleman üzerindeki M_i büyüklüğündeki bir heyelan nedeniyle oluşan riski, $P(M_i)$ M_i büyüklüğünde bir heyelan olma olasılığını, $P(X_j|M_i)$ heyelan kaynağından X mesafede bulunan bir noktaya j şiddetindeki bir heyelanın ulaşma olasılığını, $P(T|X_j)$ heyelan olduğu zaman elemanın X konumunda olma olasılığını, V_{ij} i büyüklüğünde ve j şiddetinde bir heyelanın eleman üzerindeki hasar görülebilirliği (vulnerability), C risk altındaki elemanın değerini belirtmektedir. Formülden de anlaşıldığı gibi risk değeri için tehlike, risk altındaki elemanların hasar görülebilirliği ve maruziyetleri olmak üzere 3 ana bileşen vardır. (Corominas J vd., 2014).

Maruziyet, heyelan veya heyelanlardan etkilenen alanlardaki bir eleman veya elemanlar dizisi için kayıp derecesini ifade eder. Ölçekte “0” (kayıbın olmadığı) “1” (toplam kayıp) olarak ifade edilir. Risk altındaki elemanların hasar görülebilirliği ise heyelanların etkilediği potansiyel bir alandaki toplumun, binaların veya mühendislik yapılarının,

ekonomik aktivitelerin, kamu hizmetlerinin ve alt yapılarının meydana gelebilecek hasarı belirtmektedir.

2.2. Afet Çalışmalarında Konumsal Veri Yönetimi

Günümüz teknoloji imkanları sayesinde toplanan ve depolanan veri miktarı gün geçtikçe artmaktadır. Ancak veriler belirli bir düzen ve standart içerisinde toplanamamaktadır. Toplanan verilerin birbirleri ile ilişkilendirilmesi elde edilen verinin bilgiye dönüştürülmesinde büyük önem taşımaktadır. Aksi takdirde toplanan tüm veriler ihtiyaç durumunda kullanılmakta ve veri tekrarına neden olmaktadır ki günümüzde bu husus özellikle ülkemizde yaşanan problemlerden biridir. Bu problemlerden dolayı konumsal veri yönetiminin ülkemiz açısından önemi ortaya çıkmaktadır. Özellikle afet yönetiminde karşımıza çıkan konumsal veriler ile ilgili problemler ülkeler ve uluslararası kuruluşlar tarafından tespit edilerek problemin çözümüne yönelik çeşitli çalışmalar yapılmıştır. (EM-DAT, 2000; HAZUS 2001; TABİS, 2002; AGS 2007; NGU, 2006; NIED, 2006; JTC-1, 2008; ISO 2009; INSPIRE, 2011).

2.2.1 Konumsal veri altyapısı

Yeryüzünde veya uzayda konumlanmış nesneler ve olaylar coğrafi varlık olarak ifade edilmektedir. Konumsal Veri, Konumsal Veri Altyapısı (KVA)'nın en önemli bileşenidir ve coğrafi varlıkların başka bir deyişle gerçek dünya nesnelerinin dijital ortamdaki temsili olarak ifade edilmektedir. Veri kavramı, bilginin hammaddesi olup coğrafi bilginin temsili olarak düşünülebilir ve gerçek dünyada yer alan nesnelere ilişkin sembolik gösterimleri ifade eder. Konumsal veriler, coğrafi varlığın konumu ve şekli hakkında bilgi verecek grafik veri yanında özniteliği hakkında da bilgi verecek grafik olmayan verilerle ifade edilebilir (Yomralıoğlu, 2000). Coğrafi/Konumsal veri, bilgi çağının gereksinimi olarak karar verme süreçleri ve hizmet sektöründe etkin olarak kullanılmaktadır.

Günümüzde çeşitli uygulamalarda üretilen verinin yerel, bölgesel, ulusal ve uluslar arası ölçekte kullanılması önemli bir gereksinim haline gelmiş, coğrafi verinin kullanımında karar verme sürecine katkı sağlayarak zaman ve emek yönünden bilgi kaybını önleyecek bir yapının oluşturulması için bu sistemlerin bütünleştirilmesi söz konusu olmuştur. Bu yaklaşımla; coğrafi verilerin birlikte çalışabilirliği olarak ifade edilen, farklı idari düzeylerde coğrafi verinin etkin kullanımı ve paylaşımını sağlayan,

politikalar, standartlar ve teknolojilerin oluşturduğu çatı olarak kabul edilen Coğrafi/Konumsal Veri Altyapısı (KVA, SDI- Spatial Data Infrastructure) kavramı ortaya çıkmıştır (Mc Laughin and Nichols, 1992; Aydınoğlu, 2009).

Toplumda can ve büyük miktarda ekonomik kayıplara sebep olan doğal afetlerin azaltılması amacı ile risk yönetimi için konumsal veri altyapıları kurulması gerekmektedir (INSPIRE, 2011). KVA kapsamında afet yönetimi için gerekli veriler ile ilgili veri paylaşımı için kurumsal yapının oluşturulması, veriye erişimi ve paylaşımı sağlayan sunucular ve portalların kurulması önemlidir. Ayrıca verilerin birlikte çalışabilirliğini sağlamak için standartların belirlenmesi gerekmektedir. Küresel KVA Birliği'ne (GSDI Association) göre KVA gerçekleştiriminde ilk aşama coğrafi verinin çok amaçlı kullanıma uygun hale getirilmesidir. Başka bir ifade ile öncelikli olarak veri standartları ve veri modellerinin belirlenerek, üretilecek ve kullanılacak verilerin afet yönetimi gibi farklı alanlarında kullanılır hale getirilmelidir (Aydınoğlu, 2009).

2.2.1.1 Konumsal veri standartları

Dünyada KVA gelişimini tetikleyici olarak veri değişimi için standart ve politikaların geliştirilmesi gündeme gelmiş ve bunun etkisiyle 1994 yılı itibariyle ISO/TC 211 Coğrafi Bilgi/Geomatik komitesi ve Açık Coğrafi Bilgi Konsorsiyumu (OGC-Open Geospatial Consortium) kurulmuştur. Aynı zamanda bu birimler Avrupa Standart Komitesi (CEN-Commite Europeen du Normes) ve ABD'nin Federal Coğrafi Veri Komitesi (FGDC-Federal Geographic Data Committee) gibi birçok uluslararası temsilciyle birlikte çalışmalarını yürütmektedirler. Avrupa Komisyonu'nun kontrolünde 2001 yılından itibaren faaliyetlerine başlayan Avrupa Birliği KVA (INSPIRE-Infrastructure for Spatial Information in Europe) girişimi, Avrupa düzeyinde coğrafi veriye erişim ve kullanılması ile ilgili teknik standartlar ve politikalar belirleyerek, Avrupa KVA çalışmalarında yönlendirici bir rol almayı hedeflemektedir.

ISO/TC211 Komitesi dijital ortamda coğrafi veri yönetimi için standartlar geliştirmekte, Açık Coğrafi Bilgi Konsorsiyumu farklı yazılım ve donanım platformlarında Coğrafi Bilgi'nin paylaşımı ve birlikte çalışabilirliğe yönelik doğrudan sektör odaklı standartlar üretmektedir. Ayrıca geliştirilen internet teknolojileri ve ilgili protokoller de KVA'ya önemli katkılar sağlamaktadır. Bu standartlar, üst düzeyde kavramsal yaklaşımlar sunmakta olup, farklı sektörlerdeki CBS uygulamalarını ve uygulama düzeyinde verilerin birlikte çalışabilirliğini desteklememektedir. Ayrıca özel sektör girişimi olarak

ESRI tarafından farklı temalardaki coğrafi veri gruplarına yönelik tasarlanan coğrafi veritabanları ile kullanıcılarının geliştirdiği CBS uygulamaları desteklenmekte ve coğrafi verilerin birlikte çalışabilirliği hedeflenmektedir (Aydinoğlu, 2009).

Günümüzde gelişen teknolojilerin paralelinde coğrafi verinin yönetiminde yeni yaklaşımlar ortaya çıkmıştır. Coğrafi Veri'nin gerçek dünya varlıklarının dijital ortamda temsili olduğu düşünüldüğünde anlamsal (semantik) yaklaşımla; varlıklar kavramsal olarak sadece konumları ve geometrileriyle değil, birbirleriyle ilişkileri, fonksiyonları ve davranışları ile temsil edilmeli ve internet ortamında veri değişimi mümkün olmalıdır. Coğrafi veri modellerine ait uygulama şemalarının Bütünleşik Modelleme Dili (UML- Unified Modelling Language) ile üretilmesi ve detay katalogları ile tanımlanması, model bazlı mimari yaklaşıma göre kullanıcı algısına sunulması ve bilgi sistemleri uygulamalarında kullanılmasını sağlamaktadır (Aydinoğlu, 2009). ABD'de Yaşam Alanı Güvenlik Bölümü Coğrafi Veri Modeli kapsamında coğrafi veri gruplarına ait üretilen şablon veri modelleri; kamu, özel sektöre yönelik ve vatandaşa hizmette bilgi altyapıları için altlık sağlamaktadır (FGDC, 2006; Aydinoğlu, 2009). Detay ya da Nesne Veri Modeli (Feature/Object Data Model) olarak ifade edilen bu yaklaşım, Ulusal Haritacılık Kuruluşları tarafından veri modellerinin yeni nesli olarak kabul edilmiş olup coğrafi verinin yönetim ve paylaşımını olanaklı hale getiren coğrafi veri tabanı modelidir.

2.2.1.2 ISO standartları

ISO/TC 211 konumsal veri standartları ile ortamda coğrafi veri kullanımında ve yönetiminde yöntem ve araçları, farklı kullanıcılar arasında dijital ortamda verinin elde edilmesi, işlenmesi, analizi, erişimi ve paylaşımı amaçlanmaktadır (ISO/TC 211, 2009). ISO/TC211 standartları, coğrafi bilgi yönetiminde model bazlı yaklaşıma sahiptir. Bu yaklaşımla bütün standartlar bir üst modelin alt bölümleri olarak düşünülebilir, birbiriyle bağlantılı ve uyumludur.

ISO/TC 211 standartları 5 temel çalışma grubu (WG- Working Group) kapsamında geliştirilmiş ve 191XX isimlendirmesi ile standartlarını üretmektedir. Bu çalışma grupları (Aydinoğlu, 2009);

- Çerçeve/Referans Modeli: Coğrafi bilgi bileşenlerinin nasıl uyumlu hale getirileceğini belirler, veri paylaşımı ve iletişimi için ortak bir temel sağlar.

- Coğrafi Bilgi Servisleri: Coğrafi Bilginin kartografik sunumu için metodolojiyi ve veri transfer formatlarında kodlamayı belirler. Bu servisler ayrıca uydu konumlandırma ve navigasyon sistemlerini içerir.
- Veri Yönetimi: Coğrafi veri kalitesini değerlendirmede tanımlamaları içerir. Detay kataloglama ve metaveri tanımlamasını da kapsar.
- Veri Modelleri ve Operatörleri: Coğrafi nesnelerin geometrik olarak nasıl modelleneceği ile ilgilidir.
- Profiller ve Fonksiyonel Standartlar: Farklı uygulama alanlarındaki kullanıcıları uyumlu hale getirmek için standart gruplarını bir araya getirir. Böylelikle ülkeler kendi veri grupları için farklı profillere sahip olabilir.

ISO 31000 standartları ise risk yönetimi ile ilgili olarak geliştirilmiş standartlardır. ISO 31000 risk yönetim sistemi standardı risk yönetimini etkili yapmak için uyulması şart olan bir takım ilkeleri belirler. Bu standart risk yönetimi yapacak olan kuruluşlara, risk yönetim sürecini kurum/kuruluşun bütün yönetim, strateji ve planlamasıyla, idaresi, raporlama süreci, politikaları, değerleri ve kültürüyle bütünleştirmeyi amaçlayan bir çerçeve geliştirmesini, bu çerçeveyi yürürlüğe koyup sürekli olarak ilerletmesini tavsiye etmektedir. Risk yönetimi uygulaması zamanla, çeşitli ihtiyaçları karşılamak amacıyla birçok sektörde geliştirilse de, kapsamlı bir çerçeve içerisinde uygun süreçlerin benimsenmesi, riskin bütün kuruluş içerisinde etkili, verimli ve bağlantılı bir şekilde yönetilmesini sağlamaya yardım eder. ISO 31000 Risk Yönetim Sistemi Standardında tanımlanan genel yaklaşım, herhangi bir riski sistematik, net ve güvenilir bir biçimde, herhangi bir kapsam ve bağlamda yönetmek için ilkeler ve ana esaslar sağlar. Bu kapsamda özellikle afet risk yönetimi kapsamında yapılacak işlere bütüncül olarak yaklaşım sağlamaktadır.

2.2.1.3 INSPIRE

INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in the European Community) Direktifi aracılığıyla AB kapsamında çevresel politikaları ve bu bağlamda çevresel planlama ve uygulamalara (JRC, 2012) altlık olmasına yönelik Avrupa'nın konumsal veri altyapısını oluşturulması amaçlamaktadır (ÇŞB-CBSGM, 2012). Lokal, bölgesel ve ulusal düzeylerde; çevresel, tarım, taşımacılık, afet yönetimi ve birçok sektörde Avrupa politikasını desteklemek için tutarlı, kaliteli ve paylaşılabılır bilgi sağlamayı hedeflemektedir (Aydinoğlu vd., 2005).

INSPIRE Direktifi, bir dizi ortak ilkeye dayanmaktadır. Bu bağlamda Avrupa’da ulusal düzeydeki KVA çalışmalar kapsamında planlanan Avrupa KVA için INSPIRE’in belirlediği temel prensipler şunlardır (Aydınoğlu vd., 2005; ÇŞB-CBSGM, 2012);

- Veri, en etkin olarak toplandığı ve bakımının yapılabildiği düzeyde saklanmalıdır.
- Avrupa’da farklı kaynaklardan gelen coğrafi bilgiyi bütünleştirmek, birçok kullanıcı ve uygulama arasında paylaşımın mümkün olmasıdır.
- Bir düzeyde toplanan bilginin bütün farklı düzeyler arasında paylaşımı mümkün olmalıdır.
- Bütün düzeylerde etkin bilgi yönetimi için yeterli coğrafi bilgi olmalı ve kapsamlı kullanımını engellemeyecek koşullar sağlanmalıdır.
- Hangi coğrafi bilginin kullanılacağı, kullanım için ihtiyaçlar ve ne durumlarda elde edilip kullanılabileceğini belirlemek kolay olmalıdır.
- Coğrafi veri, anlaşılır ifadelerle tanımlandığından kullanılması kolay olmalıdır.

Ayrıca INSPIRE Tematik Çalışma Grubu (Thematic Working Groups) tarafından çeşitli uygulamalar hakkında yönergeler belirlenmiştir. Afet ve risk yönetimi kapsamında Doğal Risk Bölgelemede Veri Özellikleri (Data Specification on Natural Risk Zones) bu çalışma grubu tarafından yapılmıştır. Yapılan bu çalışmada doğal afet risk teması oluşturulmuş veri özellikleri tanımlanmıştır.

2.2.1.4 TUCBS

Coğrafi bilgiyi üreten ve kullanan kurumlar arasında yetki karmaşası yüzünden değişik standartlarda veri yığını meydana gelmiş, kurumlar arasında veriye erişim ve paylaşım olanakları yetersiz kalmıştır. 2003 yılında Başbakanlık tarafından başlatılan “e-Dönüşüm Türkiye Projesi” kısa dönem eylem planında, bilgi ve iletişim teknolojisi politikalarının “e-Avrupa+” hedefleri göz önüne alınarak Avrupa Birliği (AB) müktesebatına uygun eyleme dönüştürülmesi hedeflenmiştir (Aydınoğlu, 2007). Bu kapsamda, ulusal düzeyde teknolojik gelişmelere ve INSPIRE Direktifine uygun Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS) projesi, kamu kurum ve kuruluşlarının sorumlusu oldukları coğrafi bilgileri ortak altyapı üzerinden kullanıcılara sunmaları amacıyla bir web portalı oluşturulmasını, coğrafi verilerin tüm kullanıcı kurumların ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde içerik standartlarının oluşturulmasını ve coğrafi veri değişim standartlarının belirlenmesi amacıyla başlamıştır . Bu kapsamda TUCBS kavramsal modeli oluşturulmuş ve Adres, Arazi Örtüsü, Bina, Hidrografya, İdari Birim,

Jeodezik Tesisler, Jeoloji, Ortofoto, Tapu Kadastro, Topografya, Ulaşım veri temaları oluşturularak bu verilerin paylaşımı ile ilgili standartlar getirilmiştir (TUCBS, 2012). TUCBS kapsamında dünyada kabul görmüş yaklaşımlar ve Türkiye'nin mevcut durumu göz önüne alınarak coğrafi veri; TUCBS coğrafi veri kullanım düzeyleri ifade edilmiş ve Coğrafi Veri kullanımı yerelden ulusala 5 ayrı düzeyde tanımlanmıştır (Çizelge 2.2.).

Çizelge 2.2. TUCBS veri kullanım düzeyleri

Kullanım Alanı	Veri Çözünürlüğü (Raster)	Veri Düzeyi (Vektör/ Matris)	Temel Ölçek
Ülke	<100,00 m	0	>1:1000b
Bölge	<25,00 m	1 (Küçük Ölçek)	>1:250b
İl	<2,50 m	2 (Orta Ölçek)	>1:25b
İlçe	<0,50 m	3 (Büyük Ölçek)	>1:5b
Mahalle	<0,05 m	4	>1:1b

2.2.2. Veri tabanı modeli ve modelleme

Veri tabanı, birbiriyle ilişkili verilerin tekrara yer vermeden, çok amaçlı kullanımına olanak sağlayacak şekilde depolanması olarak tanımlanabilir. Veri tabanı Yönetim Sistemi (VTYS, DBMS- Database Management System) ise veri tabanlarını tanımlamak, üretmek, kullanmak ve VTYS'ler ile her türlü işletimsel gereksinimleri karşılamak için tasarlanmış sistem ve yazılımlardır. Model; veri yapısını ve veri tabanında veri işleme uygulamalarını açıklamak için kavramlar, dil ve grafiklerin bir arada kullanılması olarak düşünülebilir. Modelin odak noktası, veri tabanı kurulumundaki yöntemler değil veri tabanının içeriğidir. Veri tabanı modeli, veri tabanı tasarımı ve sonuç uygulama standartlarının üretilmesindeki kuralları ve araçları içerir. VTYS'ler geliştikçe veri modelleme kavramı daha önemli ve gerekli hale gelmektedir. Veri tabanı tasarımcısı, veri tabanı modelleri ile gerçek dünya problemlerini çözmek için kullanıcı yetersizliklerini ortadan kaldırır. Karmaşık problemleri daha basit ve yönetilebilir problemlere dönüştürür. Coğrafi veri tabanı modelleri geliştikçe, bu kavram ilişkisel veri tabanında “varlık” ve nesneye yönelik veri tabanı modelinde “nesne” olarak tanımlanmıştır. Varlık, aynı cinsten daha küçük alt bölümlere ayrılamayan bir gerçek dünya olayına varlık (entity) adı verilmektedir. Diğer bir deyişle varlık, veri tabanı ile ilgili olarak kuruluş tarafından toplanan ve depolanan detay verisidir (Özçelik, 2013).

Veri tabanı Modelleme, gerçek dünyanın üst düzey tanımlanmasındaki yöntem ve araçları sağlar. Veri tabanı tasarımcısı, gerekli sözlük ve şemasal kurallar kullanarak veri tabanı modelini diğer kullanıcıların algılayacağı biçimde üretir. Bu anlamda üst düzey tanımlama kavramı herkesin gerçek dünyayı algılayabileceği bir yaklaşım sağlar. Bir veri tabanı modeli, bilimsel veri tabanı, iş veri tabanı ya da coğrafi veri tabanını sunmak için kullanılabilir. Veri tabanı tasarımıdaki bir şema, veri tabanı modeli üretilerek kurulan gerçek dünyanın bir parçasının temsilidir. Benzer yaklaşımla insan dili, yazılan ve konuşulanların geçerliliği için kuralları sağlayan bir dilin grameri olarak ifade edilebilir. Olay, veri tabanındaki bir nesnenin belirtilen zamandaki kullanımını ifade eder. Veri tabanı modelleri ve şemaları ise nesneleri tam tersine yapısı ve kullanım tekrarlılığı ile ifade ettiğinden statik ve zaman bağımsızdır (Aydınoğlu, 2009).

2.2.2.1. UML ile nesne yönelimli veri tabanı tasarımı

Nesneye yönelik veri tabanı, mantıksal veri modeline göre prensipte nesne yönelimli programlama dili kullanılması ile karakterize edilebilir ve temel birimi nesnedir. Nesneler; tanımlayıcı, öznitelikler ve yöntemlerle ifade edilmiş işlevlere sahiptir. Bu modelleme yaklaşımı, ilişkisel modelin çözümleyemediği karmaşık uygulama gereksinimlerini gidermeyi hedeflemektedir. Bu yaklaşım özellikle veri ve davranış olarak etkileşimde olan nesnelerin düzenlenmesi için etkindir ve bu teknolojide gerçek dünyadaki benzer özellikteki nesneler belirli bir grupta ifade edilmektedir. Bu yaklaşım; nesneye yönelik programlama, analiz ve tasarım, veritabanları ve grafik kullanıcı arayüzü tasarımı gibi işlevlerde kullanılabilir. CBS uygulamalarında esneklik, yeniden kullanılabilirlik ve kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Bir nesne tanımlanabilir bir varlıktır, gerçektir ve bir uygulama kapsamında mutlak bir role sahiptir (Aydınoğlu, 2009).

“Unified Modeling Language” (UML), nesne yönelimli tasarım çalışmaları için grafik gösterimler sunmakta ve yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu gösterimler, ilgili çalışmanın farklı yönlerini temsil eden farklı diyagramlar olabilmektedir. İlişkisel veri tabanları karmaşık yapıda olmayan üzerine kurulu uygulamalarda başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Ancak karmaşık yapıdaki verilerin yönetimini gerektiren uygulamalarda bazen yetersiz kalmaktadır. Birçok veri kaynağından gelen verileri tek bir sistem içerisinde yöneten CBS’ler bazı önemli hususlarda çözüm sunabilmek için güçlü ve esnek veri modellerine gereksinim duyarlar. Günümüzde, bu hususlar için

gerekli çözümler nesne-yönelimli veri modellerinin kullanımı ile sağlanabilmektedir. Bu hususlar;

- Gerçek dünya geometrilerinin temsil edilebilmesi,
- Aynı verinin farklı kavramsal düzeylerde farklı detayda temsil edilebilmesi,
- Nesnelerin geçmişlerinin ve versiyonlarının yönetimi,
- Farklı hassasiyet ve doğruluktaki ölçülerin birlikte yönetimidir.

Nesne tasarımı kavramının ortaya çıkmasındaki temel fikir, dünyanın birbirleriyle belirli şekillerde etkileşim halinde olan nesnelerden oluştuğu düşüncesidir. Nesneler arasındaki etkileşim, nesnelere verilen komutlar veya mesajlar şeklinde anlaşılabilir. Nesnelere uygulanabilecek ortak komutlar (operasyonlar, yordamlar) veya nesnelerin komutlara verdikleri ortak cevaplara bağlı olarak, nesneler sınıflara ayrılmaktadırlar. Nesne-yönelimli veri modellemede, sınıflama (classification), genelleme/özelleme (generalisation/specialization), ilişki (association), gruplama (aggregation) olmak üzere dört temel soyutlama kavramı kullanılmaktadır. Bunlara ilaveten beşinci soyutlama kavramı olarak bağlı olma (composition veya composit aggregation) söylenebilir. Sınıflama; Birçok nesnenin (örnekler) ortak bir sınıfla temsil edilmesidir. Genelleme/Özelleme: Farklı nesneleri temsil eden sınıfların, yalnızca ortak özelliklerini barındıran daha genel sınıflarla gruplama suretiyle temsil edilmesine genelleme denilmektedir. Özelleme ise genellenmenin tersidir. Konaklama, Hastane ve TicariBina sınıflarının tek bir bina sınıfı ile genellenmesi buna örnek olarak verilebilir (Özçelik, 2013).

İlişki (Association); Nesneler arasında bazı anlamsal bağılıkları ifade eden fiziksel ve kavramsal ilişkidir. Ayrıca bu ilişkiler Tekrarlılık (Cardinality) özelliğine sahiptir. Bir sınıftaki nesnenin diğer sınıfta ilişkili olduğu nesne sayısını ifade eden bu yaklaşımda; genel olarak bire-bir (1..1), bire-çok (1..*) ve çok-çok (*..*) ilişki türleri mevcuttur (Aydınoglu, 2009).

Gruplama; İlişkiye benzer bir soyutlama yöntemidir. Bu yöntemde bir grup nesnenin birleşmesinden daha üst düzey bir nesne oluşmaktadır. Bu birleşmede her nesne kendi özelliklerini ve işlevselliğini korumaktadır. Bu ilişki, yönüne göre, “parçası (part of)” veya “içerir (consist of)” şeklinde isimlendirilir. Bir Şehir nesnesinin Bina, Sokak ve Park nesnelerini içerdiği veya bu nesnelerin parçası olduğu bu ilişkiye örnek olarak verilebilir (Egenhofer ve Frank, 1992). Bağlı olma; bir çeşit gruplama ilişkisidir. Bir

nesnenin diğ er nesnenin parçası olması yanında, varlığı da o nesnenin varlığına bağlı ise bu soyutlama yöntemi kullanılmaktadır.

