

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI

DOKTORA

ANTAKYA'DA DOĞAL AFET RİSK ANALİZİ

VE

YÖNETİMİ

MEHMET DEĞERLİYURT

2502090039

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. DENİZ EKİNCİ

İSTANBUL, 2013

TEZ ONAYI



T.C. İSTANBUL UNIVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER
1982 ENSTİTÜSÜ



DOKTORA

TEZ ONAYI

ÖĞRENCİNİN

Adı ve Soyadı : **Mehmet DEĞERLİYURT** Numarası : **2502090039**
Anabilim/Bilim Dalı : **Coğrafya Anabilim Dalı** Danışman Öğretim Üyesi : **Prof. Dr. Deniz EKİNCİ**
Tez Savunma Tarihi : **24.06.2013** Tez Savunma Saati : **14:30**
Tez Başlığı : **Antakya'da Doğal Afet Riski Analizi ve Yönetimi**

TEZ SAVUNMA SINAVI, Lisansüstü Öğretim Yönetmeliği'nin 50. Maddesi uyarınca yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin **KABULÜNE** OYBİRLİĞİ / OYÇOKLUĞUYLA karar verilmiştir.

JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATİ (KABUL / RED / DÜZELTME)
1-Prof. Dr. Suna DOĞANER		Kabul
2-Prof. Dr. Osman ÖNCEL		Kabul
3-Prof. Dr. Barbaros GÖNENÇİL		Kabul
4-Prof. Dr. Deniz EKİNCİ		Kabul
5- Yrd. Doç. Dr. Yusuf KILINÇ		Kabul

YEDEK JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATİ (KABUL / RED / DÜZELTME)
1- Doç. Dr. Hasan ÖZDEMİR		
2- Yrd. Doç. Dr. Akif KARATEPE		

ANTAKYA’DA DOĞAL AFET RİSK ANALİZİ VE YÖNETİMİ

Mehmet Değerliyurt

ÖZ

Bu çalışmada Akdeniz Bölgesi’nin doğusunda yer alan ve Hatay İli’nin merkez ilçesi Antakya’da etkili olan başlıca doğal afetlere (erozyon, zemin hareketleri, deprem ve su taşkınları) yönelik Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı duyarlılık ve risk analizlerinin yapılması amaçlanmıştır. Çalışma, 21.5 km² gibi küçük bir alandaki yaşayan 213.296 kişinin maruz kalabileceği doğal afetleri analiz etmesi bakımından önemlidir.

Jeolojik, jeomorfolojik oluşum ve gelişim sürecinde birçok doğa olayına sahne olan inceleme alanı, bu özelliğini günümüzde de korumaktadır. Bu yüzden meydana gelebilecek doğa olaylarının afete dönüşmeden önce önlemlerinin alınması gerekmektedir. Çalışmada, bir yerin tamamını tehlikeli ilan etmek yerine, o sahadaki yüksek derecede duyarlılık gösteren bölgelerin tespit edilmesi ve bu alanlardan hangilerinin yüksek risk taşıdığının ortaya konmasının daha etkili olduğu benimsenmiştir. Ayrıca doğa olayları afete dönüşmeden önce, mutlaka bir afet yönetim planının oluşturulması ve risk azaltıcı çalışmaların yapılması gerektiği düşüncesi savunulmuştur.

Çalışmada yapılan analizlere göre afet risk kategorileri belirlenmiş ve mekânsal dağılışları ortaya konmuştur. Elde edilen sonuçlara göre afet yönetim önerilerinde bulunulmuştur. Çalışma sonuçları tablo, grafik ve harita şeklinde görsel malzemelerle desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antakya, Doğal Afet, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Risk Analizi, Afet Yönetimi

NATURAL DISASTER RISK ANALYSIS AND MANAGEMENT FOR ANTAKYA

Mehmet Değerliyurt

ABSTRACT

Current study aims to undertake Geographical Information Systems (GIS) based susceptibility and risk analyses for the primary natural disasters (erosion, soil movement, earthquake and floods) that influence Antakya, the central district of Hatay Province in the east of Mediterranean Region. The study is important since it analyzes the natural disasters that 213. 296 individuals living in a small area of 21.5 km² can be exposed to.

The study field which witnessed many natural events during the geological and geomorphologic formation and development process still keeps this characteristic today. Therefore, precautions against natural events should be taken before they turn into natural disasters. With the help of the study, it was determined that identification of high susceptibility segments in an area and determining which ones are under bigger risk is more effective compared to declaring the whole area in danger. Additionally, it was highly suggested preparation of a disaster management plan and undertaking activities to reduce the risks are crucial before natural events transform into disasters.

Disaster categories were identified according to analyses undertaken during the study and their special distributions were provided. Suggestions related to disaster management were provided based on the results of the study. Results of the study were supported through visual materials such as tables, graphs and maps.

Keywords: Antakya, Natural Hazards, Geographic Information Systems, Risk Analysis, Disaster Management

ÖNSÖZ

“*Antakya’da Doğal Afet Riski Analizi ve Yönetimi*” adlı bu tez çalışması Doç.Dr. Deniz Ekinci’nin danışmanlığında hazırlanmıştır.

İnceleme alanının belirlenmesi, çalışmanın konusu ve kapsamı Doç. Dr. Deniz Ekinci, Prof. Dr. Suna Doğaner ve Prof. Dr. Ali Osman Öncel’den oluşan tez izleme komitesi tarafından kararlaştırılmıştır.

Çalışma dört aşamadan oluşmaktadır. İlk olarak Giriş ve inceleme alanının genel coğrafi özelliklerine, ikinci olarak inceleme alanında görülen başlıca doğal afetlere yönelik duyarlılık ve risk analizlerine, üçüncü olarak inceleme alanına yönelik afet yönetim önerilerine ve son olarak ta sonuçlar ve önerilere yer verilmiştir.

Çalışma uzun bir veri toplama süreci sonucunda oluşturulmuştur. Toplanan bu veriler Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamına aktarılmış, duyarlılık değerleri atanmış ve analize tabi tutulmuştur. Elde edilen duyarlılık haritaları etki ettikleri faktörlere göre risk haritaları haline dönüştürülmüştür. Bu haritalardan hareketle inceleme alanına afet yönetim önerilerinde bulunularak tamamlanmıştır.

Tez çalışmamda bana yardımcı olan danışmanım Doç.Dr. Deniz Ekinci’ye ve bize her konuda yol gösteren Doç.Dr. Hüseyin Korkmaz’a teşekkür ederim.

Çalışma sürecim boyunca bana yardımcı olan Prof. Dr. Suna Doğaner ve Prof.Dr. Ali Osman Öncel’e teşekkür ederim.

Bana destek olan arkadaşlarım Arş. Gör. Atilla Karataş, Uzm. Emre Özşahin’e teşekkür ederim. Ayrıca veri temini konusunda bana yardımcı olan Antakya Belediyesi personeline teşekkür ederim.

Coğrafi Bilgi Sistemleri konusunda bana yardımcı olan Prof. Dr. Alper Çabuk ve hidrolojik analizler konusundaki yardımlarından dolayı Doç. Dr. Recep Bakış’a teşekkürü bir borç bilirim.

Beni her konuda destekleyen Aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	II
ABSTRACT.....	III
ÖNSÖZ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VIII
TABLolar LİSTESİ.....	XII
GİRİŞ.....	1
1. İNCELEME ALANININ GENEL COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ	24
1.1. Jeolojik Özellikleri.....	24
1.1.1. Mesozoyik.....	25
1.1.2. Senozoik.....	27
1.1.3. Kuvaterner.....	32
1.2. Tektonik	35
1.2.1. Faylar.....	36
1.3. Jeomorfoloji Özellikleri	39
1.4. İklim Özellikleri	48
1.4.1. Sıcaklık.....	49
1.4.2. Yağış	52
1.4.3. Rüzgâr	55
4.1.1. Hâkim Rüzgâr Yönü	57
1.5. Hidrografiya Özellikleri	59
1.5.1. Başlıca Akarsular	59
1.6. Yeraltı Suları ve Kaynaklar.....	69
1.7. Toprak Özellikleri	72
1.8. Arazi Örtüsü Özellikleri.....	73
1.9. Antakya’da İnsan ve Ona Ait Özellikler	77
2. ANTAKYA’DA DOĞAL AFETLERE YÖNELİK DUYARLILIK VE RİSK ANALİZLERİ.....	87
Kavramsal Çerçeve	87
Afet.....	87

Afet Yönetimi.....	90
<u>Duyarlılık</u>	95
<u>Risk</u>	96
2.1. İnceleme Alanının Erozyon Özellikleri	99
2.1.1. Yöntem.....	102
3.1.2. İnceleme Alanında Erozyon Üzerinde Etkili Olan Faktörler.....	105
2.1.2. Analiz ve Değerlendirme	118
2.1.3. Erozyon Risk Analizi	124
2.2. İnceleme Alanının Zemin Hareketleri Özellikleri.....	126
2.2.1. İnceleme Alanında Geçmişte Yaşanmış Olan Zemin Hareketleri	128
2.2.2. Yöntem.....	130
2.2.3. İnceleme Alanında Zemin Hareketlerini Hazırlayan Faktörler.....	133
2.2.4. Analiz ve Değerlendirme	150
2.2.5. Zemin Hareketleri Risk Analizi	153
2.3. İnceleme Alanının Deprem Özellikleri	159
2.3.1. İnceleme Alanının Geçmişteki Sismik Aktivitesi.....	160
2.3.2. İnceleme Alanında Sismik Aktivitelerin Tekrarlanma Olasılığı.....	168
2.3.3. Yöntem.....	169
2.3.4. İnceleme Alanında Depreme Duyarlılığı Etkileyen Faktörler	171
2.3.5. Analiz ve Değerlendirme	191
2.3.6. Yerel Zemin Özelliklerine Göre Deprem Risk Analizi.....	195
2.4. İnceleme Alanının Su Taşkını Özellikleri.....	199
2.4.1. Taşkının Özellikleri.....	201
2.4.2. İnceleme Alanında Taşkın Afetinin Meydana Gelmesini Etkileyen Faktörler	202
2.4.3. Su Taşkını Risk Analizi	234
2.5. İnceleme Alanının Multi Risk Haritasının Çıkarılması	241
3. İNCELEME ALANINA YÖNELİK AFET YÖNETİMİ ÖNERİLERİ	244
3.1. Afet Öncesinde Yapılması Gerekenler.....	245
3.2. Afet Anında ve Sonrasında Yapılması Gerekenler	260
3.2.1. Afet Sırasında Yapılması Gereken Çalışmalar	260
3.2.2. Afet Sonrası Yapılması Gerekenler	262

Sonuçlar ve Öneriler	265
KAYNAKÇA.....	265
ÖZGEÇMİŞ.....	304

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. İnceleme Alanının Konum Haritası	2
Şekil 2. İnceleme Alanının Gösterildiği 1:25.000 Ölçekli Paftalar	3
Şekil 3. İnceleme alanının Stratigrafisi	26
Şekil 4. İnceleme Alanının Litoloji Haritası	35
Şekil 5 Hatay Çevresindeki Aktif Fayların Genel Görünüşü	38
Şekil 6. İnceleme Alanı Çevresindeki Faylar.....	39
Şekil 7. İnceleme Alanının Yükselti Kademelerine Göre Dağılışı Haritası.....	41
Şekil 8. İnceleme Alanına Ait Eğim Haritası.....	43
Şekil 9. İnceleme Alanına Ait Bakı Durumu Haritası.....	44
Şekil 10 İnceleme Alanının Jeomorfoloji Haritası.....	48
Şekil 11. İnceleme Alanına Ait Sıcaklık Ortalamaları Değerleri.....	51
Şekil 12. İnceleme Alanının Uzun Yıllar Aylık Ortalama Donlu Gün Sayıları....	51
Şekil 13. İnceleme Alanının Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalamaları.....	53
Şekil 14. Antakya'nın Uzun Yıllar Gün İçindeki Maksimum Yağış Değerleri....	54
Şekil 15. Antakya'nın Uzun Yıllar Aylık Sağanak Yağışlı Gün Sayıları	55
Şekil 16. Antakya'da Yağış Miktarının 0.1, 10, 50 mm ve Daha Üstü Olduğu Gün Sayıları	55
Şekil 17. Antakya'nın Uzun Yıllar Ortalama Rüzgâr Esme Hızı Grafiği.....	56
Şekil 18. İnceleme Alanına Ait Rüzgâr Frekans Grafiği	57
Şekil 19. İnceleme Alanının Hâkim Rüzgâr Yönünün Rubinstein Formülüyle Gösterilmesi	59
Şekil 20. Asi Nehri Havza Sınırı.....	60
Şekil 21. İnceleme Alanında Bulunan Alt havzalar	61
Şekil 22. Asi Nehrinin Eşrefiye Karakolu Yakınlarındaki İstasyona Ait Ortalama Akım Grafiği	64
Şekil 23. Asi Nehri'nin Antakya Merkezde Yer Alan 08 Numaralı İstasyona Ortalama Ait 1980-2005 Yılları Arasındaki Akım Grafiği.....	65
Şekil 24. İnceleme Alanına Ait Yer Altı Suyu Derinlik Haritası.....	71
Şekil 25. İnceleme Alanındaki Topraklarının Dağılışı	73
Şekil 26. İnceleme Alanına Ait Arazi Örtüsü Haritası.....	75

Şekil 27. Antakya'nın 1940-2011 Yılları Arasındaki Toplam Nüfus Miktarının Değişimi	79
Şekil 28. Antakya'da Nüfusun Yaş Gruplarına Göre Dağılışı	80
Şekil 29 Antakya Şehri Sınırlarının Tarihsel Süreçte Gösterdiği Değişiklikler ...	82
Şekil 30. Antakya Belediye Binasından Habibi Neccar Dağı'na Bakış	86
Şekil 31. Habibi Neccar Dağı'ndaki Kaleden Antakya'ya Bakış	86
Şekil 32. Afet yönetiminin aşamaları.....	94
Şekil 33. Riski Etkileyen Faktörler	97
Şekil 34. Riskin Düzeyleri ve Topluma Etkisi	98
Şekil 35. İnceleme alanındaki Erozyon Analizindeki İşlemlerin Akış Şeması....	104
Şekil 36. İnceleme Alanına Ait R Değerlerinin Gösterildiği Harita	108
Şekil 37. Toprağın Tekstürü ve Kohezyonu ile Erozyon Arasındaki İlişki	109
Şekil 38. İnceleme Alanına Ait K Faktörü Haritası	111
Şekil 39. İnceleme Alanına Ait Yamaç Eğim Uzunluğu LS Değerlerinin Gösterildiği Harita.....	113
Şekil 40. Bitki Örtüsü Kapalılık Oranı ile Erozyon Arasındaki İlişki	114
Şekil 41. İnceleme Alanına Ait C Faktörü Haritası	117
Şekil 42. Antakya'nın Erozyonun Duyarlılık Haritası.....	120
Şekil 43. Antakya'ya Ait Erozyon Risk Haritası	125
Şekil 44. Sümerler Mahallesi'nde Gerçekleşmiş Olan Zemin Hareketinden Bir Görünüm	130
Şekil 45. Zemin Hareketleri Analizinde Kullanılan Faktörler	132
Şekil 46. İnceleme Alanındaki Eğim Sınıfları	137
Şekil 47 İnceleme alanındaki Litoloji Duyarlılık Sınıfları.....	141
Şekil 48. İnceleme alanına Ait Bakı Duyarlılık Haritası.....	143
Şekil 49. İnceleme Alanına Ait Arazi Örtüsü Duyarlılık Haritası	145
Şekil 50. İnceleme Alanına Ait Toprakların Zemin Hareketleri Duyarlılık Sınıfları	147
Şekil 51. İnceleme Alanına Ait Fay Hatlarına Uzaklık Duyarlılık Sınıfları Haritası	150
Şekil 52. İnceleme Alanına Ait Zemin Hareketleri Duyarlılık Haritası.....	153
Şekil 53. İnceleme Alanında Zemin Hareketleri Risk Haritası.....	156

Şekil 54. İnceleme Alanının Zemin Hareketlerinin Nüfusa Göre Risk Haritası.	157
Şekil 55. İnceleme Alanındaki Çok Yüksek Zemin Hareketi Riski Taşıyan Alanların 500 Metrelik Etki Bölgeleri Haritası.....	158
Şekil 56. İnceleme alanının Yakın Çevresinde Meydana Gelen Depremlerin Şiddetine Göre Dağılışı	166
Şekil 57. Antakya’da MÖ 148 ‘den Günümüze Kadar Olan Büyük Depremlerin Kümelenmesi ve Suskunluk Dönemleri	167
Şekil 58. Çok Kriterli Karar Verme Analizinde Yapılan İşlemler	171
Şekil 59. İnceleme Alanına Ait Depreme Duyarlılık Analizinde Kullanılan Parametreler	172
Şekil 60. İnceleme Alanına Ait Litoloji Duyarlılık Haritası	177
Şekil 61. İnceleme Alanına Ait Fay Hatlarından Uzaklık Faktörü Haritası	179
Şekil 62. İnceleme Alanına Ait Vs Duyarlılık Haritası.....	183
Şekil 63. İnceleme Alanına Ait Jeomorfoloji Duyarlılık Haritası.....	185
Şekil 64. İnceleme Alanına Ait Eğim Duyarlılık Haritası	188
Şekil 65. İnceleme Alanına Ait Yer Altı Suyu Duyarlılık Haritası.....	190
Şekil 66. Antakya’nın Yerel Zemin Duyarlılık Haritası	193
Şekil 67. Antakya’daki Konut Alanlarının ve Kamu Kurumlarının Deprem Risk Haritası	196
Şekil 68. Antakya’nın Nüfusa Göre Deprem Risk Haritası	198
Şekil 69. Taşkın Zararlarının Yüzde Olarak Sınıflandırılması	200
Şekil 70. Yan Derelerin Drenaj Alanlarının Eğim Haritası	205
Şekil 71. İnceleme Alanındaki Akarsu Havzalarının Geçirimlilik Haritası.....	206
Şekil 72. İnceleme Alanındaki Akarsu Havzalarının Arazi Örtüsü Haritası	208
Şekil 73. İnceleme Alanındaki Akarsuların Strahler’e Göre Çatallanma Oranlarının Gösterilmesi.....	211
Şekil 74 Yan Derelerin Drenaj Yoğunlukları.....	214
Şekil 76. Asi Nehri’nin Antakya’daki 2001 Yılına Ait Akım Grafiği.....	231
Şekil 77. DSİ Tarafından Belirlenen Asi Nehri ve Kollarına Ait Taşkın Bölgeleri Haritası	234
Şekil 85. Antakya’nın Ait Taşkın Risk Haritası.....	239
Şekil 86. İnceleme Alanındaki Nüfusa Göre Taşkın Risk Bölgeleri Haritası.....	240

Şekil 87. İnceleme Alanındaki Ulaşım Yollarına Göre Taşkın Risk Bölgeleri Haritası	241
Şekil 88. İnceleme Alanına Ait Multi Risk Haritası	243
Şekil 89. Yerleşim Alanlarının Gelişiminin Risk Alanlarıyla Olan İlişkisi (Beer, 2010'dan Değiştirilerek)	245
Şekil 90. İnceleme Alanındaki Köprü ve Viyadüklerin Dağılışı	250
Şekil 91. Hatay Valiliği ve AFAD'ın Belirlediği Antakya ve Yakın Çevresindeki Toplanma Alanlarının Genel Görünüşü	256
Şekil 92. İnceleme Alanındaki Afet Sonrası Toplanma Alanlarının Etki Alanlarının Thiessen Poligonları ile Gösterilişi	257

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1. İnceleme Alanına Ait Eğim Dereceleri ve Yüzdelik Değerleri	42
Tablo 2 İnceleme Alanının Bakı Durumu ve Kapladıkları Alanlar	43
Tablo 3. Antakya’da Uzun Yıllara Ait Ortalama Toplam Yağışın Gün İçerisindeki Dağılışı	53
Tablo 4. Antakya’ya Ait Uzun Yıllar Ortalama Rüzgâr Esme Sayısının Yönlerle Göre Dağılışı	56
Tablo 5. İnceleme Alanına Ait Rüzgâr Esme Sayıları ve Yüzdelik Değerleri Rubinstein Formülüne Uyarlandığında Elde Edilen Diziler	58
Tablo 6. İnceleme Alanında Bulunan Akarsuların Boyları ve Havza Alanları.....	61
Tablo 7. Antakya Sınırları İçindeki Arazi Örtüsü Sınıfları.....	74
Tablo 8. İnceleme Alanında Yerleşim Alanının Yüzölçümünün Yıllara Göre Değişimi	81
Tablo 9. Büyüklüklerine Göre Afetler	88
Tablo 10. İnceleme Alanına Ait R Faktörü Değerleri.....	107
Tablo 11. Çalışma Alanına Ait Toprakların Türlerine Göre Ayrılışı.....	110
Tablo 12. Bazı Arazi Örtülerinin Erozyon Etkisine Açıklık Oranları	115
Tablo 13. Antakya’nın Arazi Örtüsüne Göre C Faktörü Değerleri.....	115
Tablo 14. Çalışmada Kullanılan Faktörler ve Rusle Değerleri	118
Tablo 15. Antakya’da Meydana Gelen Erozyonun Duyarlılık Sınıflarına Göre Dağılımı	119
Tablo 16. İnceleme Alanının Eğim Özellikleri ve Duyarlılık Değerleri.....	135
Tablo 17. İnceleme Alanındaki Litolojik Birimlerin Zemin Hareketi Duyarlılık Sınıfları ve Dereceleri	140
Tablo 18. İnceleme Alanının Bakı Özelliğine Göre Duyarlılık Sınıfları	142
Tablo 19. İnceleme alanındaki Zemin Örtüsünün Arazi Hareketlerine Duyarlılık Dereceleri	145
Tablo 20. İnceleme alanındaki Toprakların Zemin Hareketleri Duyarlılık Dereceleri	146
Tablo 21. İnceleme alanına Ait Fay Hatlarından Uzaklık Faktörü Değerleri	149
Tablo 22. Zemin Hareketleri Analizinde Kullanılan Parametreler	151

Tablo 23. İnceleme Alanında Zemin Hareketine Duyarlı Alanların Oranları	152
Tablo 24. Zemin Hareketi Riski Altındaki Mahallelerin Nüfus Miktarları ve Toplam Nüfusa Oranları	155
Tablo 25. İnceleme Alanında 1915’den İtibaren Meydana Gelen Depremler	163
Tablo 26. Çalışma Alanına Ait Litolojik Birimlerin Özellikleri.....	176
Tablo 27. İnceleme Alanına Ait Fay Hatlarına Uzaklık Faktörü	178
Tablo 28. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslara Göre Zemin Sınıfları	182
Tablo 29. İnceleme Alanının Vs Değerlerine Göre Duyarlılık Dereceleri	183
Tablo 30. İnceleme Alanına Ait Jeomorfolojik Birimlerin Duyarlılık Sınıfları .	186
Tablo 31. İnceleme Alanındaki Eğim Değerleri ve Kapladıkları Alanlar	187
Tablo 32. İnceleme alanına Ait Yer Altı Suyu Özellikleri.....	191
Tablo 33. Analizde Kullanılan Parametrelerin Genel Durumu.....	192
Tablo 34. Yan Derelerin Havzalarının Ortalama Eğim Dereceleri.....	204
Tablo 35. Yan Derelerin Havzalarında Yer Alan Litolojik Birimler ve Geçirimlilik Özellikleri (Ateş vd., 2004).....	207
Tablo 36. İnceleme Alanındaki Akarsu Havzalarının Zemin Örtüsü Özellikleri	208
Tablo 37. İnceleme Alanındaki Akarsuların Çatallanma Oranları.....	210
Tablo 38. Yan Derelerin Akarsu Uzunluk Oranları	213
Tablo 39. Yan Derelere Ait Morfometrik Parametreler	215
Tablo 40. İnceleme Alanındaki Akarsulara Ait Uzunluk Havza Biçim Katsayısı ve Gravelius Katsayı Değerleri	218
Tablo 41. İnceleme Alanına Düşen Yağışın Ekim-Mart ve Nisan-Eylül Aylarına Göre Dağılımları	219
Tablo 42. De Martonne’un Aylık Kuraklık İndisi Formülüne Göre Antakya’da Aylık Kuraklık İndisinin Değerlendirilmesi	221
Tablo 43. İnceleme alanında Bulunan Akarsuların Taşkın Değerleri ve Taşkın Alanları	233
Tablo 45. İnceleme Alanındaki Köprü Türleri ve Sayıları	249
Tablo 46. İnceleme Alanında Afet Sonrasında Kullanılacak Geçici İskân Alanları	255

Tablo 47. İnceleme Alanındaki Devlet Hastanelerine Ait Personel, Yatak Kapasiteleri ve Ambulans Sayıları	259
Tablo 48. İnceleme Alanındaki Özel Hastanelere Ait Personel, Yatak Kapasiteleri ve Ambulans Sayıları	259

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

Foto 1. Habibi Neccar Dağı Yamaçlarında Yol Yarmasında Ortaya Çıkan Ofiyolitler	27
Foto 2. Habibi Neccar Dağı'nın Yamaçlarında Yer Alan Çörtlü Kireçtaşı ve Kırıntılı Kireçtaşı İstifi.....	28
Foto 3. Habibi Neccar Dağı Yamaçlarındaki Orta Miyosen Dönemine Ait Kalkerler	31
Foto 4. İnceleme Sahasındaki Asi Nehri'ne Ait Akarsu Taraçası Çökelleri	34
Foto 5. Habibi Neccar Dağı Yamacında Yer Alan Bağrıyanık Mahallesi'nden Bir Görünüş.....	40
Foto 6. İnceleme Alanındaki Plato Alanlarının Habibi Neccar Dağı'ndan Görünüşü.....	47
Foto 7. İnceleme Alanına Seyrek Olarak Düşen Kar Örtüsünden Bir Görünüş ..	52
Foto 8. Asi Nehri'nin Antakya Sınırlarına Girmeden Önceki Görünüşü	62
Foto 9. Asi Nehri'nin Akıttığı Su Miktarının Kış Aylarındaki Durumu	63
Foto 10. Asi Nehri'nin Akıttığı Su Miktarının Yaz Aylarındaki Durumu.....	63
Foto 11. Hacı Kuriş Deresi'nden Görünüş.....	66
Foto 12. Altınçay Deresi'nden Görünüş	67
Foto 13. Kavaslı Deresi'nden Bir Görünüş.....	68
Foto 14. Hanna Deresi'nin Çevreyolundan Görünüşü.....	69
Foto 15. Çevreyolu Kenarında Bulunan Fay Kaynağı.....	70
Foto 16. Harbiye Kaynaklarından Bir Görünüş	72
Foto 17. Habibi Neccar Dağı Yamaçlarındaki Kızılçam Ormanlarından Görünüş	76
Foto 18. İnceleme Alanı Çevresindeki Zeytin Ağaçları.....	77
Foto 19. Hatay Devleti'nin Yönetildiği Meclis Binasından Günümüze Ait Görünüş.....	78
Foto 20. İnceleme Sahasının Sit Alanı İçerisinde Kalan Kesimlerinden St. Pierre Kilisesi'nin Görünüşü	82
Foto 21. Habibi Neccar Dağı'ndan Eski Antakya'ya Bakış	83
Foto 22. Antakya Sit Alanına Ait Sokaklardan Görüntüler	83
Foto 23. Antakya'daki Yeni Gelişen Mahallelerinden Bir Görünüş	84

Foto 24. Mücavir Alana Yapılan Adliye Binası.....	85
Foto 25. Mücavir Alana Yapılmakta Olan Yeni TOKİ Konutları	85
Foto 26. Mücavir Alan Sınırları İçinde Kalan Zeytinliklerin Arasındaki Erozyona Açık Alanlar	116
Foto 27. Mücavir Alanda Bulunan Tarım Alanlarının Erozyona Açık Bir Şekilde Bırakılması	116
Foto 28. Hacı Kuriş Deresi Tarafından Taşınan Alüvyonların Asi Nehri Yatağına Taşınmaması İçin DSİ Tarafından Yapılan Dehlizler	121
Foto 29. Asi Nehri'ne Dökülen Akarsular Vasıtasıyla Taşınan Materyaller ve Çöplerin Oluşturduğu Kirlilik	121
Foto 30. Habibi Neccar Dağı Yamaçlarındaki Yüzey Erozyonu İzleri	122
Foto 31. Habibi Neccar Dağı Yamaçlarındaki Yüzey Erozyonu İzleri	122
Foto 32. Çevreyolu Kenarındaki Erozyon İzleri	123
Foto 33. Çevreyolu Kenarındaki Erozyon İzleri	123
Foto 34. Kavaslı Deresi'nde Aşırı Yağışlardan Sonra Biriken Alüvyonlar	124
Foto 35. Aşağı Okçular Mahallesinde Yamaç Eğiminin Bozulması Sonucu Oluşan Zemin Hareketine Duyarlı Alanlar.....	134
Foto 36. Bağrıyanık Mahallesinde Çeşitli Nedenlerle Yapılan Müdahaleler Sonucunda Zemin Hareketlerine Duyarlı Duruma Getirilen Alanlar	135
Foto 37. İnceleme alanında Zemin Hareketlerine Duyarlı Mahallelerden Bağrıyanık Mahallesi'nden Görünüş	136
Foto 38. Fay Hattının Oluşturduğu Dikliklerin Yakınına Yapılan Binalar	149
Foto 39. Yüksek Risk Taşıyan Bağrıyanık Mahallesindeki Bir İlköğretim Okulunun Konumu	155
Foto 40. Çok Yüksek Duyarlılık Mahallelerden Havuzlar Mahallesindeki Konutlardan Bir Görünüş.....	194
Foto 41. Çok Yüksek Duyarlı Mahallelerden Hacı Ömer Alpagot Mahallesinden Görünüş	194
Foto 42. Kavaslı Deresinin Bir Kolu Olan Saraycık Deresi'nin Yatağına Yapılan Müdahaleler ve Dökülen Molozlar	223
Foto 43. Primall Alışveriş Merkezine Otopark Açmak Amacıyla Dökülen Molozların Altınçay Deresinin Kolunun Yatağına Dolması.....	224

Foto 44. Altınçay Deresinin Yatağının Konutlar Tarafından İşgal Edilmesi	224
Foto 45. Asi Nehrinin Üstüne Yapılan Köprülerle Yatak Kesitinin Daraltılması	225
Foto 46. Kavaslı Deresinin Kesitinin Köprü Yapılarak, Asi Nehri'nin Yatak Kesitinin Yol Yapmak Amacıyla Daraltılması	225
Foto 47. Hacı Kuriş (A) ve Altınçay (B) Dereleri'nin Yataklarının Atılan Çöpler ve Yabani Otlar Tarafından İşgal Edilmesi.....	226
Foto 48. Asi Nehri Yatağına Mermer Fabrikasından Atılan Çöpler.....	227
Foto 49. Asi Nehri Kenarına Yol Yapmak Amacıyla Yatak Kesitinin Daraltılması ve Taşkın Yatağına Okul Yapılması	228
Foto 50. Asi Nehri'nin Taşkın Yatağına Yapılan Antakya Alışveriş Merkezi İnşaatı	228
Foto 51. 20 Aralık 2009 tarihinde meydana gelen su baskını.....	229
Foto 52. 09.05.2001 Tarihli Taşkında Asi Nehri ve Kavaslı Deresi'nin Birleşme Alanında Yıkılan Bina.....	232

Giriş

Türkiye'nin en güneyinde, Hatay ilinin merkez ilçesi olan Antakya, Akdeniz Bölgesi'nin Adana Bölümünün en doğusunda kalır (Şekil 1). İlçe Adana'ya 191 km, Ankara'ya 681 km, İstanbul'a ise 1130 km uzaklıkta olup en yakın ilçelerden İskenderun'a 59, Kırıkhan'a 40 km, Altınözü'ne 23 km, Reyhanlı'ya 53 km, Samandağı'na 25 km ve Yayladağı'na 44 km uzaklıktadır.

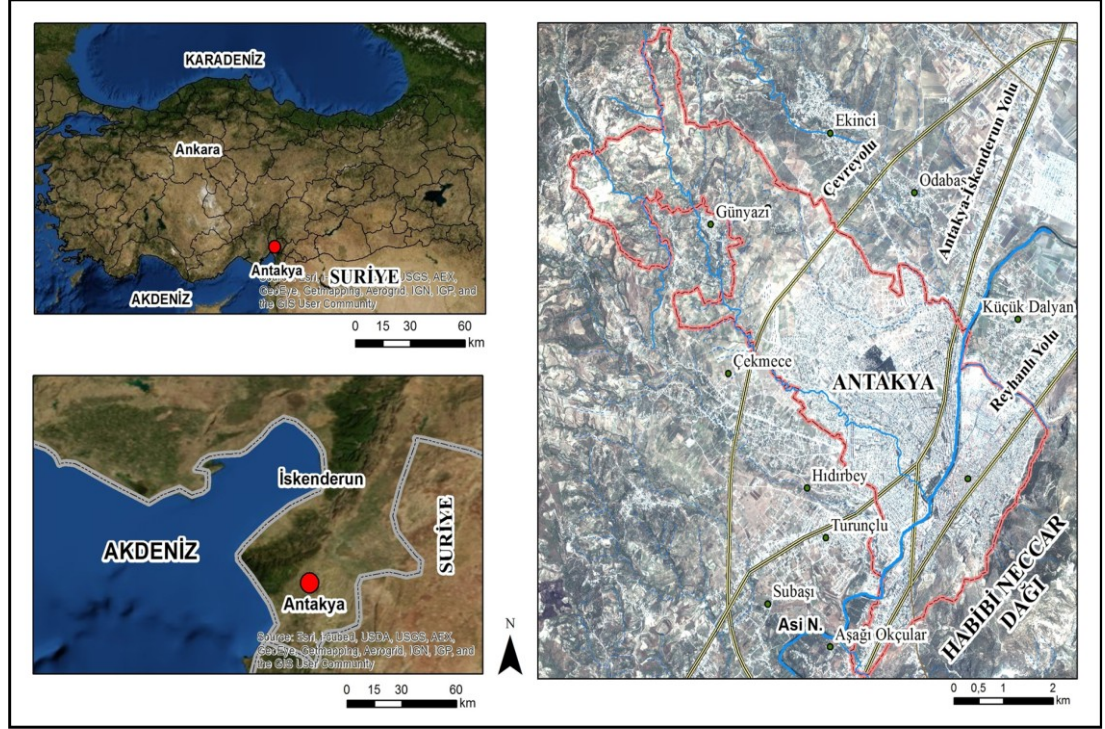
İnceleme alanı kuzeyden Amik Ovası, doğu ve güneydoğudan Habibi Neccar Dağı ve Kuseyr Platosu, güneyden Dursunlu ve Turunçlu, batıdan Çekmece belediyeleri ve Amanos Dağlarıyla çevrili bir konumda bulunur.

İnceleme alanı, Coğrafi Koordinat Sistemine göre $36^{\circ} 15' 40''$ - $36^{\circ} 10' 61''$ kuzey enlemleriyle, $36^{\circ} 05' 28''$ - $36^{\circ} 10' 36''$ doğu boylamları arasında kalmaktadır. Universal Transvers Mercator (UTM) koordinat sistemine göre ise 4016969,675 kuzey, 4007325,594 güney ordinat eksenleriyle, 246378,247 doğu, 238678, 857 batı apsis eksenleri arasında kalmaktadır. İnceleme sahası Harita Genel Komutanlığı'na ait 1:25.000 ölçekli topografya paftalarına göre P 36 a3, P 36 a4, P 36 d1, P 36 d2 olmak üzere dört adet paftada gösterilmektedir (Şekil 2). Ortalama yükseltisi 82 metre olan inceleme alanında yükselti değerleri Amanos Dağları'na doğru 313 metreye çıkarken, en düşük noktasını 70 metreyle Asi Nehri talvegi meydana getirmektedir. Buna göre inceleme alanının yükselti amplütüdü 243 metredir.

21.52 km²'lik bir alan kaplayan inceleme alanının doğusu ile batısı arasındaki uzaklık 3.5 km iken kuzeyi ile güneyi arasındaki uzaklık 10 km'dir. Batısında Habibi Neccar Dağı (509 m), Kuzeydoğuda Halabiye Tepesi (188 m), güneybatısında Erveyset Tepe (207 m) başlıca yükseltilerini oluşturmaktadır.

İnceleme alanı ana hatları tektonik faaliyetler tarafından belirlenmiş bir çöküntü ovasının batısında yer alan Habibi Neccar Dağı'nın yamaçlarına kurulmuştur. Şehir, ilerleyen süreçte çevreye doğru genişlemiş en çok ise kuzeybatı ve kuzey yönlerinde gelişerek çevresindeki belde ve belediyelerle birleşmiştir. Bu durumun meydana gelmesinde Antakya-İskenderun karayolunun ve çevreyolunun

etkisi, Mustafa Kemal Üniversitesi'nin kuruluş yeri ve devlet politikaları etkili olmuştur.



Şekil 1. İnceleme Alanının Konum Haritası

İnceleme alanının en önemli hidrolojik birimi Asi Nehri'dir. Asi Nehri, Lübnan sınırları içerisindeki Lübnan Dağları'nın doğu yamaçlarından kaynağını alır. Daha sonra Suriye sınırlarına giren akarsu kuzeye doğru yol alarak bir müddet Türkiye-Suriye sınırını çizer, daha sonra Eşrefli köyü yakınlarında ise tamamen Türkiye topraklarına girer. Amik Ovası'nda kuzeye doğru ilerledikten sonra güneybatıya döner, Antakya'yı ortadan bölen nehir, Samandağ İlçesi yakınlarından Akdeniz'e dökülür.

Akdeniz ikliminin görüldüğü İnceleme alanının başlıca klimatolojik özellikleri ise şöyledir. Yıllık ortalama sıcaklık 18.2 °C, yıllık ortalama yağış değeri 1078 mm'dir. Yaz mevsimleri sıcak ve kurak geçerken, ılık geçen kış mevsimleri yıllık yağışın yaklaşık yarısını alır.

Litoloji, iklim, topografya, bitki örtüsü ve zaman gibi faktörlerin etkisinde farklı toprak türleri gelişmiştir. Yörede ince ve orta tekstürlü topraklar görülmektedir. İnceleme alanındaki toprak tekstürleri daha çok afetlere olan etkilerine göre değerlendirilmiş ve buna göre duyarlılık değerleri atanmıştır.

İnceleme alanının ana yer şekillerini Amanos Dağları ile Habibi Neccar Dağı'nın arasında kalan ve aynı zamanda bir çöküntü alanı olan, Antakya Ovası, Habibi Neccar Dağı'nın yamaçlarında yer alan birikinti konileri ve Asi Nehri Vadisi meydana getirir. Eğim değerleri şehrin ilk kurulduğu alan olan Habibi Neccar Dağı'nın eteklerinde ve Amanos Dağları'na doğru gidildikçe artar. Şehrin genişlemesi ve yapılaşma çalışmalarından dolayı Asi Nehri'ne ait terkedilmiş yataklar ve vadi taraçaları gibi birçok yer şekli tahrip olmuştur. Ayrıca Asi Nehri için yapılan ıslah çalışmaları sonucunda akarsu vadisi şehrin içinden geçen dev bir kanal görüntüsünü kazanmıştır. Bu kanal içinden geçen suyun önemli bir kısmı özellikle Suriye'nin suyu kesmesi, tarımsal amaçlı su kullanılması, buharlaşma gibi nedenlerle azalmaktadır. Kalan su ise kanalizasyon ve evsel atıklarla kirlenmektedir. Bu durum bir takım çevre sorunlarına neden olmaktadır.

Plansız kentleşme sonucu aşırı betonlaşma ve yeşil alanların azlığı şehrin önemli problemlerindendir. Ayrıca bu sorunlar şehrin yeni yerleşilen alanlarında da sürmektedir. Yeni yerleşim alanlarında bu soruna katı bir şekilde uygulanacak iyi bir imar planıyla müdahale edilmezse, sorunun gelecekte de katlanarak devam etmesi kaçınılmaz olacaktır.

Amaç ve Kapsam

Yerleşim yerlerinin belirlenmesinde arazinin jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerinin dikkate alınması son derece önemlidir. Bu açıdan Antakya'nın son dönemlerde yaşadığı kentsel gelişim sürecinde yerleşim alanlarının planlanması gerekmektedir. Ancak, şu an böyle bir çalışma göze çarpmamaktadır. Antakya'nın eski yerleşim yerlerinin plansızlığı, bitişik nizam yerleşimi ve yeşil alanların azlığı yerleşime yeni açılan alanlarda da görülmektedir. İlerleyen dönemlerde bu alanların tamamen dolmasının özellikle afet anlarında birçok probleme neden olması sözkonusudur.

İnceleme alanının Türkiye'nin neotektonik gelişim sürecinde aktif rol oynayan faylarla içiçe olması tarihi devirlerde birçok şiddetli depreme sahne olması deprem riskinin devam ettiğinin bir göstergesidir.

Sınır aşan sulardan olan Asi Nehri'nin kontrolünün tamamen bizde olmaması, havza çevresinde Türkiye ortalamasının çok üstünde yağış alan yerlerin olması ve İnceleme sahasının gerek Amanos Dağları'ndan, gerekse Habibi Neccar Dağı'ndan gelen derelerin sularını boşalttığı bir alanda olması, farklı dönemlerde su taşkınlarının yaşanmasına neden olmuştur.

İnceleme alanının doğusunda Habibi Neccar Dağı, batısında ise Amanos Dağları yer almaktadır. Bu dağların yamaç kesimlerinde eğim değeri yüksek alanların bulunması, uzun süren yaz kuraklığı sonrasında ani ve çok miktarda yağışın düşmesi ve yer yer bitki örtüsünün tahrip edilmesi erozyon ve zemin hareketlerine duyarlı alanların oluşmasına neden olmaktadır.

Sonuç olarak, hızlı bir kentleşme sürecinde bulunan Antakya'da eski yerleşim alanlarının deprem, su taşkını, zemin hareketleri riski taşıyan bölgelerde yer alması, yeni kurulan yerleşim alanlarının da yüksek duyarlılıklı bölgelere doğru gelişmesi geçmişte yaşanan afetlerin daha büyük zararlarla tekrar etmesine neden olması olasılığı sözkonusudur. Bu açıdan, inceleme alanında risk azaltıcı çalışmaların yapılması, gerekirse kamulaştırma çalışmalarının yapılması, afet riski taşıyan bölgelerin belirlenerek çeşitli mühendislik yapılarıyla desteklenmesi gerekmektedir. Yapılacak bu çalışmayla inceleme alanında doğa olaylarının afete dönüşmesini engelleyecek önemli bir adım atılmış olacaktır. Çalışmanın ana amacını deprem, su taşkını, zemin hareketleri ve erozyona duyarlı alanların Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak yapılan analizlerle tespit edilmesi, bu alanların oluşturabileceği potansiyel riskin doğru bir şekilde yönetimi amacıyla öneriler üretilmesi oluşturmaktadır.

Kullanılan Materyal ve Yöntem

Çalışmanın amacına ulaşabilmesi için ilk aşamada sahayla ilgili yapılacak analizlere altlık oluşturabilecek verilerin sayısal ortama aktarılması amaçlanmıştır.

Bu çalışmalarda altlık olarak harita genel komutanlığa ait 1/25.000'lik (P36a3, P36a4, P36d1, P36d2) paftalar kullanılmıştır.

Sayısallaştırma işlemlerinde Antakya Belediyesi'nden alınan NCZ uzantılı hâlihazır planlardan elde edilen veriler NETCAD, Global Mapper yazılımları kullanılarak veri formatları değiştirilmiş ve Arc GIS 10 yazılımında kullanılan shape file formatına dönüştürülmüştür.

Toprak haritalarının elde edilmesinde T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Hatay İl Müdürlüğü'nün hazırlamış olduğu toprak haritasından, arazi kullanımında ise 2010 yılı haziran ayına ait yüksek çözünürlüklü İkonos uydu görüntüsünden ve T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Hatay İl Müdürlüğü'nden alınan amenajman haritasından yararlanılmıştır.

Sayısal yükseklik modeli (DEM), <http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp/> adresinden temin edilmiş olup GeoTIFF formatında ve 15 metre çözünürlüklüdür. Koordinat sistemi olarak WGS84 / EGM96 kullanılmıştır.

İklim verileri Devlet Meteoroloji Müdürlüğü'nden 2012 yılını da kapsayacak şekilde alınmıştır.

Asi Nehri'ne ait akım verileri, EİE Genel Müdürlüğünden ve DSI'den alınmıştır.

Çalışmanın bilimsel bir temele oturması için temel jeomorfoloji, jeoloji ve klimatoloji kitaplarından, bilimsel makalelerden, YÖK'ün tez veri tabanındaki tezlerden de yararlanılmıştır.

Çalışmanın en önemli aşamalarında olan arazi çalışmaları ise, 2 Ocak 2011, 6 Mart 2011, 22 Ekim 2011, 16 Haziran 2012 ve 21 Temmuz 2012 tarihlerinde yapılmıştır. Yapılan çalışmaya destek olacak mahiyette birçok fotoğraf çekilmiştir. Bu fotoğraflardan amaca uygun olanları çalışma içerisinde kullanılmıştır.

Verilerin Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında dönüşümü, depolanabilmesi ve analizinin yapılabilmesi için Arc GIS 2010 verilerin dönüşüm işleminde Global

Mapper 13 programı, taşkın analizinin yapılmasında ise Aquaveo WMS (8.1) yazılımı ve bu yazılıma entegre edilen Hec RAS tool' (aracı) kullanılmıştır.

İnceleme alanında erozyona duyarlı bölgelerin tespit edilmesinde RUSLE yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin tercih edilmesinde uzun yıllar ortalama toprak kaybını kabul edilebilir doğrulukta tahmin etmesi ve ülkemizde de yaygın olarak kullanılan bir yöntem olması tercih edilmesinde etkili olmuştur.

Zemin hareketlerine duyarlı bölgelerin tespitinde “Koşullara Bağlı Ağırlıklı Metot” kullanılmıştır. Elde edilen sonucun inceleme alanında geçmiş dönemlerde zemin hareketinin meydana geldiği alanlara uygunluk göstermesi tercih edilmesine neden olmuştur.

İnceleme alanındaki depreme yönelik duyarlı alanların tespitinde, CBS tabanlı “Çok Kriterli Karar Verme Analizi” kullanılmıştır. Bu analizin, mekânsal veri ve öz nitelikleri birleştirilerek duyarlı alanların tespit edilmesini, birden çok değerlendirme kriterinin bulunduğu durumlarda, alternatif çözümlerin sıralanmasını sağlaması ve amaca uygun optimum çözümün tanımlanmasına imkan vermesi tercih edilmesine neden olmuştur.

İnceleme alanına ait taşkın alanlarının belirlenmesinde Hec-RAS yazılımı kullanılmıştır. Bu yazılımın, doğal nehirlerin ve akarsu kanallarının akış ve su yüzü profillerini hidrolik olarak modelleyen bir bilgisayar yazılımı olması, yaygın olarak kullanılan Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımlarına entegre edilerek kullanılabilmesi, kullanımının kolaylığı ve pratik olması tercih edilmesinde etkili olmuştur.

Önceki Çalışmalar

Bu bölümde inceleme alanına yönelik geçmiş dönemlerde yapılan çalışmalarla ilgili literatür bilgileri verilmiştir.

Saha Yönüyle Önceki Çalışmalar

Alagöz (1943), "Coğrafya Gözüyle Hatay" adlı çalışmasında Hatay'ı coğrafi olarak incelemiş ve Anadolu'nun bir parçası olduğunu ispatlamaya çalışmıştır. Bu

amaçla dış çizgileri itibariyle, kuzey-güney doğrultusunda uzanan Suriye'nin bir parçası gibi görüldüğü halde, Hatay'ın Suriyeli değil, Anadolu'lu oluşu; Coğrafya bakımından kuvvetli tezatlar memleketi, Suriye'den farklı olarak, Hatay'ın birbirine daha yumuşak ve ahenkli bağlarla bağlı peyzajların yan yana gelmesiyle vücut bulmuş bir bölge olması üzerinde durmuştur.

Beyen vd., (2003)'te yapmış olduğu, “Antakya’nın Geçmişten Günümüze Sismik Aktivitesi ve Yapılması Gerekenlerin Bir Uluslararası Konferansın Işığında Değerlendirilmesi” adlı çalışmada, Antakya’nın değişik fay sistemlerinin çıktığı bir coğrafyada yer almasının getirdiği sorunların risk azaltımı konularında önerilecek çözümlere temel oluşturacak bir bilimsel alt yapı ve şehir planında kolektif şuurun karar veren mercilerden o şehirde yaşayan bireye kadar oluşması gerektiğini belirtmiştir.

Büyüksaraç, (2004), yapmış olduğu "Kayalarda Mekanik Özelliklerin Jeofizik Yöntemlerle Belirlenmesi: Antakya-Suriye Sınır Yolu Çalışması" adlı çalışmada laboratuvarlarda elde edilen ve arazide yapılan jeofizik ölçümlerin karşılaştırılmasıyla elde edilen bağıntıları kullanarak sınıflandırılan kayaçların mekanik özelliklerinin tanımlanabildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, Antakya-Suriye sınır yolu çalışmaları kapsamında yapılan jeofizik çalışmalar ve klasik yöntem sonuçlarının uyumlu olmasından yola çıkarak jeofizik yöntemlerden daha fazla yararlanılması gerektiğini savunmuşlardır.

Durukal, vd., (2009), yapmış oldukları “Antakya Basın Strong Ground Motion Monitoring System” adlı çalışmada, Antakya çevresindeki depremlerin izlenmesinde ve depremlerin risklerinin değerlendirmelerine katkıda bulunmak amacıyla çalışmalar yapmışlardır. Bunun için de Antakya’da geçmişte olan depremler incelenmiş ve yaklaşık olarak her 150 yılda bir büyük deprem olduğunu belirtmişlerdir. Antakya’da gerçekleşen en son büyük depremin 1872’de gerçekleşmesinden dolayı yakın dönemlerde büyük bir depremin beklendiğini belirtmişlerdir. Beklenen bu depremle ilgili ölçümler yapmak amacıyla “Antakya Havzası Kuvvetli Yer Hareketi İzleme Sistemi” adında bir sistem üzerine çalışıldığını belirtmişlerdir.

Ergün vd., (1995), “Doğu Akdeniz’in Yapısı ve Levha Tektoniğindeki Yeri” adlı çalışmalarında; Doğu Akdeniz’in genel hatlarıyla manyetik anomalilerden yoksun olduğunu belirtmişlerdir. Eratostenes Denizdağı ve ayrıca ofiyolitlerle ilişkili olarak ta Kıbrıs’tan Antalya bölgesine kadar manyetik anomalilerin mevcut olduğunu, Doğu Akdeniz’in, batıdaki Girit Yayı ve kuzeydoğusundaki Doğu Anadolu Fay Zonu’na göre daha az bir sismik aktiviteye sahip olduğunu belirtmiştir.

Gürbüz vd., (2008), yapmış oldukları “Gavur Gölü Bataklığının Kurutulmadan Önceki Kültürel Ekolojisi” adlı çalışmalarında, Akdeniz Bölgesi’nin doğusunda, Antakya-Kahramanmaraş grabeninin en kuzeyinde yer alan Gavur Gölü Bataklığının kurutulmadan önceki kültürel ekolojisini incelenmişlerdir. Gavur Gölü Bataklığının çevresinde yaşayan insanların, gölün kendilerine sunduğu imkanlardan yararlanmak için geliştirdiği sosyo-ekonomik davranışlar incelenerek kurutulan bu gölün, oluşturduğu kültürel ekoloji ortaya konmaya çalışılmıştır.

Kasapoğlu, (1987), “Doğu Akdeniz’in Sismotektonik Özellikleri: Sonlu Elemanlar Çözümlemesi” adlı çalışmasında, Anadolu ve Ege plakalarının birbirine bağlı hareketlerini ve bu hareketleri kontrol eden tektonik mekanizmaları daha iyi anlayabilme üzerinde çalışmıştır. Doğu Akdeniz’in sismotektonik özelliklerini daha açık bir şekilde ortaya koyabilmek amacıyla bölgedeki dört ana plakayı (Avrasya, Türkiye-Ege, Afrika ve Arap plakaları) ve bu plakaların kenar ve iç kesimlerinde yer alan bazı önemli fayları (Kuzey Anadolu fayı, Ecemiş Fayı, Tuz Gölü Fayı, Doğu Anadolu Fayı, Ölü Deniz Fayı) içeren matematiksel bir plaka tektoniği modeli hazırlamış ve bu modeldeki gerilim, birim-deformasyon ve yer değişim dağılımlarını, sonlu elemanlar yöntemi ile çözümlemiştir.

Korkmaz, (2006), yapmış olduğu “Antakya’da Zemin Özellikleri ve Deprem Etkisi Arasındaki İlişki” adlı çalışmada, Antakya Şehri’nin sismotektoniğini ve depremselliğini incelemiş, sismik riskin boyutunu ortaya koymaya çalışmıştır. Şehrin bulunduğu alandaki zeminler; tektonik, litolojik, jeomorfolojik ve hidrojeolojik özelliklerin yanında litolojik birimlerin süreksizlik yüzeyi tanımlamalarını, Schmidt çekici geri tepme sayılarını ve nokta yükü dayanımlarını dikkate alarak olası bir depremde gösterecekleri tepkilere göre en zayıf, zayıf, az sağlam, orta derecede

sağlam ve sağlam zeminler şeklinde sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırmaya uygun zemin mukavemet haritasını yapmıştır.

Korkmaz, (2008), “Antakya-Kahramanmaraş Graben Alanında Kurutulan Sulak Alanların (Amik Gölü, Emen Gölü ve Gâvur Gölü Bataklığı) Modellerinin Oluşturulması” adlı çalışmada, insan yaşamı için hayati öneme sahip pek çok işlevi yerine getiren bu sulak alanların yine insanlar tarafından bir hiç uğruna yok edilme süreci ve buna bağlı ortaya çıkan ve insan yaşamını tehdit eden sorunları ele almıştır. Bu sorunların ortadan kaldırılması, bölge için jeostratejik öneme sahip tatlı su kaynaklarının korunması ve gelecek nesillere sağlıklı bir şekilde aktarılabilmesi için kurutulan sulak alanların işleyen küçük modellerinin oluşturulmasını önermiştir.

Öner, (2008), yaptığı "Asi Delta Ovasında Alüvyal Jeomorfoloji ve Paleocoğrafya Araştırmaları (Antakya/Hatay)" adlı çalışmasında Delta ovasının jeomorfolojik gelişiminin belirlenmesi için gerçekleştirilen 12 adet alüvyon delgi sondajını değerlendirerek 3 profil doğrultusunda kesitler hazırlamıştır. Kesitler boyunca elde edilen bilgiler ışığında hazırlanan şematik paleocoğrafya haritalarının yatay doğrultuda değerlendirmesini yapmıştır.

Över vd., (2001), “Hatay Bölgesinde Etkin Gerilme Durumları” adlı çalışmalarında Doğu Akdeniz’in kuzeydoğu ucunda yer alan Hatay’da Pliyo-Kuvaterner’den günümüze kadar etkin olan gerilme durumlarını saptamışlardır. Günümüzde etkin olan gerilme durumu, bölgede meydana gelen sığ odaklı depremlerin odak mekanizmalarının ters çözüm işlemi sonucunda elde edilmiştir.

Över vd., (2009), "Assessment of Potential Seismic Hazard and Site Effect in Antakya (Hatay Province), SE Turkey" adlı çalışmada, Antakya'nın büyük depremlere neden olabileceği bir alanda olduğunu belirtmişlerdir. Bu amaçla meydana gelebilecek bir depreme ön hazırlık olarak mikro bölgeleme çalışmalarını yaparak Antakya'yı beş farklı zona ayırmışlardır. Refraction Microtremor (ReMi) analysis sonuçlarına göre Antakya'nın her iki (doğu ve batı) yanının da maksimum risk bölgesi olduğunu belirtmişleridir.

Türer vd., (2005), yapmış oldukları “Kullanılmış Araba Lastiği ile Bina Güçlendirme Antakya Pilot Uygulaması ve Dekoratif Çözümler” adlı çalışmada yığma yapılarda yaşayan düşük gelirli vatandaşlara yönelik, kullanılmış araba lastiği ile ekonomik ve kolay uygulanabilen yapı güçlendirme teknikleri araştırılmış ve geliştirilmiştir. Çalışmada Antakya’da bir kütüphane binasında yapılan pilot bina uygulamasından da söz edilmiştir.

Yönlü vd., (2009), yapmış oldukları “Ölüdeniz Fay Zonu’nun Kuzey Kesimi Aktivitesine İlişkin Paleosismolojik Veriler” adlı çalışmalarında Hacıpaşa Fayı olarak adlandırılan fay üzerinde tarihsel ve aletsel dönemde birçok deprem meydana geldiğini belirtmişlerdir. Antakya ve çevresinde uzun dönem tarihsel deprem aktivitesini yansıtan kayıtların mevcut olmasına karşın bu fay zonu Türkiye yakınlarında birkaç kola ayrıldığından bu depremlerin hangi faylar tarafından üretildiğinin net olmadığını belirtmişlerdir.

Konu Bakımından Önceki Çalışmalar

Alparslan vd., (2008), “A GIS model for settlement suitability regarding disaster mitigation, a case study in Bolu Turkey” adlı çalışmada Bolu için Coğrafi Bilgi Sistemleri tabanlı bir model geliştirmişlerdir. Bu modelde, Bolu için yerleşime uygunluk haritası oluşturmak amacıyla çalışma alanına ait fay hatlarından uzaklık, yer büyümesi değerleri, zemin özellikleri, eğim değerleri, arazi kullanım sınıfları ve geçmişteki depremlere ait verileri kullanmışlardır.

Alparslan, vd., (2006), yapmış oldukları “Büyükçekmece ve Küçükçekmece Gölleri Arasındaki Bölgede Heyelan Duyarlılığının Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Çok Kıstaslı Analizi” adlı çalışmalarında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin mekânsal veri analizini ve kullanımını kolaylaştıran özelliğini kullanarak heyelan duyarlılık analizinde geçirimsizlik durumu, jeoloji, jeomorfoloji, zeminlerin sıvılaşmaya yatkınlığı, yer altı suları, faylar, hidroloji ve eski heyelan alanları gibi çeşitli bilgiler uzaktan algılama teknolojisiyle birlikte değerlendirerek, Büyük ve Küçük Çekmece Gölleri arasındaki alanda yüksek, orta ve az duyarlı heyelan bölgelerini belirlemişlerdir.

Babalık, (2002), "Isparta Yöresinde Arazi Kullanımına ilişkin Sorunlar" Adlı Çalışmada erozyon, sel ve taşkın gibi çevre sorunlarının önlenmesi için, sorunların çözümüne mutlak surette havza bazında yaklaşılması gerektiğini, özellikle dağlık kesimlerde arazi örtüsünün korunmasının ve bu arazilerin kabiliyetleri dışında kullanımının kesinlikle önlenmesi gerektiğini buna uyulduğu takdirde sorunların büyük çoğunluğu kendiliğinden çözümleneceğini belirtmiştir.

Tang, vd., (2009), yapmış oldukları “Emergency Assessment of Seismic Landslide Susceptibility: A Case Study Of The 2008 Wenchuan Earthquake Affected Area” adlı çalışmalarında, 2008 yılında meydana gelen 8.0 şiddetindeki Wenchuan depreminin dağlık bölgelerde tetiklediği büyük ölçekli toprak kaymalarından yola çıkarak heyelan duyarlılık haritaları oluşturmuşlardır. Duyarlılığa neden olan Litoloji, topografya, akarsular ve fay hatları gibi faktörleri sayısal derecelendirme sistemi uygulayarak modellemişlerdir. Elde edilen duyarlılık haritalarının, karar vericiler açısından, heyelan risk yönetimine temel olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Di Baldassarre vd., (2009), "Probability-Weighted Hazard Maps For Comparing Different Flood Risk Management Strategies: A Case Study" adlı çalışmada sellerin önlenemez doğal olaylar olduğunu, ayrıca bazı insan faaliyetlerinin sel olaylarının olumsuz etkilerine katkıda bulunduğuna dikkat çekerek akarsuları kontrol altına almak için yapılan kanal ve bentlerin yüzey sularının kanala girdikten sonra daha az kayba uğramasından dolayı daha çok sel ve taşkınlara neden olduğunu belirtmiştir.

Dimitrios et al., (2009), "Integrated Flood Hazard Mapping In The Framework of The E.U. Directive on The Assessment and Management Of Flood Risks" adlı çalışmada Yunanistan'ın kuzeyindeki bir su toplama havzasında potansiyel olarak su altında kalma riski taşıyan alanları haritalamak için Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında geliştirdikleri yöntemde sayısal arazi modeli ile hidrolojik ve hidrolik modelleri entegre etmişlerdir. Ayrıca hazırladıkları farklı senaryolara göre tehlikeleri önleme, yönetme, korunma amaçlı sel ve taşkın haritaları üretmişlerdir.

Ekinci, (2003), yapmış olduğu “İhsaniye Deresi Havzası (Zonguldak) Taşkın Analizi” adlı çalışmalarında İhsaniye deresinde geçmiş yıllarda meydana gelen taşkın olaylarını ortaya koymuş, ABD su kaynakları komitesi tarafından uygulanan Log Pearson Tip III yöntemini kullanarak yağış ve taşkın olasılık hesaplamaları yapmıştır.

Ekinci, (2005), yapmış olduğu "CBS Tabanlı Uyarlanmış RUSLE Yöntemi ile Kozlu Deresi Havzası'nda Erozyon Analizi" adlı çalışmasında Kozlu Deresi havzasında potansiyel erozyon sahalarının duyarlılık sınıflarını tespit etmiş ve risk taşıyan alanları belirlemiştir. Bu amaçla eğim, zemin örtüsü ve toprak tekstür özelliklerine ait faktörlerin erozyona etkileri oranında duyarlılık sınıflandırmasını yapmıştır.

Ekinci, (2005), yapmış olduğu “Karadeniz Ereğlisi’nin Zemin Hareketleri Duyarlılık Sahalarının Sınıflandırılması ve Yüksek Riskli Yerleşmelerin Zemin Stabilitate Analizi” adlı çalışmasında Karadeniz Ereğlisi’ndeki zemin hareketleri bakımından çok yüksek risk taşıyan yerleşim birimlerinin üzerlerinde kurulu bulunduğu yamaçların stabilite durumlarını değerlendirmiştir. Bu kapsamda belirtilen alanda kayaç vb. malzemelerin şevden aşağıya ve dışa doğru düşme, devrilme, kayma, ya da akma hareketleri gibi diğer kütle hareketlerini inceleyerek duyarlı alanları tespit etmiştir.

Ekinci vd., (2010), yapmış oldukları “Erozyon Duyarlılık Haritalarının Oluşturulmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknolojilerinin Kullanımı” adlı çalışmalarında, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan algılama Teknolojilerinin rolünü ortaya koyabilmek amacıyla anahtar bir çalışma olarak Karadeniz kıyısında ve Marmara Bölgesinin kuzeyinde bulunan Durusu havzasında erozyon duyarlılık sahalarının sınıflandırmasını RUSLE 3D Modeli kullanarak erozyona duyarlı alanları haritalandırmıştır.

Ekinci vd., (2010), yapmış oldukları “Kütle Hareketleri Duyarlılık Haritalarının Oluşturulmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknolojilerinin Kullanımı” adlı çalışmalarında Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan

algılama teknolojilerinin rolünü ortaya koyabilmek amacıyla kütle hareketleri için elverişli şartlara sahip Zonguldak ve Hisarönü arasındaki Karadeniz akları içinde kalan alanda heyelan duyarlılık sahalarının tespit edilmesinde dolaylı haritalama tekniklerinden Coğrafi Bilgi Sistemleri tabanlı Koşullara Bağlı Ağırlıklı Analiz Metodundan yararlanmışlardır.

Ekinci, (2011), yapmış olduğu “Zonguldak-Hisarönü Arasındaki Karadeniz Akaçlama Havzasının Kütle Hareketi Duyarlılık Analizi” adlı çalışmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama tabanlı kütle hareketi duyarlılık analiz modeli uygulamış ve kütle hareketine duyarlı alanları tespit etmiştir.

Gemitzi vd., (2010), “Evaluating Landslide Susceptibility Using Environmental Factors, Fuzzy Membership Functions and GIS”, adlı çalışmalarında; kuzey Yunanistan’daki Xanthi şehrinin dağlık kesimlerindeki kütle hareketlerine duyarlı alanları belirlemek amacıyla bulanık mantık fonksiyonları ve Coğrafi Bilgi Sistemlerini kullanmışlardır. Çalışmada, eğim açısı, eğim yönü, arazi kullanımı, jeoloji, haritaları ve yükseklik gibi parametreleri kullanarak heyelan duyarlılık bölgeleri oluşturmuşlardır.

Gürgen, (2004), "Doğu Karadeniz Bölümü'nde Maksimum Yağışlar ve Taşkınlar Açısından Önemi" adlı çalışmasında, Doğu Karadeniz Bölümü'nde, maksimum yağışlar ve diğer koşulların etkisiyle oluşan taşkınların, bölgenin topografik özelliklerinin de etkisiyle çok büyük zararlara sebep olduğunu bu yüzden bölgede çok önemli yaşamsal ve ekonomik riskler oluşturan taşkın zararlarını azaltmak için yerleşim birimlerinin doğal ortamla uyumlu hale getirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca taşkınların önüne geçebilmek için çok iyi bir yağış-taşkın analizinin yapılması ve taşkın erken uyarı sistemlerinin kurulmasının zorunlu olduğunu belirtmiştir.

Huang, vd., (2002), yapmış oldukları “Precursory Seismicity Changes Associated With the Mw =7.4 1999 August 17 İzmit (Turkey) Earthquake” adlı çalışmalarında deprem kataloglarından yararlanarak oluşturdukları istatistiksel metod yardımıyla 17 Ağustos İzmit depreminden önceki öncü depremler araştırmışlardır.

Kadıoğlu, (2008), "Sel Risk Yönetimi" adlı çalışmada Sellerin, doğal olaylar olduğunu fakat doğru önlemlerle oluşma ihtimalleri ve sonuçlarının azaltılabileceğini özellikle Küresel iklim değişiminin ve arazi kullanımındaki değişimin sel riskini ve bu riskin gelecekte ne kadar iyi yönetilebileceğini etkileyeceğini söylemiştir. Ayrıca dünya genelinde, afetlerden korunma stratejisi yerine, afetlere karşı risk yönetimine geçildiğini, bu yaklaşımdaki başarının ise risk yönetimiyle gelişmiş koruma ve uyarı sistemlerinin bir arada yürütülmesiyle elde edilebileceğini belirtmiştir.

Kadıoğlu, (2008), "Sel ve Heyelan Risk Yönetimi" adlı çalışmada; sel ve heyelandan kaynaklanacak yıkım ve zararı azaltma yaklaşımlarının günümüzde belirgin bir şekilde değiştiğini, dünya genelinde, bu afetlerden korunma stratejisi yerine bu afetlere karşı risk yönetimine geçildiğini, bu amaçla yapılacak çalışmalarda başarılı olunabilmesi için gelişmiş koruma ve uyarı sistemleri ile daha iyi afet acil durum planlaması, vb. afet yönetim çalışmalarının bir arada yürütülmesinin gerekli olduğunu belirtmiştir.

Kadıoğlu, (2008), Sel, Heyelan ve Çığ için Risk Yönetimi, adlı çalışmada Türkiye'de geçmiş yıllarda birçok sel olayının gerçekleştiğini ve bu olayların ilerleyen dönemlerde de gerçekleşebileceğini belirtmiştir. Özellikle sanayi tesislerinin yoğun olduğu bölgelerde meydana gelebilecek sellerde kimyasal maddelerin sel suları vasıtasıyla akarsulara, göllere, denizlere ve yer altı sularına karışabileceği, altyapının önemli ölçüde zarar görebileceğini belirtmiştir.

Karabulut vd., (2007), "20 Kasım - 9 Aralık 2001 Mersin Sel Felaketleri: Meteorolojik ve Hidrolojik Açından Bir İnceleme" adlı çalışmada sele neden olan yağışların ve oluşan taşkınların tekrarlanma sıklıklarının hesaplanmasının arazi kullanımı ile ilgili her türlü ileriye dönük planlama çalışması için oldukça önemli olduğunu, yapılan hesaplamalar neticesinde akarsuların genel karakterlerinin ortaya çıktığını belirtmiştir. Elde edilen sonuçları kullanarak havzada yapılacak planlamalarda taşkın olayına karşı dikkat edilecek noktaların ortaya çıktığını böylece taşkınlardan en az zarar ile korunma durumunun önceden öngörülebildiği belirtmişlerdir.

Karabulut, (2002), “Uzaktan Algılama Yöntemlerini Kullanarak Sellerin İzlenmesi ve incelenmesi” , adlı çalışmasında, uzaktan algılama yöntemiyle Landsat TM uydu görüntülerini kullanarak ABD’nin batı bölgelerinde sel felaketine maruz kalan alanları tespit etmiştir. Bunun için aritmetik operasyonlar, maskeleme ve kontrolsüz sınıflama yöntemlerini kullanmıştır.

Karakuyu, (2002), “Şehirleşmenin Küresel İklim Sapmaları ve Taşkınlar Üzerindeki Etkisi” adlı çalışmasında, artan dünya nüfusunun şehirlere doğru yönelmesi sonucunda meydana gelen yapılaşmanın yağmur sularının yeraltına sızmasını önlediğini bu durumun yer altı su seviyesini düşürdüğünü, ayrıca yeraltına sızmanın azalmasından dolayı yağmur sularının yüzeysel akışa geçtiği ve taşkınlarla yol açtığını bu durumda maddi ve manevi kayıplara yol açtığını belirtmiştir.

Kılıçer ve Özgüler (2002), “Türkiye’de Taşkın Durumu” adlı çalışmalarında, Türkiye’de meydana gelen sel veya taşkın afetlerinin, depremlerden sonra en büyük ekonomik kayıplara neden olan doğal afet olduğunu belirtmiş, mevcut envanter verileri itibari ile taşkınlardan kaynaklanan ekonomik kayıpların her yıl için ortalama 100.000.000 ABD dolarına ulaştığını buna karşın taşkınların kontrolü ve zararlarının azaltılmasına yönelik olarak genelde yapısal önlemler bağlamında sürdürülen projeli faaliyetler için ayrılan yatırım miktarının ise yılda ortalama 30 000 000 ABD doları civarında olduğunu belirtmiştir.

Kijko ve Öncel, (2000), “Probabilistic Seismic Hazard Maps For The Japanese Islands” adlı çalışmalarında, olasılıksal sismik tehlike analizini kullanarak Japonya’yı oluşturan adalarının olasılıksal sismik tehlike haritalarını oluşturmuşlardır.

Lawal vd., (2011), yapmış oldukları “A Geographic Information System and Multi-Criteria Decision Analysis in Proposing New Recreational Park Sites in Universiti Teknologi Malaysia” adlı çalışmada öğrencilerin dinlenmeleri için gerekli parkların ve eğlence yerlerinin belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri tabanlı çok kriterli karar verme sürecini kullandıklarını, kriterlerin belirlenmesinde ise Analitik

Hiyerarşi süreci karşılaştırma yöntemini kullanarak en uygun park yerini belirlediklerini belirtmişlerdir.

Mankelow ve Murphy, (1998), yapmış oldukları “ Using GIS in the Probabilistic Assesment of Earthquake Triggered Landslide Hazard” adlı çalışmalarında California Loma Prieta’da 1989 depreminde meydana gelen ve önemli zararlar veren heyelanlardan yola çıkarak CBS tabanlı jeolojik, jeoteknik, jeomorfolojik ve sismolojik verilerin kullanıldığı bir model önermişlerdir. Model sonucunda çıkan duyarlı bölgelerin 1989 yılındaki depreme bağlı olarak meydana gelen heyelan bölgelerine uygunluk gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Menteşe, vd., (2009), yapmış oldukları “Rize İli Geneline Heyelan Tehlikesi Altında Bulunan Bölgelerin Kullanım Türlerinin Belirlenmesi” adlı çalışmada, Rize İli’nde heyelan tehlikesi altında bulunan bölgelerin kullanım türlerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri, Uzaktan Algılama ve jeolojik yöntemler yardımıyla belirlemişlerdir.

Nandi ve Shakoore, (2010), “A GIS-Based Landslide Susceptibility Evaluation Using Bivariate and Multivariate Statistical Analyses” adlı çalışmalarında Ohio’nun kuzeydoğusunda yer alan Cuyahoga Nehri havzasında heyelan oluşumuna etki eden istikrarsızlık faktörlerini hava fotoğrafları, arazi kontrolleri, mevcut literatürü kullanarak Coğrafi Bilgi Sistemleri tabanlı heyelan envanter haritası hazırlamışlardır.

Neuvel ve den Brink, (2009), "Flood risk management in Dutch local spatial planning practices" adlı çalışmada Hollanda'da sel araştırma stratejileri belirlenirken lokal uygulamalar yapılması gerektiği belirtilerek, aynı zamanda mekânsal planlamanın selin olumsuzluklarını azaltmada kullanılması için gerekli argümanların devlet organlarının gereksinimleri ve yerel yönetimlerin önceki afetlerdeki deneyiminden yararlanılarak hazırlanması gerektiğini belirtmişlerdir.

Öncel ve Alptekin, (1999), “Effect of Aftershocks on Earthquake Hazard Estimation: An Example from the North Anatolian Fault Zone” adlı çalışmalarında Kuzey Anadolu Fay Zonu’nda deprem tehlikesi tahminine artçı etkisini araştırmak amacıyla, maksimum olabilirlik yöntemini kullanmışlardır. Bu amaçla, ham deprem kataloğu ve ana şok kataloğu yöntemini kullanılmışlardır. Ham katalog kullanılarak

elde edilen sonuçların ana katalog üzerinde elde edilenlerden farklılıklar gösterdiğini tespit etmişlerdir. Sonuç olarak maksimum olabilirlik ve tam deprem verilerini içeren karışık deprem kataloğunun kullanımı deprem tehlikesi parametrelerini belirlemek için kullanılabilecek bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir.

Öncel ve Wilson, (2002), “Space-Time Correlations of Seismotectonic Parameters: Examples From Japan and From Turkey Preceding the İzmit Earthquake”, adlı çalışmalarında sismik tehlikeleri değerlendirmede Gutenberg-Richter, moment–magnitude ve moment–source alan ilişkilerini incelemişler ve karmaşık sismotektonik fraktal öznelikleri arasında korelasyon analizini kullanmışlardır.

Öncel ve Wilson, (2006), “Evaluation of Earthquake Potential Along the Northern Anatolian Fault Zone in the Marmara Sea Using Comparisons of GPS Strain and Seismotectonic Parameters”, adlı çalışmalarında Kuzey Anadolu Fayı (KAFZ) ve Kuzey Sınır Fayı (NBF)’nin kayma hızlarını ölçmüşler ve en fazla kaymanın olduğu İzmit Depremi’nde (1999 M 7.4) Kuzey Anadolu Fay Zonu’nda dilatasyon şeklinde zorlanma tespit etmişlerdir. Elde edilen sonuçlardan ortalama dilatasyon ve Gutenberg-Richter b-arasında pozitif korelasyon ve anlamlı negatif korelasyon olduğunu gözlemlemişlerdir.

Öncel ve Wilson, (2007), “Anomalous Seismicity Preceding the 1999 İzmit Event, NW Turkey” adlı çalışmalarında kuzeybatı Türkiye’de son 100 yılda gerçekleşen en büyük depremlerden olan 1999 İzmit depremi (17 Ağustos, Mw = 7.4) sırasında Kuzey Anadolu Fay Zonu içinde oluşan İzmit-Sapanca fayını gözlemlemiş zaman ve mekan içinde kümelenme ve genelleştirilmiş fraktal boyutlardaki çeşitlemeler (dq), Gutenberg-Richter b-değeri, ve İzmit depremi öncesindeki deprem frekansını (N) detaylı olarak değerlendirmişlerdir.

Öncel, (2007), “Static Stress Changes and Fault Interaction Related to the 1985 Nahanni Earthquakes, Western Canada” adlı çalışmasında son yüzyıl içinde Nahanni bölgesinde meydana gelen 1985 yılındaki Nahanni depremlerini (05/10/1985, Mw =

6.6; 23/12/1985, $M_w = 6.8$) kayma modellerini kullanarak, optimal odaklı düzlemleri boyunca statik gerilme değişimlerini hesaplamıştır.

Öncel (2004), “Correlation of seismotectonic variables and GPS strain measurements in western Turkey” adlı çalışmasında Türkiye’nin batı bölgelerindeki kayma, gerilme bölgelerine karşılık gelen ve sıkışma ve deformasyonun Kuzey Anadolu Fay Zonu ile çakıştığını (KAFZ); Ege arka bölge yay ile uzatma bölgesindeki sıkıştırmanın, Afrika ve Anadolu levhaları arasındaki Ege yitim zone uzatma bölgesinde gözlenenden daha büyük olduğunu belirtmiştir.

Özcan vd., (2009), yapmış olduğu “Taşkın Alanlarının CBS ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Yönetimi; Sakarya Havzası Örneği” adlı çalışmasında, uzaktan algılama verilerini ve yersel çalışmaları Coğrafi Bilgi Sistemi ortamında modelleyerek Aşağı Sakarya Havzası’nda taşkın risk analizi gerçekleştirmişlerdir. Modelleme aşamasında, Çok Kriterli Karar Verme Analizi ve Hidrolojik Modelleme yöntemlerini kullanarak bu yöntemlerin karşılaştırmasını yapmıştır.

Özdemir ve Bayrakdar (2007), yapmış oldukları “16 Kasım 2007 Tuzla Deresi Taşkınının Nedenleri Üzerine Bir Araştırma (Silivri-İstanbul)” adlı çalışmalarında arazi gözlemleri ve sayısal verileri kullanarak havzanın fizyografik özelliklerini incelemişler ve meydana gelen taşkında yanlış arazi kullanımlarının etkisi olduğunu ve koruyucu önlemlerin alınmaması durumunda afetin tekrarlanabileceğini belirtmişlerdir.

Özdemir (2004), yapmış olduğu “Afetlere Hazırlık Çalışmalarında Geçici İskân Alanlarının Belirlenmesi” adlı çalışmasında Afetlerin meydana geldiği ülke ve bölgelerde planlama çalışmalarının önemine ve afetzedelerin insanca yaşamalarının devamını sağlanması amacıyla oluşturulacak olan geçici iskân alanlarının belirlenmesinin, afet yönetiminde büyük öneme sahip olduğunu belirtmiştir.

Özdemir H., (2007), SCS CN Yağış - Akış Modelinin CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Uygulanması: Havran Çayı Havzası Örneği (Balıkesir) adlı çalışmasında yağış akış çalışmalarını Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi

Sistemleri (CBS) teknolojileriyle birleştirmiştir. Bu amaçla farklı yazılımlar ve uydu görüntülerini kullanarak akım gözlem istasyonu olmayan akarsuların yağış akış modellerinin oluşturulduğunda gerçeğe yakın sonuçlar alınabileceğini belirtmiştir.

Özdemir (2008), yapmış olduğu “Havran Çayı’nın (Balıkesir) Taşkın Sıklık Analizinde Gumbel ve Log Pearson Tip III Dağılımlarının Karşılaştırılması” adlı çalışmada, geçmişte birçok taşkın meydana geldiği Havran Çayı ve aynı çaya katılan Küçükçay, Bent ve Kışla yan derelerinin olası taşkınlara karşı hazırlıkların yapılması açısından Gumbel ve Log Pearson Tip III dağılımlarını kullanarak 5, 10, 25, 50, 100, 200 ve 1000 yıllık tekrarlama sıklıklarının hesaplamış ve iki istatistiksel yöntemin sonuçlarını karşılaştırmıştır.

Özdemir (2011), yapmış olduğu “Havza Morfometrisi ve Taşkınlar” adlı çalışmada havza morfometrisinin taşkınların meydana gelmesinde etkisini incelemiş bu kapsamda, aşırı sağanak yağışlar, bitki örtüsü tahribatı, yanlış arazi kullanımları ve akarsu yatakları üzerindeki yanlış mühendislik yapılarının taşkınlara olan etkilerini belirtmiştir.

Özler (1999), yapmış olduğu “Water balance and water quality in the Çürüksu basin, western Turkey”, adlı çalışmada Denizli için önemli bir su kaynağı olan Çürüksu havzasının hidrolojik özelliklerini ve su kalitesini jeolojiyle ilişkilendirerek incelemiştir.

Özler (2000), yapmış olduğu “Hydrogeology and Geochemistry in the Çürüksu (Denizli) Hydrothermal Field, Western Turkey” adlı çalışmada Büyük Menderes Grabeni’nde bulunan düşük sıcaklıklı Çürüksu hidrotermal kaynağının meydana gelmesindeki hidrojeolojik koşulları belirterek su kalitesini ortaya koymuştur.

Özler (2001), yapmış olduğu “Active Saltwater Encroachment (from Lake Van) in the Van Aquifer, East Turkey” Van Şehri’nde artan nüfusunun ihtiyaçlarını karşılamak ve tarımsal amaçlı kullanmak amacıyla yeraltından aşırı su çekilmesinin su kalitesinde düşmelerin meydana gelmesine neden olduğunu belirtmiştir. Bu durumun meydana gelmesinde çekilen temiz su kaynakları yerine tuzlu suların gelmesinin etkili olduğunu belirtmiştir.

Pažek vd. (2010), A Multi-Criteria Decision Analysis Framework Tool for the Selection of Farm Business Models on Organic Mountain Farms, adlı çalışmalarında dağlık alanlarda farklı seçici özellikleri olan organik besinlerin yetiştirilebilmesi amacıyla Çok Kriterli Karar Verme Analizini uygulamışlardır. Bu amaçla KARSIM 1.0 adlı bir de yazılım geliştirmişlerdir. Yapılan çalışma dağlık bölgelerde yaşayan ve organik tarımla geçimini sağlayan çiftlikler için kabul edilebilir bir karar destek aracı olarak kullanılmıştır.

Sharma, vd. (2010), “Assessing Landslide Vulnerability From Soil Characteristics - A GIS-Based Analysis” adlı çalışmalarında, Hindistan’ın kuzeydoğusunda yer alan bölgede heyelana duyarlılık bölgelerini toprak özelliklerini kullanarak modellemişlerdir.

Sunkar ve Tonbul, (2006), “Batman’da 31 Ekim - 1 Kasım 2006 Tarihinde Yaşanan Taşkın Nedenleri”, adlı çalışmada, Batman Şehri’nin uygun jeomorfolojik birimler üzerine kurulmaması, havza genelinde zeminin geçirimsiz olması, dere yataklarının yerleşime açılması ve ıslah çalışmalarının havza alanı ve maksimum debiye göre yapılmamış olmasının taşkınlara neden olduğunu belirtmiştir.

Tağıl, (2004), “Balıkesir Ovası ve Yakın Çevresinin Neotektonik Özellikleri ve Depremselliği”, adlı çalışmada, jeolojik kökenli doğal bir afet olan depremle ilgili, Türkiye genelini kapsayacak çalışmalar kadar lokal alanlarda yapılacak çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu belirtmiştir. Bu amaçla, Balıkesir Ovası ve yakın çevresinin neotektonik özellikleri ve depremselliğini ortaya koymayı amaçlamış ve Balıkesir Ovası ve yakın çevresinde gerçekleşmiş olan depremlerin dış merkez (episantr) dağılımları incelemiştir. Ovada depremlerin gelecekte olma olasılıklarını ve kaç yılda bir tekrarlanacaklarını Poisson modelini kullanılarak hesaplamıştır.

Tağıl, (2007), “Tuzla Çayı Havzasında (Biga Yarımadası) CBS-Tabanlı RUSLE Modeli Kullanarak Arazi Degradasyonu Risk Değerlendirmesi” adlı çalışmada Biga Yarımadası’ndaki Tuzla Çayı havzasının uzaktan algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) teknikleri kullanarak arazi degradasyonunu ve erozyon riskini ortaya koymuştur.

Temiz, vd., (2004), yapmış oldukları “Batı Karadeniz Bölgesi'nde Potansiyel Taşkın Alanlarının Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma” adlı çalışmalarında, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) tekniği kullanılarak bölgenin yağış dağılışı, Sayısal Arazi Modeli (SAM), arazi kullanımı ve drenaj ağı etkisini girdi parametreleri olarak ele alarak taşkından etkilenme tehlikesi bulunan muhtemel alanları belirlemişlerdir.

Tonbul ve Sunkar, (2008), yapmış oldukları “Batman Şehrinde Yer Seçiminin Jeomorfolojik Özellikler ve Doğal Risk Açısından Değerlendirilmesi” adlı çalışmada 50-60 yıl öncesine kadar İluh adında köy statüsünde bir yerleşme olan Batman’ın petrolün bulunmasından sonra hızlı ve kontrolsüz bir şekilde geliştiği, akarsu yataklarının büyük bir kesiminin yerleşime açılması ve şehrin zayıf zeminlere doğru gelişim göstermesinin Batman’da başta taşkın olmak üzere, deprem gibi önemli afetlere zemin hazırladığını belirtmiş, yerleşim alanının gelişiminde yer seçiminin yanlış yapıldığını belirtmişlerdir.

Tunay ve Ateşoğlu, (2004), "Bartın ili Taşkın Sahalarındaki Değişimin Uzaktan Algılama Verileriyle İncelenmesi" adlı çalışmada, 1992 ve 2000 tarihli Landsat 5 TM uydu görüntülerini kullanarak Bartın Çayını oluşturan iki ana dere olan Kozcağz Çayı ve Ulus Çayı taşkın saharındaki değişimi hesaplamışlardır. Ayrıca çalışmada Uydu verileri üzerinden elde edilen bilgilerin CBS ortamında analizleri yapılmış, ortaya çıkan sonuçlar doğrultusunda meydana gelen değişimlerin boyutu ve önemine dikkat edilerek, bu konuda öneriler verilmiştir.

Turoğlu, (2005), yapmış olduğu “Bartın’da Meydana Gelen Sel ve Taşkınlara Ait Zarar Azaltma ve Önleme Önerileri” adlı çalışmasında, şehir merkezinde önemli hasarlara neden olan sel ve taşkınları önleme ve zarar azaltma amaçlı olarak özellikle, yüzeysel akışa geçen su miktarını azaltmak, büyük su kütlesinin Bartın şehir merkezinde toplanmasını engellemek, su akışını kolaylaştırmak, doğal drenaj alanlarını doğal işlevine terk edilerek mümkün olacağını bu amaçla imar planlarının doğal ortam özelliklerine uyumlu olarak revize edilmesi, erken uyarı sistemleri ve acil durum planlarının hazırlanması, ilgili afet türlerine ait yerel halkın eğitiminin gerekliliği üzerinde durmuştur.

Yalçın, (2007), yapmış olduğu “Heyelan Duyarlılık Haritalarının Üretilmesinde Analitik Hiyerarşı Yönteminin ve CBS’nin Kullanımı” adlı çalışmada, heyelan duyarlılık analizlerinde Analitik Hiyerarşı Yöntemini (AHY) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)’nin kullanılması ile ilgili bilgiler verdikten sonra yapılan örnek bir çalışmada üretilen heyelan duyarlılık haritasının 56 aktif heyelan alanında kontrolü yapılmış ve uygulanan bu yöntemin kullanılmasıyla % 84 gibi bir oranla, bu alanların yüksek ve çok yüksek heyelan duyarlılığına sahip alanlara rastladığını saptamıştır.

Yılmaztürk ve Burton (1999), yapmış oldukları "An Evaluation of Seismic Hazard Parameters in Southern Turkey", adlı çalışmalarında Türkiye'nin güneyinde meydana gelen $M > 4$ ve üstü depremleri incelemiştir. Bu amaçla Türkiye'nin güneyi 2^o lik 77 bölgeye ayrılmıştır. Sonuçta sismik olaylara neden olan her bir parametre için sismik olaylarda yanal etmenlerin görüldüğünü ve meydana gelebilecek sismik aktivitelerin çeşitli varyasyonlarla tahmin edilebileceğini belirtmişlerdir.

1. İNCELEME ALANININ GENEL COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ

Bu bölümde inceleme alanı olan Antakya'nın jeolojik, jeomorfolojik, klimatolojik özellikleriyle, beşeri ve mekânsal özellikleri hakkında bilgi verilmiştir.

1.1. Jeolojik Özellikleri

Bilindiği gibi yerkabuğu, yeryuvarını oluşturan katmanların en hafif ve en ince olanıdır. En dışta olan yerkabuğu yoğunlukları farklı kayalardan oluşmuştur. Kabuğu oluşturan kayalar topoğrafya şekillerinin meydana gelmesi ve gelişimleri üzerinde etkilidir. Bu durum kayaların mekanik özellikleri olan direnç, geçirimsizlik ve su tutma ve genişleme katsayısı gibi özellikleriyle, kimyasal özellikleri olan bileşimleri, erime dereceleri, unsurlar arasındaki bağın çözülüp çözülmemesi gibi kimyasal özelliklerine bağlıdır. Aynı zamanda bir yerdeki çeşitli kayaların oluşum şartları, bulunuş durumları, diğer kayalarla ve topoğrafya ile ilişkilerin çözülmesine yardım eden anahtarlar gibidirler (Erinç, 2000). Ayrıca fiziksel ve kimyasal özellikleri farklı olan bu kayalar, yoğun veya gevşek olabildikleri gibi tabakalı veya tabakasız olabilirler. Bazıları kristalize minerallerden oluşurken bazıları cam yapısındadırlar. Bazıları tek mineralden oluşurken bazıları çok çeşitli minerallerden oluşurlar (Hoşgören, 1993). Kayaçların bu özellikleri, bulundukları yerlerin jeolojik ve jeomorfolojik geçmişi hakkında önemli bilgiler verdiği gibi, aynı zamanda o yerde meydana gelebilecek doğal afetlerin niteliğini ve verebileceği zararın boyutlarını etkileyen önemli bilgilerdir. Örneğin, zemini oluşturan kayaçları bu kayaçların çözülmesi sonucu oluşan toprakların tekstür özelliği ve geçirimsizliği yağmur sularının sızma özelliğini etkiler. Derine sızamayan suların yüzeysel akışa geçmesi erozyon ve su taşkınlarına neden olurken, yüzeye yakın kalın kil tabakalarının bünyelerine su alarak kayganlaşması zemin hareketlerini kolaylaştırır. Ayrıca zemini oluşturan kayaçların direnç ve hareketi iletme özellikleri yer sarsıntılarında meydana gelebilecek zararın boyutunu da önemli ölçüde etkilemektedir. Bu açıdan inceleme alanında yer alan kayaçların özellikleri ve stratigrafisinin bilinmesi çalışma içerisindeki afetlerin verebileceği zararların analizinde önemli yararlar sağlayacaktır.

İnceleme alanında Mesozoik' ten günümüze kadar değişik yaş ve litolojik birimler yayılış gösterir. Akarsu vadi tabanlarındaki Kuvaterner alüvyonlarının örtülü olduğu kesimlerin dışında mostra veren başlıca birim kalker olup, kalker, marn, kumtaşı ve konglomeradan oluşan bir litoloji hâkimdir (Şekil 3).

1.1.1. Mesozoyik

Bu zamana ait en eski kayaçlar Orta-Üst Kretase'de Orta-Üst Maestrichtiyen'e aittir. Bu tabakalar üst kretaseye ait kayaçlar üzerinde bindirmeyle yer almakta ve tektonik, kümülat, diyabaz-dayk kompleksi, yastık lavlar ve volkanik sedimanterlerden oluşmaktadır. Bu tabakaların tümüne birden Kızıldağ Ofiyoliti de denir. Birim üzerinde ise açısız uyumsuzlukla Üst Maestrichtiyen'e ait Çakıldaş-Kumtaşı, Kalker- Killi Kalker- Marn ardalanması görülmektedir.

1.1.1.1. Üst Kretase

Narlıca Köyü'nün çevresi ve Kızıldağ'da oldukça geniş bir alanda yayılış gösteren bu birim Antakya'nın doğusunda yer almaktadır (Ateş vd., 2004). Habibi Neccar Dağı'nın batı yamaçlarında yer alan Karaali Bölüğü, Kardeşler, Şirince, Havuzlar, Aydınlık Evler, Hacı Ömer Alpagut, Sofular, Barbaros, İplik Pazarı, Dutdibi, Kantara, Kuyulu ve Orhanlı mahalleleri bu birim üzerine kurulmuştur (Foto 1).

Tektonik peridotitler ince-orta-eş taneli, sık çatlak ve eklemli, çatlak ve eklemler kalsit ve kil dolgulu, makaslanma yüzeylerinde serpantinleşmenin yoğun olduğu bir litolojiye sahiptir. Eklem ve çatlakların kalsit ve kil dolgulu olması, birimin suyu iletmesini engeller. Aynı zamanda litolojik yapının da suyun depolanmasına elverişli olmayışı, birime geçirimsizlik özelliği kazandırmıştır (Ateş, 2004; Korkmaz, 2006). Birimin bu özelliği yağmur sularının kısa zamanda yüzeysel akışa geçmesine neden olmaktadır. Bu durum bu bölgelerde erozyon ve su taşkını riskini arttıran bir neden olarak karşımıza çıkmaktadır. Habibi Neccar Dağı'nın yamaçlarında olası bir depremde bilhassa fay dikliklerinde kaya düşmeleri, makaslanma zonlarında killenme ve ezilmeye bağlı kütle hareketleri görülebilir. Bu

bölgelerde eğim ve yükselti değerleri her ne kadar yerleşmeyi zorlaştırsa da zeminin sağlam olması Antakya Şehrinde olası bir depremin şiddetinin, diğer zeminlere göre en az bu zeminlerde hissedilmesine neden olacaktır (Korkmaz, 2006).

TEMEL KAYALAR		ALLOKTON KAYALAR		ÖRTÜ KAYALAR										ÜSİSTEM
MESOZOYİK				SENOZOYİK										SİSTEM
				KRETASE										KUVATERNER
ÜST	ORTA - ÜST			PALEOJEN			NEOJEN				PLİYOSEN		SERİ	
	ORTA - ÜST MAESTRICHTİYEN			PALEOJEN	EOSEN	ÜST	MİYOSEN			ÜST	ASTIYEN - PLEİSTOSEN	KAT		
Senoniyen-Santoniyen				PALEOJEN	EOSEN	ÜST	MİYOSEN			ÜST	ASTIYEN - PLEİSTOSEN	GURUP		
Yayıkdamlar	KIZILDAĞ OFİYOLİTİ			PALEOJEN	EOSEN	ÜST	MİYOSEN			ÜST	ASTIYEN - PLEİSTOSEN	FORMASYON		
	>8500 m ?			PALEOJEN	EOSEN	ÜST	MİYOSEN			ÜST	ASTIYEN - PLEİSTOSEN	KALINLIK		
Kya	Koy	Kodk	Kolg	Koy	Koy	Koy	Koy	Koy	Koy	Koy	Koy	SİMGE		
KAYA TÜRÜ														
AÇIKLAMALAR														
Göl çökelleri: Bataklık çökeli (QGb), Kıyı oku çökeli (QGo), Göl tabanı çökeli (QGT), Göl kenar düzlüğü çökeli (QGk), Akarsu çökelleri: Art bataklık çökeli (QAb), Kopmuş menderes çökeli (QAm), Taşkın alanı çökeli (QAt), Doğal set çökeli (QAl), Kanal çökeli (QAK), Seki çökeli (QAs), Traverten (QKtr) Etek çökelleri: Yamaç molozu çökeli (QEm), Birikim glasisi çökeli (QEG), Birikinti yelpazesi çökeli (QEY). AÇISAL UYUMSUZLUK														
Kumtaşı-killi kireçtaşı-kiltaşı														
AÇISAL UYUMSUZLUK														
Kumtaşı-killi kireçtaşı-marn-kiltaşı														
Kumtaşı-killi kireçtaşı-kiltaşı-marn														
Resifal kireçtaşı														
Çakıltı-kumtaşı														
AÇISAL UYUMSUZLUK														
Kireçtaşı-killi kireçtaşı-marn-silis yumrulu killi kireçtaşı														
Kireçtaşı-kumlu kireçtaşı-çörtlü kireçtaşı														
Kumtaşı-kireçtaşı-killi kireçtaşı-kiltaşı														
Kireçtaşı-killi kireçtaşı-marn														
Çakıltı-kumtaşı														
AÇISAL UYUMSUZLUK														
Volkano-sedimanter														
Yastık lav														
Diyabaz-dayk kompleksi														
Kümülat														
Tektonit														
BİNDİRME														
Çakıltı-kireçtaşı-çörtlü kireçtaşı-killikireçtaşı-marn														

Şekil 3. İnceleme alanının Stratigrafisi (Ateş vd.,2004)



Foto 1.Habibi Neccar Dağı Yamaçlarında Yol Yarmasında Ortaya Çıkan Ofiyolitler (Üstte Kent Ormanı Piknik Alanları).

1.1.2. Senozoik

Bu birime ait en eski birimleri Üst Eosen'e ait Okçular Formasyonu denilen ve kalker-kumlu kalker-çörtlü kalkerden oluşan birimler oluşturur. Onun üzerinde açısız uyumsuzlukla Orta Miyosen'e ait çakıltaşı-kumtaşı ardalanmasından oluşan Balyatağı Formasyonu yer almaktadır. Bu formasyonun üzerinde resifal kireçtaşlarından oluşan sofular formasyonu yer almaktadır. Sofular Formasyonu'nun üzerinde ise kumtaşı-killi kalker-kilaşı-marn ardalanmasından oluşan Tepehan Formasyonu yer almaktadır. En üstte ise Üst Pliyosene ait kumtaşı-killi kalker-kilaşı ardalanmasından oluşan Samandağ Formasyonu yer almaktadır. Bu formasyon üstünde yer aldığı ve kumtaşı-killi kalker-marn-kilaşı ardalanmasından oluşan, Nurzeytin Formasyonunun üzerinde açısız uyumsuzlukla yer almaktadır.

1.1.2.1. Üst Eosen

Üst Eosen'e ait alanlar, Narlıca-Kuruyer köyleri arasında, Çınar Deresi-Dermaste Mahallesi arasında geniş bir alanda yayılım göstermektedir. Bu birim Antakya'nın doğusunda, Habibi Neccar Dağı ile Dursunlu Köyü arasında

görülmektedir (Ateş, vd., 2004). Habibi Neccar Dağı'nın yamaçlarında yer alan Bağrıyanık, Karaali Bölüğü, Kardeşler, Şirince, Havuzlar, Aydınlık Evler, Hacı Ömer Alpagut mahallelerinin yukarı kısımları bu birim üzerine kurulmuştur (Foto 2).



Foto 2. Habibi Neccar Dağı'nın Yamaçlarında Yer Alan Çörtlü Kireçtaşı ve Kırıntılı Kireçtaşı İstifi

Bu formasyon kalker, çörtlü kalker ve kırıntılı kalkerden oluşur. İnce taneli sıkı çimentolu, kırılması köşeli olan kireçtaşları 15-60 cm kalınlığında oldukça belirgin katmanlanma gösterir. Bu kireçtaşları üst seviyelere doğru daha masif bir görünüm kazanır ve bu seviyelerde çörtlere çok az rastlanır. Kireçtaşları belirgin olarak tespit edilebilmektedir. (Selçuk, 1985). Üst Eosen'e ait arazilerin süreksizlik yüzeylerinde, kayacı kırmak için birden fazla ya da çok sayıda çekiç darbesi gerekir. Buna göre, birim sağlam ve çok sağlam kayalardan oluşur. Habibi Neccar Dağı'nın yamaçlarında eğim ve yükselti değerlerinin fazla olması yerleşmeyi engellemektedir. Olası bir depremde meydana gelecek kopma ve kütle hareketleri yamacın altındaki yerleşmeleri tehdit etmektedir (Korkmaz, 2006).

1.1.2.2. Alt Miyosen

Balyatağı Formasyonu denilen bu birim Antakya Belediyesi sınırlarının yeni yerleşim alanlarının kurulduğu ve şehrin gelişme doğrultusunda yer alan mücavir alan sınırlarının kuzey batısında kalan alanda görülmektedir.

Orta Miyosen yaşlı kayaçların tabanını oluşturan bu formasyon, genel olarak çakıltası ve kumtaşından oluşur. Çakıl taşı düzeyleri, farklı yaşlardaki formasyonlara ait köşeli-küt köşeli kalker ve ofiyolitlere ait blok ve çakıllıdır. Çakıl taşı-kumtaşı, orta-kalın tabakalı, masif görünümlü karbonat çimentolu, seyrek çatlaklı ve eklemlili olup orta seviyede tutturulmuştur (Ateş vd., 2004).

Kendinden yaşlı tüm formasyonları uyumsuz olarak örten birimin üzerinde Sofular formasyonu geçişli olarak yer alır. Formasyon Orta Miyosen (Langiyen-Serravaliyen) yaşındadır (Selçuk, 1985). Bu döneme ait kayaçların bıçakla kesilmesi ve kazınması zordur. Çekicinin sivri ucu sıkı bir darbe sonucu sığ olarak saplanır ya da bıçakla yüzeyi kazınmaz, parça kopartılamaz. Sert bir çekiç darbesi ile kırılır. Zemin özelliği olarak zayıf, orta sağlam zeminler grubuna girer (Korkmaz, 2006). Depreme zayıf zeminleri oluşturan bu alanlarda yerleşim alanlarının planlanırken zemin etütlerinin iyi yapılması gerekmektedir. Kat sınırlaması uygulaması ve yeni yapılan konutların yapı denetimlerinin sıkı bir şekilde yapılması yamaçların çeşitli mühendislik yapılarıyla desteklenmesi olası bir afetin en az zararla atlatılmasına neden olacaktır.

1.1.2.3. Orta Miyosen

İnceleme alanındaki Orta Miyosen arazileri resifal kalkerden oluşan Sofular Formasyonu ve kumtaşı, killi kalker, siltaşı, kıltaşı ve marn aralanmasından oluşan Tepehan Formasyonu dur (Foto 3).

Sofular Formasyonu Antakya'nın güneydoğusunda Aşağı Okçular, Kışlasaray, Sümerler Mahalleleri ve Mücavir Alanda görülmektedir. Belirgin orta-kalın tabakalı, masif, seyrek eklemlili-çatlaklı, çatlak ve eklem yüzeyleri erime izli, kovuklu, sıkı tutturulmuş, keskin köşeli kırıklı, kırılma yüzeyi pürüzlü, sert ve sağlamdır. Birimin

üst seviyelerinde kiltası düzeyleri gözlenir, Balyatağı Formasyonu üzerinde geçişli olarak izlenen birim, yer yer kendinden yaşlı diğer formasyonların üzerinde de uyumsuz olarak yer alır (Selçuk, 1985).

Antakya çevresinde yaygın olarak görülen Tepahan Formasyonu; Aşağı Okçular, Bağrıyanık, Havuzlar, Kuyulu, Şehitler, Fevzipaşa, Kışlasaray, Sümerler mahalleleriyle, Mücavir Alanda gözlenmektedir. Kumtaşı, killi kalker, silttaşı, kiltası ve marn ardalanmasından oluşan formasyon, inceleme alanında en geniş yayılım gösteren formasyondur. Bazı alanlarda iki-üç seviyenin kendi içinde ardalandığı, bazen de tek bir seviyenin metrelerce kalınlıkta olduğu gözlenmiştir. Kumtaşı-silttaşı, orta-kalın tabakalı, seyrek çatlaklı, eklemli, genellikle gevşek-orta, bazen sıkı karbonat çimento ile tutturulmuştur. Birim, Sofular Formasyonu üzerinde geçişli olarak yer alır. Nurzeytin Formasyonu tarafından geçişli olarak örtülür (Selçuk, 1985).

Orta Miyosen arazileri, orta derecede sağlam zemin özelliğinde olmasından dolayı olası bir depremde, şiddetinin, zayıf zeminlerden daha az hissedilmesi, olumsuzlukların daha çok yamaç stabilitesinin bozulması, kaymalar, bilhassa fay dikliklerinde kaya düşmeleri şeklinde kendini göstermesi beklenmektedir (Korkmaz, 2006). Bunun yanında bünyesinde kil bulundurması zeminin geçirimsiz olmasına neden olmuştur. Dolayısıyla bu durum düşen yağmur sularının hızlı bir şekilde yüzeysel akışa geçerek su taşkınları ve erozyon için uygun koşulların oluşmasına neden olmaktadır. Ayrıca formasyonu oluşturan tabakalarda kilin bulunması zemin hareketlerine duyarlılığı arttırmaktadır. Bu alanlarda yüzey sularının güvenli bir şekilde drene edilmesini sağlayacak su yollarının yapılması, eğimli yamaçlarda bulunan konutların ve yolların çeşitli mühendislik yapılarıyla desteklenerek önlemlerin alınması gerekmektedir.



Foto 3. Habibi Neccar Dağı Yamaçlarındaki Orta Miyosen Dönemine Ait Kalkerler (Aşağı Okçular Mahallesi)

1.1.2.4. Üst Pliyosen

Harbiye-Karaçay beldeleri, Yukarı Ekinci ve Alazı köyleri arasındaki graben alanında yayılış gösteren Samandağ Formasyonu, Antakya ve çevresinde en yaygın olarak gözlemlenen formasyonlardandır. Bu formasyon Aşağı Okçular, Haraparası, Kanatlı, Cebail, Emek, Akevler, Ürgen Paşa, Saraykent, Akasya, Aksaray, Akdeniz, Sümerler, Cumhuriyet, Esenlik, Esentepe, Altınçay mahalleleriyle Mücavir Alanda gözlenmektedir.

Samandağ formasyonu; çakıltası, silttaşı, killi kalker, jips ara düzeyli kumtaşı-kiltaşı aralanmasından oluşur. Birimin egemen litolojisi kumtaşıdır. Çoğu yerde kumtaşı-kiltaşı aralanması şeklinde gözlenir. Kumtaşı, belirgin ince-orta-kalın tabakalı, yuvarlak, iyi boyplanmalı taneli, seyrek eklemli, genellikle gevşek olup taneleri orta düzeyde karbonat çimento ile tutturulmuştur. Bu kumtaşı tabakaları dayanımlı olmaları nedeniyle, formasyon içinde belirgin bir yapı oluşturur. Kiltaşı, ince tabakalı, bazen belirsiz tabakalı, gevşek-orta tutturulmuş, seyrek eklemli,

günlenme yüzeyleri fissürlü, mıcırımsı, konkoidal ayrışmalıdır. Ara düzey şeklinde gözlenen çakıl taşı, orta-kalın tabakalı, seyrek bloklu, çoğunlukla ofiyolit ve kalker çakıllı, orta-gevşek tutturulmuş, karbonat çimentoludur. Silttaşı; yeşilimsi gri, sarımsı kahverengi, ince-orta-kalın tabakalı, orta tutturulmuş, karbonat çimentolu, çoğunlukla kumtaşı-silttaşı, kiltası-silttaşı ar dalanması şeklinde gözlenir. Killi kalker ve jips sınırlı alanlarda yüzeilenmektedir. Formasyon kendinden yaşlı birimler üzerinde uyumsuz olarak yer almaktadır (Selçuk, 1985; Ateş vd., 2004). Silttaşı ve kiltası ar dalanması birime geçirimsizlik özelliği kazandırmış olmasından dolayı bu alanlar yeraltı suyu içermez (Korkmaz, 2006).

Korkmaz (2006), yapmış olduğu çalışmasında birimi oluşturan unsurların bir kısmının süreksizlik yüzeylerinin bıçakla kesildiğini, jeolog çekicinin sivri ucunun sert darbelerinin etkisi altında parçalandığını, bir kısmının ise bıçakla kesilmesinin ve kazınmasının zor olduğunu, ancak çekicinin sivri ucuyla sıkı bir darbe sonucunda sığ olarak saplandığını, bu özelliklerinden dolayı da birim çok zayıf ve zayıf kaya grubunda yer alması gerektiğini belirtmiştir (Korkmaz, 2006). Dolayısıyla bu bölgelerin deprem açısından riskli bölgeler olarak kabul edilerek yerleşmelerin planlamalarının yapılırken dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Ayrıca kilin varlığı zemin hareketleri riskinin fazla olmasına neden olmaktadır. Zeminin geçirimsizliği bu alanlarda derine sızmanın az olmasına dolayısıyla yüzeysel akışın fazla olmasına neden olmaktadır. Yüzeysel akışın fazla olması diğer bölümlerde de belirtildiği gibi erozyon ve su taşkınlarının görülme riskinin fazla olmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla üst pliyosen alanlarının yerleşme açısından riskli bölgeleri oluşturduğu görüşü hâkimdir.

1.1.3. Kuvaterner

Kuvaterner arazileri; yamaç döküntüleri, alüvyonlar, akarsu taraçası çökelleri ve akarsu çökellerinden oluşmaktadır.

İnceleme alanında yer alan Akarsuların taşıdığı malzemenin, eğim azalması, debi azalması, yük fazlaşmasına bağlı olarak çökmesi sonucu oluşan Akarsu Çökelleri (QA) Antakya'da Asi Nehri'nin çevresinde görülmektedir (Korkmaz,

2006). Akarsu çökelleri, Aşağı Okçular, Akdeniz, Sümerler, Armutlu, Elektrik, Gazi, Esentepe Mahalleleri ve Mücavir Alanda görülmektedir. Zemin tutturulmamış blok, çakıl, kum, silt ve az kilden oluşmaktadır (Ateş, vd., 2004).

Akarsu taraçası çökelleri, Antakya'da Kışlasaray, Haraparası, Kanatlı, Meydan, Cebrail, Emek, Akevler, Ürgenpaşa, Saraykent, Akasya, Aksaray, Akdeniz, Sümerler, Armutlu, Elektrik, Gazi, Cumhuriyet, Esenlik, Esentepe, Altınçay mahalleleriyle Mücavir Alanda görülmektedir. Bu çökeller tutturulmamış blok, çakıl, kum, silt ve az kilden oluşur (Foto 4). Üzerinde genellikle alüvyal toprak, bazen de kolüvyal döküntü malzemesi bulunur, pliyosen ve öncesi yaşlı birimlerle uyumsuz, diğer akarsu çökelleri ile geçişlidir (Ateş, vd., 2004).

Yamaç döküntüleri, blok veya çakıl boyutunda malzemelerden oluşmakta, bu malzemeler elle ufalanabilmektedir. Bu zeminler Habibi Neccar Dağı ile Asi Nehri vadisi arasındaki yamaç etekleri ve fay diklikleri önünde yer almaktadır. Bu alanlar, inceleme alanındaki en zayıf zeminler arasında yer almaktadır (Korkmaz, 2006).

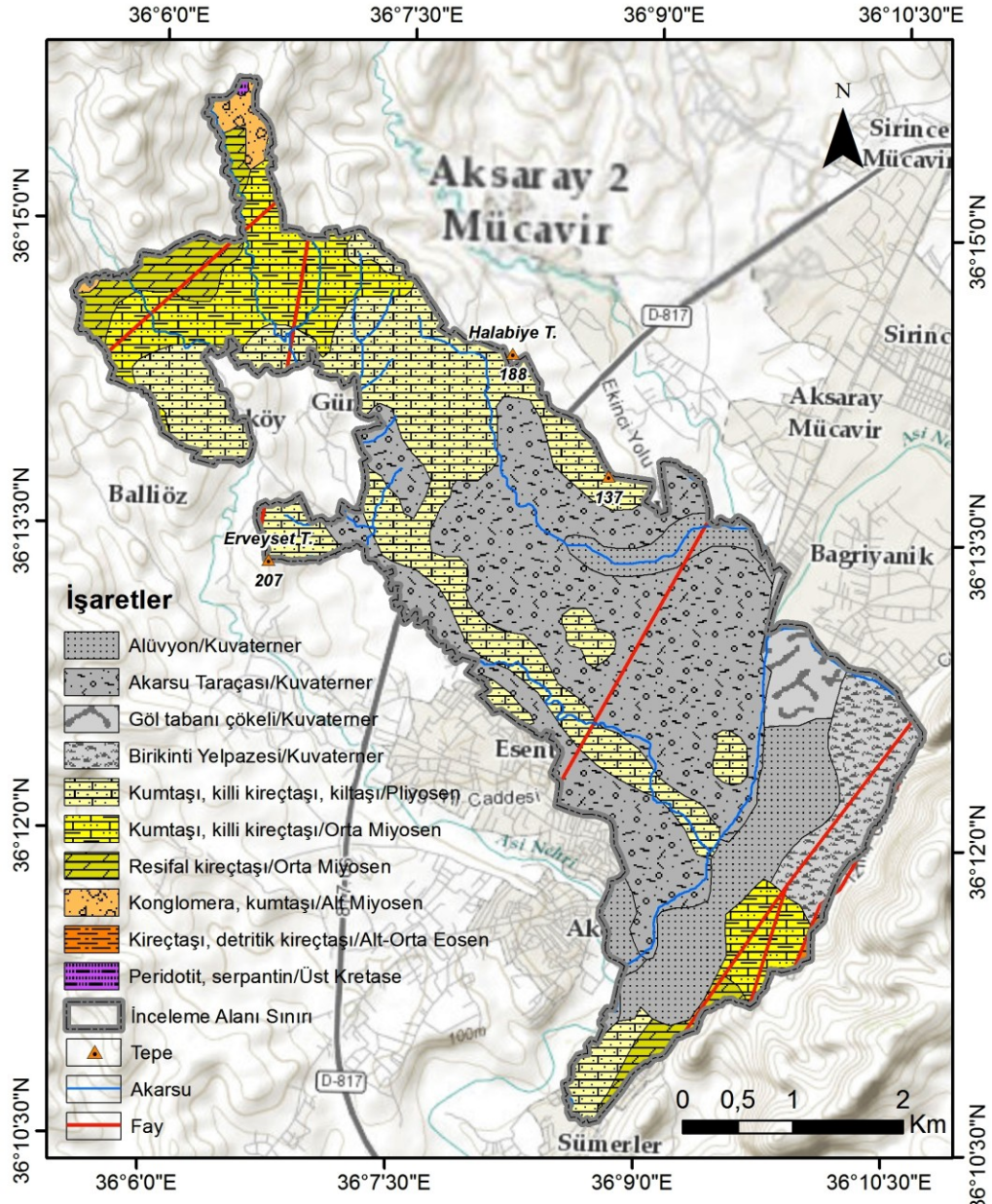
Birikinti konisi çökelleri daha çok Habibi Neccar Dağı'nın yamaçlarında yer alan mahallerden, Hacı Ömer Alpagot, Sofular, Barbaros, İplik Pazarı, Dutdibi, Kantara, Kuyulu, Şehitler, Biniciler, Fevzi Paşa, Kışla Saray, Güllü Bahçe, Zenginler, Ulucami, Koca Abdi, Şeyh Ali, Orhanlı, Akbaba, Yeni Cami, Meydan, Haraparası, Kanatlı, Akdeniz, Sümerler, Armutlu ve Cumhuriyet mahallelerinde görülmekte, tutturulmamış, yer yer az tutturulmuş, siltli, killi, az yuvarlak, blok-çakıl ve kumdan oluşan birikinti konisi çökellerinden oluşmaktadır (Ateş, vd., 2004).

Kuvaterner arazileri, inceleme alanının deprem açısından en zayıf zeminlerini oluşturmaktadır. Olası bir depremde en fazla yıkımın bu bölgelerde olması beklenmektedir. Ayrıca Antakya Şehri en fazla kuvaterner arazileri üzerinde kurulmuştur. Başlangıçta eski Antakya'nın habibi Neccar Dağı'nın yamaçları üzerindeki birikinti konileri üzerinde kurulması zamanlar Asi Nehri'ne doğru genişlemesi söz konusudur. Zeminin çeşitli boyutlardaki kum, çakıl, blok malzemelerinden oluşması, yer altı suyunun yüzeye yakınlığı gibi nedenlerden dolayı

yüksek risk altındadır. Bu alanların Asi Nehri'nin taşkın alanı içerisinde kalması su taşkını riskine karşı önlemlerin alınmasını da gerektirmektedir.



Foto 4 İnceleme Sahasındaki Asi Nehri'ne Ait Akarsu Taraçası Çökelleri (Antakya Belediyesi Yaşam Merkezi İnşaatı Temel Kazısı, Meydan Mahallesi)



Şekil 4. İnceleme Alanının Litoloji Haritası

1.2. Tektonik

Bilindiği gibi Anadolu Yarımadası, geçirdiği birçok orojenik hareketten sonra, epirojenik hareketlerin etkisi altında kalmış, böylece rijit olup, kırılma özelliğini kaybetmiş olan kütleler, kırılmalar sonucu çökmüş, yükselmiş, bir tarafa doğru eğimlenmiş bazen monoklinal bloklar halinde, geniş çapta senklinaller veya çanaklaşmalar olmuştur. İşte, bu kırılma ve geniş çaplı kırılmalar, yani kubbeleşme

ve çanaklaşmalar, bir takım dağlık kütlelerin ve çukurların ortaya çıkmalarına neden olmuştur. Bazıları ince-uzun oluklar, bazıları dairesel veya ovalimsi olan bu çukurluklar, zamanla, çevreden gelen materyallerle dolmuş, bazıları deniz ve gl haline dönüşmüş ve sonuçta bugünkü alüvyal çöküntü-dolgu ovaları ortaya çıkmışlardır (Ardos, 1995). İşte bu süreçlerden sonra şekillenen ve Türkiye'nin yapı itibariye çeşitlilik gösteren alanlarından birisi olan Hatay-Kahramanmaraş grabeninde yer alan Antakya, Amanos Dağları ile Habibi Neccar Dağı arasında ve bu dağların gidişatıyla uyumlu fay sıralarının oluşturduğu bir bölgede yer almaktadır. Yöre, Suriye'den, kuzeyde İşkenderun-Belen çizgisine kadar uzanan kesimde Amanos Dağ Kuşağında yer almaktadır (Yılmaz, 1984).

Tektonik etkinliğin yoğun olduğu, karmaşık bir oluşum süreci geçiren İnceleme alanındaki en önemli yapısal unsur faylardır.

1.2.1. Faylar

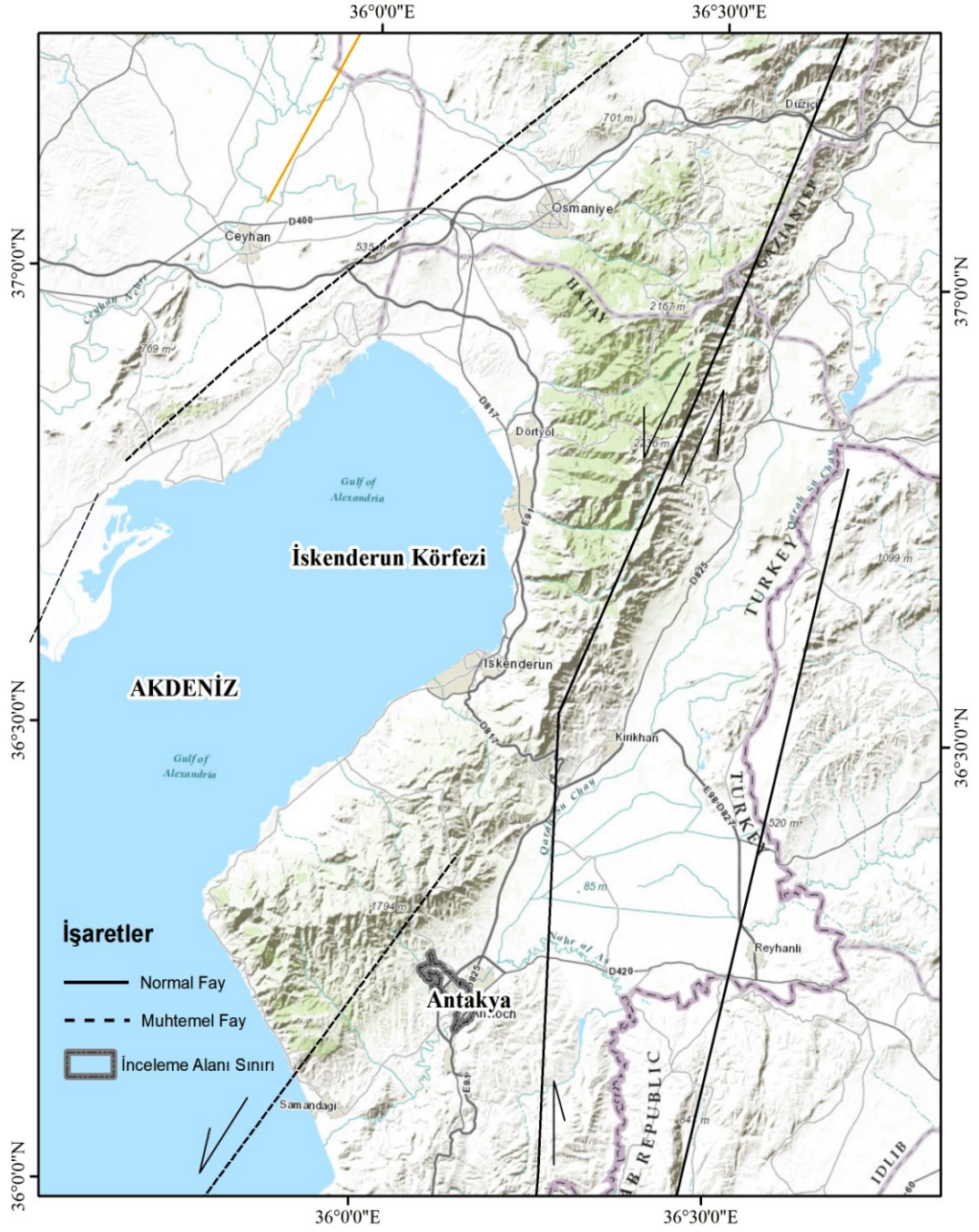
Faylar, inceleme alanının yapısal karakterini belirleyen en önemli unsurlardandır. Bu amaçla yapılan çalışmalar, ofiyolit yerleşme döneminden başlayarak günümüze kadar geçen süreçte İnceleme alanının aktif bir faylanma alanı halinde olduğunu göstermiştir. Antakya'nın üzerinde kurulduğu alanda, faylanmalara bağlı olarak şt Kretase sonundan günümüze kadar sürekli bir yükselme sonucu, bloklu bir yapı düzeni gelişmiştir. Bölgede, şt Kretaseden sonra gerilme rejimi egemen olmuş, inceleme alanındaki fayların bir kısmı, bu dönemde gelişmiş, genleşmelerle sonraki dönemlerde yeniden aktivite kazanmıştır (Yılmaz, 1984).

Tektonik yapısını oluşturan deformasyon zonlarını Arap - Afrika ve Anadolu levhalarının birbirlerine göre olan göreceli hareketlerin oluşturduğu (şengr, 1979) Antakya, ldeniz Fayı ile Karasu Fayı'nın devamı olan aktif fayların üzerinde veya yakınında (Ateş, vd., 2004), Anadolu Yarımadası'nın (Alagöz, 1945) sismik açıdan en hareketli bölgelerinden birisinde yer almaktadır (Korkmaz, 2006). Levhaların oluşturduğu bu deformasyon, bölgenin tektonizmasını şekillendiren fay sistemlerini oluşturmuştur. l kavşak denilen mekanizmayı oluşturan fay sistemleri, ldeniz

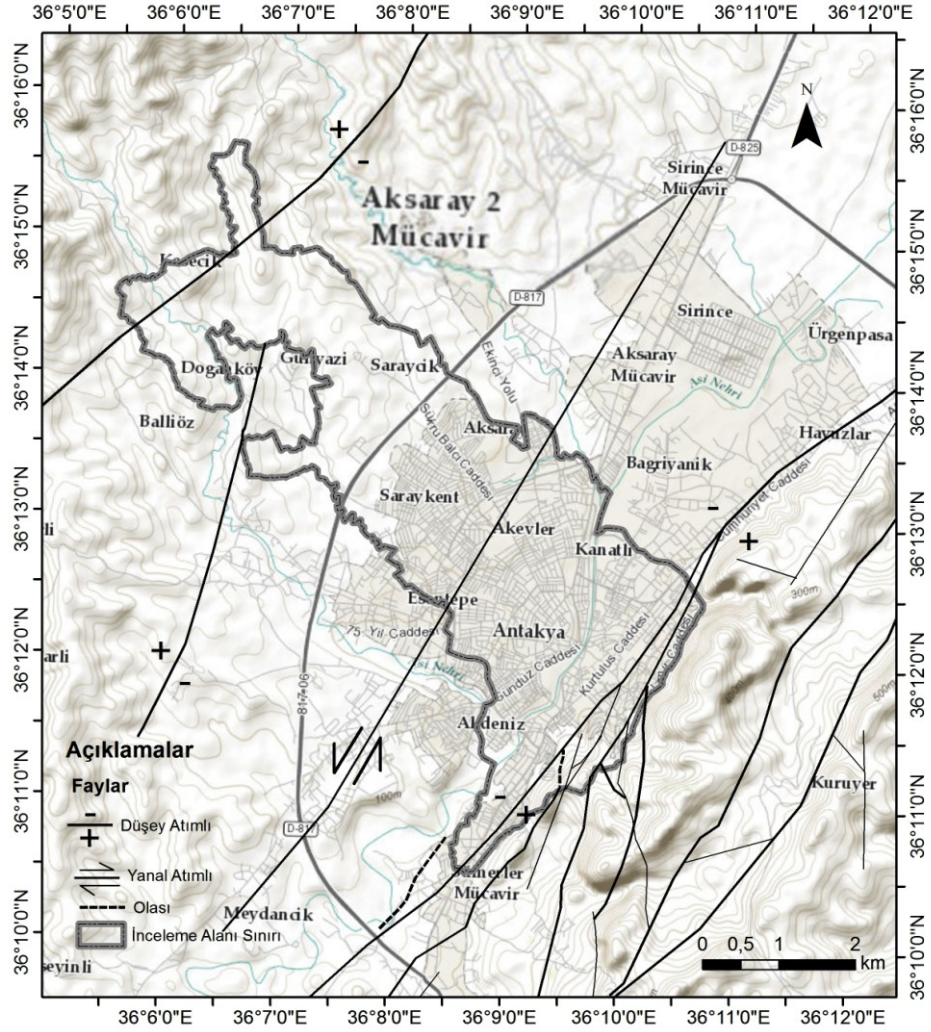
Fayı'nın kuzey uç kesimi, Doğu Anadolu Fayı ve Kıbrıs Fayı olarak belirtilmiştir (Över, vd., 2002; Adıyaman ve Chorovitz, 2002).

Tektonik yapıyı oluşturan ve Antakya yakınlarından geçen bu faylardan Ölüdeniz Fayı Akabe Körfezi'nden başlayarak K-G doğrultusunda Kızıldeniz'e paralel bir şekilde uzanarak Akdeniz'in doğusundan yaklaşık olarak 1000 km kadar devam eder. Sol yanal atımlı bir fay olan, bu fay Türkiye'ye girdikten sonra çok sayıda büyük-küçük kola ayrılır (Perinçek ve Çemen, 1990; Över, 2001; Ateş, vd., 2004). Ölüdeniz fayı iki büyük segmentten oluşmaktadır. Güneyde Garb Segmenti, kuzeyde ise Karasu segmentidir (Ateş, vd., 2004). Bu iki segmentten Karasu Segmenti inceleme alanının batısından geçmekte sismik açıdan risk oluşturmaktadır (Şekil 5).

Doğu Anadolu Fayı ise, Türkiye'nin deprem üretme potansiyeli taşıyan en etkin diri faylarından biridir. Karlıova'da Kuzey Anadolu Fayı ile kesişen bu fay, bu noktadan itibaren Bingöl, Palu, Hazar Gölü ile Sincik, Çelikhan, Gölbaşı ilçelerinden geçerek, GB doğrultusunda, Türkoğlu (K.Maraş) ilçesine kadar uzanır. Fayın bu bölümü, yaklaşık olarak 400 km uzunluğundadır (Ateş vd., 2004). Sol yanal doğrultu atım özellikleri taşıyan Doğu Anadolu Fayı'nın Türkoğlu'ndan sonraki bölümleri yerbilimcilerce farklı yorumlanmıştır (Arpat ve Şaroğlu,(1975)'e göre, Şengör 1975'ten) Doğu Anadolu Fayı, Maraş üçlü ekleminden sonra, yönünü değiştirerek, Hatay grabenini oluşturan faylarla birleşmektedir. Karasu Fayı ve Amanos Fayı olarak bilinen fayın bu bölümü, KKD-GGB doğrultulu, yaklaşık olarak 150 km uzunluğundadır (Ateş, vd., 2004). Yörenin oluşumunun ana çizgilerini oluşturan bu faylardan başka Antakya ve çevresinde farklı büyüklükte faylar da bulunmaktadır (Şekil 6). Faylı yapının fazla olması yörenin tektonik açıdan aktif bir bölge olmasına neden olmuştur. Bu durum bazı yazarların da dediği gibi (Korkmaz, 2006 ve Durukal vd., 2009) Antakya'nın şiddetli bir sismik aktiviteye hazırlıklı olmasını gerektirmektedir.



Şekil 5 Hatay Çevresindeki Aktif Fayların Genel Görünüşü (Över vd., 2001)



Şekil 6. İnceleme Alanı Çevresindeki Faylar (Ateş vd., 2004)

1.3. Jeomorfoloji Özellikleri

İnceleme alanının jeomorfolojik özellikleri incelenirken öncelikle alanın röliyef özellikleri üzerinde etkili olan yükselti, eğim ve bakı özelliklerine değinilecek ve sonrasında bu özelliklere dayalı olarak yerşekilleri tanıtılacaktır.

İnceleme alanına ait yükselti değerleri 70 metre ile 313 metre arasında değişmektedir. Yükselti değerleri Asi Nehri talveg çizgisinde 70 metreye kadar inerken, mücavir alanın kuzeybatısında 300 metrenin üstüne çıkmaktadır. Genel olarak yükselti kademesinin artışına paralel olarak arazide kapladığı alanın azaldığı görülmektedir (Şekil 7).

Antakya'nın eski yerleşim alanı yükselti seviyesinin en düşük olduğu (70-100 metreler arasında) saha olup, inceleme alanının % 30'luk (6.49 km²) bir bölümünü kaplamaktadır. Bu alanda Antakya'nın eski mahallelerinden olan Cumhuriyet, Meydan, Kuyulu Zenginler, Cebail, Kanatlı Haraparası ve Sümerler mahalleleriyle yeni gelişen Ürgenpaşa mahallesi bulunmaktadır. Yükseltinin alansal olarak en geniş yer kapladığı seviyeler (7.58 km² ve % 35) ise 150-200 metreler arasındaki yükselti basamaklarıdır. Bu yükselti kuşağında daha çok yeni yerleşim alanlarının bulunduğu Esentepe, Esenlik, Altınçay, Akevler, Emek, Akasya, Saraykent mahalleleriyle birlikte eski yerleşim alanlarının bulunduğu ve Habibi Neccar Dağı'nın eğimli yamaçlarında yer alan Bağrıyanık, Sofular, Kuyulu, Fevzi Paşa, Hacı Ömer Alpagut, Havuzlar, Aydınlikevler ve Orhanlı mahalleleri yer almaktadır (Foto 5).

Antakya'nın mücavir alanın sınırları ise 150 m'den daha yüksek bir seviyede yer alır. Bu yükselti basamağında ise Günyazı ve Saraycık köyleri bulunmaktadır.



Foto 5. Habibi Neccar Dağı Yamacında Yer Alan Bağrıyanık Mahallesi'nden Bir Görünüş

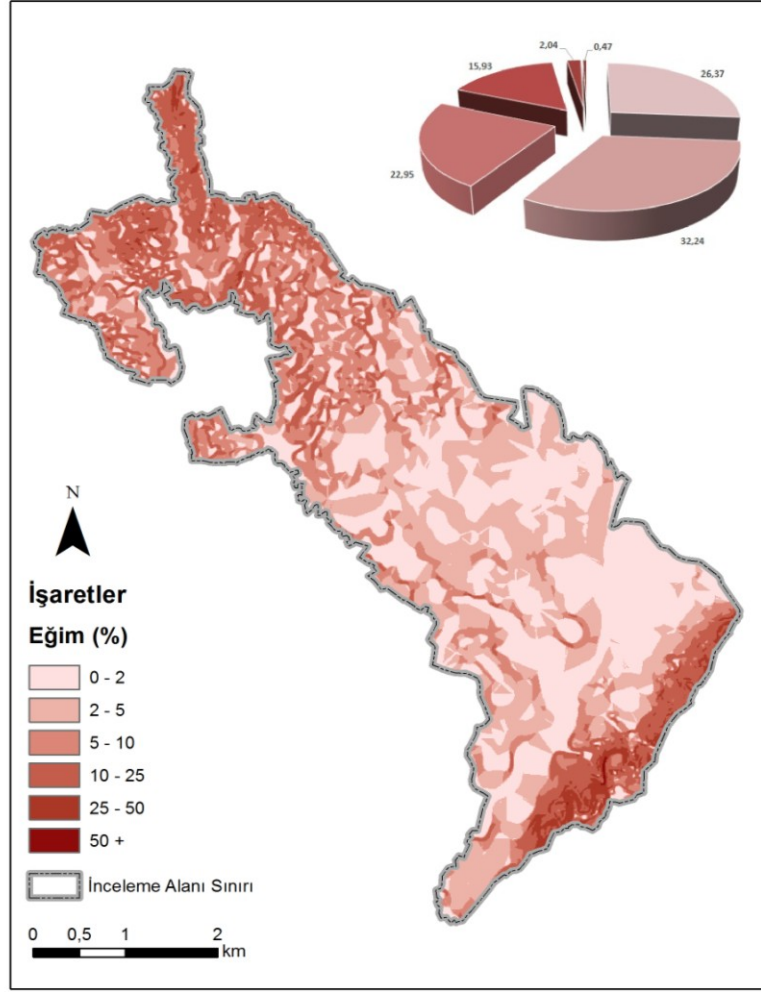
göstermektedir. Yerleşimin yoğun olduğu Asi Nehri çevresinde düze yakın ve hafif eğimli alanlar geniş yer kaplarken, eğim değerleri Habibi Neccar Dağı yamaçlarında ve Mücavir Alanda artmaktadır (Şekil 8).

Tablo 1. İnceleme Alanına Ait Eğim Dereceleri ve Yüzdelik Değerleri

Eğim (Derece)	Alan km ²	Alan %
0-2	5.67	26.37
2-5	6.94	32.24
5-10	4.94	22.95
10-25	3.43	15.93
25-50	0.44	2.04
50+	0.10	0.47
Toplam	21.52	100

Jeomorfoloji bakımından inceleme alanındaki bakı özellikleri de değinilmesi gereken bir başka husustur. Bu özellik çeşitli faktörlere bağlı olarak etkili olmaktadır (Şahin ve Kaya, 2011). İnceleme sahasındaki bakı özelliklerinin bilinmesi erozyon, taşkın ve kütle hareketleri gibi afetlerin etkisinin tespit edilmesi bakımından oldukça yarar sağlamaktadır.

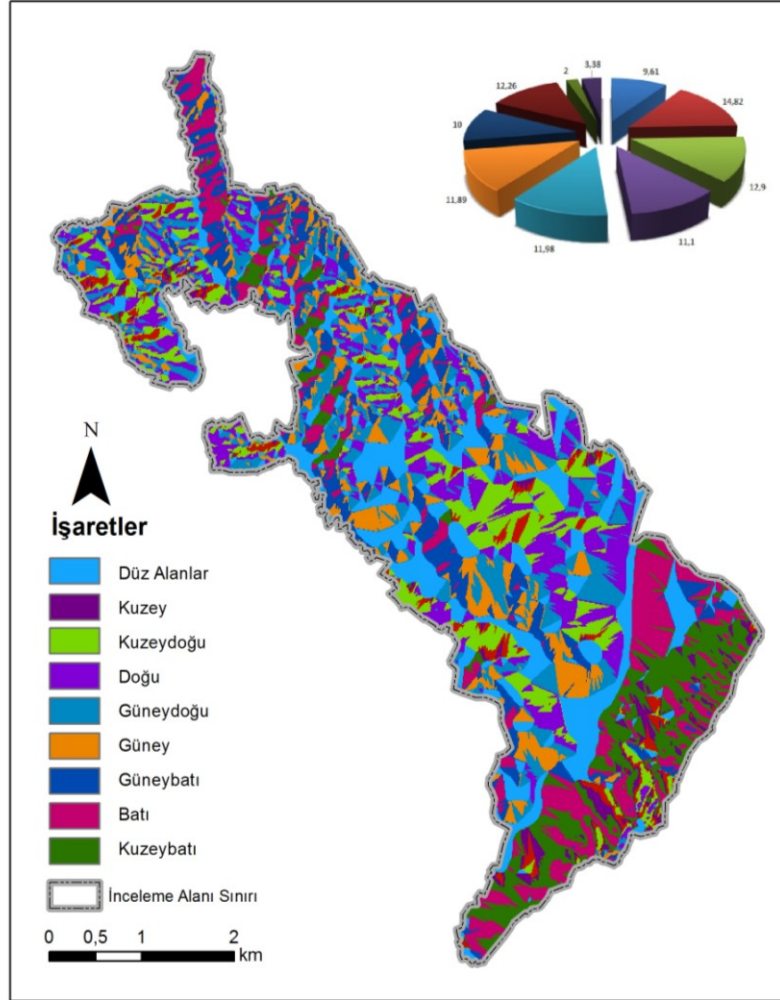
İnceleme alanının bakı özellikleri de çeşitlilik göstermektedir. En fazla paya kuzey (% 18,2) ve kuzeydoğu (% 12,96), yönleri sahipken, en az paya kuzeybatı yönü (% 2) sahiptir (Tablo 2 ve Şekil 9).



Şekil 8. İnceleme Alanına Ait Eğim Haritası

Tablo 2 İnceleme Alanının Bakı Durumu ve Kapladıkları Alanlar

Bakı (Yön)	Alan (Km ²)	Alan %
Düz	2.07	9.61
Kuzey	3.92	18.2
Kuzeydoğu	2.79	12.96
Doğu	2.39	11.1
Güneydoğu	2.58	11.98
Güney	2.56	11.89
Güneybatı	2.15	10
Batı	2.64	12.26
Kuzeybatı	0.42	2
Toplam	21.52	100



Şekil 9. İnceleme Alanına Ait Bakı Durumu Haritası

İnceleme alanında jeomorfolojik özellikleri etkileyen ana yerşekillerinin özellikleri aşağıda açıklanmıştır.

İnceleme alanı Habibi Neccar Dağı ile Amanos Dağları arasında kalan çöküntü alanına kurulmuştur. Jeomorfolojik olarak bir graben alanı olan bu saha çeşitli yer şekillerinin izlendiği bir alandır. Çok karakteristik olmasa da ana yer şekillerinin tamamının görüldüğü sahada elemanter yer şekli olarak taraçalar, birikinti yelpazeleri ile yamaç döküntüleri bulunur. Belirgin yer şekilleri arasındaki bağlantılar ise az veya çok eğimli yamaçlar vasıtasıyla sağlanmaktadır.

İnceleme alanında ana yer şekillerinden ilki olan dağlar şehrin doğusundaki Habibi Neccar Dağı tarafından temsil edilmektedir. Söz konusu dağ aslında Kuseyr platosunun (Alagöz, 1944; Korkmaz ve Fakı, 2009) devamı niteliğinde olup, düşey atımlı faylar nedeniyle vadi tabanından ani ve belirgin bir yükselti farkı oluşturmuş ve dağ niteliği kazanmıştır. Esasen karakteristik bir dağ morfolojisine sahip olmayan yerşeklinin en yüksek yeri 509 metredir.

Jeolojik olarak, Üst Kretase yaşındaki ofiyolit temel üzerine yerleşmiş Tersiyer'e ait formasyonlardan oluşan bu dağın batı yamaçları (inceleme alanına bakan yamaçları) Holosen yaşındaki doğrultu atımlı Antakya Fay Zonu tarafından sınırlandırılır (Emre vd., 2012). Bu faylanma hareketi bölgede ayrıca belirgin bir düşey atım varlığının da oluşmasına neden olmuştur.

Fayların jeomorfolojiyi belirgin bir şekilde biçimlendirdiği bu dağın yamaçları inceleme alanında eğim değerlerinin en yüksek olduğu kesimdir. Bu kesimde eğim değerleri yer yer 50 derecenin üstüne çıkmaktadır. Eğim değerlerinin yüksek olduğu sahada bu nedenle zaman zaman kaya düşmesi olayı yaşanmaktadır.

İnceleme alanındaki ana yer şekillerinden platolar ise şehrin Amanos Dağları'na doğru olan kesimlerinde 150-300 m yükselti seviyeleri arasında yer almaktadır. Asi Nehri'nin kollarından Altınçay ve Hanna Deresi tarafından parçalanmış bu yüzeylere Pliyosen yaşının verilmesi uygun görülmüştür (Ateş vd., 2004). Dalgalı düzlükler şeklinde gelişmiş bu yüzeyler üzerinde eğim değerleri 5-25 derece arasında değişmektedir. İnceleme alanında mücavir alan sınırları içerisinde kalan Saraycık, Günyazı köylerinin yer aldığı ve yeni yapılan kamu binaları ve toplu konut alanlarıyla yerleşimin hızla geliştiği alanlar bu jeomorfolojik birimler üzerinde bulunmaktadır (Foto 6).