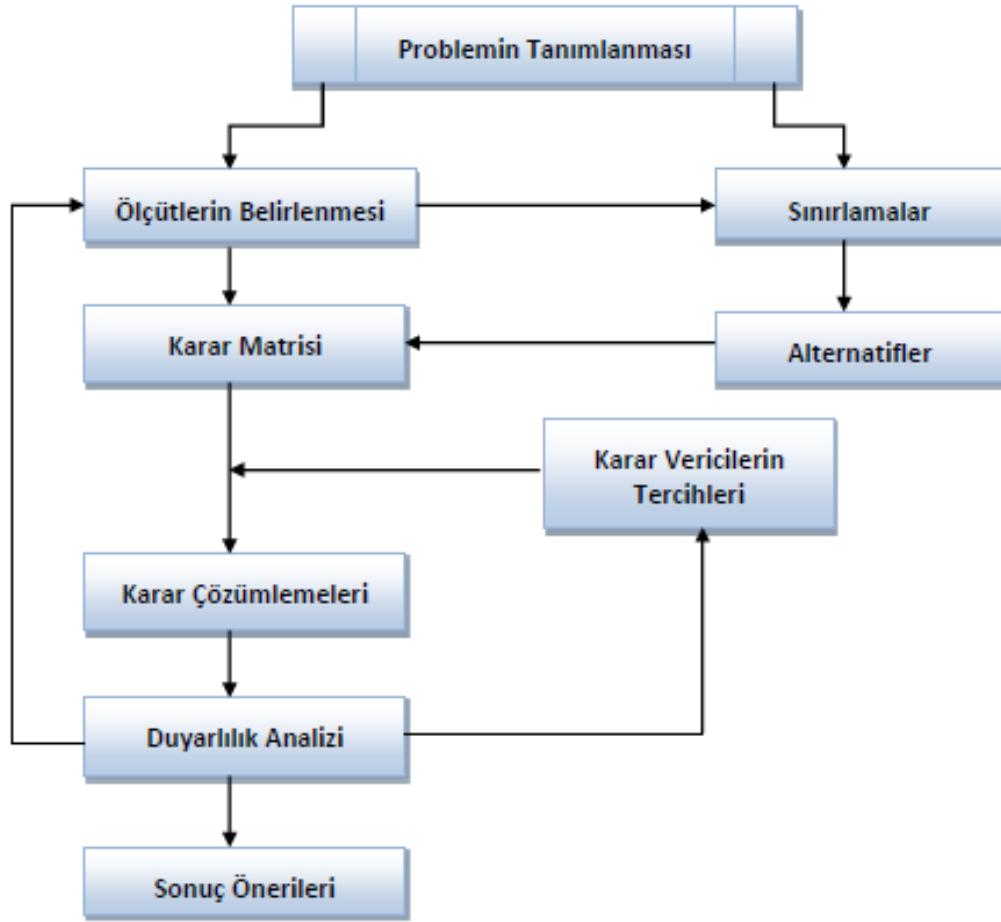
2.3. Heyelan Haritalarının  retiminde Kullanılan çok  l  tl  Karar Destek Sistemleri

Karar verme olgusu, güncel hayatımızda sürekli olarak karşımıza çıkan bir süreç olmakla birlikte karar verme sürecinde kendi sezgi ve yöntemlerimizi değerlendirerek eyleme döken işlemidir. Alınan her karar beraberinde iyi ya da kötü sonuçlar getirebilir. Fakat iş yaşantısında, kamu kurum veya kuruluş adına alınan kararlar, sorumlu olunan kurum, kişiler ve hatta toplumu etkileyebileceği için, karar süreci açıklanabilir olmalı ve sezgisel davranışlardan çok daha nesnel bir yöntemle alınmalıdır. Önceden kişisel algı, deneyim ve sezgilere göre alınan kararlar, günümüzde bu alandaki teknolojik gelişmelerden yararlanarak sorgulanabilir kararlar haline dönüşmüştür. Teknolojik gelişmelerdeki artışın bir diğ er sonucu ise özellikle karar vermede kullanılan verilerin eskiye oranla her yıl giderek artması ve ilişkilerin karmaşıklığı karar vermeyi zorlaştırmasıdır.

İstatistik, yöneylem araştırması, bilgisayar bilimleri gibi çeşitli bilim alanlarında gerçekleşen ilerlemeler, karar verme yöntemlerinin değişim ve gelişimini beraberinde getirmektedir. Lineer programlama, dinamik programlama ve envanter kontrolü gibi geliştirilen yeni pek çok metot, optimal çözüme/karara ulaşmak ya da yakın sonuçlar üretmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu metotlar zaman içinde, çok  l  tl  karar verme ismi adı altında toplanmıştır ( etinsaya, 2004). Sonlu sayıda alternatifin, seçilme, sıralanma, sınıflandırma, ölçeklendirme ve elenmesi amacıyla genellikle ağırlıklandırılmış, çok sayıda kriter kullanılarak değerlendirme işlemine çok  l  tl  karar analizi (  KA) denmektedir (Rinner ve Malchewski, 2002). Çok  l  tl  Karar Destek Sistemleri (  KDS) karar vericilere karar verme sürecinde yardım edecek ve onlara değişik alternatifleri değerlendirme yeteneği sunacak bir araçtır.

CBS tabanlı   KDS birtakım mekânsal teknikler ile sağlıklı karar almada yardımcı olur ve karar verme süreci içerisinde karar vericiler için planlı ve programlı bir biçimde çalışma olanağı sağlar (Eastman vd.1993; Malczewski, 1999; Jankowski. ve Nyerges, 2001).   KDS, kompleks ve geniş ölçekli heyelan riski problemlerinde heyelanın modellenmesi, tehlikeli bölgeler ve risk altındaki yapıların belirlenmesi için çok uygun

bir yöntemdir (Eeckhaut vd. 2012). CBS tabanlı ÇÖKDS süreci farklı adımlar halinde bölümlendirilebilir (Şekil 2.7.) (Malczewski, 1999).



Şekil 2.7. CBS tabanlı ÇÖKDS işlem adımı (Malczewski, 1999).

Problemin Tanımı; karar analizlerin başlangıcında problemin ne olduğu iyi bir şekilde belirlenmelidir. Karar problemi, sistemin mevcut durumu ile istenen ya da beklenen durum arasındaki algılanan fark olarak tanımlanmıştır (Malczewski, 1999). Ortaya konan hedef/problem spesifik, ölçülebilir, ulaşılabilir, amaca uygun ve zamanla bağlantılı olmalıdır (Haugey, 2011).

Ölçütlerin Belirlenmesi; problemin tanımlanmasından sonra sonuçları ve kararları doğrudan etkilediği için en önemli adımlardan biri olan ölçütlerin belirlenmesi gerekmektedir. Ölçütlerin belirlenmesi, karar problemine bağlı olarak, ilgili tüm etkileri yansıtan kapsamlı hedefler setidir. Fakat ölçütler ve etkilerinin bölgeden bölgeye değişiklik göstermesinden dolayı bu parametrelerde bir belirsizlik söz konusudur (Gökçeoğlu ve Ercanoğlu, 2001).

Ölçütlerin belirlenebilmesi için iki teknik bulunmaktadır (Malczewski, 1999).

- İlgili literatür taramalarının yapılmasıyla diğer çalışmalarda kullanılan ölçütlerin araştırılması,
- Örneklemeye araştırmaları ve ilgili kişiler, karar vericiler ya da uzmanlardan bilgi edinmesi şeklinde oluşur.

Alternatifler; her bir alternatif, karar değişkenleri olarak tahsis edilir (Malczewski, 1999). Karar değişkenleri, probleme bağlı olarak sınırlandırılmış ve sınırlandırılmamış bir biçimde oluşturulabilir. ÇÖKDS ile risk analizlerinde alternatifler, çalışma alanı içerisindeki farklı mekânsal birimleri temsil edebilir. Bu durumda karşılaştırmalar da mekânsal birimler arasında yapılır. Mekansal birimler raster veri formatında ise grid hücreler arasında, vektör veri formatında ise nokta, çizgi, poligonlar arasında karşılaştırmalar yapılır.

Ölçütlerin Ağırlıklandırılması; bu adımda, karar vericilerin önerileri doğrultusunda, ölçütler karar modeli ile birleştirilir. Bu öneriler genel anlamda ölçütlerin birbirlerine göre bağıl önemlerini vurgular. Alternatifler, öz nitelikler ve ağırlıklar, veri girdisi olarak bir araya getirildiklerinde, karar matrisi veya karar tablosu haline dönüştürülebilmektedirler (Malczewski, 1999). Ölçüt ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılan başlıca yöntemler Sıralama, Puanlama, İkili Karşılaştırmadır. Ölçüt ağırlıklarının toplamı tüm yöntemler için genelde 1 olacak şekilde normalleştirilir.

Karar Çözümlemeleri; heyelanlara yönelik CBS- ÇÖKDS karar çözümlemeleri aşamasında çok fazla yöntem kullanılabilir. Bu yöntemlerden bazıları:

- Basit Ağırlıklı Toplam Yöntemi (Simple Additive Weighting Method) ya da diğer adıyla Ağırlıklı Doğrusal Birleştirme (Weighted Linear Combination)
- Ağırlıklı Çarpım Yöntemi (Weighted Product Method)
- Analitik Hiyerarşi Yöntemi (Analytic Hierarchy Process)
- Değer/Fayda Fonksiyonu Yaklaşımı (Value/Utility Function Approach)
- İdeal Nokta Yöntemi (Ideal Point Method)-Örn: TOPSIS
- Uyum Yöntemi (Concordance Method)-Örn: ELECTRE
- Bulanık Mantık İşlemi (Fuzzy Aggregation Operation)
- Bulanık Ağırlıklı Toplam Yöntemi (Fuzzy Additive Weighting Method)
- Sıralı Ağırlıklı Ortalama (Ordered Weighted Average) yöntemleridir.

2.4. Afet Öncesi Zarar Azaltma Politikaları

Afet Yönetimi, “afetlerin önlenmesi ve zararların azaltılması, afet sonucunu doğuran olaylara zamanında, hızlı ve etkili olarak müdahale edilmesi ve afetten etkilenen topluluklar için daha güvenli ve gelişmiş yeni bir yaşam çevresi oluşturabilmesi için, toplumca yapılması gereken topyekun bir mücadele sürecini” (Kadioğlu ve Özdamar, 2008) ifade etmektedir.

Afet yönetimi olgusu geleneksel yaklaşımda afetler karşısında gerçekleştirilmesi gereken polis, itfaiye, acil tıbbi yardım, sivil savunma hizmetleri; bu hizmetler için gereken eğitim ve afetler sonrası için de hasarların onarımını içeren iyileştirme aşamalarından oluşan bir süreç olarak bilinmektedir (Cigler, 1988). Ancak bugün, bu tip afet yönetiminin geleneksel algılamasının ötesinde, kompleks ve oldukça detaylı bir süreç olduğu yönünde yeni bir anlayış gelişmiştir. Bu yeni anlayışa göre afet yönetimi, sadece afet durumlarına acil müdahale etmeyi veya afet sonrası bir takım iyileştirme çalışmaları yapmayı değil aynı zamanda afetlerin yol açacağı zararları azaltmayı veya hazırlıklı olmayı içeren bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Van Westen vd., 2008).

Bu kapsamda bakıldığında afet öncesi risk yönetimi, afet zararlarının azaltmak amacıyla gerekli önlemlerin alınması, mümkün olan hallerde önlemeyi, mümkün olmayan durumlarda ise acil kurtarma ve yardım çalışmalarının etkin bir biçimde yapılmasını sağlamayı, aynı zamanda afet zararlarının azaltılması çalışmalarını kalkınmanın her aşamasına yaymayı ve insanları bu konularda eğitmeyi amaçlandığı için afet yönetiminin en önemli evresidir. Bu kapsamda ulusların ve toplumların afetlere hazırlanması kavramı ortaya çıkmış ve risk azaltma anlayışı için politikalar geliştirilmiştir.

2.4.1. Dünya genelinde afet öncesi zarar azaltma politikaları

Uluslararası kuruluşlarca afetlerden sonra yapılan yardımlara olan gereksinmelerin aşırı büyümesi, yardım geri dönüşlerinin sınırlı kalması, tehlikelere karşı duyarsızlıkların ve risk alma eğilimlerinin giderek artması 1980’lerde ‘yara sarma’ politikalarının sorgulanmasına yol açmıştır. Birleşmiş Milletler Genel Kurul kararlarıyla açılan yolda bir dizi etkinlik, afetler politikasının yeni bir yörüngeye oturtulmasını sağlamıştır. Yeni politikanın temel hedefi, ilgiyi afet sonrasından afet öncesine çekmek, önceden alınacak önlemlerle riskleri azaltmak, bu yolla afet sonrasında karşılaşılabilecek büyük yıkım

bilançosunu uzun dönemde küçültmektir. Yeni politikanın başlıca gerçekleşme adımları özetlenecek olursa, önce BM kararlarıyla 1990-2000 (IDNDR) yılları arası doğal afetlerin etkilerini azaltma on yılı olarak programlanmıştır. Bu dönemde Yokohama Konferansı (1994) ile yeni strateji ve ilkeler belirlenmiş, bu stratejiyi uygulamak üzere 2000 yılında ISDR (International Strategy for Disaster Reduction) kuruluşu BM'in bir yeni organı olarak tanımlanmıştır. ISDR 2005 yılında Kobe Konferansı'nı gerçekleştirmiş, burada alınan kararlarla yeni bir etkinlik (2005-2015) "Hyogo Eylem Çerçevesi" (Hyogo Framework for Action) öngörölmüştür (Balamir, 2007).

2005 yılında Japonya'nın Kobe kentinde düzenlenen Dünya Konferansında 168 BM üye ülkesi afetlerin etkilerini azaltmaya yönelik kararlılıklarını vurgulamışlar ve 2005-2015 yılları arasında dünyada afet risklerini en aza indirmeye yönelik bir yol haritası olarak tanımlanan Hyogo Çerçeve Eylem Planını (HÇEP) benimsemişlerdir. HÇEP'nda afet öncesi zararların azaltılması için 3 stratejik hedef ve 5 öncelikli eylem planı ortaya konmuştur (Kuterdem ve Akın, 2011).

Stratejik Eylem Planı stratejik hedefleri; afet risklerinin azaltılmasının sürdürülebilir kalkınma plan ve politikalarına bütünleştirilmesi, Afetlere karşı bilincin ve duyarlılığın oluşturulması için kurumların, mekanizmaların ve kapasitelerin geliştirilmesi ve mevcutların güçlendirilmesi, Afet risklerinin azaltılması yaklaşımlarının acil duruma hazırlık, müdahale ve iyileştirme programlarına sistematik olarak katılımı şeklindedir. Hyogo Çerçeve Eylem Planında Öncelikli eylem planları ise Çizelge 2.3.'de verilmiştir.

Çizelge 2.3. Hyogo öncelikli eylem planı (Balamir, 2007).

Öncelikli Eylem Planı	Eylem İle İlgili Bazı Faaliyetler ve Göstergeler
Afet risklerinin azaltılmasının kuvvetli bir kurumsal temelde ulusal ve yerel öncelik olarak belirlenmesinin sağlanması.	(a) Afet zararlarının azaltılması için ulusal ölçekte kurumsal ve yasal çerçeve, (b) Afet risklerini azaltma planlarını uygulamada için yeterli kaynaklar, (c) Toplumsal katılım ve yerel birimlerin kuvvetlendirilmesi, (d) Afet zararlarının azaltılması için ulusal çok paydaşlı bir platformun kurulması, mevcut olanın güçlendirilmesi.
Afet risklerinin tanımlanması, değerlendirmesi, izlenmesi ve erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi.	(a) Ulusal ve yerel risk değerlendirmeleri, tehlike verisi ve zarar görebilirlik bilgisi, (b) Tehlike verilerinin izlenmesi, arşivlenmesi ve dağıtımı, (c) Erken uyarı sistemleri, (d) Bölgesel ve sınır aşan riskleri de dikkate alan ulusal ve yerel ölçekteki risk değerlendirmeleri.
Bilginin, yeniliğin ve eğitimin her seviyede afetlere karşı güvenli ve duyarlı bir toplum oluşturmada kullanımı.	(a) Afetlerle ilgili her türlü bilgi, bunlara her seviyede ulaşım, bilgi ağları ve bilgi paylaşım sistemleri, (b) Okul müfredatları ve eğitim malzemelerinde afet risk azaltma ve iyileştirme kavram ve uygulamaları, (c) Geliştirilmiş bütünsel risk değerlendirmesi ve fayda-zarar analizleri için araştırma yöntemleri, (d) Afetlere karşı duyarlılık kültürünün teşvik edilmesi için ülke genelinde halkın bilinçlendirilmesi stratejisi,
Temel risk faktörlerinin azaltılması.	(a) Afet risk azaltması kentsel planlama, doğal kaynak yönetimi ve iklim değişikliği uyumu gibi çevreyle ilişkili politika ve planlar, (b) Sosyal kalkınma politikaları ve planlarının risk altındaki nüfusun zarar görebilirliğini azaltmada uygulanması, (c) Ekonomik aktivitelerin kırılganlığını azaltmada hayata geçirilen ekonomik ve üretim sektörü politika ve planları, (d) İnsan yerleşkelerinin planlaması ve yönetimi ile inşaat standartlarının ve yapım yöntemlerinin güçlendirilmesi, (e) Afet sonrası iyileştirme ve rehabilitasyon süreçlerine entegre edilmiş afet risk azaltma ölçütleri, (f) Özellikle altyapı başta olmak üzere önemli kalkınma projelerinde afet risk etkilerinin değerlendirilmesi,
Afetlere karşı her seviyede etkin bir müdahale için afetlere karşı hazırlığın güçlendirilmesi.	(a) Afet risk azaltma perspektifi dahilinde afet yönetimi için kuvvetli politik, teknik ve kurumsal kapasiteler ve mekanizmalar, (b) Her ölçekte afet hazırlık planları ve sakınım planları ile afete müdahale programlarını denemek ve geliştirmek için düzenli eğitim programları ve tatbikatların yapılması, (c) İhtiyaç duyulduğunda etkin müdahale ve iyileştirme sağlamak için finansal rezervler ve sakınım planlarının mevcudiyeti, (d) Afet sırasında bilgi değişimini gerçekleştirmek ve afet sonrası gözden geçirmeleri değerlendirmek için farklı süreçler.

Afet yönetiminde ilgiyi afet sonrasında afet öncesine çeken ve önceden alınacak önlemlerle riskleri azaltmayı amaçlayan yeni politikanın içeriğine bakıldığında afet öncesi çalışmalarda iki önemli kavrama dikkat çekilmektedir, "Risk Belirleme ve Planlama". Bu politikalara göre doğal tehlikelerin yarattığı riskleri belirli ölçüde tanımlanması ve her ölçekteki planlamaların bu risklerinde değerlendirilerek yapılması gerekmektedir (AGS, 2007).

İlk defa Yokohama konferansında dikkat çekilen afet öncesi zarar azaltma politikaları, zamanla risk azaltma konularında araştırma ve deneysel uygulamalar, yasal düzenlemeler ve yeni kuruluşların kurulması gibi aktivitelerle günümüze kadar geçen süre içerisinde gelişmiş ülkeler tarafından benimsenmiş ve hatta bazı ülkeler tarafından uygulamaya geçilmiştir. Yeni yaklaşımın öncülüğünü ABD (Disaster Mitigation Act 2000) yapmıştır. Japonya'nın 1960'lı yıllardan bu yana bütçesinin %5'ini risk azaltan önlemlere ayırması dışında, ülkelerin, farklı yöntemlerle de olsa yeni politikaya uygun risk azaltma çalışmaları hedefine yöneldiği görülmektedir. Yeni Zelanda (2002), Güney Afrika (2002), Avustralya (2002), Ermenistan (2002), Yunanistan (2003), Kanada (2004), İngiltere (2004), gibi ülkeler yeni yasal düzenlemelere, büyük ölçekli uygulama projeleri ile risk azaltma çalışmalarının eşgüdüm içinde yürütülmesini izleyen kurumsal yapılanmalara ve yeni kadrolar oluşturma çabalarına girmişlerdir (Balamir, 2007).

Günümüzde ISDR, HÇEP programı kapsamında risk azaltma çalışmalarını uluslararası bir 'Küresel Platform' aracılığıyla geliştirmeye çalışmakta, her ülkede merkezi ve yerel yönetimler yanında, STK'ların, Üniversiteler ve bilim kuruluşlarının katıldığı 'Ulusal Platform'ların kurulmasını özendirmektedir. Ulusal Platformlarını oluşturmakta olan ülkeler arasında Fransa, İtalya, Almanya, Çin, Japonya, İran, Norveç, Nijerya, Uganda, Senegal, Peru, Panama bulunmakta, yüksek afet risklerine sahip olan ve Küresel Platform (2007) toplantısına en kalabalık heyetle katılan Türkiye, bu yönde girişimlerde geçte olsa bulunmak istemektedir (Kuterdem ve Akın, 2011).

2.4.1.1. Dünyada heyelanlara yönelik zarar azaltma çalışmaları

Doğal afetler arasında en hızlı gelişenlerden biri olan heyelanların meydana getireceği kayıpların önüne geçmek için yapılacak altlık çalışmaları oldukça önemlidir. Heyelana duyarlı alanların belirlenerek tehlikeli ve riskli alanların tespit edilmesi ve heyelanların etkilerini azaltılmasına yönelik risk analizleri çalışmaları özellikle afet yönetimindeki yeni politikalarla önemini kazanmıştır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde merkezi ve

yerel yönetimler, STK'lar, Üniversiteler ve bilim kuruluşları gibi pek çok kurum kuruluş tarafından heyelanlara yönelik zarar azaltma çalışmalarının yapıldığı görülmektedir (Abella, 2008).

Dünya genelinde çoğu gelişmiş ülkede olmak üzere gerek merkezi yönetimleri, gerek araştırma enstitüleri veya üniversiteler tarafından heyelanlara yönelik ulusal bazda zarar azaltması amacı ile yapılmış çalışmalardan önemli olanların bir kısmı Çizelge 2.4.'de verilmiştir.

Çizelge 2.4. Uluslararası bazda heyelanlara yönelik yapılan çalışmalar

Ülkeler/Bölgeler	Ana Başlıklar	Referanslar
Avustralya	Landslide zoning	AGS (2007a, b)
Avustralya	Landslide risk management	AGS (2000, 2007c, d)
Avustralya	General guide to understanding landslides	AGS (2007e)
Kanada	Risk management	CSA (1997)
Kanada	Risk management principles	CSA (2010a)
Kanada/BC	Landslide assessments for residential development	APEGBC (2010)
Kanada/Quebec	Use of landslide hazard maps for loss reduction	Quebec (2005)
Çin/Hong Kong	Natural terrain landslides	Ng et al. (2003)
Çin/Hong Kong	Risk criteria for landslides	ERM HK (1998)
Çin/Hong Kong	Geotechnical manual for slopes	GEO (2000)
Avrupa Birliği	Managing landslides in urban areas	McInnes (2000)
Almanya	Disaster risk management	Kohler et al. (2004)
Hindistan	Management of landslides and snow avalanches	India (2009)
Uluslararası	Risk management principles	ISO (2009)
Uluslararası	Landslide zoning	JTC-1 (2008)
Yeni Zelanda	Planning policy and approval requirements	Saunders & Glassey (2007)
İsviçre	Landslide hazard mapping and land use planning	OFAT et al. (1997)
UK/Scotland	Landslides in peat: hazard and risk assessments	Scottish Executive (2006)
ABD	Landslide investigation and mitigation	TRB (1996)
ABD	Landslides and planning	Schwab et al. (2005)
ABD	General guide to understanding landslides	Highland & Bobrowsky (2008)
ABD /Colorado	Landslide guide for state/local government planning	Wold & Jochim (1989)
ABD /Utah	Debris flow hazards on alluvial fans	Giraud (2005)

Afet yönetiminde yeni politikaları benimseyerek diğer ülkelere örnek olacak çalışmaları ilk olarak yapan ABD, zarar azaltma çalışmaları amacı ile risk alanlarının belirlenerek planlamaya dahil edilmesi konusunda doğal afet tehlike haritalarına bütüncül olarak yaklaşmış ve afet tehlike ve risk haritalarını oluşturmaya başlamıştır. İlk olarak 1978 yılının birinci "Başkanlık Yeniden Yapılanma Planı" kapsamında ele alınan ve bir sonraki yıl, 1 Nisan 1979 tarihinde Başkanlık emriyle kurulan olağanüstü hâl hazırlık ve müdahale kurumu olan Federal Acil Durum Yönetim Kurumu (Federal Emergency Management Agency, FEMA) birincil amacı, Amerika Birleşik Devletleri'nde meydana gelen ve yerel otoritelerin kaynaklarının yetersiz kaldığı afetlere müdahalede koordinasyonu sağlamaktır. FEMA'nın Zarar Azaltma Direktörlüğü; afet öncesi risklerin tanımlanması, yaralanmaların ya da ölümlerin önüne geçilmesi ve zaman kazanılmasını sağlayan çalışmalardan sorumludur. Kurumun kasırga, heyelan, deprem, sel ve su taşkınları için temel analiz programları vardır. Bu kapsamda heyelanlara yönelik envanter çalışmaları yapılmış ve ulusal heyelan envanter haritaları tamamlanmıştır. 2011 yılında heyelanlara yönelik haritalama çalışmaları United States Geological Survey (USGS) kurumuna verilmiştir. USGS'e bağlı olarak kurulan Heyelan Envanter Yürütme Komitesi (The Landslide Inventory Steering Committee) tarafından tamamlanan heyelan envanter pilot projesi ile birlikte ulusal ölçekte meydana gelen heyelanların bilgileri toplanarak, planlama çalışmalarında kullanılan 1:25000 ve daha küçük ölçekli haritalama çalışmaları yapılmaktadır. Heyelanlara yönelik haritalama çalışmaları 3 farklı tipte; heyelan envanter, duyarlılık ve tehlike haritaları ve 3 farklı ölçekte; 1/10.000-1/4.000.000 ölçekli ulusal haritalar, 1/1.000-1/10.000 ölçekli toplum düzeyinde haritalar, 1/600-1/1.000 ölçekli bölgesel haritalar yapılmaktadır.

Avrupa Birliği üye ülkelerinde ise Fransa, İtalya, İsveç ve İsviçre olmak üzere 4 ülkede heyelan risk değerlendirmeleri resmi olarak devlet tarafından yapılmaktadır. Bu dört ülke heyelan risk alanlarının belirlenebilmesi için kurum, kuruluş, gerekli veriler, yöntemler, analizler ve ölçek tanımlamaları yapılmış ve bu haritaların planlama da kullanılabilmesi için yasal dayanaklar tanımlanmıştır. Belçika, Güney Kıbrıs, Çek Cumhuriyeti, Macaristan, İrlanda, Slovakya, Slovenya, İspanya ve Birleşik Krallık olmak üzere 9 ülkede heyelan haritaları için gerekli çalışmaların devlet tarafından yapılması için çalışmalar devam etmektedir. Almanya Danimarka, Polonya ve Portekiz de heyelan risk alanlarının belirlenmesini araştırma enstitüleri ve özel mühendislik büroları yapmaktadır. Diğer üye ülkelerde ise henüz bir çalışma yapılmamaktadır (Safeland, 2010).

Diğer Dünya ülkelerinden Avustralya ve Hindistan'da da heyelan ile ilgili önemli çalışmaların yapıldığı görülmüştür. Avustralya hükümeti, Avustralya Jeomekanik Topluluğu (Australian Geomechanics Society) standartlar belirleyerek heyelan risk alanların belirlenmesine yönelik çalışmaları sürdürmektedir. Verilerin nasıl ve nereden temin edileceği hangi yöntem ve kurallara göre hangi ölçekte oluşturulacağı ve planlamada nasıl kullanılacağına belirtildiği "Arazi Kullanım Planlaması için Heyelan Duyarlılık, Tehlike ve Risk Bölgelerin Belirlenmesi için Prensipler" hazırlanmıştır (AGS, 2007). Hindistan hükümeti heyelan haritalarına küçük ve orta ölçekte yaklaşmıştır. Heyelan Tehlike haritalarında her 2 ölçek için ne tür verilerin gerektiği, heyelanları tetikleyen parametre ağırlıkları, haritalama çalışmalarında kullanılacak yöntemlerin, bu haritalarda kullanılacak sembol bilgilerinin de gösterildiği standartları 2002 yılında tamamlamışlardır (India, 2009).

2.4.2. Türkiye de afet öncesi zarar azaltma politikaları

Ülkemizin Afet yönetimi açısından tarihsel gelişimi incelendiğinde afetlerle ilgili politikaları geçmişte “Yara Sarma” ilkesine dayandırılırken, 1999 Marmara depreminden sonra bu anlayışı değiştirmiş ve “Yara Almama” stratejisi gündeme gelmiştir. Bu da olası bir afet sonrasına ilişkin kurtarma ve yardım çalışmaları kadar, afet öncesi önlemlere de yer verilmesi şeklinde bir bakış açısını geliştirmiştir. Bunun hususun temelinde ise 17 Ağustos 1999 Marmara depremi ardından Türkiye Büyük Millet Meclisi’nce yapılan 10/73, 74 Esas Numaralı Meclis Araştırma Sonuç Raporu’na göre afet yönetiminde ciddi bir mevzuat karışıklığı ve çok başlılık olduğu belirtilmektedir.

Mevzuatın karmaşık yapısı ve yönetimdeki çok başlılığın giderilmesi amacı ile 17.06.2009 tarihine 5902 sayılı Kanun yürürlüğe girerek Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) kurulmuş ve Başkanlığın Teşkilat ve Görevleri düzenlenmiş ve Başkanlığa geniş yetkiler verilmiştir. AFAD Başkanlığın, afetler gibi normal doğa olaylarından seferberlik ve savaş hali durumuna kadar olan her türlü olağan dışı olayla ilgili acil durum yönetimi, ülke düzeyinde etkin bir şekilde gerçekleştirmesi görevidir. Olayların meydana gelmesinden önce önleme, zarar azaltma ve hazırlık, acil durum sırasında yapılacak müdahale ve acil durum sonrasında gerçekleştirilecek iyileştirme çalışmalarını yürütmek ve kurum ve kuruluşlar arasında koordinasyonu sağlamak, bu

alandanda ÷lke d÷zeyinde standartların belirlenmesini, denetlenmesini, kaynak teminini ve dağıtımını gerçekleştirmek başkanlığın görevleri arasındadır.

AFAD Başkanlık bünyesinde Planlama ve Zarar azaltma, Müdahale, İyileştirme, Sivil Savunma, Deprem Yönetim Hizmetleri, Bilgi Sistemleri ve Haberleşme, Strateji Geliştirme Daire Başkanlıkları yer almaktadır (şekil 2.8.).



şekil 2.8. AFAD teşkilat yapısı

Afet öncesi zarar azaltma çalışmaları ile sorumlu olan Planlama ve Zarar Azaltma Dairesi Başkanlığı' na geniş yetkiler verilmiştir. Bu yetkilerden bazıları;

- ÷lke d÷zeyinde uygulanacak afet ve acil durum müdahale, risk yönetimi ve zarar azaltma planlarını yapmak veya yaptırmak.
- Muhtemel afet ve acil durum bölgelerini tespit etmek ve önleyici tedbirleri ilan etmek.
- Zarara uğraması muhtemel yerlerin plan, proje ve imar esaslarını belirlemek.
- Ayni, nakdi ve insani yardım esaslarını belirlemek.
- Afet ve acil durumlar hakkında halkı bilgilendirme, bilinçlendirme ve eğitim çalışmaları yapmak.
- Yurtiçi ve yurtdışında meydana gelen afet ve acil durumlarla ilgili bilgileri toplamak ve değerlendirmek.
- Afet ve acil durum yönetim merkezlerinin, ortak haberleşme ve bilgi sistemlerinin standardını belirlemek ve denetlemek.
- Afet ve Acil Durum Eğitim Merkezinin is ve işlemlerini yürütmek.

2.4.2.1. Türkiye de heyelanlara yönelik zarar azaltma çalışmaları

MTA tarafından bölgesel ve ulusal ölçekte heyelan olaylarını anlamak ve haritalamak amacı ile 1997 yılında “Türkiye Heyelan Envanter Haritası” projesine başlanmış ve 2007 yılında tamamlanmıştır. Proje kapsamında Söz konusu proje kapsamında hava fotoğrafı ve arazi çalışmaları sonucunda 1:25.000 ölçekli heyelanların tipi, görece derinliği ve aktivitelerinin belirtildiği sayısal tarihsel heyelan envanter haritaları üretilmiştir. Bu haritalar 1:500.000 ölçekli pafta sınırları dahilinde ayrı ayrı kitapçıklar olarak ekli haritaları ile birlikte basılmıştır (Duman vd., 2005ab; 2006ab; 2007abc). MTA tarafından hazırlanan Türkiye Heyelan Envanter Haritası kapsamında toplam alanı 17000 km²'den fazla olan 85000'in üzerinde heyelan haritalanmıştır (Çan ve Duman, 2008).

Bölüm 2.3.2 de anlatıldığı gibi Türkiye'de 1999 Marmara depremine kadar zarar azaltma kavramı tam anlamı ile bilinmemektedir. Meydana gelen bu büyük afetten çok zaman sonra ve AFAD kurulana kadarki geçen süre içerisinde bu gereksinim her platformda dile getirilmesine rağmen devlet tarafından yapılan ciddi bir çalışma görülmemektedir. AFAD'ın kurulması ile bu konu stratejik planlar arasına girmiş ve özellikle deprem ve heyelan konularında zarar azaltma çalışmalarına yönelik projeler geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda 2010 yılında Kastamonu, Karabük ve Bartın illerini kapsayan bir pilot bölgede CBS ortamında heyelan duyarlılık haritalarının üretim çalışması AFAD tarafından yapılmıştır. 2011 yılında Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı 2023 (UDAP) ortaya atılmış ve toplumun afetlere karşı direncinin artırılması, teknik kapasitenin geliştirilmesi, risk analizlerinin yapılabilmesi için bütünsel afet tehlike haritalarının üretilmesi ve yürürlükte olan kanunların güncellenmesi gibi çalışmalar yapılarak ülkenin afetler ile başa çıkabilmesi ve dolayısıyla risklerin azaltılması hedeflenmiştir. Bu kapsamda özellikle heyelanlara yönelik zarar azaltma politikalarına yönelik çalışmaların yapılması amaçlanmıştır.

2.5. Mevzuatlarda Planlama ve Zarar Azaltma Çalışmaları

Afet yönetimi kapsamında afet tehlike haritalarının sadece üretilmesi yeterli olmamaktadır. Tehlike durumunu ortaya koymak ve plan aşamalarında kullanılması gerekmektedir. Ülkemizdeki Çizelge 2.5.'de verilen planlama kademelerine göre ulusal, bölgesel ve yerel ölçeklerde farklı kurum ve kuruluşların yetkisi altında ve farklı yasal

dayanıklara sahip plan türlerimiz mevcuttur. Bu plan türlerinin oluşturulmasına yönelik yönetmelik ve standartlar yetkili olan kurum tarafından konulmuştur.

Çizelge 2.5. Ülkemizdeki plan kademeleri

Planın Kapsadığı Alan	Yetkili Kurum ve Kuruluşlar	Plan Türü ve Kademelenme	Yasal Dayanak
Ülke Düzeyinde	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Kalkınma Bakanlığı ve Kalkınma Ajansları	Mekansal Strateji Planları, Kademelenme Bölge Planı	İmar Kanunu (3194); Kalkınma Ajanslarının Kuruluşu, Koordinasyonu ve Görevleri Hakkında Kanun (5449).
Birden Çok İl Düzeyinde	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı	Bölge Düzeyinde Çevre Düzeni Planı	Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Teşkilat Ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname (644)
İl Düzeyinde	Büyükşehir Belediyeleri	İl Çevre Düzeni Planı	(5538 sayılı "Bütçe Kanunlarında Yer Alan Bazı Hükümlerin İlgili Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelere Eklenmesi ve Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun"un 29.maddesi ile değişik) Belediye Kanunu (5393) Ayrıca İl Özel İdaresi Kanunu (5302)
Büyükşehir Belediye Sınırları İçinde	Büyükşehir Belediyeleri	1/25.000 Ölçekli Nazım İmar Planı	Büyükşehir Belediyesi Kanunu (5216)
BB Olmayan Belediye Sınırları İçinde	BB Olmayan Belediyeler	1/5.000-10.000 Ölçekli Nazım İmar Planı	Belediye Kanunu (5393)
İlçe Belediye Sınırları İçinde	İlçe Belediyeleri	1/1.000 Ölçekli Uygulama İmar Planı	Belediye Kanunu (5393)

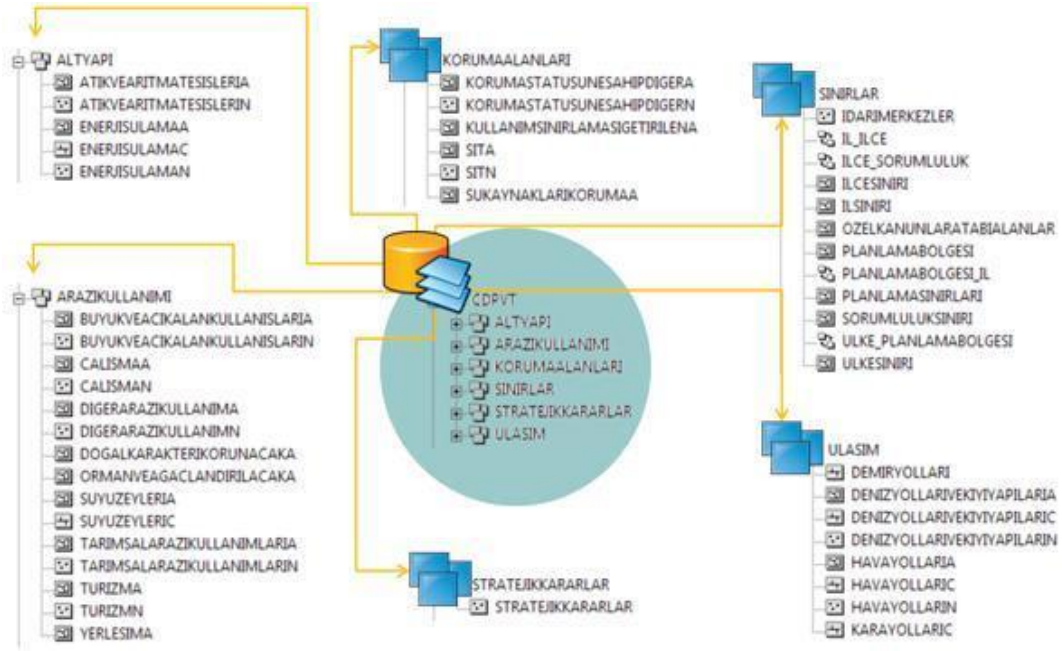
Mekansal Strateji Planları; ülke kalkınma politikaları, bölgesel gelişme stratejileri ile bölge plan kararlarının mekânsal organizasyonunu sağlayan, ülke ve bölge düzeyindeki politika ve kararları alt kademe planlara aktaran, doğal, tarihi ve kültürel değerlerin korunması ve geliştirilmesine yönelik mekânsal stratejileri belirleyen, sektörel kararları ülke düzeyinde mekânsal boyutlarıyla bütünleştiren ve uyumlaştıran, kentsel ve kırsal yerleşmeler, ulaşım sistemi ile sosyal ve teknik altyapının yönlendirilmesine dair mekânsal stratejileri belirleyen yatırım yerlerinin belirlenmesi konusunda yönlendirme sağlayan, ülke düzeyinde ve bölgeler düzeyinde şematik ve grafik dille hazırlanan, sektörel ve tematik paftalar ve raporu ile bütün olan planlardır. 14.06.2014 tarihinde Resmi Gazetede yayımlanan Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği' ne göre bu planların yapımı Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na verilmiştir. Yine aynı yönetmelikte "Afet zararlarının azaltılmasına yönelik olarak tehlike ve risklerin analiz edilerek tanımlanması ve tedbirlerin alınması" gerekliliği ilk kez bu yönetmelikle birlikte mevzuatımıza girmiştir.

Bölge planları; bölgesel kalkınmanın sürdürülebilirliğini, bölgeler arası gelişmişlik farklarının azaltılmasını ve kaynakların yerinde ve etkin kullanımını hedefleyen; birlikte hareket mantığının ve bölgesel program ve projelerin temelini oluşturacak bir strateji, koordinasyon ve yönlendirme belgesidir. Mekandan bağımsız şekilde hazırlanan bölge planları raporlar şeklinde düzenlendiğinden dolayı afet yönetimi açısından sadece sözel olarak bahsedilebilmektedir.

Çevre düzeni planları (ÇDP) konut, sanayi, tarım, turizm, ulaşım gibi yerleşme ve arazi kullanılması kararlarını belirleyen planlardır. 644 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile sektörel planların çevre düzeni planlarına uyumlu hale getirilmesi dahil olmak üzere çevre düzeni planlarının yapılması ve onaylanması görevi Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na verilmiştir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı bünyesinde kurulan Mekansal Planlama Daire Başkanlığı bu planlamaları yapmakla görevlendirilmiştir.

Çevre düzeni planlarının yapımı hakkında çeşitli hükümler mevcuttur. Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği kapsamında "Afet tehlikelerine ilişkin mevcut raporlar ve jeolojik etütler dikkate alınarak afet risklerini azaltıcı önerilerin dikkate alınması, esastır (Md. 19)". 644 sayılı KHK de ise "Arazi kullanım kararlarının ekolojik, jeolojik, hidrolojik riskler göz önüne alınarak belirlenmeli" ifadeleri yer almaktadır. Çevre Düzeni Planlarına yönelik olarak Haziran 2010 yılında bitirilen ve güncelliğini koruyan "Çevre Düzeni Planlarına Yönelik Coğrafi Veri tabanının Geliştirilmesi, Veri Entegrasyonu ve

Planların Web Üzerinden Yayınlanması” Projesi kapsamında çevre düzeni planlarına yönelik standart veri tabanı oluşturulmuştur (Şekil 2.9.).



Şekil 2.9. Çevre düzeni planlarına yönelik standart veri tabanı yapısı

Geliştirilen Coğrafi Veri Tabanı yapısına bakıldığında ÇDP'na girdi verisi olarak afet tehlike haritaları mevzuatlarda kısmen yer alsa da üretim aşamasında etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Dolayısı ile ÇDP'nda sanayi, tarım, turizm, ulaşım gibi alanların belirlenmesi, afete duyarlı bölgeler dikkate alınmadan yapılmaktadır.

Nazım İmar Planları (NİP); Varsa bölge veya çevre düzeni planlarına uygun olarak halihazır haritalar üzerine, yine kadastral durumu işlenmiş olarak çizilen gelecekteki nüfus yoğunluklarını, gerektiğinde yapı yoğunluğunu, çeşitli yerleşme alanlarını gelişme yön ve büyüklükleri ile ilkelerini, ulaşım sistemlerini ve problemlerinin çözümü gibi hususları göstermek ve uygulama imar planlarının hazırlanmasına esas olmak üzere düzenlenen detaylı bir raporla açıklanan ve raporuyla beraber bütün olan ve genelde 1/25.000-1/5000 ölçekli planlardır (Şahin, 2009).

Uygulama İmar Planları (UIP); tasdikli halihazır haritalar üzerine varsa kadastral durumu işlenmiş olarak nazım imar planı esaslarına göre çizilen ve çeşitli bölgelerin yapı adalarını, bunların yoğunluk ve düzenini, yolları ve uygulama için gerekli imar uygulama programlarına esas olacak uygulama etaplarını ve diğer bilgileri ayrıntıları ile gösteren genel olarak 1/1000 ölçekli planlardır (Şahin, 2009).

Nazım ve Uygulama İmar planları planlama sistematığı iki bileşenden oluşmaktadır. Birinci bileşende insan ekolojisinin (yapay çevre) sektör analizlerinin, yapılmasıdır. İkinci bileşen ise doğal çevre sektör analizlerinin yapılmasıdır. Her iki bileşen çerçevesinde gerçekleştirilen analiz çalışmalarına dayandırılmış sentezler ve değerlendirmeler yapılarak planlamalar geliştirilmektedir. Bu sentezler ve değerlendirmeler gerek nazım imar planları gerekse uygulama imar planlarında "Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği" kapsamında yapılarak üretilmektedir. Yönetmelik kapsamında "İnsan sağlığı ve güvenliği üzerinde doğrudan veya dolaylı olumsuz etkileri olan enerji nakil hatları, dere koruma kuşakları, taşkın risk alanları, afete maruz alanlar ve benzeri alanlara ilişkin kurum ve kuruluş görüşleri imar planlarına yansıtılır" ifadesi yer almaktadır. Bu yönetmelik içeriğinde bu planların nasıl yapılacağına dair hangi tür verilerin kullanılacağı ve yapılacak analizler gibi bağlayıcı kurallar yer almaktadır. Afet yönetimi kapsamında yapılacak analizler arasından eşik analizi "Planların hazırlanması sürecinde yerleşilebilir alanların belirlenmesi amacıyla, kurum ve kuruluşlardan alana ilişkin toplanan doğal ve fiziki bilgilerin, alana özgü yapılan etütler ile diğer tüm veriler birlikte değerlendirilmek suretiyle, gerek duyulan ölçeklerde halihazır haritalar üzerinde üst üste çakıştırılması ile eşik analizi hazırlanır." şeklinde Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliğin 22. maddesinde tanımlanmıştır. Bu analizlerin değerlendirilmesi "topografik, jeolojik-jeoteknik, hidrojeolojik yapı özellikleri ile arazi kullanımı, tarım ve orman alanları, içme suyu havzaları, sit ve diğer koruma alanları, hassas alanlar, kıyı, altyapı, doğal ve fiziki veriler ile afet tehlikeleri analiz edilerek bir arada değerlendirilir" şeklinde tanımlanmıştır. Planlama ya girdi olacak verilere bakıldığında "Doğal afet tehlikeleri ve kentsel riskler, varsa risk yönetimi ve sakinim planları." ifadesi görülmektedir.

Genel planlama esasları çerçevesinde planlarda afet, jeolojik ve doğal veriler esas alındığı görülmektedir. Mevzuatlarda afet tehlike haritalarının planlama süreçlerine dahil edilmesi gerekliliği hakkında hükümler olsa da bu haritaların oluşturulması ve planlamaların hangi aşamasında ve nasıl kullanılacağına dair açık hükümler bulunmamaktadır. Bu bağlamda bu haritaların oluşturulması ile ilgili ölçek tanımlarının yapılarak, haritaların oluşturulması ile ilgili standartlar ve bu haritaların plan altlıklarında kullanımı için bir model geliştirilmesi gerekmektedir.

3. YAPILAN ÇALIŞMALAR

3.1. Türkiye İçin Heyelan Haritaları Coğrafi Veri Modelinin Oluşturulması

Heyelan haritaları coğrafi veri modeli (HHCVM) afet türlerinden heyelanlara yönelik duyarlılık, tehlike ve risk haritalarının oluşturulması için geliştirilmiştir. Model geliştirme aşamasında temel olarak Bölüm 2.2.2.1 ve 2.3'teki ihtiyaçlar ve model tasarımı ise afet yönetiminin ilk aşaması olan afet öncesi zarar azaltma çalışmaları dikkate alınmıştır.

Model geliştirme esnasında dikkate alınan diğer hususlar da aşağıda maddeler halinde sunulmuştur.

- Hyogo Çerçeve Eylem Planı
- Ulusal Deprem Stratejisi Ve Eylem Planı-2023
- Mekansal Planlar Yapım Yönetmeliği
- INSPIRE/ISO
- TUCBS

3.1.1. Ölçek tanımı

Ölçek kavramı, üretilen haritalarda ve harita içeren bilgi ürünlerinde verinin sabit ölçekte sunumu ile ilgili kullanılmaktadır. Heyelanlara yönelik risk yönetimi ve planlamalara altlık olarak kullanılacak heyelan haritaları, kullanım özelliklerine uygun ölçek veya çözünürlükte üretilmelidir. Dijital ortamda üretilen haritaların farklı ölçeklerde temsili mümkündür. Böylelikle ölçek ve çözünürlük kavramı birlikte irdelenerek, detaylar belirli ölçek grubunda ve karşılık gelen anlamlı çözünürlük eşiğinde kullanım/detay düzeyi (LOD; Level of Detail) ile ifade edilmektedir.

TUCBS kapsamında tanımlanan düzeylere, Bölüm 2.2.2.1. de örnek gösterilen standartlara ve Bölüm 2.3'te belirtilen ülkemizde bulunan plan kademesi ve ölçekleri dikkate alınarak üretilmesi gerekli olduğu düşünülen heyelan haritaları için ölçek tanımlamaları yapılmıştır (Çizelge 3.1.).

Çizelge 3.1. Heyelan haritaları ölçek tanımı

LOD	Raster Veri Çözünürlüğü	Temel Ölçek	Amaç
1	100 m	1/250000	Mekansal Strateji Planlarına Girdi
2	25 m	1/50000	Çevre Düzeni Planlarına Girdi
3	10 m	1/10000	Büyükşehir Belediyeleri Nazım İmar Planlarına Girdi
4	5 m	1/5000	Nazım İmar Planlarına Girdi
5	1 m	1/1000	Uygulama İmar Planlarına Girdi

1. düzey haritaların üretilmesindeki amaç plan kademesinin en üst ölçekli türü olan Mekansal Strateji Planlarına altlık olabilmesidir. Bu açıdan ulusal ve bölgesel yapılacak stratejilerde heyelan tehlikeleri göz önünde alınmış olacaktır. 2. düzey heyelan haritalarının amacı Çevre Düzeni Planlarına girdi verisi olması için oluşturulmasıdır. Üst ölçek kavramı plan kademesinde bir alt ölçeği bağlayıcı etkisinden dolayı önemlidir. 3. 4. ve 5. düzey haritalar ise imar planlarına altlık oluşturması ve yerleşim, ticari gibi alanların belirlenmesi, binaların yapısal durumlarının tespiti gibi analizlerde kullanılması amacı ile belirlenmiştir.

3.1.2. Envanter bilgilerinin toplanması ve envanter haritalarının oluşturulması

Heyelan haritaları, “heyelanlar daha önce hangi koşullarda meydana gelmişse gelecekte de aynı şartlarda meydana gelir (Varnes, 1984)”, esasına göre, heyelan envanter haritası üzerine bina edilmelidir. Heyelanlardan kaynaklı afetlerin önlenmesi için heyelanların alansal dağılımlarını, tiplerini ve aktivitelerini ortaya koyan bu haritaların üretilmesi gerekmektedir. Heyelan envanter haritalarında heyelanların tiplerinin, coğrafi konumunun, özelliklerinin ve eğer biliniyorsa oluşum zamanları gibi bilgilerin belirtilmesi gerekmektedir.

Heyelan Envanter Haritaların oluşturabilmesi için envanter bilgilerinin belirli bir standartta ve sistematikte toplanıp bir veri tabanı içerisinde yer alması gerekmektedir. Ülkemizde Envanter bilgileri AFAD tarafından toplanmakta ve raporlanmaktadır. Bu bilgilerin toplanması için oluşturulmuş standart bir form mevcuttur. Fakat bu formda toplanan veriler Çizelge 2.1. de diğer ülkeler ile karşılaştırılarak değerlendirildiğinde

heyelan duyarlılık haritalarının üretilmesi için yetersiz olduğu görülmüştür. Örneğin heyelanların olduğu bölgeye ait konumsal bilgiler (Heyelan Aynası gibi) sistematik bir şekilde toplanmamaktadır. Arşiv bilgileri incelendiğinde envanter çalışması için konumsal bilgilerin kadastro paftaları, halihazır haritalar gibi altlıklar üzerine işaretlendikleri görülmüştür. Konumsal bilgilerin toplanması aşamasında ülke genelinde sistematik bir işleğin olmayışından dolayı bu bilgilerin sadece belirli bölgelerde yapıldığı gözlemlenmiştir.

Ülkemizde heyelan envanter haritaları kapsamında toplanılan mevcut konumsal bilgiler diğer ülkelerle karşılaştırılmıştır. Böylece, Türkiye için uluslararası standartlarla uyumlu bir heyelan envanter bilgi bankasının oluşturulabilmesi amacıyla veri tipleri belirlenmiştir. Ülkemizde heyelan envanter çalışmalarında kullanılabilecek veri tipleri; Avusturya Jeomekanik Birliği Prensipler (AGS, 2000; 2007), JTC-1 Prensipleri (Fell vd., 2008), Avrupa Birliği Ortak Araştırma Merkezi (Joint Resarch Center) tarafından 25 Avrupa ülkesi ve 13 üye olmayan ülke tarafından yapılmış çalışma (Safeland, 2010) ve Bölüm 2.1.4.1'de incelenmiş Avusturalya, Almanya, Slovenya, İtalya, Fransa, Avusturya ve ABD ülkelerinin uygulamakta olduğu standartlar dikkate alınarak belirlenmiştir. Buna göre, Çizelge 3.2.'de ülkemiz için heyelan envanter çalışmalarında toplanması gerektiği düşünülen veriler ve veri tipleri verilmiştir.