İnceleme alanında yerleşim açısından önemli bir yere sahip olan ova sahası ise, Kretase ve Eosen sonunda gerçekleşen faylanmalarla yavaş bir şekilde çökmeye uğramış, sonrasında Miyosen ve Pliyosen denizleri tarafından işgal edilerek denizel tortullar tarafından doldurulmuştur (Öztemir vd., 2000). Sonraki aşamada ise bu tabana yerleşen akarsuların taşıdıkları malzemelerle doldurulmuş ve daha sonra

aşındırılarak düzleştirilmiştir (Ardos, 1995). Asi Nehri ve kolları tarafından getirilen malzeme tarafından oluşturulmuş olan ova tabanında yerleşimler ortalama 80-90 m yükselti seviyesi aralığındadır. Yoğun olarak yerleşim amaçlı kullanılan bu ova tabanı, düz ve düze yakın hafif eğimli alanlardan oluşmaktadır.

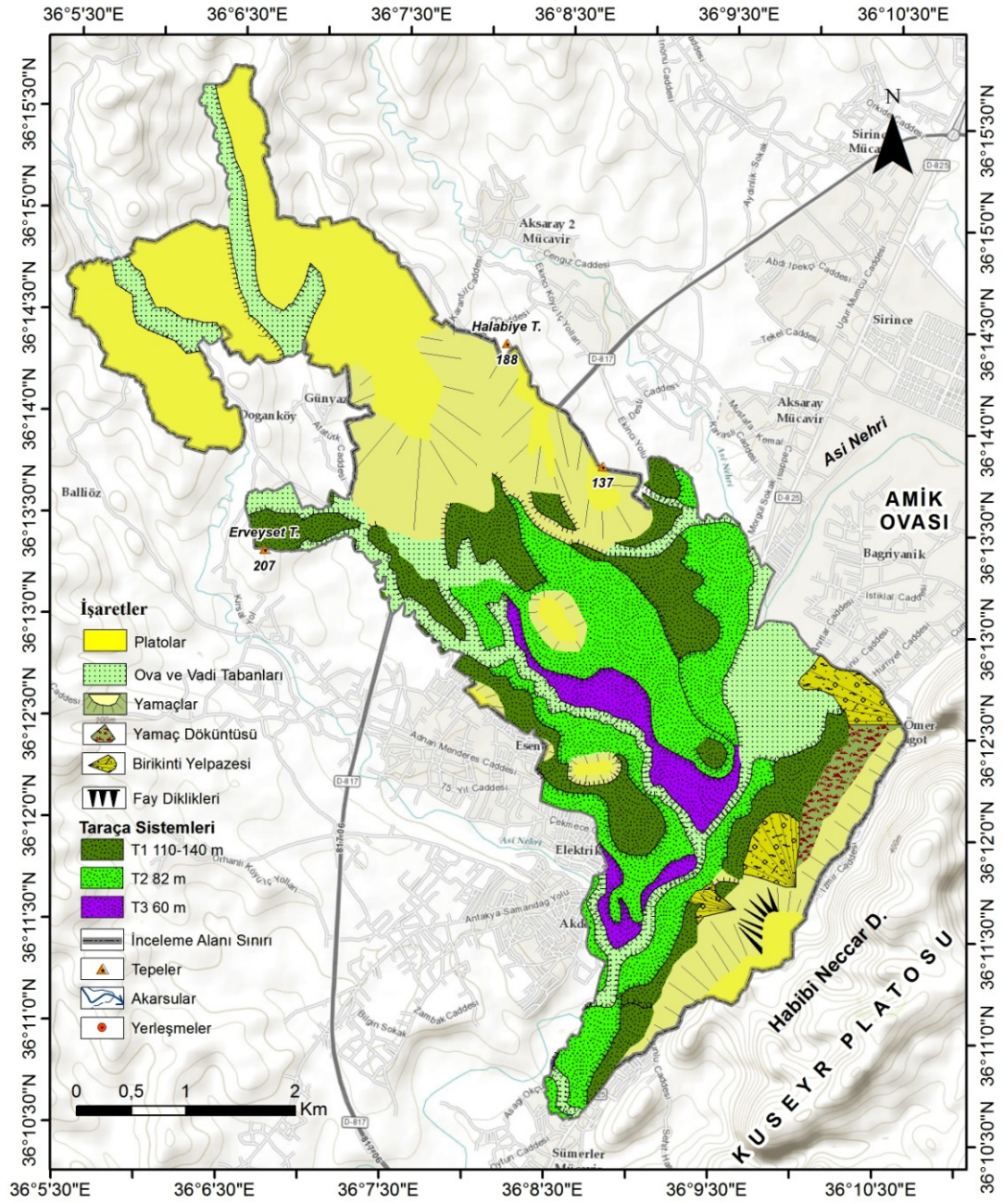
Yerleşim alanlarının daha çok elementer yer şekilleri üzerinde gelişmiş olduğu inceleme alanında en belirgin elementer yer şekli taraçalardır. Asi Nehri ve kolları tarafından meydana getirilen tektonik kökenli ve birikim eseri olan bu taraçalar (Ateş vd., 2004) üç ayrı basamak halinde bulunur. T1 olarak adlandırılabilen en yüksek basamak 110-140 m, T2 olarak adlandırılabilen orta basamak 82 m ve T3 olarak adlandırılabilen alt basamak ise 60 m yükseklik seviyesinde yer almaktadır (Şekil 10).

İnceleme alanındaki elementer yer şekillerinden bir diğeri ise birikinti yelpazeleridir. Bu birimler dağ ve plato alanlarından geçen akarsuların ova tabanına ulaştığı kesimde izlenebilmektedir. Yamaç döküntüleri ise Habibi Neccar Dağı'nın eteklerinde çözünme enkazı malzemenin biriktiği alanlarda ayırt edilmektedir.

Jeomorfolojik birimler arasında geçişi sağlayan yamaçlar inceleme alanında eğim değerlerinin oldukça çeşitlilik gösterdiği kısımlarını oluşturmaktadır (Şekil 10). Habibi Neccar Dağı ve plato yüzeylerinden geçişi sağlayan yamaçlar eğim değerlerinin 10 derece ve üzerinde olduğu alanlara karşılık gelirken, taraçaların arasındaki geçişi sağlayan yamaçlar ise eğim değerlerinin nispeten daha az olduğu kesimlere karşılık gelmektedir.



Foto 6. İnceleme Alanındaki Plato Alanlarının Habibi Neccar Dağı'ndan Görünüşü (Orta Kesimde Yeni Yapılan Primall Alışveriş Merkezi ve Onun Hemen Arkasında Saraycık Köyü, Arka Planda Amanos Dağları)



Şekil 10 İnceleme Alanının Jeomorfoloji Haritası

1.4. İklim Özellikleri

Bilindiği gibi iklim, yer şekillerini işleyen dış güçlerin etkililiğini yani morfodinamik süreçleri denetleyen en önemli unsurdur. Bir arazi parçasının tektonikle oluşmuş şekli ve yüksekliği, o şekli işleyen süreçler için bir çıkış

noktasıdır. Bu olay dereceli fakat köklü değişmelerin temelini oluşturur (Erol, 1992b; 6-7). Çeşitli yer kabuğu hareketleri sonucunda meydana gelen yer şekli başta iklim olmak üzere dış etken ve süreçlerin etkisine maruz kalır. Meydana gelen yağış, donma- çözülme gibi olaylar yer şekillerinin başlangıç halinden çok farklı bir şekle bürünmesine neden olur. Benzer zemin özelliklerine sahip olan ancak iklim özelliklerinin farklı olduğu yerlerde farklı yer şekillerinin oluşması bunun en önemli göstergesidir.

Çalışma, konusu gereği doğal afetlerin analiziyle ilgilenmektedir. Bilindiği gibi afetlerin bir kısmı klimatolojik nedenlidir. Ayrıca doğal afetin meydana geldiği dönemin hava koşulları yapılacak yardımın niteliğini etkilemektedir. Bu açıdan klimatolojik özelliklerin bilinmesi, meydana gelebilecek afetlerin analizi ve yönetiminde önemli yararlar sağlayacaktır. Örneğin, inceleme alanının yağış özellikleri erozyon, kütle hareketleri ile ilgili analizlerde ve Asi Nehri'nde meydana gelebilecek taşkınların belirlenmesinde kullanılmıştır.

İnceleme alanı ile ilgili meteorolojik veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınmıştır. İnceleme alanı Antakya ile sınırlı olduğundan diğer ilçelere ait iklim verilerine değinilmemiş ve 1975-2012 yıllarına ait 37 yılın ortalaması olan veriler kullanılmıştır. Süre itibarıyla 37 yılın bir yörenin iklimini karakterize eden durumların önemli bir bölümünü kapsadığı düşünülmektedir değerlendirilmeler yapılmıştır.

Antakya, bulunduğu coğrafi konum itibarıyla denize kıyısı olmayan ve iki tarafı KB-GD doğrultulu dağlarla kuşatılmış tektonik bir olukta yer almaktadır. Mevcut konumunun sonucunda Akdeniz'den gelen denizel rüzgârlara açıktır. Bu yüzden deniz kenarındaki birçok yerleşim yerinden daha fazla yağış almaktadır. Bu yağışların yaklaşık yarısı kış mevsiminde düşmektedir. Nemli ve ılık geçen kış mevsimlerinde sıcaklıklar sıfır derecenin altına nadiren düşmektedir.

1.4.1. Sıcaklık

Coğrafi koşulları ve yaşam etkinliklerini en yakından kontrol eden iklim öğesi atmosferin sıcaklığıdır (Erol, 1993). Bir yerin iklim koşullarını oluşturan en dinamik

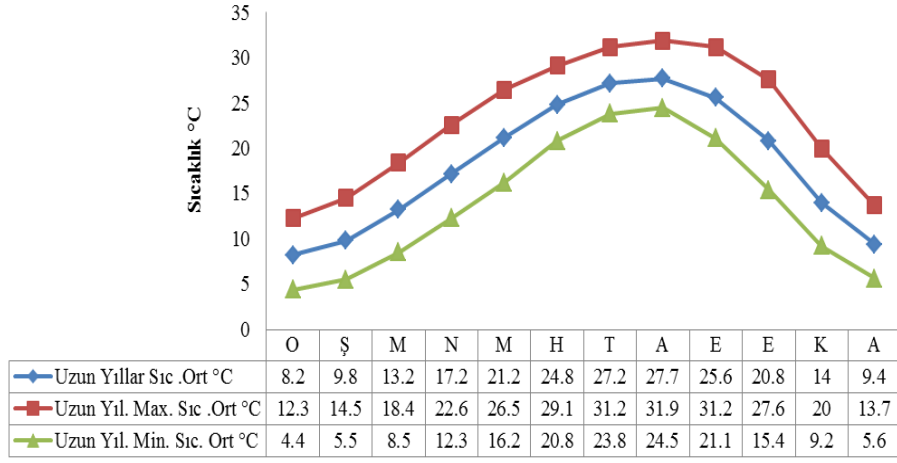
unsur olan sıcaklık, yağışın oluşması, türü ve miktarı üzerindeki etkisiyle flora ve faunanın yaşam koşulları üzerinde belirleyici rol oynar. İnsanların birçok etkinliğinin yapılabilmesini sağlayan ya da bu etkinlikleri kesintiye uğratan afetlerin meydana gelmesinde doğrudan veya dolaylı etkiye sahip olan sıcaklık, meteorolojik afetlerde baş aktördür. Ayrıca düşük ve yüksek sıcaklıkların kendisi bir afet olduğu gibi, afetin meydana geldiği dönemlerde yapılacak yardım hizmetlerinin niteliğini etkilemesi bakımından da önemlidir. Bu açıdan inceleme alanının sıcaklık özelliklerinin bilinmesinde yarar olacaktır.

1.4.1.1.Ortalama Sıcaklıklar ve Termik Rejim

İnceleme alanında yıllık sıcaklık ortalaması 18,2 °C'dir. Sıcaklık ortalamaları Ocak ayında düşük (8.3 °C), Ağustos ayında en yüksek (27.6 °C)'tir. Kış mevsimlerinin ılık, yaz mevsimlerinin ise sıcak geçtiği yıllık sıcaklık farkının ise 19.3 °C olduğu görülmektedir. Kış mevsimindeki sıcaklık ortalamasının 0°C'den yüksek olması genel anlamda kış yağışlarının yağmur şeklinde olduğunu göstermektedir. Kar yağışları seyrek olarak görülmektedir (Foto 7).

İnceleme alanının uzun yıllar maksimum sıcaklık değerleri incelendiğinde en düşük maksimum sıcaklıkların Ocak ayında, en yüksek maksimum sıcaklıkların ise Ağustos ayında yaşandığı görülmektedir.

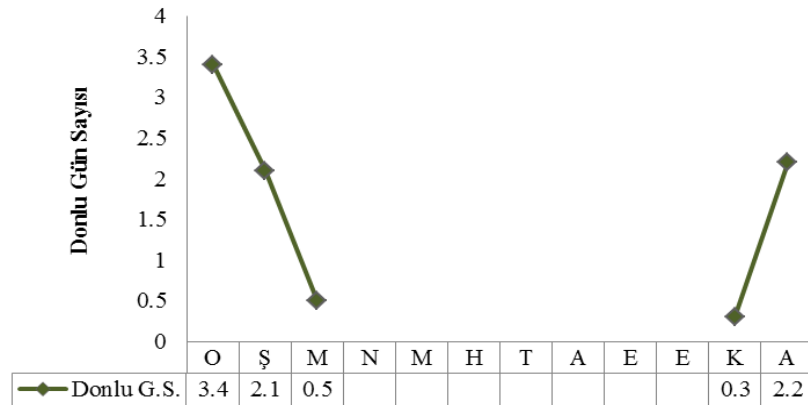
İnceleme alanına ait uzun yıllar minimum sıcaklık değerleri incelendiğinde en düşük minimum sıcaklık değerlerinin Ocak ayında (4.7 °C) en yüksek minimum sıcaklık değerlerinin ise Ağustos ayında gerçekleştiği görülmektedir (Şekil 11).



Şekil 11. İnceleme Alanına Ait Sıcaklık Ortalamaları Değerleri

1.4.1.1.1 Donlu Günler

Hava sıcaklığının 0 °C'nin altına düştüğü günlere donlu gün denir (Şahin, 2006:132). İnceleme alanına ait uzun yıllar donlu gün sayıları incelendiğinde 3.4 gün ile Ocak ayının en fazla donlu güne sahip olduğu görülmektedir (Şekil 12). Donlu gün sayıları Aralık ve Şubat aylarında ise yaklaşık 2 gün kadar iken, Kasım ve Mart aylarında 1 günün altına düşmektedir. Yılın diğer aylarında ise donlu gün görülmemektedir.



Şekil 12. İnceleme Alanının Uzun Yıllar Aylık Ortalama Donlu Gün Sayıları



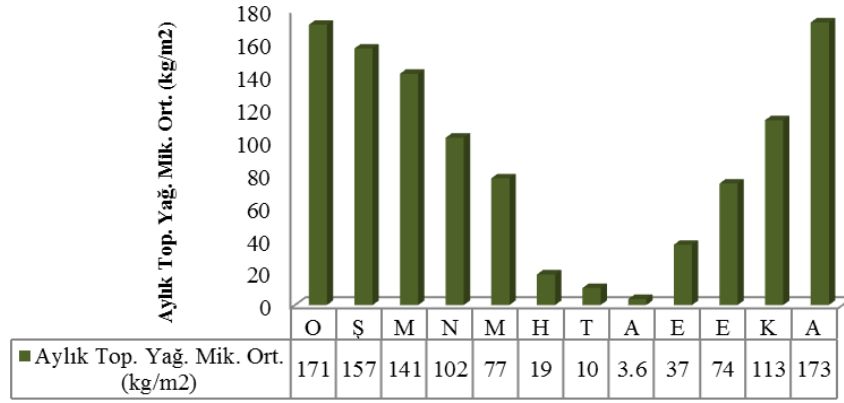
Foto 7. İnceleme Alanına Seyrek Olarak Düşen Kar Örtüsünden Bir Görünüş (Ürgen Paşa Mahallesi)

1.4.2. Yağış

İnceleme alanı Türkiye'nin kıyı illerinin çoğundan fazla miktarda yağış almaktadır. Yağış miktarının fazlalığına karşılık yağışın yıl içindeki dağılışı düzensizdir. Yıllık yağışın yaklaşık yarısı kış mevsiminde düşerken, yaz mevsimi kurak geçmektedir. Kurak dönemlerde gerçekleşen sağanak yağışlar zaman zaman su baskınlarına, taşkınlara ve zemin örtüsünün tahrip edildiği eğimli alanlarda erozyona neden olmaktadır.

1.4.2.1.Ortalama Yağış Miktarı ve Yağış Rejimi

İnceleme alanının uzun yıllara ait toplam yağış miktarı ortalaması 1078 mm olup, bu değer 1970-2011 yılları arasındaki Türkiye toplam yağış miktarı ortalamasının (640.9 mm) yaklaşık iki katıdır (<http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx>). Yağış miktarı Ocak ayında en yüksek değerlere ulaşırken Ağustos ayı kurak geçmektedir. Yağışın yıl içerisinde dağılışı düzensiz olup, yıllık yağış miktarının yarıya yakını kış mevsiminde düşmektedir (Şekil 13).



Şekil 13. İnceleme Alanının Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalamaları

İnceleme alanına düşen yağışın gün içerisindeki dağılışı incelendiğinde (Tablo 3) düşen yağış miktarının sabah vakitlerinde arttığı görülmektedir. Gün içerisinde düşen yağışın % 46,5'i saat 07.00'de ölçülmüştür.

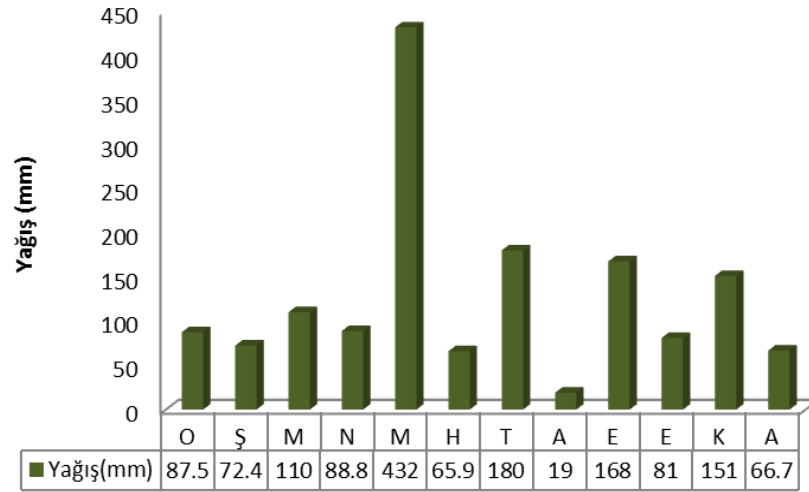
Tablo 3. Antakya'da Uzun Yıllara Ait Ortalama Toplam Yağışın Gün İçerisindeki Dağılışı

Ort. Top. Yağ. Mik. Saati	Yıllık ortalama (mm)	Oranı %
7.00	497.8	46.5
14.00	287.5	27
21.00	283.3	26.5

Yağışın daha çok sabah 07.00'de düşmesi ve bu vakitlerin haftanın mesai günlerinde insanların ve araçların trafiğe çıktığı saatlere karşılık gelmesi kuşkusuz bazı sorunların yaşanmasına neden olacaktır. Bu açıdan cadde ve sokakların planlanması, yolların ve yağmur suyu tahliye kanalları ve borularının yapımında bu durumun göz önüne alınması gerekmektedir.

1.4.2.2. Maksimum Yağışlar

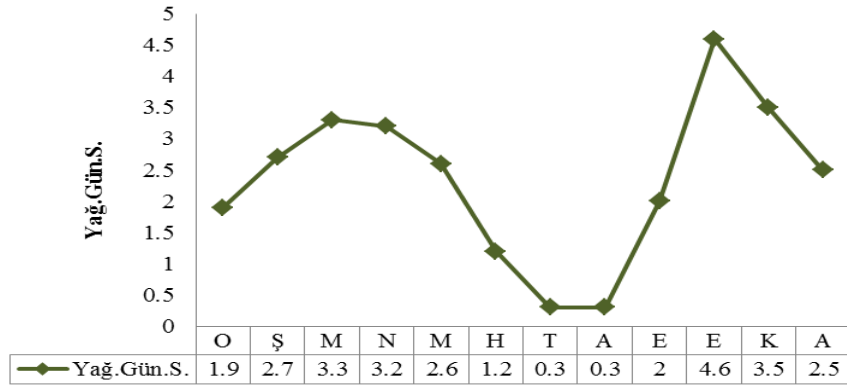
İnceleme alanında kayıtlara geçen 24 saatlik süre içerisinde düşen en fazla yağış, 09.05.2001 tarihinde düşmüştür (Şekil 14). Bu tarihte düşen yağış miktarı metrekareye 432.1 kg'dır (<http://www.dmi.gov.tr>). Bu değerin İç Anadolu Bölgesi'ndeki birçok ilin bir yıllık toplam yağış miktarına yakın olması, hatta bazı illerden fazla olması (Konya: 322 mm) inceleme alanında su baskını ve taşkınlarla duyarlı alanlarda önlemler alınması gerektiğini göstermektedir. Bu durum ayrıca erozyona duyarlı arazilerde de erozyonun şiddetini artıran bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 14. Antakya'nın Uzun Yıllar Gün İçindeki Maksimum Yağış Değerleri

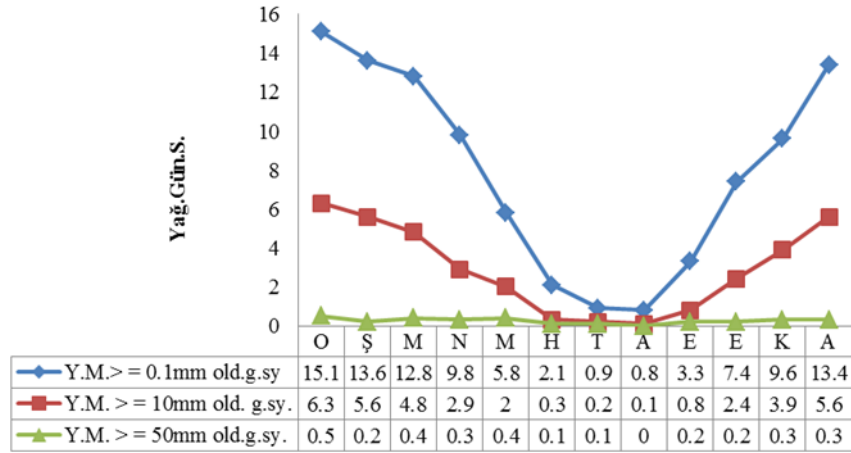
1.4.2.3. Sağanak Yağışlar

İnceleme alanında her ay sağanak yağış görülmektedir. Özellikle ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde artan sağanak yağışlar kış ve yaz mevsimlerinde daha az görülmektedir (Şekil 15).



Şekil 15. Antakya'nın Uzun Yıllar Aylık Sağanak Yağışlı Gün Sayıları

İnceleme alanının gün içerisinde aldığı yağış miktarları incelendiğinde (Şekil 16) yağış miktarının 0.1, 10 ve 50 mm ve daha üstünde olduğu gün sayıları Ocak ayında en yüksek değerlere sahip iken bu değer Ağustos ayında minimum seviyelere inmektedir.



Şekil 16. Antakya'da Yağış Miktarının 0.1, 10, 50 mm ve Daha Üstü Olduğu Gün Sayıları

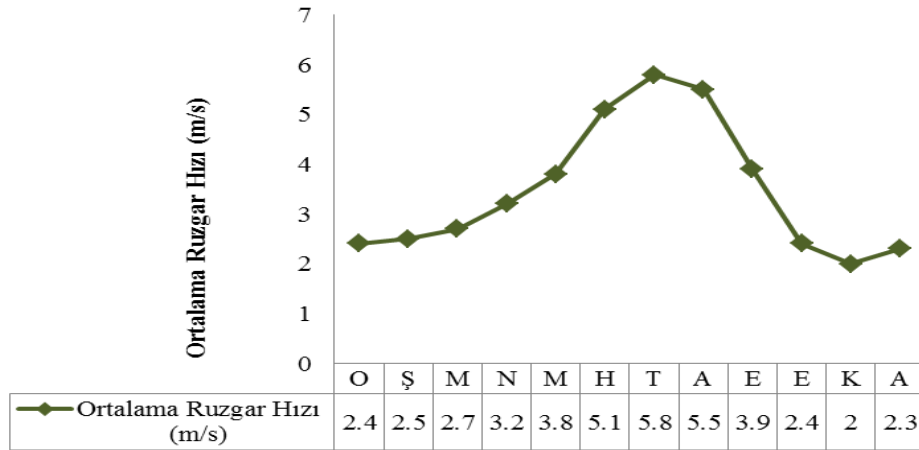
1.4.3. Rüzgâr

Hava kütlelerinin hareket hızı olarak belirtilen rüzgar hızı saniyede metre (m/sn) veya saatte kilometre (km/saat) olarak ifade edilir. Bu hızla ilgili yorum yapabilmek için Bofor Ölçeği (Beaufort scale) kullanılır (Erol, 1993:127).

İnceleme alanının rüzgâr hızları Bofor ölçeğine göre hafif ve orta hız kategorisine girmekte olup hızları fazla değildir. Tablo 5’te verilen Antakya’ya ait rüzgâr hızlarının uzun yıllar ortalaması incelendiğinde rüzgârın, en hızlı SW yönünden, en yavaş ise SSE yönünden estiği görülmektedir (Tablo 5). Antakya’nın uzun yıllar rüzgâr esme hızlarının yıl içine dağılışı incelendiğinde yaz mevsiminde rüzgâr hızlarının arttığı kış mevsiminde ise azaldığı görülmektedir (Şekil 17).

Tablo 4. Antakya’ya Ait Uzun Yıllar Ortalama Rüzgâr Esme Sayısının Yönler Göre Dağılışı

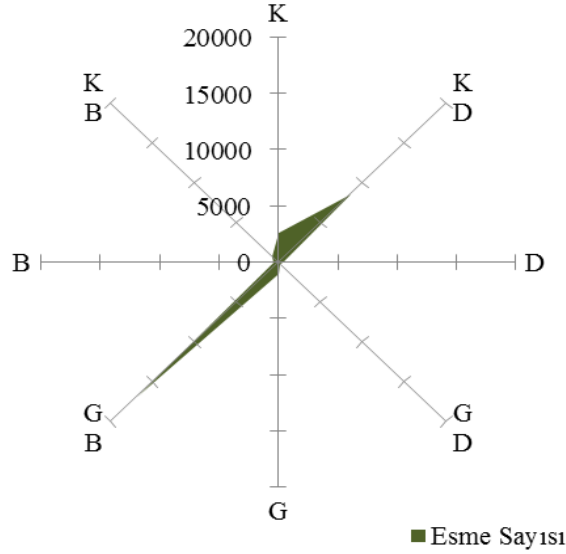
Yön	Esme Sayısı	Yön	Esme Sayısı
K	1.8	GGB	2.1
KKD	2.8	GB	4.8
DKD	2	BGB	3.4
D	2.2	B	3.6
DGD	1.2	BKB	1.2
GD	1.8	KB	1.2
GGD	0.9	KKB	2.1
G	1.7		



Şekil 17. Antakya’nın Uzun Yıllar Ortalama Rüzgâr Esme Hızı Grafiği

4.1.1. Hâkim Rüzgâr Yönü

İnceleme alanında Hatay Meteoroloji İstasyonu'ndan alınan verilere göre en fazla rüzgârın GB yönünden estiği görülür (Şekil 18).



Şekil 18. İnceleme Alanına Ait Rüzgâr Frekans Grafiği

İnceleme alanında hâkim rüzgâr yönünün güneybatı kuzeydoğu doğrultusunda olması Antakya'nın üzerinde kurulduğu Hatay Kahramanmaraş grabeninin uzanış yönünden kaynaklanmaktadır.

Yine inceleme alanının hakim rüzgar yönünün belirlenmesinde Rubinstein'in uyguladığı formül kullanılmıştır. Bu formül kullanılarak hâkim rüzgar yönü belirli yönlerle bağlı olmadan, derece cinsinden belirlenebildiği gibi yüzde olarak frekansı da hesaplanır. Bu amaçla oluşturulan esme sayıları ve yüzde olarak frekansının bulunduğu bir tablo hazırlandıktan sonra 1. ve 2. diziler hazırlanır. Bu dizilerde;

$$d_3 > d_1$$

$$d_2 > d_4$$

$$d_2 + d_3 \geq \% 25 \text{ olması şartı aranmaktadır.}$$

Uygun diziler belirlendikten sonra bu değerler şu formüle uygulanır;

$$H = 1 + \frac{d_3 - d_1}{(d_3 - d_1) + (d_2 - d_4)}$$

Burada H hâkim rüzgâr yönünün değeri, d1, d2, d3, d4 ise dizi elemanlarıdır (Dönmez, 1979). Yukarıda verilen formül doğrultusunda inceleme alanına ait rüzgâr esme sayılarının % olarak frekanslarının verildiği tabloya uyarlandığında aşağıdaki durum ortaya çıkmaktadır (Tablo 5).

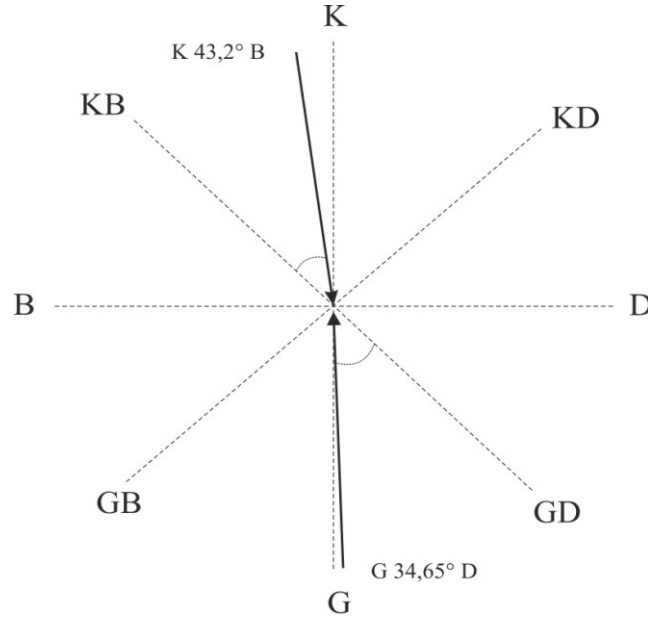
Tablo 5. İnceleme Alanına Ait Rüzgâr Esme Sayıları ve Yüzdelik Değerleri Rubinstein Formülüne Uyarlandığında Elde Edilen Diziler

Yönler	K	KD	D	GD	G	GB	B	KB
Esme Sayıları	2615	8611	294	180	989	1684	383	763
% Olarak Frekans	8.52	28.08	0.96	0.59	3.22	54.90	1.24	2.49
1. Dizi				d1	d2	d3	d4	
2.Dizi	d2	d3	d4					d1

Tablodaki veriler formüle uygulandığında 1. Dizi için H1=0,96, ikinci dizi için H2=0,77 değerleri elde edilmiştir. Elde edilen bu değerler 45° ile çarpıldığında 1. ve 2. hâkim rüzgâr yönleri elde edilir (Dönmez,1979).

1. dizi için hâkim rüzgâr yönü K 43,2° D
2. dizi için hâkim rüzgâr yönü G 34,65°B

Elde edilen değerler sonucunda şekil 19'daki gibi bir görünüm ortaya çıkmaktadır.



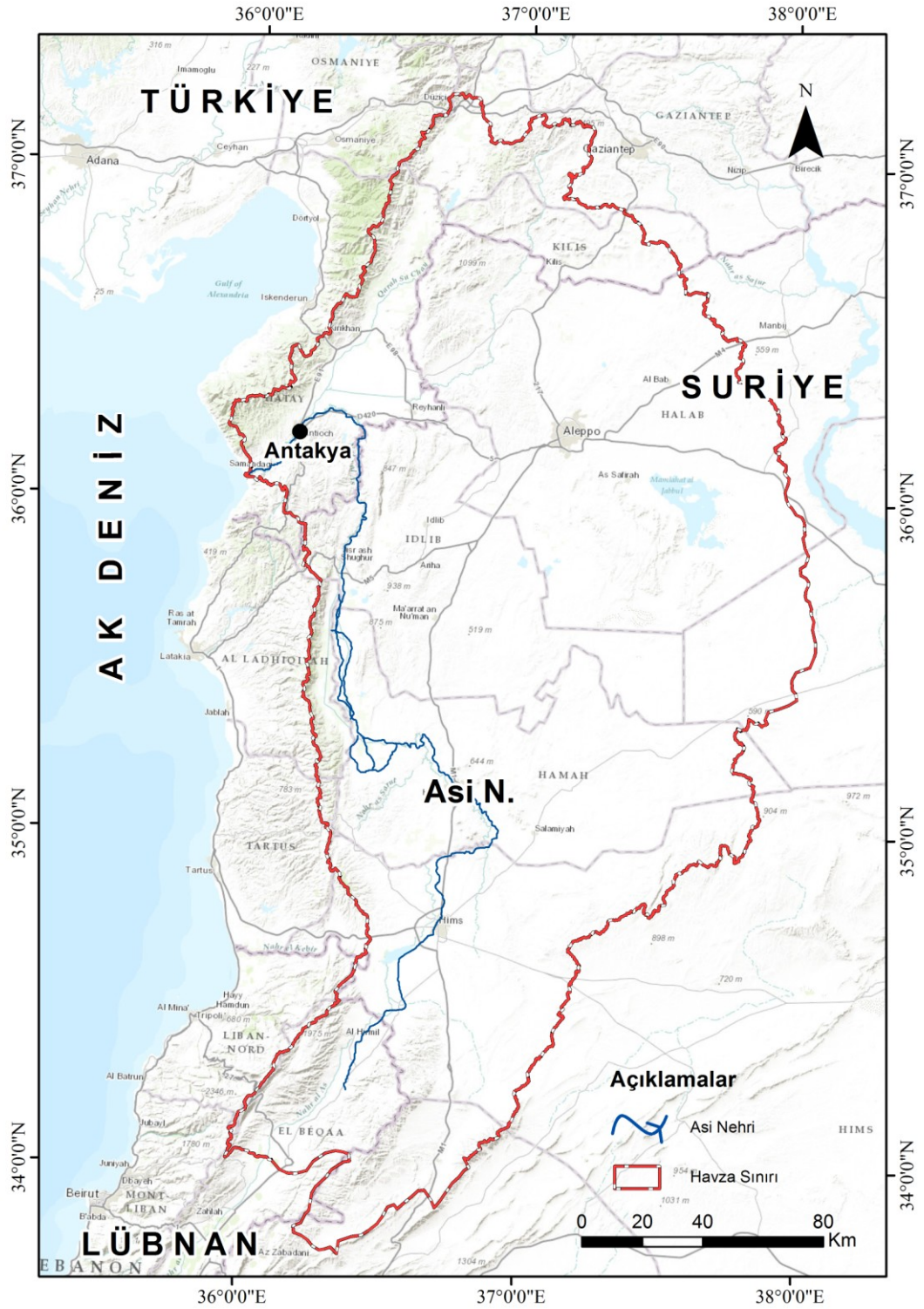
Şekil 19. İnceleme Alanının Hâkim Rüzgâr Yönünün Rubinstein Formülüyle Gösterilmesi

1.5. Hidrografiya Özellikleri

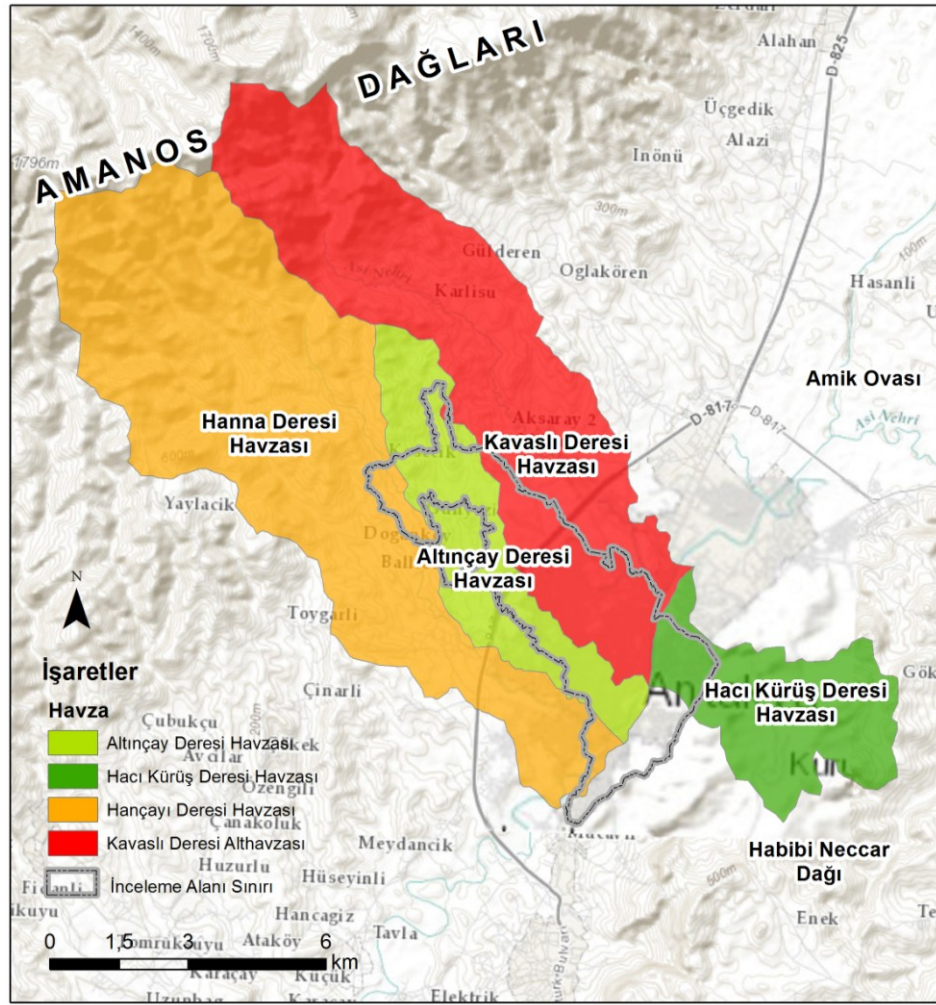
Göl bulunmayan inceleme alanının başlıca hidrografik unsuru Asi Nehri ve onun kolları olan Hacı Kuriş, Hanna, Altınçay ve Kavaslı dereleridir. Yer altı suyu kullanımının yaygın olduğu yörede daha çok sondajlarla açılan kuyulardan yararlanılmaktadır.

1.5.1. Başlıca Akarsular

İnceleme alanındaki başlıca akarsu Asi Nehri'dir. İnceleme alanı içerisinde Asi Nehri'ne dökülen Kavaslı, Hanna, Altınçay ve doğusundaki Hacı Kuriş dereleri ise diğer önemli akarsulardır. Şekil 20'de sayısal yükseklik modeli (DEM) kullanılarak Asi Nehri'nin havza sınırları, şekil 21'de ise Asi Nehri'ne dökülen derelerin Arc GIS 10 hidroloji aracı (tool'u) ve Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından belirlenen havza sınırları verilmiştir. Buna göre Asi Nehri'nin toplam havza alanı 36.949 km^2 iken, bu alanın 6.443 km^2 'si Türkiye sınırları içinde bulunmaktadır. Bunun yanında diğer yan dereler içinde en fazla havza alanına 41 km^2 ile Kavaslı Deresi sahiptir (Tablo 6).



Şekil 20. Asi Nehri'nin Havza Sınırı



Şekil 21. İnceleme Alanında Bulunan Alt havzalar

Tablo 6. İnceleme Alanında Bulunan Akarsuların Boyları ve Havza Alanları

Akarsu adı	Boy (km)	Havza Alanı DEM (km ²)	Havza Alanı DSİ (km ²)
Asi Nehri	90 (Türkiye İçinde)	6.443(Türkiye İçinde)	7.795.60
Kavashlı D.	19.5	41	36.3
Altınçay D.	12.5	15	14
Hanna D.i	21.25	37.6	51.4
Hacı Kürüş D.	8.5	13.2	10.3

1.5.1.1.Büyük Asi Nehri

Asi Nehri, Lübnan sınırları içindeki Bekaa vadisinden kaynağını alır. Türkiye, Suriye ve Lübnan topraklarından oluşan Asi Havzası, Ölü Deniz Fay Zonu'nun denetiminde şekillenmiştir. Bu fay zone Asi Nehri'nin, Lübnan Dağları'ndan kaynağını aldıktan sonra, kuzeye doğru uzun bir yol kat ederek daha sonra ise, Amik Ovası'nda güneye yönelerek Akdeniz'e kavuşmasında etkili olmuştur (Erol, 1963:8,59).

Asi Nehri Türkiye topraklarına tamamen girmeden önce yaklaşık 30 km kadar Türkiye-Suriye sınırını çizer, Türkiye sınırları içine girdikten sonra, Amik Ovası'nda güneybatıya yönelen nehir, kuzeydoğu-güneybatı yönündeki Antakya-Samandağ oluşunu takip ederek denize ulaşır (Foto 6). Amik Ovası'nda geniş bir taban üzerinde aktıktan sonra, Antakya'dan itibaren belirli bir vadi içine girer (DSİ, 2007). Antakya'yı ortadan kesen nehir, Samandağ ilçesi yakınlarından Akdeniz'e dökülür.



Foto 8. Asi Nehri'nin Antakya Sınırlarına Girmeden Önceki Görünüşü (Antakya-Ottoman Oteli Bağlantı Yolu Köprü Üzeri)

Türkiye – Suriye sınırından denize döküldüğü ana kadar ortalama eğimi 0,0018 olan Asi Nehri, yaklaşık olarak 94 km yol alır (DSİ, 1958). İnceleme alanı

içerisindeki taban genişliği yaklaşık 50 metre (DSİ, 2007) ve uzunluğu yaklaşık olarak 5.3 kilometre olan Asi Nehri'nin akımı mevsime ve kullanıma bağlı olarak yıl içerisinde önemli değişiklikler göstermektedir (Foto 9 ve 10).

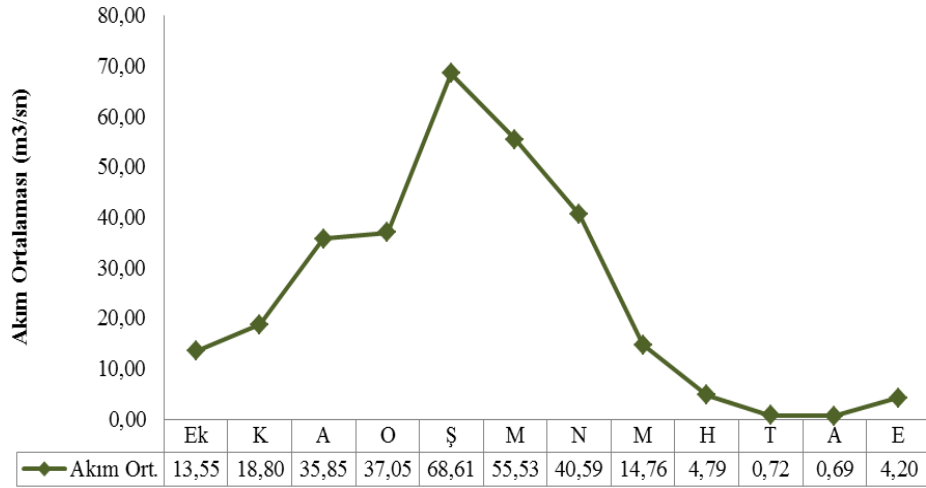


Foto 9. Asi Nehri'nin Akıttığı Su Miktarının Kış Aylarındaki Durumu (20.12.2009)
(Kanatlı Mahallesi, Foto: Atilla Karataş)



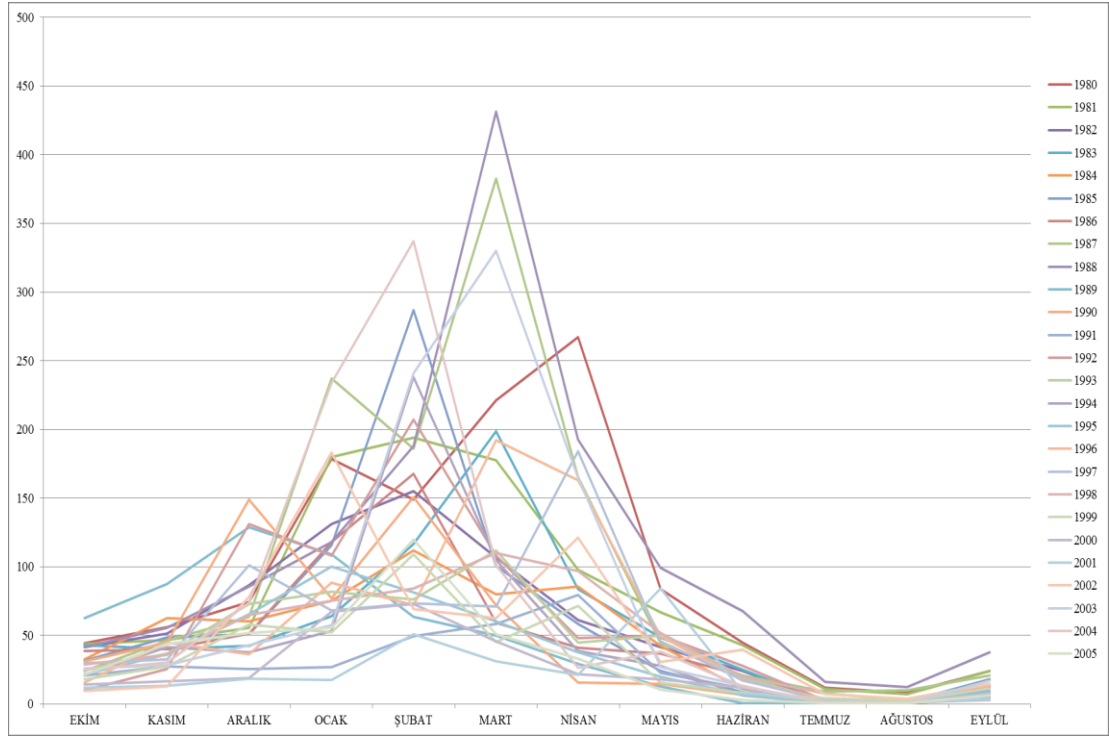
Foto 10. Asi Nehri'nin Akıttığı Su Miktarının Yaz Aylarındaki Durumu (Kanatlı Mahallesi)

Asi Nehri'nin Suriye sınırında yer alan Eşrefiye Karakolu yakınlarında ortalama yükseltisi 95 metre olan DSİ istasyonunda yapılan ölçümlerde, yıllık ortalama akım değerleri toplamı 548.239 m³/s, aylık ortalama akım değeri 17.553 m³/s'dir (DSİ, 2007). Akım değerleri Ağustos ayında minimum seviyeye inerken Şubat ayı içerisinde maksimum seviyeye çıkmaktadır (Şekil 22).



Şekil 22. Asi Nehrinin Eşrefiye Karakolu Yakınlarındaki İstasyona Ait Ortalama Akım Grafiği

Elektrik İşleri Etüt İdaresi Antakya İl Müdürlüğü tarafından Antakya ilçe sınırları içerisinde yer alan 08 numaralı istasyonda 1972-2005 yılları arasında yapılan ölçüm değerlerine göre kış mevsiminde 160 m³/s olan akım değerlerine sahip olan Asi Nehri, yaz mevsiminde Suriye'nin barajlarda su tutması, Türkiye'de ise sulama amaçlı yapılan setlerle suyun kesilmesi ve buharlaşma gibi nedenlerden neredeyse kuruyacak seviyelere gelmektedir (Şekil 23).



Şekil 23. Asi Nehri'nin Antakya Merkezde Yer Alan 08 Numaralı İstasyona Ortalama Ait 1980-2005 Yılları Arasındaki Akım Grafiği

1.5.1.2. Hacı Kuriş Deresi

İnceleme alanının doğusunda kalan Hacı Kuriş Deresi, Habibi Neccar Dağı'ndan başlayarak Antakya-Narlıca sınırını çizer ve Asi Nehri'ne dökülür. Havza alanı 13.2 km² olan nehrin yatağının taban genişliği 5 metre, ağız kısmının genişliği ise 12 metredir. Akarsu düzensiz bir rejime sahip olup, yaz mevsiminde tamamen kurumaktadır (Foto 11).



Foto 11. Hacı Kuriş Deresi'nden Görünüş (Hacı Ömer Alpagot Mahallesi)

1.5.1.3. Altınçay Deresi

İnceleme alanında yer alan derelerden birisi de Altınçay Deresi'dir. Altınçay deresinin uzunluğu 12 km olup, drenaj alanı 15 km²'dir. Antakya'nın güneyinde Armutlu, Esentepe mahallelerinden geçen derede önemli kirlilik sorunları yaşanmaktadır. Akımı düzensiz olan derenin suları yazın tamamen kurumaktadır. Derenin ıslahı için çeşitli dönemlerde çalışmalar yapılmıştır. 2001 yılındaki taşkından sonra yatağında yeniden düzenlemeler yapıldığı DSİ raporlarında belirtilmekle birlikte (DSİ, 2007) sorunlar yeterince çözülmüş değildir (Foto 12).

Altınçay Deresi'nin yatağında düzenlemeler yapılmasına rağmen çevreden atılan çöpler dere yatağında birikmektedir. Bu çöpler yağışlarla birlikte Antakya'ya doğru taşınarak Asi Nehri'nin kirliliğinin daha da artırmaktadır. Ayrıca bu çöpler şiddetli yağışlarda köprü ve menfez gibi yapıların tıkanmasına neden olarak suların dere yatağının dışına taşmasına neden olması durumu söz konusudur.



Foto 12. Altınçay Deresi’nden Görünüş (Altınçay Mahallesi)

1.5.1.4. Kavashlı Deresi

Kavashlı Deresi, Amanos Dağları’ndan başlayıp Antakya şehir merkezindeki Antakya – İskenderun Karayolu’nu keserek Asi Nehri’ne dökülür. Taban genişliği 10 -15 metre, ağız genişliği ise 20-25 metre arasındadır (DSİ, 2007). Dere çevresinde aşırı yapılaşma sonucu taşkın yatağı ve çevresi konutlar tarafından işgal edilmiştir. Bu durum ise derenin akışının engellenmesine neden olmaktadır. Derenin özellikle 75. Yıl Bulvarı ile Antakya-İskenderun Karayolu arasındaki alanlarda ve Asi Nehri’ne döküldüğü nokta arasındaki taşkın alanında yoğun yapılaşmalar görülmektedir. Erozyon sonucu taşınan malzeme ve çöpler yatakta birikmektedir. DSİ dere yatağında ıslah çalışmalarına devam etmektedir (Foto 13).



Foto 13. Kavaslı Deresi'nden Bir Görünüş (Ürgenpaşa Mahallesi)

1.5.1.5. Hanna Deresi

Amanos Dağları'ndan doğan ve güney doğu yönünde Antakya'ya doğru akan nehrin yaklaşık uzunluğu 21.25 km, taban genişliği 24 metre derinliği 2.2 metredir (DSİ, 2007). Hanna deresi inceleme alanındaki Akdeniz Sümerler ve Aşağı Okçular mahallelerinden geçerek İnceleme alanının güneyinden Asi Nehri'ne dökülmektedir.

İnceleme alanındaki diğer akarsulara göre saha içerisinde daha az bulunan bir akarsudur (Foto 14).



Foto 14. Hanna Deresi'nin Çevreyolundan Görünüşü

1.6. Yeraltı Suları ve Kaynaklar

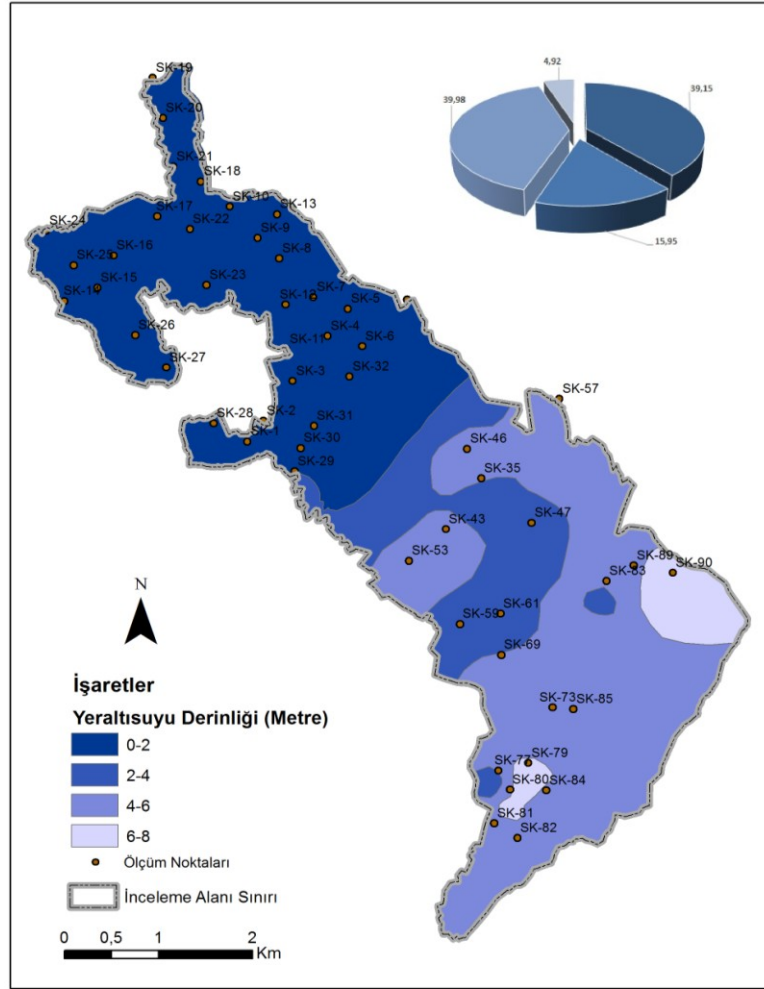
Yer yüzeyinin altında yer kabuğunun meydana getiren kayalar ile toprakların gözenek, çatlak, yarık gibi boşlukları içinde yer alan sular olan yer altı suyu (Hoşgören, 2011;309), birçok yerleşim alanında içme ve kullanma suyu olarak değerlendirilmektedir.

İnceleme alanında akifer özelliği bulunan alanların olması yeraltı suyundan yararlanılmasını sağlamıştır. Bilhassa şehir merkezinde Asi Nehri'nin iki tarafında yer alan kuvaterner yaşlı çökeller, akarsu taraçası çökelleri ve Habibi Neccar Dağı yamaçlarındaki birikinti yelpazesi çökelleri gözenekli yapıda olup akifer özelliği gösterirler. Ayrıca mücavir alanda görülen kumtaşı ve çakıltaşından oluşan birimlerde çakıltaş ve kumtaşının geçirgenlik özelliğinin olması nedeniyle akifer özelliği gösterirler. Bu açıdan inceleme alanında yer altı suyunun beslenimi yağıştan, yüzeysel akıştan ve kaynak sularından süzülme ile olurken, su kaybı kaynaklardan kuyularla, çeşitli şekillerde suyun çekilmesi ve buharlaşma ile olmaktadır (Ateş vd., 2004). Özellikle birçok konutun içinde herhangi bir denetleme ve kontrol işlemine tabi tutulmayan çok sayıda kuyunun olması yer altı suyu kullanımı ile ilgili kesin rakamlar verilmesini olanaksız kılmaktadır. Bununla birlikte Antakya Belediyesi

Jeofizik Etüt Daire Başkanlığı tarafından 2006 yılında belirlenen kuyulardan yapılan ölçümlerden elde edilen veriler Kriging analizine tabi tutularak inceleme alanına ait yer altı suyu derinlik haritası elde edilmiştir (Antakya Belediyesi, 2006a ve 2006b). Bu haritaya göre, inceleme alanında yeraltı suyu yerleşmenin yoğunluğunun arttığı bölgelerde derine inmektedir. Yerleşmenin azaldığı mücavir alan sınırları içerisinde yeraltı suyu seviyesi yükselmektedir (Şekil 24). Yüzeye yaklaşan yeraltı suyu uygun koşullarda yüzeye çıkmaktadır (Foto 15). Ayrıca inceleme alanında yeraltı suyu derinliğinin 2 metreden az olduğu yerlerin payı %40'dır.



Foto 15. Çevreyolu Kenarında Bulunan Fay Kaynağı



Şekil 24. İnceleme Alanına Ait Yer Altı Suyu Derinlik Haritası

İnceleme alanı ve çevresinde mevcut jeolojik formasyonların kırık ve çatlaklarından çıkan kaynaklar mevcuttur. En önemlileri ve yaygın olarak kullanılanları Antakya'nın kuzeydoğusunda Reyhanlı yolu üzerinde bulunan Soğuksu Kaynağı ve mesire alanı olarak ta kullanılan Harbiye kaynaklarıdır (Foto16).

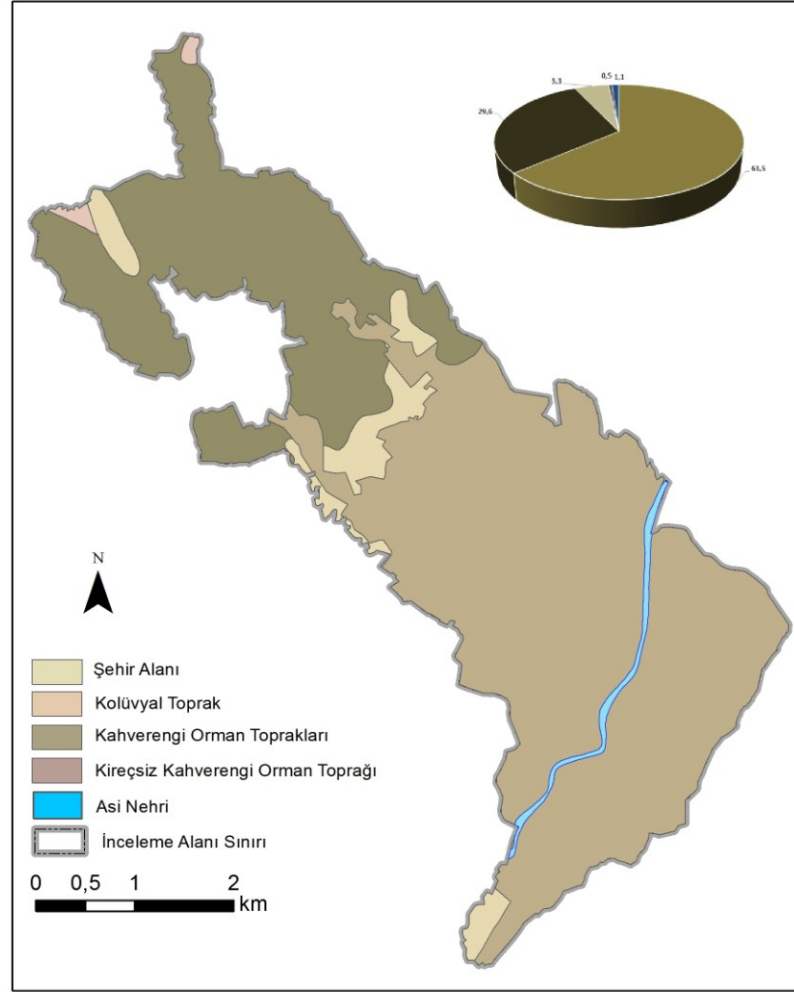


Foto 16. Harbiye Kaynaklarından Bir Görünüş

1.7. Toprak Özellikleri

Toprak, iklim, ana kayanın özellikleri, canlılar (bitki, hayvan, insan) jeomorfolojik özellikler ve zaman faktörlerinin birlikte etkileri sonucunda, farklı oranlarda mineral ve organik maddelerin karışımından oluşur. Bir yerdeki toprak örtüsü yağmur ve kar sularının sızma özelliğini etkileyerek bu suların yüzeysel akışa geçmesine neden olur. Eğimli yamaçlarda ise kayganlaşmak suretiyle kütle hareketlerinin görülmesine neden olabilmektedir. Bu açıdan Kuvaterner döneminden, Üst Kretase'ye kadar olan aralıkta çeşitli litolojik birimlere ait, kil taşı, kumtaşı ve killi kireçtaşı ve marndan oluşan unsurların bulunduğu; Habibi Neccar Dağı'nın ve Asi Nehri'nin yer aldığı jeomorfolojik açıdan farklı özellikteki yer şekillerinin bulunduğu inceleme alanındaki toprakların tekstür özelliklerinin bilinmesi, düşen yağmur sularının sızma, yüzeysel akışa geçme özelliklerinin belirlenmesinde ve kütle hareketlerine olan etkilerinin bilinmesinde önemli yararlar sağlayacaktır.

İnceleme alanına ait büyük toprak gruplarını gösteren harita Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'ndan alınmıştır. Haritaya göre inceleme alanında en fazla paya % 30.6 ile kahverengi orman toprakları sonrasında % 30.4'lük payla ise kolüvyal topraklar sahiptir (Şekil 25).



Şekil 25. İnceleme Alanındaki Topraklarının Dağılışı

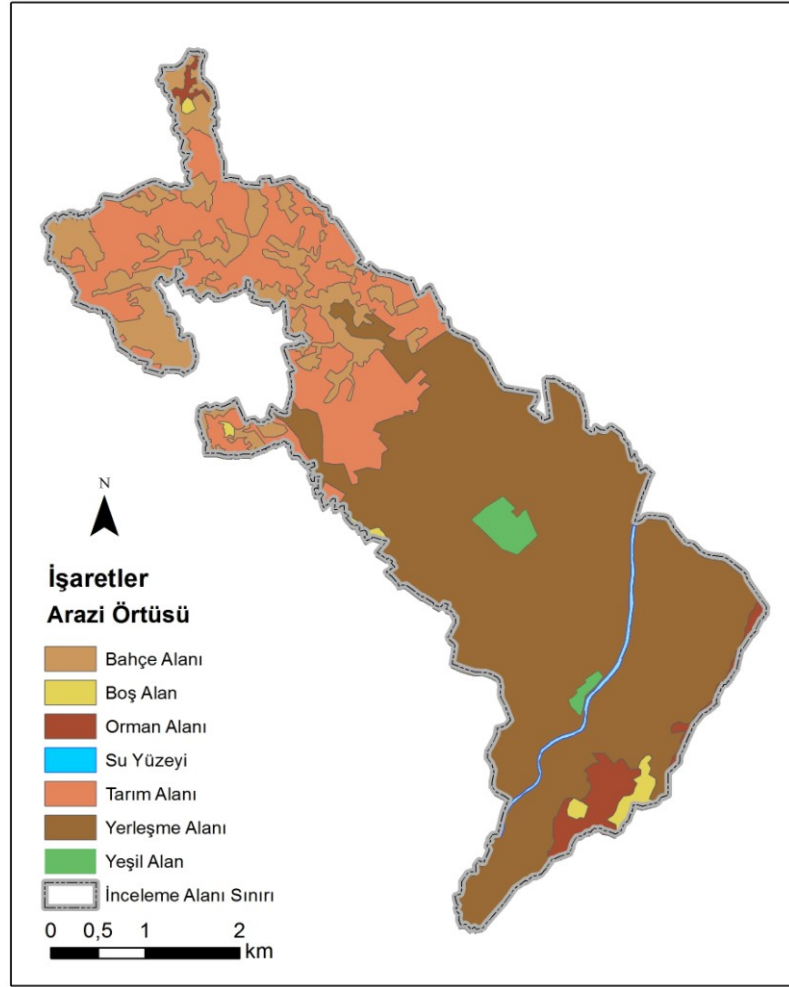
1.8. Arazi Örtüsü Özellikleri

Dış etmen ve süreçlerin etkisi üzerinde zemin örtüsünün belirleyici etkisi vardır. Çünkü zeminin yoğun bitki örtüsüyle kaplı olduğu alanlarda erozyonun etkisi zayıftır. Ayrıca yoğun bitki örtüsü intersepsiyon yolu ile düşen yağmur sularının yaklaşık üçte birini tutmakta, ayrıca yüzeysel akışa geçen suyun akışını engellemektedir. Akış hızı azaltılan suyun zemine sızma oranı artmaktadır. Bu nedenle gür bir bitki örtüsü özellikle çayır ve ormanlarla kaplı alanlarda akımın ani yükselmesini ve düşmesini kontrol altına almaktadır (Atalay, 1986:24).

İnceleme alanının arazi örtüsü özellikleri 2010 yılına ait yüksek çözünürlüklü İKONOS uydu görüntüsü ve Google Earth yazılımı ve arazi gözlemleri kullanılarak yapılmıştır. Arazi örtüsü sınıflandırılırken 7 farklı sınıf kullanılmıştır (Tablo 7). Bu sınıflandırmada inceleme alanında en fazla alanı yerleşim alanları kaplarken, en az alanı orman alanları almaktadır (Şekil 26). Yerleşim alanlarından sonra en fazla payı tarım alanları kaplamaktadır. Bu alanlar özellikle kentin gelişme bölgesi doğrultusunda yer almakta ve zaman içerisinde yeni yapılan toplu konut çalışmaları ve diğer yapılaşmalarla işgale uğramaktadır. Özellikle bu alanlarda yoğun olarak görülen zeytin ağaçları kesilmekte ve yerine inşaatlar yapılmaktadır. Bahçe alanları ise daha çok Antakya'nın kenar kısımlarındaki yerleşim alanlarının bitişiğinde yer almaktadır. Buralarda daha çok zeytin, sebze ve meyve yetiştiriciliği yapılmakta, bu iş yetiştiricilerin geçim kaynağını oluşturmaktadır.

Tablo 7. Antakya Sınırları İçindeki Arazi Örtüsü Sınıfları

Kullanım	Alan (Km ²)	Alan %
Yerleşim Alanı	13.05	61.5
Tarım Alanı	4.66	21.71
Orman Alanı	0.08	0.37
Boş Alan	0.67	3.12
Bahçe Alanı	2.65	12.31
Asi Nehri	0.15	0.69
Yeşil alanlar	0.24	0.3
Toplam	21.52	100



Şekil 26. İnceleme Alanına Ait Arazi Örtüsü Haritası

İnceleme alanı sınırları içerisinde kalan orman alanı sınırlı miktarda olup daha çok Habibi Neccar Dağı'nın yamaçlarında yer almaktadır. Kapalılık oranı 3 (%71-100) olan ve Kızılçam (*Pinus Brutia*), ormanlarından oluşan bu alanlar eğim değerinin fazla olmasından dolayı korunmuşlardır (Foto 17). Günümüzde Kent Ormanı oluşturmak amacıyla korunma altına alınmışlardır. Bunun dışında diğer alanlarda ardıç (*Juniperus communis*), meşe (*Quercus*), kermes meşesi (*Quercus coccifera*) ve çınar (*Platanus*) ağaçları ve laden (*Cistaceae*), akçakesme (*Phillyrea latifolia*), böğürtlen (*Rubus caesius*), sakız (*Pistacia lentiscus*), funda (*Calluna vulgaris*), katırtırnağı (*Spartium Jenceum*), yemişgen (*Crataegus*), sütleğen (*Euphorbia amygdaloides*), ısırgan otu (*Urtica dioica*), papatya (*Matricaria*

maritima), sığirkuyruğu (*Verbascum thapsus*) gibi çalimsı ve otsu bitkiler görülmektedir (Şevket ÖZTÜRK’le Sözlü görüşme, 2012¹).



Foto 17. Habibi Neccar Dağı Yamaçlarındaki Kızılçam Ormanlarından Görünüş

Ayrıca inceleme alanı içerisinde yeşillendirme çalışmaları ve rekreasyonel amaçlı alanlar oluşturmak için Kızılçam (*Pinus brutia*), Zakkum (*Nerium oleander*), Mazi (*Thuja orientalis*), Kurtbağrı (*Ligustrum vulgare*), yörenin florasına ait olmayan Okalıptüs (*Ocaliptus camaldulensis*), Kıbrıs Akasyası (*Acacia cyanophylla*) ve Palmiye (*Washingtonia filifera*) ağaçları dikilmiştir. Yerleşim alanının dışında yoğun olarak tarım amaçlı zeytin ağaçları mevcuttur. Ancak, yeni yerleşim alanları oluşturmak amacıyla Zeytin (*Olea*) ağaçları da her geçen gün kesilmekte ve bu ağaçların yerine konutlar yapılmaktadır (Foto 18).