Çizelge 3.2. Heyelan envanter çalışmalarında toplanılması gereken veriler

N	Veri Adı	Veri Tipi	Açıklama
1	Heyelan Numarası	number	Heyelanları Tanımlayan Numaralar
2	Pafta İndeksi	text	1/25000 Topografik Pafta İndeksi
3	İli	text	TUCBS -Adres Veri Teması
4	İlçesi	text	TUCBS -Adres Veri Teması
5	Köyü	text	TUCBS -Adres Veri Teması
6	Mahallesi	text	TUCBS-Adres Veri Teması
7	Genel Hane Sayısı	number	Bölgede Bulunan Genel Hane(TÜİK)
8	Genel Nüfus Sayısı	number	Bölgede Bulunan Genel Nüfus (TÜİK)
9	Heyelan Koordinatı Kuzey	number	Heyelan Taç Noktasının Kuzey Grid Pozisyonu
10	Heyelan Koordinatı Güney	number	Heyelan Taç Noktasının Güney Grid Pozisyonu
11	Yön (genişlik)	number	Kayan Kütlenin Genişliği (M)
12	Yön (Uzunluk)	number	Kayan Kütlenin Uzunluğu (M)
13	Hareket Türü	text	Kütle Hareketi Tipinin Varnes (1984)' E Göre Heyelan Sınıfı
14	Mevki Açıklaması	text	Diğer Çalışanlar İçin Mevki Açıklaması
15	Kayıt Eden Kişi	number	Heyelanı Kayıt Eden Yetkili Sicil No
16	Alansal Büyüklüğü	number	Heyelan Aynasının Alanı (M2)
17	Heyelan Aynası	number	Heyelan Aynası Sınır Koordinatları (X1,Y1;X2,Y2.....;Xn,Yn;.....;X1,Y1)
18	Bölgesel Jeoloji Durumu	text	Bölgenin Jeolojik Yapısı (Tucbs)
19	İncelenen Alan Jeoloji Durumu	text	Heyelan Bölgesinin Jeolojik Yapısı(TUCBS)
20	Arazi Kullanımı Özellikleri	text	Heyelan Bölgesinin Arazi Kullanım Cinsi (TUCBS)
21	İklimsel Özellikleri	text	Bölgenin İklimsel Özelliklerinin Tanımı
22	Denizden Yüksekliği	number	İncelenen Bölgenin Denizden Yüksekliği
23	Yamaç Şekli	number	İçbükey (1), Dışbükey (2), Karma(3)
24	Yamaç Yönelimi (Bakı)	text	Yamaç yönelimi şekli
25	Kayan Malzeme Cinsi	text	Kayan malzemenin cinsi
26	Aktivasyon Tarihi	date/time	Heyelanın Meydana Geliş Tarihi Ve Saati (Gg.Aa.Yy/Ss.Dd)
27	Kayıt Tarihi	date/time	Heyelanın Kayıt Altına Alış Tarihi Ve Saati (Gg.Aa.Yy/Ss.Dd)
28	Arazi Eğimi	number	Bölgenin Yamaç Eğim Değeri
29	Sebepleri (İnsan Doğal)	1\2	Meydana Gelen Heyelanın Oluşma Sebebinin İnsan Kaynaklı (1) Doğal Kaynaklı (2) Olması
30	Zararları	text	Meydana Gelen Heyelanın Açtığı Zararlar
31	Soruşturmalar	text	Heyelan Bölgesinde Yapılan Soruşturmalar
32	Önlemler	text	Heyelan Sonrası Oluşabilecek Tehlikeler İçin Yapılması Gereken Önlemler
33	Eğilimli Bölge mi?	evet/hayır	Bölgede Daha Önce Heyelan Olayı Meydana Gelmiş Mi? Bu Tarz Eylemlere Eğilimli Mi?
34	Düşünceler	text	Varsa Görevlinin Diğer Düşünceleri
35	Fotoğraf	Jpeg	Heyelan Olayını Gösteren Fotoğraflar

Heyelan envanter haritalarında konumsal bilgi için kullanılacak heyelan aynasının belirlenmesine yönelik çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Daha önceki çalışmalar (OFAT vd., 1997; AGS, 2007; Safeland, 2010; Jaedicke vd., 2013; Corominas J vd., 2014) incelenerek heyelan aynasının alım tekniklerini ve açıklamalarını gösteren Çizelge 3.3. hazırlanmıştır.

Heyelanların görsel olarak yorumlanması için; yüksek veya çok yüksek çözünürlüklü uydu görüntülere ihtiyaç vardır. Çözünürlüğü 3 metrenin üzerinde olan (SPOT, LANDSAT, ASTER, IRS-ID vd.) optik uydu görüntüleri ve SAR görüntüler ile (RADARSAT, ERS, JERS, ENVİSAT) küçük ölçekli çalışmalarda ve büyük alanlarda heyelanların haritalama çalışmaları için uygunluğu test edilmiştir (Singhroy, 2005). Geleneksel olarak hava fotoğraflarının değerlendirilmesi yöntemi heyelanların haritalanmasında en çok kullanılan yöntemdir (Cardinali vd, 2002). Ayrıca, teknolojinin hızla gelişmesi ile birlikte bu yöneme alternatif olarak da yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri (QuickBird, IKONOS, CARTOSAT-1, 2, GEOEYE) kullanılmaktadır. Google Earth verileri, dünyanın çoğu bölgesinde yüksek çözünürlüklü görüntü sunması ve CBS ile ilişkilendirilebildiği için diğer bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Bunların yanında, diğer alternatif yöntemler heyelan olaylarına görsel yorumlama imkanı sunan ve yüksek çözünürlükleri olan LİDAR ve İnsansız Hava Araçları (İHA) ile üretilen verileridir. Ayrıca, doğrudan arazide jeodezik yöntemlerle ve anket çalışmaları ile küçük alanlardaki heyelan envanter bilgileri de toplanmaktadır (SafeLand, 2010).

Çizelge 3.3. Heyelan aynası alım tekniği

Grup	Teknik	Açıklama
Görüntü yorumlama	Stereo Hava Fotoğrafları	Tek veya çok zamanlı veriler ile analog veya dijital görüntü yorumlama
	Yüksek Çözünürlüklü Uydu Görüntüleri	monoscopic veya stereoskopik görüntüler ve Tek veya çok zamanlı veriler ile
	LİDAR	Arazi Yüzeyinin Tek veya çok zamanlı veriler ile
	Radar görüntüleri	Tek zamanlı veriler ile
Spektral karakterlere göre (Yarı)otomatik sınıflandırma	Hava Fotoğrafları	Görüntü Eşleme
	Orta çözünürlüklü multi-Spektral Görüntüler	Tek veya Çok bantlı Piksel bazlı görüntü sınıflandırması veya görüntü segmentasyonu
	Optik ve radar görüntü kombinasyonunun kullanımı	Görüntü füzyon tekniği veya multi sensor piksel veya obje tabanlı görüntü sınıflandırması,
Yükseklik karakterlere göre (Yarı)otomatik sınıflandırma	INSAR	Büyük alanlar için Radar interferometri
	LIDAR	Farklı periyotlarla LİDAR Sayısal Arazi Modeli (SYM) karşılaştırması
	Fotogrametri	Farklı periyotlarla yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin veya hava fotoğraflarından oluşturulan SYM karşılaştırılması
Veri Toplama Metodları	Verilerin Toplama	Geleneksel Ölçme yöntemleri, Mobil CBS ve GPS kullanılması
	Anket Çalışmaları	Anket Çalışmaları ile
Arşiv Çalışmaları	Gazete Arşivi	Gazete, Kitap, veya diğer benzer arşiv taraması
	Kamu Kurum veya Kuruluşlar	Kamu Kurum veya Kuruluş arşiv taraması

3.1.3. Heyelan yönetimi için veri/faktörlerin belirlenmesi

Heyelan duyarlılık, tehlike ve risk haritaları için envanter verilerinin dışında gerekli ana veriler 3 sınıfta incelenmektedir; hazırlayıcı faktörler, tetikleyici faktörler ve risk altındaki elemanlar (Soeters ve Van Westen, 1996; Van Westen vd., 2008). Bu sınıflamada belirtilen hazırlayıcı faktörler heyelan duyarlılık haritalarında, tetikleyici faktörler tehlike haritalarında, risk altındaki elemanlar ise risk haritalarında kullanılmaktadır (Van Westen vd., 2008). Ayrıca heyelanların gelişmesi ve göreceli duyarlılık zonlaması açısından büyük öneme sahip hazırlayıcı etkiler jeolojik, topografik ve çevresel faktörler olarak incelenmelidir.

Heyelan duyarlılık çalışmalarında ve dolayısı ile buna bağlı olarak tehlike ve risk çalışmalarında kullanılan parametrelerde, bölgelerin karakteristik yapılarının farklı oluşundan dolayı belirsizlikler vardır. Belirsizliklerin bir diğer sebebi ise araştırmacıların çok sayıda çalışma yayımlamalarına rağmen bir görüş birliğine

ulaşamamalarıdır (Gökçeoğlu, 2000). Bu kapsamda heyelan çalışmalarının ulusal bazda bir standartta oluşturulabilmesi için tüm bölgeleri kapsayacak, ortak bir yaklaşım sergilenmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Ülkemizde ulusal bazda heyelan duyarlılık, heyelan tehlike ve heyelan risk haritalarının oluşturulması için gerekli faktörler farklı ülkelerin yapmış olduğu standartlar, çalışmalar ve bu konuda yazılmış makaleler (Gökçeoğlu, 2000; AGS, 2007; Fell vd., 2008; India 2009; Safeland, 2010; Corominas J vd., 2014) dikkate alınarak önerilmiştir (izelge 3.4.).

Çizelge 3.4. Heyelan haritaları için gerekli faktörler ve önem dereceleri

Faktörler			Ölçek				
			1/250,000	1/50,000	1/25,000	1/5,000	1/1000
Hazırlayıcı Faktörler	Topografik	Yamaç Eğimi	3	2	1	1	1
		Yamaç Şekli	3	3	3	2	2
		Yamaç Yönü (Bakı)	4	4	2	2	1
		Drenaj Ağı	4	3	2	2	1
		Yükseklik	4	3	2	2	2
		Yol Ağı	4	3	2	1	1
	Jeolojik	Litoloji	2	2	1	1	1
		Jeolojik Yapı	3	2	2	1	1
		Faylar	3	2	2	2	1
		Toprak Derinliği	-	-	4	2	1
		Yamaç Hidrolojisi	-	-	3	2	1
		Jeomorfolojik Birimler	-	-	-	1	1
	Çevre	Toprak Türü	3	3	2	1	1
		Arazi Kullanımı	2	2	2	2	2
		Arazi Kullanımı Değişimi	3	3	2	2	1
Tetikleyici Faktörler	Yağış		3	3	3	1	1
	Sıcaklık Değişimi		-	-	-	3	2
	Deprem Kataloğu		3	3	3	2	1
	Yer ivmesi		4	3	3	2	2
Risk Altındaki Elemanlar	Binalar		-	4	3	1	1
	Ulaşım Hatları		3	3	3	3	2
	Ana Tesisler		4	4	3	2	2
	Turizm Tesisleri		4	3	3	3	3
	Popülasyon verileri		2	2	2	1	1
	Tarım Aktiviteleri		4	4	3	2	3
	Kadastro Verileri		-	3	2	2	1
	Doğal Kaynaklar		3	3	3	3	2
	Ekonomik Veriler		4	4	3	2	2

1: Kritik derecede önemli, 2: Yüksek derecede önemli, 3: Orta derecede önemli, 4: Düşük derecede önemli, -: Gerekli değil

Heyelan olayını hazırlayan ve tetikleyen faktörler, bölgelerin karakteristik özelliklerinin farklılığı, çalışma bölgesinin büyüklüğü gibi etkenlerden dolayı farklılık gösterebilir. Bu sebepten dolayı faktörlerin, oluşturulacak haritalama çalışmalarında kullanılmasının önemini gösteren önem derecelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Faktörlerin önem dereceleri, oluşturulacak heyelan duyarlılık, tehlike ve risk haritalarının planlama çalışmalarında kullanılacağı göz önünde bulundurularak Bölüm 3.1.1 de önerilen ölçek tanımlamasına uygun ve bu konuda yapılmış diğer çalışmalar ışığında belirlenmiştir. Çizelge 3.4'de gösterilen 1 den 4 e kadar sıralanmış dereceler, o faktörün kullanılmasının önem derecesini belirtmektedir. 1 ile belirtilen derece o faktörün kullanılmasının kritik derecede önemli olduğunu, 2 ile belirtilen derece o faktörün kullanılmasının yüksek derecede önemli olduğunu, 3 ile belirtilen derece o faktörün kullanılmasının orta derecede önemli olduğunu, 4 ile belirtilen derece o faktörün kullanılmasının düşük derecede önemli olduğunu, (-) ile belirtilen derece ise o faktörün kullanılmasının gerekli olmadığını belirtmektedir.

3.1.4. Heyelan yönetimi için veri kaynakları

Heyelan duyarlılık, tehlike ve risk haritalama analizleri için konumsal verinin önemi daha önceki bölümlerde anlatılmıştır. Bu analizlerin gerçekleştirilmesi için gereken konumsal veriler çok çeşitli kaynaklardan ve farklı tiplerde üretilmektedir. Bu faktörlerden bazıları ülkemizdeki kurumlar tarafından üretilmesine rağmen çoğu faktör üretilmemekte (üretilse bile istenen standartlarda üretilmemekte) ve bu faktörler için çeşitli analizler veya arazi ölçümleri gibi çalışmaların yapılması gerekmektedir. Heyelan haritalarının üretilmesi için yapılacak analizlerde kullanılacak veriler haritanın ölçeğine uygun olmalıdır. Ayrıca faktörler arasında bir ölçek uyumu olması gerekmektedir. Örneğin 1/1000 ölçeğinde bir heyelan duyarlılık haritası oluşturulacağı zaman Bölüm 3.1.1 de önerilen ölçek tanımlamasına göre kullanılacak raster görüntülerinin veri çözünürlüğü 1m ve kaynak verinin temel ölçeği 1/1000 olması gerekmektedir. Dolayısı ile farklı ölçeklerde üretilcek heyelan haritaları için gerekli faktörlerin elde edilmesi amacı ile tanımlanan her düzeyde veri kaynaklarının tespit edilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda faktörlere ait veri kaynakları Çizelge 3.5.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.5. Faktörlere ait veri kaynakları

Faktörler			Veri Kaynakları
Hazırlayıcı Faktörler	Topografik	Sayısal Yükseklik Modeli (SYM)	SRTM; UGD; HFD; Standart Topografik Haritalar (STH); Hali Hazır Haritalar; Arazi Ölçümleri
		Yamaç Eğimi	SYM ile CBS Analizi
		Yamaç Şekli	SYM ile CBS Analizi
		Yamaç Yönü (Bakı)	SYM ile CBS Analizi
		Drenaj Ağı	SYM ile CBS Analizi
		Yükseklik	SYM ile CBS Analizi
		Yol Ağı	Atlas; STH; Hali Hazır Haritalar; Arazi Ölçümleri
	Jeolojik	Litoloji	Mevcut Jeoloji Haritaları; HFD; Arazi Çalışmaları; Laboratuar Çalışmaları
		Jeolojik Yapı	HFD;UGD; Arazi çalışmaları
		Faylar	Mevcut Jeoloji Haritaları; HFD; Arazi Çalışmaları
		Toprak Derinliği	Litoloji Haritası, Jeomorfoloji Haritası ve Eğim Haritası Modellenmesi; Arazi Çalışmaları; Laboratuar Analizleri
		Yamaç Hidrolojisi	STH; Arazi Çalışmaları; Laboratuar Analizleri
		Jeomorfolojik Birimler	Mühendislik Jeolojisi Haritaları; Arazi Çalışmaları
	Çevre	Toprak Türü	Mevcut Toprak Haritaları; UGD; HFD; Arazi Çalışmaları; Laboratuar Analizleri
		Arazi Kullanımı	UGD; HFD; Arazi Çalışmaları
		Arazi Kullanımı Değişimi	UGD; HFD; Arazi Çalışmaları
Tetikleyici Faktörler	Yağış		Meteorolojik Verilerin Değerlendirilmesi
	Sıcaklık Değişimi		Meteorolojik Verilerin Değerlendirilmesi
	Deprem Kataloğu		Sismik veriler ve Jeolojik Veriler ile Modellenmesi
	Yer ivmesi		Jeodezik Verilerin Modellenmesi
Risk Altındaki Elemanlar	Binalar		STH; Hali Hazır Haritalar; Arazi Çalışmaları
	Ulaşım Hatları		STH; Hali Hazır Haritalar; Arazi Ölçümleri
	Ana Tesisler		STH; Hali Hazır Haritalar; Arazi Çalışmaları
	Turizm Tesisleri		STH; Hali Hazır Haritalar; Arazi Çalışmaları
	Nüfus verileri		İstatistiki Veriler; Nüfus Sayımı
	Tarım Aktiviteleri		Atlas; STH; Hali Hazır Haritalar; Arazi Çalışmaları
	Kadastro Verileri		Kadastro Haritaları
	Doğal Kaynaklar		Atlas; STH; Hali Hazır Haritalar; Arazi Çalışmaları
	Ekonomik Veriler		İstatistiki Veriler

Heyelan haritaları için gerekli faktörler; uydu görüntülerinin değerlendirilmesi (UGD), hava fotoğraflarının değerlendirilmesi (HFD), arazi ölçümleri, laboratuar analizleri ve verilerin modellenmesi ile üretilebilmektedir. Ayrıca araştırmacılara sunulan kurum veya kuruluşlar tarafından üretilen, Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) verileri,

Standart Topografik Haritalar (STH), jeoloji haritaları, toprak haritaları, meteorolojik veriler, hali hazır haritalar, istatistiki veriler, jeodezik veriler ve sismik veriler yapılacak analizler için veri kaynaklarıdır.

Ülkemizde konumsal ve konumsal olmayan verilerin üretimi çok farklı kurumlar tarafından yapılmaktadır. Analizlerin yapılabilmesi için gerekli faktörlerin temin edileceği kurumların belirlenmesi gerekmektedir. Yapılan mevzuat araştırmaları ile heyelan bölgeleme çalışmaları için yukarıda belirtilen verileri üreten kurum ve kuruluşlar Çizelge 3.6.'da gösterildiği şekilde belirlenmiştir.

Çizelge 3.6. Verilerin temin edilebileceği kurumlar

VERİLER	TEMİN EDİLECEK KURUM/KURULUŞ
Tüm Afet Envanterleri	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), MTA Genel Müdürlüğü
Jeoloji ve Jeofizik veriler	MTA Genel Müdürlüğü
Topografik Veriler (Akarsu, Yol)	Harita Genel Komutanlığı; İller Bankası; Belediyeler
Drenaj Ağları, Debi	DSİ Genel Müdürlüğü
Yol Ağı	Karayolları Genel Müdürlüğü
Yağış, Sıcaklık vb.	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
Deprem Verileri	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), Kandilli Rasathanesi
Uydu Görüntüleri, Hava Fotoğrafları	Harita Genel Komutanlığı; Türksat; Özel Sektör
Toprak, Bitki Örtüsü, Tarım Verileri	Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı
İstatistiki Veriler	TÜİK
Doğal Kaynaklar	Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü
Turizm Verileri	Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Müdürlükleri
Kadastro Verileri	Kadastro Genel Müdürlüğü

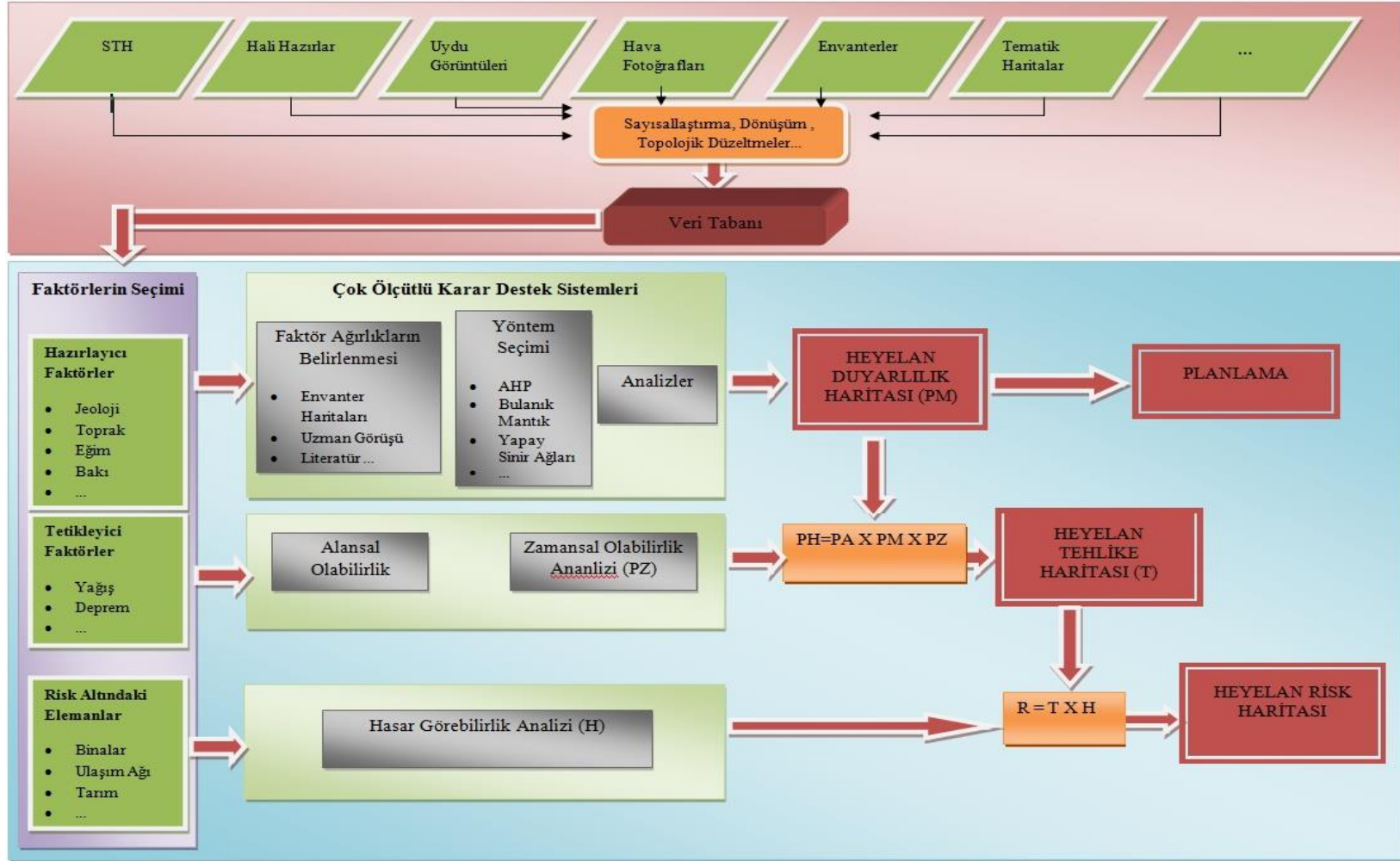
3.1.5. Türkiye heyelan yönetimi için coğrafi veri modeli (THYCVMM)

Heyelan haritalarının üretilmesi için gerekli işlemler ile ilgili veri işlem modeli geliştirilmiştir (Şekil 3.1.). Bu modele göre heyelan haritaları için gerekli veriler Bölüm 3.1.4'te anlatılan kaynaklardan elde edilen farklı türdeki verilerin sisteme aktarılması ile başlamaktadır. Farklı kurum ve kuruluş gibi kaynaklardan elde edilen veriler farklı koordinat sistemlerinde ve farklı türde (raster/vektör) olabilir. Gerekli dönüşümler yapılarak vektör hale dönüştürülen veriler ile ilgili topolojik düzeltmelerin de yapılarak sisteme aktarılması gerekmektedir.

Heyelan duyarlılık haritası yapılacak bölge için Bölüm 3.1.3'te bahsedildiği gibi oluşturulacak haritanın ölçeğine bağlı olarak faktör seçimi yapılmalıdır. Faktörlerin heyelana etkisi bölgesel ve ölçeğe bağlı değişkenlik gösterdiği için heyelan envanter haritası, uzman görüşlerinin alınması ve bölgede yapılmış çalışmalar ışığında belirlenen faktörler için ağırlıkları saptanmalıdır. Gerekli analizler ve karar çözümleme yöntemleri kullanılarak heyelan duyarlılık haritaları oluşturulmaktadır.

Ölçek tanımlamasına uygun olarak tehlike haritası yapılacak bölge için tetikleyici faktörler seçilerek alansal ve zamansal olasılıklar için analizler yapılmalıdır. Yapılan analizler sonucunda çıkan sonuçlar heyelan duyarlılık haritaları sonucu ile birlikte değerlendirilerek heyelan tehlike haritaları oluşturulmalıdır.

Risk altındaki elemanların tespit edilerek, risk haritaları için gerekli hasar görülebilirlik analizlerinin yapılması ve çıkan sonuçlar ile heyelan tehlike haritaları birlikte değerlendirilerek heyelan risk haritaları oluşturulmalıdır.