¹ Hatay Orman İşletme Müdürlüğü, İşletme Şefi



Foto 18. İnceleme Alanı Çevresindeki Zeytin Ağaçları (Gülderen Köyünden Antakya'ya Bakış)

1.9. Antakya'da İnsan ve Ona Ait Özellikler

Antakya yöresinin bilinen ilk tarihi Orta Paleolitik döneme kadar uzanır. Bölgede yapılan kazılardan edinilen bilgiye göre; Antakya yöresinde, Orta Paleolitik dönemden M.Ö. 1800'lü yıllara kadar yerleşim merkezlerinin bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır (Bahadır, 2010;19). Bildiğimiz anlamda Antakya, M.Ö. 323 yılında Makedon Kralı İskender'in ölümünden sonra imparatorluğun yönetimini ve topraklarını paylaştırdığı generallerinden 1. Selevkos tarafından kuruldu. Daha sonraları Roma ve Bizans yönetimlerinde kalan Antakya, M.S. 636 yılında Müslümanların eline geçmiştir. Sonrasında 968-1084 yılları arasında tekrar Bizans yönetimine geçen şehir, 1084-1098 yılları arasında Selçuklu yönetimine geçmiştir. Şehir, 1098-1268 yılları arasında haçlıların yönetiminde kalmış, sonrasında Memluklerin eline geçmiştir.1268-1516 yılları arasında Memluklerin elinde kalan şehir sonrasında Osmanlı Devleti'ne geçmiştir. 1. Dünya savaşının sonuna kadar Halep merkez sancağına bağlı bir kaza merkezi olarak Osmanlı Devleti yönetiminde kalmıştır (Gündüz, 2009: 5-19). 1. Dünya savaşı sonrasında 1919 yılında Fransız yönetimine geçen Antakya, 1921 tarihinde Hatay topraklarıyla birlikte özel bir

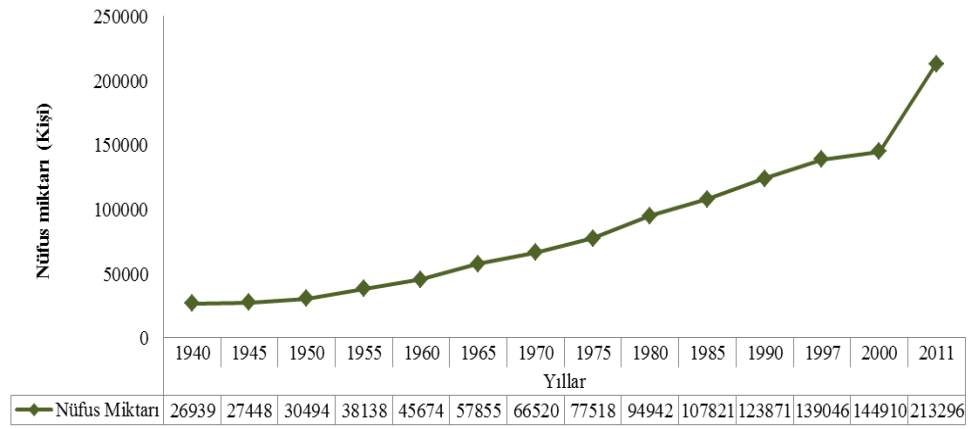
statüyle Fransız mandası olarak yönetilen Suriye topraklarına katılmıştır. 1937 yılına kadar Fransız işgalinde kalan şehirle Mustafa Kemal Atatürk özel olarak ilgilenmiştir. Bu amaçla Atatürk'ün Adana'da 1923 yılında yapmış olduğu bir konuşmasında “Kırk asırlık Türk yurdu düşman elinde esir kalamaz” sözünü söylemesi üzerine Hatay meselesi Türkiye'nin gündemine oturmuştur (Melek, 1991: 9). Türkiye bundan sonra iki aşamalı plan uygulamıştır. İlk aşamada Milletler Cemiyeti'ne Türkiye Cumhuriyeti tarafından sunulan Hatay'ın bağımsızlık isteği 1937 yılında kabul edilmiştir (Foto 19). Sonrasında 1939 yılında Fransızlarla yapılan Suriye Antlaşması ile Hatay Türkiye Cumhuriyeti topraklarına katılmıştır (Pehlivanlı, vd., 2001:116-125). Bu tarihten sonra Hatay il, Antakya ise merkez ilçe olmuştur.



Foto 19. Hatay Devleti'nin Yönetildiği Meclis Binasından Günümüze Ait Görünüş

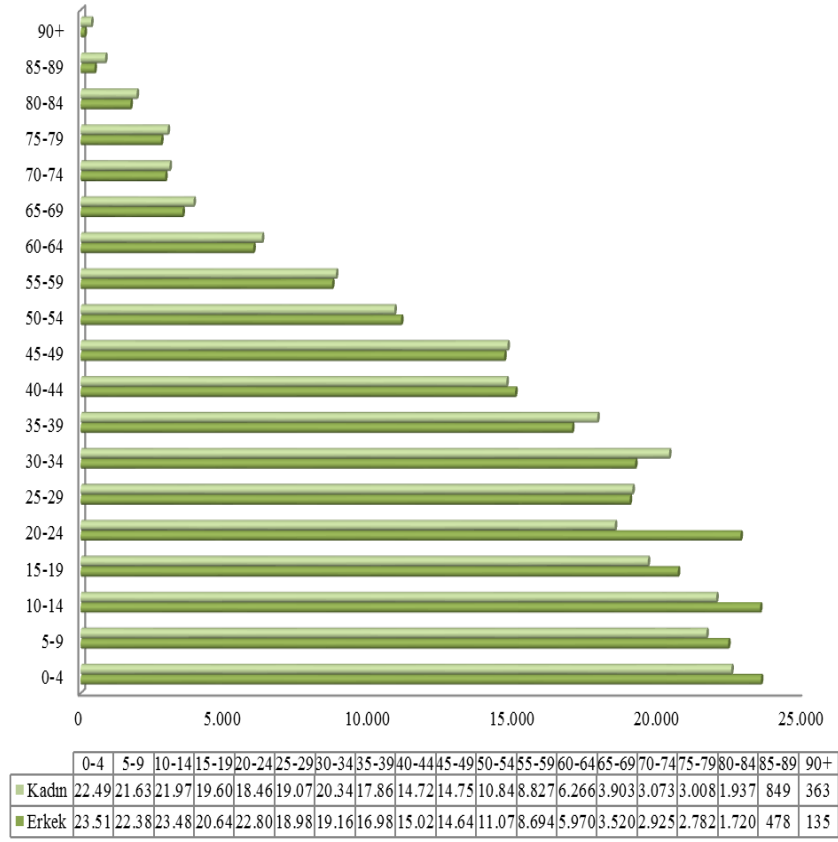
Antakya'nın tarihsel gelişiminde işgaller, doğal afetlerin ve göçlerin etkisi büyüktür. Bu olaylar Antakya'nın kentsel gelişimini ve nüfus miktarını önemli ölçüde etkilemiştir. Çalışmanın kapsamını belirlemek açısından Antakya'nın Türkiye Cumhuriyeti topraklarına katıldığı dönem olan 1939 sonrasındaki gelişim üzerinde durulacaktır. Bu tarihten önce Türkiye Cumhuriyeti'nde 1927 ve 1935 yıllarında olmak üzere iki kez nüfus sayımı olmuştur. Ancak bu sayım yıllarında Hatay'ın

Türkiye Cumhuriyeti topraklarında olmamasından dolayı bu sayımlara dâhil olmamıştır. Antakya 1940'ta yapılan sayımda 26.939 kişiden oluşan bir nüfusa sahipken bu rakam 2011 yılında 213.296 kişi olmuştur (TÜİK, 2011). Antakya'nın nüfusu 1940'tan günümüze yaklaşık olarak 7.5 kat büyümüştür (Şekil 27). Nüfus artışına bağlı olarak nüfus yoğunluğu da artmaktadır. İnceleme alanında nüfus yoğunluğu km²'ye 9911 kişidir. Nüfusun şehir içindeki dağılışı düzensiz olup daha çok Asi Nehri çevresinde toplanmıştır.



Şekil 27. Antakya'nın 1940-2011 Yılları Arasındaki Toplam Nüfus Miktarının Değişimi (TÜİK, 2012)

Antakya'da nüfusun yaş gruplarına göre dağılışı grafiğine göre genç nüfusun fazla olduğu görülmektedir (Şekil 28). Genç ve yaşlı nüfusun afetlerde en fazla etkilenen yaş grubu olduğu göz önüne alındığında, afetlerde gerekli önlemler alınmazsa ciddi sorunlar yaşanabilir. Ayrıca uzun vadede bu genç nüfus iyi eğitilirse afet konusunda bilinçli bir nesil yetiştirilebilmesi bu durumun avantaj haline gelmesi sağlanabilir.



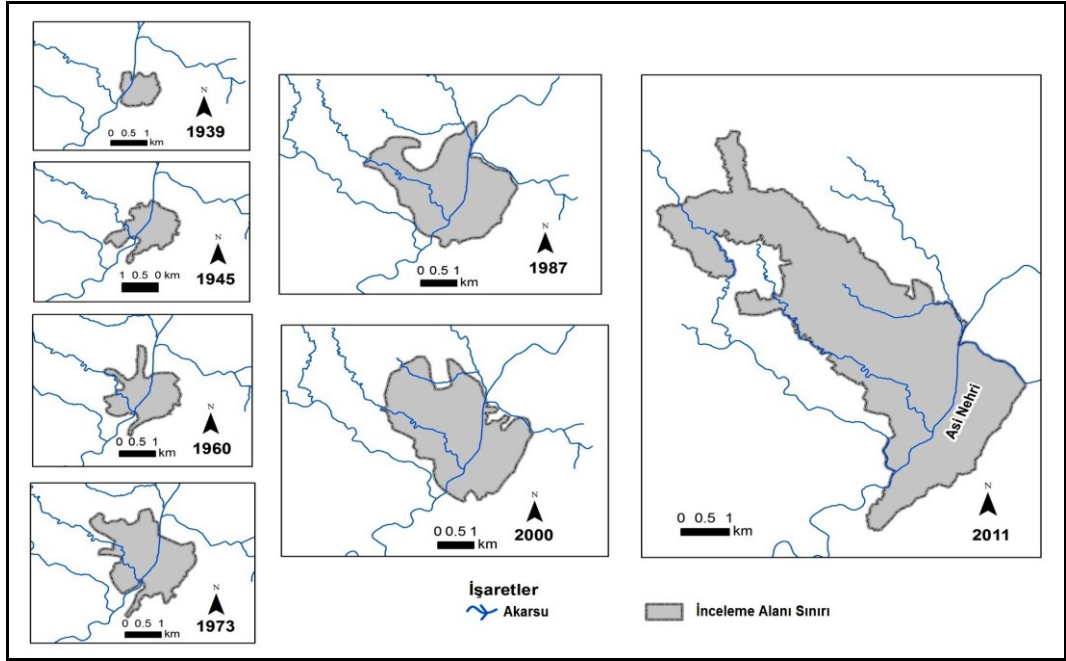
Şekil 28. Antakya’da Nüfusun Yaş Gruplarına Göre Dağılışı

İnceleme alanında orta paleolitikten günümüze kadar ilerleyen süreçte doğal afetler ve işgallerle tahrip olan şehir gelişimini sürdürmüştür. Bu gelişimi göstermek amacıyla farklı tarihlerdeki sınırları verilmiştir. Bu sınırlardan 1939’daki Ömeroğlu (2006), 1945 ve 1973 yıllarındaki sınırı hava fotoğraflarından ve 1960 yılına ait sınırı 1:25.000’lik paftalardan, 1987 ve 2000 yıllarındaki sınırları uydu görüntülerinden, 2011 yılına ait sınırı Antakya Belediyesi’nden alınan sayısal verilerden yararlanarak çizilmiştir. Buna göre şehrin alansal gelişimi anavatana katıldığı tarihten günümüze kadarki süreçte 20 kattan fazla olmuştur (Tablo 8). Genişleme oranı neredeyse incelenen her dönemde katlanarak sürmüştür (Şekil 29).

Tablo 8. İnceleme Alanında Yerleşim Alanının Yüzölçümünün Yıllara Göre Değişimi

Yıl	Alan (km ²)
1939	0.92
1945	1.89
1960	2.60
1973	4.73
1987	8.44
2000	10.63
2011	21.52

İnceleme alanı başlangıçta bugünkü “Eski Antakya” denilen bölgede yani Habibi Neccar Dağı ile Asi Nehri’nin arasında kalan alanda yoğunlaşmaktaydı (Şekil 30). Bu alandan Narlıca’ya kadar olan bölgenin önemli bir kısmı aynı zamanda sit alanı kapsamında olup yapılaşma sorunludur. Dar sokaklardan ve gecekondü tarzı yapılaşmanın ağırlıkta olduğu alanda yapılaşmaya ve mevcut yapılara müdahale etmeye izin verilmemektedir (Foto 20 ve 21). Bu alanlarda Antakya Belediyesi’nin 2010 yılında başlattığı restorasyon çalışmaları kapsamında çevre düzenlemesi çalışmaları yapılmaktadır (Foto 22). Dar sokakların fazlalığının afetlerde ve acil durumlarda müdahaleyi zorlaştırması söz konusudur. Afet yönetiminde bulunan ve karar verme yetkisine sahip kişilerin bu soruna yönelik çalışma yapmaları gerekmektedir. Nitekim teknolojik olanaklar bu konuda önemli gelişmeler kaydetmiştir. Dar sokaklar için özel itfaiye araçları motorize ambulanslar temin edilmelidir.



Şekil 29 Antakya Şehri Sınırlarının Tarihsel Süreçte Gösterdiği Değişiklikler



Foto 20. İnceleme Sahasının Sit Alanı İçerisinde Kalan Kesimlerinden St. Pierre Kilisesi'nin Görünüşü



Foto 21. Habibi Neccar Dağı'ndan Eski Antakya'ya Bakış (Hacı Ömer Alpagot Mahallesi)



Foto 22. Antakya Sit Alanına Ait Sokaklardan Görüntüler (Akbaba Mahallesi)

Yeni Antakya denilen ve Asi Nehri'nin batısında kalan bölümü ise, daha çok modern ve çok kattan oluşan konutlar oluşturmaktadır (Foto 23). Bu alan yeni yerleşim alanlarından oluşmasına rağmen, düzenli bir kentleşme süreci geçirmemiştir. Nitekim, dar sokaklar ve yüksek binaların arasında derme çatma yapılar bulunmaktadır. Yolların dar olması çok sayıda araç bulunan şehirde yeterli otoparkın bulunmaması sokakların araçlarla işgal edilmesine neden olmuştur. Yeşil alanların son derece az olduğu bu alanlarda zayıf zeminler üzerinde yüksek katlı binalar inşa edilerek yerleşim alanları kurulmaktadır. Arsa fiyatlarının şehir geneline göre pahalı olduğu alanlarda her boşluğa bina yapılmaktadır. Bitişik nizam yapılaşmanın hâkim olduğu, dar sokaklar ve yetersiz kaldırımların ilerleyen dönemlerde daha büyük sorunların yaşanmasına neden olması olasıdır. Şehrin bu durumu ile ilgili bilimsel anlamda çalışmaların yapılarak ileriye dönük projeksiyonların oluşturulması ve olumsuzlukların hızla düzeltilmeye başlanması gerekmektedir. Bu anlamda yeterli olmasa da devletin bazı kamu kurumlarının, otogarın ve toplu konut çalışmalarının şehrin dışına yapılması gibi, bir kısım çalışmaları mevcuttur (Şekil 31). Ancak şehrin genel anlamda bir kentsel dönüşüme ihtiyacı vardır (Foto 24 ve 25).



Foto 23. Antakya'daki Yeni Gelişen Mahallelerinden Bir Görünüş (Saraykent Mahallesi)



Foto 24. Mucavir Alana Yapılan Adliye Binası



Foto 25. Mucavir Alana Yapılmakta Olan Yeni TOKİ Konutları



Şekil 30. Antakya Belediye Binasından Habibi Neccar Dağı'na Bakış (Batıdan Doğuya)



Şekil 31. Habibi Neccar Dağı'ndaki Kaleden Antakya'ya Bakış (Doğudan Batıya)

2. ANTAKYA’DA DOĞAL AFETLERE YÖNELİK DUYARLILIK VE RİSK ANALİZLERİ

Bu bölümde inceleme alanında gerçekleşen ve gerçekleşme olasılığı olan erozyon, kütle hareketleri, deprem ve su baskınları ile ilgili Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak duyarlılık ve risk analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

Kavramsal Çerçeve

Çalışmanın bu bölümünde afet, afet yönetimi, duyarlılık ve risk kavramları hakkında bilgi verilecektir.

Afet

Afet, büyük felaket, yıkım anlamına gelmektedir. Afetler, toplumun tamamının veya belli kesimlerinin normal hayat faaliyetlerini durduran, kesintiye uğratan, acil müdahaleyi gerektiren doğal teknolojik veya insan kökenli olayların oluşturduğu kriz durumlarıdır (GTZ, 2002; Ergünay,2005).

Afetler, meydana gelme nedenlerine göre, doğal afetler ve insan kaynaklı afetler diye ikiye ayrılmaktadır. Doğal afetler, yerkürenin doğasında bulunan, kendi jeolojik ve jeomorfolojik gelişim sürecinin gereği olarak meydana gelen olaylardır. Bu olayların afet olarak nitelendirilmesinin nedeni insanın kendisinin ve onun yapmış olduğu yapıların zarar görmesi, ortaya çıkan durumla baş edilememesi ve bir kriz ortamının oluşmasıdır. İnsan kaynaklı afetler ise, insanın yapmış olduğu bilimsel ve teknolojik çalışmaların ürünü olan unsurlarda meydana gelen eksiklikler, yanlış uygulamalar sonucu gerçekleşen kazalar veya kasıtlar sonucu oluşan durumlardır. Örneğin, nükleer patlamalar veya terörist saldırılar gibi.

Çalışmaya konu olan doğal afetler, insan iradesi dışında doğal süreçlerle meydana gelen, can ve mal kaybına yol açan olaylardır. Bu olayların meydana gelmesinde doğal etmenler ön planda olmakla beraber bazen de insanın etkisi tetikleyici etki yapar. Örneğin, jeolojik yapıya dikkat etmeksizin açılan yollar

üzerinde oluşan heyelanlar, ormanların tahribi sonucu gerçekleşen çığ ve seller buna örnek olarak verilebilir (Atalay, 2004:118). Bu durum insanoğlunun, afetlerin meydana gelmesinde doğayla olan ilişkilerini iyi ayarlayamaması, onun dilini anlayamaması (Selçuk Biricik, 2009) ve sistemini kurarken fiziki çevreye uyum yönünden hatalar yapmasından (Mileti, 1999) kaynaklanmaktadır. Bu yüzden afetin zararı; risk, tehlike, kırılganlık ve alınan önlemlerin yetersizliğinin birleşmesinin sonucunda daha da artmaktadır (Day ve Singh, 2006).

Ergünay (2002), Afetlerin büyüklüğüne etki eden ana faktörleri ,

- ♣ Olayın fiziksel büyüklüğü,
- ♣ Olayın yoğun yerleşme alanlarına olan uzaklığı,
- ♣ Fakirlik ve az gelişmişlik,
- ♣ Hızlı nüfus artışı,
- ♣ Tehlikeli bölgelerdeki hızlı ve denetimsiz kentleşme ve endüstrileşme,
- ♣ Ormanların ve çevrenin tahribi veya yanlış kullanımı,
- ♣ Bilgisizlik ve eğitim eksikliği,
- ♣ Toplumun afet olaylarına karşı önceden alabildiği koruyucu ve önleyici

önlemlerin ulaşabildiği düzey olarak özetlemiştir.

Gad-el-Hak (2008), Afetlerin büyüklüğünü sınıflandırma yoluna gitmiş ve bu işlemi yaparken kullandığı ölçeği 5 kategoriye ayırmıştır (Tablo 9). Kategorileri belirlerken afetlerde meydana gelen kayıp sayısını ve afetin etkilediği alanı ölçüt olarak kullanmıştır. Bu sınıflandırma ölçeğine göre ise afetleri şu şekilde sınıflandırmıştır:

Tablo 9. Büyüklüklerine Göre Afetler (Gad-el-Hak, 2008)

Ölçek	Büyüklük	Kişi sayısı	Etkilenen alan (Km ²)
I	Küçük	10	1
II	Orta	10-100	1-10
III	Büyük	100-1.000	10-100
IV	Muazzam	1.000-10.000	100-1.000
V	Devasa	10.000+	1.000+

Doğal afetler sınıflandırılırken birçok farklı sınıflandırma kullanılmaktadır. Bu konuda ülkemizde Şahin ve Sipahioğlu (2007), doğal afetleri yer kökenli, atmosfer kökenli ve biyolojik afetler olmak üzere üç gruba ayırmıştır. Uluslararası afet veri tabanı EM-DAT ise doğal afetleri jeofiziki, meteorolojik, hidrolojik, klimatolojik ve biyolojik olmak üzere beş gruba ayırmıştır (<http://www.emdat.be/classification>).

Afetler, Türkiye'nin yerel, bölgesel ya da ulusal anlamda önemli sorunlarından. Türkiye'nin jeolojik ve jeomorfolojik geçmişi, mevcut topoğrafya koşulları, yanlış arazi kullanımı ve diğer beşeri hatalar her yıl beraberinde birçok afeti getirmekte, bu afetlerin sonucunda önemli ölçüde can ve mal kaybı olmakta, bazen telafisi mümkün olmayan zararlar oluşmaktadır. Bu afetlerin meydana getirdiği maddi zararın telafisi için her yıl bütçeden belirli miktarda harcama yapılmaktadır. Örneğin zengin bir tarihsel geçmişe sahip olan Antakya'nın günümüzde eski önemini kaybetmesi, tarihsel gelişimi içerisinde çoğunlukla deprem olmak üzere meydana gelen afetlerle yıkıma uğramasından dolayıdır. Meydana gelen birçok depremde Antakya yerle bir olmuş binlerce insan hayatını kaybetmiştir. Depremler günümüze yakın zamanlara kadar gerçekleşmiştir. Yapılan çalışmalardan elde edilen bulgular Antakya'da yakın dönemde tekrar büyük bir deprem olma olasılığının olduğu doğrultusundadır (Korkmaz, 2006; Durukal, 2009). Ayrıca su taşkını ve zemin hareketleri riski de bulunmaktadır. Bu afetlere hazırlıklı olma, meydana gelecek zararı önemli bir şekilde azaltacaktır. Çalışmanın ana amacını bu afetlerin en az zararla atlatılması amacıyla akademik düzeyde çalışmalar yapma oluşturmaktadır.

Afet özelliğindeki durumun doğal nedenlerle mi yoksa insan kaynaklı mı olduğu, tartışmaya açık bir durumdur. Çünkü doğal nedenlerle meydana gelen bir deprem olayı yeterli önlemler alınırsa çok küçük zararlarla atlatılabilir. Bu da depremin afete neden olmadan bertaraf edilmesine olanak sağlar. Eğer deprem bölgesinde yaşayan insanlar kent planlarını bu doğal olayın bilincinde olmadan yapar ve gerekli önlemleri almaz ise bu doğa olayı gerçekten bir afet özelliği kazanır. Ayrıca deprem sonucu bir nükleer santrallerde meydana gelen patlamanın hangi afet

kategorisine konacağı tartışılabilir. Bu açıdan afetin kendisi bir doğa olayı olduğu gibi verdiği zararı daha çok beşeri unsurlar belirlemektedir.

Afet Yönetimi

Afetlerin ne zaman gerçekleşeceğinin belirli olmaması her zaman hazırlıklı olunmasını gerektirmektedir. Bu bağlamda afetlerde meydana gelebilecek zararın en aza indirilmesi için mutlaka afet öncesinde planlama yapılması gerekmektedir. Yapılacak çalışmalarda, afet yönetiminin her bir aşamasının koordine edilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde sadece bir aşamayı kapsayan afet planlamasının etkinliği sınırlı olacaktır (Kreimer, vd., 1990). Bu amaçla, yapılacak planlamaların en önemli hedefi, bir afet meydana geldikten sonra acilen ve etkin bir şekilde mümkün olan en fazla sayıda insana yardım ulaşmasını sağlayarak, can kayıplarını ve yaralı sayısını azaltmak, afetin olumsuz etkilerinin iyileştirilmesini hızlandırmaktır. Bu yüzden mutlaka bir afet yönetim planı hazırlanmalıdır.

Hazırlanacak afet yönetim planı, değişik durum ve koşullarda uygulanabilmeli, süreklilik arz etmeli ayrıca, belirli aralıklarla yeterli personel ve kaynağın sürekli hazır olup olmadığı göz önünde bulundurularak, gözden geçirilip güncelleştirilmelidir. Planlar gerek afet öncesinde ve gerekse afet sırasında ve sonrasında alınacak önlemlerin ve yapılacak çalışmaların gerektirdiği etkili yönetim ve koordinasyonun sağlanmasına yönelik düzenlemeler içermelidir. Verimli ve etkin olabilmesi için diğer yerel ve bölgesel kuruluşlarla koordinasyon halinde bulunulmalıdır. Planlar potansiyel afetleri, muhtemel afet bölgelerini, bu bölgelerde yaşayan nüfusu ve yapılaşmayı açıkça tanımlamalı, kabul edilebilir risk standartları geliştirmeli ve gerçekçi fayda-maliyet analizlerine dayanan zarar azaltma stratejileri içermelidir. Her zaman pratik teoriden farklı özellikler arz ettiği için, belirli aralıklarla gerçekleştirilecek tatbikatlarla planların pratiğe uygunluğu test edilmelidir (Yılmaz, 2003).

Afet yönetimi birbiriyle bağlantılı dört aşamadan oluşmaktadır. Afet yönetiminde her aşamanın başarılı bir şekilde, düzenli ve etkili bir şekilde işletilmesi

bu aşamalarda yapılan işlerin aksamadan yapılmasına bağlıdır (Şekil 32). Bu aşamalar;

Zarar Azaltma Aşaması: Afet öncesinde afette meydana gelecek zararın azaltılması amacıyla alınacak önlemleri içine alan aşamadır (Wattegama, 2007). Bu aşamada, afet tehlikesi ve riskinin belirlenmesiyle bunlardan kaçınılması, etkilerinin önlenmesi veya en aza indirilmesi, kaçınılmaz kayıpların tazmini için tedbir alınması faaliyetlerini ifade eder. Toplumun afet tehlikesi ve riski konusunda bilgilendirilmesi, bilinçlendirilmesi ve baş edebilme kapasitesinin geliştirilmesi, afet öncesi ve sonrasında uygulanan mevzuat, yerel ve merkezi düzeylerdeki kurumsal yapılanmaların geliştirilmesi, araştırma-geliştirme politika ve stratejilerinin, ihtiyaç ve öncelikler doğrultusunda, belirlenmesi ve uygulanması gibi çalışmaları kapsamaktadır (JICA, 2008).

Stanganelli (2008), zarar azaltma aşamasında yapılan çalışmaların popüler yaklaşımlardan çok afetlerden kaynaklanan güvenlik açığını ve zafiyet noktalarının ortadan kaldırılacak şekilde olması gerektiğini belirtmiştir. Çünkü afetlerden kaynaklanan riski tamamen ortadan kaldırmak mümkün değildir. Bu amaçla afete yönelik yönetim ve organizasyonları içeren risk azaltma politikaları hazırlanmalı ve uygulanmalıdır. Bunun içinde yerleşim alanlarında arazi planlamalarının yapılması gerekir. Bu amaçla:

1. Mevcut yerleşim yerlerinin altyapılarının planlanması ve afetlere dayanıklı hale getirilmesi,
2. Konutların ve konut yapımında kullanılan yapı malzemelerinin çevreyle uyum içinde olması,
3. Yeni yerleşimlerin afet riski düşük olan alanlara doğru kaydırılması gerekmektedir. Bu amaçla devlet kurumların vatandaşlara ücretsiz hizmet vermesi vatandaşın mağduriyetine sebebiyet vermeden optimum çözümler önermesi en uygun olanıdır.
4. Yerleşim alanlarındaki risk bölgeleri tespit edilerek bu alanlarda zarar azaltıcı önlemlerin afet meydana gelmeden alınması gerekmektedir. Örneğin eğimli

yamaçlar teraslanmalı, taşkın alanlarındaki akarsu yatakları ıslah edilerek önleyici çalışmalar yapılmalıdır (Stanganelli, 2008).

İnceleme alanında afet gerçekleşmeden önce meydana gelebilecek zararı azaltmaya yönelik çalışmaların sınırlı, hatta yetersiz olduğu göze çarpmaktadır. Bunun en önemli göstergesi risk altında olan alanların yerleşime açılmasıdır. Bu duruma örnek olarak, 8-9 Mayıs 2001 taşkınında Asi Nehri ile Kavaslı Deresi'nin birleştiği alanda taşkın sırasında yıkılan Kavaslı Deresi ve Asi Nehri'nin taşkın yatağındaki binanın yerine yenisinin yapılması yâda aynı taşkında taşarak çevresine zarar veren derelerin ıslahı sırasında taşkından etkilenen alanlardaki konutlara hiçbir şey yapılmadan ıslahının gerçekleştirilmesi, Habibi Neccar Dağı yamaçlarında zemin hareketlerine duyarlı alanlarda önleyici hiçbir çalışmanın yapılmaması, insanların depreme duyarlılığı yüksek olan yerlerde derme çatma konutlarda yaşaması ve bu durumu düzeltici hiçbir çalışmanın yapılmaması verilebilir.

Hazırlıklı Olma Aşaması: Erken uyarı sistemlerinin geliştirildiği, kriz planlarının hazırlandığı ve afetlerde kurtarma hizmetlerinde kullanılacak kaynakların geliştirildiği aşamadır (Ergunay, 2005). Bu aşamada, muhtemel bir afette ortaya çıkabilecek kayıpların ve tehlikelerin giderilmesi, öncelikle tehlike ve tehdit altındaki canlıların kurtarılması, kayıpların bulunması ve acil yardım gereksinmelerinin karşılanması amacıyla, arama-kurtarma kabiliyeti'nin geliştirilmesi ve zinde tutulması için gerekenlerin yapılmasının sağlandığı aşamadır. Ayrıca, afet sonrasında hemen başvurulacak sağlık, barınma, günlük tüketim konularındaki gereksinimler için stok oluşturma, dağıtım hizmetlerinin yürütülmesine ilişkin ilkelerin belirlenmesi ve uygulamaların yapılması zorunluluğu vardır. Hazırlıklı olma, bu amaçlarla hazır tutulacak eğitimli kadroların, malzemenin ve araç gerecin doğru noktalarda konumlandırılması işlerini kapsar. Bu aşama çok sayıda resmi, özel birim ve toplum kuruluşlarının eş güdümünü, ortaklaştırılmış eğitim ve donanımını gerektirir (Gülkan, vd., 2003).

Hazırlıklı olma aşaması zarar azaltma aşamasında yapılan çalışmalara ve alınan önlemlere rağmen afet sonucu doğabilecek tehlike ve risklerin tamamen ortadan kaldırılması mümkün olmadığından, afetlerde kayıpları azaltmak amacıyla acil

durum planlarının hazırlanması ve geliştirilmesi gerekmektedir. Hazırlanan afet yönetim planlarında görev ve sorumluluk verilen personelin, eğitim ve tatbikatlarla, bilgi düzeylerinin geliştirilmesi, arama ve kurtarma faaliyetlerinin örgütlenmesi, geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması, alarm ve erken uyarı sistemlerinin kurulması, geliştirilmesi, gerektiğinde bölgesel ve yerel ölçekte acil yardım hizmetlerinin stoklanması gibi faaliyetlerin yapıldığı aşamadır (Ergünay, 2005).

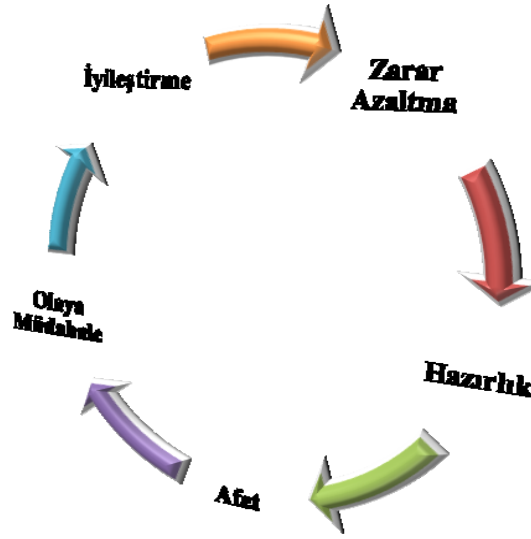
Olaya Müdahale Aşaması: Bir afetin oluşundan hemen sonra başlayarak, afetin büyüklüğüne bağlı olarak 1-2 aylık süre içerisinde gerçekleştirilen faaliyetlerin yapıldığı aşamadır. Bu aşamanın ana hedefi, mümkün olan en kısa sürede çok sayıda insan hayatını kurtarmak, yaralıların tedavisini sağlamak, açıkta kalanların barınma, beslenme, tahliye, korunma, ısınma, güvenlik ve psikolojik destek gibi hayati gereksinimlerini en kısa süre içerisinde, en uygun yöntemlerle karşılanmasıdır (Ergünay, 2005).

Bu aşama afetin boyutu ve durumunu, ortaya çıkan gereksinimleri hızla tespit etmeyi, çok yönlü iletişim kurabilmeyi, yeterli sayıda doğru gereç ve eğitimli kadroları afet yerine hızla ulaştırmayı, acil sağlık hizmetleri ve günlük yaşam destek ekiplerinin çalışmalarını kapsar. Tecrübeye ve hızlı bilgilenmeye dayalı mutlak ve tekil otoriteyi ve disiplini gerektirir. Afetlerin yerel olaylar olmaları nedeniyle, acil müdahale güçlerinin de yerel otorite altında mahalli kaynaklarla oluşturulması, ancak afette bu kaynakların da zarar görmesi olasılığı nedeniyle, komşu ya da üst düzeyden müdahale yapılması seçeneklerinin de hiyerarşik bir düzen içinde hazır tutulması, gerekli olan bir durumdur (Gülkan, vd., 2003).

İyileştirme Aşaması: Afetten sonra afetzedelerin normal yaşamlarına dönebilmesi için çalışmaların yapıldığı aşamadır (Wattegama, 2007). Bu aşama afetin oluşundan hemen sonra başlayıp, afetin büyüklüğüne bağlı olarak bir-iki yıl sürebilen tüm faaliyetleri kapsamaktadır. Bu aşamada yapılacak faaliyetlerin ana hedefi, afete uğramış olan toplulukların haberleşme, ulaşım, su, elektrik, kanalizasyon, eğitim sosyal aktiviteler, geçici ve daimi yerleşim yerlerinin kurulması çalışmaları, ekonomik alanlardaki hayati aktivitelerinin devamını sağlamaktır.

Afetten etkilenen insanlar için afet öncesinden daha güvenli ve gelişmiş bir yaşam çevresinin oluşturulmasının sağlamaktır (Ergünay, 2005).

Afetlere bağlı acil durumunun bertaraf edilmesi sonrasında öncelikli olan asıl hedefin, zarara uğramış birey ve toplulukların desteklenmesi olduğu kadar, yerel ekonomik canlılığın yeniden kazanılması, altyapının geliştirilmesi, sanayinin ve ticaretin desteklenmesi, toplumun eğitimi, sosyal ve psikolojik destek hizmetlerinin sağlanarak olası yeni bir afet karşısında daha dirençli kılınması gerekmektedir (Gülkan, vd., 2003).



Şekil 32. Afet yönetiminin aşamaları

Bu bağlamda günümüzde bazı yazarlar geçmişteki afet yönetiminin günümüzde daha farklı ve sürdürülebilir şekilde olması gerektiğini belirterek, afet yönetimi anlayışında önemli değişiklikler olduğunu ileri sürmüşlerdir (Dovers, 2004; Pearce, 2003; Can, 2005). Bu yazarlara göre, geçmişte afetle ilgili yapılan çalışmaların afet sonrasında meydana gelen zararı ve kayıpları azaltmaya yönelik olduğu, günümüzde ise bu çeşit bir afet planlamasının yeterli olmadığını, afet meydana gelmeden önce de risk azaltıcı çalışmaların yapılması gerektiğini ileri sürmüşlerdir.

Yine aynı yazarlara göre, eski afet yönetimi anlayışından modern afet yönetim felsefesine geçişteki anlayış değişimi şu şekilde sıralanabilir:

Eski afet yönetimi anlayışında tehlike (Hazard) kavramı vardı. Yapılan çalışmalar bu kavram üzerine yoğunlaşıyordu. Örneğin bir yerde deprem oluyorsa o yer tehlikeli idi. Modern afet yönetiminde risk altında olma (Vulnerability) kavramı ön plana çıkmıştır. Bu kavrama göre, bir yerin tamamını tehlikeli kabul etmek yerine riskin fazla ve az olduğu alanlar belirlenerek önlemlerin alınması sağlanmaktadır.

Eski afet yönetimi tepkisel (Reactive)'di. Bu anlayış olay meydana geldikten sonra olayın etkilerini, can ve mal kayıplarını azaltmaya yönelik çalışmaların yapılması şeklindeydi. Modern afet yönetiminde ise olay öncesinde önlemlerin alınması (Proactive) amaçlanmaktadır.

Eski afet yönetiminde bilimsel yaklaşım anlayışı bireysel anlamda işletilmekteydi. Örneğin: bir yerin sadece deprem riski üzerine jeofizik ve jeoloji mühendisleri bir araya gelip çalışmalar yapıyorlardı. Modern afet yönetiminde multidisipliner anlayış söz konusudur. Bu amaçla, farklı alanlarda çalışan bilim insanları bir araya gelerek ortak akıl ile çözümler üretmektedirler.

Eski afet yönetiminde toplumu planlama mantığı vardı. Yani her şeyi devlet planlıyordu. Günümüzdeki modern afet yönetim anlayışında toplumla birlikte planlama anlayışı ortaya çıkmıştır. Devlet kuruluşlarının çalışmalarının, halkın, sivil toplum örgütlerinin ve özel sektörün yaptıkları çalışmalarla desteklemesi, dolayısıyla “Nerede Bu Devlet” anlayışının (Can,2005) sona ermesi gerekmektedir.

Duyarlılık

Bir tehlikenin gerçekleşmesi halinde, canlıların ve insan eliyle oluşturulmuş yaşam çevresinin, fiziksel, sosyal, ekonomik veya çevresel bakımdan uğrayabileceği zarar ve kayıplara olan hassasiyetine denir. Birey veya sosyal grubun tehlikeyi algılama, olası etkilerini tahmin etme, zararlarını azaltma, meydana gelmesi halinde sonuçları ile baş edebilme ve yaşamı bir an önce normal hale döndürmedeki kapasite eksikliği olarak tanımlanmaktadır. Başka bir ifade ile zarar görebilirliği bir

toplumun, bir sistemin veya bir yapının var olan bir tehlikeden etkilenebilme oranı veya görebileceği hasar, zarar veya kaybın bir ölçüsü olarak da tanımlamak mümkündür (JICA, 2008). Diğer bir ifadeyle bir yerin veya sistemin kendi içinde tehlike oluşturan bir duruma, bir tehlikeye karşı zayıflık göstermesi şeklinde de tanımlanabilir (Hochrainer, 2006).

Hochrainer (2006), zarar görebilirlik kavramını dört gruba ayırmıştır:

Fiziki Duyarlılık: Bir tehlikenin fiziksel çevrede meydana getirebileceği zarar ve kayıpların derecesine denir. Bu tür duyarlılık daha çok ölçülebilen ve sayısal hale getirilebilen zarar ve kayıplar için kullanılır. Örneğin bir yerin, nüfus, çevre, binalar ve altyapı özellikleri gibi unsurlar kastedilmektedir (Hochrainer, 2006; BİB, 2009).

Sosyal Duyarlılık: Toplumun doğal afetin oluşturacağı olumsuz etkiyle baş edebilme kabiliyetine denir. Afetlerin bir insan topluluğu üzerinde yol açabileceği zarar ve kayıp derecesi, sosyal hassasiyet, kırılganlık ya da sosyal duyarlılık olarak da ifade edilmektedir.

Kurumsal Duyarlılık: Kurumların doğal afetler ile başa çıkabilme dayanıklılığı ve kabiliyetidir.

Ekonomik Duyarlılık: Afet yüzünden meydana gelen finansal kaybını telafi edip afetin izlerini ortadan kaldırabilme kabiliyetidir. Tehlikelerin yol açabilecekleri zarar ve kayıpların yöre ve ülke ekonomisi üzerindeki olası etkilerinin derecesi gibi, ölçülebilen zarar ve kayıpları kapsar. Ülke genelinde, gayri safi milli hâsıla veya yurt içi hâsılanın yüzdesi olarak ifade edilir.

Risk

Risk, bir olayın doğurabileceği olumsuz sonuçların toplamıdır. Sigortacılık ve mühendislikte kayıp olasılığı olarak adlandırılır. Afetler söz konusu olduğunda Afet Riski olarak değerlendirilmektedir (JICA, 2008). Bir yerdeki olası riskin değerlendirilebilmesi için öncelikle bilimsel verilerle risklerinin ölçülmesi ve bu risklerle ilgili süreçlerin araştırılması gerekmektedir. Daha sonra ise bu riskle ilgili

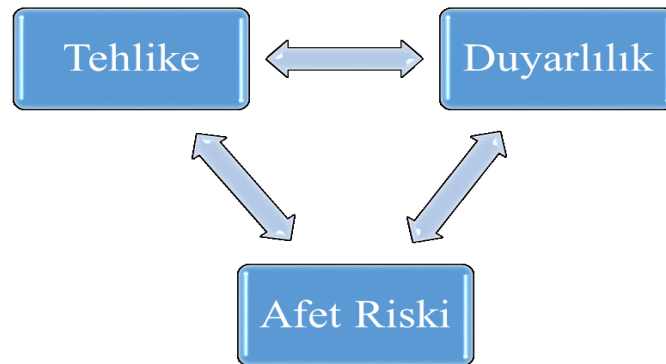
farklı boyutlar içeren (Sosyal, siyasi, hukuksal, mali vs..) kararların alınması alınan bu kararların bilim insanları ve ekonomistler tarafından değerlendirilmesi gerekmektedir. Toplanan veriler yardımıyla gelecekte meydana gelebilecek olaylarla ilgili istatistiksel ve olasılıksal analizler yapılmalıdır (UNDP, 2004). İleriye yönelik risk azaltıcı çalışmalarda bu analizler göz önüne alınmalıdır.

Riskin büyüklüğü tehlike ve duyarlılığa göre değişmektedir (Şekil 33). Bu durum matematiksel olarak (GTZ, 2002) şöyle ifade edilebilir:

$$\text{Risk} = \text{Tehlike} \times \text{Duyarlılık}$$

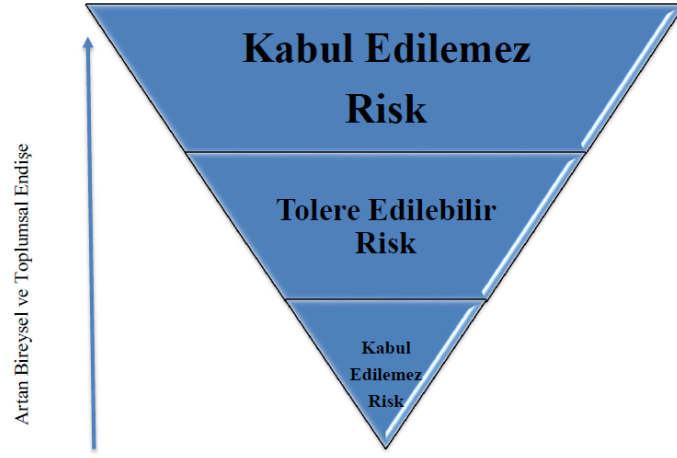
Bazı kaynaklarda bu formüle risk unsurları da eklenmektedir. Riskin sayısal anlamda tahmini meydana gelebilecek afetlere karşı önlem almada başlangıç aşamasında bir süreçtir. Her ne kadar riskle ilgili rakamsal sonuçlar elde edilirse de bir takım belirsizlikler söz konusudur (Smith ve Petley, 2008).

Örneğin, deprem afetinde yıkıma depremin büyüklüğü, zeminin özelliği gibi faktörlerin yanında konutların malzemesi ve sağlamlığı da etki etmektedir. Aynı büyüklükteki depremin çelik veya kaliteli beton kullanılarak yapılan binalara vereceği zararlar, kalitesiz malzeme kullanılarak yapılan gecekondular ya da yığma yapılara vereceği zarar bir olmamaktadır. Bu yüzden afet yönetiminde riskin tanımlanması önemli bir aşamayı oluşturmaktadır.



Şekil 33. Riski Etkileyen Faktörler (Smith ve Petley, 2008)

Riskin düzeyi ile toplumsal endişe arasında doğrusal bir ilişki vardır (Smith ve Petley, 2008). Riskin düzeyi arttıkça toplumsal endişe artmaktadır (Şekil 34).



Şekil 34. Riskin Düzeyleri ve Topluma Etkisi (Smith ve Petley, 2008)

2.1. İnceleme Alanının Erozyon Özellikleri

Toprak, su ve hava ile birlikte, doğadaki yaşam süreçlerinin en önemli temel taşlarından birisidir. İnsanoğlu, tarımla uğraşmaya başladığından beri, beslenmesini güvence altına almak için, toprağı vazgeçilmez bir yaşam kaynağı olarak görmüştür. Ancak yaşam için bu derece önemli bir varlık, ne yazık ki yüzyıllar boyu sıradan bir doğa verisi olarak algılanmış, tahrip edilemez bitmez tükenmez, sınırsız bir kaynak olarak düşünülmüştür. Günümüzde ise toprağın sınırlı bir kaynak olduğu ve kolay zarara uğrayacağı anlaşılmıştır. Yine de bu durum toprağa olan talebi tam tersine arttırmış ve ekonomik bir araç haline gelmesine neden olmuştur (Çepel, 1997:1).

Yerkabuğunu meydana getiren kayaçların fiziki çevreyle etkileşimleri, sonucu oluşan ve oluşumu itibariyle uzun bir süreç alan toprak, insan hayatındaki en temel kaynaklardandır. İnsanın hayatını devam ettirebilmesinde büyük önem arz eden gıda, yem ve yakıt gibi temel ihtiyaçların karşılanmasında ve tüm karasal hayatın devamında en önemli unsurdur. Ana işlev olarak bitkilerin büyümesinde bir araç olan toprağın verimi ve kalitesi düştüğünde gıda üretimi de düşer. Gıda güvenliği ile ilgili endişelerin son yıllarda küresel ısınmayla başladığı söylene de bu sorun çok daha uzun zaman önce erozyon problemiyle birlikte başlamıştı (Blanco ve Lal, 2008:2). Sadece 10-15 cm'lik bir toprak tabakasının bile oluşumunun binlerce sene gibi uzun zaman alması toprağın değerinin bilinmesinin ve onun korunmasının ne kadar önemli olduğunu bize göstermektedir (Mater, 1998:197).

Erozyon, toprak örtüsünün bulunduğu yerden su ve rüzgârlarla harekete geçirilerek taşınması olayına denir (Mater, 1998:198). Dünyanın hemen her bölgesinde az ya da çok miktarda toprak aşınmaya uğrar. Ormansızlaşma, toprağın korunmasına uygun olmayan tarım sistemleri, özellikle eğimli alanlarda tarım yapılması toprakların erozyona uğramasında önde gelen etkenlerdir. Toprak erozyonu meydana geldiğinde sadece doğal dengeyi bozmaz, aynı zamanda erozyonla taşınan malzeme tarım alanlarındaki verimli toprağın elden çıkmasına, baraj, göl gibi yerlerde birikmenin artmasına ve dolayısıyla buraların su veriminin düşmesine de yol açar (Atalay, 2008:111). Bu açıdan toprağın korunması ve

amacına uygun olarak işletilmesi, sürdürülebilirliğinin sağlanması şarttır. İnsanın doğal çevre ile olan ilişkisini inceleyen coğrafya biliminin, bitki örtüsünün tahribi, yanlış arazi kullanımı, topografik koşullar ve iklimin etkisiyle meydana gelen erozyon konusunda çalışmalar yapması, önleyici ve azaltıcı çözümler üretmesi gerekmektedir.

Yapılan çalışmalar sonucu elde edilen bilgiler hızlandırılmış erozyonun tarımın başlamasıyla ortaya çıktığı şeklindedir (Blanco ve Lal, 2008; Pimentel vd., 1995). Hızlandırılmış erozyonun geçmişi Mezopotamya, Yunan, Roma ve Ortadoğudaki eski medeniyetlere kadar gitmektedir. Mezopotamya'daki medeniyetlerin çöküşü Fırat ve Dicle nehirleri boyunca tarım yapılan toprakların erozyonla kaybedilmesinden sonra olmuştur (Blanco ve Lal, 2008). Günümüzde erozyonun etkisi artan nüfusun gıda taleplerini karşılamak amacıyla tarım alanlarına daha fazla yüklenilmesinden dolayı daha da artmıştır (Pimentel vd., 1995). Nüfusun artışı XVII. yüzyıla gelinceye kadar, zaman zaman meydana gelen kıtlıklar açlıklar ve salgın hastalıklarla adeta doğal olarak kontrol edilmiş, bu nedenle de yeterince yıkıma uğratacak bir yoğunluğa ulaşamamıştır. Fakat tıp, teknoloji, ticaret ve endüstrinin gelişmesi sonucu refah seviyesinin yükselmesiyle hızlı bir tempo içerisine giren nüfus artışı, kısa zamanda ekosistem sınırlarını zorlamaya başlamıştır. Böylece XVII. yüzyılın ilk çeyreğine kadar 1 milyarı bile bulamayan dünya nüfusu yaklaşık son üçyüz yıl içerisinde 7 milyarı aşarak önemli bir degradasyon nedeni olmuştur (Erer, 1992).

Dünya genelinde her yıl ortalama 75 milyar ton toprak rüzgâr ve su erozyonu tarafından taşınmaktadır. Meydana gelen bu toprak kaybı ekilebilir arazilerin verimini düşürerek verimsiz hale getirmektedir. Dünya çapında yaklaşık olarak 12×10^6 hektarlık ekilebilir tarım arazisi sürdürülemeyen tarım uygulamaları yüzünden terk edilmektedir (Pimentel vd., 1995). Artan nüfusla birlikte verimli tarım alanlarının erozyonun neden olduğu degradasyondan etkilenmesi dünya nüfusunun yaklaşık % 20'sinin kıtlıklara ve yetersiz beslenmesine neden olmaktadır (Lal ve Stewart, 1990; Pimentel vd., 1994).

Türkiye erozyona hassas bir bölgede yer almaktadır (Şahin ve Sipahioğlu, 2007). Bu yüzden erozyon Türkiye için en önemli çevre sorunu niteliğindedir. Meydana geldiği yerlerde yöre insanını açlığa, yoksulluğa ve göçe zorlamaktadır. Her yıl ortalama 500 milyon tona yakın verimli topraklarla birlikte yaklaşık 9 milyon ton bitki besin maddesi de kaybolmaktadır. Bu özelliği ile de erozyon, ekosistemin ve suların kirletilmesinde en büyük etken olmaktadır. Çünkü yüzeysel akışla birlikte taşınan bitki besin maddeleri, gübreler ve tarım ilaçları (pestisitler) akarsuların, göllerin, barajların ve denizlerin kirlenmesine neden olmaktadır. Erozyona uğrayan topraklarımızın % 99'u su erozyonundan, geriye kalan % 1'i de rüzgâr erozyonundan etkilenmektedir. Su erozyonu V., VI. ve VII. sınıf arazilerde etkili olmamasına karşın, toplam alanın % 20'sini oluşturan II., III. ve IV. sınıf tarıma uygun araziler, değişik şiddetteki su erozyonundan etkilenmektedir. Çeşitli kullanım altındaki arazilerde belirlenen erozyon miktarları ve yüzde değerleri aşağıda verilmiştir.

- İşlenen Tarım Alanlarının % 59'unda (16,4 milyon hektar)
- Mera Alanlarının % 64'ünde (12,8 milyon hektar)
- Orman ve Makiliklerin % 54'ünde (12,6 milyon hektar)

Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nce yapılan toprak etütlerine göre; 15,6 milyon hektarda (% 27) orta derecede, 28,3 milyon hektarında (% 50) şiddetli ve 13,2 milyon hektarında (% 23) çok şiddetli derecede su erozyonu belirlenmiştir. Rüzgâr erozyonu alanları ise 0,5 milyon hektara yakındır. Görüldüğü gibi Türkiye topraklarının % 73'ü ileri derecelerde erozyona uğramaktadır. Erozyon görülmeyen tarım arazilerinin oranı % 14 civarındadır (DPT, 2001 ve 2007, Özden ve Özden, 1997; Şahin ve Sipahioğlu, 2007).

Erozyon Antakya çevresinde de görülen önemli bir çevre sorunudur. Yakın zamanlarda şehrin genişlemesiyle birlikte artan nüfusun tarımsal gereksinimlerini karşılamak amacıyla bitki örtüsü önemli ölçüde tahrip edilmiştir. Meyve, sebze ve tahıl tarımı yapabilmek amacıyla doğal bitki örtüsü ortadan kaldırılmıştır. Oluşturulan tarım alanlarında zeytin, turunçgil ve mevsimlik tarım ürünleri yetiştirilmektedir. Mevsimlik tarım ürünlerinin yetiştirildiği alanlar yağışın önemli bir kısmının düştüğü kış mevsiminde boş kalmaktadır. Bu durum inceleme alanında erozyonu arttıran bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Asi Nehri' ne dökülen

kollar vasıtasıyla taşınan malzeme bunun göstergesidir. Ayrıca yeşil alanların yerleşim alanlarının genişlemesinden dolayı işgale uğraması inceleme alanındaki en önemli sorunlardan birisini oluşturmaktadır. Her yerin konutlarla, alışveriş merkezleri ve binalarla işgal edilmeye başladığı bir yörede erozyonla kaybolan toprağın ampirik olarak hesaplamanın kazandıracakları tartışmaya açık bir durumdur. Ancak şunu belirtmek gerekir ki insanoğlu teknolojik olanaklar konusunda ne kadar ilerlerse ilerlesin mutlaka toprağa bağlı olarak yaşamak zorundadır. Dolayısıyla yerleşim alanlarının gelişim yönünün, yöneticiler tarafından kullanım kabiliyet sınıfı düşük arazilere yönlendirilmesi ve tarımsal açıdan değer arz eden alanlardaki toprak örtüsünün sadece erozyondan değil aynı zamanda yapılaşmadan da korunması gerekmektedir. Aksi takdirde bu durumun geri dönüşü olmayan sonuçlara neden olması söz konusudur.

2.1.1. Yöntem

Doğada jeolojik anlamda bir erozyon sürekli gerçekleşmektedir. Yamaç boyunca hareket eden yağmur ve kar suları, fazla eğimli yerlerde bir miktar toprak maddesini de alıp sürükleyerek, yerçekiminin etkisiyle zaman zaman alçak yerlere doğru kayar. Bu durumdaki erozyon yavaştır (Mater, 2004). İnsanoğlunun doğaya müdahalesi sonucu meydana gelen erozyon ise daha hızlıdır. Oluşumu binlerce yıl süren toprak örtüsü kısa bir süre içerisinde taşınarak baraj, göl ve denizlere gitmektedir. Bu durum ise toprağın değerinin ve özelliklerinin azalmasına neden olur. Genel anlamda bu durumun telafisi bir insan ömrüne sığmayacağından sorunun daha henüz başlangıç aşamasındayken önlenmesi, belirlenen risk altındaki yerlerde önlemlerin alınması gerekmektedir.

Dünya nüfusunun 20. yüzyılda dikkat çekici bir şekilde artmasının tarım alanlarına olan ihtiyacı arttırması yoğun bir şekilde işlenen toprağın erozyona maruz kalma riskini de arttırmıştır. Bu durum erozyonun, modern çağın mücadele etmesi gereken önemli bir sorunu haline gelmesine neden olmuştur (Lal, 2001). Toprak erozyonu riski bulunduran yerlerin ve erozyon sonucunda kaybolan toprağın tahmin edilmesi ve erozyonu önleyici çalışmaların yapılabilmesine yardımcı olacağından, araştırılması gereken bir konu olmuştur.

Toprak erozyonunu ampirik hesaplamalarla tahmin etme çalışmaları, 1930'lerden itibaren bilim insanları için bir sorun olmuş ve bu konuda çeşitli modeller geliştirmeye başlamışlardır. Bu konuda Baver (1933), toprak infiltrasyon dağılım oranı, toprak geçirgenliği, ve partikül boyutu gibi parametreleri içeren ampirik bir denklem önermiştir. Zingg (1940) ise toprak erozyonunu eğimle ilişkilendirmiştir (Lal, 2001). Horton (1945) tarafından geliştirilen denklemde üç parametre bulunmaktadır. Bu parametreler, yüzeydeki gevşek toprak tabakasından aşınan malzeme, bu malzemenin taşınması ve taşınan malzemenin birikmesi şeklindedir (Horton, 1945). Musgrave (1947) tarafından önerilen evrensel toprak kaybı denklemi (USLE), toprak erozif faktörü (K), bitki örtüsü (C), eğim (S), eğim uzunluğu (L) ve maksimum 30 dakika yoğunluğunun (I30) kullanıldığı önemli bir model olmuştur. Bu model Wischmeier ve Smith (1958) tarafından geliştirilmiş USLE olarak bilinen denklem ortaya çıkmıştır (Lal, 2001). USLE daha sonra teknolojiye ilerlemelerle gözden geçirilerek modifiye edilmiş, Revize Edilmiş Evrensel Toprak Kaybı Denklemi (RUSLE) olarak adlandırılmıştır (Renard, vd.,1991).

Ayrıca erozyonla aşınan toprak miktarının tahmini konusunda kullanılan diğer modeller ise şunlardır; Amerika tarım araştırma servisi tarafından geliştirilen AGNPS (Agricultural Non-Point Source pollution) ve bu modelin yıllık tahminde kullanılan şekli AnnANPSPL (Annualized Agricultural Non-Point Source Pollutant Loading) modeli (Blanco ve Lal, 2008:93), havzaların sediment yoğunluğunu simule etmede kullanılan olay tabanlı bir model olan Huggins ve Monke tarafından geliştirilen ANSWERS (Areal Nonpoint Source Watershed Environment Response Simulation) (Amin ve Ahmadi, 2006), sadece yüzeysel akışla meydana gelen toprak kaybını değil aynı zamanda toprakta meydana gelen besin kaybını da tahmin etmekte kullanılan Avrupa toprak Erozyonu Modeli (EUROSEM), GLEAMS (Groundwater Loading Effects of Agricultural Management Systems), LISEM (Limburg Soil Erosion Model), SWAT (Soil and Water Assessment Tool), GUEST (Griffith University Erosion System Template), ve WATEM (Water and Tillage Erosion Model) gibi modeller de sayılabilir (Blanco and Lal, 2008:93).

Ampirik modeller içerisinde Wischmeier tarafından geliştirilen ve yaygın olarak kullanılan Universal Soil Loss Equation (USLE) (Wischmeier, 1976) yönteminin teknolojik olanakların ilerlemesiyle yeniden gözden geçirilmesine dayanan Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) (Renard, vd., 2003) uzun yıllar ortalama toprak kaybını kabul edilebilir doğrulukta tahmin eden en etkili ve gerçeğe yakın sonuçlar veren yöntemlerden birisi olarak kullanılmaya başlamıştır (Beskow vd., 2009). Çalışmada bu yüzden, yağış erozif etkisi, toprak direnci, topografik özelliklerin ve arazi kullanımı ve yönetiminin kullanıldığı (Renard vd, 1991) RUSLE (Revised Universal Soil Loos Equation) yöntemi kullanılmıştır (Şekil 35). Bu yöntem ülkemizde yapılan birçok çalışmada da kullanılmıştır. Bunlara örnek olarak Özden ve Özden (1997), Tağıl (2007), Ekinci (2005), Ekinci (2007), Ekinci (2005), Ekinci vd., (2010), Cürebal ve Ekinci (2006), İrvem ve Tülücü (2004), Uygur ve İrvem (2010), Karabulut ve Küçükönder (2008) örnek olarak verilebilir. Bu modelin kullandığı formül ve içeriğine göre:

$$A=R.K.LS.C.P$$

A: Erozyon sonucu oluşan toprak kaybı (ton/ha/yıl)

R: Yağış erozyon faktörü

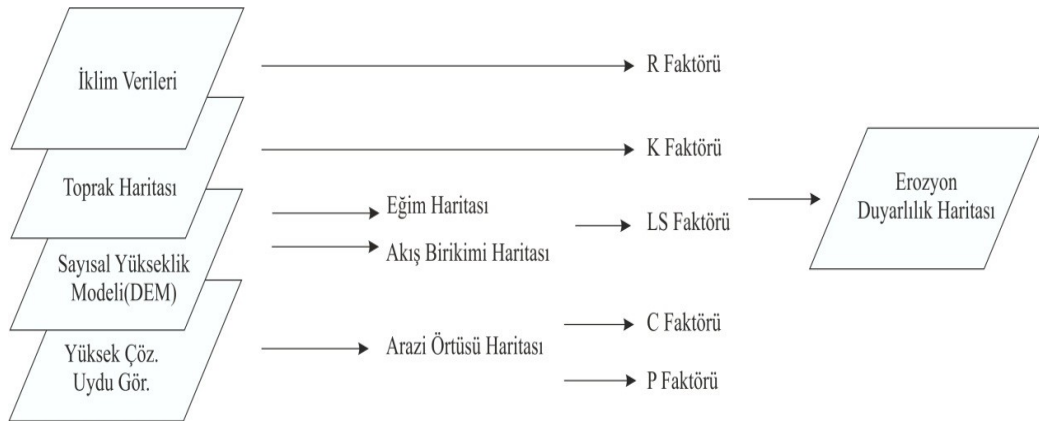
K: Toprak erozyon faktörü

L: Yamaç uzunluğu faktörü

S: Yamaç eğimi faktörü

C: Zemin örtüsü faktörü

P: Erozyon önleyici diğer faktörler



Şekil 35. İnceleme alanındaki Erozyon Analizindeki İşlemlerin Akış Şeması

Toprak erozyonu çalışmaları, toprak kontrolü, arazi kullanımı, arazi örtüsü, rölyef ve peyzaj çalışmalarında, uzaktan algılama çalışmaları ve hava fotoğrafları haritalama amaçlı veri kaynağı olarak kabul edilmektedir. Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) verisi toprak erozyonu için hayati önem arz eden girdileri modelleme ve analiz etmede önemli yararlar sağlamaktadır. Bu girdiler inceleme alanına ait yükselti, eğim, bakı, akış yönü, havza gibi temel unsurlar olup veri kalitesine göre oldukça iyi sonuçlar vermektedir. Ayrıca Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS), mekânsal ve mekânsal olmayan jeo-referanslı verileri işlemede, modelleme çalışmalarında, görselleştirme ve çıktı almada güçlü bir araç olarak ortaya çıkmıştır (Saha, 2004).

3.1.2. İnceleme Alanında Erozyon Üzerinde Etkili Olan Faktörler

Yüzeyi kaplayan toprağı bulunduğu ortamdan başka yerlere taşıyan bir doğa olayı olan erozyon, etki dereceleri farklı olan parametrelerin bir araya gelmesiyle gerçekleşir. Bu parametreler RUSLE’de, Yağış Eroziyon Faktörü (R), Toprak Direnç Faktörü (K), Yamaç Eğim Uzunluğu Faktörü (LS), Arazi örtüsü (C) ve Erozyonu Engelleyici Çalışmalar (P)’dir.

2.1.1.1. Yağış Eroziyon Faktörü

Bilindiği gibi iklim özellikleri içerisinde erozyonun meydana gelmesindeki en etkili faktör yağıştır. Yeryüzüne düşen yağmur suları ilk önce zemini oluşturan toprağa sızar. Bu durum için zemini oluşturan kayaç ve toprağın gözenek, yarık, çatlak (diyaklaz) gibi suyun geçmesine olanak sağlayacak nitelikte bir takım boşluklar içermesi gerekir (Hoşgören, 2010:13). Yağışın düşmesiyle ilk önce bu boşluklar suyla dolar. Özellikle eğimli yamaçlara düşen yağış belirli bir zaman sonra toprağın sızma kapasitesinin aşılmasına neden olur. Zayıf bünyeli topraklarda sağanak yağışlar sırasında yağmur damlalarının çarpmasıyla parçacıklar kopararak suda asılı bir hale gelir. Daha sonra yüzeysel akışa geçen su, bu parçacıkları bünyesine alarak yamaç aşağıya taşır. Bu durum özellikle eğimli yamaçlarda yer alan tarım alanlarındaki verimli toprağın barajlara veya denizlere taşınmasına neden olur (Magdoff ve Van Es, 2009:53-57).

Yağış erozif faktörü olan R faktörü, yağışın neden olabileceği potansiyel erozyonu ifade eder (Chen vd., 2009). Bunu belirlemek için hem toplam yağış, hem de toprağa düşen yağışın kinetik enerjisi göz önüne alınır (Beskow, vd., 2009). Yağışın yapmış olduğu bu erozif etkiyi belirlemek amacıyla RUSLE eşitliğinde yağışların toplam kinetik enerjileri ile 30 dakikalık maksimum yoğunlukları çarpımı ile elde edilen değer (EI= Erozyon indeksi) toprak kaybının hesaplanmasında belirleyici rol oynamaktadır (Ekinci ve Cürebal, 2006; Chen vd., 2009).

RUSLE eşitliğinde yağış erozif faktörü, yağışın 30 dakikadaki maksimum yoğunluğunda olan yağışların (I_{30}) toplamının yıllık yağış toplamına oranı olarak kullanılmaktadır. Bu amaçla birçok indeks kullanılmaktadır. Çalışma içerisinde ise yağışın yıllık ve aylık ortalamalarının hesaba katıldığı Modified Fournier Index (MFI) (Arnoldus, 1977). $MFI = \sum p_i^2 / P_j$ şeklinde olan bu eşitliğe göre; p_i aylık yağışları (mm), P_j ise yıllık yağışların ortalamasını (mm) ifade eder. Burada “Yağış Erozif Faktörü ise = $(4.17 MFI) - 152$ ” eşitliğinden ortaya konulabilmektedir (Ekinci ve Cürebal, 2006).

Çalışma alanına ait R faktörünü hesaplamak için 100 metrede yer alan Antakya meteoroloji istasyonuna ait 35 yıllık veriler kullanılmıştır. İnceleme alanında yükselti farkı 230 metredir. Yükselti farkının yağış miktarına etkisini göstermek amacıyla yağış değerlerinin hesaplanmasında Schreiber tarafından önerilen aşağıdaki formül uygulanmıştır:

$$Ph = Po + 54h$$

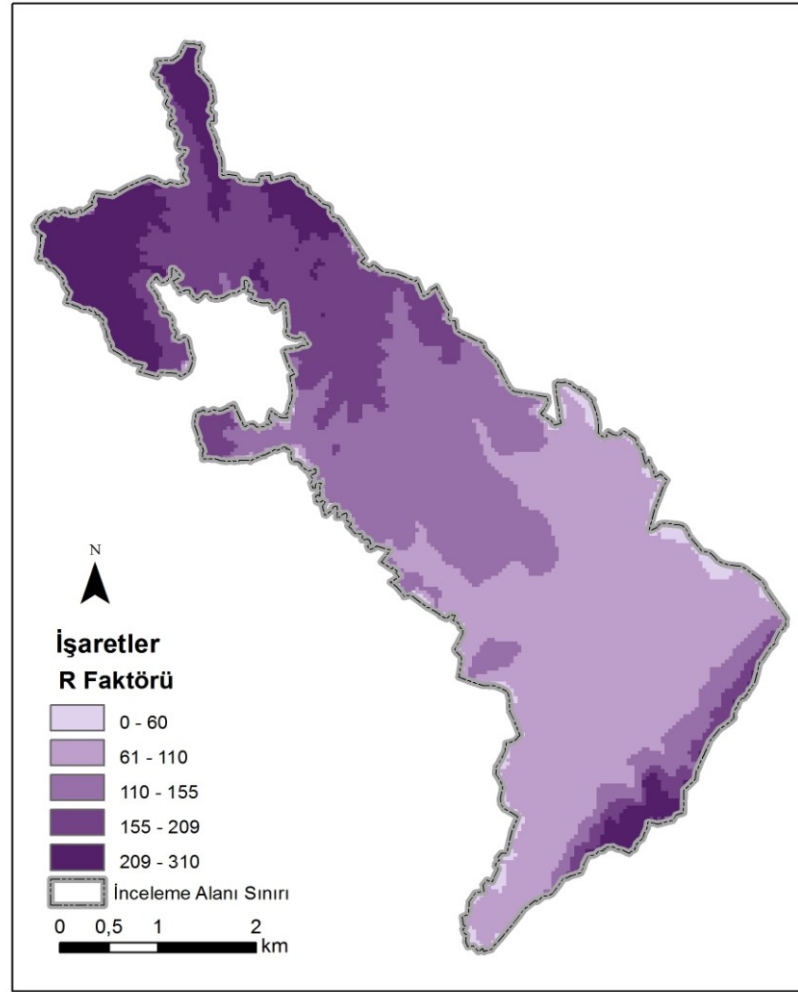
Bu formüle göre “Ph” yükseltisi bilinen ancak yağış tutarı bulunacak noktayı, “Po” yükseltisi bilinen ve yağış rasadı yapan bir istasyonun yağış tutarı, 54, 100 metrelik bir yükselti artışına paralel olarak yağışın 54 mm arttığını gösteren katsayı, h ise yağış değeri bilinen noktayla yağış değeri tespit edilecek nokta arasındaki yükselti farkının (hektometre olarak) değerini ifade etmektedir (Ardel vd., 1969:195; Dönmez, 1979:177; Ekinci, 2007).

Çalışma alanına ait değerler formüle uygulandığında, 100 metrenin altında yer alan alanlara ait R faktörü 408.48, 101-200 metreler arasındaki alanlar için, 457.43 ve 200 metrenin üstü için 480.55 elde edilmiştir (Tablo 10).

Tablo 10. İnceleme Alanına Ait R Faktörü Değerleri

Yükselti Aralığı	R Faktörü
70-100	408.48
101-200	457.43
201-300	480.55

Tabloda verilen değerler sonucunda R faktörü değerlerinin Habibi Neccar Dağı yamaçları ve mücavir alan çevresinde arttığı görülür. Yağış erozif etkisinin yerleşim alanlarının çoğunlukta olduğu Asi vadisi çevresinde daha az olması dikkati çekmektedir (Şekil 36).



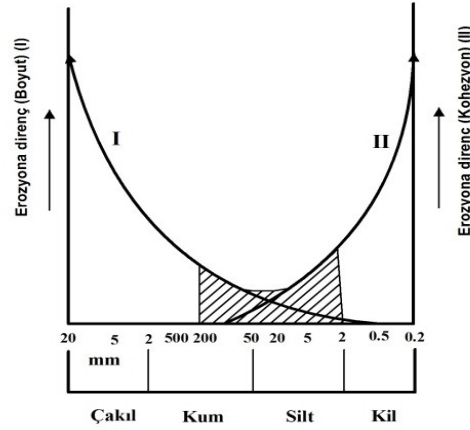
Şekil 36. İnceleme Alanına Ait R Değerlerinin Gösterildiği Harita

2.1.1.2. Toprak Direnç Faktörü

Toprak direnç faktörü, aynı şartlar altında farklı toprak tiplerinin erozyona olan duyarlılıklarının birbirinden diğerlerinden farklı olmasına denir (Wischmeier and Smith, 1978). Lokal koşulların kısa mesafelerde değişmesi toprak erozif faktörünün doğrudan gözlemlerle belirlenmesini zorlaştırır. Örneğin; uzun ya da dik yamaçlarda bulunan erozif özelliği düşük topraklar sürekli sağanak yağışlar altında yüksek derecede erozyona maruz kalabilir. Erozif özelliği yüksek topraklar düz alanlarda ve az miktarda erozif etkenlere maruz kalarak erozyondan korunabilir. Bu açıdan toprak erozif faktörünü diğer koşullardan farklı bir şekilde yöresel koşulların da göz önüne

alınarak bağımsız olarak değerlendirilmesi gerekmektedir (Wischmeier ve Smith, 1978).