Şekil 3.1. Türkiye heyelan yönetimi için coğrafi veri modeli (THYCV)

3.2. Heyelan Haritalarının Plan Altlıklarında Kullanımı İçin Model Tasarımı

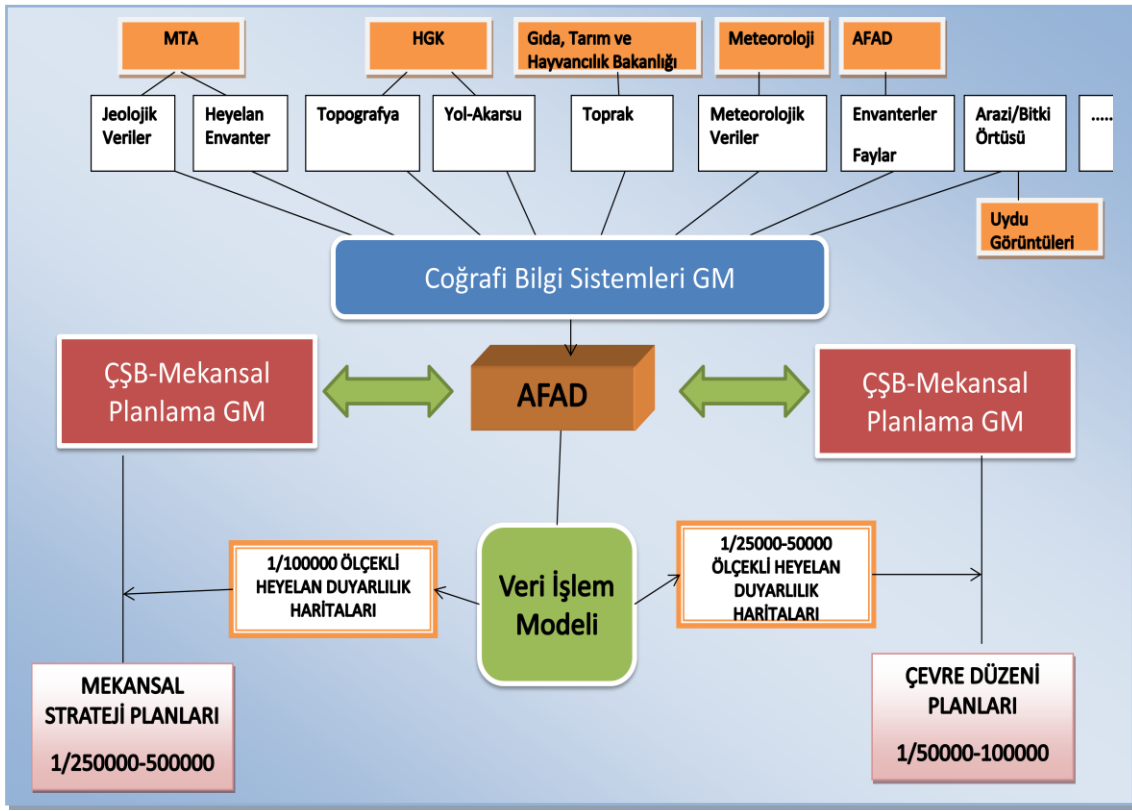
Afet öncesi çalışmaları kapsamında duyarlılık, tehlike ve risk haritalarının sadece üretilmesi yeterli değildir. Heyelana duyarlı alanların belirlenerek tehlike durumunu ortaya koymak ve plan aşamalarında bu haritaların kullanılması gerekmektedir. Ülkemizde planlama çalışmaları belirli bir sistematiğe gerçekleştirilmekte olup her plan, planlar arası kademeli birliktelik ilkesi uyarınca yürürlükteki üst kademe planların kararlarına uygun olma, raporu ile bütün oluşturma ve bir alt kademedeki planı yönlendirme zorunluluğu vardır. Bu kapsamda heyelan haritalarının planlamada kullanımı için planlama kademesine uygun bir model geliştirilmiştir. Bu çalışmada, geliştirilmiş model iki aşamadır;

- Üst ölçekli planlarda kullanım modeli
- Alt ölçekli planlarda kullanım modeli

Üst ölçekli planlarda kullanılan model Şekil 3.2.'de gösterildiği gibi heyelan haritalarının, üst ölçekli planlar olarak bilinen Mekansal Strateji Planları (MSP) ve Çevre Düzeni Planlarına (ÇDP) girdi veri olarak kullanılması için geliştirilmiştir. Heyelan haritaları Bölüm 2.1.4 de anlatıldığı gibi 4 farklı (Envanter, Duyarlılık, Tehlike, Risk) türde oluşturulmaktadır. Heyelan duyarlılık haritaları heyelanların mekansal olabilirliğini göstermektedir. Bunun yanında heyelan tehlike ve risk haritaları ise yapılacak istatistiki değerlendirmeler ile çıkan olasılık değerlerinden üretilen senaryoların birer ürünüdür. Bundan dolayı planlamalar da senaryolardan bağımsız, heyelanların mekansal olabilirliğini gösteren heyelan duyarlılık haritalarının kullanılması önerilmektedir. Planlaması yapılacak bölgelerin plan ölçeği kapsamında heyelan duyarlılık haritalarının oluşturulması ve yapılacak planın bu haritalar göz önünde bulundurularak yapılması gerekliliği düşünülmektedir. Aksi taktirde heyelanlara çok duyarlı bölgeler belki de yerleşime uygun olarak belirlenecek ve can ve mal kayıplarına sebep olacaktır. Üst ölçekli planlarda alınan kararların alt ölçeklerdeki planları bağlayıcılığından dolayı heyelan haritalarının bu planlardaki kullanımı ayrıca önemlidir.

Ülkemizde kurumlar arası konumsal veri koordinasyonunun sağlanması, veriler ile ilgili standartların belirlenmesi, farklı kurumlar tarafından üretilen farklı verileri bünyesinde toplama yetkisine sahip ve toplanan verilerin kurumlar arası veri paylaşımını sağlamaktan Çevre Şehircilik Bakanlığı'na bağlı Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel

Müdürlüğü sorumludur. Ülkemizdeki mevcut mevzuatlar incelendiğinde planların yapımı ile sorumlu kurum yine aynı bakanlığa bağlı Mekansal Planlama Genel Müdürlüğü olmasına rağmen tehlike ve risk haritalarının oluşturulması ile sorumlu kurum ise AFAD'dır. Dolayısı ile mevzuata göre haritaların oluşturulması amacı ile yapılacak analizler için gerekli veriler, CBS Genel Müdürlüğü tarafından AFAD'a sağlanmalıdır. Mekansal Planlama Genel Müdürlüğü MSP veya ÇDP planı yapılacak bölgenin heyelan duyarlılık haritalarının yapımı için AFAD'a başvurması gerekmektedir. AFAD, bölgesel faktörleri ve bu faktörlerin ağırlıklarını belirleyerek analizler ile ürettiği sonuç haritalarını Mekansal Planlama Genel Müdürlüğüne iletmelidir. Planlar ise bu haritalar göz önüne alınarak yapılmalıdır.

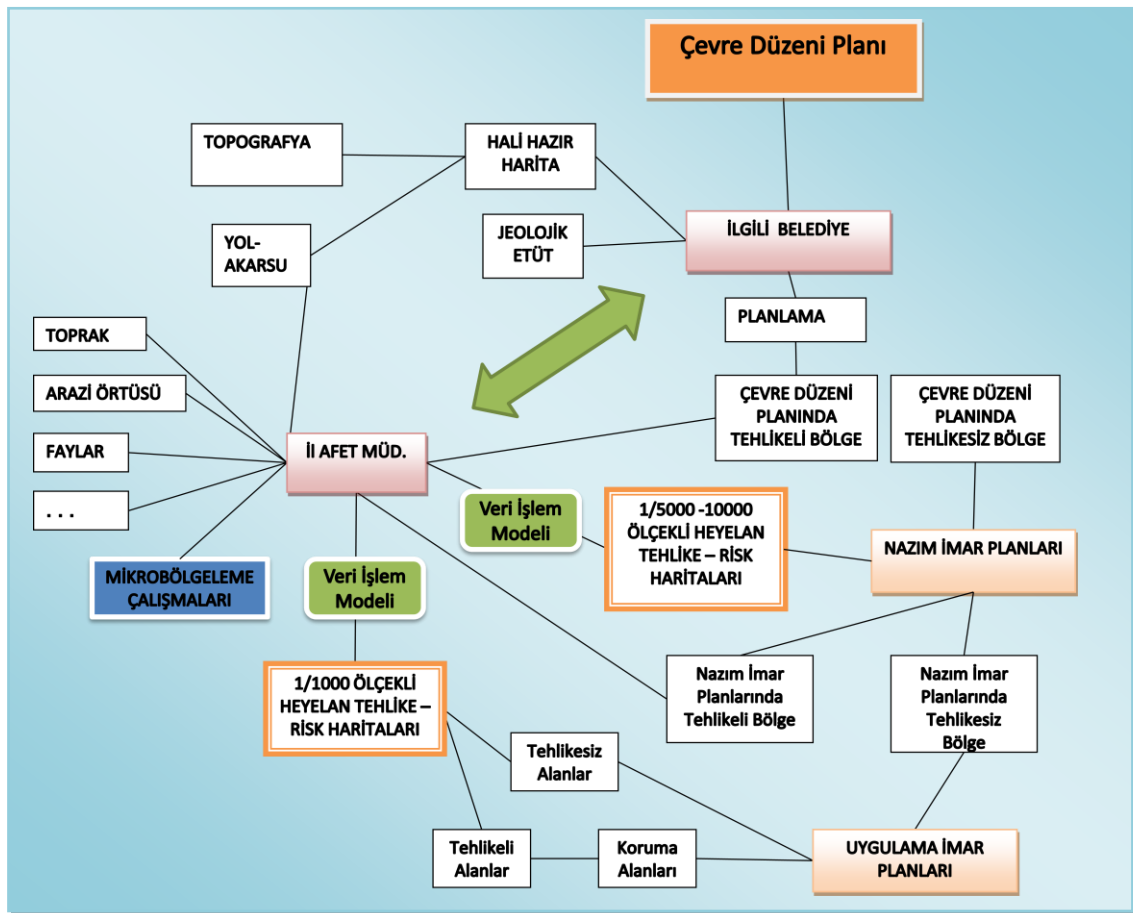


Şekil 3.2. Heyelan haritalarının üst ölçekli plan altlıklarında kullanımı için model tasarımı

Alt ölçekli planlarda kullanım modeli Şekil 3.3.'de gösterildiği gibi heyelan haritalarının, alt ölçekli planlar olarak bilinen nazım imar planları ve uygulama imar planlarına girdi veri olarak kullanılması için geliştirilmiş. Üst kısımda belirtilen nedenlerden dolayı alt ölçekli planlarda yine heyelan haritalarından duyarlılık haritalarının kullanılması önerilmektedir.

Çevre Düzeni Planlarına girdi olarak oluşturulan heyelan duyarlılık haritaları ile il genelinde duyarlı bölgeler tespit edilecektir. Bu bölgelerin imar planlarında kullanımı, üst ölçekte ki planlamaların bağlayıcılığından dolayı mümkün olmayacaktır. İlgili belediye veya diğer yerel yönetimler bu alanları kullanmak istedikleri takdirde bu bölgeleri kapsayacak alanlar için büyük ölçekte daha ayrıntılı duyarlılık haritaların üretilmesi gerekmektedir. Üretilen büyük ölçekli duyarlılık haritalarında heyelan açısından duyarlılık derecesi azalan bölgelerin kullanımı ÇDP'nda yapılacak plan tadilatı sayesinde mümkün hale gelebilir. Ayrıca duyarlı bölgeler hakkında alınacak kararlarda diğer bölgelere göre daha fazla önlemler alınacağından dolayı can ve mal kayıplarının önüne geçilmiş olunacaktır.

İlgili belediye veya diğer kamu kurum ve kuruluşlar kullanmak istediğı ve gerekli olduğunu düşündüğü bu bölgeler için İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü'ne heyelan duyarlılık haritalarının üretimi için başvurulmalıdır. İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü faktörlerin belirlenmesi ve analizlerin yapılması ile ürettiğı haritaları ilgili kuruma ileterek yapılacak planlama aşamasında altlık olarak bu haritalar girmelidir. Analizler sonucunda heyelana duyarlı bölgeler koruma alanlar olarak belirlenmelidir. Bu bölgeler bu şekilde diğer bölgelerden ayrılacaktır. Duyarlı bölgelerin kullanıma açılmak istenildiğı durumlarda plan tadilatları yapılarak buralarda yapılacak yapılarda ekstra güvenlik önlemleri alınmalıdır.



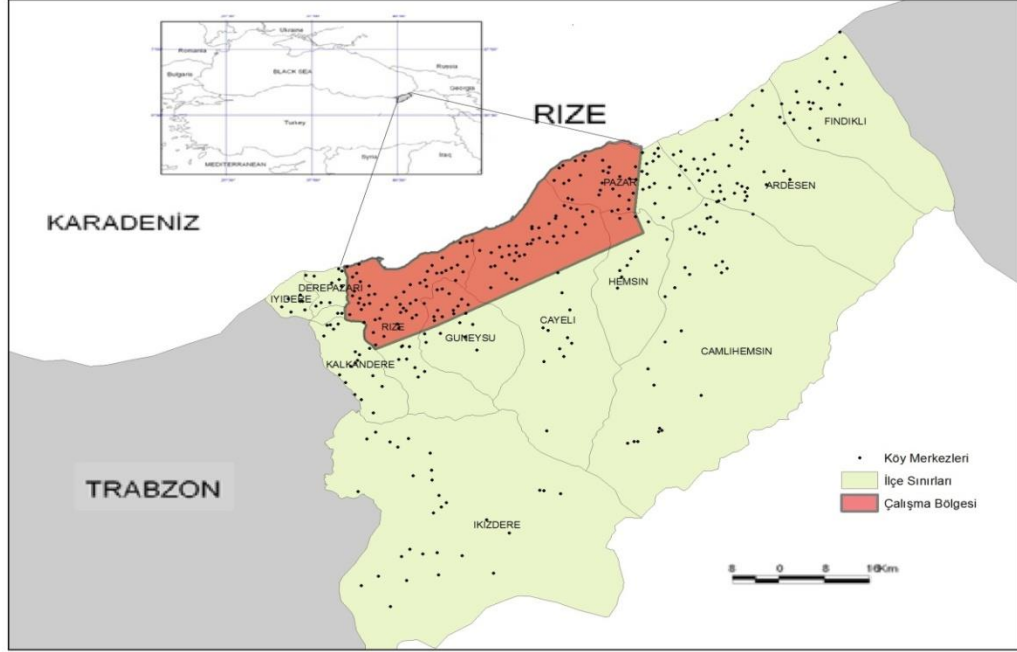
Şekil 3.3. Heyelan haritalarının üst ölçekli plan altlıklarında kullanımı için model tasarımı

3.3. Modelin Uygulaması

Tasarlanan modelin uygulanabilirliğinin test etmek amacı ile Rize ilinde bir pilot bölgede uygulama yapılmıştır. Öncelikli olarak yapılacak çalışmalar sonucunda üretilcek haritaların amacına göre ölçek tanımlaması yapılmalıdır. Bu kapsamda pilot uygulamada üretilcek haritalar için Bölüm 3.1.1'de ki ölçek tanımlamasına göre temel ölçek 1/50000 ve raster veri çözünürlüğü 25m olarak seçilmiştir. Ayrıca yapılacak haritalama çalışmaları için gerekli faktörlerin seçimi yapılmıştır. Bölüm 3.1.3'te farklı ölçeklerde üretilcek heyelan haritaları için önem derecelerinin belirtildiği faktör tanımlamaları yapılmıştır. Pilot çalışma kapsamında oluşturulacak haritaların ölçeğine bağlı olarak yüksek derecede önemli olan faktörler seçilmiştir. Seçilen faktörlere bağlı olarak seçilen pilot bölgede Heyelan duyarlılık, tehlike ve risk haritaları oluşturulmuştur. Yapılan tüm çalışmalar ArcGIS 10.0 CBS yazılımı kullanılarak yapılmıştır.

3.3.1. Pilot bölge seçimi

Rize ili heyelan tehlikesi açısından ülkemizin en riskli illerinden biridir. Heyelanlara yönelik yapılacak çalışmalar için pilot bölge, heyelanların sıkça yaşandığı Rize iline bağlı Merkez, Güneysu, Çayeli, Hemşin ve Pazar ilçelerinin sahil kesimlerini içene alan bölge seçilmiştir (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4. Pilot bölge

Rize ili, 40° 20' ve 41° 15' N enlemleri ile 40° 22' ve 41° 28' E boylamları arasında yaklaşık olarak 3946 km²'lik bir alanı kaplamaktadır. Türkiye'nin en çok yağış alan ili olan Rize'de yıllık toplam yağış miktarı 2200 mm'nin üzerinde olup, yağışlar her mevsime dengeli olarak dağılmıştır. Bölgede her aşırı yağış periyodundan sonra heyelanlar meydana gelmekte, büyük can ve mal kayıplarına yol açmaktadır. Rize ilinde dağların sahilden itibaren yükselmeye başlaması ve yüksek dağ eteklerinden doğarak Karadeniz'e akan akarsuların yoğunluğu nedeniyle ilde engebeli bir arazi yapısı hakimdir. Akarsuların denizle birleştiği dar vadi ağızları dışında, ova olarak adlandırılabilen düzlükler yoktur (Karşı vd., 2004). İlin coğrafi yapısı nedeniyle yerleşim genellikle sahil boyunca yoğunlaşmıştır ve nüfusun büyük bir bölümü bu bölgede yaşamaktadır. Bölgenin coğrafik özelliklerinin yanında mülkiyet yapısı nedeniyle kırsal alanlarda dağınık bir yerleşim oluşmuştur. İldeki doğal afet ve yerleşim sorunlarının meydana gelmesinde etkili olan faktörler arasında; yollar, akarsular, arazi örtüsü, topoğrafya, iklim ve nüfus dağılımı sayılabilir (Reis, 2008)

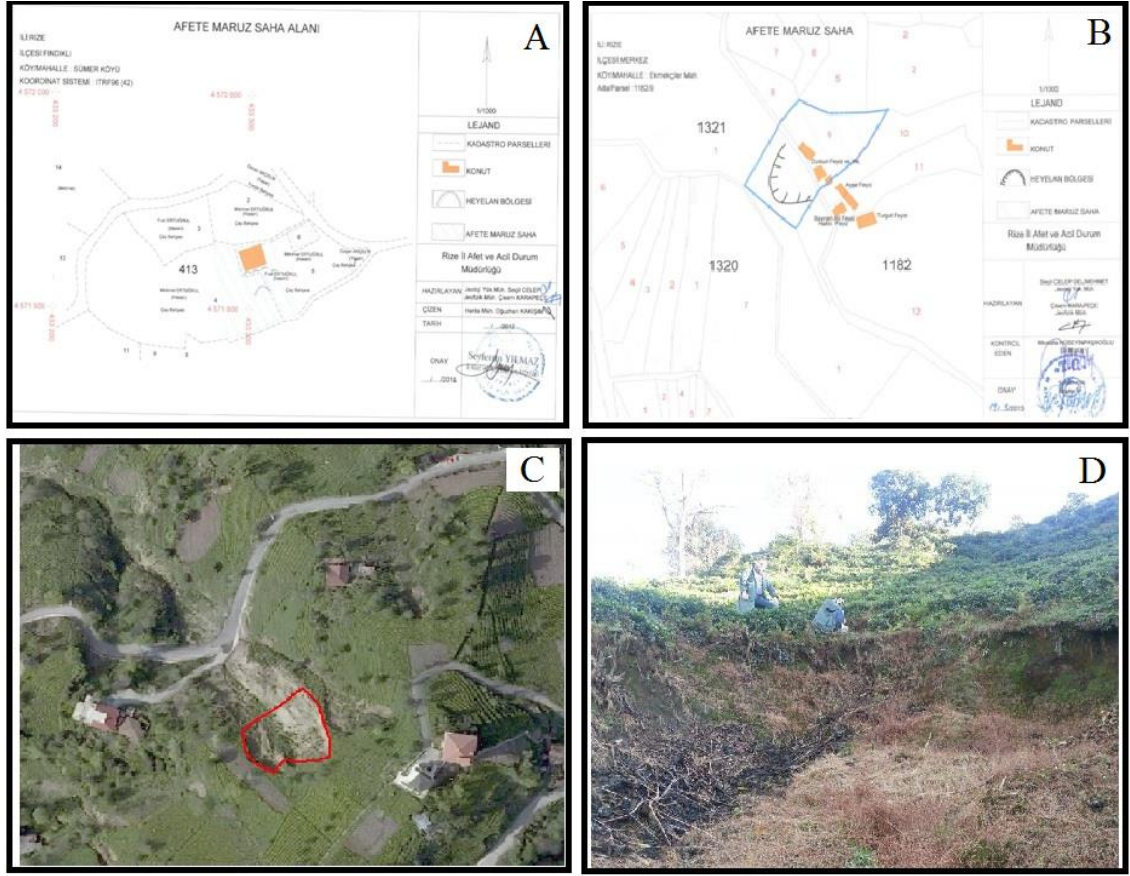
3.3.2. Veri ve faktörler

Heyelan duyarlılık haritalarının üretilmesi için ilk önce envanter verileri toplanarak heyelan envanter haritaları oluşturulmuştur. Envanter verileri için gerekli konumsal verilerin elde edilme yöntemleri oluşturulan model kapsamında Bölüm 3.1.2'de anlatılmıştır. Bu kapsamda envanter verileri bölgede daha önce yapılmış çalışmalardan (TUBİTAK, 2009), kurum arşiv taramalarından, hava fotoğraflarından ve arazi çalışmalarından elde edilmiştir.

Çalışma bölgesinde daha önce yapılmış olan çalışmalardan verilerin temin edilmesinden sonra güncelleme işlemi yapılması amacı ile Rize İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü arşivleri taranmıştır. Kurum arşivlerindeki bazı raporlarda geçmişte meydana gelen heyelanların konum bilgileri için haritalama çalışmaları yapıldığı görülmüştür (Şekil 3.5.). Bu şekilde raporlanmış heyelanlar için dönüşüm işlemleri yapılarak envanter veri tabanına aktarılmıştır. Arşivleme çalışması yapılırken heyelanların konum bilgileri ilgili bölgenin kadastro haritaları veya halihazır haritalar üzerine işlenmiş olduğu görülmüştür (Şekil 3.5.). Bu şekilde kayıt altına alınan heyelanlar, Rize ili Kadastro Müdürlüğü ve ilgili Belediyelerden alınan halihazır haritalardan yararlanılarak envanter veri tabanına aktarılmıştır.

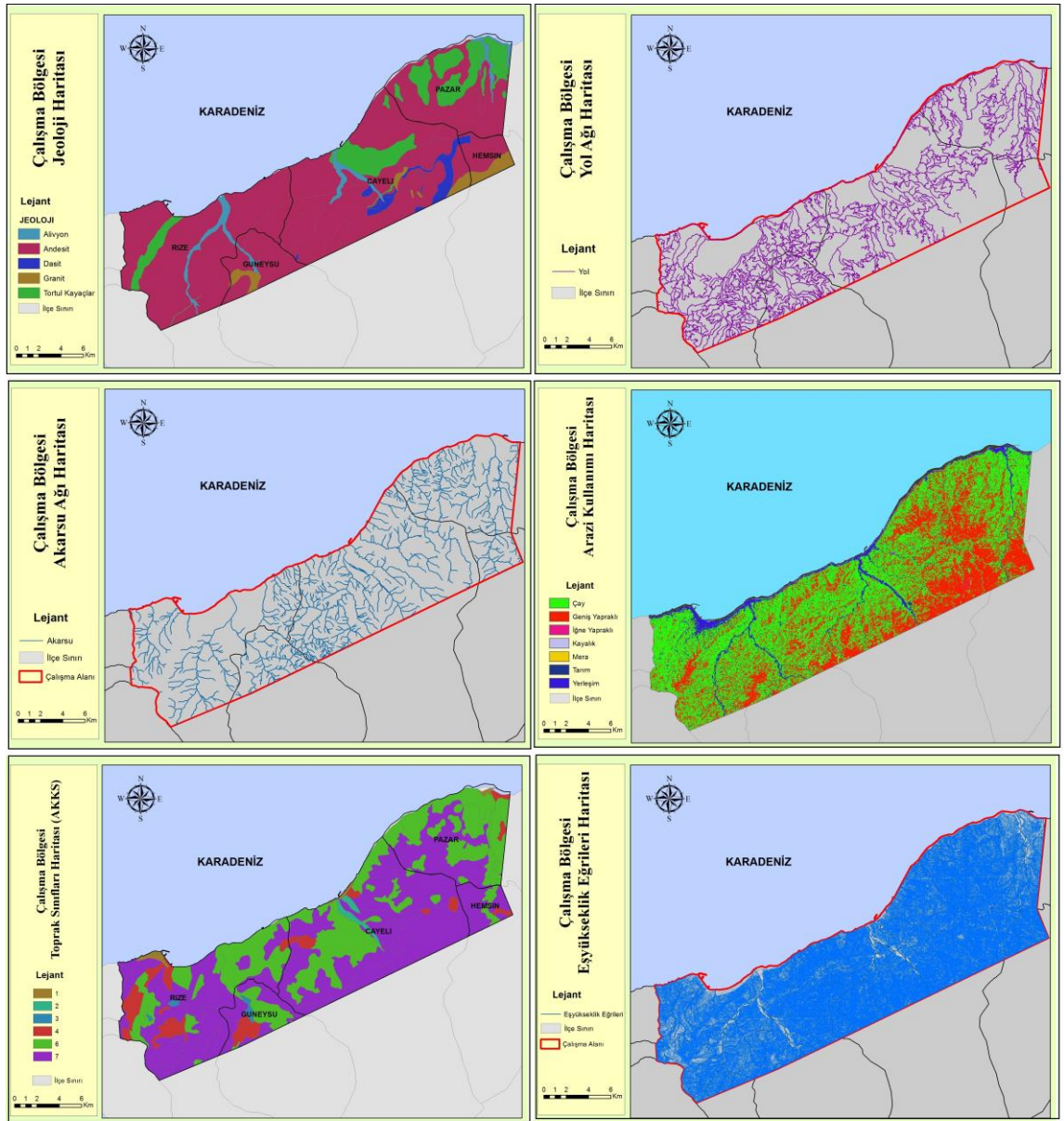
Heyelanların envanter bilgilerinin elde edilmesi için kullanılan bir diğer yöntem ise hava fotoğraflarından yararlanmaktır. Bu bağlamda çalışma bölgesinin 2013 yılına ait ortofotoları kullanılarak envanterlere yönelik konumsal bilgiler elde edilmiştir (Şekil 3.5.).

Heyelanların envanter bilgilerinin elde edilmesi için kullanılan bir diğer yöntem ise arazi çalışmalarıdır. Bu kapsamda çalışma bölgesinde arazi çalışması yapılarak raporlaması yapılmamış ve arşivlerde mevcut olmayan heyelanların ölçümleri yapılmıştır.



Şekil 3.5. Heyelan envanter verilerinin temini (A ve B: Raporlar, C: Hava fotoğrafı, D: Araziden)

Pilot bölge de yapılacak olan heyelan duyarlılık haritası için hazırlayıcı faktörler, Bölüm 3.3 'de belirtildiği gibi çalışma kapsamında oluşturulacak haritaların ölçeğine bağlı olarak yüksek derecede önemli olan Yükseklik, Eğim, Bakı, Litoloji, Toprak, Yola Yakınlık, Akarsuya Yakınlık, ve Arazi Kullanımı seçilmiştir. Bu kapsamda seçilen faktörlere ait veriler (Eşyükseklik Eğrileri, Litoloji, Yol Ağı, Akarsu Ağı ve Arazi Kullanımı) bölgede daha önce yapılmış çalışmalardan (TUBİTAK, 2009) elde edilmiştir (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. Heyelan duyarlılık haritası için toplanan veriler (TUBİTAK, 2009)

Çalışma bölgesinin yükseklik faktörü için bölgeye ait Sayısal Yükseklik Modelinin (SAM) oluşturulması gerekmektedir. Çalışmada SAM, 1/25000 ölçekli sayısal HGK-STH paftalarının sayısallaştırılması sonucu elde edilen eşyükseklik eğrilerinden oluşturulmuştur. ArcGIS yazılımı kullanılarak eşyükseklik eğrilerinden SAM, ArcGIS yazılımının TIN (Triangulated Irregular Network) veri yapısında oluşturulmuştur (Şekil 3.7.).