Toprağın yamaç boyunca taşınması veya yağmur sularının çarpma etkisi sonucu başlayan kopma, taşıma ve birikme diye üç aşamadan oluşan süreç, erozyonu meydana getirmektedir. Bu durum toprağın tekstürü, organik madde içeriği, toprağın yüzey sularını derine geçirme özelliği, drenaj koşulları, tuzluluk özelliği vs. gibi özellikleri ile yakından ilgilidir (Verstappen, 1983:372). Dolayısıyla zemini kaplayan toprağın daha en baştan erozyona karşı olan direncinin fazla olması erozyonu azaltacak en önemli faktördür. Toprağı oluşturan ve toprak tanelerinin büyüklükleri, tanelerin birleşiminden oluşan strüktür yapısı ve bu tanelerin kohezyonu erozyona direncini etkilemektedir. Şekil 37’de taralı alan erozyona direncin en az olduğu alanı göstermektedir. Erozyona karşı direnç toz tekstüründen ince kum topraklarına doğru azalmaktadır. Buna göre, humus bakımından fakir, toz ve ince kum bakımından zengin topraklar erozyon eğilimi en yüksek olan topraklardır. Kil tanecikleri çok küçük ve taşınabilirliği yüksek olmasına karşın, taneciklerin oluşturduğu sıkı, dağılması güç masif kütleler, erozyona dirençli bir özelliğe sahiptir (Çepel, 1997:11).

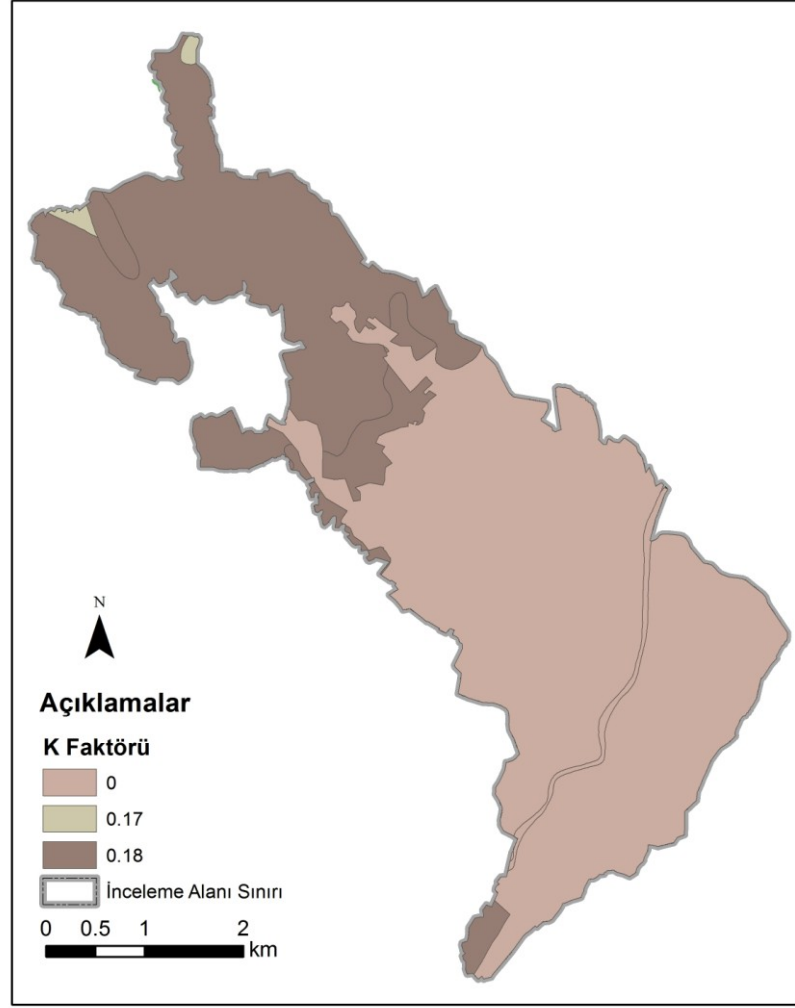


Şekil 37. Toprağın Tekstürü ve Kohezyonu ile Erozyon Arasındaki İlişki (Verstappen, 1983:372)

İnceleme alanında bulunan topraklar türlerine göre sınıflandırıldığında kahverengi orman toprakları, Kireçsiz kahverengi orman toprakları ve kolüvyal topraklar olmak üzere üç farklı toprak türü olduğu görülür. Yerleşim alanları erozyona kapalı alanlar olarak değerlendirilmiştir. İnceleme alanında kahverengi orman topraklarının en fazla yer kapladığı görülmektedir (Tablo 11). Bu haritaya TURTEM tarafından belirtilen “Büyük toprak gruplarına göre Uniform Parsellerden elde edilen K değerleri” (Özden ve Özden, 1997) eklenerek inceleme alanına ait K faktörü haritası oluşturulmuştur (Şekil 38).

Tablo 11. Çalışma Alanına Ait Toprakların Türlerine Göre Ayrılışı

Toprak Türü	Rusle (K) Değeri	Alanı (Km ²)	Alanı %
Kahverengi Orman Toprağı	0.18	6.36	29.55
Kolüvyal Topraklar	0.18	1.17	5.44
Kireçsiz Kahverengi Orman Toprağı	0.17	0.18	0.84
Su Yüzeyi (Asi Nehri)	0	0.15	0.70
Yerleşme Alanı	0	13.66	63.48
Toplam		21.52	100



Şekil 38. İnceleme Alanına Ait K Faktörü Haritası

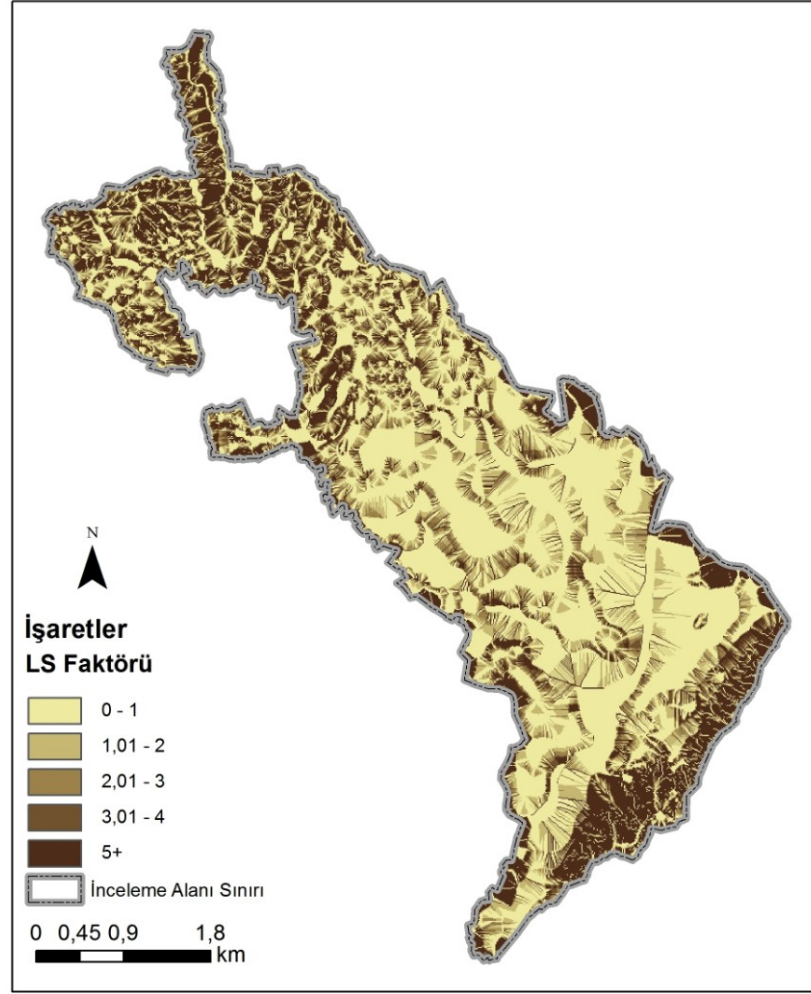
2.1.1.3.Yamaç Eğim Uzunluğu Faktörü

Başta yamaç eğimi olmak üzere yükselti, bakı, pürüzlülük, yamaç profili ve makrorölyef gibi özellikler erozyon olgusunda, topografya faktörleri olarak değerlendirilirler (Ekinci, 2004).

Eğim, erozyon şiddetini düzenleyen ve organize eden etkili faktörlerin başında gelir. Yüzey üstü akışı ile toprak kaybı arasındaki karşılıklı ilişkileri belirleyen başlıca faktördür. Toprak parçacıkları çok düşük eğimli yamaçlarda bile eğim yönünde taşınmaya uğrar (Atalay, 2011:136). Eğimli bir sahada diğer faktörler aynı kalmak kaydıyla yalnızca eğim derecesi yerüstü akışının (akarsular ve sel suları gibi)

fazla olmasına ve buna bağılı olarak da erozyonun artmasına neden olur. Eğim değeri arttıkça erozyon şiddetlenmekte, azaldıkça hafiflemektedir (Mitasova vd., 1996; Ekinci, 2004; Ekinci, 2007; Desmet - Govers, 2010; Shiferaw, 2011; Hickey, 2000).

RUSLE ile ilgili çalışmalarda oluşturulan yamaç eğim uzunluğu anlamına gelen L ve S faktörleri CBS ortamında birleştirilerek LS faktörü olarak adlandırılır. LS faktörü, 22.13 m uzunluğunda ve % 9 eğimli bir arazideki toprak kaybı oranını temsil etmektedir. Bu özelliklere sahip bir arazideki LS değeri 1 'dir. Yamaç eğim uzunluğu, yüzeysel akışın oluştuğu noktadan itibaren, eğimin azaldığı ve birikmenin başladığı veya yüzeysel akışın bir kanala (bu drenaj şebekesinin bir parçası olabilir) veya çevirme terası kanalı olarak inşa edilmiş bir kanala kadar olan mesafesidir (Özden ve Özden, 1997). Yamaç uzunluğu ve yamaç dikliğini oluşturulan bu iki girdiğinin toplamını oluşturan LS faktörü (Ekinci, 2007) farklı formüllerle elde edilebilmektedir. Çalışmamızda LS formülünün hesaplanmasında sayısal yükseklik modeli (DEM)'den yararlanılmıştır. Bunun için çalışma alanına ait 15 metre çözünürlüklü DEM verisi kullanılmıştır. Bu işlem $LS = \text{Pow}((\text{flowacc}) \times \text{resolution} / 22.1, 0.6) \times \text{Pow}(\text{Sin}((\text{slope}) \times 0.01745) / 0.09, 1.3)$ eşitliği (Ekinci, 2007) kullanılarak yapılmıştır (Şekil 39).

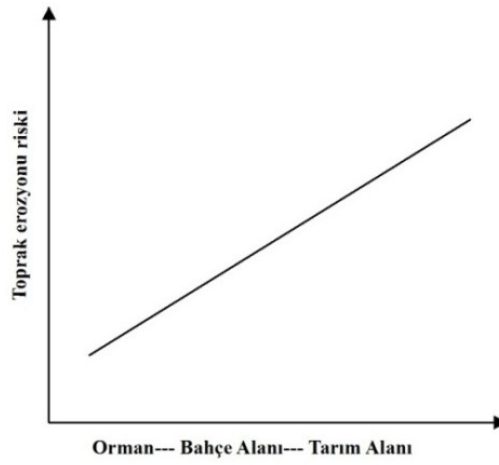


Şekil 39. İnceleme Alanına Ait Yamaç Eğim Uzunluğu LS Değerlerinin Gösterildiği Harita

2.1.1.4. Arazi Örtüsü Faktörü

Bitki örtüsü toprağın yağış erozyonuna karşı korunmasında hayati önem taşımaktadır (Zachar,1982:300). Yağmur damlalarının toprağa çarpmasının önlenmesi, yüzey sularının akış hızını azaltması (Çepel, 1997:24; Altın, 2006:184), yağın yağmurun bir kısmını dal ve yaprakları tarafından tutarak intersepsiyona neden olmasıyla yüzey akışı etkilemesi (Hoşgören, 2010:77; Atalay, 2011:136), kökleri yardımıyla toprağı tutması ve rüzgarın hızını keserek toprağı koruması (Çepel,1997:23) gibi nedenlerle erozyonu engelleyici etkide bulunurlar. Bu yüzden yoğun bitki örtüsüyle kaplı olan yamaçlarda erozyon, olmayan yamaçlara göre

oldukça azdır. Bitki örtüsünün zemini kaplama oranı arttıkça erozyona olan direnç artmaktadır (Zachar, 1982). İnsanların tarım alanları açmak amacıyla bitki örtüsünü tahrip etmeleri erozyonu arttıran bir durumdur. Çünkü tarım alanlarında toprağın yılın belirli bir kesiminde boş kalması erozyon riskini arttırmaktadır. Dolayısıyla erozyona karşı direnç ormanlarda en fazla iken tarımsal alanlara doğru azalmaktadır (Şekil 40).



Şekil 40. Bitki Örtüsü Kapallılık Oranı ile Erozyon Arasındaki İlişki (Blanco ve Lal, 2008:325).

Zachar (1982), çeşitli kaynaklardan farklı arazi örtülerinin erozyon etkisine açıklık oranlarını bir araya toplamaya çalışmıştır. Buna göre, toprağın erozyon etkisine açıklık oranı nadasa bırakılan alanlarda en fazla iken, bu oran ormanlarda en azdır (Tablo 12).

Eğimli alanlardaki toprağın erozyona duyarlı olmasındaki en önemli etken bitki örtüsünün zayıf veya seyrek olması durumudur. Bununla birlikte tarım alanlarının kış mevsiminde boş bırakılması, zeytin ağaçlarının arasındaki boşlukların erozyona açık olmasıdır (Foto 26 ve 27).

Tablo 12. Bazı Arazi Örtülerinin Erozyon Etkisine Açıklık Oranları (Zachar, 1982:304)

Arazi Örtüsü	Erozyona Açıklık Oranı (%)
Nadas ya da Çıplak Arazi	100
Meyve Bahçesi	80-90
Bir Yıllık Çimen	1-5
Daha Yaşlı Çimen	0.5
Orman	0.01

İnceleme alanının ait arazi örtüsünü için yedi farklı grup oluşturulmuş ve bu grupların RUSLE de karşılığı olan değerler verilmiştir. Bu değerlere göre C faktörü Antakya yerleşim alanında ve su yüzeyinde (Asi Nehri) 0, orman alanlarında 0.89, bahçe alanlarında 0.13, tarım alanlarında 0.1, boş alanlarda 1 olarak alınmıştır (Tablo 13).

Tablo 13. Antakya'nın Arazi Örtüsüne Göre C Faktörü Değerleri

Kullanım	Alan (Km ²)	C Değeri	Alan %
Yerleşim Alanı	13.05	0	60.69
Tarım Alanı	4.66	0.1	21.67
Orman Alanı	0.08	0.89	0.38
Boş Alan	0.67	1	3.12
Bahçe Alanı	2.65	0.13	12.32
Asi Nehri	0.15	0	0.70
Yeşil Alanlar	0.24	0.89	1.12
Toplam	21.52		100

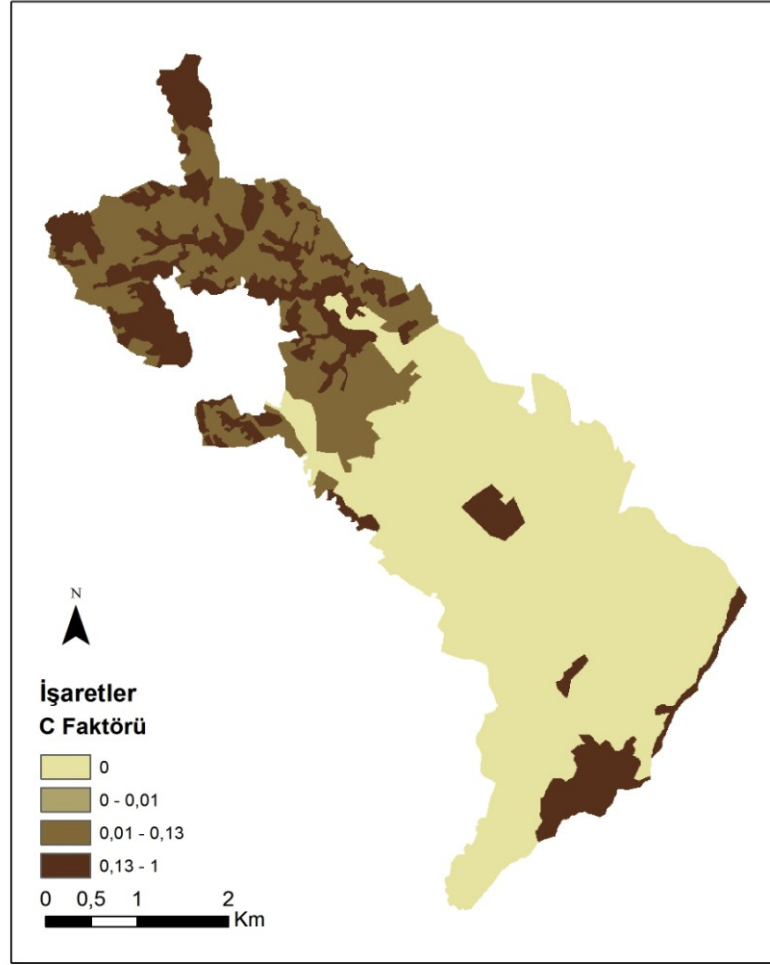
İnceleme alanına ait C faktörü değerlerinin gösterildiği harita incelendiğinde, Antakya'da yerleşim alanları dışında kalan yerlerde C faktörü değeri 0.10 ile 0.13 arasında değişmekte iken, şehrin güneydoğusundaki boş alanlarda bu değer 1'e çıkmaktadır (Şekil 41).



Foto 26. Mucavir Alan Sınırları İçinde Kalan Zeytinliklerin Arasındaki Erozyona Açık Alanlar (Karlusu Köyü Yolu)



Foto 27. Mucavir Alanda Bulunan Tarım Alanlarının Erozyona Açık Bir Şekilde Bırakılması (Günyazı Köyü Yolu, Arkada Yeni Yapılan TOKİ Konutları)



Şekil 41. İnceleme Alanına Ait C Faktörü Haritası

2.1.1.5. Erozyonu Engelleyici Çalışmalar

P-faktörü, erozyon kontrol etmek için yapılan uygulamalar için kullanılır. Arazide erozyonu önleyici çalışmalar uygulandıktan sonraki ve önceki toprak kayıpları oranlanarak hesaplanır. P değerleri 0 ile 1 arasında değişir, en yüksek değerler, herhangi bir destek uygulamalarının olmadığı çıplak araziler için kullanılır (Blanco and Lal, 2008:85).

Bu faktör tespit edilemediği durumlarda 1 olarak değerlendirilmektedir (Renard vd.,1991; Tağıl, 2007). İnceleme alanında yapılan arazi gözlemleri esnasında erozyon önleyici herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu yüzden P değeri 1 olarak alınmıştır..

2.1.2. Analiz ve Değerlendirme

RUSLE yöntemi kullanılarak yapılan analiz sonucunda inceleme alanında erozyona duyarlı alanlar belirlenerek, yıllık toprak kaybı tespit edilmiş ve böylece, meydana gelen erozyonun boyutu ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu işlem için iklim verileri, toprak haritaları, topoğrafya haritaları ve yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsü kullanılmıştır. Tablo 14’te de gösterilen bu veriler Arc Map 10 programı yardımıyla CBS ortamına aktarılmış hücre sayısı 10 olan grid haritalar haline getirilmiş, Raster Calculator yardımıyla analiz edilerek şekil 40’da verilen erozyon duyarlılık haritası elde edilmiştir.

Tablo 14. Çalışmada Kullanılan Faktörler ve Rusle Değerleri

Faktörler	Sınıflandırması	Rusle Değeri
Toprak (K)	Kireçsiz Kahverengi Orman Toprağı	0.17
	Kahverengi Orman Toprağı	0.18
	Kolüvyal Topraklar	0.18
	Su Yüzeyi (Asi Nehri)	0.00
	Yerleşme Alanı	0.00
Arazi Örtüsü (C)	Tarım Alanı	0.1
	Orman Alanı	0.89
	Boş Alan	1
	Bahçe Alanı	0.13
	Asi Nehri	0
	Yeşil Alanlar	0.89
	Yerleşim Alanı	0
Yağış (R)	70-100 m Arası	408.48
	101-200 m Arası	457.43
	201-300 m Arası	480.55
Eğim Uzunluğu (LS)	0-1	
	1-2	
	2-3	
	3-4	
	4-5	
	5+	
Önleyici Çalış. (P)	1	

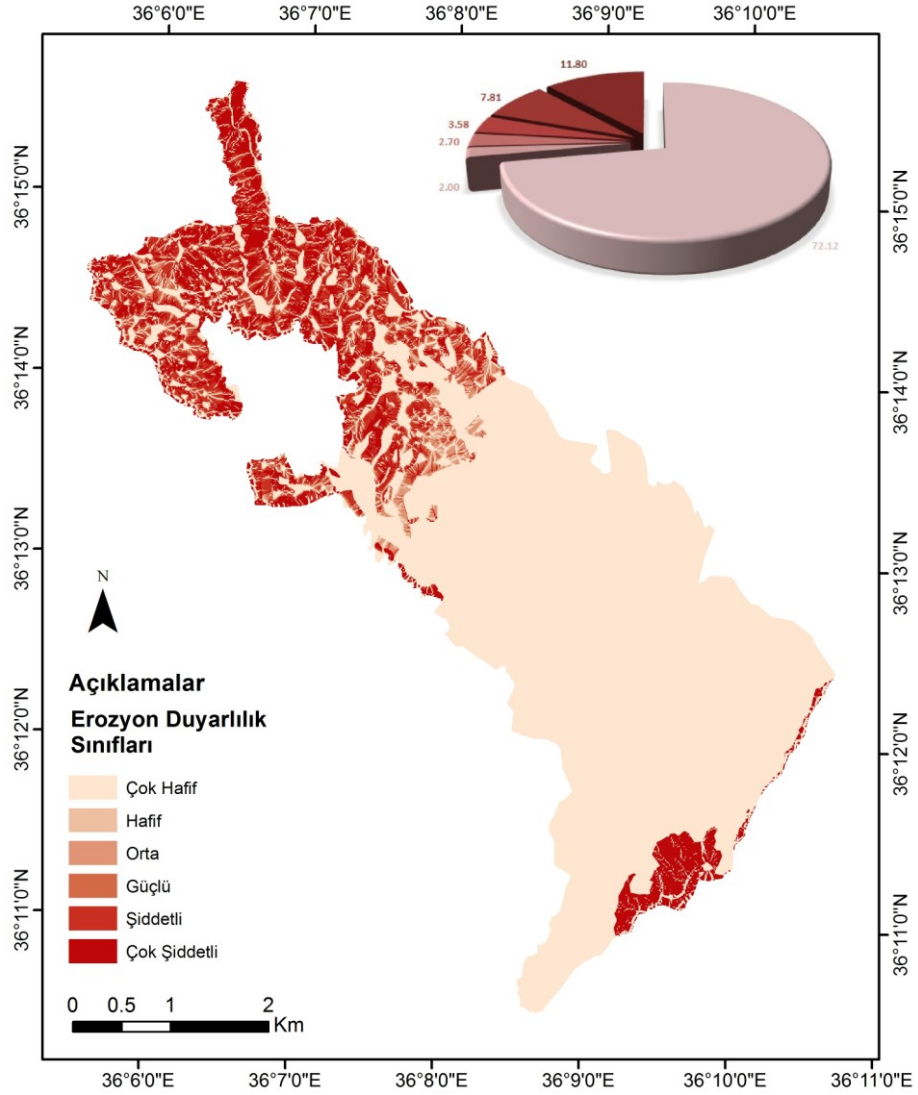
Analiz sonucunda inceleme alanı içerisinde meydana gelen erozyon düşük, hafif, orta, şiddetli, çok şiddetli olmak üzere beş grupta değerlendirilmiştir. İnceleme alanında yıllık ortalama toprak kaybı 1.74 ton/ha/yıl, toplamda 60.37 ton/ha/yıl olarak hesaplanmıştır.

Sonuç haritasına ait duyarlılık sınıflarının belirlenmesinde Bergsma vd. (1996)'nın yapmış olduğu çalışmadan yararlanılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre çok hafif (5 ton/ ha/yıl'dan az), hafif (5-12 ton/ ha/yıl arası), orta (12-35 ton/ha/yıl arası), güçlü (35-60 ton/ha/yıl arası), şiddetli (60-150 ton/ha/yıl arası) ve çok şiddetli (150 ton/ha/ha/yıl'dan daha fazlası) şeklinde oluşturulmuştur. Elde edilen duyarlılık haritası aşağıda verilmiştir (Şekil 42).

İnceleme alanında erozyon duyarlılık sınıfı düşük olan alanlar toplam alanın % 61.6'sını, hafif şiddette olan alanlar % 7.4'ünü, orta şiddette olan alanlar % 21'ini, şiddetli olan alanlar % 9.5'ini ve çok şiddetli olan alanlar ise % 0.5'ini kaplamaktadır (Tablo 15).

Tablo 15. Antakya'da Meydana Gelen Erozyonun Duyarlılık Sınıflarına Göre Dağılımı

Erozyon Duyarlılık Sınıfları	Alan (Km ²)	Alan (%)
Çok Hafif	15.52	72.12
Hafif	0.43	2.00
Orta	0.58	2.70
Güçlü	0.77	3.58
Şiddetli	1.68	7.81
Çok Şiddetli	2.54	11.80
Toplam	21.52	100.00



Şekil 42. Antakya'nın Erozyonun Duyarlılık Haritası

Foto 28 ve 29'da görüldüğü gibi erozyon inceleme alanında görülen önemli çevre sorunlarına da yol açan bir olaydır. Bu durumu önlemek için yeterli çalışma yapılmamaktadır. Yapılan çalışmalar daha çok yüzeysel ve dar çerçevelidir. Örneğin foto 28'de Hacı Kuriş Deresi tarafından taşınan alüvyonların Asi Nehri yatağına taşınmaması için DSİ tarafından yapılan dehlizden bir görünüş verilmiştir. Bunun dışında foto 29'da taşınan malzemelerin özellikle Asi Nehri'nin sularının azaldığı dönemde ortaya çıkan kirlilik görülmektedir. Ayrıca foto 30, 31, 32, 33, 34'te de inceleme alanına ait farklı tarihlerdeki erozyon belirtilerine ait görünüşler verilmiştir.

Bütün bu fotoğraflar inceleme alanında erozyonla mücadele çalışmalarının son derece yetersiz olduğunu göstermektedir.



Foto 28. Hacı Kuriş Deresi Tarafından Taşınan Alüvyonların Asi Nehri Yatağına Taşınmaması İçin DSI Tarafından Yapılan Dehlizler (Hacı Ömer Alpagut Mahallesi)



Foto 29. Asi Nehri'ne Dökülen Akarsular Vasıtasıyla Taşınan Materyaller ve Çöplerin Oluşturduğu Kirlilik

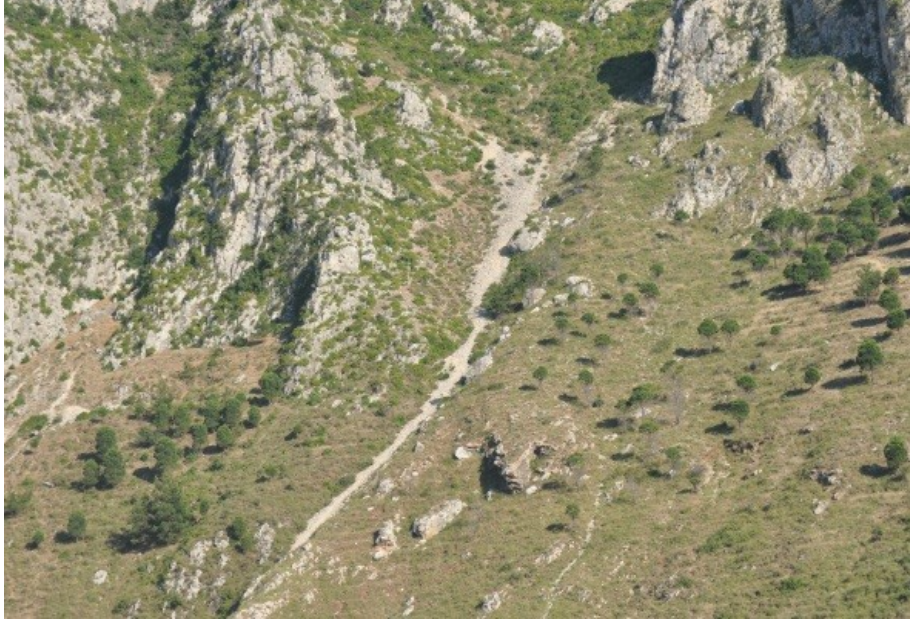


Foto 30. Habibi Neccar Dağı Yamaçlarındaki Yüzey Erozyonu İzleri



Foto 31. Habibi Neccar Dağı Yamaçlarındaki Yüzey Erozyonu İzleri



Foto 32. Çevreyolu Kenarındaki Erozyon İzleri



Foto 33. Çevreyolu Kenarındaki Erozyon İzleri



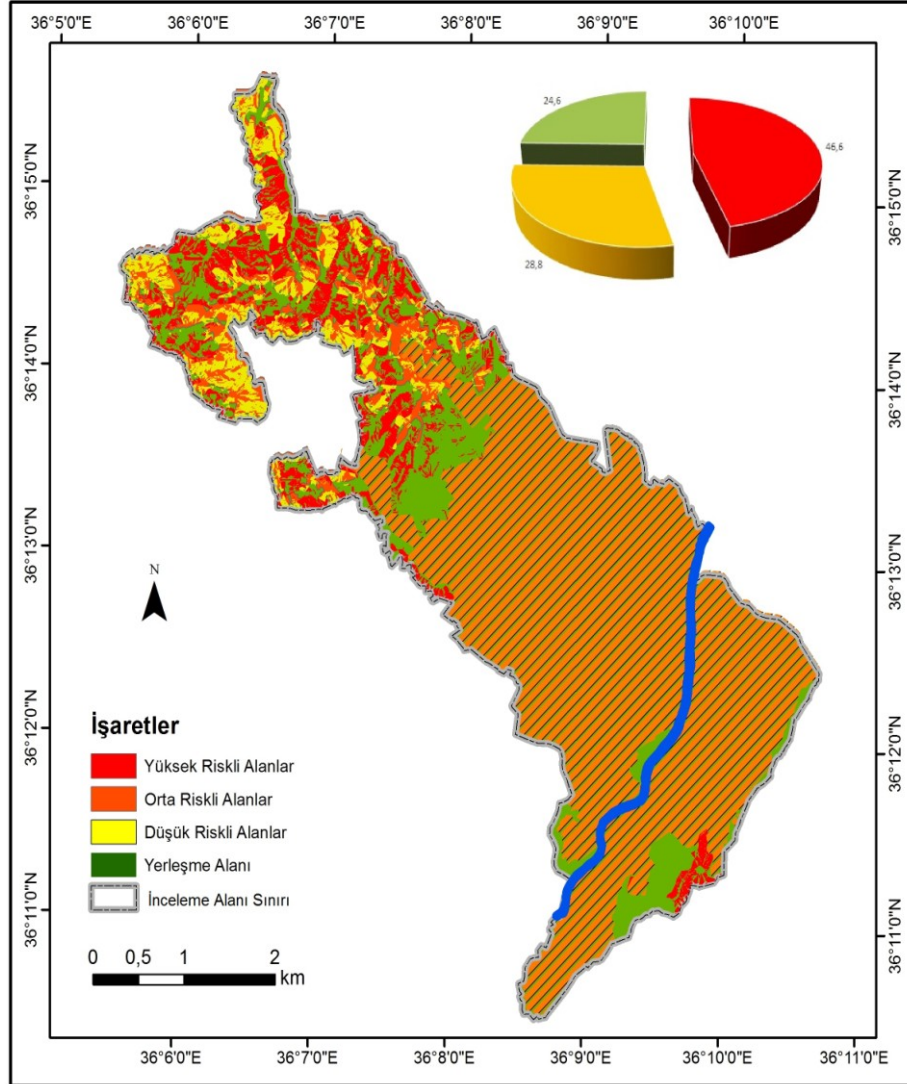
Foto 34. Kavaslı Deresi'nde Aşırı Yağışlardan Sonra Biriken Alüvyonlar (Foto: Atilla Karataş, 20 Aralık 2009)

2.1.3. Erozyon Risk Analizi

Bilindiği gibi erozyon yüzeydeki toprağı aşındırarak verimli toprağın akarsu, göl ve deniz ortamlarına taşınmalarına neden olmaktadır. Bunun sonucunda toprağın kalitesi düşmekte ve verimi azalmaktadır. Dolayısıyla erozyon riski denilince akla toprağın tarımsal anlamda ekonomik getiri sağladığı alanlara olan etkisi anlaşılmaktadır. Bu açıdan bakıldığında inceleme alanında meydana gelen erozyona duyarlı alanların yoğunlaştığı iki bölge bulunmaktadır. Bu bölgelerden birincisi Habibi Neccar Dağı'nın yamaçları, olup burada meydana gelen erozyon daha çok yüzey erozyonu şeklindedir. Meydana gelen toprak kaybının ekonomik açıdan önemli bir değeri olmamasından dolayı risk değerlendirmesine tabi tutulmamıştır. Ancak bu yamaçlardan taşınan toprakların Asi Nehri'ne ve Hacı Kuriş Deresi'ne taşınması sonucu akarsu ve dere yataklarının toprakla dolması söz konusudur. Bu toprakların temizlenmesinin maliyeti göz önüne alındığında ekonomik açıdan risk oluşturduğu söylenebilir.

Erozyon etkinliğinin yoğunlaştığı ikinci alan ise mücavir alandır. Mücavir alanın genel olarak tarım alanlarından oluşması ve bu alanda bulunan köylülerin ana

geçim kaynağını tarımın oluşturması, bu alanların erozyon açısından risk altında olduğu anlamına gelmektedir. Bu alandaki arazilere yönelik risk değerlendirmesi yapılırken erozyon duyarlılık haritasıyla, arazi kullanım haritası birleştirme (Union) işlemine tabi tutularak sorgulamalar yapılmıştır. Yüksek duyarlılık gösteren alanlardaki tarım alanları yüksek riskli, yüksek duyarlılık altındaki bahçe alanları ise orta derecede riskli olarak kabul edilmiştir. Diğer alanlar ise düşük risk kategorisine alınmıştır. Yerleşim alanlarında erozyon olmadığı kabul edilmiş, bu açıdan risk değerlendirmesine alınmamıştır. İnceleme alanındaki ekili-dikili alanların % 21.5' yüksek, % 16'sı orta dereceden risk altındadır. Ayrıca yüksek risk altındaki alanlar toplam tarım alanlarının % 39.8'ine karşılık gelmektedir (Şekil 43).



Şekil 43. Antakya'ya Ait Erozyon Risk Haritası

2.2. İnceleme Alanının Zemin Hareketleri Özellikleri

İnceleme alanı içerisinde geçmiş yıllarda meydana gelen ve mal kaybına neden afetlerden birisi de zemin hareketleridir. Meydana gelen zemin hareketleri ile ilgili sınırlı bilgi olmasına rağmen gerek topografik özellikler gerekse jeolojik yapının uygunluğu bu afetin gerçekleşme olasılığının mümkün olduğunu göstermektedir. Kaya düşmesi, yamaç döküntüsü, çamur akıntısı gibi alt türlere ayrılan ve kütle hareketleri de denilen bu doğa olayı zemin hareketleri adı altında toplanmış bu çerçevede değerlendirilmiştir. Çalışmada karmaşık bir süreç altında oluşan, meydana gelmesinde bir veya birçok nedenin etkili olabildiği, bazen meydana gelmesinde insanın da etkili olduğu olaylar zemin hareketleri genel başlığı altında alınmış olup bu kapsama giren düşme, devrilme ve akma şeklinde bir sınıflandırma yapılmamıştır.

Zemin hareketleri doğal afetler içerisinde gelişme özelliği ve süreci yönüyle en hızlı ve etkili olanlardan birisi olup, yamacın tamamı veya bir kısmı, yerçekiminin etkisi altında aşağıya doğru yer değiştirerek (Erinç, 2000:293), karşısına çıkan cisimlere zarar vermesiyle meydana gelmektedir. Bu açıdan, yerkabuğunun gelişim sürecinde yeryüzünün şekillenmesinde etkili olan, meydana geldiği yerde insana ve yapmış olduğu bina, yol, köprü vs.. zarar veren bir afettir.

Literatürde zemin hareketleri farklı adlar altında sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırmalarda birtakım belirsizlikler söz konusudur. Bu belirsizliklerde meydana gelme sürecinin karmaşık olmasından dolayı tek bir sınıflandırma yapmanın zor olduğu görüşü ileri sürülmüştür Guizetti (1999). Bu yüzden çalışmada amaç, ilk önce inceleme alanındaki yamaçların zemin hareketlerine karşı sağlam (Duraylı) olup olmama durumlarını ve duyarlılık derecelerini tespit etmek daha sonra ise insana ve diğer beşeri unsurlara göre risk durumlarını belirlemektir.

Zemin hareketlerinin meydana gelmesinde birçok faktör etkili olmaktadır. Bunlardan en önemlisi yer çekimidir. Kopan kütlelerin kayma direnci yerçekiminden fazla ise düşme olmaz. Ancak kopan kütlelerin direnci yerçekiminden az ise düşme gerçekleşir (Kusky, 2008:44). Bunun dışında yamacı oluşturan materyalleri de içine alan; litoloji, yapı, eğimin şekli, göreceli rölyef, arazi kullanımı ve zemin örtüsü ve

hidrolojik koşullar (Anbalagan vd., 2008) da yere ve zamana göre değişebilen derecelerde etkilidir. Bazı yazarlar, bu faktörlere bakı ve fay hatlarına olan uzaklığı da eklemiştir (Lan, vd., 2004).

Zemin hareketlerine neden olan bir diğer önemli etmen ise şiddetli ve devamlı yağışlardır. Yağış sonucu zemine sızan sular, zemini oluşturan toprak ve kayaçların likidite sınırına ulaşmasıyla heyelan oluşmasına neden olur. (Erinç, 2000:298-299). Ancak inceleme alanı sınırları içerisinde yükselti farkının azlığına bağlı olarak yağışın dağılışında çok az bir değişiklik olması değerlendirme dışı bırakılmasına neden olmuştur.

Zemin hareketleri dünya çapında önemli olan doğa olayları olmakla birlikte (Petley vd., 2005; Şahin ve Sipahioğlu, 2007:106), bu doğa olayı ilgili yeterli düzeyde doğru ve net bilgi veren kayıt tutulmamaktadır (Petley vd., 2005). Birçok ülkede zemin hareketleri yaygın olarak bilinenin aksine deprem, taşkın ve fırtınalardan daha fazla zarar vermektedir. Bu zararın çeşidi ülkenin gelişmişlik düzeyine göre değişmekle birlikte gelişmekte olan ülkelerde daha çok yaralı ve can kaybı fazla olurken; gelişmiş ülkelerde daha çok maddi kayıp şeklindedir (Guzzetti vd., 1999). Uluslararası afet veri tabanı olan EMDAT kayıtlarına göre 2000-2009 yılları arasında ortalama 19 büyük zemin hareketi meydana gelmiş ve bu olaylarda ortalama 763 kişi hayatını kaybetmiştir. Bu olaylardan ortalama 156.174 kişi etkilenmiştir. Yine aynı veri tabanının 2010 yılı kayıtlarına göre, 29 zemin hareketinde 3.258 kişi hayatını kaybetmiş ve 2.457.719 kişi etkilenmiştir (<http://cred.be/sites/default/files/PressConference2010.pdf>).

Türkiye’de zemin hareketleri sıklıkla tekrar eden afetlerden olup can ve mal kaybına neden olmaktadır. Ancak meydana gelen afetlerle ilgili konut sayıları temel alınarak yapılan sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Değişik dönemleri kapsayan bu çalışmaların tamamında doğal afetlerden etkilenen konut sayısı temel alınarak yapılan değerlendirmelerde, zemin hareketlerinden kaynaklanan kayıplar, depremlerden sonra ikinci sırayı aldığı belirtilmiştir. Bu konuda yapılan ve 1950-2005 yılları arasındaki dönemi kapsayan çalışmalara göre, aynı yerleşim biriminde değişik zamanlarda birden fazla gerçekleşen olay sayıları da dikkate alındığında

zemin hareketleri, 16,450 olay sayısı ile tüm afetler içerisinde % 55.2'lik bir paya sahip olduğu görülmektedir (Özdemir, 2006).

Amanos Dağları ile Habibi Neccar Dağı arasında yer alan inceleme alanı, doğu ve batısında eğimli yamaçların ve faylanmalara bağlı dikliklerin yer alması, jeolojisi bakımından zemin hareketine uygun birimlerin olmasından dolayı zaman zaman zemin hareketlerine maruz kalmakta ve önlem alınması gerekmektedir.

2.2.1. İnceleme Alanında Geçmişte Yaşanmış Olan Zemin Hareketleri

İnceleme alanında zemin hareketleri ile ilgili kayıtlar yeterli düzeyde tutulmamıştır. Bunda zemin hareketlerinin inceleme alanında deprem ve su taşkınları kadar etkili bir afet olmamasının rolü olduğu söylenebilir. Mevcut kayıtlarda nüfusun zemin hareketlerinden etkilenmesinin söz konusu olduğu Antakya yerleşim alanı çevresinde meydana gelen afetlerin kayıtları şeklindedir. Yerleşim alanı dışında olan ancak inceleme alanı içerisinde kalan diğer alanlarla ilgili MTA EK-3 (2004) haritasında zemin hareketine rastlanılmamıştır. Ayrıca Antakya belediyesine ait raporlarda iki adet zemin hareketiyle ilgili bilgiye rastlanılmıştır (Antakya Belediyesi, 2006).

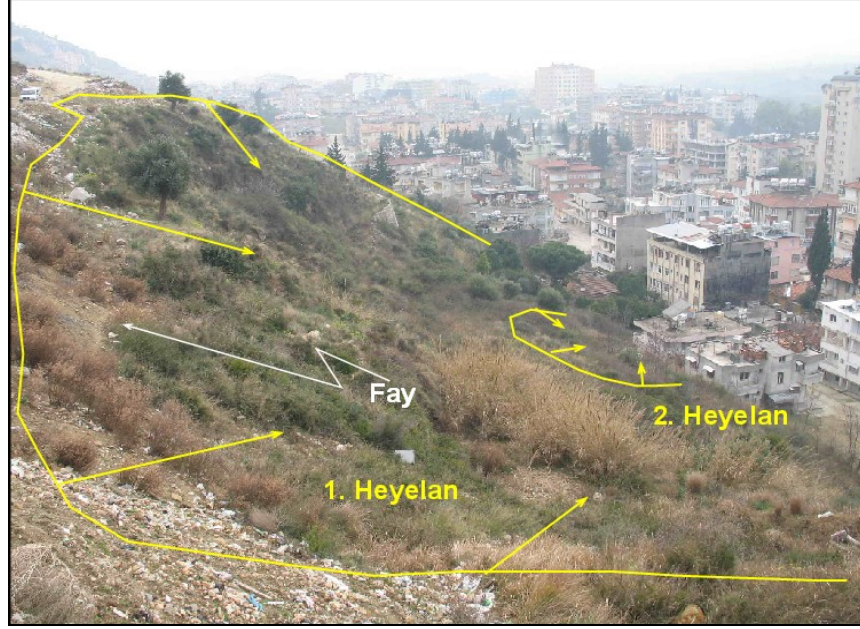
Diğer yandan inceleme alanının doğusunda daha dik topoğrafik özellikler sunan kireçtaşı ve serpantin kaya kütlelerinin bulunduğu kesimlerde zaman zaman kaya düşmesi problemi yaşanmaktadır. Bu probleme serpantin ve kireçtaşı kaya kütleleri içerisinde açılmış olan eski taş ocaklarının da etkisi vardır. Bu nedenle zemin hareketlerine yönelik 2 nokta Afete Maruz Bölge olarak değerlendirilmiştir. Bu alanlar Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Afet Etüt ve Hasar Tespit Daire Başkanlığı tarafından jeolojik etüt raporları hazırlanmış ve Bakanlar Kurulu kararı ile yapı ve yerleşime yasaklanmıştır konusudur (Antakya Belediyesi, 2006). Antakya'da kayıtlara geçen zemin hareketleri aşağıda verilmiştir.

12.02.1992 Tarihli Zemin Hareketi, Antakya'nın, Bağrıyanık Mahallesi'nde meydana gelmiştir. Bu zemin hareketi için 20.12.1993 gün ve 93/5204 sayılı

Bakanlar Kurulu Afete Maruz Bölge (Yapı ve İkamete Yasaklanmış Afet Bölgesi) kararı alınmış ve bu alan yapı ve yerleşime yasaklanmıştır.

11.03.1997 Tarihli Zemin Hareketi, Antakya'nın Bağrıyanık Mahallesi 13. sokakta meydana gelmiştir. Kaya düşmesi şeklinde gerçekleşen alan için 20.08.1997 gün ve 97/9895 sayılı Bakanlar Kurulu Afete Maruz Bölge (Yapı ve İkamete Yasaklanmış Afet Bölgesi) kararı alınmıştır ve bu alan yapı ve yerleşime yasaklanmıştır (Antakya Belediyesi, 2006).

Bu iki olay dışında Sümerler Mahallesi'nde meydana gelen iki zemin hareketi daha kayıtlarda mevcuttur. Ancak bu zemin hareketleri ile ilgili tarih belirtilmemiştir. Ancak Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan rapor tarihinin yılının 1988 olmasından yola çıkıldığında bu yılda veya öncesinde olduğu söylenebilir (Antakya Belediyesi, 2006). Fotograflarla da belgelenen bu iki zemin hareketi eğimin % 40'ın üzerine çıktığı, Pliyosen yaşlı birimler üzerinde gerçekleşmiştir. Bu zemin hareketlerinden ilkinin taç kısmı Pliyosen yaşlı birimler içerisinde gelişmiş olan fay aynasına karşılık geldiği, fay aynasının oluşturduğu süreksizlik yüzeyinden sızan suların zemin hareketinin meydana gelmesinde etkili olduğu belirtilmiştir (Şekil 44). Antakya Belediyesi tarafından yapılan çalışmalarda 12.11.1988 ve 9.1.1990 tarihlerinde Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan raporlardaki önerilerin uygulanmadığı ve halen topuk kısmından malzeme alındığı tespit edilmiştir. Ayrıca zemin hareketinin meydana geldiği bölgenin üst kesimine yol çalışması amacıyla doğal stabiliteyi ve dengeyi bozucu kontrolsüz malzeme doldurulmuştur. Bu kontrolsüz dolguların zemin hareketlerinin tetikleyici etki yapması söz konusudur (Antakya Belediyesi, 2006).



Şekil 44. Sumerler Mahallesi'nde Gerçekleşmiş Olan Zemin Hareketinden Bir Görünüm (Antakya Belediyesi, 2006).

2.2.2. Yöntem

Zemin hareketleri meydana gelmeden önce duyarlı bölgelerin tespit edilerek önleyici çalışmaların yapılması meydana gelebilecek zararın en aza indirilebilmesi için şarttır. Bu amaçla risk altındaki yerlerde gerek arazi; gerekse laboratuvar çalışmaları yoluyla elde edilecek verilerin başarılı bir şekilde entegrasyonunun sağlanması çalışmaların amacına ulaşmasını sağlayacaktır. Özellikle 1990'lı yıllardan sonra bilgisayar teknolojisinin ve ona bağlı olarak Coğrafi Bilgi Sistemlerindeki (CBS) gelişmeler, verilerin derlenerek farklı şekillerde değerlendirilip sunulmasında yaygın bir şekilde kullanılmakta, bölgesel ölçekteki çalışmaların ön aşamalarında dikkate alınmaktadır (Gökçeoğlu ve Ercanoğlu, 2001).

Zemin hareketleri bir yerdeki mevcut durumun bu olaya elverişli koşullar oluşturması sonucu meydana gelmektedir. Bu yüzden zemin hareketlerine duyarlı alanların belirlenmesinde arazinin jeoloji ve jeomorfolojik durumunun iyi bilinmesi gerekmektedir. Ayrıca geçmiş dönemlerde meydana gelen zemin hareketlerinin

izlerinin tespit edilmesi gerekmektedir. Varnes'in de dediği gibi "Geçmiş ve bu gün geleceğin anahtarıdır" (Varnes, 1984). Çünkü geçmişte zemin hareketlerinin yaşandığı bir bölgeyi tanımak, gelecekteki olası zemin hareketleriyle ilgili bilgi sahibi olmak açısından önemli yararlar sağlayacaktır (Chi, vd., 2006).

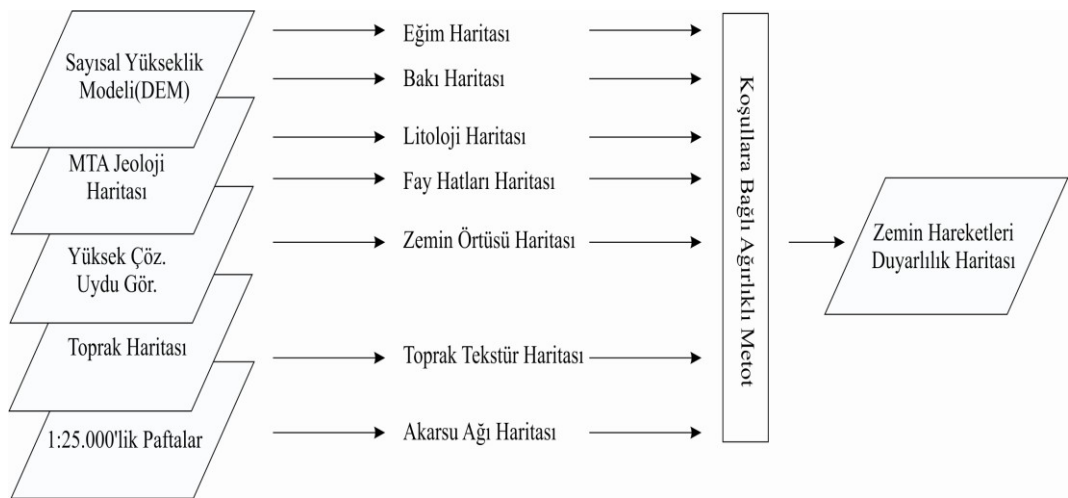
Bir yerde yamacı oluşturan kayaç yapısı tabakaların doğrultusu ve içeriği zemin hareketlerine uygunsa mutlaka önlemlerin alınması gerekir. Tersi durumda afetler meydana gelmekte, can ve mal kaybının önlenmesi amacıyla yapılacak çalışmalar için geç kalınmaktadır. Bu yüzden yapılacak analizlerle belirlenen yüksek riskli ve risk taşıyan bölgelerin çeşitli mühendislik yapılarıyla desteklenmesi sağlanmalıdır. Bu çalışmalar gerek yer seçimi, gerekse inşa edilecek binaların yapısal özelliklerinin belirlenmesinden kaynaklanan zaman kaybını en aza indirebilir. Bunun yapılabilmesi için verilerin başarılı bir şekilde işlendiği modern bilgisayarlar ve bu verileri objektif bir şekilde işleyebilecek yazılımların olması son derece önemlidir (Varnes, 1984).

Zemin hareketlerinin oluşturduğu potansiyel riskin araştırılması konusunda birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler kalitatif (niteliksel), kantitatif (niceliksel) yöntemler olmak üzere ana olarak iki bölüme ayrılmaktadır. Kalitatif yöntemler, arazide yapılan jeomorfolojik gözlemler ve değerlendirmelerle indeks haritalarının karşılaştırılması yoluyla yapılmaktadır. Kalitatif teknikler uygulanırken, önceki bilgi ve fikir ile geçmiş kütle hareketlerinden yararlanılır ve bu bilgilerden yararlanarak gelecekle ilgili öngörülerde bulunulur (El Morijani, 2011). Kantitatif yöntemler ise daha çok laboratuvar çalışmalarından ve matematiksel yöntemlerden yararlanılarak yapılan istatistiksel analiz, jeoteknik yaklaşım ve yapay sinir ağları, bulanık mantık yaklaşımından oluşmaktadır (Aleotti ve Chowdhury, 1999; Gökçeoğlu ve Ercanoğlu, 2001).

Kütle hareketlerinin dağılışı ve onların etki eden faktörlerine göre gerçekleşme ihtimali üzerinde birçok teknik kullanılabilmektedir. "Koşullara Bağlı Ağırlıklı Metot", "Sayısal İhtimal Metodu", "Objektif Teknikler" bunların başlıcalarıdır (Ekinci, 2004). Çalışmada bu yöntemlerden koşullara bağlı ağırlıklı metot kullanılmıştır.

Koşullara bağlı ağırlıklı metot, zemin hareketlerinin oluşumu ile ilgili tüm olası kombinasyonları elde etmek için doğrudan ve dolaylı olarak etkili olan faktörlerin uygun bir sayıda sınıflara veri katmanlarına ayrılması ile oluşturulur. Bu metotta belirlenen alana ait zemin hareketine etki eden faktörler tek tek belirlenir. Bu faktörlerden her birisi için bakı, litoloji, fay kaynaklarına ve akarsu yataklarına yakınlık derecesi riskin artmasına neden olmaktadır. Daha sonra her bir faktör kendi içerisinde risk derecesine göre sınıflandırılarak yapılan analiz sonucunda bu faktörlerin tamamının etki derecelerine göre risk bölgeleri oluşturulur. Bu şekildeki bir yaklaşım koşullara bağlı ağırlıklı metot olarak nitelendirilir (Clerici, 2002).

İnceleme alanında zemin hareketleri duyarlılık analizine yönelik parametreleri belirlerken bazı yazarların (Anbalagan, 1992; Brunsden,1996; Donati and Turrini 2002; Guzzetti et al. 1999; Varnes 1978; Zhou et al. 2002; Jadda et al, 2009) kullandığı litoloji, toprak, jeomorfolojik özellikler, arazi örtüsü ve akarsu ağına olan uzaklık gibi parametreler kullanılmıştır. Belirlenen her parametre kendi içerisinde alt sınıflara bölünmüş ve duyarlılık değerleri atanmıştır. Bu değerler vektör formattaki verilerin öznitelik tablosuna kaydedilerek dönüştürme (Convert) işlemine tabi tutulmuş hücre sayısı 10 olan raster haritalar elde edilmiştir. Elde edilen bu raster haritalar üst üste bindirme işlemine tabi tutularak (Çakıştırılarak) duyarlı alanlar tespit edilmiştir (Şekil 45).



Şekil 45. Zemin Hareketleri Analizinde Kullanılan Faktörler

2.2.3. İnceleme Alanında Zemin Hareketlerini Hazırlayan Faktörler

Zemin hareketlerinin ana nedeni yerçekimidir. Yerçekimi, zemini oluşturan unsurları harekete geçiren ana etmendir. Eğimin fazlalığı, bozulan yamaç dengesi, litoloji ve zemini oluşturan kayaçların dizilişi, toprak tekstürü gibi ve zeminin fiziksel ve kimyasal davranışlarını etkileyen diğer niteliklerde etkili olmaktadır. Çünkü bu özellikler yamaç stabilitesini etkileyen kayma mukavemeti, geçirgenlik, kimyasal ve fiziksel bozunmaya yatkınlık, toprak ve kaya malzemelerinin diğer özelliklerinin belirlenmesinde çok önemlidir (Varnes, 1984). Arazi kullanımı ve zemin örtüsü de şev stabilitesine etki eden önemli parametrelerdendir.

Aşağıda inceleme alanında zemin hareketlerine duyarlı bölgelerin belirlenmesinde kullanılan parametrelerle ilgili bilgiler verilmiştir.

2.2.3.1. Eğim Faktörü

Eğim zemin hareketlerinin meydana gelmesinde rol oynayan en önemli faktörlerdendir. Yerçekiminin de etkisiyle eğime bağlı olarak malzemelerin taşınması, taşınan malzemenin hızı ve boyutu eğim tarafından belirlenir (Görüm, 2006). Özellikle eğimli topografyada, su ile doymuş kil katmanlarının yaygın olduğu alanlarda, zemin hareketleri her zaman meydana gelebilir. Yamaç eğiminin artması ve buna bağlı olarak, yamaçta bulunan malzemenin dengesinin bozulması, zemin hareketlerinin meydana gelmesinde önemli bir faktördür. Yamaç eğiminin artması ile dengedeki kaya bloklarının dengesi bozulmaya başlar ve böylece kayma meydana gelir (Ekinci, 2011). Bu açıdan eğim değerlerinin fazla olması zemin hareketleri üzerinde belirleyici rol oynar (Simith and Petley, 2009; Gökçeoğlu ve Ercanoğlu, 2001). Eğimin etkisiyle diğer bir nokta ise insanların yaptıkları çalışmalarla yamacın doğal eğimini bozmaları sonucu zemin hareketine duyarlı yeni alanlar meydana getirmeleridir (Foto 35 ve 36).

İnceleme alanında eğim değerleri Habibi Neccar Dağı'nın yamaçlarında ve mücavir alanın bazı bölümlerinde artmaktadır. Özellikle Habibi Neccar Dağı'nın

yamaçlarında yer alan düşey atımlı fayların eğimli alanlar oluşturması, bu alanların zemin hareketlerine duyarlı hale gelmesine neden olmuştur.

İnceleme alanına ait eğim durumunu göstermek için sayısal yükseklik modeli (DEM) kullanılarak 5 eğim sınıfı oluşturulmuştur (Şekil 46). Bu eğim sınıflarının belirlenmesinde Erol (1993) tarafından yapılan eğim sınıflandırması dikkate alınmış inceleme alanı düzlük ve yamaç olarak ayrılmıştır. Eğim ve duyarlılık değerleri tablo 16’da verilmiştir.



Foto 35. Aşağı Okçular Mahallesiinde Yamaç Eğiminin Bozulması Sonucu Oluşan Zemin Hareketine Duyarlı Alanlar.



Foto 36. Bağrıyanık Mahallesinde Çeşitli Nedenlerle Yapılan Müdahaleler Sonucunda Zemin Hareketlerine Duyarlı Duruma Getirilen Alanlar

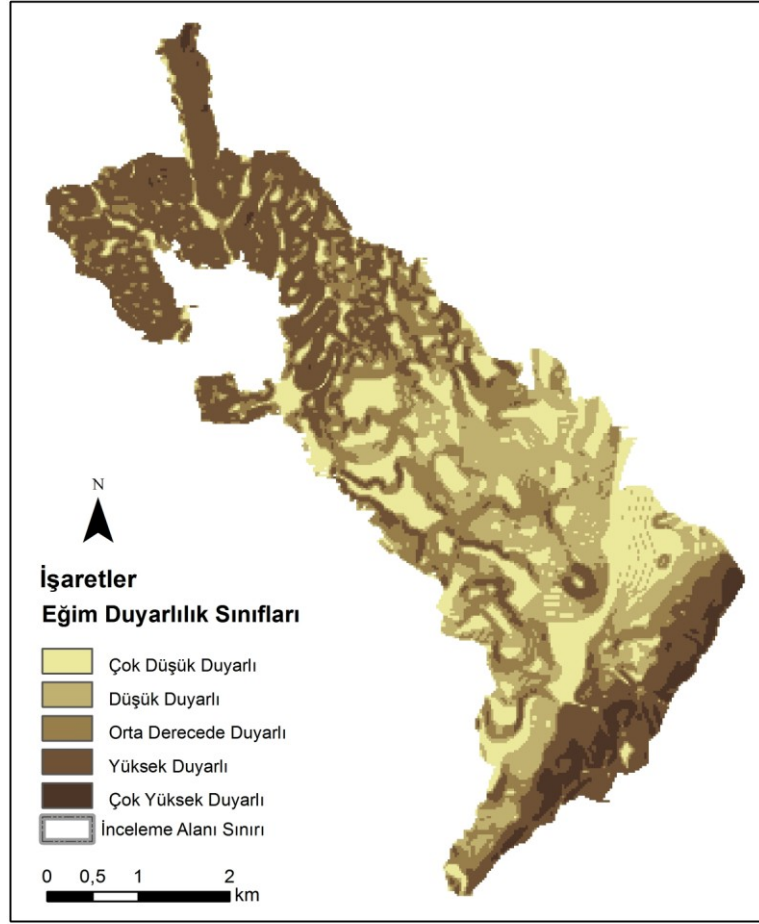
Tablo 16. İnceleme Alanının Eğim Özellikleri ve Duyarlılık Değerleri

Eğim Sınıfları (%)		Alan		Duyarlılık değeri
		Km ²	%	
Düzlük	0-2 (Düzlük)	3.85	18,60	1
	2.01-5 (Dalgalı Düzlük)	4.88	22,68	2
Yamaç	5.01-10 (Az Eğimli Yamaç)	4.85	22,30	3
	10.01-40 (Eğimli Dik Yamaç)	7.20	33,20	4
	40.01-+ (Çok Dik Yamaç)	0.74	3,22	5

Tablo 16’da da görüldüğü gibi inceleme alanında eğime bağlı olarak duyarlı ve yüksek duyarlılığa sahip olan alanların oranı % 8 civarındadır. Duyarlılık oranı Antakya geneline göre yüksek olan bu alanlar, genel olarak Habibi Neccar Dağı’nın yamacında bulunan yoğun yerleşime sahip, daha çok gecekondur şeklinde yapılaşmanın olduğu alanlara karşılık gelmektedir. Bu alanlarda yer alan Bağrıyanık, Havuzlar, Şirince, Aydınlikevler, Fevzi Çakmak, Kardeşler, Orhanlı ve Hacı Ömer Alpagot mahallelerindeki konutların daha çok gecekondur tipinde olması meydana gelebilecek herhangi bir zemin hareketinin verebileceği zararın boyutunun artmasına neden olacaktır (Foto 37).



Foto 37. İnceleme alanında Zemin Hareketlerine Duyarlı Mahallelerden Bağrıyanık Mahallesi'nden Görünüş



Şekil 46. İnceleme Alanındaki Eğim Sınıfları

2.2.3.2. Litoloji Faktörü

Litoloji, zemin hareketlerinin meydana gelmesinde en belirleyici parametrelerinden birisi olarak kabul edilmektedir (Rozos vd.,2010). Yamaçları oluşturan kayacın yapısal özellikleri zemin hareketlerinde önemli etkiye sahiptirler. Ayrıca yamaçtaki kayacın diyaklazlarla derin bir şekilde parçalanması zemin hareketlerini kolaylaştıran koşullar arasında yer alırlar (Erinç, 2008:299). Tanelerin çapı, biçimi, dağılışı, dizilişi yüzeylerinin kayganlık ve pürüzlülük derecesi, taneleri birleştiren çimentonun miktarı, cinsi ve tanelerin çimentolanma derecesi, kayacın mekanik duraylılığına (Stabilitesine) etki yapan en önemli litolojik yapı özelliklerindendir. Zemin hareketleri bakımından etkili olan kayacın sağlam olup olmaması, arazinin kohezyon durumu bu özelliklere bağlı olarak şekillenmektedir.

Tabakaların gerek içyapıları ve gerekse yapısal durumları, stratigrafik sıralanışları, kalınlıkları, tanelerin dizilişi, homojenlik derecesi, tabakalaşma yüzeyleri, fissür, çatlak, kırık şekilleri kütlelerin dengesine etki yapar. Yatay ya da eğik durumlu ve farklı litolojik karakterli tabakalardan, örneğin kil, marn, gre, kalker gibi malzemelerden oluşmuş yamaç ve şevlerde, dış etkilerle yumuşak seviyeler aşınmakta, sert tabakalar ise çıkıntı teşkil etmekte ve bir süre boşta, askıda kaldıktan sonra aşağıya düşmektedir (Ekinci, 2011).

İnceleme alanına ait litoloji haritasının oluşturulmasında MTA'nın 2004 yılında hazırlamış olduğu jeoloji haritasından ve rapordan yararlanılmıştır (Şekil 47).

İnceleme alanına ait litolojik özellikler duyarlılık özelliğine göre beş gruba ayrılmış ve her birine etki derecelerine göre duyarlılık değerleri atanmıştır (Tablo 17). Bu değerlerin atanmasında temel ölçüt, yamacı oluşturan kayacın tanelerinin birbirine olan bağı ve kimyasal özellikleridir.

Kuvaterner dönemine ait alüvyonlar ve göl tabanı çökelleri pekişmemiş, gevşek yapıda olmalarından dolayı çok yüksek duyarlılık olarak değerlendirilmişlerdir. Aynı döneme ait birikinti konisi ve yamaç döküntüsü çökelleri yamaçlardan ayrılarak biriken gevşek melzemedan oluşmaları nedeniyle çok yüksek duyarlılık olarak değerlendirilmişlerdir. Yine aynı döneme ait akarsu taraçası çökelleri de pekişmemiş yapısından dolayı çok yüksek duyarlılık olarak kabul edilmişlerdir.

Pliyosen dönemine ait kumtaşı, killi kireçtaşı ve kiltaşından oluşan birimler bünyelerinde kilin olmasından dolayı çok yüksek duyarlılık olarak kabul edilmektedir. Çünkü yağmur ve kar suları kil gibi geçirimsiz birimlerde yerin içine doğru drene olamamaktadır. Kil minerallerinin hidratasyonu, suyu emmesi ve suya doymun hale gelmesi ile killi arazilerin kohezyonu azalmaktadır. Bu bakımdan killi birimler zemin hareketleri için daha elverişli şartlar ortaya koymaktadır (Haliloğlu, 1997; Ekinci, 2011). Kilin zemin hareketlerine duyarlı olma özelliği diğer birimlerde de göz önüne alınmıştır.

İnceleme alanındaki Alt Miyosen arazilerinde görülen ve kısmen pekişmiş bir yapıda olmaları ve bu pekişmeye bağlı olarak direnç kazanmalarından dolayı Konglomera ve kumtaşından oluşan birimler orta derecede duyarlıklı alanlar olarak değerlendirilmiştir. Bu şekilde bir değerlendirmede bünyelerinde yer yer kil taşı ve killi kireçtaşı bulundurmaları da etkili olmuştur (Ateş vd., 2004).

Orta Miyosen dönemine ait kumtaşı ve killi kireçtaşından oluşan birimler bünyelerinde kil bulundurmalarından dolayı yüksek duyarlıklı olarak değerlendirilmişlerdir.

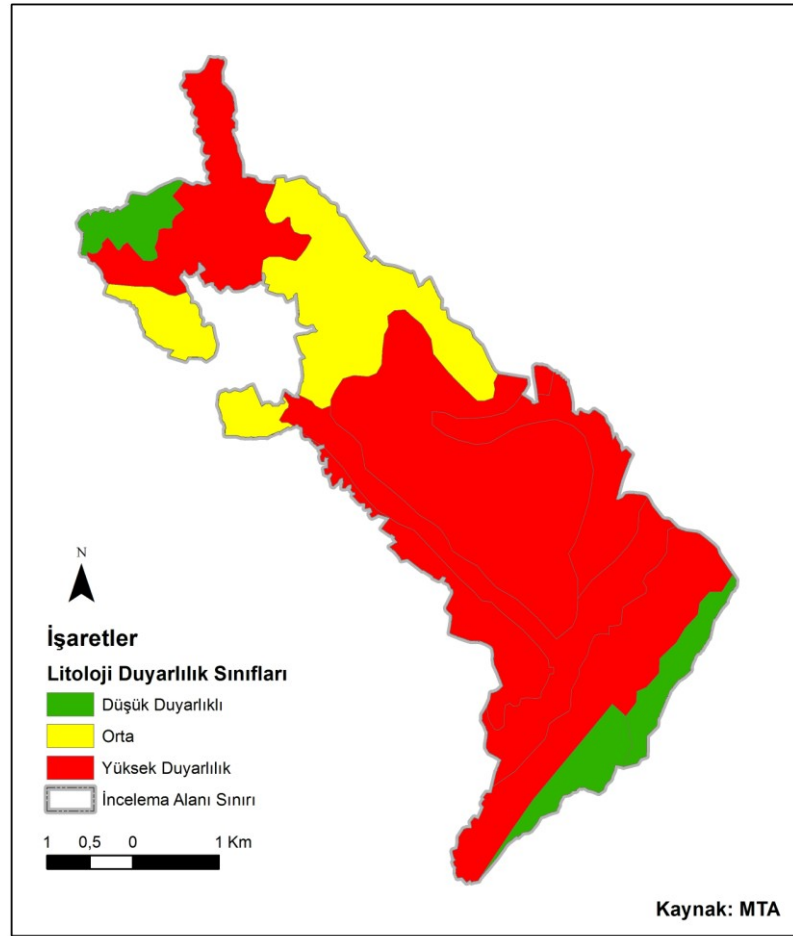
Orta Miyosen dönemine ait resifal kireçtaşından oluşan birimler kireçtaşının geçirgen olması bu sayede yüzey sularının kolayca yeraltına drene olmasına olanak sağlamasından dolayı çok düşük duyarlıklı olarak kabul edilmişlerdir.

Habibi Neccar Dağı'nın temelini oluşturan ve inceleme alanında çok sınırlı bir alanda görülen ofiyolitik seri olarak ta nitelendirilen peridotit ve serpantinden oluşan birimler orta sağlam ve sağlam dayanımlı, sert kaya özelliği göstermelerinden (Ateş vd., 2004) dolayı çok düşük duyarlıklı olarak kabul edilmişlerdir.

Alt Orta Eosen dönemine ait kireçtaşı ve detritik kireçtaşından oluşan birimler kireçtaşının yüzey sularının kolayca yeraltına drene etmesinden dolayı hemde diğer birimlerden yaşça daha eski olmalarından dolayı çok düşük duyarlıklı olarak kabul edilmişlerdir.

Tablo 17. İnceleme Alanındaki Litolojik Birimlerin Zemin Hareketi Duyarlılık Sınıfları ve Dereceleri

Litoloji Faktörü	Alan		Duyarlılık Değeri	Duyarlılık Sınıfı
	Km ²	%		
Alüvyon / Kuvaterner	2.50	11.63	5	Çok Yüksek Duyarlı
Göl Tabanı Çökelleri / Kuvaterner	0.60	2.79	5	Çok Yüksek Duyarlı
Birikinti Konisi ve Yamaç Döküntüsü Çökelleri / Kuvaterner	1.30	6.05	5	Çok Yüksek Duyarlı
Akarsu Taraçası Çökelleri / Kuvaterner	7.50	34.88	5	Çok Yüksek Duyarlı
Kumtaşı, killi kireçtaşı, kıltaşı / Pliyosen	5.80	26.98	5	Çok Yüksek Duyarlı
Konglomera, kumtaşı / Alt Miyosen	0.30	1.40	3	Orta Duyarlı
Kumtaşı, killi kireçtaşı / Orta Miyosen	2.50	11.63	4	Yüksek Duyarlı
Resifal Kireçtaşı / Orta Miyosen	1.00	4.65	1	Çok Düşük Duyarlı
Peridotit, serpantin / Üst Kretase	0.03	0.14	2	Düşük Duyarlı
Kireçtaşı, detritik kireçtaşı / Alt-Orta Eosen	0.05	0.23	1	Çok düşük duyarlı



Şekil 47 İnceleme alanındaki Litoloji Duyarlılık Sınıfları

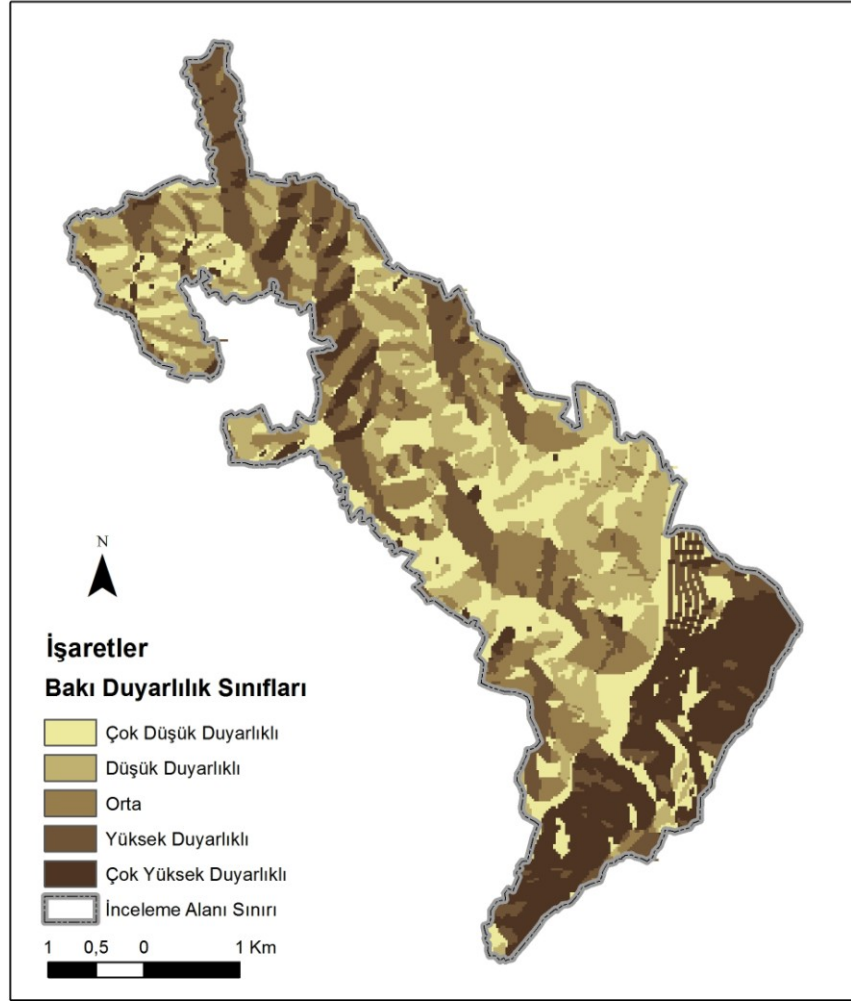
2.2.3.3. Bakı Faktörü

Zemin hareketlerine bakının etkisini ortaya koymak amacıyla inceleme alanına ait sayısal yükseklik modeli (DEM) verisi kullanılarak bakı haritası elde edilmiş ve duyarlılık değerleri atanmıştır. Bu değerlendirmeyi yaparken inceleme alanının bulunduğu Hatay-Kahramanmaraş grabeninin uzanış yönü, yerşekli özellikleri ve hâkim rüzgâr yönü gibi faktörler göz önüne alınmıştır (Tablo 18).

Tablo 18. İnceleme Alanının Bakı Özelliğine Göre Duyarlılık Sınıfları

Yön	Alan Km ²	Duyarlılık Sınıfı	Duyarlılık Derecesi
Kuzeybatı	2.55	Çok Yüksek Duyarlı	5
Doğu	3.33	Orta	3
Kuzeydoğu	2.49	Orta	3
Güneybatı	2.42	Çok Yüksek duyarlı	5
Batı	2.58	Duyarlı	4
Güney	2.06	Düşük Duyarlı	2
Güneydoğu	2.81	Yüksek Duyarlı	4
Kuzey	1.10	Yüksek Duyarlı	4
Düz	2.21	Çok Düşük Duyarlı	1

Tablo 18'e göre kuzeybatı, kuzey, batı ve güneydoğu yönleri duyarlılık derecesi yüksek alanlar olarak, düz alanlar ise çok düşük duyarlı olarak kabul edilmiştir. Duyarlılık değeri yüksek olan alanlar daha çok Habibi Neccar Dağı'nın yamaçları ve Mücavir Alandaki inceleme alanının kuzeybatı kesimlerine karşılık gelmektedir (Şekil 48).



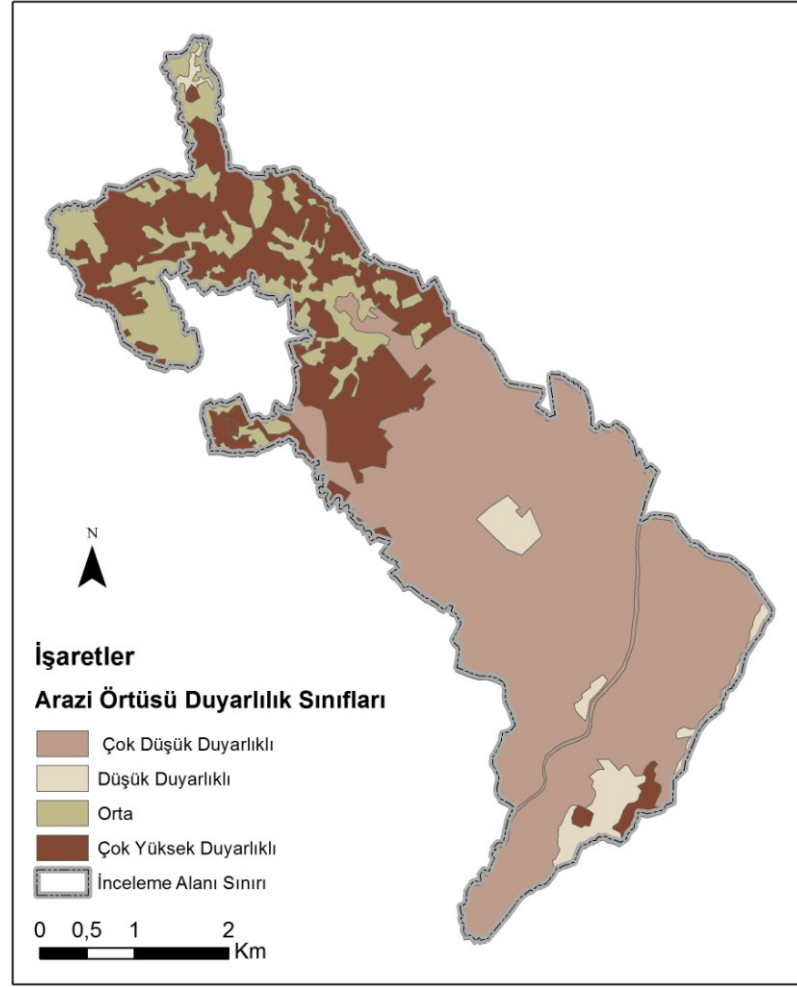
Şekil 48. İnceleme alanına Ait Bakı Duyarlılık Haritası

2.2.3.4. Arazi Örtüsü Faktörü

Bilindiği gibi ağaç ya da bitkilerin yaprakları suyu emme ve buharlaştırma özelliğinden dolayı yağışın süzülme etkisini azaltır. Bunun yanı sıra kökler, zemin içerisindeki suyu alarak terleme yoluyla buharlaştırır ve boşluk suyu basıncının azalmasına neden olurlar. Bu olaylar hidrolojik açıdan yamaçların duraylılığı üzerinde olumlu etkiler olarak sayılabilir. Kök ve gövdeler zemin yüzeyinin pürüzlülüğünü ve geçirgenliğini artırır. Böylece yüzeyden akan suyun zemin içerisine girişini kolaylaştırır. Ayrıca zemindeki nemin azalması, yüzeyde kuruma çatlakları oluşturur ve bu kuruma çatlaklarından zemin içerisine giren yağış suları boşluk suyu basıncının artmasına neden olur. Bu gibi faktörler de yamaçların

duraylılığını hidrolojik açıdan olumsuz etkilerler. Köklerin zemini güçlendirerek makaslama dayanımını artırması, bunun yanı sıra, yüzey ve yüzey altındaki tabakanın arasında bağlantı görevi görmesi mekanik açıdan yamaç duraylılığını olumlu etkilemektedir. Yamaçtaki ağaçların ağırlıkları yamaçtaki normal ve kayma gerilmelerini artırmaktadır. Gerilme artışları da yamaçtaki malzemenin stabilitesini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca, rüzgâr etkisi ile oluşan dinamik yükler bitkiler tarafından yamaca aktarılır. Bu olay da yamaç duraylılığını olumsuz etkilemektedir (Yalçın, 2005).

Yukarıda verilen bilgiden de anlaşıldığı gibi zemin hareketlerinin meydana gelmesinde arazi örtüsünün her iki yönde (Olumlu ve olumsuz) etkisi olmaktadır. Ancak, bir yamaçta zemin örtüsü varlığı, yamaçların stabilite halinde olduğunun dolaylı bir ifadesidir. Bitki örtüsünden yoksun eğimli yamaçlar ormanlara göre daha büyük duraysızlıklar göstermektedir (Anbalagan, 1992). Bu açıdan inceleme alanındaki zemin örtüsü değerlendirilirken bitki örtüsünün gür olduğu alanlar duyarlılık değeri düşük alanlar olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca yerleşme alanını bulunduğu alan genelde eğim değerlerinin de düşük olmasından dolayı çok düşük duyarlılık alanlar olarak değerlendirilmiştir. Tarım alanlarının ve boş alanların yağış sularının sızmasına olanak tanıyacak şekilde olmasından dolayı çok yüksek duyarlılık alanlar olarak değerlendirilmiştir. İnceleme alanına ait arazi örtüsü faktörünü belirlemek amacıyla 2010 yılına ait yüksek çözünürlüklü İkonos uydu görüntüsü kullanılmış 7 farklı örtü sınıfı kullanılmıştır. Arazi örtüsüne ait duyarlılık dereceleri ve kapladıkları alanlar tablo 19'da verilmiştir.



Şekil 49. İnceleme Alanına Ait Arazi Örtüsü Duyarlılık Haritası

Tablo 19. İnceleme alanındaki Zemin Örtüsünün Arazi Hareketlerine Duyarlılık Dereceleri

Kullanım	Alan (Km ²)	Alan %	Duyarlılık Derecesi
Yerleşim Alanı	13.05	60.69	1
Tarım Alanı	4.66	21.67	5
Orman Alanı	0.08	0.38	2
Boş Alan	0.67	3.12	5
Bahçe Alanı	2.65	12.32	3
Asi Nehri	0.15	0.70	1
Yeşil alanlar	0.24	1.12	2
Toplam	21.52	100	

Buna göre, Antakya ve çevresine ait arazi kullanım haritası aşağıdaki gibi oluşmaktadır. Haritaya göre duyarlı bölgeler batı ve kuzey batı yönünde yoğunluk göstermektedir. Bu alanlar Habibi Neccar Dağı'nın yamaçlarıyla Mücavir Alandaki alanlara karşılık gelmektedir (Şekil 49).

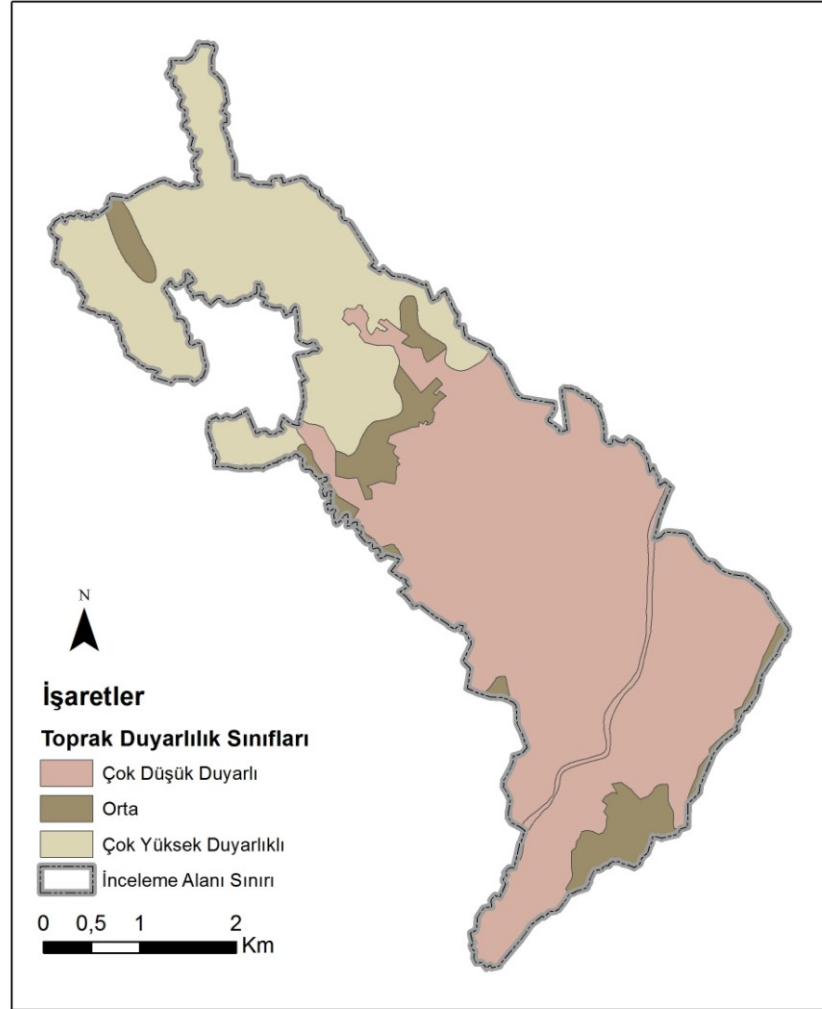
2.2.3.5. Toprak Tekstürü Faktörü

Bilindiği gibi toprağın kum, silt ve kil içeriğinin göreceli oranı toprak tekstürü olarak ifade edilir. Toprak tekstürü yüzey sularının sızma kapasitesini etkiler. Kaba taneli topraklardan ince taneli topraklara doğru geçirimsizlik azalmakta, bu durum ise arazi üzerinde değişik özelliklere neden olmaktadır. Çakıl ve kumlu topraklarda suyun sızması kolay, sızma kapasitesi yüksektir. Orta ve ince tekstürlü killi, siltli ve balçıklı topraklarda sızma kapasitesi düşüktür (Ekinci, 2011). Sızma kapasitesi düşük toprakların arazi kapasitesine ulaşma süreleri kısa olup zemin hareketlerine karşı duyarlılık gösterirler. Aşağıda inceleme alanına ait toprak örtüsü zemin hareketlerine etki derecelerine göre duyarlılık değerleri verilmiştir (Tablo 20).

Tablo 20. İnceleme alanındaki Toprakların Zemin Hareketleri Duyarlılık Dereceleri

Toprak Tekstürü	Duyarlılık Derecesi	Duyarlılık Durumu	Alanı (Km ²)
İnce	5	Çok Yüksek Duyarlıklılı	8.2
Orta	3	Orta Derecede Duyarlıklılı	0.33
Yerleşim Alanı	1	Çok Düşük Duyarlıklılı	12.86

Buna göre Habibi Neccar Dağı yamaçlarında orta derecede duyarlıklılı Mücavir Alanda çok yüksek duyarlıklılı alanlar geniş yer kaplamaktadır (Şekil 50).



Şekil 50. İnceleme Alanına Ait Toprakların Zemin Hareketleri Duyarlılık Sınıfları

2.2.3.6. Fay Hatlarına Uzaklık Faktörü

Bilindiği gibi fay hatları ve çevreleri, yeryüzünün zayıf ve hareketli bölgelerindendir. Ayrıca fay hatları boyunca zeminin geçirgenliği artmakta taşıma gücü ise azalmaktadır. Fayların kil ve benzeri minerallerle dolması halinde ise bu çeşit yapılar su ile temasa geçince şişerek hacim artışlarına neden olurlar. Dolayısıyla üzerine inşa edilen sistemler de deformasyona uğrarlar. Eğim değerlerinin fazla olduğu kırık ve fay düzlemleri boyunca zemin hareketleri için elverişli koşullar sağlanmış olur. Kırıklar boyunca özellikle kireçtaşı alanlarda erime boşlukları gelişir

ve yer altı sularının geçirimsiz seviyeler üzerinde depolanmasına neden olur. Kırıklar boyunca suların sızması içsel sürtünmenin azalmasına, koloidal arazi parçacıklarının sürüklenmesine ve dolayısıyla farklı oturmalara neden neden olur (Ekinci, 2011). Bu açıdan fay hatlarında meydana gelmiş çok sayıda deprem mevcuttur ve bu alanlar zemin hareketlerine duyarlılığın yüksek olduğu alanlar olarak kabul edilmektedir (Gemitzi et al., 2010). Ayrıca tektonizma hareketleri zemin hareketlerinin meydana gelmesinde tetikleyici rol oynar (Rozos, et al., 2010). Çünkü deprem sırasında oluşan sismik yatay ve düşey kuvvetler yamaçların stabilitesini bozarak kütle hareketlerinin meydana gelmesine neden olurlar (Arioğlu vd., 2000). Ayrıca depremler bazı zemin stabilite problemlerine de neden olmaktadır. Depremlerin yol açtığı bu zemin stabilite problemlerinden başlıcalarına örnek olarak, kohezyonsuz zeminlerin sıvılaşması sonucunda gözlenen akmalara, kil tabakaları içinde veya altında bulunan ince kum ve silt katmanlarında boşluk suyu basıncının artması veya sıvılaşma sonucunda üstünde yer alan kil tabakasının stabilitesini kaybederek kayması şeklindeki zemin hareketleri, kil katmanları içerisinde yer yer bulunan kum-silt mercceklerinde oluşan boşluk suyu değişimlerinden ve dağılımlarından ortaya çıkan zemin hareketleri, temel zemini oluşturan, rölatif sıkılığı az olan kum tabakalarının sıkılaşması veya göçmesi sonucu üzerinde yer alan dolgunun stabilite kaybına uğraması şeklindeki zemin hareketleridir (Arioğlu vd., 2000).

İnceleme alanına ait fay hatları haritasının oluşturulmasında MTA'nın 2003 yılında hazırladığı jeoloji haritasından yararlanılmıştır (Ateş vd.,2004). Fay hatları duyarlılık haritasını oluşturmak amacıyla 15, 30, 50 ve 100 metrelik duyarlılık zonları oluşturulmuştur. En yüksek duyarlılığa sahip olan 0-15 metre arasında kalan alanın toplam alandaki payı % 2.27 iken 100 metre üstünde kalan alanların payı % 86.49'dur (Tablo 21).

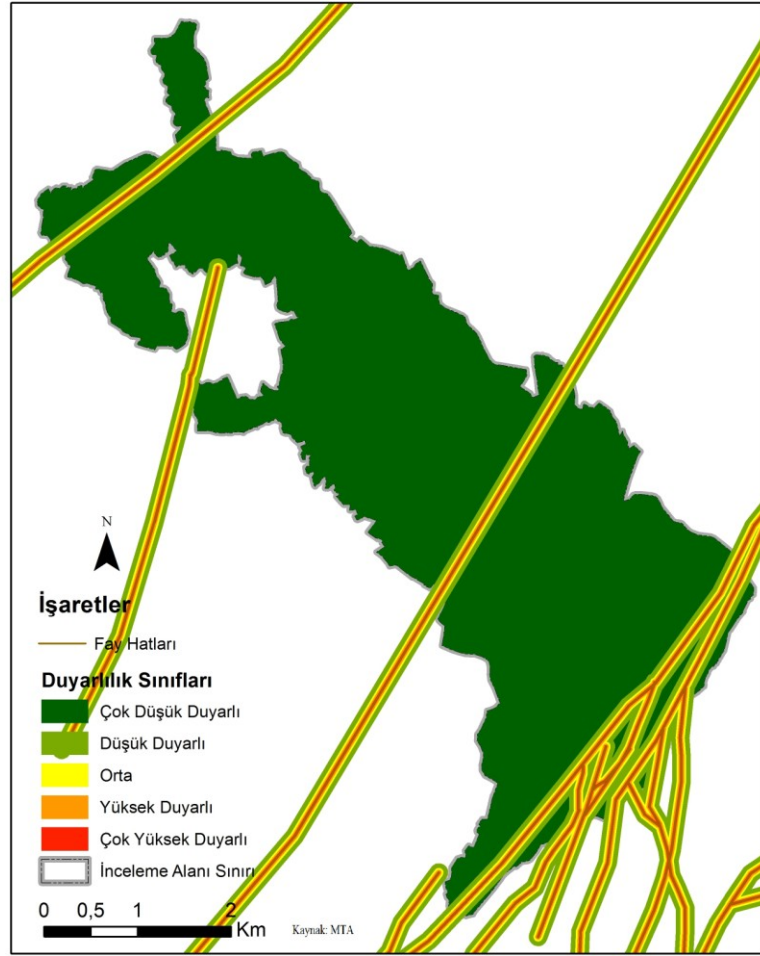
Tablo 21. İnceleme alanına Ait Fay Hatlarından Uzaklık Faktörü Değerleri

Uzaklık (m)	Kapladığı alan Km ²	Alan %	Duyarlılık değeri
0-15	0.49	2.27	5
15-30	0.48	2.22	4
30-50	0.61	2.83	3
50-100	1.33	6.17	2
100'ün üstü	18.61	86.49	1
Toplam	21.52	100	

Fay hatlarının inceleme alanının güneydoğu bölümlerinde yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 51). Hatay-Kahramanmaraş grabeninin doğu kesimini oluşturan bu alanlarda düşey atımlı fayların olması (Ateş vd.,2004) bu alanların yüksek duyarlılıklı alanlar olarak değerlendirilmesine neden olmuştur (Foto 38).



Foto 38. Fay Hattının Oluşturduğu Dikliklerin Yakınına Yapılan Binalar (Sümerler Mahallesi)



Şekil 51. İnceleme Alanına Ait Fay Hatlarına Uzaklık Duyarlılık Sınıfları Haritası

2.2.4. Analiz ve Değerlendirme

Zemin hareketleri oluşumunu hızlandıran ve kolaylaştıran koşullar altında gerçekleşir. Bu yüzden çalışmada etki dereceleri farklı olan bu parametreler belirlenerek sınıflandırılmaya tabi tutulmuş ve hücre sayısı 10 olan raster haritalar elde edilmiştir. Bu haritalar Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak analiz edilmiş ve inceleme alanına ait zemin hareketleri duyarlılık haritası oluşturulmuştur (Tablo 22). Bu haritaya göre inceleme alanında zemin hareketlerine yüksek ve çok yüksek duyarlılık alanlar 4.76 km² olup bu alanların toplam alana oranı % 22'dir. Ayrıca çok düşük ve düşük duyarlılık alanlar ise 12.71 km² olup, toplam alana oranı % 59.08'dir (Tablo 23). Yüksek duyarlılık alanlar şehrin güneydoğu ve kuzeybatı

kesimlerinde toplanmakta, şehrin orta kesimi daha düşük duyarlılık alanlardan oluşmaktadır (Şekil 52).

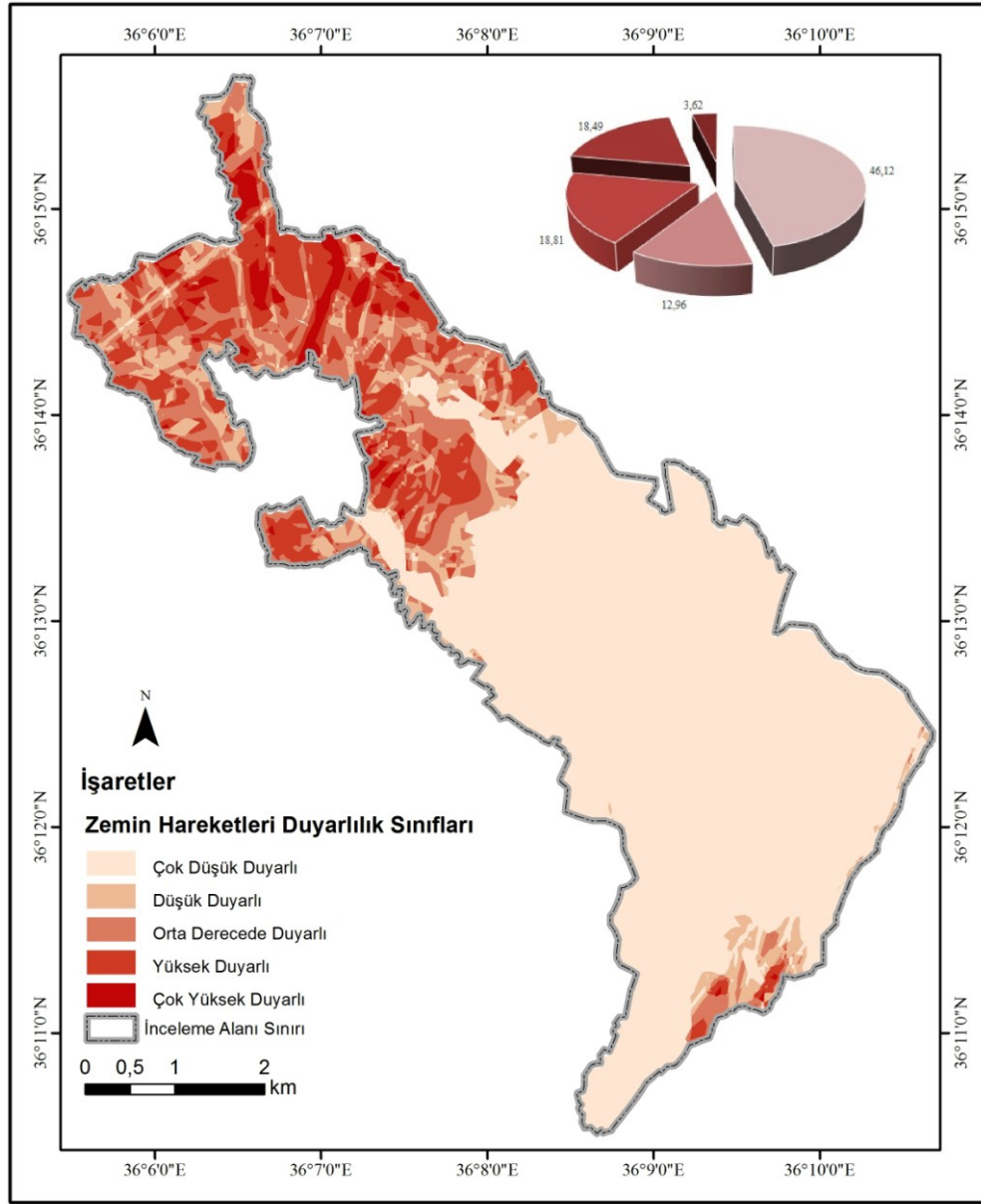
Tablo 22. Zemin Hareketleri Analizinde Kullanılan Parametreler

Faktör	Duyarlılık Sınıfı	Duyarlılık Değeri	CBS Değeri
Eğim	>10	1	10
	20	2	
	30	3	
	40	4	
	50<	5	
Litoloji	Alüvyon / Kuvaterner	5	10
	Göl Tabanı Çökelleri / Kuvaterner	5	
	Birikinti Konisi ve Yamaç Döküntüsü Çökelleri / Kuvaterner	5	
	Akarsu Taraçası Çökelleri / Kuvaterner	5	
	Kumtaşı, killi kireçtaşı, kıltaşı / Pliyosen	5	
	Konglomera, kumtaşı / Alt Miyosen	3	
	Kumtaşı, killi kireçtaşı / Orta Miyosen	4	
	Resifal Kireçtaşı / Orta Miyosen	1	
	Peridotit, serpantin / Üst Kretase	2	
	Kireçtaşı, detritik kireçtaşı / Alt-Orta Eosen	1	
Bakı	Kuzeybatı	5	3
	Doğu	3	
	Kuzeydoğu	3	
	Güneybatı	5	
	Batı	4	
	Güney	2	
	Güneydoğu	4	
	Kuzey	4	
	Düz	1	
Zemin Örtüsü	Yerleşim Alanı	1	5
	Tarım Alanı	5	
	Orman Alanı	2	
	Boş Alan	5	
	Bahçe Alanı	3	
	Asi Nehri	1	
	Yeşil alanlar	2	
Toprak Tekstürü	İnce	5	5
	Orta	3	
	Yerleşim Alanı	1	
Fay Hat. Uzaklık	0-15	5	8
	15-30	4	
	30-50	3	
	50-100	2	
	100'ün üstü	1	

Tablo 23. İnceleme Alanında Zemin Hareketine Duyarlı Alanların Oranları

Duyarlılık Derecesi	Alan	
	Km ²	%
Çok Düşük Duyarlılık	9.92	46.12
Düşük Duyarlılık	2.79	12.96
Orta Derecede Duyarlılık	4.05	18,81
Yüksek Duyarlılık	3.98	18.49
Çok Yüksek Duyarlılık	0.78	3.62
Toplam	21.52	100

Sonuç olarak, inceleme alanında zemin hareketine duyarlı alanlar yerleşimin olduğu aynı zamanda Habibi Neccar Dağı'nın yamaçlarına karşılık gelen alanla, şehrin yeni geliştiği mücavir alanda yoğunlaşmaktadır.



Şekil 52. İnceleme Alanına Ait Zemin Hareketleri Duyarlılık Haritası

2.2.5. Zemin Hareketleri Risk Analizi

İnceleme alanının zaman içerisinde duyarlı bölgelere doğru gelişmesi ve çeşitli şekillerde yamaçların doğal eğimlerinin bozulması yeni duyarlı bölgelerin oluşmasına, bu durum da zemin hareketi riskinin daha da artmasına neden olmaktadır. Bu açıdan zemin hareketlerinin inceleme alanı için ilerleyen dönemlerde artış gösteren bir sorun olması kaçınılmaz olacaktır.

İnceleme alanına ait zemin hareketleri risk haritasını oluşturmak amacıyla zemin hareketleri duyarlılık haritası, mahallelere göre nüfus haritası, çeşitli kamu ve özel kurumlar, ulaşım hatları ve yerleşim alanlarının gösterildiği haritalar kullanılmıştır. Analiz sonucunda genel anlamda kamu kurumlarının bulundukları yerlerin düşük riskli alanda olduğu görülür (Şekil 53). Ancak riskli ve yüksek riskli bölgelerde bazı önemli kamu kurumlarının olması söz konusudur. Örneğin bu riskli alanlardaki kamu kurumlarından birisi bir ilköğretim okuludur. Bu yaş grubundaki öğrencilerin bir olay anında organize edilmesi zor bir yaş grubu olmaları, olay yerinden kaçma ve kendini koruma yönünden zayıf olmaları riski daha da arttırmaktadır.

İnceleme alanında ulaşımda kullanılan İzmir Caddesi ve Kıbrıs Şehitleri Caddesi gibi ana yollardan bazılarının da riskli bölgelerde kalmaları afetlere müdahale etmede sorunlar yaşanmasına neden olabilir. Bu alanlarda zemin hareketlerini önleyici tedbirlerin alınması ve alternatif güzergâhların belirlenmesi gerekmektedir.

İnceleme alanına ait zemin hareketleri duyarlılık haritasıyla mahalle nüfus haritası karşılaştırıldığında nüfusun yoğun olduğu mahallelerden bazılarının risk altında olduğu görülmektedir. Risk durumu özellikle Sümerler Mahallesi'nde en fazladır. Bunun dışında Bağrıyanık Mahallesi'nin güneybatı kesimlerinde, Aksaray ve Saraykent mahallelerinin kuzeybatı kesimlerinde ve Altınçay mahallesinde kısıtlı bir alanda yaşayan nüfus yüksek risk altındadır (Şekil 54).

Bu mahallelerde yaşayan toplam nüfus 48.495 kişidir. Bu nüfus Antakya'nın toplam nüfusu içindeki payı % 22'dir. Yani nüfusun 5'te birinden fazlası bu risk altındadır. Mahalleler içinde en fazla zemin hareketi riski altındaki nüfus Sümerler Mahallesi'ndedir (Tablo 24).

İnceleme alanına ait yüksek risk taşıyan alanların olası bir zemin hareketinde çevresine olan etkisini belirlemek amacıyla yüksek duyarlılık taşıyan bölgelerin çevresine 500 metrelik etki zone oluşturulmuştur. Bu etki zonlarında yerleşim alanında kalan 2 sağlık kurumu (1 Kadın Doğum Hastanesi ve 1 Devlet Hastanesi), 1

adet ilköğretim okulu (Foto 39) şehiriçi ulaşım yolları ve çevreyolunun belirli kesimlerinin risk bölgeleri içinde kaldığı görülmektedir (Şekil 55).

Tablo 24. Zemin Hareketi Riski Altındaki Mahallelerin Nüfus Miktarları ve Toplam Nüfusa Oranları

Mahalle adı	Nüfus Miktarı (Kişi)	Yüzde %
Aksaray	9.094	4.13
Altınçay	9.358	4.25
Bağrıyanık	4.336	1.97
Saraykent	7.679	3.49
Sümerler	11.828	5.38
Köyler	6.200	2.82
Toplam	48.495	22.04

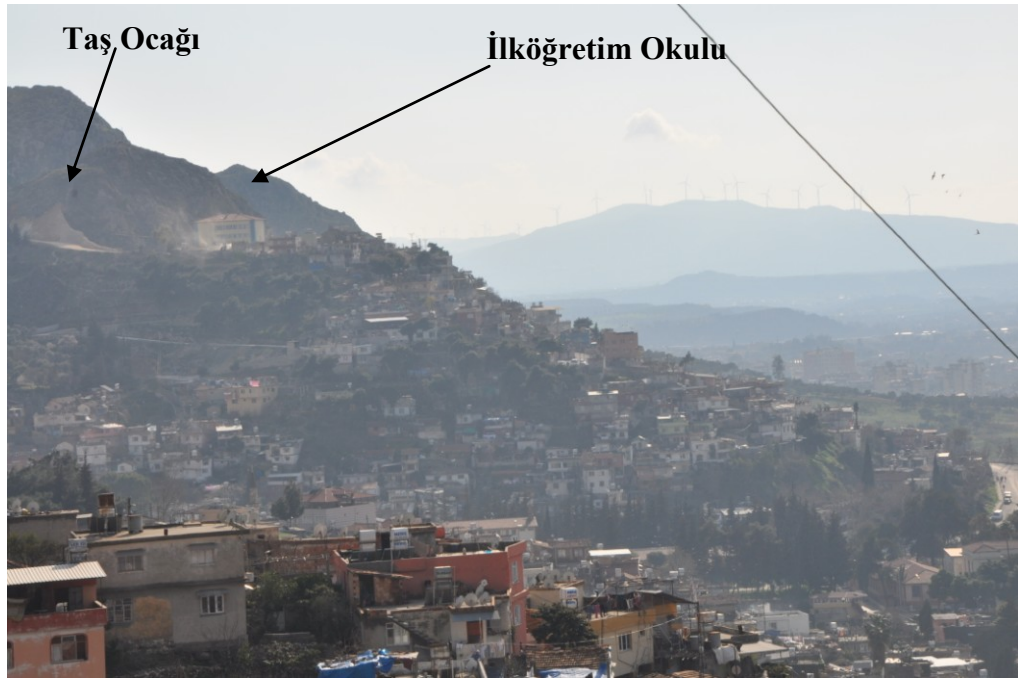
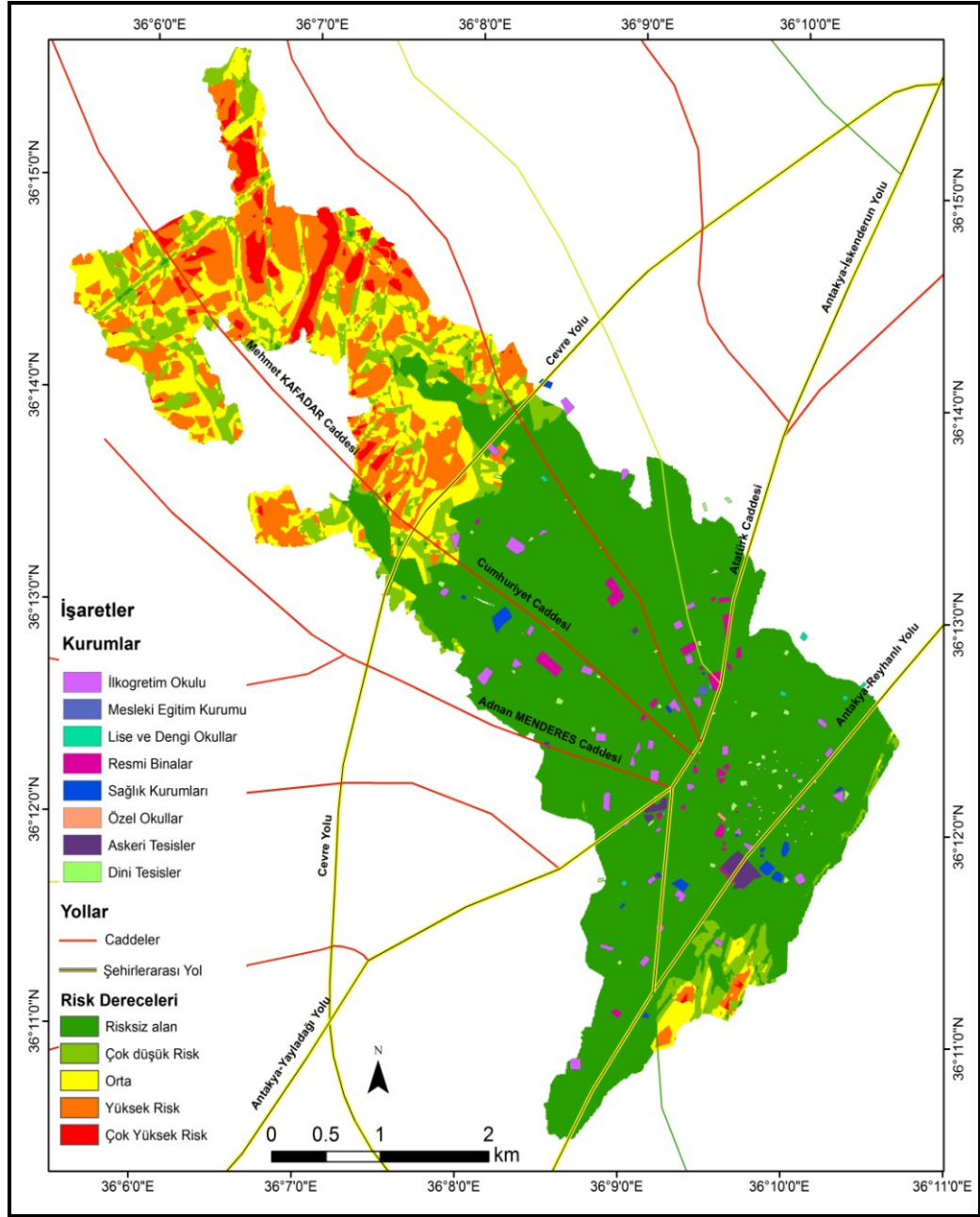
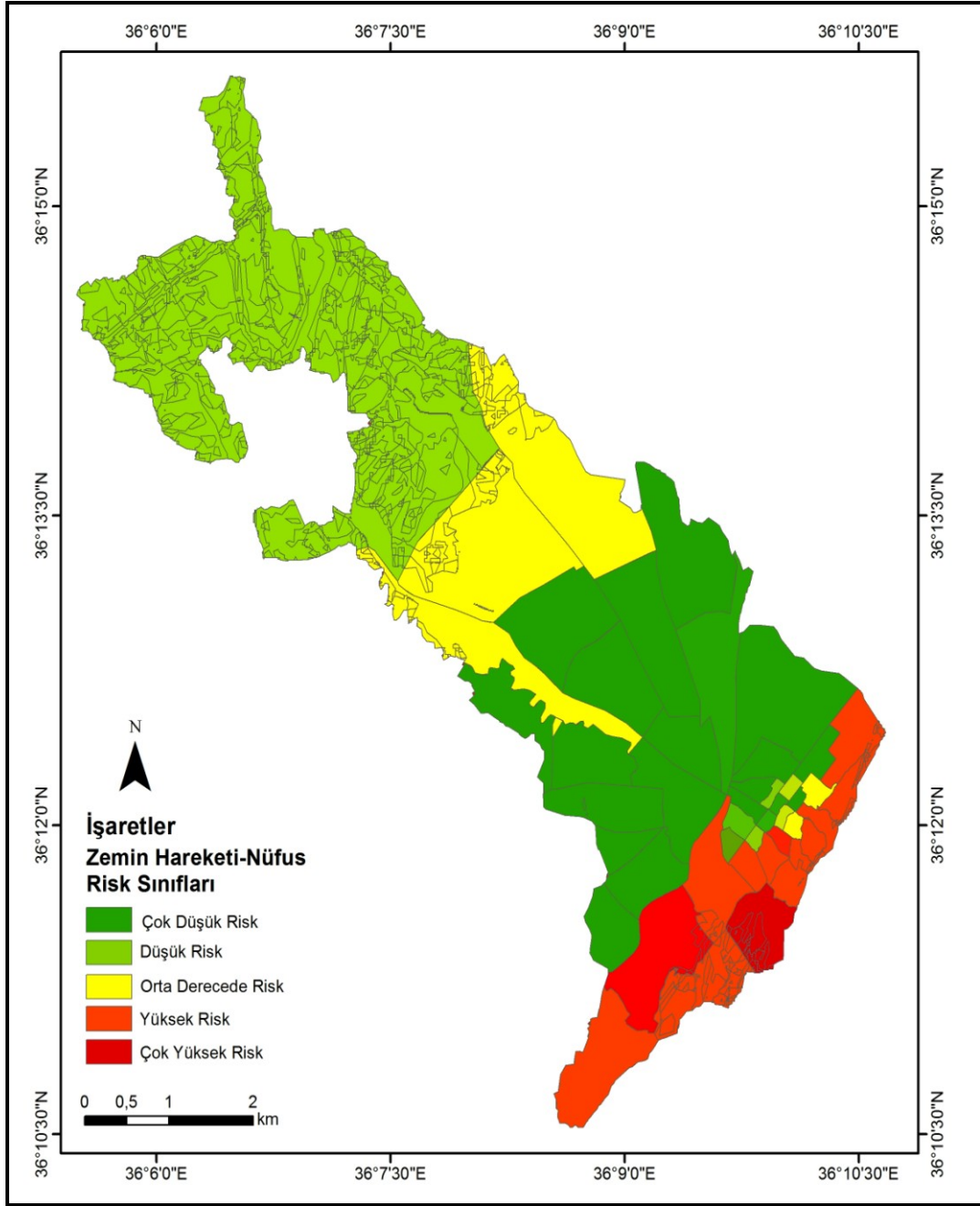


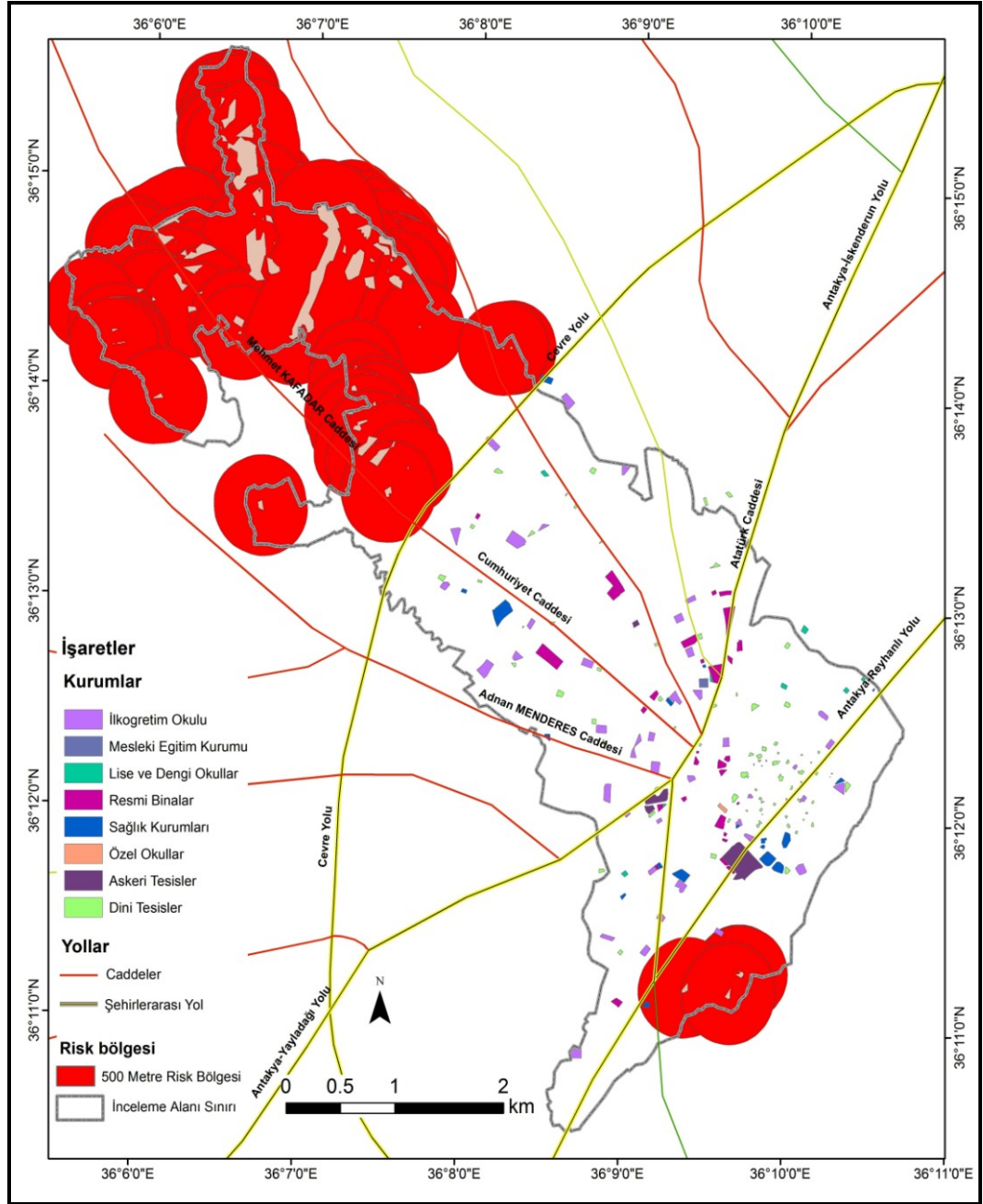
Foto 39. Yüksek Risk Taşıyan Bağrıyanık Mahallesindeki Bir İlköğretim Okulunun Konumu (Sol Arka Planda Yamaç Eğimini Bozan Taş Ocağı)



Şekil 53. İnceleme Alanında Zemin Hareketleri Risk Haritası



Şekil 54. İnceleme Alanının Zemin Hareketlerinin Nüfusa Göre Risk Haritası



şekil 55. İnceleme Alanındaki Çok Yüksek Zemin Hareketi Riski Taşıyan Alanların 500 Metrelik Etki Bölgeleri Haritası

2.3. İnceleme Alanının Deprem Özellikleri

Depremler, insanoğlunun ve onun kurmuş olduğu medeniyetlerin gelişimini büyük ölçüde etkileyen doğa olaylarındandır. Meydana geldiğinde insan hayatının kaybına neden olduğu gibi sosyal ve ekonomik çevreye de önemli zararlar vermektedir (Stanganelli, 2008). Bu yüzden yıkıcı depremlerin etkileri belirli bir süre sonra unutulsa da tarihsel süreçte hep önlem alınması gereken olaylar olma özelliğini korumuşlardır. Kaldı ki, depremler bir yeri sadece meydana getirdiği yıkımla etkilemezler; aynı zamanda bu yerlerin veya tesislerin bulunuşundan, işleyişinden ya da yapılış şeklinden kaynaklanan, deprem esnasında ve sonrasında oluşan yangın, patlama gibi olayların meydana gelmesiyle de etkilerler. Bu açıdan yerleşim alanlarının, ulaşım yollarının, sanayi tesislerinin ve barajlar gibi önem arz eden yapıların yerlerinin seçiminde son derece hassas olunması gerekmektedir. Ayrıca gelişen yerleşim alanlarının ve sanayi tesislerinin depreme duyarlı alanlara doğru gelişiminin engellenmesi meydana gelebilecek zararı önlemede son derece önemli bir etkiye sahiptir.

Deprem öncesinde, yer kabuğunda bir takım fiziksel değişikliklerin olduğu bilinmekle beraber, bunlar henüz, zamanında ve tam olarak saptanamamaktadır. Bu nedenle özellikle Türkiye gibi ana levha sistemleri ile parçalanmış olan ve dolayısıyla da yeryüzünün 1. derece aktif deprem kuşaklarında yer alan ülkelerde yapılması gereken şey, deprem sonucu meydana gelebilecek can ve mal kaybını en az düzeyde tutabilmenin yollarını arayıp bulmaktır (Hoşgören, 2007:37). Günümüzdeki teknolojik gelişmelerin geldiği düzeye rağmen depremin tam olarak ne zaman olacağı kestirilememektedir. Bu yüzden yerleşme alanlarının ve kamu yatırımları açısından önem arz eden baraj ve hastane gibi yapıların yerlerinin seçimi ve şehrin risk bölgeleri haritalarının çıkarılması ve kentin gelişiminin bu haritalara göre planlanması meydana gelecek zararı uzun vadede sıfıra indirgeyebilir (Bolt, 2008:268).

Depremin bir yere verebileceği zararı etkileyen birçok faktör vardır. Bu faktörler içerisinde en önemlisi insana ait olan beşeri faktörlerdir. Çünkü aynı magnitüde sahip iki deprem gelişmişlik düzeyi farklı olan yerlerde farklı sonuçlar

doğurabilmektedir. Böyle bir sonucun meydana gelmesinde insan eserlerinin dirençlerinin bölgeden bölgeye değişmesi etkilidir. Bunun için yapı şekline ve yapı malzemelerine ait özelliklerin de dikkate alınması gerekir (Erinç, 2002:231). Örneğin, 17 Ağustos 1999 tarihinde meydana gelen $M_s=7.4$ büyüklüğündeki Doğu Marmara (Gölcük) depreminde yaklaşık 16.000 kişi hayatını kaybetmesine karşılık, Japonya’da 2003 yılında meydana gelen $M=7.6$ ve $M=8$ büyüklüğündeki depremlerin ilkinde birkaç kişinin, ikincisinde ise sadece bir kişinin kalp krizi sonucu hayatını kaybetmesi (Demirci ve Karakuyu, 2004), deprem zararının sadece doğa afeti olarak değerlendirilmemesi gerektiğini kanıtlar niteliktedir.

Yıkıcı depremler yeryüzünde sık olarak görülmeyen ancak gerçekleştiği zamanlarda sonuçlarıyla ülkelerin başatme kabiliyetlerini zorlamış ve olumsuz yönde etkilemiştir (Daniell vd., 2011). Depremlerin önlenmeyen ve önceden tahmin edilemeyen afetlerden olması sadece 20. yüzyılda bu afetten 1.600.000 kişinin hayatını kaybetmesi ve trilyonlarca dolarlık ekonomik kaybın yaşanması depremlerin küresel anlamdaki boyutunu göstermektedir (Şahin ve Sipahioğlu, 2007:42).

Türkiye’nin dünyadaki 3 önemli deprem kuşağından birisi Olan Alp-Himalaya Deprem Kuşağı üzerinde yer alması ve yer yer kırıklı bir yer yapısına sahip olması geçmiş dönemlerden günümüze kadar birçok depremin meydana gelmesine neden olmuştur. Meydana gelen bu depremlerde binlerce kişinin hayatını kaybetmesi ve milyarlarca liralık maddi hasarın olması depremlerin Türkiye için nasıl bir tehdit olduğu hakkında bilgi vermektedir. Örneğin, 23 Ekim 2011’de 7.2 ve 9 Kasım 2011’de 5.6 şiddetinde iki depremle sarsılan Van’a bu iki depremin maliyeti basın bültenlerinde 5.5 milyar TL olarak belirtilmiştir (<http://www.bik.gov.tr/van-depreminin-maliyeti-55-milyar-haberi-13424/>).

2.3.1. İnceleme Alanının Geçmişteki Sismik Aktivitesi

İnceleme alanı tarihi devirlerde çevresindeki fayların etkilerine maruz kalarak birçok yıkıcı depreme sahne olmuştur. Bu nedenle Antakya ve yakın çevresi “Türkiye Deprem Bölgeleri” haritasında, birinci derecede deprem riski olan alanlar içinde yer almaktadır (Pampal, 1999:63; Bikçe vd., 2002:13; Korkmaz, 2006).

Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi verilerinden anlaşıldığı gibi (<http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/>) Antakya, tarihinde birçok deprem yaşanmıştır (Tablo 25 ve Şekil 56). Kaya ve Kızıllı (2009) Reşideddin tarafından kaleme alınan ve Zeki Velidi Togan tarafından yayımlanan Oğuz Destanı'nda Türklerin Antakya'ya "Batak (Batık) Şehir" dediklerini belirtmiştir (Kaya ve Kızıllı, 2009). Tarihsel süreçte inceleme alanıyla ilgili kayıtlarda Antakya'nın M.Ö. 69 tarihindeki depremde yıkıldığı ve harap olan şehrin tekrar onarıldığı belirtilmiştir (Gündüz, 2009:7). Bu tarihten sonra da Antakya'da birçok deprem olmuştur. Örneğin, M.S. 115'te meydana gelen şiddetli depremin Antakya ve Defne (Harbiye)'de büyük tahribat yaptığı, 365 yılında meydana gelen depremde şehrin vergiden muaf tutulduğu, 458 yılında meydana gelen depremde ise depremden sonra çıkan yangının felaketin boyutunu daha da arttırdığı, 29 Mayıs 525'te meydana gelen depremde ise şehrin tamamen tahrip olduğu belirtilmiştir. Ayrıca 528'te meydana gelen depremde hemen hemen bütün yapılar yıkılmış, halk şehri terk ederek dağlara kaçmıştır. Antakya'da 551, 557, 577 ve 588'de de depremler meydana gelmiştir (Gündüz, 2009:7). Mayıs 1406'daki depremde "evlerin, içinde yaşayan insanların üzerine yıkıldığı ve "sayısız insanın öldüğü" (Zachariadou, 2001:36), 10 Haziran 1537 depreminde ve 29 Mayıs 1538 depreminde birçok evin duvarının yıkıldığı, 25 Eylül 1738 depreminde kenti saran surların bir bölümünün ve birçok evin yıkıldığı (Ambraseys ve Finkel, 2003), 1759 depreminden sonra ise artçı sarsıntıların uzun süre devam ettiği belirtilmiştir. Antakya'da meydana gelen en son yıkıcı deprem olan 1872 depreminde oldukça fazla yıkım meydana geldiği, özellikle ağır çatılı evlerin harap olduğu belirtilmiş, aşağı kentle, daha az zarar görmüş yukarı kent arasındaki çelişki ortaya konularak bir yerleşme sorunu olduğu ilk kez belirtilmiştir (Zachariadou, 2001:36).

Tarihsel kayıtlarda da açıklandığı gibi inceleme alanında eski dönemlerde birçok deprem olmuş, bu depremlerde şehir yıkılmış ve yeniden inşa edilmek zorunda kalınmıştır. Bu depremlerin tarih içerisindeki sıralanışı, yoğunlaştığı ve suskunluk dönemleri incelendiğinde, MÖ 148 de başlayan yıkıcı depremler M.Ö. 37,64/69, MS 115 -110 -94, 396-394-340-334-272-245, 458, 588-577-561-557-528-526-506, 713, 865-859-847-835, 963, 1170-1169-1157-1114-1097-1091-1072-1068-1063-1053, 1287, 1408, 1615, 1822 (Ms ~ 7.5), 1872 (Ms ~ 7.2) ye kadar uzun

sessizlik dönemlerini takiben art arda gelen deprem kümeleriyle karakterize edilir (Tablo 25). Ancak depremlerin tarih içerisindeki bu sıralanışlarında göstermiş olduğu davranış tekdüze değildir. Kümelerin içindeki depremlerin birbirine olan zamansal yakınlıkları, bir ya da birkaç yıldan birkaç on yıla kadar değişmektedir. Kümeler arasındaki suskunluk dönemleri genellikle 110–130 yıl arasında değişmektedir. Bu aralıklar nadir olarak 200'lü yıllara çıkar ya da 70-90'lı yıllara iner (Saban, 2010). Şekil 58'de Antakya'da M.Ö 148'den günümüze kadar olan büyük depremlerin kümelenmeleri ve suskunluk dönemleri verilmiştir.

Tarihsel dönemlerde Antakya ve çevresinde meydana gelmiş deprem gibi önemli doğa olayları dönemin aydınları ve tacirleri tarafından dikkate alınarak kaydedilmiştir. Fakat birçok tarihsel belgede bölgenin yakın ve uzak çevresinde meydana gelen depremler, Antakya'nın da etkilenmesinde dolayı, sanki Antakya'da olmuş gibi anlatılmaktadır (Yüksel ve Esnaf, 1993). Bu durum tarihsel depremlerin tam anlamıyla sağlıklı bir şekilde değerlendirilmesini zorlaştıran bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca tarihsel depremlerin gözlemsel dış merkezleri özellikle belli yerleşim merkezlerinde kümelenmektedir. Oysa aletsel dönem deprem dış merkez dağılımları ise bölgedeki kırık sistemleriyle oldukça uyumlu olarak dağılım gösterirler (Yüksel ve Esnaf, 1993). Bu ise aletsel döneme ait ve bilimsel olan değerlendirmelerin daha gerçekçi ve objektif olduğu anlamına gelmektedir.

Sonuç olarak, geçmişte defalarca yıkıcı özelliğe sahip birçok sismik aktiviteye sahne olan Antakya'da en son yıkıcı deprem 1872 yılında olmuş o zamandan beri de ciddi bir sismik aktivite olmamıştır. Bu durum Antakya'da olası bir depreme sürekli olarak hazır olunması gerektiğinin en önemli nedenini oluşturmaktadır.

Tablo 25. İnceleme Alanında 1915’den İtibaren Meydana Gelen Depremler

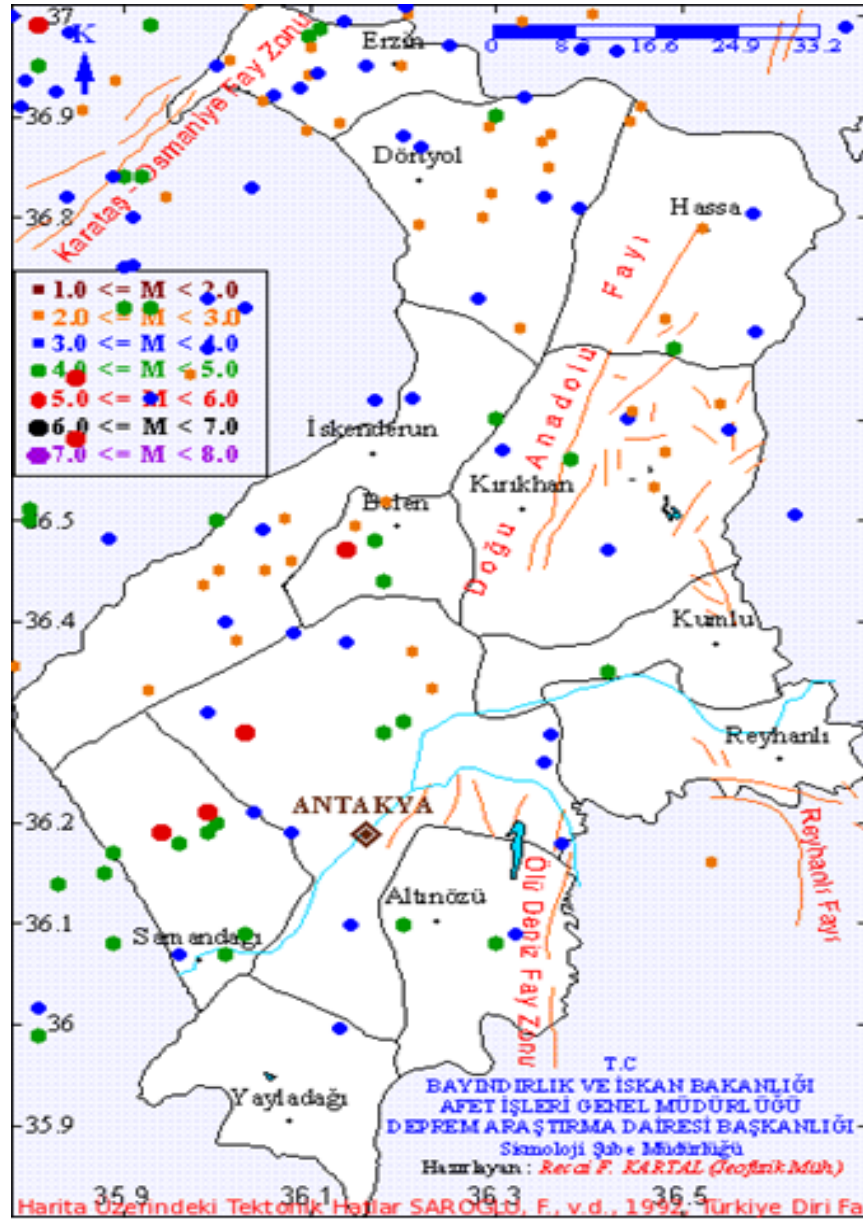
SN	Tarih	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Mb
1	12/25/1915	36.47	36.14	10	5.1
2	10.05.1921	36.40	35.20	30	5.4
3	3/17/1926	37.00	35.00	30	5.4
4	8/23/1928	36.50	36.00	35	4.9
5	5/16/1929	36.50	36.00	30	4.6
6	9/25/1933	37.00	35.50	30	5
7	6/14/1936	36.64	35.85	70	5.4
8	1/14/1950	36.50	35.80	30	4.6
9	04.08.1951	36.58	35.85	50	5.6
10	07.12.1951	36.60	36.30	30	4.9
11	08.05.1951	34.20	36.00	30	4.8
12	7/16/1956	35.72	36.01	100	4.6
13	02.02.1964	36.51	35.80	81	4.1
14	11/17/1964	36.81	35.33	4	4.5
15	04.01.1965	35.95	35.77	40	4.3
16	6/26/1966	36.84	35.92	58	4.5
17	3/26/1968	34.08	35.47	37	4.8
18	5/24/1969	36.82	35.31	44	4.4
19	11/30/1969	35.70	35.60	33	4.3
20	7/30/1970	34.40	35.50	33	4.8
21	01.01.1975	36.67	36.49	35	4.8
22	7/30/1976	36.71	35.90	58	4.3
23	01.02.1980	36.56	36.38	32	4.6
24	2/19/1981	36.35	36.42	52	4.6
25	2/24/1981	36.44	36.18	36	4.4
26	6/30/1981	36.17	35.89	63	4.7
27	11.09.1981	34.40	35.94	33	4.4
28	1/19/1982	35.93	35.61	46	4.5
29	02.11.1982	36.08	35.89	33	4.2
30	12/18/1984	35.29	35.32	39	4.6
31	6/16/1987	35.55	35.25	33	4.6
32	01.01.1988	36.35	35.47	10	4.5
33	08.03.1988	35.88	35.65	56	4.6

Tablo 25. Devam İnceleme Alanında 1915’den İtibaren Meydana Gelen Depremler

SN	Tarih	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Mb
34	6/24/1989	36.71	35.93	46	4.9
35	10/15/1989	36.85	35.78	10	4
36	11.06.1990	35.85	35.62	10	4.3
37	08.11.1991	36.15	35.90	42	4
38	8/14/1991	35.99	35.81	51	4.4
39	9/19/1991	36.14	35.83	10	4.2
40	03.09.1992	34.42	35.90	5	4.1
41	01.03.1994	36.99	35.81	38	5
42	02.10.1994	36.95	35.81	17	4.8
43	8/21/1994	35.66	35.59	10	4
44	8/21/1994	35.83	35.76	10	4.1
45	3/20/1996	36.88	36.07	37	4
46	06.04.1996	35.70	35.63	60	4
47	06.04.1996	35.85	35.55	6	4.1
48	06.04.1996	35.83	35.60	4	4
49	06.05.1996	35.81	35.70	24	4.5
50	6/18/1996	36.09	36.03	13	4.1
51	6/19/1996	36.07	36.01	23	4.4
52	8/15/1996	36.32	35.40	33	4
53	11/13/1996	36.98	36.10	9	4.1
54	01.06.1997	36.84	35.90	10	4.3
55	1/22/1997	36.19	35.94	45	5.3
56	1/22/1997	36.19	35.99	13	4.2
57	1/22/1997	36.21	35.99	10	5
58	1/22/1997	36.29	36.03	10	5.2
59	1/23/1997	36.29	36.18	25	4
60	1/23/1997	36.18	35.96	13	4
61	2/26/1997	36.26	36.17	13	4.1
62	10/30/1997	34.97	35.15	35	4.1
63	6/27/1998	36.85	35.32	47	5.8
64	6/27/1998	36.86	35.56	15	4
65	6/27/1998	36.94	35.69	8	4
66	6/27/1998	36.96	35.68	20	4.1
67	6/27/1998	36.86	35.50	10	4.2

Tablo 25. Devam İnceleme Alanında 1915’den İtibaren Meydana Gelen Depremler

SN	Tarih	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Mb
68	6/27/1998	36.73	35.63	10	4
69	6/28/1998	36.96	35.56	10	4.5
70	6/28/1998	36.98	35.59	10	4
71	07.04.1998	36.81	35.25	55	4.8
72	07.04.1998	36.83	35.48	57	4.2
73	7/15/1998	36.88	35.71	12	4.1
74	7/17/1998	36.73	36.01	4	4
75	8/24/1998	36.91	35.36	10	4
76	9/20/1998	36.93	35.40	10	4
77	9/22/1998	36.93	37.00	33	4
78	12.04.1998	36.94	35.54	28	4
79	05.05.1999	36.48	35.32	10	4.1
80	5/27/2000	36.14	35.21	36	4.3
81	5/30/2000	36.87	35.73	46	4.1
82	4/29/2001	36.47	35.60	3	4
83	10/18/2001	36.90	35.21	33	4.7
84	03.11.2002	36.69	36.04	9	4.4
85	11/22/2002	35.96	36.31	14	4
86	2/26/2003	35.78	36.32	17	4.4
87	3/25/2003	35.41	36.67	15	4.1
88	1/25/2005	36.65	35.23	24	4.1
89	7/24/2005	36.96	36.03	22	4.1



Şekil 56. İnceleme alanının Yakın Çevresinde Meydana Gelen Depremlerin Şiddetine Göre Dağılışı

Şekil 57. Antakya’da MÖ 148 ‘den Günümüze Kadar Olan Büyük Depremlerin Kümelenmesi ve Suskunluk Dönemleri (Saban, 2010’un Aktarımıyla Ersoy, 2005’ten)

1900	1872-1822	13. Deprem kümesi
1800		
		Suskunluk 117 yıl
1700	1615	12. Deprem kümesi
1600		
		Suskunluk 207 yıl
1500	1408	11. Deprem kümesi
1400		
		Suskunluk 121 yıl
1300	1287	10. Deprem kümesi
		Suskunluk 117 yıl
1200	1170-1169-1157-1114-1097-1091-1072-1068-1063-1053	9. Deprem kümesi 117 yıl
1100		
		Suskunluk 90 yıl
1000	963	8. Deprem kümesi
		Suskunluk 98 yıl
900	865-859-847-835	7. Deprem kümesi 30 yıl
800		
700	713	6. Deprem kümesi
		Suskunluk 125 yıl
600	588-577-561-557-528-526-506	5. Deprem kümesi 62 yıl
500		
		Suskunluk 66 yıl
	458	4. Deprem kümesi
400		Suskunluk 62 yıl
300	396-394-340-334-272-245	3. Deprem kümesi 151 yıl
200		
		Suskunluk 130 yıl
100	115-110-94	2. Deprem kümesi 21 yıl
MİLAT		Suskunluk 131 yıl
100	37-64/69-148	1. Deprem kümesi 111 yıl
200		

2.3.2. İnceleme Alanında Sismik Aktivitelerin Tekrarlanma Olasılığı

Günümüz teknolojik olanakları henüz depremleri gerçekleşmeden önce tespit edememektedir. Bu amaçla herhangi bir yerde olması beklenen depremin kesin olarak yeri, zamanı ve büyüklüğünün oluşmadan belirli bir süre önceden belirlenmesi, deprem kataloglarına giren eski depremler kullanılarak bazı istatistik yöntemlerle ortaya konmaya çalışılır. Bu amaçla kullanılan yaklaşımlardan birisi de depremlerin oluş düzenlerini belirleme çalışmasıdır (Pampal, 1999). Bu çalışmalarda olasılık hesaplamaları yardımıyla bir yerde gelecekte meydana gelebilecek depremler probabilistik olarak tespit edilebilir. Bu işlem, eskiden olmuş depremlere ait istatistiksel bilgileri kullanarak ileride beklenebilecek sismik etkinlik için belirli olasılık değerini saptama şeklinde yapılır (Yücemen, 2011). Tekrarlanan sismik aktiviteler gelecekteki depremlerin gerçekleşme olasılığını tahmin etmekte önemli ipuçları vermektedir(Crawford, 1998).

Doğa olaylarında meydana gelen aşırılıkların (Büyük depremler, ani seller, aşırı kar yağışları, fırtınalar, aşırı sıcaklıklar gibi..) ve piyasalarda meydana gelen büyük dalgalanmaların modellenebilmesi için uygun olasılık modellerinin geliştirilmesi ve bu olaylardan kaynaklanan riskleri değerlendirmesi amacıyla uç değer dağılımları iş analistleri ve mühendisler tarafından sıkça kullanılır (http://www.mathwave.com/articles/extreme-value-distributions.html#evd_gumbel).

Bu amaçla kullanılan yöntemlerden birisi de ekstrem değerlerin frekans analizinde en çok kullanılan teorik dağılım olan ve Gumbel dağılımı adıyla da bilinen Fisher-Tippet Tip I uç değerler dağılımıdır (Lopçu, 2007). Bu yöntem sıra istatistiklerinin bir dalıdır ve öncelikle bağımsız ve aynı dağılıma sahip rasgele değişkenlerin maksimum ve minimumlarının stokastik davranışları ile ilgilenir (Çelik, 2010). Gumbel uç değerler metodu belli bir bölgede belirlenen zaman aralıklarında en büyük magnitüd değerleri kullanılarak maksimum büyüklükte depremlerin tahmini oluşma olasılıklarını hesaplayan istatistiksel bir yaklaşımdır. Gumbel tarafından bulunan uç değerler teorisinin avantajı deprem verilerinin eksik olması durumunda da kullanılabilmesidir (Altınoğlu, 2005).