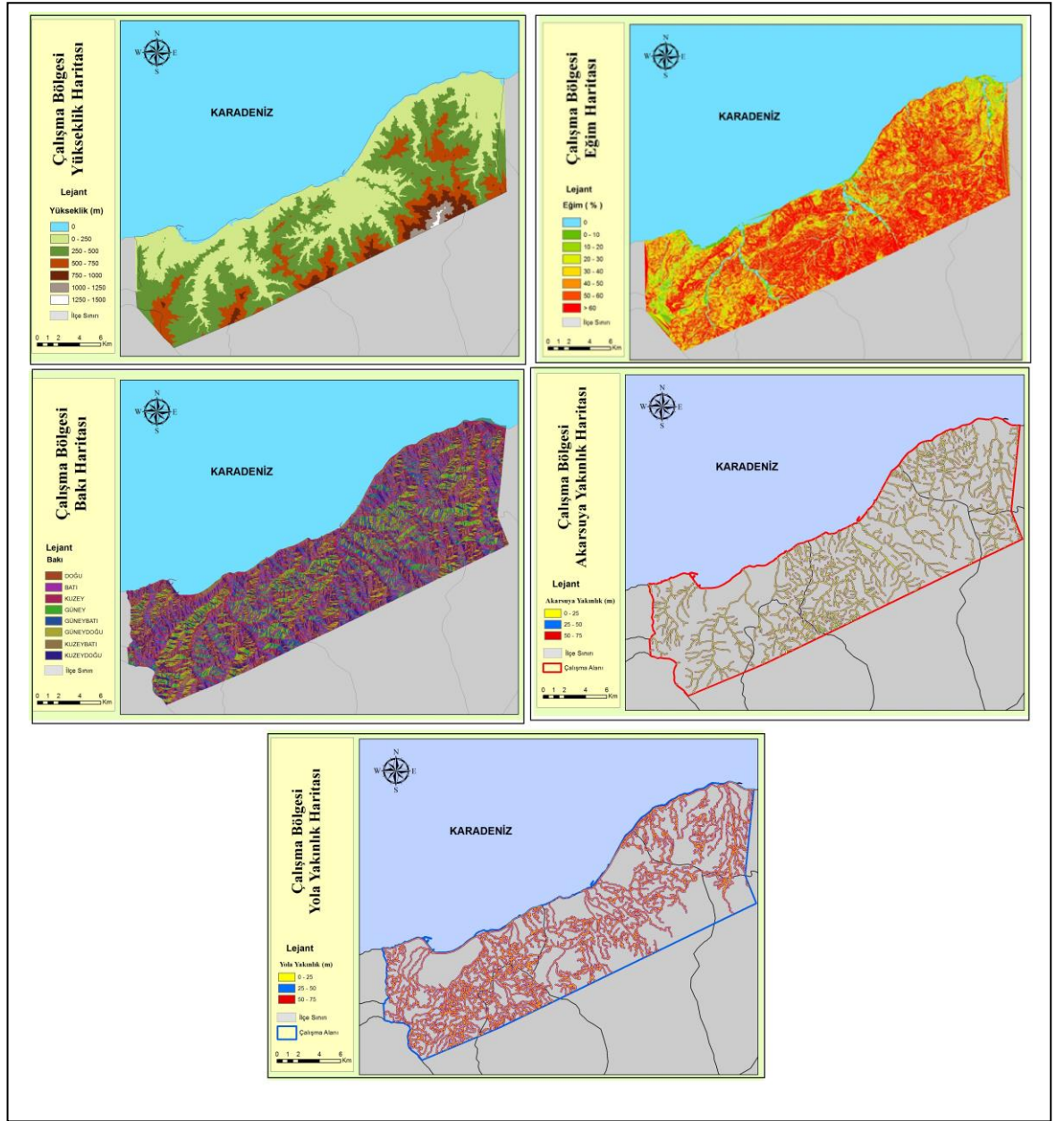
Eğim haritası, SAM kullanılarak ArcGIS yazılımında üretilmiştir (Şekil 3.7.). TIN veri yapısında olan SAM'dan grid yapısında olacak eğim haritası üretmek için öncelikle uygun piksel boyutunun tanımlanması gerekmektedir. Piksel boyutu, çalışmanın amacına, hassasiyetine ve veri hacmine göre belirlenmesi gereken önemli bir değerdir.

Bu çalışmada ölçeğe bağlı olarak, piksel büyüklüğü 25 m alınmıştır. Eğim haritası, 6 gruba ayrılarak yüzde (%) cinsinden oluşturulmuştur. Bu gruplar (%); 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60 ve >60'dir.

Bakı haritası da SAM kullanarak elde edilmiştir (Şekil 3.7.). Bakı, arazi yüzeyinin yönünü gösterir ve herhangi bir noktadaki teğet düzleminin baktığı yön ile ifade edilir. Bakı, kuzeye doğru saat ibresi yönünde gidilerek ölçülür ve 0 ile 360 derece arasında pozitif değerler alır. Bakı haritası da eğim haritasında olduğu gibi 25 m piksel boyutunda üretilmiştir. Bakı bölgeleri düz (-1° - 0°), kuzey (337.5° - 360° , 0° - 22.5°), kuzeydoğu (22.5° - 67.5°), doğu (67.5° - 112.5°), güneydoğu (112.5° - 157.5°), güney (157.5° - 202.5°), güneybatı (202.5° - 247.5°), batı (247.5° - 292.5°) ve kuzeybatı (292.5° - 337.5°) olmak üzere 9 bakı yönüne göre sınıflandırılmıştır.

Yola yakınlık haritası yol ağı haritası kullanılarak, (Şekil 3.7.) yol ağına yakınlık analizi yapılarak 25 m piksel boyutunda raster formatta üretilmiştir. Yola yakınlık 0-25, 25-50, 50-75 m olarak belirlenmiştir.

Akarsu yakınlık haritası akarsu ağı haritası kullanılarak, (Şekil 3.7.) akarsu ağına yola yakınlık haritasında olduğu gibi yakınlık analizi yapılarak 25 m piksel boyutunda raster formatta üretilmiştir. Akarsuya yakınlık 0-25, 25-50, 50-75 m olarak belirlenmiştir.



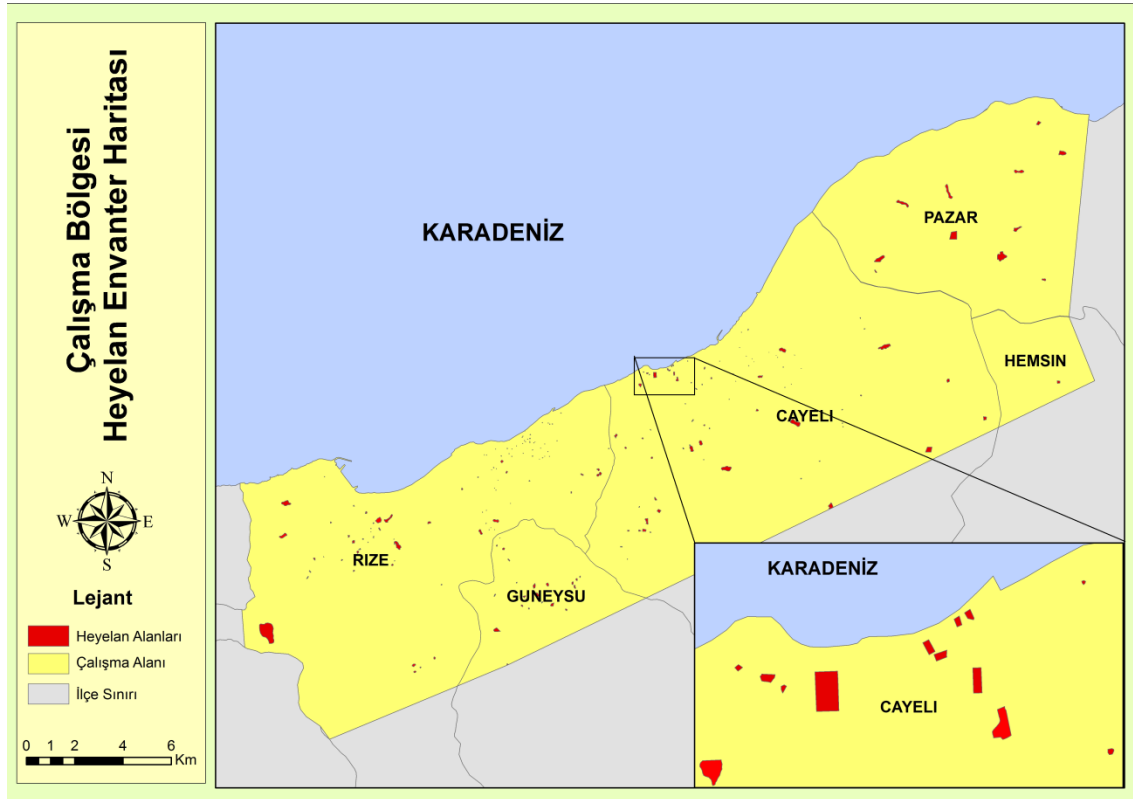
Şekil 3.7. Heyelan duyarlılık haritaları için üretilen veriler

3.3.3. Haritaların oluşturulması

3.3.3.1 Çalışma bölgesi heyelan envanter haritası

Heyelan duyarlılık, tehlike ve risk analizlerinin gerçekleştirilebilmesi için oluşturulması gereken ilk harita heyelan envanter haritasıdır. Çalışma bölgesine ait heyelan envanter bilgilerinin toplanması bölüm 3.3.2 de anlatılmıştır. Bu çalışma kapsamında bölgede yapılmış daha önceki çalışmalardan 61 adet (TUBİTAK, 2009), arşiv taramalarından 96 adet ve hava fotoğraflarından 84 adet olmak üzere toplam 241 adet heyelan envanteri

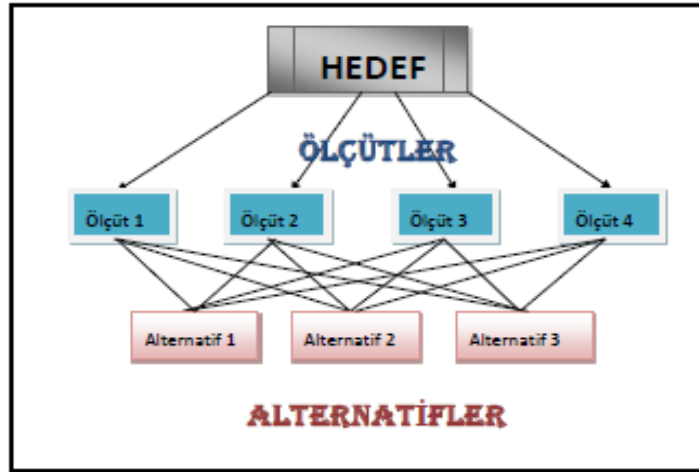
toplanmıştır. Çalışmalar sonucunda 2331,6 dönümlük bir alan heyelan alanı envanter kaydı olarak belirlenmiştir. Bu heyelanlar veri tabanına girilerek alansal dağılımlarının gösterildiği heyelan envanter haritası oluşturulmuştur (Şekil 3.8.)



Şekil 3.8. Çalışma bölgesi heyelan envanter haritası

3.3.3.2 Çalışma bölgesi heyelan duyarlılık haritası

Bu çalışmada, heyelan duyarlılık haritaları için en çok kullanılan karar çözümlemeleri yöntemlerinden birisi olan Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) kullanılmıştır. ÇÖKDS adımlarını hiyerarşik adımlar halinde düzenleyen ve 1970'lerde Thomas Saaty tarafından geliştirilmiş olan AHY'nin, belirlilik ya da belirsizlik altında çok sayıda alternatif arasından seçim yaparken, çok sayıda karar vericinin bulunduğu, çok kriterli, çok amaçlı bir karar verme durumunda kullanılır. AHY her sorun için amaç, kriter, olası alt kriter seviyeleri ve seçeneklerden oluşan hiyerarşik bir model kullanır (Kuruüzüm, 2001) (Şekil 3.9.).



Şekil 3.9. AHY modeli (Kuruüzüm, 2001)

AHY'nin en önemli özelliği karar vericinin hem objektif hem de sübjektif düşüncelerini karar sürecine dahil edebilmesidir. Bir diğer ifade ile AHY, bilginin, deneyimin, bireyin düşüncelerinin ve önsezilerinin mantıksal bir şekilde birleştirildiği bir yöntemdir. AHY çok geniş bir uygulama alanına sahiptir (Kuruüzüm, 2001) ve heyelan duyarlılık analizlerinde etkin olarak kullanılmaktadır.

Faktör ağırlıkları; SAATY (1990) tarafından geliştirilen ölçek yardımıyla belirlenir (Çizelge 3.7.). Bu ölçek 1'den 9'a kadar olan değerlerin anlamlarını göstermektedir. Bu ölçekte yer alan değerler, öğeler arasındaki ilişkilerin yoğunluğunu belirtmektedir.

Çizelge 3.7. AHY tercihleri için ikili karşılaştırma ölçeği

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Her iki faktörün eşit öneme sahip olması durumu
3	1. Faktörün 2. faktörden daha önemli olması durumu
5	1. Faktörün 2. faktörden çok önemli olması durumu
7	1. Faktörün 2. faktöre nazaran çok güçlü bir öneme sahip olması durumu
9	1. Faktörün 2. faktöre nazaran mutlak üstün bir öneme sahip olması durumu
2,4,6,8	Ara değerler

AHY'de bütün karar verme sürecinin ve hiyerarşisinin duyarlılık analizi de yapılabilmekte ve tutarlılık oranı hesaplanabilmektedir. Bu oran bütün karar verme sürecinin tutarlılık ölçüsünü de verir. Bu orana bakarak hiyerarşinin geçerliliği hakkında bilgi edinmek mümkündür. AHY'nin sağladığı en önemli yararlardan birisi, bu yöntemin ikili karşılaştırmaların tutarlılık derecesini ölçebilmesidir. Tutarlılık Oranı

(consistency ratio) (TO) adı verilen bu ölçü, ikili karşılaştırmalardaki yanlış değerlendirmelerin tespit edebilmesine imkan verir. 0.10 değeri TO için kabul edilebilir üst sınır değeridir. TO 0.10'dan büyükse karar vericinin karşılaştırmalarını tekrar gözden geçirmesi gerekmektedir (Yalçın vd., 2011).

Çalışma bölgesine ait heyelan duyarlılık haritasının oluşturulabilmesi için faktörlere ait ağırlıkların belirlenmesi gerekmektedir. Ağırlıkların belirlenmesi için AHY kapsamında ikili karşılaştırma yöntemi kullanılmıştır. Literatür taramaları ile daha önce bu bölgede yapılmış çalışmalar dikkate alınarak (Yalçın vd., 2011) ve uzman görüşleri çerçevesinde elde edilen ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur (Çizelge 3.8.).

Çizelge 3.8. Veri katmanları karşılaştırma matrisleri

	A	B	C	D	E	F	G	H
(A) Litoloji	1							
(B) Eğim	2	1						
(C) Yükseklik	1/2	1/4	1					
(D) Arazi Örtüsü	1	1/2	3	1				
(E) Bakı	1/2	1/3	2	2	1			
(F) Akarsuya Yakınlık	1/5	1/7	1/3	1/4	1/4	1		
(G) Yola Yakınlık	1/7	1/8	1/4	1/5	1/5	1/2	1	
(H) Toprak	1/3	1/5	1/5	1/3	2	1	2	1

Faktörler arası yapılan ikili karşılaştırmaların ve ağırlıkların tutarlı olup olmadığının anlaşılabilmesi için tutarlılık analizi yapılmış ve hesaplamalar sonucu; Tutarlılık vektörü ortalaması (TVO) = 8.7292, Tutarlılık indeksi (Tİ) = 0.1042, Tutarlılık oranı (TO) = 0.074 olarak hesaplanmıştır. Tutarlılık oranı 0.10'dan küçük olduğu için yapılan karşılaştırmaların tutarlı olduğu anlaşılmıştır. Hesapların yapılabilmesi için MS Excel programı kullanılmıştır. Buna göre hesaplanan ağırlıklar Çizelge 3.9.'da verilmektedir.

Çizelge 3.9. Veri katmanları faktör ağırlıkları

(A) Litoloji	0.177
(B) Eğim	0.296
(C) Yükseklik	0.107
(D) Arazi Örtüsü	0.154
(E) Bakı	0.134
(F) Akarsuya Yakınlık	0.037
(G) Yola Yakınlık	0.026
(H) Toprak	0.069

Heyelan duyarlılık çalışmalarında, 181 adet farklı heyelan alanlarının özellikleri analize dahil edilmiş ve geri kalan 60 farklı heyelan alanı doğruluk analizinde kullanılmak üzere ayrı tutulmuştur. Buradan üretilen heyelan envanter haritası verilerine dayanarak her bir katmanın ve bunlara ait alt parametrelerin ağırlıkları ve tutarlılık oranları bulunmuştur (Çizelge 3.10.).

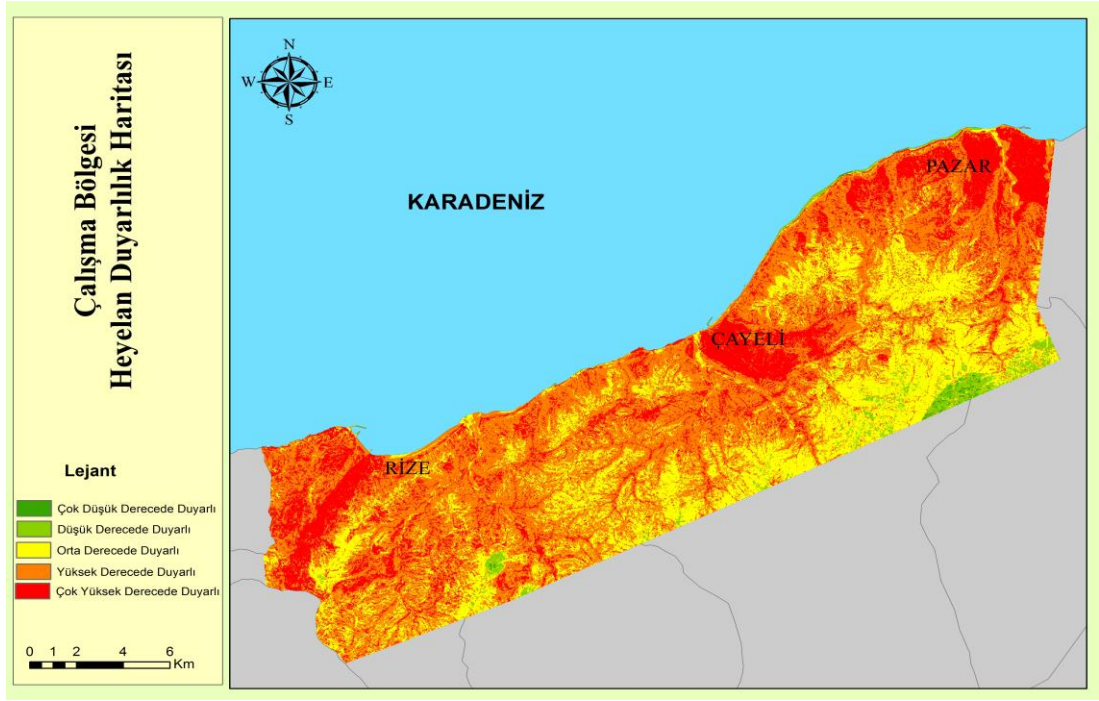
Çizelge 3.10. Veri katmanları ve alt gruplarının karşılaştırma matrisi, alt grupları ve tutarlılık oranları

Katmanlar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ağırlıklar
Eğim (%)											
(1) 0-10	1										0.070
(2) 10-20	7	1									0.382
(3) 20-30	7	1/2	1								0.280
(4) 30-40	2	1/4	1/3	1							0.118
(5) 40-50	1	1/5	1/4	1/2	1						0.075
(6) 50-60	1/3	1/7	1/6	1/3	1/2	1					0.044
(7) > 60	1/2	1/8	1/7	1/4	1/3	1/2	1				0.032
Tutarlılık oranı: 0.031											
Litoloji											
(1) Alv	1										0.081
(2) Gr	1/5	1									0.031
(3) An	3	7	1								0.190
(4) Da	5	7	2	1							0.256
(5) Kn	7	9	2	3	1						0.441
Tutarlılık oranı: 0.062											
Toprak (AKKS)											
1. Sınıf	1										0.027
2. Sınıf	9	1									0.345
3. Sınıf	7	1/3	1								0.167
4. Sınıf	7	1	2	1							0.311
6. Sınıf	5	1/5	1/2	1/5	1						0.094
7. Sınıf	5	1/7	1/5	1/7	1/3	1					0.057
Akarsuya yakınlık (m)											
(1) 0-25	1										0.429
(2) 25-50	1	1									0.429
(3) 50-75	1/3	1/3	1								0.143
Tutarlılık oranı: 0.000											
Yola yakınlık (m)											
(1) 0-25	1										0.429
(2) 25-50	1	1									0.429
(3) 50-75	1/3	1/3	1								0.143
Tutarlılık oranı: 0.000											
Yükseklik (m)											
(1) 0-250	1										0.488
(2) 250-500	1/3	1									0.241
(3) 500-750	1/4	1/2	1								0.166
(4) 750-1000	1/7	1/5	1/4	1							0.072
(5) >1000	1/9	1/7	1/6	1/4	1						0.033
Tutarlılık oranı: 0.066											

Çizelge 3.10. Veri katmanları ve alt gruplarının karşılaştırma matrisi, alt grupları ve tutarlılık oranları (Devam)

Arazi örtüsü										
(1) Çay	1								0.256	
(2) Geniş yaprak	1/3	1							0.132	
(3) İğne yaprak	1/6	1/4	1						0.071	
(4) Kayalık	1/8	1/7	1/5	1					0.021	
(5) Mera	1/6	1/4	1/2	4	1				0.045	
(6) Fındık	3	5	7	9	8	1			0.412	
(7) Yerleşim	1/7	1/2	1/2	5	2	1/7	1		0.063	
Tutarlılık oranı: 0.078										
Bakı										
(1) Düz	1								0.140	
(2) Kuzey	1	1							0.129	
(3)										
Kuzeydoğu	1/2	1/2	1						0.064	
(4) Batı	1/2	1/2	1	1					0.071	
(5)										
Güneydoğu	1	1	2	2	1				0.127	
(6) Güney	1/2	1	1	1/2	1/2	1			0.067	
(7) Güneybatı	1	1/2	2	2	1	2	1		0.120	
(8) Batı	1	1	2	2	1	2	3	1	0.145	
(9) Kuzeybatı	1/2	1	2	2	1	2	3	1	1	0.137
Tutarlılık oranı: 0.051										

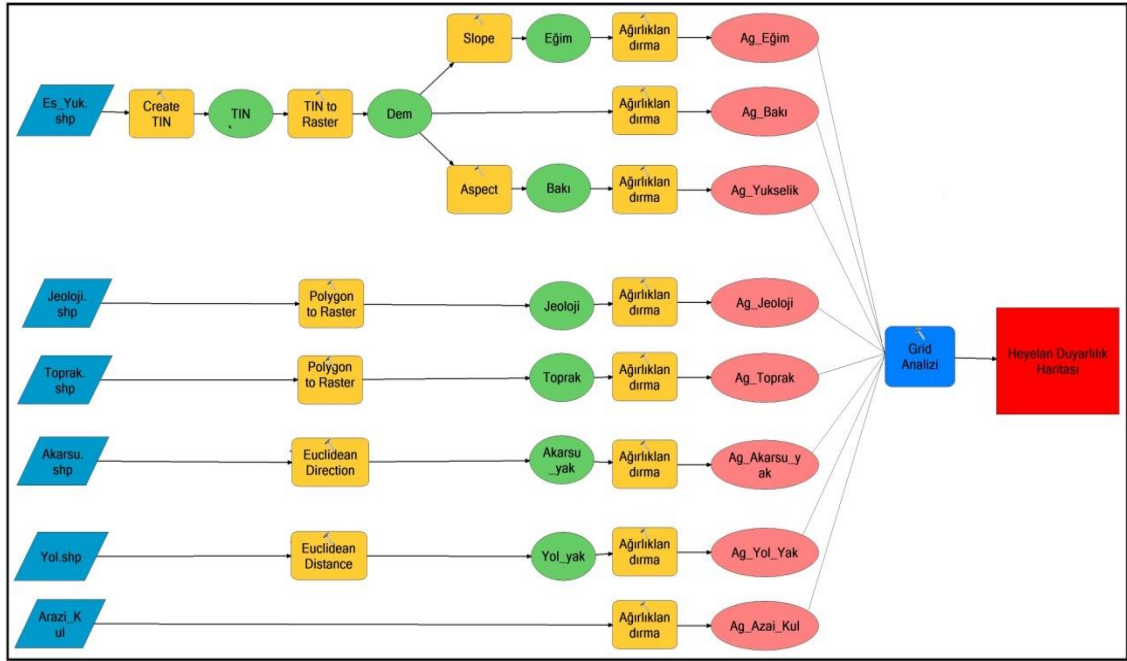
Analizler sonucunda, eğim, jeoloji, bakı ve arazi örtüsü katmanlarının yükseklik, akarsuya yakınlık, yola yakınlık ve toprak parametrelerine göre heyelan duyarlılığında daha fazla etkili oldukları tespit edilmiştir. Bu değerlendirmelerle birlikte AHY metoduna göre heyelan duyarlılık haritası üretilmiştir (Şekil 3.10.).



Şekil 3.10. Çalışma bölgesi heyelan duyarlılık haritası

Doğruluk analizi için ayrılan 60 adet heyelan envanteri ile oluşturulan heyelan duyarlılık haritası test edilmiş ve %86.24 oranında doğruluğu hesaplanmıştır. Elde edilen bu haritaya göre, çalışma bölgesinin %3.15'i çok düşük derecede duyarlı, %8.89'u düşük derecede duyarlı, %29.28'i orta derecede duyarlı, %39.05'i yüksek derecede duyarlı ve %19.63'ü ise çok yüksek derecede duyarlı olarak bulunmuştur.