Bu metoda göre, Antakya şehrinde belirlenen en şiddetli deprem $I_o=X$ ($M=7.55$)'dir. Aletsel dönemde oluşan depremlerin en büyük magnitüdü ise $M=6.5$ 'dir. Bu durum bölgenin sismotektonik özellikleri ve risk analizleri duyarlılığını etkilemesi açısından dikkat çekicidir. Tarihsel döneme ait 2048 yıl içinde V şiddetli ve V'in üzerinde belirlenebilen 117 depremin 43 tanesi Antakya'yı gözlemsel dışmerkez olarak gösterir. Aletsel dönemde 86 yıllık zaman aralığında oluşan magnitüdü $M=4.2$ ve daha büyük 57 depremin 4 tanesinin dış merkezi Antakya'dır (Yüksel ve Esnaf, 1993).

Ayrıca, Antakya'da FTT-III olasılık dağılım metodu kullanılarak yapılan risk analizine göre tarihsel süreçte $I_o=V$ ve yukarısı olan depremlerin yinelenme periyodları $r=5.22$ yıl ve aletsel dönem için magnitüdüleri $M \geq 5.0$ olan depremlerin yinelenme periyodları ise $r=3.20$ yıldır. Tarihsel dönemlerde her 3 yıl ve 3 yılın üzerindeki zaman süreçlerinde $I_o \geq V$ olan depremler % 55'in üzerindeki olasılık ile aletsel dönem için, her 2 yıl ve 2 yılın üzerindeki zaman aralıklarında $M \geq 5.0$ olan depremler % 51'in üzerindeki olasılık ile yüksek deprem riski gösterir (Yüksel ve Esnaf, 1993).

İnceleme alanına ait bir başka çalışmada, magnitüdü $M= 5.5$ veya daha büyük olan bir depremin 25 yıllık bir süre içinde olma olasılığı % 83, dönüş periyodu ise 14 yıl olarak, $M= 7$ veya daha büyük olan bir depremin 75 yıllık bir süre içinde olma olasılığı % 63 ve dönüş periyodu da 78 yıl olarak tespit edilmiştir (Bikçe vd., 2009).

2.3.3. Yöntem

Günümüzde kentlerin cazibe merkezleri haline gelmesi nüfus çeken alanlar olmasına neden olmuştur. Ayrıca kentlerde sosyo-ekonomik koşulların iyi olması yeni konutların yapım sürecini hızlandırmıştır. Bu durum ise arsalara olan talebi arttırmış ve arsa fiyatlarını yükseltmiştir. Bu ise kentlerde her boşluğun bir şekilde değerlendirilmesi anlamına gelmektedir. Deprem tehlikesi olan yerleşim alanlarında da yerleşim alanları kurulmakta ya da geçmişte kurulmuş alanlar genişletilmektedir. Depremin vereceği zararı önlemek amacıyla deprem bölgesi olan alanların yerleşime kapatılması mümkün değildir. İyi bir planlama ve kontrollü bir yapılaşma sürecinden

geçirilerek, zararın çok az olabileceği koşulların sağlanmasını gerektirmektedir. Bu açıdan yerleşim alanlarında depreme bağlı zararın azaltılması için ileriye yönelik planlamalar ve hazırlıkların yapılması gerekmektedir. Yapılacak bu hazırlıklar meydana gelecek can ve mal kaybının azaltılmasına katkı sağlayacaktır. Planlama çalışmalarında Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak yerleşim alanlarının yönlendirilmesi depremin vereceği zarar minimize edilebilir. Ayrıca bu yerleşim alanlarında depremde meydana gelecek zararı etkileyebilecek beşeri nedenlerin de araştırılması olası riskin doğru yönetilmesini sağlayacaktır (ICSU, 2008).

Yerleşim alanlarında depreme yönelik duyarlı alanların tespiti konusunda birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden çalışma içerisinde, coğrafi bilgi sistemleri tabanlı olan çok kriterli karar verme analizi kullanılmıştır. Bu analiz, mekânsal veri ve öznitelikleri birleştirerek duyarlı alanların tespit edilmesinde kullanılmaktadır (Reveshty and Gharakhlou, 2010).

Çok kriterli karar verme yöntemi Coğrafi Bilgi Sistemi tabanlı mekânsal planlama ve yönetiminde kullanılan en etkili yöntemlerden biridir. Bu analiz, çevre planlama, ekoloji yönetimi, kentsel ve bölgesel planlama, hidroloji ve su kaynakları, orman ve ulaştırma alanlarında kullanıldığı gibi, tarım, doğal tehlike yönetimi, sağlık yatırımlarına kaynak ayırma gibi işlerde de karar ve yönetim aşamalarında kullanılır (Vahidniaa, 2008). Ayrıca Coğrafi Bilgi Sistemleri ve çok kriterli karar verme yönteminin birleşimi, yerleşime uygun arazilerin değerlendirilmesinde kullanılan güçlü bir yaklaşım olup, coğrafi olarak tanımlanmış temel birimlerin harita katmanları olarak değerlendirmesi amacıyla bir dizi kriterlerin belirlenmesini gerektirmektedir. Belirlenen bu kriterler uygunluk seviyesine göre sınıflandırılır ve her birisine bir ağırlık değeri verilir. Bu ağırlık değerleri karar verme konumunda olanların tercihlerine göre verildikten sonra haritalar birleştirilir (Şekil 58). Bu nedenle, çok kriterli karar verme analizinde sonucun elde edilmesinde ağırlıkların seçimi önemli etkiye sahiptir (Chen vd., 2009). Yapılan bu çalışmalarda, birden çok değerlendirme kriterinin bulunması farklı alternatiflerin değerlendirilmesini ve karşılaştırmasını mümkün kılar. Alternatif çözümlerin sıralanması, amaca uygun tüm hedefler ile ilgili daha iyi sonuç veren optimum çözümün tanımlanmasına imkan

verir (Caterino vd, 2008). Ayrıca bu analiz, yerleşim alanları içerisinde her zaman istenilen standartlara uygunlukta alan bulmanın zor olduğu, yerel koşulların göz önüne alınarak istenilen kriterlere en yakın alanların tercih edilmesinin gerektiği durumlarda (Çabuk vd., 2006), uygun iş alanlarının seçiminde birden fazla seçenek olduğu durumlarda, çevresel etkenlerle birlikte, güvenlik, ekolojik risk, ekonomik nedenler ya da insana olan etkileriyle ilgili kriterlerin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Pažek, vd.,2010).



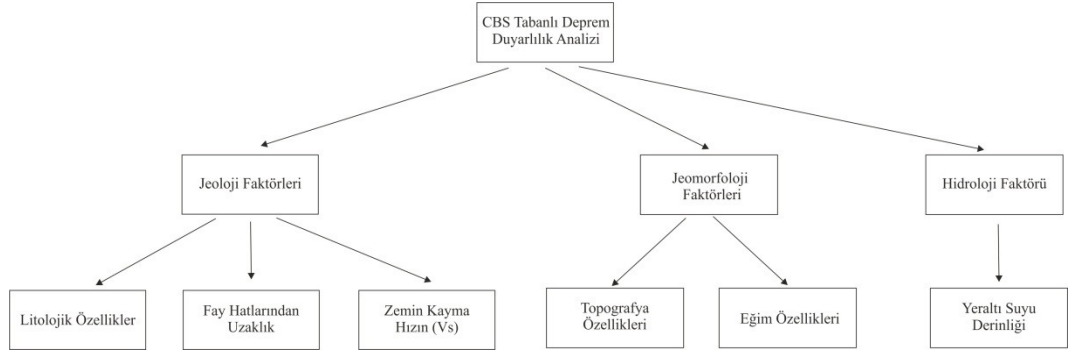
Şekil 58. Çok Kriterli Karar Verme Analizinde Yapılan İşlemler (Vahidniaa, 2008)

Çok kriterli karar verme analizi sonucunda elde edilen çıktının görsel özelliğinin olması ve görsel malzemenin karar vermede sağladığı yararlar göz önüne alınarak, inceleme alanına ait vektör haritalar oluşturulmuştur. Bu vektör haritalar hüre sayısı 10 olan raster haritalar haline dönüştürülerek Coğrafi Bilgi Sistemlerinde (CBS) çok kriterli karar verme analizine tabi tutulmuştur. Bu işlemi yapmak amacıyla kriterler belirlenmiş ve her kriter kendi içerisinde sınıflandırılmıştır. Ayrıca her faktör kendi içerisinde gruplandırılarak duyarlılık değerleri atanmıştır. Bu duyarlılık değerleri raster calculator'de çakıştırma işlemine tabi tutulmuştur. Sonuç olarak inceleme alanının depreme duyarlılık haritası elde edilmiştir.

2.3.4. İnceleme Alanında Depreme Duyarlılığı Etkileyen Faktörler

İnceleme alanında depreme duyarlılık alanların belirlenmesi üç ana başlık altında toplanmıştır. Bu başlıklardan jeoloji faktörleri; litolojik özellikler, fay

hatlarından uzaklık ve zemin kayma hızı (Vs), jeomorfoloji faktörleri topografya ve eğim özellikleri olacak şekilde alt başlıklara ayrılırken, hidroloji faktörü olarak yer altı suyu derinliği kullanılmıştır. Bu faktörler Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla bilgisayar ortamında sayısal raster haritalar haline getirilerek inceleme alanındaki depreme duyarlı alanların tespitinde kullanılmıştır (Şekil 59).



Şekil 59. İnceleme Alanına Ait Depreme Duyarlılık Analizinde Kullanılan Parametreler

2.3.4.1. Jeoloji Özellikleri

Jeoloji özellikleri adı altında Litoloji, Fay Hatlarından Uzaklık ve Zemin Kayma Hızı (Vs) faktörlerine değinilmiştir.

2.3.4.1.1. Litoloji Faktörü

Depremi verebileceği zararı etkileyen faktörlerden birisi de zeminin yapısıdır. Zeminin yapısı depremin şiddetine ve yaptığı hasarın üzerinde büyük ölçüde belirleyici rol oynar. Örneğin, katılaşım kayaları, kristalli şistler, mermerler ve yoğun kalkerler gibi sağlam kayalardan oluşan zeminler üzerinde deprem daha az zarar verir. Buna karşılık tüfler, kumlar, alüvyal kayalar, birikinti konileri, doldurulmuş sahalar gibi unsurları birbirine kuvvetle çimentolaşmamış veya tamamen gevşek depolardan oluşan zeminler üzerinde depremin etkisi çok daha fazla hissedilir. Ayrıca bu maddeler suya doymuş olduğu zaman yıkım daha da artar (Erinç, 2000:233).

Litoloji faktörü ortaya konulurken inceleme alanına ait zemini oluşturan kayacın yapısına göre değerlendirilmiştir. Değerlendirme işlemi Ateş vd., (2004), Selçuk (1985), ve kayaların dayanım özellikleri Korkmaz, (2006)'nın yapmış olduğu sınıflandırmaya göre yapılmıştır. Korkmaz (2006), zeminlerin sınıflandırılmasını; tektonik, litolojik, jeomorfolojik ve hidrojeolojik özelliklerin yanında litolojik birimlerin eklem, tabaka, fay, dokunak ve çatlak gibi özelliklerini ifade eden "süreksizlik yüzeyi tanımlamaları" nı kullanmıştır. Ayrıca, çelik bir pistonun, üzerinde ortalama 0,4 kg'lık ağırlık olan bir yayla bastırılarak kayacın yüzeyine darbe vurulması ve kayacın da mukavemetine (sertliğine, direncine) göre bu darbeye verdiği tepkiyi ortaya koyan "Schmidt çekici geri tepme sayıları" ve iki konik uç arasına yerleştirilen kayacın örneğinin 10-60 saniye arasında yenilmeye (deformasyona) uğramadan karşı koyduğu maksimum gerilimini gösteren "nokta yükü dayanımlarını" da dikkate almıştır. Litolojik birimlerin süreksizlik yüzeylerinin tanımlanmasını ve dayanımlılık derecesini ISRM (1981), Kaya zeminlerde Schmidt çekici geri tepme sayıları De Beer (1967) ve nokta yükü dayanımı Bieniawski (1975) ölçütlerine göre değerlendirmiştir (Korkmaz, 2006). Haritalama işlemi, MTA'nın 2004 ve 2008 yıllarında hazırlamış olduğu jeoloji haritalarına göre yapılmıştır. Litolojik birimlerin sağlamlığı göz önüne alınarak duyarlılık değerleri atanmıştır.

İnceleme alanında Asi Nehri'nin doğusuyla Habibi Neccar Dağı arasındaki alanda yer alan Kuvaterner'e ait alanlar alüvyonlar tutturulmamış blok, çakıl, kum, silt ve az kilden oluşur (Ateş, vd., 2004). Son derece zayıf zeminler olarak değerlendirilen (Korkmaz, 2006) bu alanlarda, aynı zamanda yeraltı suyunun yüksek olması sıvılaşma olasılığını arttırdığından yüksek duyarlılık alanları olarak değerlendirilmişlerdir.

Kuvaterner'e ait eski göl tabanı çökelleri, kurutulan amik gölünün, tatlı su fosil kavrıklarını içeren göl tortullarından oluşur. Bu çökeller bol kavrıklı, organik maddece zengin, kumlu kil ve killi çökellerden meydana gelir (Ateş vd., 2004). Gevşek malzemeden oluşan bu zeminler yüksek duyarlılık alanları olarak değerlendirilmişlerdir.

Kuvaterner'e ait Birikinti konisi çökelleri daha çok Habibi Neccar Dağı'nın yamaçlarında görülmekte, tutturulmamış, yer yer az tutturulmuş, siltli, killi, az yuvarlak, blok-çakıl ve kumdan oluşan birikinti konisi çökellerinden oluşmaktadır (Ateş, vd., 2004). Elle ufalanabilir malzemeden oluşan ve son derece zayıf bölgeler olduğu belirtilen (Korkmaz, 2006) bu alanlar yüksek duyarlıklı alanlar olarak değerlendirilmiştir.

Yamaç döküntüleri ise, elle ufalanabilen, tutturulmamış blok veya çakıl boyutunda malzemelerden oluşmaktadır. Habibi Neccar Dağı ile Asi Nehri vadisi arasındaki yamaç etekleri ve fay diklikleri önünde yer alan bu alanlar, inceleme alanındaki en zayıf zeminler arasında yer aldığı için (Ateş, vd., 2004 ; Korkmaz, 2006) yüksek duyarlı alanlar olarak değerlendirilmişlerdir.

Orta bölümde Asi Nehri'nin çevresinde geniş yer kaplayan Kuvaterner'e ait akarsu taraçası çökelleri akarsuların taşıdığı malzemenin, eğim azalması, debi azalması, yük fazlaşmasına bağlı olarak çökmesi sonucu oluşmuştur. Bu birimler tutturulmamış blok, çakıl, kum, silt ve az kilden oluşmakta, üzerinde genellikle alüvyal toprak, bazen de kolüvyal döküntü malzemesi bulunmaktadır. Bu çökeller, pliyosen ve öncesi yaşlı birimlerle uyumsuz, diğer akarsu çökelleri ile geçişlidir (Ateş, vd., 2004). Elle ufalanabilecek kadar gevşek malzemeden oluşan bu çökellerin olduğu alanların son derece zayıf zeminler olduğu belirtilmiş (Korkmaz, 2006), bu yüzden yüksek duyarlılıkta alanlar olarak değerlendirilmişlerdir.

Pliyosen'e ait kumtaşı, killi kalker ve kilitaşı ar dalanmasından oluşan birim, çakilitaşı silttaşı, killi kalker, jips ara düzeyli kumtaşı-kilitaşı ar dalanmasından oluşur. Egemen litoloji kumtaşı olup, çoğu yerde kumtaşı kilitaşı ar dalanması şeklinde kendini gösterir (Ateş, vd., 2004). Zayıf zeminler olarak belirtilen bu alanlar (Korkmaz, 2006) yüksek duyarlılıkta alanlar olarak değerlendirilmiştir.

Alt Miyosen'e ait, konglomera, kumtaşı ar dalanmasından oluşan formasyon genel olarak çakilitaşı ve kumtaşından oluşur. Çakilitaşı düzeyleri, farklı yaşlardaki formasyonlara ait köşeli-küt köşeli kireçtaşı ve ofiyolitlere ait blok ve çakıllıdır. Orta-kalın tabakalı, masif görünümlü karbonat çimentolu, seyrek çatlaklı eklemli orta

tutturulmuştur (Ateş, vd., 2004). Zayıf, orta sağlam zeminler olduğu belirtilen alanlar (Korkmaz, 2006) orta derecede duyarlıklı alanlar olarak değerlendirilmişlerdir.

Orta Miyosen'e ait Kumtaşı, killi kalker, silttaşı, kiltası ve marn ardalanmasından oluşan birimin tabanında merceksel geometrili resifal kalker, çakıl taşı ara düzeyli kumtaşı-silttaşı, üste doğru ise killi kireçtaşı-kil taşı ve marn görülmektedir. Bu tabakaların bazı alanlarda iki-üç seviyenin kendi içinde ardalandığı, bazen de tek bir seviyenin metrelerce kalınlıkta olduğu gözlenmiştir (Ateş, vd., 2004). Zayıf, orta sağlam zeminler olarak belirtilen bu alanlar (Korkmaz, 2006), düşük duyarlıklı alanlar olarak değerlendirilmişlerdir.

Orta Miyosen'e ait Resifal Kireçtaşı, Antakya'nın güneydoğusunda ve Mücavir alanda görülmektedir. Belirgin orta-kalın tabakalı, masif, seyrek eklemli-çatlaklı, çatlak ve eklem yüzeyleri erime izli, kovuklu, sıkı tutturulmuş, keskin köşeli kırıklı, kırılma yüzeyi pürüzlü, sert ve sağlamdır. Birimin üst seviyelerinde kiltası düzeyleri gözlenir (Selçuk, 1985). Orta sağlam, sağlam zeminler olduğu belirtilen bu alanlar (Korkmaz, 2006) düşük duyarlıklı alanlar olarak değerlendirilmişlerdir.

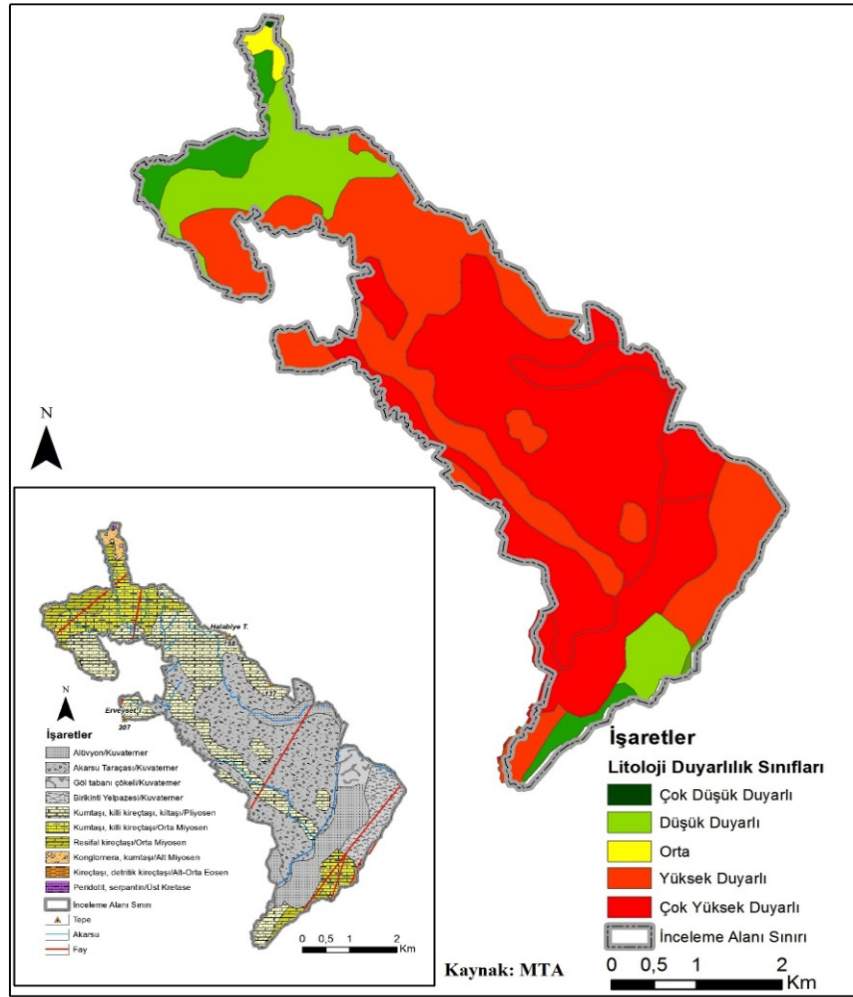
İnceleme alanına çok küçük bir alanda görülen Üst Kretase'ye ait Peridotit, serpantin, genel olarak sert, sağlam dayanımlı, sık çatlaklı ve eklemlidir. Genelde, dayanımlı olmasına karşın, makaslama zonları, yer yer killeşmiş, ayrılmış, az dayanımlı, ezik zonlu bir yapı sunar (Ateş vd., 2004). Orta sağlam, sağlam zeminler olduğu belirtilen bu alanlar (Korkmaz, 2006) düşük duyarlı alanlar olarak değerlendirilmişlerdir.

Alt-Orta Eosen'e ait araziler kalker, detritik kalkerden oluşur. Çörtlü kalker düzeyi, normal kalker düzeyine göre çok sert ve daha dayanımlıdır. Birim genel olarak, orta-kalın tabakalı, yer yer masif, seyrek eklemli, çatlaklı, keskin köşeli kırıklı, sert, sağlam dayanımlı kireçtaşından oluşur. Topografyada karstik görünümüyle diğer formasyonlardan kolaylıkla ayırt edilen (Selçuk, 1985) bu alanların, sağlam, çok sağlam zeminler olduğu belirtilmiş, bu yüzden düşük duyarlıklı alanlar (Korkmaz, 2006) olarak değerlendirilmişlerdir.

İnceleme alanına ait litoloji duyarlılık haritasına göre, yerleşim alanının önemli bir kısmı çok yüksek ve yüksek duyarlı bölgelerden oluşurken düşük duyarlılık alanlar daha çok mücavir alanda görülmektedir (Şekil 60). Yüksek duyarlılık ve duyarlılık alanlar inceleme alanının % 82.33'üne karşılık gelirken, düşük duyarlılık ve çok düşük duyarlılık alanlar ise ancak % 16.65'ine karşılık gelmektedir (Tablo 27). Bu durum inceleme alanındaki riskin boyutu hakkında önemli bilgiler vermektedir.

Tablo 26. Çalışma Alanına Ait Litolojik Birimlerin Özellikleri

Litoloji Faktörü	Alan		Duyarlılık Değeri	Duyarlılık Sınıfı
	km ²	%		
Alüvyon / Kuvaterner	2.50	11.63	5	Çok Yüksek Duyarlı
Göl Tabanı Çökelleri / Kuvaterner	0.60	2.79	5	Çok Yüksek Duyarlı
Birikinti Konisi Ve Yamaç Döküntüsü Çökelleri / Kuvaterner	1.30	6.05	5	Çok Yüksek Duyarlı
Akarsu Taraçası Çökelleri / Kuvaterner	7.50	34.88	5	Çok Yüksek Duyarlı
Kumtaşı, Killi Kireçtaşı, Kilitaşı / Pliyosen	5.80	26.98	4	Yüksek Duyarlı
Konglomera, Kumtaşı / Alt Miyosen	0.30	1.40	3	Orta Duyarlı
Kumtaşı, Killi Kireçtaşı / Orta Miyosen	2.50	11.63	3	Düşük Duyarlı
Resifal Kireçtaşı / Orta Miyosen	1.00	4.65	2	Düşük Duyarlı
Peridotit, Serpantin / Üst Kretase	0.03	0.14	2	Düşük Duyarlı
Kireçtaşı, Detritik Kireçtaşı / Alt-Orta Eosen	0.05	0.23	1	Çok Düşük Duyarlı



Şekil 60. İnceleme Alanına Ait Litoloji Duyarlılık Haritası

2.3.4.1.2. Fay Hatlarından Uzaklık Faktörü

Yeryüzünde deprem bölgelerinin fay hatlarına paralellik gösterdiği bilinen bir gerçektir. Ancak fayların asıl tehlikesi yerleşim alanları kurulmadan önce fark edilememesidir. Depreme bağlı yıkımın daha az olması için fayların önceden tespit edilip önlem alınması, binaların temel sistemleri ve statik hesaplamalarının ona göre yapılması gerekmektedir (Erguvanlı, 1995: 103).

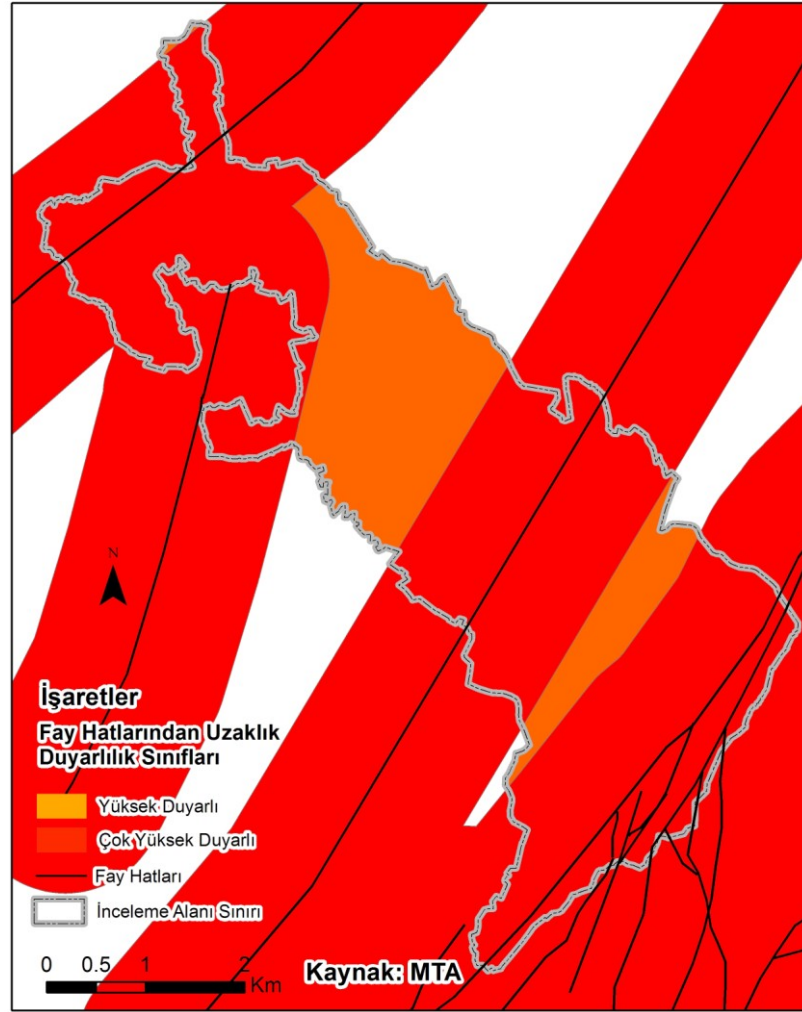
Fay hatlarına yakınlık depremin şiddetini artırır. İzoseist hatları fay hatlarını izleyen çıkıntılar meydana getirir (Erinç, 2002:233). Ancak depremin meydana getirdiği yıkım üzerinde fay hatlarına yakınlığın etkisi üzerinde farklı görüşler

mevcuttur. Örneğin bazı yazarlar fay hatlarına yakın yerlerde sarsıntının ve yıkımın daha fazla olduğunu söylerken (Erinç, 2000:233), bazı yazarlar depremin etkisinin fay yakınında çok şiddetli olacağına dair kesin bir kural olmadığını iddia etmişlerdir. Buna gerekçe olarak “bir faydan ne kadar uzaklaşırsa diğer faya o kadar yaklaşılr” ifadesini kullanmışlardır. Örnek olarak, 17 Ağustos İzmit körfezi ve 12 Kasım 1999 Düzce depremlerinde fayın her iki tarafından 50-100 metre uzaklıklarda bazı yerlerde önemli hasara rastlanılmamasını belirtmişlerdir (Demirtaş ve Erkmen, 2008:56). Yine de yazarlar arasında kabul gören genel düşünce, deprem şiddetinin fay hatlarının çevresinde en fazla olduğu fay hatlarından uzaklaştıkça depreme bağlı sarsıntı şiddetinin azaldığı şeklindedir. Çalışmadaki duyarlılık değerleri belirlenirken bu görüş benimsenmiştir.

İnceleme alanına ait fay hatlarının görünümü MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığının 2004 yılında yapmış olduğu “Antakya (Hatay) İl Merkezi ve Çevresinin Yerbilim Verileri” adlı çalışmadan alınarak sayısal ortama aktarılmıştır (Ateş, vd., 2004). Depremin fay hatlarına bağlı olan etkisini belirtmek amacıyla çalışma alanına ait fay hatlarına 1 km’lik tampon bölgeler oluşturulmuştur (Şekil 61). Bu bölgelerin inceleme alanında kapladıkları alanlar, yüzdelik değerleri, duyarlılık değerleri ve duyarlılık sınıfları ile ilgili bilgiler tablo 27’de gösterilmiştir. Tabloya göre, inceleme alanında fay hatlarına uzaklığa bağlı olarak çok yüksek duyarlıklılı alanlar inceleme alanının yaklaşık % 72’lik bölümüne karşılık gelmektedir (Tablo 27).

Tablo 27. İnceleme Alanına Ait Fay Hatlarına Uzaklık Faktörü

Fay Hatlarına Uzaklık Faktörü (Km)	Kapladığı Alan		Duyarlılık Derecesi	Duyarlılık Sınıfı
	Km ²	%		
< 1	15.48	72	5	Çok Yüksek Duyarlı
1 <	6.05	28	4	Yüksek Duyarlı



Şekil 61. İnceleme Alanına Ait Fay Hatlarından Uzaklık Faktörü Haritası

2.3.4.1.3. Zemin Kayma Hızı (V_s) Faktörü

Depremi gerçekleştirdiği esnada yer altında yayılan sismik dalgalar yeryüzüne ulaştıklarında titreşimler üretirler. Yeryüzündeki herhangi bir yerde bu titreşimlerin süresi ve büyüklüğü, depremin büyüklüğüne ve kaynağına olan uzaklığıyla ve yerel zemin koşullarına bağlıdır. Dalgalar yumuşak zeminlerde ilerlerken bu zeminler yeryüzünde gerçekleşen titreşimleri önemli ölçüde etkiler ve dalgaların genliklerinin artmasına neden olurlar. Diğer bir ifadeyle, bazı frekanslardaki sismik dalgalar ortam tarafından sönmülendirken, bazıları da büyütülür ve bu davranış biçimi zemin büyütmesi olarak adlandırılır. Zemin büyütme etkisi zemin-yapı etkileşimi açısından

çok önemli bir özellik olup, depreme duyarlı bölgelerde yapıların tasarımında bilinmesi gereken bir husustur (Ulusay, 2010).

Yerel zemin koşulları, deprem zararlarının ve etkilerinin dağılımında en önemli etkenlerden biridir. Deprem kaynağından aynı uzaklıkta bir bölgede iki farklı zemin yer hareketlerine farklı tepki gösterebilmektedir (Zor vd., 2007). Bu tepki farklılığı bir yerleşim alanında kısa mesafelerde farklı miktarlarda yıkımın meydana gelmesinde önemli derecede etkili olmaktadır. Çünkü depremin neden olduğu sarsıntısıyla ilgili etki, jeoloji ve zeminle ilişkili çok sayıda parametreye bağlıdır. Faydaki atım sonucu ortaya çıkan enerjinin yayıldığı her türlü malzeme, elastisite, azalım vb. özelliklere göre farklı tepkiler vermektedir. Süreksizlik yüzeylerinde deprem dalgalarının farklı kırılma, yansıma ve dağılma özellikleri zeminin farklı şekilde sarsılmasına neden olmaktadır (Demirtaş ve Erkmén, 2000: 281). Özellikle zeminin sert ve dayanıklı olması yıkımın azalmasına etki etmektedir. Yıkıcı depremlerle ilgili yapılan gözlemlerde depremin merkez üssünden aynı uzaklıkta yer almasına rağmen yumuşak zeminlerde yıkım sağlam zeminlere göre daha fazla olmuştur (Kienzle vd., 2006).

Zemin özelliklerinin tespitinde birçok yöntem kullanılmakla birlikte bunlar; hassas sismometreler kullanılarak büyütmeye amaçlı mikrotremör ölçümlerinin alınması, zemin çökellerinin tek boyutlu sayısal analizi ve kayma (s) dalgası hızını (V_s) esas alan büyütmeye faktörü hesaplama ilişkileridir (Ulusay, 2010).

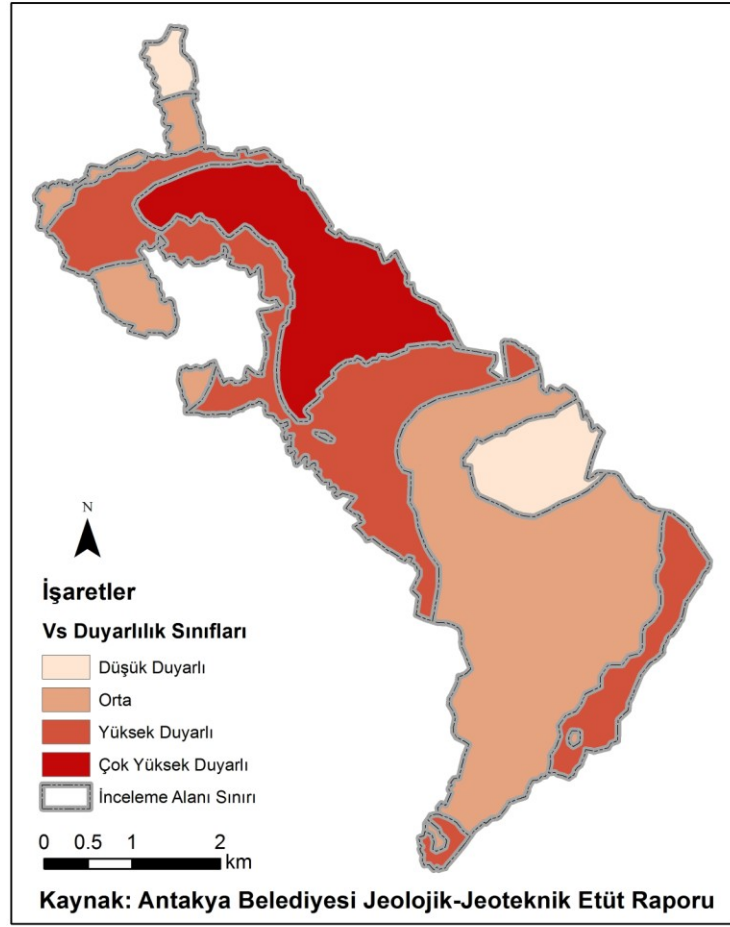
Kayma dalgası hızı (V_s), deprem yükleri sırasında zemin tabakalarının meydana getireceği büyütmelerin hesaplanmasında kullanılan en önemli dinamik zemin parametresidir. Zeminlerin rijitliği hakkında doğrudan bilgi verdiği için zemin davranışının belirlenmesi için yapılan büyütmeye analizlerinde direkt olarak kullanılır. Bu yüzden yerel zemin koşullarının büyütmeye üzerindeki değişiminin incelenmesinde, kayma dalgası hızının belirlenmesi ikinci aşama bölgelemede temel bir amaçtır. Zemin türü, derinlik ve jeolojik yük kayma dalgasının hızını etkileyen en temel faktörler olup bunlara bağlı olarak, efektif gerilme, aşırı konsolidasyon oranı ve boşluk oranı da doğrudan etkileyen başlıca faktörlerdir. Kayma dalgası hızının arazide açılan sondaj kuyularında yerinde ölçülmesi, jeoteknikte kullanılan kuyu içi

sismik deneyler ile gerçekleştirilir. Eşdeğer kayma dalgası hızı zemin profili boyunca ağırlıklı ortalamalara göre kayma dalgasının belirlendiği bir hesaplama yöntemi olup zemin rijitliğinin ifadesinde gerçekçi sonuçlar ortaya koymaktadır. Zemin rijitliğini ifade eden diğer parametrelerin büyütmenin bir göstergesi olarak temsil edilmesinde de eşdeğer hesap sonuçlarının kullanılmasının uygun olacağı bir gerçektir. Jeoteknik araştırmalarda kritik derinlik ilk 25 - 30 metre olduğu için, eşdeğer kayma dalgası hızının bu kritik derinlik boyunca hesaplanması doğru olur. Ancak unutulmaması gerekir ki farklı özellikte heterojen zeminlere sahip tabakalar için hesaplanan eşdeğer kayma dalgası hızının veya diğer rijitlik parametrelerinin tek başlarına büyütmenin bir göstergesi olarak ifade edilmeleri de her zaman uygun olmayabilir. Bu yüzden ifadelerde tabakaların birtakım üniform özelliklere sahip olduğu kabullerinin yapılması gerekmektedir (Gündüz, 2006).

İnceleme alanına ait Vs faktörü dağılımında “Antakya Belediyesi Jeofizik Etüt Raporu” na verilen ve 95 farklı noktadan alınan veriler kullanılmıştır (Antakya Belediyesi, 2006a; Antakya Belediyesi, 2006b). Rapordan elde edilen noktasal veriler kriging analizi yardımıyla alansal veri haline getirilerek sayısal ortama aktarılmıştır. Kriging analizi, kuvvetli yer hareketi parametrelerinin temel seviyede mekânsal dağılımlarını tahmin etmek için kullanılan bir analizdir (Shabestari vd, 2004). Bu analiz Antakya’ya ait Vs dağılım haritasının oluşturulmasında Arc GIS 10 jeostatistik analizi aracı (Tool) kullanılarak yapılmıştır. Bu haritaya göre inceleme alanında zemin kayma hızına göre farklı duyarlılıkta bölgeler tespit edilmiştir. Bu bölgelerin tespit edilmesinde ise “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar” ın belirtildiği yönetmeliğe göre zemin sınıflandırması kullanılmıştır (Tablo 28). Bu yönetmeliğe inceleme alanındaki zeminler çoğunlukla C ve D sınıfı zeminlerden oluşmaktadır (Şekil 62 ve Tablo 29).

Tablo 28. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslara Göre Zemin Sınıfları (<http://www.deprem.gov.tr/sarbis/Doc/Yonetmelik/DBYBHY-2007.pdf>)

Zemin Grubu	Zemin Grubu Tanıtımı	Kayma Dalgası Hızı m/s
A	1. Masif Volkanik Kayaçlar ve Ayrışmamış Sağlam Metamorfik Kayaçlar Sert Çimentolu Tortul Kayaçlar	>1000
	2. Çok Sıkı Kum ve Çakıl	>700
	3. Sert Kil ve Siltli Kil	>700
B	1. Tüf ve Aglomera Gibi Gevşek Volkanik Kayaçlar, Süreksizlik Düzlemleri Bulunan Ayrışmış Çimentolu Tortul Kayaçlar	700-1000
	2. Orta Sıkı Kum, Çakıl	400-700
	3. Katı Kil Ve Siltli Kil	300-700
C	1. Yumuşak Süreksizlik Düzlemleri Bulunan Çok Ayrışmış Metamorfik Kayaçlar ve Çimentolu Tortul Kayaçlar	400-700
	2. Orta Sıkı Kum, Çakıl	200-400
	3. Çok Katı Kil ve Siltli Kil	200-300
D	1. Yeraltı Su Seviyesinin Yüksek Olduğu Yumuşak Kalık Alüvyon Tabakaları	<200
	2. Gevşek Kum	<200
	3. Yumuşak Kil, Siltli Kil	<200



Şekil 62. İnceleme Alanına Ait Vs Duyarlılık Haritası

Tablo 29. İnceleme Alanının Vs Değerlerine Göre Duyarlılık Dereceleri

Duyarlılık Sınıfı	Duyarlılık Değeri	Alan (km ²)	Yüzde %
Çok Yüksek Duyarlı	5	0.23	1
Yüksek Duyarlı	4	0.17	0.8
Orta	3	5.23	24.3
Duyarlı	2	8.20	38.1
Düşük Duyarlı	1	7.71	35.8

2.3.4.2. Jeomorfolojik Özellikler

Jeomorfolojik faktörler altında Topografya ve Eğim faktörlerine değinilmiştir.

2.3.4.2.1. Topografya Faktörü

Jeomorfolojik özellikler depremin meydana getireceği yıkım üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Örneğin aynı malzemeden oluşan bölgelerde sırtlar, düz ovalık alanlara göre daha şiddetli sarsılırlar (Demirtaş ve Erkmen, 2000: 281). Bu durum farklı bir kaynaktan, dağlık bölgelerde meydana gelen yıkıcı depremlerde tepeler üzerinde yer alan binaların düz yerlerdeki binalara göre çok daha fazla hasara uğradığı şeklinde değerlendirilmiştir. Bununla birlikte deprem şiddetine topografya etkisi çalışmaları oldukça az sayıdadır. Gözlemsel ve teorik çalışma sonuçlarına göre genel olarak; gözlenen, tepelik yerlerde deprem dalgalarının büyüdüğü vadi tabanlarında ise küçüldüğü şeklindedir. Bu büyütme yatay bileşenlerde daha belirgin ve topografyanın eğimi, dalga geliş açısı ve yönü ile ilişkilidir (Gündüz, 2006).

Sismik açıdan hareketli bir alanda kurulmuş olan inceleme alanı jeomorfolojik açıdan da depremin şiddetini ve yıkım etkisini arttıran özelliklere sahiptir. Antakya Şehri'nde jeomorfolojik olarak en yüksek duyarlı sahaların başında birikinti yelpazeleri ile yamaç döküntüleri gelmektedir. Bu jeomorfolojik birimler, oluşumları ve karakterleri gereği, depreme karşı çok duyarlıdırlar.

Bu birimleri çeşitli özelliklerinden dolayı yüksek duyarlılık değeriyle ova tabanları takip etmektedir. Özellikle Asi Nehri'nin çevresinde kurulan yerleşim alanları ova tabanı şeklinde bir morfolojiye sahiptir. Bu alanlarda zeminin dayanıksız ve pekişmemiş bir yapıda olması, taban suyu seviyesinin yüksek olması deprem etkisini daha fazla hissetmelerini de beraberinde getirmektedir. Bu durumda bu sahalar yüksek duyarlılık sahalar olarak değerlendirilmiştir.

Jeomorfolojik birimler arasında geçişi sağlayan yamaçlar da yüksek duyarlılık alanları olarak değerlendirilmiştir. Bu jeomorfolojinin farklı birimlerini bağlaması ve eğim özellikleri açısından gösterdiği değişkenlik bu duyarlılık sınıfı altında gösterilmesinde belirleyici faktör olmuştur.

% 38’le en geniş yeri kaplarken; çok yüksek ve yüksek duyarlı alanlar ise yaklaşık olarak % 27’ye karşılık gelmektedir (Tablo 30).

Tablo 30. İnceleme Alanına Ait Jeomorfolojik Birimlerin Duyarlılık Sınıfları

Jeomorfoloji Faktörü	Kapladığı Alan		Duyarlılık değeri	Duyarlılık Sınıfı
	km ²	%		
Plato	5.00	23.26	1	Çok düşük duyarlı
Taraça	8.30	38.60	3	Orta duyarlı
Yamaç	4.80	22.33	4	Yüksek duyarlı
Ova	2.40	11.16	5	Çok yüksek duyarlı
Birikinti yelpazeleri	0.70	3.26	5	Çok yüksek duyarlı
Yamaç döküntüleri	0.30	1.40	5	Çok yüksek duyarlı

2.3.4.2.2 Eğim Faktörü

Bilindiği gibi yerleşim alanlarının kurulma ve gelişimi aşamalarında, eğim değerlerinin fazla olması bir takım kısıtlamalar oluşturmaktadır. Eğimin fazla olduğu yerlerde şehirleşme yavaşlamakta hatta durma aşamasına gelmektedir (Web-1).

Eğim değerlerinin fazla olması, deprem sırasında ikincil afetlere (zemin hareketleri gibi) neden olmaktadır. Ayrıca eğimin fazla olduğu yerlerde yapıların bir takım mühendislik yapılarıyla desteklenmesi gerekmektedir. Bu durum binalarda maliyeti arttıran bir durum olarak karşımıza çıktığı gibi, gerekli önlemlerin alınmaması yapıların olumsuz etkilenmesine neden olacaktır.

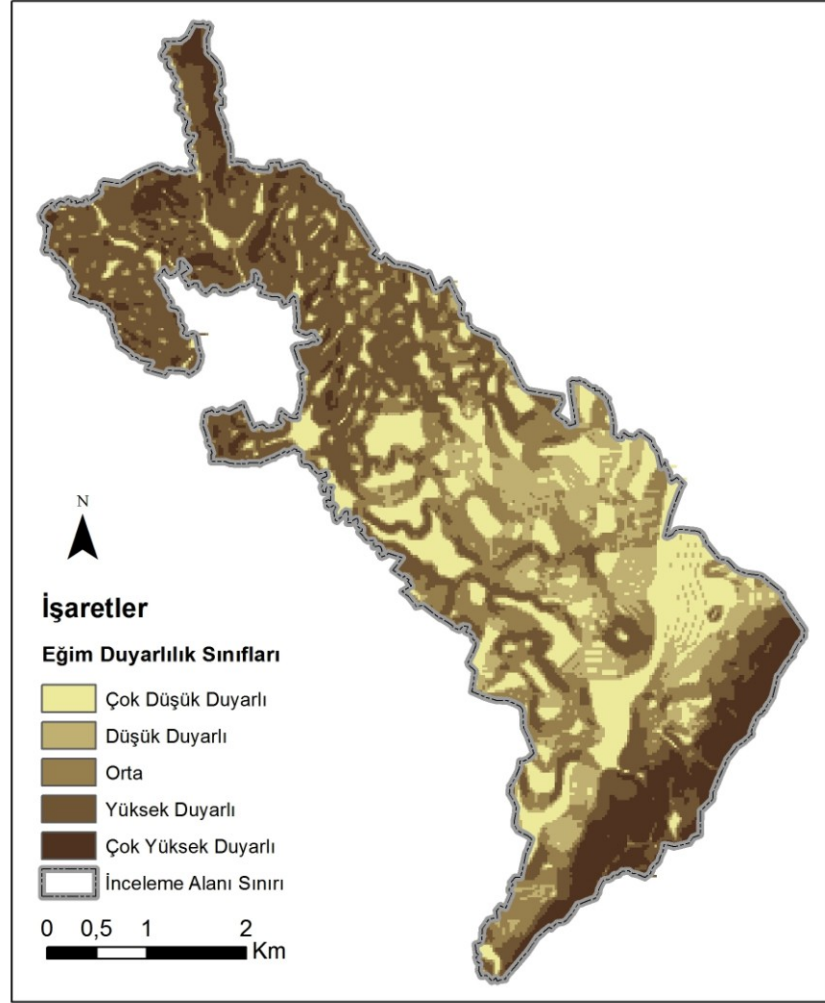
Deprem sırasında yapılar iki farklı kuvvete maruz kalırlar. Bu kuvvetlerden birisi deprem kuvveti iken diğeri deprem sırasında meydana gelen eylemsizlik (atalet) kuvvetidir. Eylemsizlik kuvvetinde duran veya sabit bir hızla hareket eden her cisim, kendini harekete geçirecek veya hızını değiştirecek herhangi bir dış kuvvete karşı ağırlığından dolayı bir direnme gösterir. Deprem kuvveti yapıları sağa sola hareket ettirirken, yapı aynı zamanda harekete karşı durarak direnme gösterir. Bunun sonucunda yapı esneyerek oynar (Pampal, 1999:155). Deprem sırasında eğimli yamaçlarda bulunan konutların bu iki kuvvetin yanında birde düşme

kuvvetine direnme göstermeleri gerekecektir. Yapı elemanları deprem sırasındaki esneme ve direnme kuvvetinin yanında bir de düşme kuvvetine karşı dayanamaz ise devrilme ve yıkılma olayları gerçekleşir. Bu durum eğimli yamaçlardaki konutların depreme karşı daha duyarlı olduğunu göstermektedir.

Yerleşim alanlarında topografik özelliklerin deprem şiddetine etkisine yönelik standart bir bilgi yoktur. Bu amaçla inceleme alanında eğim değerlerinin depreme olan etkisiyle, eğimin yerleşime etkisi aynı doğrultuda düşünülmüş bu amaçla McBride (1999) eğim değerlerini yerleşime uygunluk açısından değerlendirdiği çalışmadan yararlanılmıştır. İnceleme alanına ait eğim değerleri harita genel komutanlığından alınan 1:25.000’lik topografya haritalardan ve sayısal yükseklik modeli (DEM)’den elde edilmiş olup 5 farklı duyarlılık derecesine ayrılmıştır. Haritadan da anlaşıldığı üzere eğimli alanlar çalışma alanının doğu ve batı kesimlerin yer alırken orta kesimlerin genelde düz alanlarla kaplı olduğu görülmektedir (Şekil 64). İnceleme alanında eğim yönünden yüksek duyarlı ve çok yüksek duyarlı alanların payı % 35.35’e karşılık gelirken, orta derecede duyarlı alanların payı % 31.63’e düşük ve çok düşük duyarlı alanların payı ise % 33.02’dir (Tablo 32).

Tablo 31. İnceleme Alanındaki Eğim Değerleri ve Kapladıkları Alanlar

Eğim (%) Faktörü	Kapladığı Alan		Duyarlılık değeri	Duyarlılık Sınıfı
	km ²	%		
0-2	2.40	11.16	1	Çok Düşük Duyarlı
2-4	4.70	21.86	2	Düşük Duyarlı
4-8	6.80	31.63	3	Orta Derecede Duyarlı
8-24	5.80	26.98	4	Yüksek Duyarlı
24+	1.80	8.37	5	Çok Yüksek Duyarlı



Şekil 64. İnceleme Alanına Ait Eğim Duyarlılık Haritası

2.3.4.3. Hidrolojik özellikler

Hidrolojik özellikler altında depremin etkisini arttıran faktörlerden Yer Altı Suyu faktörüne değinilmiştir.

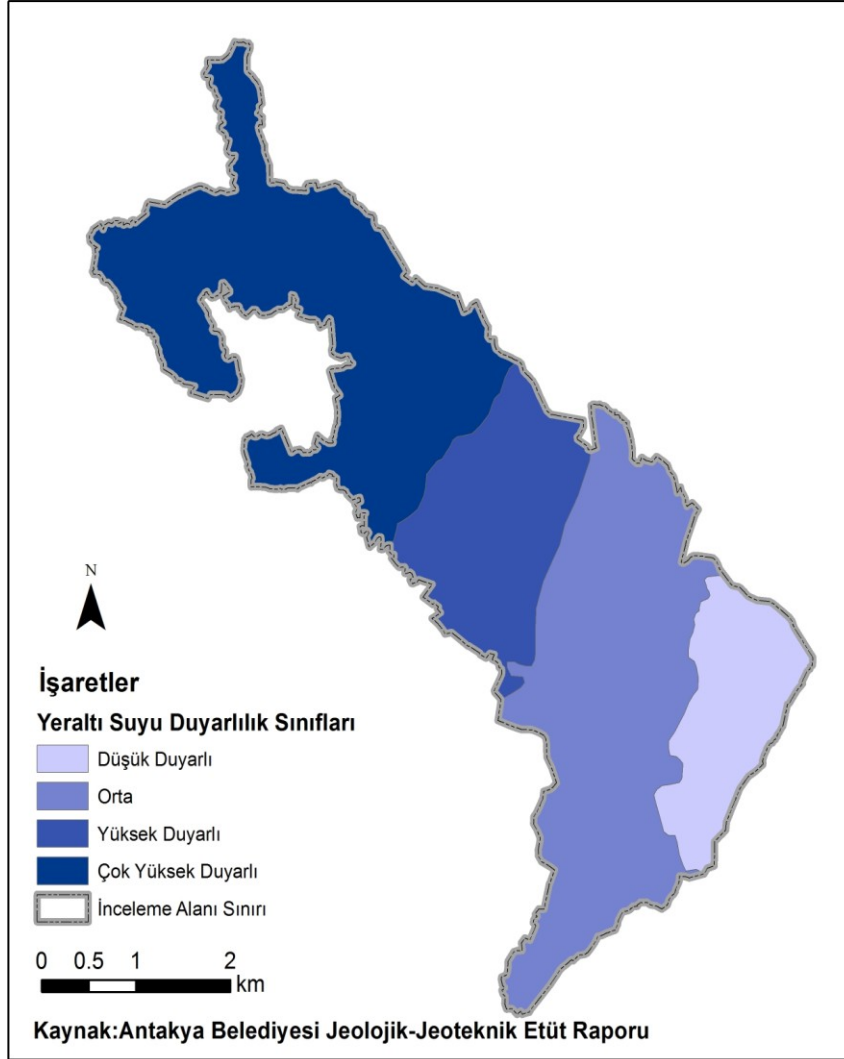
2.3.4.3.1. Yeraltı Suyu Faktörü

Depremde zararın boyutunu etkileyen faktörlerden birisi de yeraltı suyu seviyesinin yüksekliğidir. Yer altı suyu seviyesinin yüksek olmasının depremdeki yıkıma etkisi, binaların temellerine zarar vermesi (Al Sefry ve Şen, 2006) gibi dolaylı ve sıvılaşmaya neden olması (Gates ve Ritchie, 2007:149) gibi doğrudan

olabilmektedir. Özellikle, akarsuların taşkın ovası düzlüklerinde ve gölsel çökellerde yaygın olarak gözlenen sıvılaşma, genellikle orta ve büyük magnitudlü depremlerde, uygun ortam ve şartlarda gerçekleşerek (Demirtaş ve Erkmen, 2000:248), yerleşim alanlarındaki yıkımın artmasına neden olurlar.

Deprem sırasında meydana gelen sarsıntıya bağlı olarak zemini oluşturan taneler arasındaki basınç artar. Boşluk suyu basıncı denilen bu basıncın artması ve düşey basıncın azalması sonucu taneler arasındaki sürtünme kuvveti ortadan kalkar ve taneler suda yüzerek akmaya başlar. Bu olaya sıvılaşma denir (Kienzie, et al, 2006; Gates and Ritchie, 2007:149; Demirtaş ve Erkmen, 2000:267; Mhaske and Choudhury, 2010). Sıvılaşma depremin oluşturduğu ani şok sonucu toprağın makaslanmaya karşı direncini yitirdiği bir durum olup, sıvılaşma sonucu zeminden kum fışkırmaları, binalarda çökme yana yatma ve yıkılma olayları gerçekleşmektedir (Bolt, 2004:317; Mhaske and Choudhury, 2010). Bu durumda yapılan bina ne kadar sağlam olursa olsun yapım aşamasında sıvılaşma durumu göz önüne alınmadığında zararın boyutu daha da artar. Yer altı suyunun yüksek olmasının deprem zararını arttırıcı etkisinden dolayı, inceleme alanında yeraltı suyunun yüksek olduğu yerler duyarlılığı yüksek alanlar olarak değerlendirilmiştir.

İnceleme alanında yeraltı suyu faktörü haritasını oluşturmak amacıyla Antakya Belediyesi Jeofizik Etüt Raporlarına ait veriler kullanılmıştır (Antakya Belediyesi, 2006). Bu veriler sayısal ortama aktarılmış ve Arc GIS 10 yazılımı jeostatistik analizi aracı yardımıyla kriging analizi uygulanmıştır. Bu analiz, bilinen yakın noktalardan alınan verileri kullanarak, diğer noktalardaki optimum değerleri kestiren bir enterpolasyon metodu olup (Yaprak ve Arslan, 2008), Antakya'ya ait yeraltı suyu haritasının oluşturulmasında kullanılmıştır (Şekil 65).



Şekil 65. İnceleme Alanına Ait Yer Altı Suyu Duyarlılık Haritası

Haritadan elde edilen verilere göre inceleme alanında yeraltı suyu seviyesi bakımından yüksek duyarlı alanlar % 37,65’lik bir paya sahipken, yüksek duyarlılık alanlar %16,43, orta ve düşük derecede duyarlı alanlar ise % 45,92’lik bir paya sahiptir (Tablo 32).

Tablo 32. İnceleme alanına Ait Yer Altı Suyu Özellikleri

Yeraltı Suyu Faktörü (m)	Alan		Duyarlılık	Duyarlılık
	km ²	%	Değeri	Sınıfı
0 - 2	8.11	37.65	5	Çok yüksek duyarlıklılı
2 - 4	3.54	16.43	4	Yüksek duyarlıklılı
4 - 6	7.37	34.22	3	Orta duyarlıklılı
6 +	2.52	11.70	2	Düşük duyarlıklılı

2.3.5. Analiz ve Değerlendirme

Depreme duyarlı bölgelerin tespiti amacıyla tablo 33'deki parametreler kullanılarak yapılan analizde inceleme alanının depreme duyarlılık dereceleri düşükten çok yüksek duyarlıklılıya doğru sıralanmıştır. Bu işlem sırasında çalışma içerisindeki tasnife bağlı kalınmıştır. Belirlenen parametrelerin çok kriterli karar verme analizi kapsamında değerlendirilerek Antakya'nın Depreme duyarlılık haritası elde edilmiştir (Şekil 66).

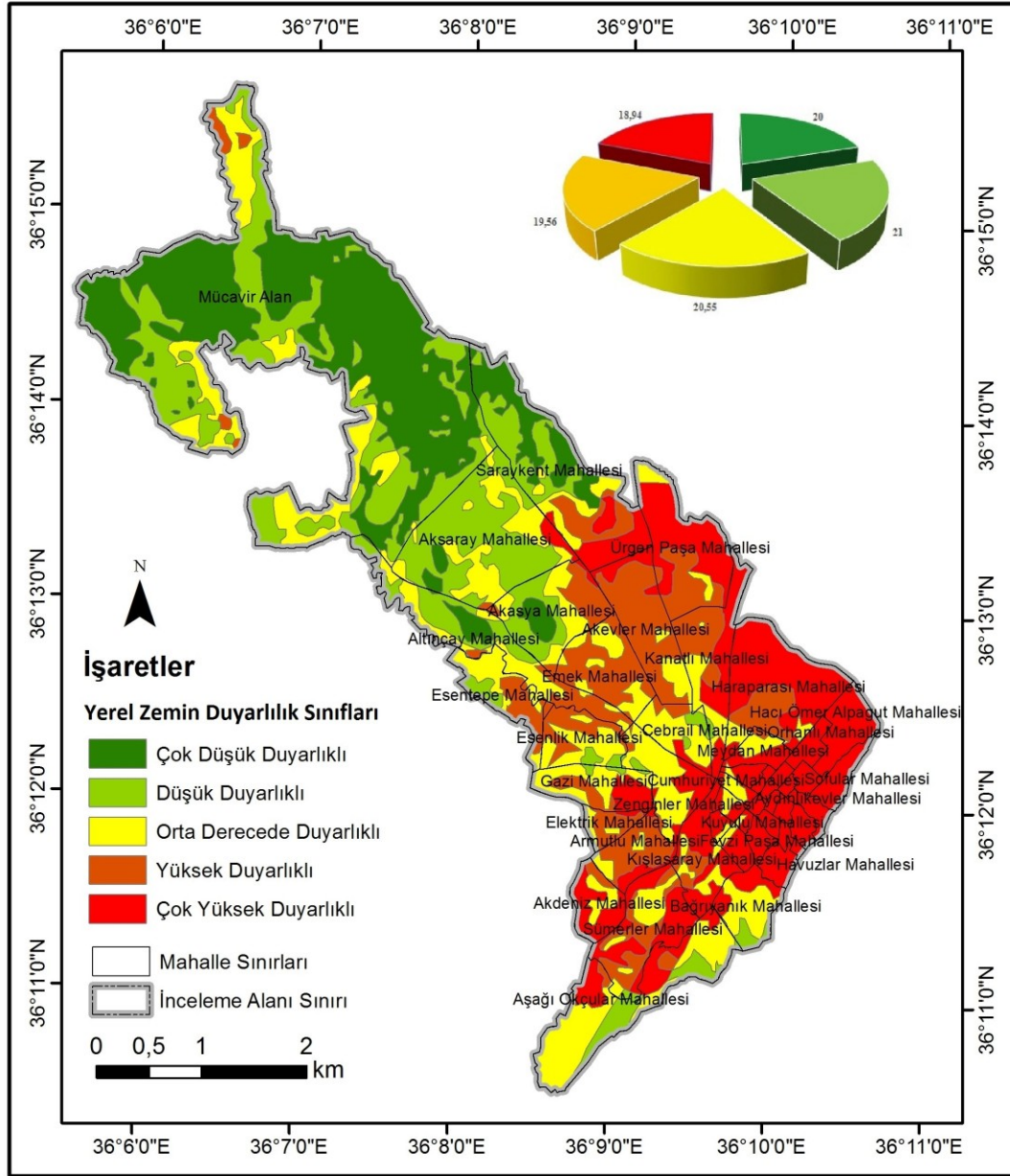
Bu haritaya göre, inceleme alanında yüksek ve çok yüksek duyarlıklılı alanlar 7.90 km²'lik bir alan kaplamaktadır. İnceleme alanının % 38,5'ine karşılık gelen bu oran bir yerleşim alanı için yüksek bir oranı kaplamaktadır. Ancak Antakya için esas önemli sorn yerleşim alanlarının daha çok bu yüksek ve çok yüksek duyarlıklılı alanlarda kurulmuş olmasıdır.

Asi Nehri'yle Habibi Neccar Dağı arasında kalan mahallelerinin neredeyse tamamı, Saraykent, Ürgenpaşa, Akevler, Kanatlı Emek, Armutlu, Akdeniz, Elektrik Mahalleleri çok yüksek ve yüksek duyarlıklılı alanlar içinde kalırken, Cebrail, Cumhuriyet, Gazi, Esenlik, Akasya ve Esentepe mahallelerinin bir bölümü yüksek duyarlıklılı alanlar içinde kalmaktadır (Foto 40 ve 41).

Yerleşim açısından daha güvenli olan alanlar yerleşmenin henüz yeni olduğu mücavir alana doğru artmaktadır.

Tablo 33. Analizde Kullanılan Parametrelerin Genel Durumu

Parametre Adı	Faktörler	Faktör Sınıfı	Duyarlılık Değeri	Ağırlık Değeri
Jeoloji	Litoloji Faktörü	Alüvyon/Kuvaterner	5	9
		Göl Tabanı Çökelleri/Kuvaterner	5	
		Birikinti Konisi ve Yamaç Döküntüsü çökelleri/Kuvaterner	5	
		Akarsu Taraçası Çökelleri/Kuvaterner	5	
		Kumtaşı, killi kireçtaşı, kil taşı/Pliyosen	4	
		Konglomera, kumtaşı/Alt Miyosen	3	
		Kumtaşı, killi kireçtaşı/Orta Miyosen	2	
		Resifal Kireçtaşı/Orta Miyosen	2	
		Kireçtaşı, detritik kireçtaşı/Alt-Orta Eosen	1	
		Peridotit, serpantin/Üst Kretase	1	
	Fay Hatlarına Uzaklık Faktörü	0-1000	5	10
		1000 <	4	
		0-100	5	8
	Zemin Kayma Hızı (Vs)	100-200	4	
		200-300	3	
		300-400	2	
		400 <	1	
Topografya	Jeomorfoloji Faktörü	Plato	1	5
		Ova	5	
		Yamaç	4	
		Taraça	4	
		Birikinti Yelpazesi	5	
		Yamaç Döküntüsü	5	
	Eğim (%) Faktörü	0-2	1	4
		2-8	2	
		8-16	3	
		16-24	4	
		24 <	5	
Hidrojeoloji	Yeraltı Suyu Seviyesi Faktörü	0-2	5	6
		2-4	4	
		4-6	3	
		6 <	2	



Şekil 66. Antakya'nın Yerel Zemin Duyarlılık Haritası



Foto 40. Çok Yüksek Duyarlıklı Mahallelerden Havuzlar Mahallesiindeki Konutlardan Bir Görünüş (Habibi Neccar Dağı'ndan Batıya Bakış)



Foto 41. Çok Yüksek Duyarlı Mahallelerden Hacı Ömer Alpagot Mahallesinden Görünüş (Habibi Neccar Dağı'ndan Kuzeye Bakış)

2.3.6. Yerel Zemin Özelliklerine Göre Deprem Risk Analizi

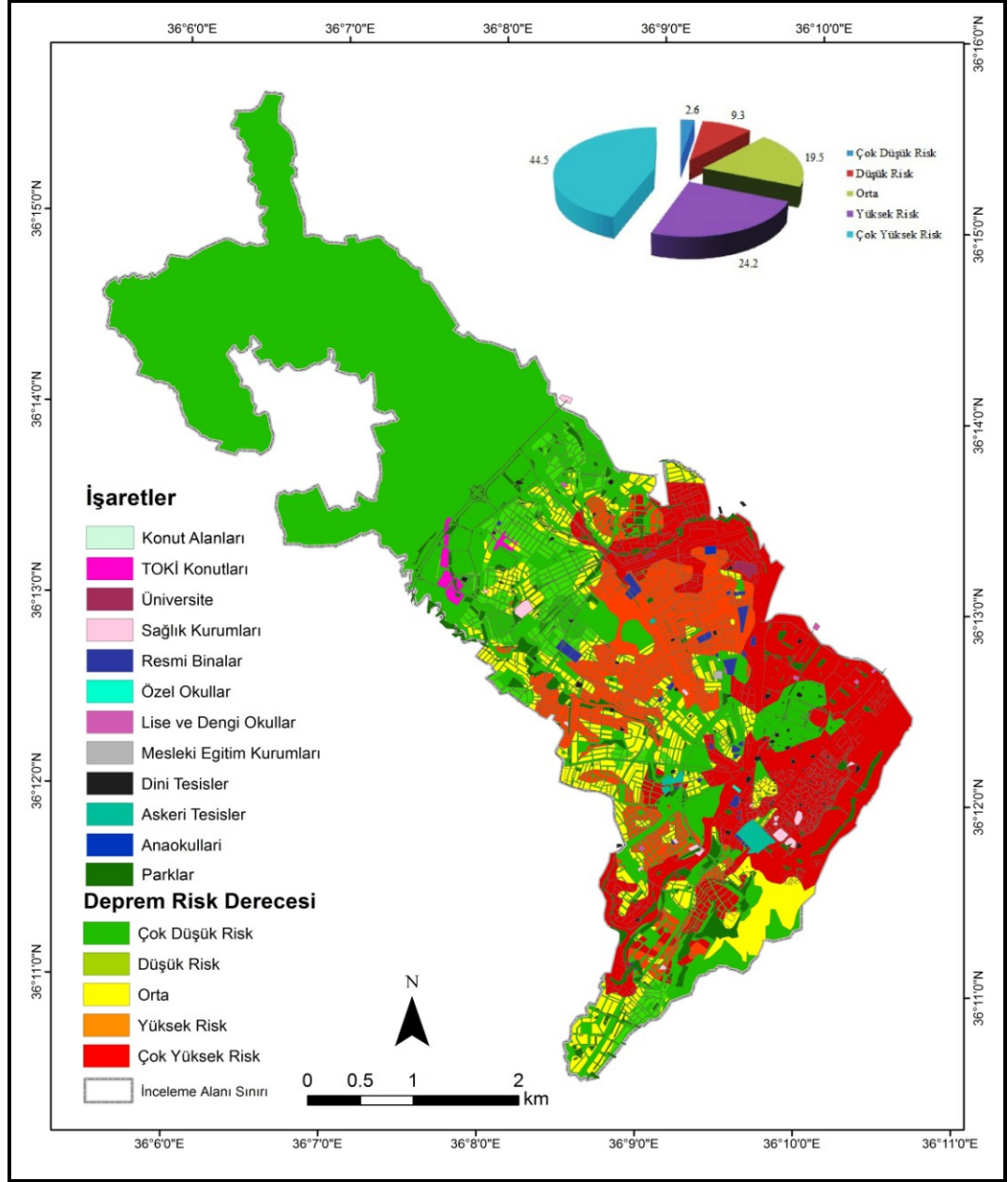
Bilindiği gibi depremin meydana gelmesiyle ortaya çıkan sismik dalgalar yeryüzüne yayılarak depremin sonucu olan yıkım etkisini meydana getirir. Bu sismik dalgalar başlangıç noktasından çevreye doğru yayılırken zemini oluşturan tabakalardan geçerken değişime uğrarlar. Sismik dalgaların zemin tabakaları içinde geçirdiği değişimlerin tümüne "yerel zemin etkisi" adı verilir (Beliceli, 2006). Yerel zemin koşullarının depremin meydana getirdiği olumsuzlukları olumlu ya da olumsuz yönde etkilediği göz önüne alınarak yapılaşma sağlanmalıdır. Aksi durumda meydana gelecek yıkımın boyutu daha da artabilir. Bu bakımdan yapılan bir çok çalışmada yerel zemin etkisinin sonucunda depremin merkez üssüne uzak olan mesafelerde bile fazla yıkıma neden olabileceği belirtilmiş, binalar yapılırken bu konunun dikkate alınmasının yararlı olacağı belirtilmiştir (Tezcan ve Durgunoğlu, 2000; Uyar, 2006; Uyanık, 2006; Ansal vd., 2011; Zarif vd., 2005; Smith ve Petley, 2008:56).

Deprem afeti, önceki bölümde de belirtildiği gibi inceleme alanında tekrar eden ve önemli ölçüde yıkıma neden olan bir afettir. Ayrıca yapılan duyarlılık analizlerinde inceleme alanı içerisinde yüksek duyarlılık gösteren alan oranının en yüksek olduğu afettir. Bu açıdan deprem konusunda daha fazla önlem alınması gerekmektedir.

İnceleme alanına ait deprem risk analizi iki kategoride değerlendirilmiştir. Bunlardan birincisi deprem riskinin konut alanları, kamu ve özel kurum alanlarına göre incelenmesi, diğeri ise nüfus miktarına göre etkisi şeklindedir. Risk değerlendirmesinde ise yüksek duyarlılık gösteren bölgelerde yaşayan nüfus yüksek risk altında kabul edilmiştir.