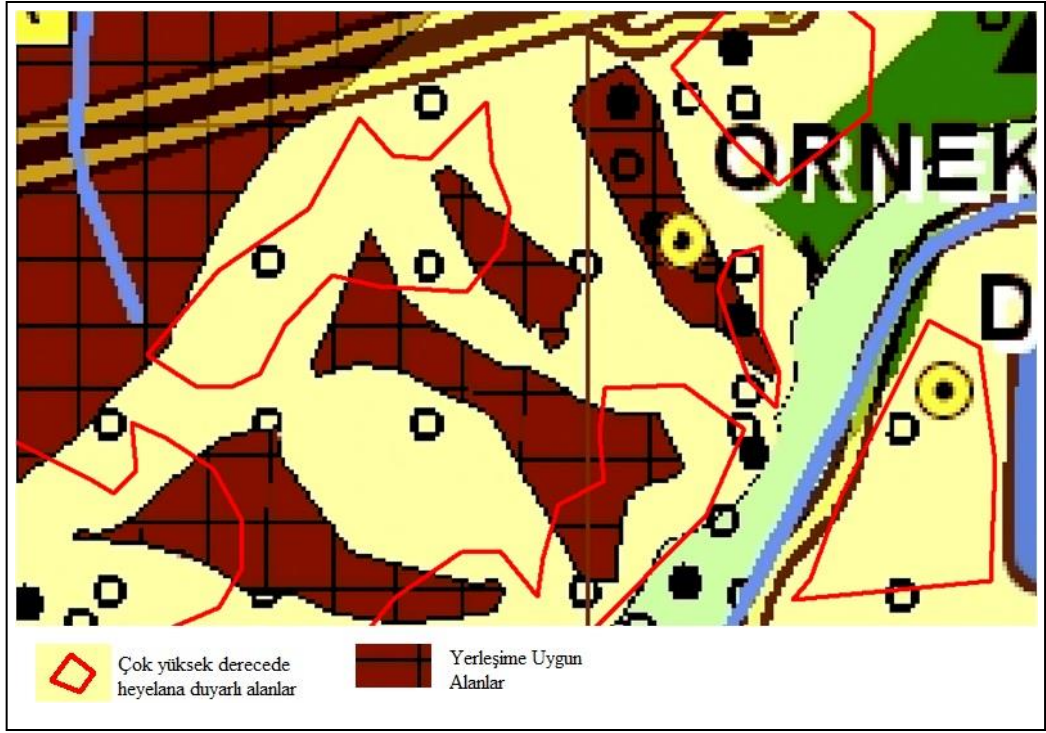
THYCVM kapsamında öncelikle pilot bölge tanımlanmış bölgeye ait veriler toplanarak heyelanı etkileyen faktörler belirlenmiş, farklı kaynaklardan elde edilen verilerin gerekli topolojik düzeltmeleri yapıldıktan sonra tüm faktörlerin birlikte analiz yapılabilmesi için raster veri formatına dönüştürülmüş, faktör ve faktör alt sınıflarının ağırlıkları belirlenmiş ve grid analizi işlemleri ile (Şekil 3.11.) heyelan duyarlılık haritası oluşturulmuştur.



Şekil 3.11. Heyelan duyarlılık haritası işlem modeli

3.3.3.3 Heyelan duyarlılık haritasının ÇDP ile karşılaştırılması

Oluşturulan heyelan duyarlılık haritası, Bölüm 3.2 de heyelan haritalarının plan altlıklarında kullanımı için tasarlanan modele göre Çevre Düzeni Planlarına altlık olarak kullanılması gerekmektedir. Bu kapsamda çalışma bölgesini kapsayan Çevre Düzeni Planı ile oluşturulan heyelan duyarlılık haritası karşılaştırılmıştır. Heyelan duyarlılık haritasına göre çok yüksek derecede heyelana duyarlı alanların bazı bölgelerde Çevre Düzeni Planına göre yerleşime uygun alanlara isabet ettiği görülmüştür (Şekil 3.12.).



Şekil 3.12. Heyelan duyarlılık haritası ve ÇDP karşılaştırması

Yapılan sorgulamalar sonucunda Çevre Düzeni Planına göre yerleşime uygun olan alanların % 41.10'u heyelan açısından çok yüksek derecede duyarlı bölgeler olduğu görülmüştür. İmar planları gibi alt ölçekli planların da Çevre Düzeni Planlarına uygun olarak yapılacağı düşünüldüğünde oluşturulacak olan heyelan duyarlılık haritalarının planlamalarda göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Çevre Düzeni Planları yapılmamış olan bölgelerde duyarlılık haritalarının doğrudan plan sürecine katılması gerekmektedir. Bu planların yapılmış olduğu bölgelerde ise duyarlılık haritalarına göre plan tadilatının yapılması gerektiği düşünülmektedir. Aksi takdirde heyelana çok yüksek derecede duyarlı alanlar Nazım İmar Planlarına doğrudan geçecek ve bu alanlar göz önünde bulundurulmadan planlama çalışmaları yapılmış olacaktır.

3.3.3.4 Çalışma bölgesi heyelan tehlike haritası

Heyelan tehlike haritasının oluşturulabilmesi için Guzzetti vd. (2005) tanımına göre mekansal olabilirlik, alansal olabilirlik ve zamansal olabilirlik değerlerinin hesaplanması gerekmektedir. Şimdiye kadarki yapılan analizler ile heyelan olma olasılığını gösteren ve mekansal olabilirliği temsil eden heyelan duyarlılık haritası üretilmiştir. Ancak bu haritaların risk yönetiminde kullanılabilmesi için alansal ve zamansal olasılıkların bu haritalara dahil edilmesi gerekmektedir.

Alansal olabilirlik parametresi heyelanların veya kendiliğinden meydana gelen doğa olaylarının hangi büyüklükte olacağını tahmin etme amacı ile büyüklük – frekans dağılımları Power-Law dağılımı ile ilişkilendirilerek bulunabilmektedir. Malamud vd. (2004) Power-Law dağılımını kullanarak olaylar arasındaki büyüklük – frekans ilişkilerinden elde ettiği değeri, en az 1 olayın olma olasılığını basit olasılık kullanarak hesaplamış ve bulmuş olduğu bu iki değeri çarparak belirlenen bir büyüklükteki heyelanın (olayın) olma olasılığını ortaya koymuştur (Eşitlik 3.1.).

$$(PA) = \frac{1}{SH} \frac{\delta SH}{\delta AH} \quad (3.1.)$$

Buradaki SH envanter veri tabanında tanımlanmış olan tüm heyelanların sayısını belirtmektedir. δSH envanter veri tabanındaki alanı P_A ve üzeri olan heyelanların sayısını, δAH bu heyelanların toplan alanını belirtmektedir. Malamud vd. (2004), Eşitlik 3.1.'deki formülü 300 adet olasılık yoğunluk fonksiyonu ile test etmiş ve Eşitlik 3.2.'de verilen 3 parametrelili ters gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun %96 oranında uyum gösterdiğini belirtmiştir. Malamud vd. (2004), 3 parametrelili ters gama dağılımını farklı bölgelerde gelişen farklı tipteki heyelan olayları ile ilişkilendirerek, dağılımın heyelan olayları için yapılan büyüklük–frekans dağılımları ile iyi uyumlu olduğunu belirtmişlerdir.

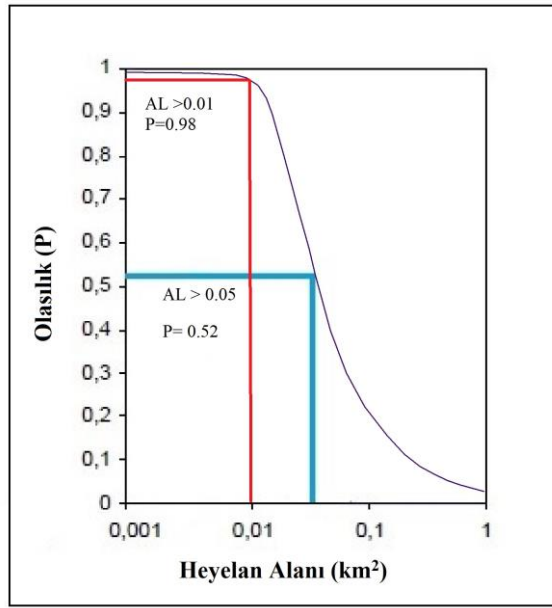
$$P(A; \rho, \alpha, s) = \frac{1}{\alpha \Gamma(\rho)} \left(\frac{\alpha}{A-s} \right)^{\rho+1} \exp \left(-\frac{\alpha}{A-s} \right) \quad (3.2.)$$

Guzzetti vd. (2005) önerilen üç parametrelili ters gamma fonksiyonunu İtalya'nın olası tehlike haritalarının üretiminde kullanarak heyelanların alansal olabilirlik değerlerinin hesaplanabileceğini belirtmiştir. Heyelan olayının hangi büyüklükte olacağı dağılımın integrali alınarak (Eşitlik 3.3.), belirli bir büyüklükteki heyelanın oluşma olasılığı bulunabilmektedir.

$$P(A) = \int_{\alpha}^x \rho(A; \rho, \alpha, s) dA = \int_{\alpha}^x \frac{1}{\alpha \Gamma(\rho)} \left(\frac{\alpha}{A-s} \right)^{\rho+1} \exp \left(-\frac{\alpha}{A-s} \right) dA \quad (3.3.)$$

Çalışma alanı içerisinde yer alan heyelan envanterleri kullanılarak Eşitlik 3.1. de belirtilen formül yardımı ile çalışma bölgesindeki heyelanlar için olasılık yoğunluk değeri hesaplanmıştır. Elde edilen olasılık yoğunluk değerleri Eşitlik 3.2.'de verilen üç parametrelili ters gamma olasılık yoğunluk fonksiyonuna uyumlu hale getirilmiştir. Uygun gamma eğrisinin parametreleri çalışma alanı için $a = 0.054 \text{ km}^2$, $s = -3 \cdot 10^{-5}$, $p = 1.7$, $\Gamma(1.7) = 0.93451$ olarak bulunmuştur. Eşitlik 3.1. ile elde edilen olasılık

yoğunluk değerleri ile uygun gamma eğrisinden elde edilen olasılık yoğunluk değerleri karşılaştırılarak %97'lik bir oranda uyum gösterdiği bulunmuştur. Elde edilen uygun gamma eğrisinin parametreleri kullanılarak Eşitlik 3.3.'de verilen üç parametrelili ters gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun integrali alınarak çalışma alanında belirli bir büyüklükten daha büyük bir heyelanın oluşması için gerekli olan alansal olabilirlik değerleri hesaplanmıştır. 0.05 km² den büyük bir heyelanın gerçekleşme olasılığı 0.52 olarak, 0.01 km² den büyük bir heyelanın gerçekleşme olasılığı ise 0.98 olarak bulunmuştur (Şekil 3.13.).



Şekil 3.13. Heyelan alansal olabilirlik değeri

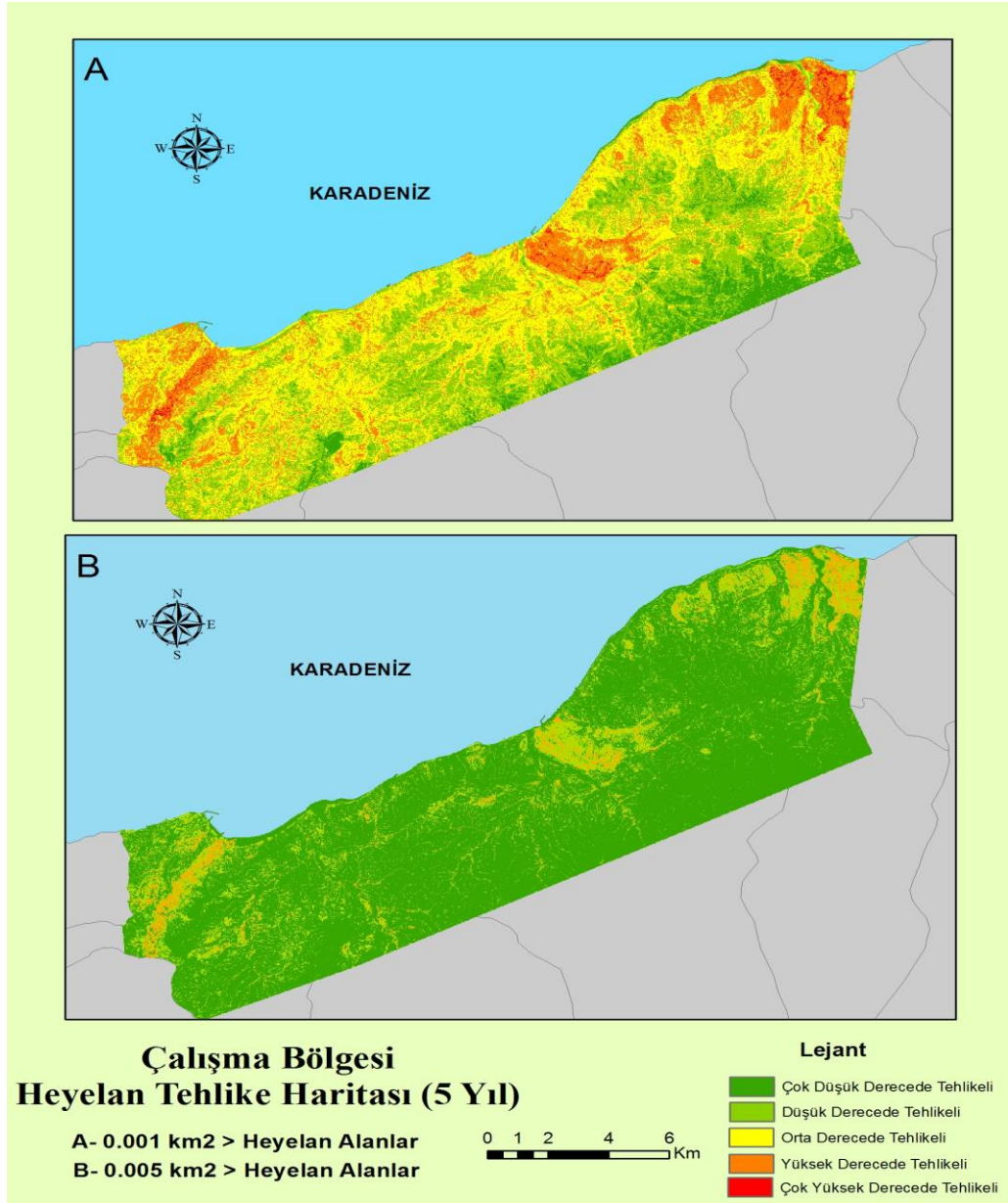
Zamansal olabilirlik (P_z), çalışmada heyelanlara yönelik envanterler de zamansal verilerin olmaması nedeniyle, yağış ve sismik veriler gibi heyelanı tetikleyici faktörlerin etkisinin zamansal olarak değişimi incelenemediğinden dolayı istatistiki olarak hesaplanamamıştır. Bu nedenle zamansal olabilirlik, çalışma bölgesinde heyelan olma olasılığının zamansal dağılımının eşit olduğu yani her yıl aynı derecede heyelan olma olasılığı olduğu düşünülerek beş yıllık periyotlar için aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır (Abella, 2008).

$$P_z = 1 - \left(1 - \frac{1}{R}\right)^N \quad (3.4.)$$

Eşitlikteki R farklı heyelanların tekrarlanma periyodunu ve N belirlenen yılı belirtmektedir. Bu eşitlikten 1/5 yıl tekrarlanma periyodundaki zamansal olasılık 0.672,

1/10 yıl tekrarlanma periyodundaki zamansal olasılık 0.410, 1/15 yıl tekrarlanma periyodundaki zamansal olasılık 0.292 olarak hesaplanmıştır.

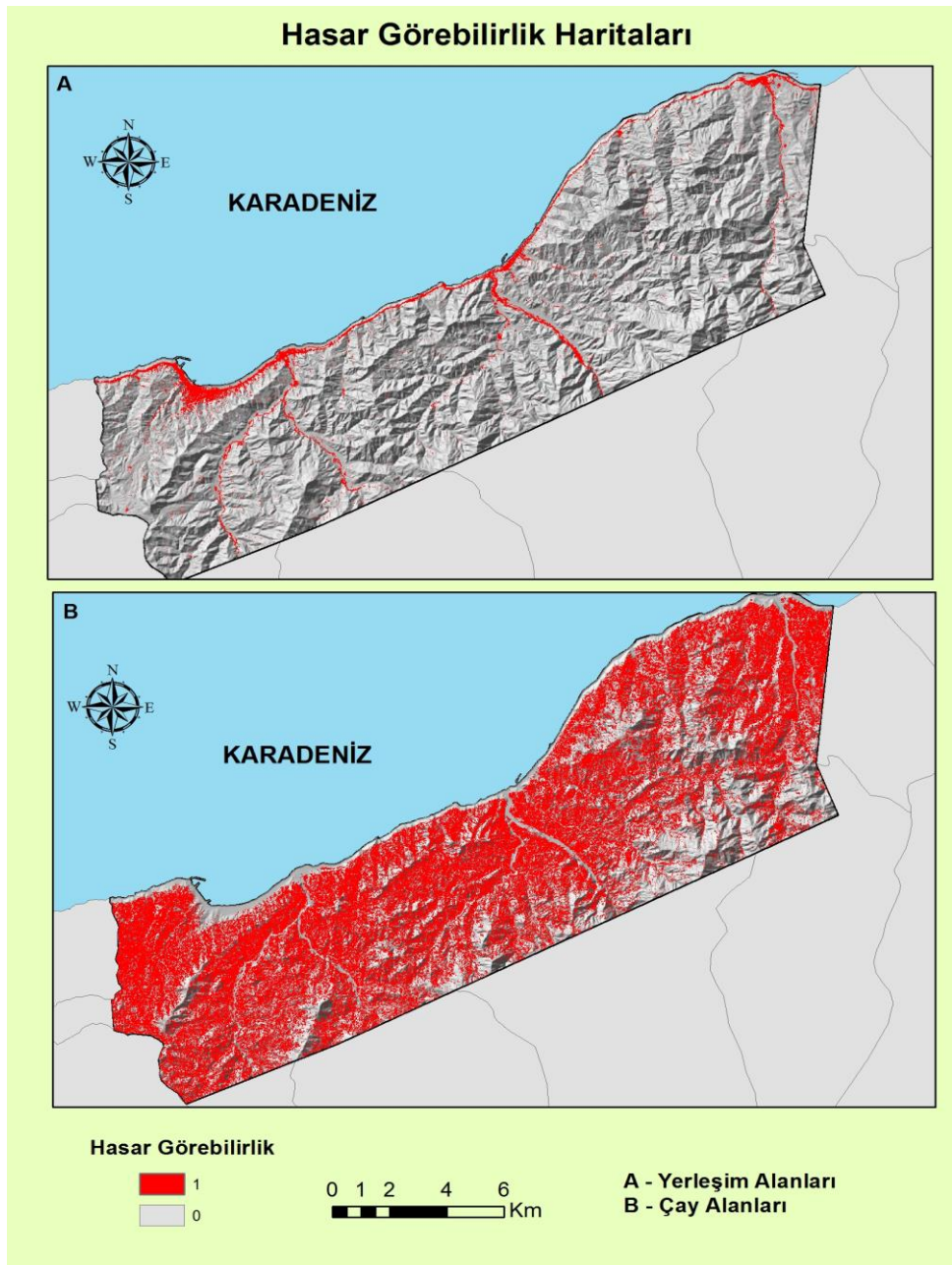
Sonuç olarak elde edilen parametreler Eşitlik 2.1. (Guzzetti vd., 2005) göz önünde bulundurularak 5 yıllık zaman içerisinde farklı büyüklüklerde (0.001 ve 0.005 km²) heyelanların oluşma olasılıklarına göre heyelan olaylarının mekansal, zamansal ve alansal olabilirliğini bir arada gösteren heyelan olası tehlike haritaları üretilmiştir (Şekil 3.14.).



Şekil 3.14. Çalışma bölgesi heyelan tehlike haritası

3.3.3.5 Çalışma bölgesi heyelan risk haritası

Heyelan risk haritasının oluşturulabilmesi için risk altındaki elemanların tespit edilmesi gerekmektedir. Risk altındaki elemanların belirlenmesi için uydu görüntülerinin sınıflandırılması ile üretilmiş Arazi kullanım haritası kullanılmıştır (TUBİTAK, 2009). Çalışmada uydu görüntüsü sınıflandırması sonucunda elde edilen yerleşim ve çay alanları risk altındaki elemanlar olarak belirlenmiş ve bu alanlar için hasar görebilirlik haritası oluşturulmuştur (Şekil 3.15.). Hasar görebilirlik değerleri 0 ve 1 değerleri almaktadır.

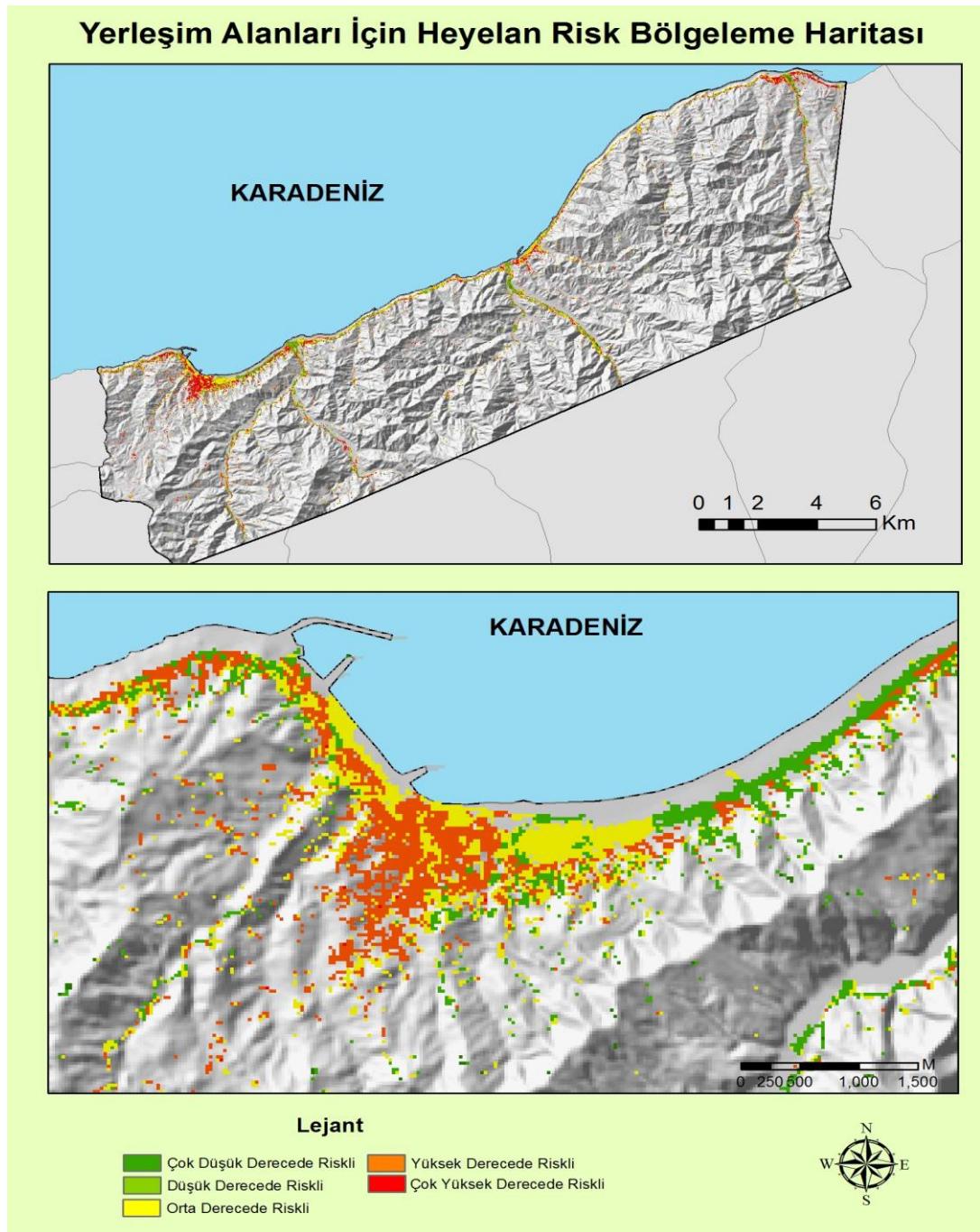


Şekil 3.15. Çalışma bölgesi hasar görebilirlik haritası

Heyelan risk değerinin hesabı Varnes' in (1984) tanımına uygun olarak geliştirilen ve spesifik heyelan risk değerin bulunması olarak tanımlanan aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır (Guzzetti vd. 2009).

$$Rs = T \times H \quad (3.5.)$$

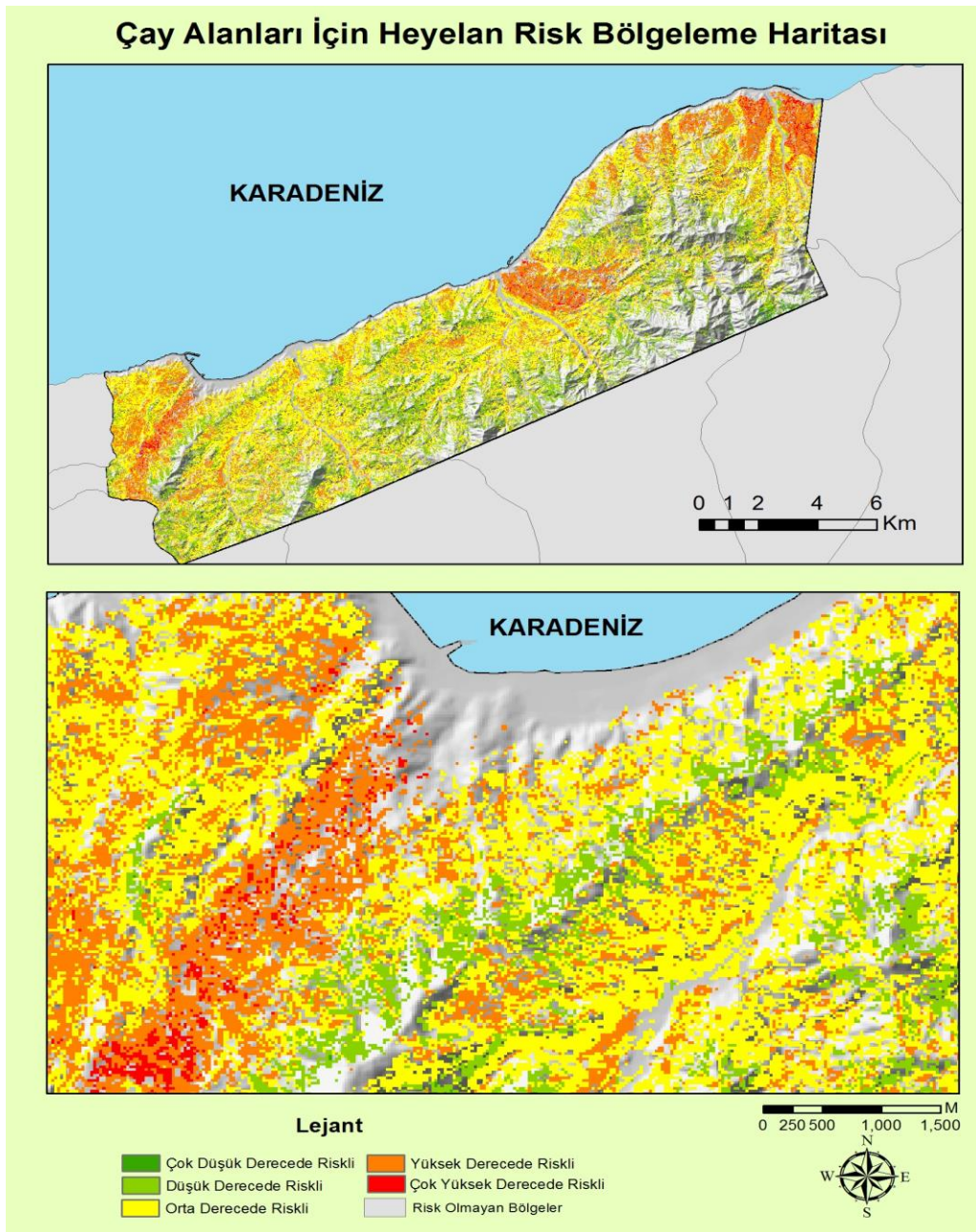
Yapılan hesaplamalar ile çalışma bölgesine ait yerleşim alanları için 5 yıllık zaman içerisinde 0.001 km^2 den büyük heyelanların oluşma olasılıklarına göre heyelan risk haritası oluşturulmuştur (Şekil 3.16.).



Şekil 3.16. Çalışma bölgesi yerleşim alanları için heyelan risk haritası

Yapılan analizler sonucunda çalışma bölgesindeki yerleşim yerlerinin %2.09'u çok düşük derecede riskli, %29.53'ü düşük derecede riskli, %33.05'i orta derecede riskli, %21.87'si yüksek derecede riskli ve %0.30'u ise çok yüksek derecede riskli olarak bulunmuştur. Ayrıca çalışma bölgesindeki yerleşim yerlerinin %13.16'sı risksiz olarak bulunmuştur.

Ayrıca yapılan hesaplamalar ile çalışma alanına ait çay alanları için 5 yıllık zaman içerisinde 0.001 km^2 den büyük heyelanların oluşma olasılıklarına göre heyelan risk haritası oluşturulmuştur (Şekil 3.17.).



Şekil 3.17. Çalışma bölgesi çay alanları için heyelan risk haritası

Yapılan analizler sonucunda çalışma bölgesindeki çay alanlarının %0.92'si çok düşük derecede riskli, %18.03'ü düşük derecede riskli, %46.32'si orta derecede riskli, %23.01'i yüksek derecede riskli ve %2.49'u ise çok yüksek derecede riskli olarak bulunmuştur.

4. SONUÇLAR

Afet zararların önüne geçilebilmesi için yapılacak çalışmaların en önemlisi afetler olmadan önce alınacak tedbirler ile birlikte zararları en aza indirmektir. Dolayısı ile afetlere ait duyarlılık tehlike ve risk haritalarının üretilmesi ve kentsel kırsal alanlara yönelik yapılacak planlama çalışmalarında kullanılması gerekmektedir. Haritaların üretimi için kullanılacak veri ve faktörlerin, bu verilere ait standartların ve planlama çalışmalarında kullanılabilmesi için modellerin belirlenmesi ve geliştirilmesi gerekmektedir.

Yapılan çalışmada doğal afet türlerinden heyelan seçilmiştir. Heyelan haritalarına yönelik uluslararası standartlar ve yapılmış çalışmalar irdelenerek ülkemizdeki mevcut durum ile karşılaştırılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda heyelan haritalarının yapımında, bu haritaların üretimi aşamasında kullanılacak verilere yönelik kurumsal anlamda standartların konulmadığı ayrıca envanter kayıtlarının sistematik bir şekilde toplanmadığı gözlemlenmiştir. Bu kapsamda özellikle planlama çalışmalarında kullanılması gerektiği düşünülen afet haritaları için bir coğrafi veri modelinin geliştirilmesi gerektiği görülmüştür. Bu tez çalışmasında yapılan tasarım ve çalışma alanı üzerindeki uygulamaların, heyelan haritaları için bir model olması amaçlanmıştır.

HHCVM ile birlikte farklı ölçeklerde heyelan haritalarının üretiminde kullanılacak veriler belirlenerek bu verilerin hangi yöntemler ile üretileceği ve hangi kurum yada kuruluş tarafından gerekli verilerin üretildiği saptanmıştır. Çalışma neticesinde birçok kurumun farklı standartlarda aynı veriyi üretip kullandıkları gözlemlenmiştir. Ayrıca kurumlar arasında bir yetki karmaşasının olduğu belirlenmiştir. Kurum ve kuruluşlar arasındaki yetki dağılımını ve kaynak kullanımını düzenleyen çok sayıda yasa ve yönetmelik bulunmaktadır. Bu yasa ve yönetmelikler arasında bir bütünlüğün tam anlamı ile olmaması bu karmaşayı oluşturan başlıca sebeplerdendir. Yapılan mevzuat incelemeleri sonrasında, bu haritaları üretmekle sorumlu kurum AFAD olduğu ortaya çıkmıştır. Bu haritaların üretiminde kullanılacak verilerin farklı kurumlardan elde ederek AFAD'a servis edilmesi gerektiği düşünülmüştür. Yapılan incelemeler sonucunda Çevre ve Şehircilik Bakanlığı bünyesinde bulunan CBS Genel Müdürlüğü'nün bu durumda en uygun kurum olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Ayrıca haritaların üst ölçekli planlamalarda altlık olarak kullanılmasını sağlamak ve alt ölçekli planlamalarda kullanıldığını denetlemekle yükümlü kurum olarak Mekansal Planlama Genel Müdürlüğü olarak belirlenmiştir. Yetkili kurumların üretiminde ve etkin bir

şekilde kullanılabilmesi için bu kurumlar arasındaki yetki karmaşasının ortadan kalkması gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca farklı kurumlar tarafından, farklı standartlarda üretilen verilerin haritaların yapım aşamasında ölçek problemleri gibi problemler ile karşılaşılabilceği saptanmıştır. Yapılan inceleme sonucunda standartlaşma çalışmalarının kurumların kendi bünyesinde yaptığı ve dolayısı ile farklı kurumlardan alınan verilerin uyumsuzluğu gibi problemlerin varlığı saptanmıştır. Bu kapsamda ülke genelinde veri üretim standartlarının geliştirilmesi gerekmektedir.

Çalışmanın bir diğer aşamasında üretilmesi gerekli olan afet haritalarının etkin bir şekilde kullanılabilmesi için özellikle planlama aşamalarında kullanılması çok önemli olduğu ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda yapılan çalışmalar sonucunda planlama modeli geliştirilmiştir. Üretilcek heyelan haritalarının üst ölçekli planlamalarda kullanılmasının, alt ölçekteki planları bağlayıcılığından dolayı çok önemlidir. Böylelikle alt ölçekli planlama çalışmalarında üst ölçekteki planlarda riskli olarak belirtilen bölgeler için ekstra bir çalışmaya gerek kalmayacaktır.

Oluşturulan modeli test etmek amacı ile ülkemizde heyelanların sıklıkla görüldüğü RİZE ili içerisinde bir bölge seçilmiştir. Çalışmada CBS'deki işlem aşamaları için ArcGIS 10.0 yazılımı ve ikili karşılaştırma yöntemindeki hesaplamalar ve tabloların hazırlanmasında Ms Excell yazılımı kullanılmıştır. Seçilen bölge içerisinde Heyelan Envanter, Duyarlılık, Tehlike ve Risk haritaları oluşturulmuştur. Heyelan envanter verileri toplama aşamasında görülmüştür ki heyelanlara ait envanter kayıtları etkin bir şekilde tutulmamaktadır. Özellikle heyelan haritalarının oluşturulması için gerekli daha önceki heyelanlara ait konumsal bilgilerin tam olarak toplanmadığı saptanmıştır. Bu konuda AFAD yetkililerin heyelan alanları ile ilgili raporlama çalışmalar esnasında konumsal verilerin de dikkatli bir şekilde toplanmaları gerekmektedir. Çalışma bölgesinde heyelan haritaları için ölçek 1:50000 olarak seçilmiştir. Bu kapsamda modelde belirtilen veri faktörler temin edilerek AHP yöntemi ile heyelan duyarlılık haritası oluşturulmuştur. Oluşturulan duyarlılık haritası mevcut Çevre Düzeni Planı ile karşılaştırılmış ve heyelan açısından çok duyarlı alanların yerleşime uygun olarak belirtildiği saptanmış ve afet haritalarının planlama aşamasında kullanılması gerekliliği bir kez daha ortaya çıkmıştır. Elde edilen envanter bilgileri yardımı ile yapılan istatistiki çalışmalar neticesinde heyelanların zamansal ve alansal olabilirlikleri hesaplanmış ve heyelan tehlike haritaları oluşturulmuştur. Risk altındaki elemanlar olarak bölgenin ekonomik olarak en önemli tarımsal faaliyeti olan çay alanları ve yerleşim yerleri seçilerek bu bölgelerde heyelan risk haritaları oluşturulmuştur.

5. KAYNAKLAR

- Abella C.A.E., 2008. Multi-scale Landslide Risk Assesment İn Cuba, pHD, İnternational İnstitute for Geo-information Science and Earth Observation, Enchede, The Netherlands.
- APEGBC, 2010. Guidelines for Legislated Landslide Assessments for Proposed Residential Developments in BC.
- Australian Geomechanics Society (AGS), 2000. Landslide risk management concepts and guidelines. Sub-committee on landslide risk management, Australian Geomechanics, March 2000, pp. 49-92.
- Australian Geomechanics Society (AGS), 2007a. Guideline for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning, Australian Geomechanics, Vol. 42, No. 1, pp. 13-36.
- Australian Geomechanics Society (AGS), 2007b. Commentary on guideline for landslides susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning, Australian Geomechanics, Vol. 42, No. 1, pp. 37-62.
- Australian Geomechanics Society (AGS), 2007c. Practice note guidelines for landslide risk management, Australian Geomechanics, Vol. 42, No. 1, pp. 63-114.
- Avdan U., Alkış A., 2011. Doğal Afetlere (Depreme) Yönelik Bütünleşik Konumsal Veri Tabanı Modelinin Geliştirilmesi, Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3(1) 17-26
- Aydinoğlu, A. Ç., 2009. Türkiye İçin Coğrafi Veri Değişim Modelinin Geliştirilmesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Aydinoğlu, A.Ç. ve Yomralıoğlu, T., 2007. Coğrafi/Konumsal Veri Altyapısına İlişkin Uluslar arası Girişimler, Harita Dergisi, HGK, Ankara.
- Aydinoğlu, A.Ç., DeMaeyer Ph. ve Yomralıoğlu T., 2005. Avrupa’da Konumsal Veri Altyapısı Politikaları, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 28 Mart - 1 Nisan, Ankara.
- Balamir, M., 2007. Afet Politikalarında Yükselen Paradigma: Sakınım, Bilim Teknik,
- Canadian Standard Association (CSA), 1997. Risk management: Guidelines for decision-makers, a national standard of Canada. CAN/CSA-Q850-97. 46p.
- Canadian Standard Association (CSA), 2010a. Risk management – principles and guidelines. National Standard of Canada, CAN/CSA-ISO 31000-10. 24 p.
- Cardinali, M., Reichenbach, P., Guzzetti, F., Ardizzone, F., Antonini, G., Galli, M., Cacciano, M., Castellani, M., and Salvati, P., A geomorphological approach to the estimation of landslide hazards and risks in Umbria, Central Italy, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 2, 57-72, doi:10.5194/nhess-2-57-2002, 2002.
- Carrara A., Guzzetti F., Cardinali M., Reichenbach P., 1999. Use of GIS Technology in the Prediction and Monitoring of landslide hazard, Natural Hazards, 20: 117–135.
- Cigler, B.A., 1988. Current Policy Issues in Mitigation. Managing Disasters-Strategies and Policy Perspectives. Louise K. Comfort (Eds). Durham and London: Duke University Pres.

- Corominas, J., van Westen, C., Frattini, P., Cascini, L., Malet, J.-P., Fotopoulou, S., Catani, F., Van Den Eeckhaut, M., Mavrouli, O., Agliardi, F., Pitilakis, K., Winter, M.G., Pastor, M., Ferlisi, S., Tofani, V., Hervás, J., Smith, J.T., 2014. Recommendations for the quantitative analysis of landslide risk. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 73: 209-263.
- Cruden D.M., 1991. A simple definition of a landslide, *Bulletin of the international association of engineering geology*.
- Çil E., 2005. Erdemli (Mersin) yöresinin coğrafi bilgi sistemleri tabanlı heyelan olası tehlike değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- ÇŞB, 2012a. Türkiye Kent Bilgi Sistemi Standartlarının Belirlenmesi Projesi: Kavramsal Model Bileşenleri, 1- Kapsam Uygulama Ve Teknik Bileşenler, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü.
- Demirci, A., Karakuyu, M. 2004. Afet Yönetiminde Coğrafi Bilgi Teknolojilerinin Rolü, *Doğu Coğrafya Dergisi*, Çizgi Kitabevi, Konya 2004, s. 82.
- Doğan, A., 2007. Afet Acil Müdahale Dönemleri İçin İnsan gücü Planlaması Yapmak, Atılım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Yönetimi Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Doğramacı, S., 2009. Coğrafi Bilgi Sistemi Destekli Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri İle Toplu Konut Yer Seçimi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Duman, T. Y., Çan, T., Gökçeoğlu, C., Nefeslioğlu, H. A., Sönmez, H., 2006. Application of logistic regression for landslide susceptibility zoning of Cekmece Area, İstanbul, Türkiye. *Environmental Geology*, 51, 241-256.
- Eastman, J.R., Kyem, P.A.K., Toledano, J. ve Jin, W., 1993. GIS and decision making, *Explorations in Geographic Information System Technology*, 4 (Geneva: UNITAR).
- Egenhofer, M. J. ve Frank, A. U., 1992. Object-Oriented Modeling for GIS, *URISA Journal*, 4, 2, 3-19.
- "EM-DAT, 2003. The OFDA/CRED international disaster database. Universite' Catholique de Louvain, Brussels.
- Ergünay, O., 2002. Afete Hazırlık ve Afet Yönetimi, Türkiye Kızılay Derneği Genel Müdürlüğü Afet Operasyon Merkezi (AFOM), Ankara.
- ERM Hong Kong Ltd., 1998. Landslides and boulder falls from natural terrain: Interim risk guidelines. Government of Hong Kong, Geotechnical Engineering Office, GEO Report No. 75.
- Fell R., Corominas J., Bonnard Ch., Cascini L., Leroi E., Savage WZ., 2008 (on behalf of the JTC-1 Joint Technical Committee on Landslides and Engineered Slopes) Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning. *Eng Geol* 102:85–98
- FGDC, 2006. Federal Geographic Data Committee "Information Technology – Geographic Information, Framework Data Content Standard, Parts 0-7, January, ANSI, USA.

- GEO, 2000. Assessment of landslide risk in natural hillsides in Hong Kong. Report no. 191. Hong Kong Geotechnical Engineering Office, Hong Kong, p 117
- Giraud, R.E. 2005. Guidelines for the geologic evaluation of debris-flow hazards on alluvial fans in Utah. Miscellaneous publication 05-6, Utah Geological Survey. 20 p.
- Gökçeoğlu C., Ercanoğlu M., 2001. Heyelan Duyarlılık Haritalarının Hazırlanmasında Kullanılan Parametrelere İlişkin Belirsizlikler, *Yerbilimleri*, 23, 189-206.
- Guzzetti F., Carrara A., Cardinali M., Reichenbach P., 1999. Landslide hazard evaluation: a review of current techniques and their application in a multi-scale study. *Central Italy Geomorphol* 31(1-4):181-216
- Guzzetti F, Mondini AS, Cardinali M, Fiorucci F, Santangelo M, Chan KT., 2012. Landslide inventory maps: new tools for an old problem. *Earth Sci Rev* 112:42-66
- Guzzetti F., Peruccacci S., Rossi M., Stark C., 2009. The rainfall intensity-duration control of shallow landslides and debris flows: an update. *Landslides* 5:3-17
- Guzzetti, F., Reichenbach, P., Cardinali, M., Galli, M., Ardizzone, F., 2005. Probabilistic landslide hazard assessment at the basin scale. *Geomorphology* 72, 272-299.
- Haugey, D., 2011. "SMART Goals". Project Smart. Accessed January 11.
- HAZUS, 2001. HAZUS: FEMA's tool for estimating potential losses from natural disasters.
- Highland, L.M. and Bobrowsky, P.T. 2008. The landslide handbook – A guide to understanding landslides. USGS Circular 1325.
- India, 2009. National disaster management guidelines – Management of landslides and snow avalanches, a publication of the National Disaster Management Authority, Government of India.
- INSPIRE, 2010. D2.8.I.6 INSPIRE Data Specification on Cadastral Parcels – Guidelines, INSPIRE Thematic Working Group Cadastral Parcels.
- ISO/TC 211, 2009. Standards Guide ISO/TC 211 Geographic Information/Geomatics
- Jankowski, P. ve Nyerges, T., 2001. *Geographic Information Systems For Group Decision Making: Towards A Participatory, Geographic Information Science*, Taylor & Francis, New York.
- JRC, 2012. A Conceptual Model for Developing Interoperability Specifications in Spatial Data Infrastructures, JRC Reference Report by Katalin Toth, Clemens Portele, Andreas Illert, Michael Lutz, Vanda Nunes de Lima, European Commission Joint Research Centre Institute for Environment and Sustainability, Report EUR 25280 EN. 62 syf.
- JTC-1, 2008. Joint Technical Committee on Landslides and Engineered Slopes. Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning, for land use planning. *Engineering Geology* 103, 85-98.
- Klimaszewski, M., 1982. Detailed geomorphological maps Kadioğlu, M. ve Özdamar, E., 2008. Afet Yönetiminin Temel İlkeleri. Ankara: JĐCA Türkiye Ofisi Yayını
- Kadioğlu, M., 2008. "Küresel iklim değişikliğine uyum stratejileri", *Kar Hidrolojisi Sempozyumu Bildiri Kitabı* 27-28 Mart 2008 Erzurum, DSİ 8. Bölge Müd. Yay., 69-94.

- Kadioğlu, M., 2008. Modern, Bütünleşik Afet Yönetimin Temel İlkeleri; Kadioğlu, M. ve Özdamar, E., (editörler), Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri, s. 1-34, JICA Türkiye Ofisi Yayınları No: 2, Ankara.
- Karlı, F.; Yalçın, A.; Atasoy, M.; Demir, O.; Reis, S.; Ayhan, E. Landslide Assessment by Using Digital Photogrammetric Techniques, XX. ISPRS Congress: İstanbul, Turkey, 12-23 July 2004. - See more at: <http://www.mdpi.com/1424-8220/8/10/6188/htm#sthash.ogjsv8At.dpuf>
- Kohler, A., Julich, S. & Bloemertz, L., 2004. Guidelines: Risk analysis – a basis for disaster risk management. Danaher, P. (Translator). German Society for Technical Cooperation (GTZ), Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (Germany). 73 p.
- Kuruüzüm, A., 2001. Analitik Hiyerarşi Yöntemi Ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları, Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi 2001(1):83-105.
- Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J., Rhind, D.W., 2001. Geographic Information Systems and Science, Wiley Pub., ABD.
- Malamud BD, Turcotte DL, Guzzetti F, Reichenbach P., 2004. Landslide inventories and their statistical properties. Earth Surf Proc Land 29:687–711
- Malczewski, J., 1999. GIS and Multicriteria Decision Analysis; John Wiley and Sons: New York, New York.
- Mc Innes, R., 2000. Managing ground instability in urban areas: A guide to best practice. A publication of Isle of Wight Centre for the Coastal Environment (UK). 80 p.
- Mc Laughlin J. D. ve Nichols, S. E., 1992. Building the national spatial data infrastructure, Computing Canada, 1, 24.
- Ng, K.C., Parry, S., King, J.P., Franks, C.A.M. and Shaw, R. 2003. Guidelines for natural terrain hazard studies. Government of Hong Kong, Geotechnical Engineering Office, GEO Report No. 138. 138 p.
- NGU, 2006. National landslide database. Norwegian Geological Survey, Trondheim Norway.
- NIED, 2006. Landslide Map Database. National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, and Japan Science and Technology Agency.
- OFAT, OFEE, OFEFP, 1997. prise en compte des dangers dus aux mouvements de terrain dans le cadre des activite's de l'ame'nagement du territoire. OCFIM, Berne, p 42
- Özçelik, A. E., 2013. Özel tarım ürünü arazilerine yönelik konumsal veri modeli geliştirilmesi: çay tarımı örneği, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Özkul, B. ve Karaman, E., 2007. “Doğal Afetler İçin Risk Yönetimi”, TMMOB Afet Sempozyumu, 5-7 Aralık 2007, Ankara.
- Özşahin E., Türkiye’de Yaşanmış (1970-2012) Doğal Afetler Üzerine Bir Değerlendirme, 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, HATAY
- Québec, 2005. Cartographie des zones exposées aux glissements de terrain dans les dépôts meubles –Guide d'utilisation des cartes de zones de contraintes et d'application du cadre normative -Saguenay-Lac-Saint-Jean. Gouvernement du Québec. 65 p.

- Reis, S, Analyzing Land Use/Land Cover Changes Using Remote Sensing and GIS in Rize, North-East Turkey, "Sensors ", 8 (10), (2008), s.p.6188-6202
- Rinner, C. ve Malchewski, J., 2002. Web-enabled spatial decision analysis using Ordered Weighted Averaging (OWA), J Geograph Syst, 4:385–403.
- Saaty, T. L., 1990. The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill Comp., U.S.A.
- SAFELAND, 2010. Living with landslide risk in Europe: Assessment, effects of global change, and risk management strategies, Grant Agreement Project No. 226479, 7th Framework Programme of the European Commission.
- Sahin, C. ve Sipahioğlu, S., 2009. Doğal Afetler ve Türkiye, İkinci Baskı, Ankara: Gündüz Eğitim ve Yayıncılık
- Saunders, W. and Glassey, P. (Compilers), 2007. Guidelines for assessing planning policy and consent requirements for landslide prone land, GNS Science Miscellaneous Series 7. 71p.
- Scottish Executive, 2006. Peat landslide hazard and risk assessments – Best practice guide for proposed electricity generation developments. Published by Scottish Executive, ISBN 0-7559- 6378-4. 72 p.
- Singhroy, V., Couture, R., Molch, K., 2005. InSAR monitoring of Frank Slide. In Landslide Risk Management. Eds: Hungr Fell, Couture, Eberhardt, Balkema Publishers, p 611-614
- Soeters R, van Westen CJ., 1996. Slope instability recognition, analysis and zonation. In: Turner AK, Schuster RL (eds) Landslides investigation and mitigation. TRB Special Report 247. National Academy Press, Washington, DC, pp 129–177
- T.C. BAYINDIRLIK BAKANLIĞI, 2008. Türkiye’de afetlerin mekansal ve istatistiksel dağılımı afet bilgileri envanteri, Afet İşleri Genel Müdürlüğü Afet Etü ve Hasar Tespit Daire Başkanlığı.
- T.C. Kalkınma Bakanlığı Onuncu Kalkınma Planı (2014 – 2018) Afet Yönetiminde Etkinlik Özel İhtisas Komisyonu Raporu
- TABİS, (2002), İçişleri bakanlığı web sitesi, Türkiye Afet Bilgi Sistemi Temeller raporu, <http://www.icisleri.gov.tr/strateji/arastirma/tabis.htm>
- Transportation Research Board (TRB), 1996. Landslides: investigation and mitigation. Turner, A.K. and Schuster, R.L. (editors). U.S. National Academy Press. 673p.
- TMMOB, 2011. Deprem ve Deprem Yönetimi Raporu, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayın No : 107
- TÜBİTAK, 2009. Rize İline (TR904) Ait Heyelan Risk Bölgeleri ve Uygun Yerleşim Alanlarının Coğrafi Bilgi Teknolojileri İle Belirlenmesi (Proje Yürütücüsü: Yrd. Doç. Dr. Selçuk Reis), 106Y018 Nolu 1001 Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projesi, Ankara, 151s.
- Uzunçibuk, L., 2006. Yerleşim Yerlerinde Afet ve Risk Yönetimi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

- Van Den Eeckhaut M, Herva's J., 2012. State of the art of national landslide databases in Europe and their potential for assessing landslide susceptibility, hazard and risk. *Geomorphology* 139–140:545–558
- Van Den Eeckhaut M, Jaedicke C, Herva's J, Malet JP, Nadim F., 2012. Statistical modelling of Europe-wide landslide susceptibility using limited landslide inventory data. *Landslides* 9:357–369
- Van Westen CJ, Castellanos Abella EA, Sekha LK., 2008 Spatial data for landslide susceptibility, hazards and vulnerability assessment: an overview. *Eng Geol* 102(3–4):112–131
- Van Westen, C.J., Van Asch, T.W.J., Soeters, R., 2005. Landslide hazard and risk zonation; why is it still so difficult? *Bulletin of Engineering geology and the Environment* 65 (2), 167–184.
- Varnes D.J., 1978. Slope movements: type and processes, In *landslides and engineering practice* (Ed R.L. Schuster and R.J. Krizek) Transportation research board, national academy of sciences, special report 12-33.
- Varnes DJ., 1984. Landslide hazard zonation: a review of principles and practice. *Natural Hazard Series*, vol 3. UNESCO, Paris.
- Wold, R.L. Jr. and Jochim, C.L., 1989. Landslide loss reduction: A guide for state and local government planning. A Colorado Geological Survey Special Publication #33. 50p.
- Yalçın A., 2005. Ardeşan (Rize) Yöresinin Heyelan Duyarlılığı Açısından İncelenmesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yalçın, A., Reis, S., Aydınoğlu, A.C. Yomralıoğlu, T., SCI A GIS-based comparative study of frequency ratio, analytical Hierarchy process, "bivariate statistics and logistics regression methods for landslide susceptibility mapping in Trabzon NE Turkey, CATENA, ", June ,Vol. 85, (2011), s.s. 274–287
- Yomralıoğlu, T., 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar, Seçil Ofset, İstanbul.
- Yomralıoğlu, T., 2009. Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar, 5. Baskı, İstanbul.

6. ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı : Süleyman Sefa BİLGİLİOĞLU

Doğum Yeri : ŞANLIURFA

Doğum Yılı : 1986

Eğitim Durumu (Okul Adı ve Mezuniyet Yılı)

Lise : Tokat Anadolu Lisesi 2004

Lisans : İstanbul Teknik Üniversitesi 2011

Yüksek Lisans : Aksaray Üniversitesi 2014

Haberleşme Bilgileri

Adres :Aksaray Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği
Bölümü MERKEZ/AKSARAY

Telefon : 03822882377

E-Posta : sefa.bilgilioglu@gmail.com