İnceleme alanındaki konut alanlarının ve kamu binalarının deprem risk analizi kapsamında değerlendirirken, deprem duyarlılık analizi sonuç haritası ile konut alanları ve kamu ve özel kurum alanları karşılaştırma yapılarak, deprem risk haritası elde edilmiştir (Şekil 67). Buna göre inceleme alanındaki konut alanlarının % 44.5 gibi yüksek bir oranı çok yüksek risk bölgesinde kalmaktadır. Ayrıca toplam konut

alanları içerisinde güvenli denilebilecek alanlardaki konut alanlarının oranı ise % 11.9'dur.



Şekil 67. Antakya'daki Konut Alanlarının ve Kamu Kurumlarının Deprem Risk Haritası

Ayrıca inceleme alanlarındaki kamu ve özel kurum binalarının riskli alanlara göre dağılışı incelendiğinde ortaya çıkan durumda endişe vericidir. Birçok sağlık, eğitim kurumunun yüksek ve çok yüksek riskli bölgede kalması üzerinde durulması

ve önlemler alınması gereken bir durumdur. Ayrıca afetler esnasında güvenlik önlemlerini sağlayacak ve her türlü haksız uygulamanın önüne geçecek (Yağmalama olaylarının önlenmesi, yardımların adil bir şekilde dağıtılması vs..) askeriyeğe ait kurumunda yüksek risk alanında, resmi kurumların bazılarının yüksek ve çok yüksek risk bölgelerinde kalması önlem alınması gereken diğerk bir durumdur (Şekil 67).

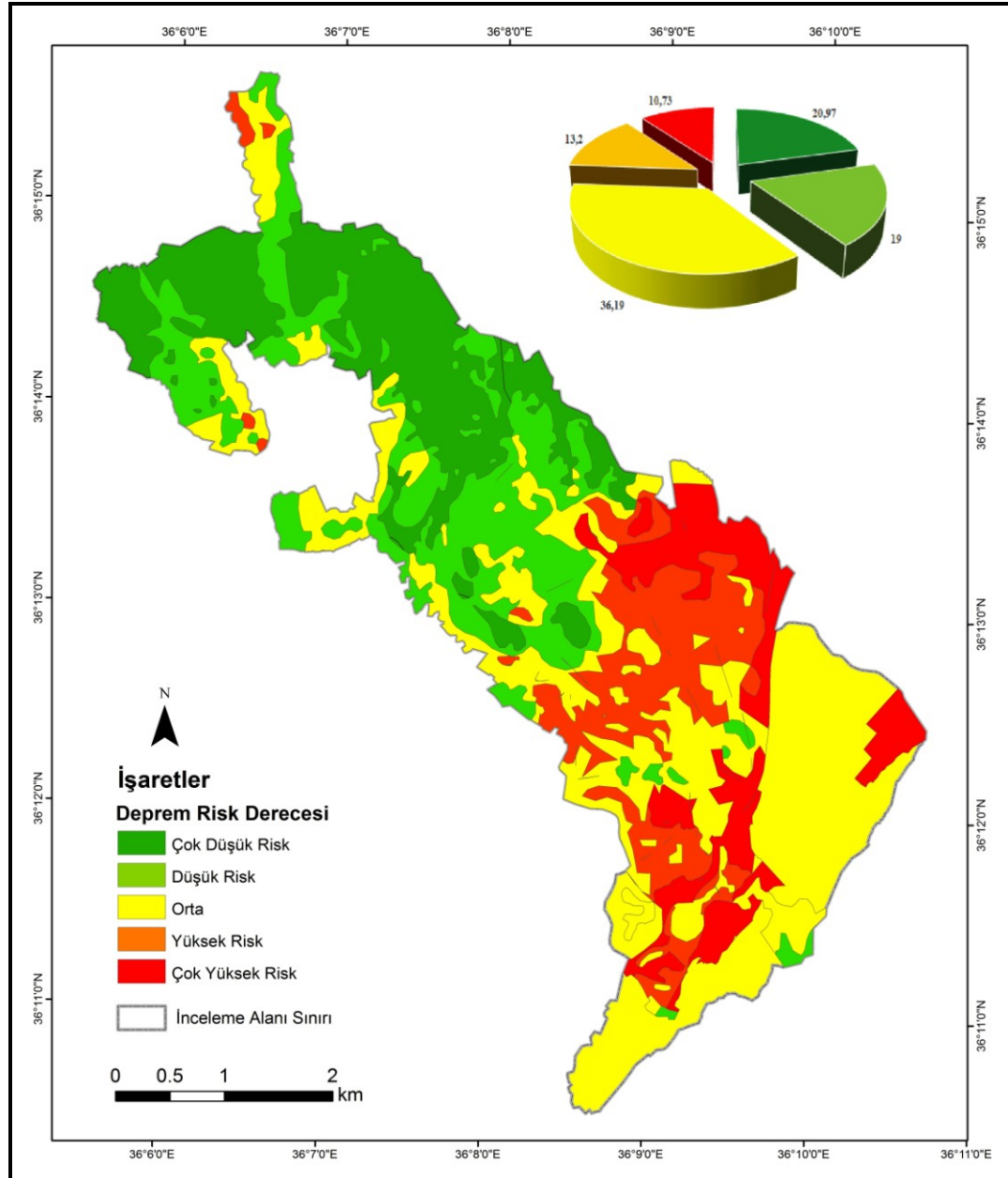
İnceleme alanındaki konut açığını kapatmak ve daha düzenli yerleşim alanları oluşturmak amacıyla TOKİ tarafından yapılan 1. ve 2. Etap konut alanları için yer seçiminin doğru olduğı analiz sonucu elde edilen bir durumdur. TOKİ'nin 3. etap için de yine çok düşük riskli alanları tercih etmesi önemli bir adımdır. Ayrıca yeni adliye binasının ve Antakya'nın ilk büyük alışveriş merkezinin (Primall) bu düşük riskli zeminlere yapılması olumlu sonuçlar olarak değerlendirilmektedir.

İkinci aşamada inceleme alanına ait risk değerlendirilmesi nüfusa göre yapılmıştır. Bu işlem için mahallelere göre nüfus dağılışı haritasıyla yüksek duyarlılık haritası birleştirme analizi (Union)'ne tabi tutulmuştur. Elde edilen birleşmiş haritaya Query Builder ile sorgulamalar yapılarak nüfus risk sınıfları oluşturulmuştur. Buna göre nüfusa göre deprem risk değerlendirilmesinde öncelikli olarak şu gruplar oluşturulmuştur:

- ◆ Duyarlılık değeri 5 olan ve nüfus miktarı 5000'in üstünde olan yerleşim alanları çok yüksek risk bölgesi,
- ◆ Duyarlılık değeri 4 olan ve nüfus miktarı 5000'in üstünde olan yerleşim alanları yüksek risk bölgesi,
- ◆ Duyarlılık değeri 5 olan ve nüfus miktarı 1000'in altında olan yerleşim alanları ve duyarlılık değeri 3 olan nüfus miktarı 2000'in üstünde olan yerleşim alanları orta derecede risk bölgesi,
- ◆ Duyarlılık değeri 2 olan ve nüfus miktarı 1000'in üstünde olan yerleşim alanları düşük risk bölgesi,
- ◆ Duyarlılık değeri 1 olan yerleşim alanları çok düşük risk bölgesi olarak değerlendirilmiştir.

Buna göre, inceleme alanında nüfusa göre risk dağılımı incelendiğinde, yüksek riskli alanlar daha çok inceleme alanının orta bölümlerinde, düşük riskli bölgeler ise

daha çok kuzeybatı kesimlerde yani mücavir alanda toplanmaktadır (Şekil 68). Ayrıca çok yüksek ve yüksek riskli alanlar inceleme alanının % 23.84'lük bölümünü kaplarken, düşük ve çok düşük riskli alanlar yaklaşık % 40'lık bir alan kaplamaktadır.



Şekil 68. Antakya'nın Nüfusa Göre Deprem Risk Haritası

2.4. İnceleme Alanının Su Taşkını Özellikleri

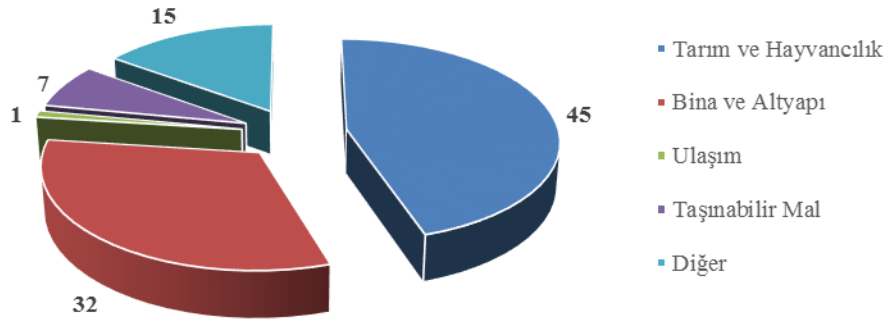
Taşkınlar akarsuyun su kütlesinin arttığı ve su seviyesinin yıllık ortalama seviyenin çok üstüne çıktığı durumlardır (Hoşgören, 2010:89). Bu doğa olayı meydana geldiği yerlerde sulak alanlardaki canlıların yaşam alanlarına zarar verir. Su kalitesinin düşmesine, tarım alanlarındaki toprağın taşınmasına, şehir alanlarında kirliliğe (Carter et al., 2009), çukur alanlarda birikerek göllenmelere ve bataklıklara neden olarak bulaşıcı hastalıkların ortaya çıkmasına da neden olurlar (Hoşgören, 2004:90). Ayrıca sanayi tesislerinde ağır ekonomik kayıplara neden olan su taşkınlarının etkileri, binalarda ve alt yapı sistemlerinde neden olduğu problemlerden, yerleşim yerlerinin tümüyle yıkımından, ekonomik gelişmenin engellenmesine kadar değişebilmektedir (Kadıoğlu, 2008).

Akarsu havzaları içinde büyüyen yerleşim yerleri, açılan yollar ve kurulan yeni tesisler ile arazi yapısı sürekli değiştirilmektedir. Elverişsiz tarım yöntemleri ile topraklar daha yoğun bir şekilde kullanılmakta, ormanlar ve meralar tahrip edilmektedir. Bu durum sel ve taşkın afetlerinin giderek daha büyük ve sık olarak görülmesine neden olarak, daha önceden taşkın koruma önlemi gerekli olmayan alanlarda bile, önlem alınmasını zorunlu hale getirmektedir (Korkanç ve Korkanç, 2006).

Dünyanın birçok yerinde taşkınlar, akarsuların çevresinde ve kıyılardaki alçak alanlarda gerçekleşen ve önemli zararlara neden olan doğal afetlerden birisi olarak kabul edilmektedir (Verstappen, 1983:297). Yerleşim alanlarının plansız bir şekilde genişlemesi sonucu akarsu kenarlarında yerleşimin artması ve sulak alanların işgal edilmesi taşkınların artmasına neden olmuştur. Bunun sonucunda da meydana gelen taşkın sayısı ve meydana gelen kayıp artmıştır. Uluslararası afet veri tabanı olan EM-DAT kayıtlarına göre 1900-2006 yılları arasındaki süreçte meydana gelen olay sayısı 2.857, ölü sayısı 803.529'dur. Bu olaylarda meydana gelen maddi kayıp ise 344.152.416.000 Amerikan Doları'dır (Web-6). 1970-1988 yılları arasında Avrupa'da meydana gelen olay sayısı 32 iken; 1989-2006 yılları arasındaki süreçte bu sayı 90'a ulaşmıştır. Aynı zamanda 1970-2006 yılları arasında su taşkınlarında

meydana gelen toplam maddi kayıp 140 milyar dolar olup, meydana gelen yıllık ortalama maddi kayıp ise 3.8 milyar dolardır (Barredo, 2009).

Ülkemizde taşkın afeti, depremlerden sonra en büyük ekonomik kayıplara neden olan afettir. Mevcut envanter verileri itibari ile, taşkınlardan kaynaklanan ekonomik kayıp her yıl için ortalama 100 Milyon ABD dolarına ulaşmaktadır. Buna karşın taşkınların kontrolü ve zararlarının azaltılmasına yönelik yapısal önlemler bağlamında sürdürülen projeli faaliyetler için ayrılan yatırım miktarı ise yılda ortalama 30 Milyon ABD doları civarındadır (TUMEHAP, 2003). Ekonomik kayıpların sektörel bazda dağılımına göre en fazla zararı ise tarım sektörü görmektedir (Şekil 69).



Şekil 69. Taşkın Zararlarının Yüzde Olarak Sınıflandırılması (TUMEHAP, 2003)

Taşkın afetinin yalnızca meteorolojik oluşumlara bağlı olarak ifade edilmesi mümkün değildir. Özellikle Türkiye gibi sanayileşmenin beraberinde getirdiği kentleşme faaliyetleri sonucunda yerleşim alanları akarsu havzalarına doğru kaymıştır. Türkiye’de yakın geçmişte yaşanan; taşkın olaylarının hemen hepsinin nedenini kontrolsüz kentleşme faaliyetleri oluşturmakta, olayların meteorolojik yönünü oluşturan değerlerin ise genellikle küçük frekanslar içerdiği göze çarpmaktadır (TUMEHAP, 2003).

2.4.1. Taşkının Özellikleri

Yağış halinde yeryüzüne düşen sular, esas olarak iki akış şekli gösterir. Bunlar ya belli bir yatağa bağlı olarak, ya da topografya yüzeyini sanki bir tabaka halinde kaplayarak akarlar. Bu şekillerden birincisi çizgisel, ikincisi ise yüzeysel akış terimleriyle adlandırılır. Çizgisel akış vadi adı verilen yatakları takip ederek hareket eden büyüklüklerine göre su, dere, çay, ırmak veya nehir adını alan akarsulara karşılık gelirken, yamaçları bir örtü gibi kaplayarak oluşan akışa sellenme denilmektedir. Bu iki farklı akış şekli, belirli şartlara bağlı olarak meydana gelir ve topografya üzerinde farklı değişikliklere yol açar (Erinç, 2002:374).

Yağmur ve eriyen kar suları çeşitli şekillerde akarsu yataklarına kanalizel olurlar. Eğer, taşınan suyun kütlesi artmış, su seviyesi yıllık ortalama seviyenin çok üstüne çıkmışsa ve akarsu yatağı bu suyu geçirecek kapasitede değilse (Hoşgören, 2004:90) su seviyesinin akarsuyun normal seviyesinin üstüne çıktıktan sonra (Şen, 2009) hızı ve yükü de artan akarsu, yatağından taşar ve çevresini su ve alüvyona boğar. Bu nedenle taşkın terimi, akarsuyun yatağından taşarak çevresini basması (su baskını) anlamına da gelmektedir (Hoşgören, 2004:90).

Akarsuların değişik mesafelerinde yatak kesit mesafelerinin bir birinden farklı olması bir kesitte görülen taşkınların diğerinde görülmemesine neden olur. Bir başka ifadeyle akarsuyun tamamı için geçerli bir taşkından ziyade can ve mal kaybına neden olabilecek belirli kesitlerinde olabilecek taşkınların planlanması ve önlemlerin alınması daha yararlı olacaktır (Şen, 2009).

Şen (2009), ortaya çıkma yerleri bakımından taşkınları dört gruba ayırmıştır.

Dere ve nehir taşkınları: Aşırı yağışlar ve eriyen kar sularının nehirleri doldurmasıyla meydana gelen taşkınlardır.

Dağlık alan taşkınları: Şiddetli fırtınaların kuru su kanallarını veya küçük çayları coşkun akan tehlikeli sulara dönüştürmesi sonucu, dağlık alanlarda ve yakınlarında gerçekleşen ani taşkınlardır.

Şehir taşkınları: Şehir içerisinde zeminin asfalt ve betonla kaplı olması ve sızmanın az olmasından dolayı suyun hızlı bir şekilde yüzeysel akışa geçmesi sonucu gerçekleşen taşkınlardır.

Kıyı taşkınları: Tropikal fırtınalar ve kıydan uzak bulunan kuvvetli alçak basınç sistemlerinin sebep olduğu fırtınalar sonucunda deniz sularının kara içlerine sokulmasıyla meydana gelen taşkınlardır.

Oluşma süreleri bakımından taşkınlar üçe ayrılır:

Yavaş Gelişen: Bir hafta veya daha uzun bir süre içinde oluşan taşkınlardır.

Hızlı Gelişen: Bir-iki günde içinde oluşan taşkınlardır.

Ani Gelişen: 6 saat gibi kısa bir süre içinde oluşan taşkınlardır. Bu tür taşkınlar, çöller dâhil dünyanın her yerinde görülür (Kadioğlu, 2008).

İnceleme alanında geçmiş dönemlerde meydana gelen taşkın olayları incelendiğinde çoğunlukla şehir taşkınları şeklindedir. Ayrıca yağış fazlalığından dolayı hızlı gelişen ve yakın çevresinde Suriye'deki Zeytun barajının yıkılmasından dolayı ani gelişen taşkın olayları görülmüştür.

2.4.2. İnceleme Alanında Taşkın Afetinin Meydana Gelmesini Etkileyen Faktörler

İnceleme alanındaki en büyük akarsu Asi Nehri olup ileride de belirtileceği gibi geçmiş dönemlerde taşkın olaylarına ve can ve mal kaybına neden olmuştur. Asi Nehri'nin toplam havza alanı 23.205 km² olup bunun 7.795 km²'si Türkiye sınırları içindedir. İnceleme alanı bütünüyle Asi Nehri'nin su toplama alanı içerisinde kalmaktadır. DSİ tarafından yapılan çalışmalarla inceleme alanı içerisindeki yatağı doğal özelliğini kaybetmiş adeta bir kanal görünümü almıştır. Yakın dönemde meydana gelen 2012 Ocak-Mart ayları arasındaki Hatay Havaalanı taşkınında havaalanı yaklaşık 3 ay boyunca kapalı kalmıştır. Havaalanı çevresinde meydana gelen taşkının etkisini ortadan kaldırmak ve bölgeyi ilerleyen dönemlerde meydana gelebilecek taşkınlardan korumak amacıyla Asi Nehri, Küçük Asi ve Karasu akarsularının yataklarında derinleştirme yapılmıştır. Bu çalışmaların sonucunda

başlangıçta yatak kesitinin yetersizliğinden dolayı Amik Ovası'na boşalan suların doğrudan Antakya'ya gelmesine neden olması dolayısıyla inceleme alanında taşkın riskinin atmasına neden olabilecek durumdur. Zaten bir su toplama alanı olan Amik Gölü'nün kurutulması Antakya'daki taşkın olaylarının artmasına neden olmuştur. Bu durum ise riskin daha da artmasına neden olacaktır. Derinleştirilen yataklardan gelen su şehir içine girdiğinde yan derelerden gelen sularla da birleştiğinde tehlikenin daha da artması söz konusudur. Benzer bir durum İtalya'da Po Nehri'nde gerçekleşmiştir. Yapılan çalışmalarla Po Nehrinin yatak kesiti derinleştirilmiş ve yatak kenarındaki levelerin seviyelerinin yükseltilmiştir. Yatak kesitinin 200 yıllık taşkın debisine göre yapılması ve yatakların derinleştirilmesinin sonucu kendini güvende hisseden insanlar akarsuların taşkın bölgelerine yerleşmiştir. Derinleştirilen yataklardan taşınan suyun artması yerleşim alanlarındaki tehlikenin daha da artmasına neden olmuştur (Di Baldassarre vd., 2009). Benzer bir durum Antakya için de geçerli olup önlem alınması gerekmektedir. Asi Nehri'nin kontrolünün tamamen Türkiye'de olmaması Suriye'nin zaman zaman baraj kapaklarını açması ve yine Suriye'de bulunan Zeytun barajının geçmişte yıkıldığı gibi barajların yıkılma olasılığı söz konusudur. Ayrıca Antakya'da Asi Nehri yatağında yapılan son dönemlerdeki çalışmalardan bazıları nehir yatak kesitini daraltacak şekildedir. Bu konuya ileride değinilecektir. Bu durum duyarlı bölgelerde risk azaltıcı çalışmaların yapılmasını gerektirmektedir.

İnceleme alanının tamamı Asi Nehri Havzası içerisinde kalmaktadır. Ancak Antakya'da taşkın olayları sadece Asi Nehri'nde olmamaktadır. Bu yüzden bu bölümde Asi Nehri'nin kolları olan Hacı Kürüş, Kavaslı, Altınçay ve Hanna derelerinin taşkın özelliklerine de değinilecektir.

2.4.2.1. Yan Derelerin Taşkına Neden Olmasını Etkileyen Faktörler

Yan derelerin taşkına neden olmasını etkileyen faktörler adı altında eğim, jeoloji, jeomorfoloji, hidrografiya, arazi örtüsü iklim özellikleri ve insana ait özellikler incelenmiştir.

2.4.2.1.1 Eğim Özellikleri

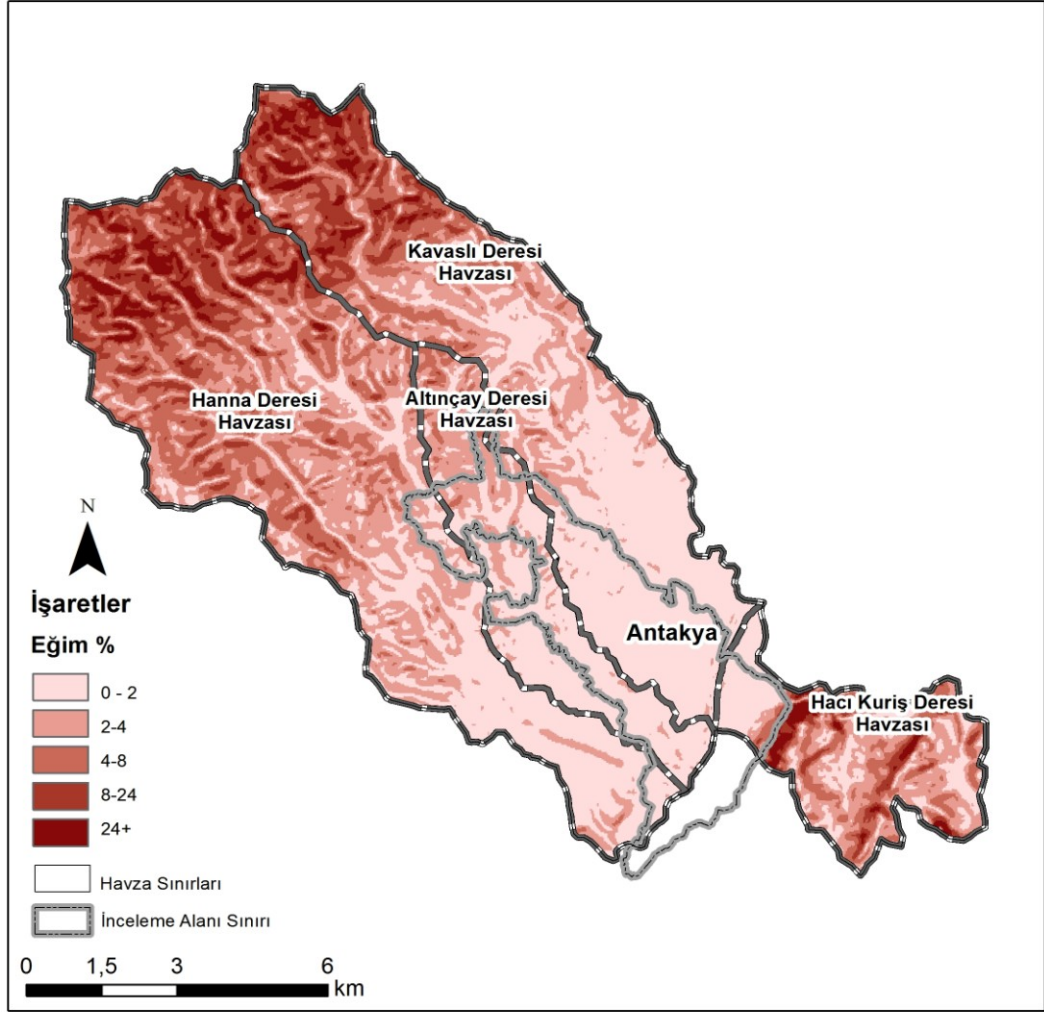
Bilindiği gibi eğim değerleri akarsuların akış hızını etkilemektedir. Eğim değerlerinin azalması yüzeysel akımın azalmasına neden olduğu gibi, eğim değerlerinin artması yüzeysel akımın artmasına neden olmaktadır. Ayrıca, az eğimli yamaçlar, dik eğimli yamaçlara göre infiltrasyonun artmasını, suyun tutularak yeraltında depolamasının artmasını sağlamaktadır (Atalay, 1986:10; Hoşgören, 2012:18).

Yan derelerin drenaj alanlarının ortalama eğim değerleri incelendiğinde eğim değeri en fazla olan akarsu % 2,4 ile Hanna Deresi'dir. Daha sonra % 2,2 ile Hacı Kuriş deresi gelmektedir. Drenaj alanları içerisinde eğim değeri en az olan ise % 1 ile Altınçay Deresi'dir (Tablo 36).

Tablo 34. Yan Derelerin Havzalarının Ortalama Eğim Dereceleri

Akarsu Adı	Drenaj Alanının Ort. Eğimi (%)
Kavash D.	1.9
Altınçay D.	1
Hanna D.	2.4
Hacı Kuriş D.	2.2

Yan dereler içerisinde eğime bağlı olarak yağış sularının en hızlı Hanna ve Hacı Kuriş deresinde toplanması söz konusudur. Altınçay deresi'nde ise yatak eğimi az olduğu için eğime bağlı akış hızı daha az infiltrasyon daha fazladır (Şekil 70).



Şekil 70. Yan Derelerin Drenaj Alanlarının Eğim Haritası

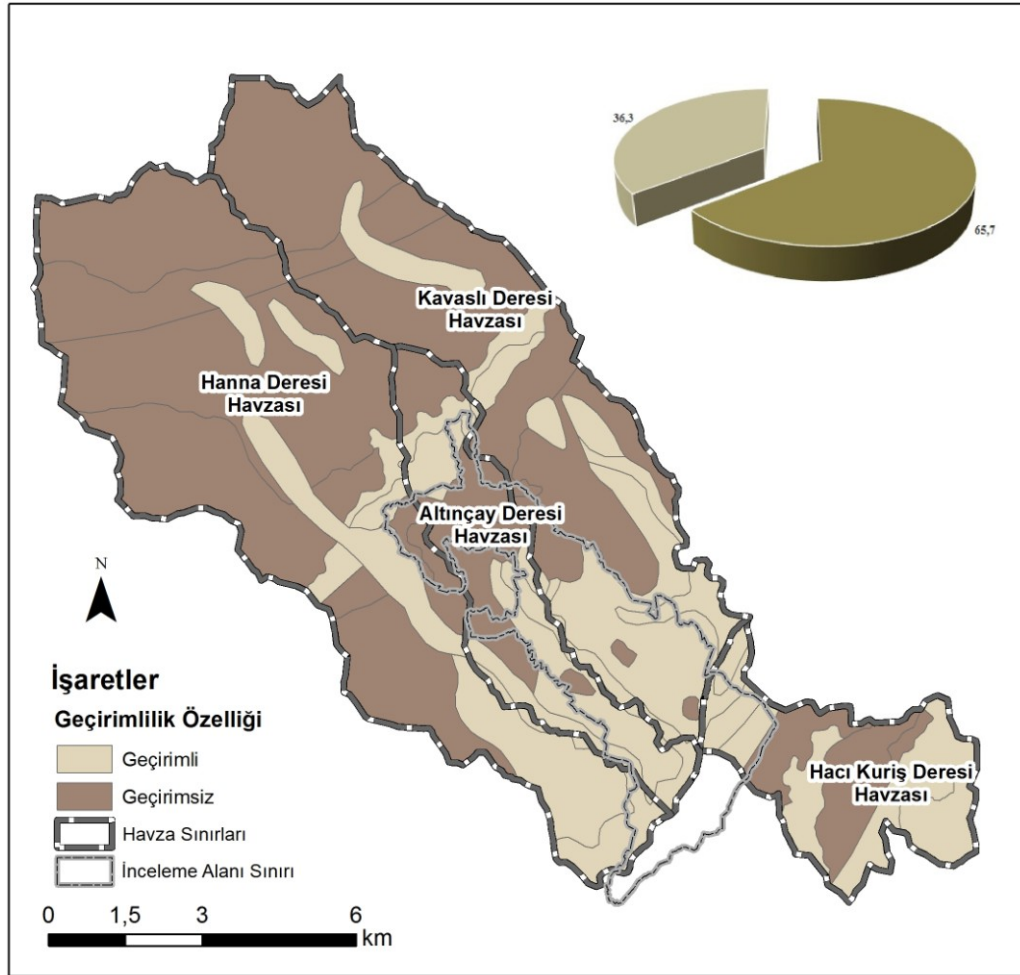
2.4.2.1.2. Jeoloji Özellikleri

İnceleme alanındaki akarsuların havzalarını oluşturan birimlerin jeolojik özelliklerinin bilinmesi yağmur ve eriyen kar sularının yeraltına sızma veya yüzeysel akışa geçme özelliklerinin bilinmesi açısından önemlidir.

İnceleme alanında yer alan Kuvaterner dönemine ait alüvyonlar (QA1) ve Akarsu Taraçası Çökelleri (QAs) geçirimlidirler. Orta Miyosen Dönemi'ne ait kumtaşı ve çakıltaşından oluşan Balyatağı Formasyonu (Tmb) birimleri, resifal kireçtaşlarından oluşan Sofular Formasyonu (Tms) ve kireçtaşından oluşan Okçular Formasyonu'na ait birimler de geçirimli özellik göstermektedirler. Buna karşın

inceleme alanındaki Orta Üst Kretase dönemindeki ofiyolitik seriye ait birimler ve Kumtaşı, silttaşı, kıltaşı, marn ardalanmasından oluşan Tepehan Formasyonu (Tmt), silttaşı ve kıltaşı ardalanmasından oluşan Samandağ Formasyonu'na ait birimler geçirimsiz özellik göstermektedirler (Ateş vd., 2004).

Sonuç olarak inceleme alanına ait Hidrojeoloji haritası (Ateş vd., 2004) incelendiğinde yan derelerin drenaj alanlarında geçirimsiz birimlerin ağırlıkta olduğu görülmektedir (Şekil 71). Bu durum yağış sularının derine sızamayıp yüzeysel akışa geçmesine neden olur (Tablo 37).



Şekil 71. İnceleme Alanındaki Akarsu Havzalarının Geçirimsizlik Haritası

Tablo 35. Yan Derelerin Havzalarında Yer Alan Litolojik Birimler ve Geçirimsizlik Özellikleri (Ateş vd., 2004).

Litolojik Birim	Geçirimsizlik durumu	Alanı km ²	Oranı %
Tektonik Peridotit	Geçirimsiz	17.23	13.87
Kümülat Gabro	Geçirimsiz	14.97	12.05
Diyabaz Dayk Kompleksi	Geçirimsiz	21.75	17.51
Kireçtaşı	Geçirimli	3.03	2.44
Kumtaşı Çakıltası	Geçirimli	5.44	4.38
Resifal Kireçtaşı	Geçirimli	3.82	3.08
Kumtaşı, silttaşı, kıltaşı,	Geçirimsiz	8.48	6.82
Kıltaşı, silttaşı	Geçirimsiz	16.66	13.42
Tutturulmamış çakıl, kum	Geçirimli	20.77	16.73
Akarsu çökelleri	Geçirimli	12.02	9.7
Toplam		124.17	100

2.4.2.1.3. Arazi Örtüsü Özellikleri

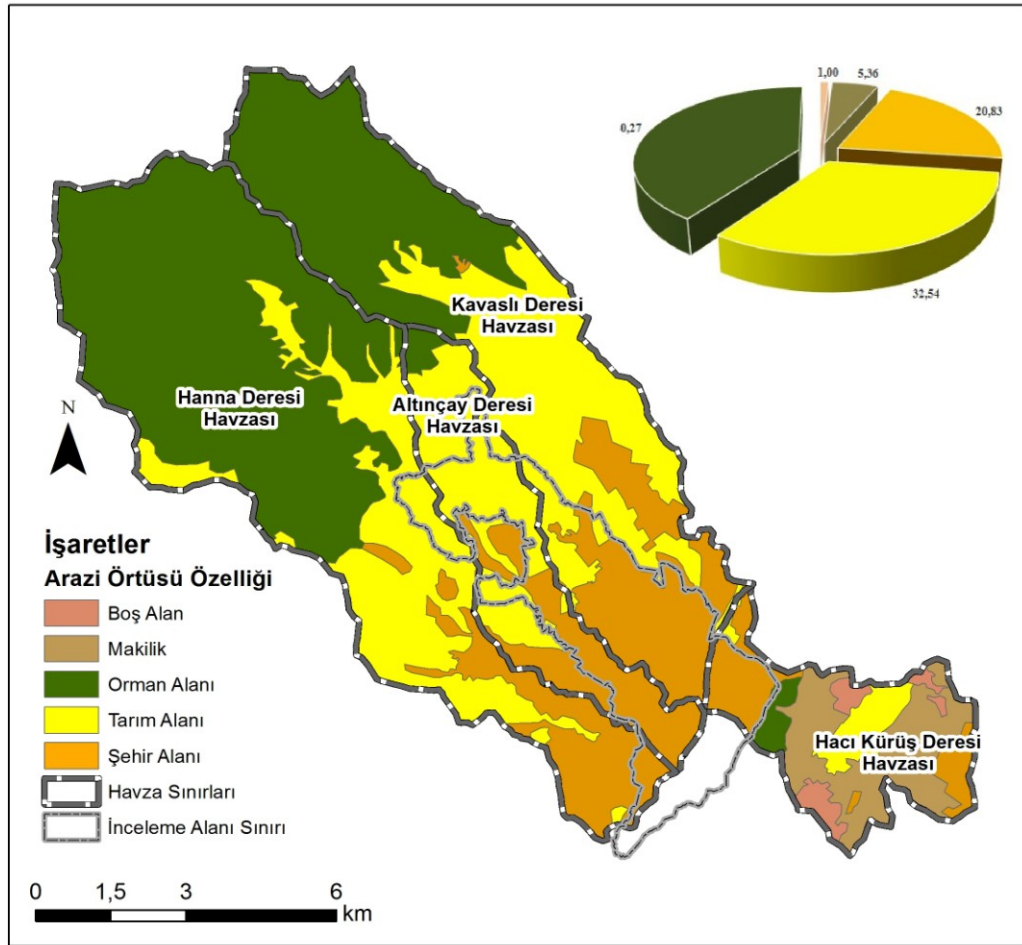
Arazi örtüsü ile ilgili bölümde de değinildiği gibi zeminin bitki örtüsü ile kaplı bulunduğu yerlerde, yerüstü akışı nispeten engellendiğinden, diğer koşullar da elverişli ise, sızma artar. Ayrıca bitki örtüsü zemini darbe etkisinden korur ve böylece, gözeneklilik oranı yoluyla sızma üzerinde etkili olur. Yağmur damlalarını toprağa kolayca sızabilecek ince zerreciklere parçalar. Ayrıca karların erimesini yavaşlatarak sızmayı kolaylaştırır (Hoşgören, 2010:20). Bu açıdan bitki örtüsünün gür olduğu yerlerde taşkın riski daha azdır.

İnceleme alanına dökülen akarsuların havza alanlarına ait bitki örtüsü durumu 2012 yılına ait yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsü kullanılarak elde edilmiştir. Buna göre belirtilen akarsuların havza alanlarının toplam alanlarında en fazla paya orman ve tarım alanları sahiptir (Tablo 38). Orman alanlarının geniş yer kaplaması olumlu bir durum olarak karşımıza çıkarken, orman alanlarının litolojisinin geçirimsiz birimlerden oluşması bu durumun olumlu etkisini azaltmaktadır. Ayrıca orman alanlarının hemen altından itibaren tarım alanlarının başlaması bu tarım

alanlarının zeytin ağaçlarından ve tahıl ekim alanlarından oluşması taşkın riskini ve erozyonu arttıran diğer bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 72).

Tablo 36. İnceleme Alanındaki Akarsu Havzalarının Zemin Örtüsü Özellikleri

Arazi Örtüsü	Alanı km ²	Yüzde %
Yerleşim Alanı	25.20	21
Orman	50.00	40.37
Makilik	6.65	5.4
Boş Alan	1.24	0.1
Tarım Alanı	40.41	32.6
Su Yüzeyi	0.67	0.53
Toplam	124.17	100



Şekil 72. İnceleme Alanındaki Akarsu Havzalarının Arazi Örtüsü Haritası

2.4.2.1.4. Hidrografik Özellikleri

İnceleme alanında taşkın riski taşıyan yan derelerin tamamı basit rejimli akarsular olup 3 tanesi Amanos Dağları'nın doğu yamaçlarından 1 tanesi ise Kuseyr Platosu'ndan doğmaktadır. Akarsular genel olarak dandritik drenaj ağı göstermekte olup farklı yatak eğimlerine sahiptirler.

Yanderelerin hidrografik özellikleri adı altında akarsuların çatallanma oranları, dizin uzunluk oranları, drenaj yoğunlukları ve akım toplanma zamanlarına değinilmiştir.

2.4.2.1.4.1 Akarsuların Çatallanma Oranları

Bilindiği gibi her akarsu havzası onun çeşitli dereceden kollarının oluşturduğu bir akarsu ağına sahiptir. Akarsu ağındaki bu kollar birbirileri ile sıkı ilişki içinde, organize olarak bulunurlar ve belirli bir sıralanma gösterirler. Diğer bir deyişle her akarsu havzasında belirli bir kollara ayrılma veya çatallanma oranı söz konusudur. Bu özellik bir akarsu havzasının kendi gelişme düzeyini ortaya koyduğu gibi, onun benzer jeolojik koşulları içeren diğer akarsu havzaları ile karşılaştırılmasına da olanak sağlar. Çatallanma oranı denilen bu durum hakkında çeşitli sayısal modeller ortaya konmuştur (Hoşgören, 2010). Havzalardaki bu şekilsel özelliklere bağlı olarak, Horton ilk defa akarsu ağlarının morfometrik özelliklerini sayısal olarak incelemiş ve “drenaj kompozisyonu” olarak isimlendirilen farklı büyüklükteki dereler arasındaki ilişkinin matematiksel olarak ifade edilebileceğini göstermiştir Horton'un ortaya attığı bu metodu Strahler (1952) tekrar düzenlemiştir (Özdemir, 2011). Strahler'e göre kollara ayrılma veya çatallanma oranında kaynak sahasındaki en küçük kollar 1. Diziyi (sırayı), bunların birleşmesiyle oluşan kollar ikinci diziyi meydana getirir (Hoşgören, 2010).

İnceleme alanına ait akarsu ağının çatallanma oranları Arc GIS/Arc Hydro aracı (tool) yardımıyla hazırlanmıştır (Şekil 73).

İnceleme alanına ait akarsuların çatallanma oranları $R_b = N_u / N_{u+1}$ formülüyle hesaplanmıştır (Tablo 37). Formülde;

R_b: Çatallanma oranı

N_u: Dizin sayısı,

N_{u+1}: Bir sonraki dizin sayısıdır.

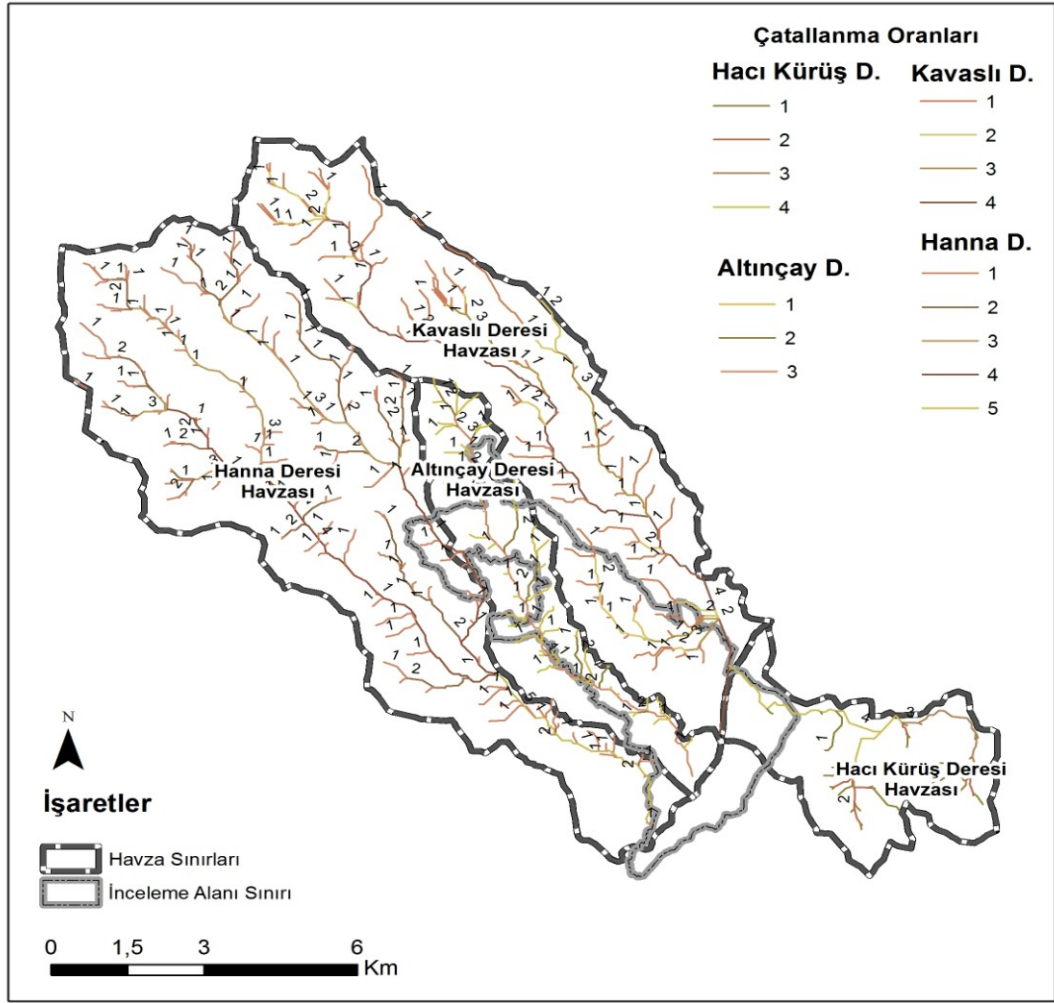
R_b değerinin düşük olduğu havzalarda akımlara ait hidrograflar daha keskin ve yüksek iken, yüksek R_b değerine sahip havzalarda daha düşük ve devamlıdır (Özdemir, 2011). Genel olarak R_b değeri 3-5 arasında olan veya bulunan havzaların jeolojisi daha homojendir (Verstappen,1983; Özdemir, 2011).

Tablo 37. İnceleme Alanındaki Akarsuların Çatallanma Oranları

Çatallanma Oranları					
Akarsu Adı	R _{b1}	R _{b2}	R _{b3}	R _{b4}	R _{b ort}
Kavashlı D.	3.14	1.29	0.62		1.68
Altınçay D.	3.16	0.5			1.83
Hanna D.	2.01	1.78	1.78	2.92	2.12
Hacı Kuriş D.	2.61	0.86	0.55		1.34

İnceleme lanındaki akarsuların R_b değerlerinin düşük olması bu akarsuların akımlarında ani yükselmelerin olabileceğini göstermektedir. Buna bağlı olarak taşkınların olabilme olasılığı artmaktadır.

Verstappen (1983), homojen bir yapıya sahip olmayan havzalarda akarsuyun ve kollarının oluşumunda jeolojik yapının etkili olduğunu belirtmiştir. Tablo 37'deki değerler yan derelerin havzalarının homojen bir yapıya sahip olmadığını bu yüzden meydana gelmelerinde jeolojik yapının etkili olduğunu göstermektedir.



Şekil 73. İnceleme Alanındaki Akarsuların Strahler'e Göre Çatallanma Oranlarının Gösterilmesi.

2.4.2.1.4.2 Akarsuların Dizin Uzunluk Oranları

Strahler yöntemine bağlı olarak belirli bir dizinin toplam uzunluğunun bir sonraki dizinin toplam uzunluğuna oranıdır. Dizin uzunluk oranı, akarsu kollarındaki suyun akarsuyun uzunluğuna bağlı olarak tutulma oranları hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlar. Böylece üst kollardan gelecek olan suyun, alt kolun uzunluğunun yeterli veya yetersiz olması durumlarının anlaşılmasına yardımcı olmaktadır (Özdemir, 2011).

Akarsuların dizin uzunlukları:

$$\mathbf{RL: Lu/Lu+1}$$

Formülüyle hesaplanmıştır. Formülde geçen;

RL: Akarsu dizin uzunluk oranı,

Lu: Dizin toplam uzunluğu,

Lu+1: Bir sonraki dizin uzunluğu dur.

Formülün uygulanmasıyla elde edilen akarsuların dizin uzunluk oranları aşağıda verilmiştir (Tablo 38). Elde edilen dizin oranlarının az olması akarsuların şeklinin daireselden çok uzunlamasına olmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum gelen suyun hızlı bir şekilde drene olabileceğinin göstergesidir. Yan derelerdeki suyun hızlı bir şekilde Asi Nehri'ne taşınması Antakya'daki taşkın riskini arttıran bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tablo 38.Yan Derelerin Akarsu Uzunluk Oranları

Akarsu Adı	Dizinler	Uzunluk (m)		Ortalama
Altınçay D.	1.Dizin	16560	}	1.83
	2.Dizin	5240		
	3.Dizin	10330		
Kavash D.	1.Dizin	41333	}	1.68
	2.Dizin	13140		
	3.Dizin	10150		
	4.Dizin	16360		
Hanna D.	1.Dizin	44930	}	1.88
	2.Dizin	22280		
	3.Dizin	12490		
	4.Dizin	15330		
	5.Dizin	5240		
Hacı Kuriş D.	1.Dizin	726	}	0.55
	2.Dizin	2781		
	3.Dizin	3217		
	4.Dizin	5806		

2.4.2.1.4.3 Akarsuların Drenaj Yoğunlukları

Akarsu yoğunluğu ilk defa Horton (1945) tarafından ortaya konulmuştur. Akarsu yoğunluğu, akarsuyun yatak uzunluğu toplamının havza alanına bölünmesiyle elde edilir (Horton, 1945:248). Akarsu yoğunluğu ortalama yağışla ilişkilidir. Ayrıca kurak ve nemli alanlarda farklı değerler gösterir. Bu değer yarı kurak bölgelerde büyük, nemli bölgelerde küçüktür (Knighton,1998). Benzer jeolojiye sahip olan alanlarda benzerlik gösterme eğilimindedir (Dingman, 2009).

Akarsu yoğunluğunun fazla olması, su toplanma zamanını azaltacağından, taşkınları büyütücü, pike ulaşma ve taşkın süresini kısaltıcı etki yapar (Ekinci, 2003).

İnceleme alanındaki akarsuların drenaj yoğunlukları

$$\mathbf{D}_d = \sum \mathbf{L} / A$$

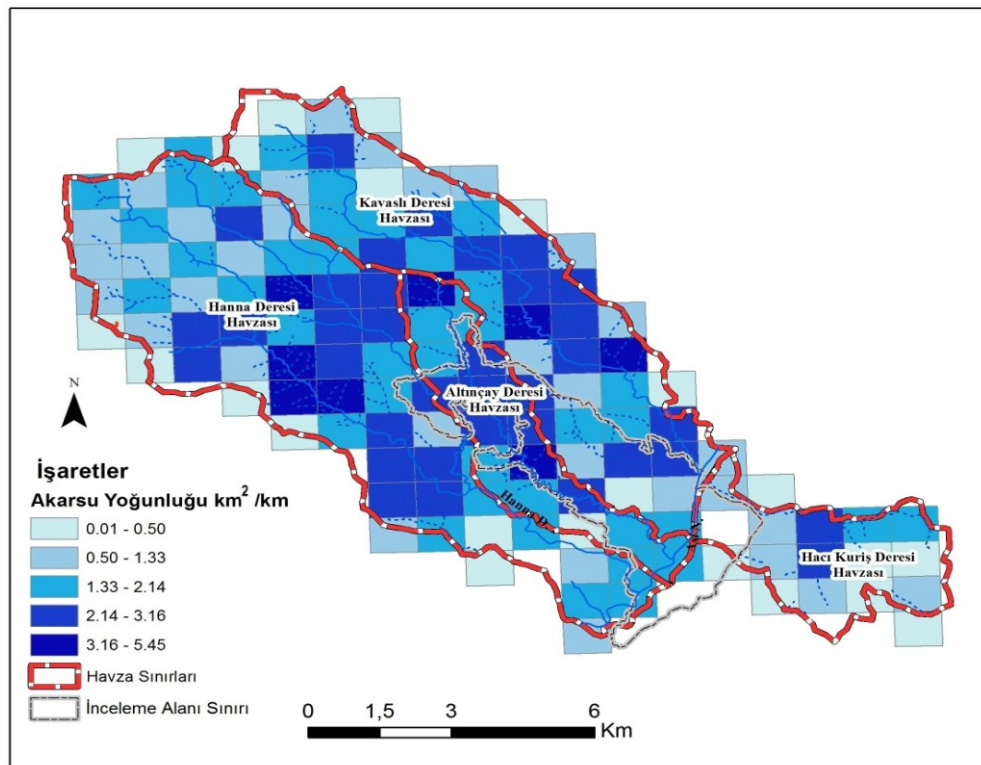
Formülüyle hesaplanmıştır (Tablo 39). Formülde geçen;

D_d= Drenaj yoğunluğu

ΣL : Toplam drenaj uzunluğu (km)

A: Havza alanı (km²)

Ayrıca yan derelerin akarsu yoğunlukları Arc GIS 10 programına entegre edilen Hawts aracı (tool) yardımıyla elde edilmiştir. Buna göre akarsu yoğunlukları akarsuların daha çok orta bölümlerinde artmakta iken, aşağı ve yukarı kesimlerinde nispeten azalmaktadır (Şekil 74).



Şekil 74 Yan Derelerin Drenaj Yoğunlukları

2.4.2.1.4.4 Akarsuların Akım Toplanma Zamanları

İnceleme alanındaki akarsuların akım toplanma zamanları Kirpich (1940) formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

$$T_c = 0.0195 * L^{0.77} / S^{0.385}$$

T_c: Akım toplanma zamanı

L: Ana akarsu uzunluğu (m)

S: Havza eğimi m / m

Yapılan hesaplama sonucunda yan derelerden akım toplanma zamanı en kısa olan 10 dakika ile Hanna Deresidir. Hanna deresinin şekil olarak daireye diğerlerinden daha fazla benzemesi, ana kola dökülen iki büyük kolun olması bu durumda etkilidir. Bununla birlikte ana kol uzunluğu en fazla olan Kavashlı Deresi'nde bu süre 34 dakikadır. Bunda havzanın şeklinin daireden uzak, uzunlamasına olmasının yanında, ana kol uzunluğunun fazla olması da etkili olmuştur. Altınçay deresinde su toplanma süresi Hacı Kuriş deresinden daha fazladır (Tablo 39). Bunda Altınçay deresinin yatak eğiminin daha az olması etkisi olduğu söylenebilir.

Tablo 39. Yan Derelere Ait Morfometrik Parametreler

Havza Adı	Akarsu Uzunluğu	Havza Alanı (Km ²)	Dizin Uzunluğu (Km)	Çatallanma Oranı	Drenaj Yoğun.	Akım Topl. Zamanı (Dak)
Kavashlı D.	8.42	40.7	65.51	1.65	1.60	34.2
Altınçay D.	5.09	15	31.66	1.85	2.11	18.04
Hanna D.	8.06	53.6	98.45	2.36	1.83	10.09
Hacı Kuriş D.	4.77	13.2	13.63	1.5	1.03	15.46

Sonuç olarak, inceleme alanındaki taşkın unsuru olan yan derelerin her birisi küçük akarsulardır. Bu durum toplanan su miktarının az olmasına rağmen ani ve şiddetli yağışlarda suların kısa sürede toplanarak taşkınların gerçekleşmesine neden olacaktır.

2.4.2.1.5. Jeomorfoloji Özellikleri

Jeomorfolojik özellikler altında havza alanlarının büyüklüğü ve havzaların morfometrik özelliklerine değinilmiştir.

2.4.2.1.5.1 Havza Alanlarının Büyüklüğü

Bir akarsuyun, su potansiyeli, taşkın debisi, pike ulaşma zamanı, taşkın devam süresi ile hacmi havza alanının yüzölçümüyle orantılıdır. Genel olarak havzanın yüzölçümü büyüdükçe taşkın sarfiyatı, pike ulaşma zamanı ve devam süresi ile hacmi büyümekle beraber birim alandan gelen taşkın miktarı ise azalmaktadır (Ekinci, 2003). Ayrıca akarsu havzası büyüdükçe taşkın gecikme süresi uzamaktadır (Hoşgören, 2010). Bu yönüyle inceleme alanında yer alan akarsular Kavaslı Deresi 41 km², Altınçay 15 km², Hanna 37.6 km², Hacı Kuriş 13,2 km²'lik alana sahip olduklarından küçük havzalar olarak değerlendirilmiştir. Bu yüzden olası bir taşkında havzada taşkın sarfiyatı, pike ulaşma zamanı, devam süresi ve hacmi küçük ancak birim alandaki taşkın miktarı fazla olacaktır.

2.4.2.1.5.2 Havzaların Morfometrik Özellikleri

İnceleme alanında taşkına neden olan akarsuların morfometrik özelliklerinin taşkına olan etkisini ortaya koymak için bazı parametreler belirlenmiştir. Bu parametreler belirlendikten sonra elde edilen bulgulardan yola çıkarak çıkarımlarda bulunulmuştur.

Havzanın şekli, belirli geometrik şekillere benzerlik ile ifade edilir. Havzanın biçimi hidrografın şeklini ve pik debisini etkilediği için önemlidir. Havzanın biçimini belirlemek için çeşitli boyutsuz büyüklükler kullanılabilir (Özer, 2006). Havza şekli taşkın boyutları üzerinde önemli etkiye sahiptir. Uzun ve dar akarsu havzalarında, yan akarsu kollarından ana akarsu koluna akım farklı zamanlarda ulaşmakta ve bu yüzden ana kol üzerinde akım yükselmesi aniden olmamaktadır. Buna karşılık geniş, kare ve yuvarlak şeklinde olan havzalarda kollardan gelen akım ana kola aşağı yukarı aynı zamanda ulaştığı için aniden yükselmekte ve bu havzalarda sağanak yağışlardan

hemen sonra taşkınlar meydana gelmektedir (Atalay, 1986;10). Bu açıdan inceleme alanındaki akarsuların şekilsel özelliklerine ait bilgi sahibi olmak amacıyla:

Akarsu uzunluğu:

$$L=1,73 A^{0,5}$$

Formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Tablo 41). Bu formülde geçen:

L: Ana akarsuyun uzunluğu

A: Havza alanı

Ana akarsuyun talvegi boyunca ölçülen uzunluğunun karesinin, havza alanına oranlandığı boyutsuz tanımlamaya Horton biçim katsayısı denir (Özer, 2006). Yan derelerin havza biçim katsayıları:

$$B = \frac{L^2}{A}$$

Formülüyle hesaplanmıştır (Tablo 40). Formülde geçen:

B: Biçim katsayısı,

L: Ana akarsu kolu uzunluğu (km),

A: Havza alanı (km²)'dir.

Havzanın çevre uzunluğunun, havza ile aynı alanda bir dairenin çevre uzunluğuna oranına Gravelius katsayısı (sıkışıklık indisi) denir. Gravelius katsayısı ise şu formülle hesaplanmıştır (Tablo 40):

$$K = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$$

Formülde geçen:

Kg: Gravelius Katsayısı

P: Havzanın Çevresi

A: Havzanın Alanı

Buna göre inceleme alanında taşkına neden olan akarsular içerisinde ana kol uzunluğu en fazla olan Kavashlı Deresi, en az olan ise Hacı Kuriş Deresi'dir. Yanderelerin havza biçim katsayısı yönüyle yakın şekil olarak daireden uzak uzunlamasına bir şekle sahip olduğu, içlerinden şekli daireye en yakın olanın Hanna Deresi olduğu söylenebilir.

Gravellius katsayısı değerleri de akarsuların şekillerinin daireden uzak uzunlamasına bir şekle sahip olduğunu göstermektedir. bu durum yan derelerde taşkın olasılığını azaltan bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tablo 40. İnceleme Alanındaki Akarsulara Ait Uzunluk Havza Biçim Katsayısı ve Gravelius Katsayı Değerleri

Akarsu Adı	Uzunluğu	Havza Biçim Katsayısı	Gravelius Katsayısı
Kavashlı D.	8.42	1.74	1.82
Altınçay D.	5.09	1.72	1.08
Hacı Kuriş D.	4.77	1.72	1.75
Hanna D.	8.06	1.21	1.15

2.4.2.1.6. İklim Özellikleri

İklim özellikleri taşkınları yağışın şekli, şiddeti ve süresi yönüyle etkilerler (Hoşgören, 2010).

Asi Nehri'nin kolları olan Kavashlı, Altınçay, Hanna ve Hacı Kuriş derelerinin havzalarına ait iklim özellikleri sadece Antakya Meteoroloji İstasyonu tarafından kaydedilmektedir. Bu açıdan sadece bu istasyona ait veriler kullanılacaktır.

Yan derelerin bulunduğu alanın tamamı Akdeniz İklim Bölgesinde olup yağışın yıl içerisindeki dağılışı düzensizdir. Yıllık yağışın yaklaşık yarısı kışın

yağmur olarak düşmektedir. Yaz mevsiminde ise kuraklık belirgin, yağışlar yok denecek kadar azdır. Sıcaklığın arttığı yağışın azaldığı bu dönemde yan derelerin tamamı kurumaktadır.

İklim özellikleri içerisinde su taşkınlarını etkileyen en önemli faktör yağış olduğu için yan derelerin yağış etkinliği özelliklerine değinilecektir.

2.4.2.1.6.1 Yağış Etkinliği

Yağışın yeryüzüne dağılışında, denize yakınlık, yükselti, hâkim rüzgâr yönü, sıcaklık vs. gibi birçok faktör etkili olmaktadır. Bu faktörlerin etki ve şiddeti yere ve zamana göre değişmektedir. Ayrıca aynı miktarda düşen yağışın etkisi bölgeden bölgeye de değişebilmektedir. Bu bakımdan yağışın çalışma alanına olan etkinliği Köppen, De Martonne, Erinc'in oluşturdukları formüller kullanılarak belirlenmiştir.

2.4.2.1.6.1.1 Köppen Sınıflandırması

Köppen'in yapmış olduğu iklim tasnifinde çalışma alanı Csa ile gösterilen orta iklimler kuşağına girmektedir. Buna göre çalışma alanı, kışı ılık, yazı sıcak ve kurak iklim olan Akdeniz iklimi kuşağına girmektedir (Dönmez, 1979;235).

Köppen'in iklim tasnifine göre çalışma alanında düşen yağışın %70'i Ekim-Mart arasındaki soğuk dönemde düşmesinden dolayı $r=2t$ formülü kullanılmış, elde edilen sonuçlar tablo 41'de verilmiştir.

Tablo 41. İnceleme Alanına Düşen Yağışın Ekim-Mart ve Nisan-Eylül Aylarına Göre Dağılımları

İstasyon Adı	Ekim-Mart Yağış Toplamı (Mm)	% Oranı	Nisan-Eylül		Uyg. Form.	Sonuç Değ.
			Yağış Toplamı (Mm)	% Oranı		
Antakya	831.1	74.5	283.5	25.5	18.2	111.46 > 36.4

2.4.2.1.6.1.2 De Martonne Sınıflandırması

De Martonne'un iklim sınıflandırmasına göre bir yerin ikliminin belirlenmesinde birçok faktör etkilidir. Bu faktörlerden en önemlileri sıcaklık ve

yağıştır (Ardel vd., 1969; Dönmez, 1979). Sıcaklık ve yağış arasındaki ilişkiye dayanan De Martonne (1923) formülüne göre:

$$I = \frac{P}{T+10}$$

Formülde kullanılan, I, Kuraklık indisini; P, Yıllık yağış miktarını (mm); T, Yıllık ortalama sıcaklığı (°C); 10 ise sıcaklığın eksi değerlerde olduğu yerlerde T'yi eksi değerlerden kurtarmaya yarayan sabit sayıyı göstermektedir.

Antakya'nın İklim değerlerine bu formül uygulandığında elde edilen indis değeri 46,5'tir. Çıkan sonuç 30'un üstünde olduğuna göre Antakya'nın iklimi nemlidir.

De Martonne'un Gottman'la (1942) birlikte ortaya koydukları kuraklık indis formülüne göre:

$$I = \frac{\frac{P}{T+10} + \frac{12p}{t+10}}{2}$$

Formülde kullanılan, P, Yıllık yağış tutarını (mm); 12p, En kurak ayın yağışının ay sayısı ile çarpımını; T, Yıllık ortalama sıcaklığı (°C) t, en kurak ayın ortalama sıcaklığını; 10 ise değerlerin eksi çıkmaması için kullanılan sabit sayıyı göstermektedir.

İnceleme alanına ait iklim verileri formüle uygulandığında çıkan sonuç 21,03'tir. Sonuç değeri 20'nin üzerinde olduğundan De Martonne ve Gottman (1942) tarafından hazırlanan indise göre de Antakya'nın iklimi nemlidir.

Ayrıca De Martonne (1923)'ün aylık kuraklık indisi formülü tüm aylara uygulanarak inceleme alana ait kurak ve yağışlı dönemler belirlenmiştir. Bu formüle göre de:

$$i = \frac{p}{t + 10} \times 12$$

Bu formülde kullanılan, $\dot{I}$, Aylık kuraklık indisini; p, aylık yağış miktarını (mm); t, Aylık ortalama sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$) göstermektedir.

İnceleme alanına ait aylık iklim verileri formüle uygulandığında Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları dışındaki tüm aylar nemlidir (Tablo 42).

Tablo 42. De Martonne'un Aylık Kuraklık İndisi Formülüne Göre Antakya'da Aylık Kuraklık İndisinin Değerlendirilmesi

	AYLAR												
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Yağış (mm)	113.8	95.03	73.08	44.7	34	7.5	7.06	2.5	13.6	28.7	57.1	106.45	48.6
Kuraklık indisi													

Nemli **Kurak**

2.4.2.1.6.1.3 Erinç Sınıflandırması

Erinç'in 1965 yılında yapmış olduğu yağış etkinliği konusundaki çalışmaları sonucunda ortaya koyduğu formülde, düşen yağışın, sıcaklığa bağlı olarak buharlaşması sonucu oluşan kaybını göz önüne almıştır (Erinç, 1996). Bu formüle göre:

$$I_m = \frac{P}{T_{om}}$$

Formülde kullanılan $\dot{I}_m$, yağış etkinliğini; P, yıllık yağış miktarını (mm); T_{om} ise yıllık ortalama maksimum sıcaklığı göstermektedir.

Buna göre, Antakya'nın yağış etkinliği 47,9'dur. Bu değer 40'tan büyük olduğundan Antakya'nın iklimi nemlidir (Erinç, 1996).

Görüldüğü gibi inceleme alanı üç farklı yağış etkinliği sınıflandırmasında da nemli olarak değerlendirilmiştir. Aynı zamanda nemli iklim özellikleri gösteren bu alandaki yağış miktarı Türkiye'nin kıyı kesimlerinde bulunan birçok il ve ilçeden daha fazladır.

2.4.2.1.6.1.4 Thorntwaite Sınıflandırması

Thorntwaite'in iklim sınıflandırması yağışla evapotranspirasyon ve sıcaklıkla evapotranspirasyon arasındaki ilişkiye dayanır. Thorntwaite göre yağışın evapotranspirasyon'dan devamlı fazla olduğu yerlerde toprak doymuş haldedir ve bu yerlerde bir su fazlalığı vardır. Su fazlalığı olan yerin iklimi nemlidir. Eğer devamlı az ise burada toprakta su birikmediği için su noksanlığı vardır. Bu amaçla herhangi bir yerin iklimini belirlemek için önce o yerin su bilançosuna ait tabloyu hazırlamak gerekmektedir. (Dönmez, 1979:257). Thorntwaite'in ortaya koyduğu indise göre Antakya'nın iklimi birinci dereceden nemli, üçüncü dereceden mezotermal, yaz mevsiminde çok kuvvetli su noksanı olan ve denizel şartlara yakın iklim tipidir (Korkmaz, 2009).

Görüldüğü gibi inceleme alanı dört farklı yağış etkinliği sınıflandırmasında da nemli olarak değerlendirilmiştir. Nemli iklim özellikleri gösteren bu alanda zaman zaman ani ve şiddetli yağışlar meydana gelmekte bu durum da taşkınlara neden olmaktadır.

2.4.2.1.7. Yan Dere Havzalarına İnsanın Etkileri

İnceleme alanında yöre insanı yapmış olduğu hatalı yer seçimiyle, topoğrafya üzerinde yaptıkları değişikliklerle ve akarsu yataklarına yaptıkları müdahalelerle taşkın riskini arttırmaktadırlar. Bundan dolayı inceleme alanında insanın taşkın olayları üzerindeki etkisini dört grupta incelemek mümkündür.

2.4.2.1.7.1 Akarsuların Yatak Kesitini Daraltıcı Etkileri



Foto 43. Primall Alışveriş Merkezine Otopark Açmak Amacıyla Dökülen Molozların Altınçay Deresinin Kolunun Yatağına Dolması



Foto 44. Altınçay Deresinin Yatağının Konutlar Tarafından İşgal Edilmesi

İnceleme alanının en önemli hidrolojik unsuru olan Asi Nehri'nin yatağı da yol ve köprü yapmak amacıyla daraltılmıştır (Foto 45 ve 46).



Foto 45. Asi Nehrinin Üstüne Yapılan Köprülerle Yatak Kesitinin Daraltılması



Foto 46. Kavashlı Deresinin Kesitinin Köprü Yapılarak, Asi Nehri'nin Yatak Kesitinin Yol Yapmak Amacıyla Daraltılması

2.4.2.1.7.2 Akış Hızını Azaltıcı Etkileri

İnceleme alanı içerisinde yağış sularının hızlı bir şekilde drene olabilmesi için akarsu yataklarında akış hızını azaltan unsurların olmaması gerekmektedir. Suyun akış hızının azalması akarsu yataklarında yığılmalara ve taşmalara neden olur. Bunun için akarsu yataklarının suyun hızlı bir şekilde akmasını sağlayacak şekilde düzenlemelerin yapılması, temiz tutulması şarttır. Foto 47 A’da Hacı Kuriş Deresi’nin Asi Nehri’ne döküldüğü yerdeki durumu 47 B’de ise Altınçay Deresi’nin yatağındaki çöpler ve otlar görülmektedir. Foto 48’de ise Asi Nehri’nin yatağına bir mermer atölyesinden atılan artıklar görülmektedir.



Foto 47. Hacı Kuriş (A) ve Altınçay (B) Dereleri’nin Yataklarının Atılan Çöpler ve Yabani Otlar Tarafından İşgal Edilmesi



Foto 48. Asi Nehri Yatağına Mermer Fabrikasından Atılan Çöpler

2.4.2.1.7.3 Taşkın Yataklarının İşgal Edilmesi

İnceleme alanı içerisinde yer alan akarsuların önemli bir kısmına ait taşkın yataklarının yasal düzenlemelerle belirlenmiş olmasına rağmen bu düzenlemelere uyulmamıştır. Asi Nehri ve yan derelere ait taşkın yatakları imara açılmış, yerleşme yerleri, kamu binları ve alışveriş merkezleri tarafından işgal edilmiştir. Bu durum taşkın gerçekleştiğinde zararın boyutunu daha da arttıracaktır (Foto 49 ve 50).



Foto 49. Asi Nehri Kenarına Yol Yapmak Amacıyla Yatak Kesitinin Daraltılması ve Taşkın Yatağına Okul Yapılması (Akdeniz Mahallesi)



Foto 50. Asi Nehri'nin Taşkın Yatağına Yapılan Antakya Alışveriş Merkezi İnşaatı (Haraparası Mahallesi)

2.4.2.1.7.4 Bitki Örtüsünün Tahrip Edilmesi

İnceleme alanında yerleşime ve tarım alanlarına yer açmak amacıyla doğal bitki örtüsü tahrip edilmiştir. İklim koşulları yönüyle orman yetişmesine son derece uygun olan inceleme alanında orman alanı yok denecek kadar azdır. Bitki örtüsünün gerek intersepsiyon yoluyla, gerekse yaprakları ve kökleri yardımıyla yüzey sularını tutması ve akış hızını azaltması taşkın olaylarını azaltıcı etki etki yaparken, kesilen bitki örtüsünün sonucunda yüzey sularının tutulmaya uğramadan hızlı bir şekilde akarsulara taşınması taşkınların artmasına neden olmaktadır. Diğer yandan yerleşim alanlarında zeminin asfalt ve betonla kaplanması yüzey sularının sızmasının önüne geçmektedir. Bu durum da suların yüzeyden hızlı bir şekilde akarsulara taşınmasına ve yerleşim alanlarında günlük yaşamı olumsuz yönde etkileyen olayların gerçekleşmesine neden olmaktadır (Foto 51).



Foto 51. 20 Aralık 2009 tarihinde meydana gelen su baskını (Foto: Atilla KARATAŞ)

2.4.2.2. İnceleme Alanında Geçmişte Yaşanan Su Taşkınları

İnceleme alanı ve Amik ovasında meydana gelen taşkınların izlenmesi, 1956, yılında kurulan 4 adet akım gözlem istasyonu ile başlamıştır. Bu istasyonlar Asi,

Afrin, Karasu ve bu üç kolun birleşiminden sonra Antakya içinde Büyük Asi Nehri üzerinde bulunmaktadır.

İnceleme alanında geçmiş dönemlerde birçok taşkın olayı yaşanmıştır. Ancak son dönemde meydana gelen taşkınlar dışındakiler hakkında yeterli bilgi mevcut değildir. İnceleme alanında geçmiş dönemlerde meydana gelen taşkınlardan en sağlıklı bilgi tutulanı 8-9 Mayıs 2001 tarihinde meydana gelen taşkındır. Diğer taşkınlarla ilgili bilgiler sınırlıdır. Antakya’da meydana gelen ve Devlet Su İşleri kayıtlarındaki taşkınlar aşağıda verilmiştir (DSİ, 2007).

1967 Yılında Meydana Gelen Taşkın

1967 yılında Hacı Kuriş Deresi’nde meydana gelen taşkında 5 ev yıkılmış 4 ev kısmen zarar görmüş 20 ev ve sanayi çarşısındaki dükkânlar ile 1100 dekar tarım arazisi su altında kalmıştır.

21 Mayıs 1998 Tarihinde Meydana Gelen Taşkın

1998 yılında Altınçay Deresi’nde meydana gelen taşkında inceleme alanından geçen Altınçay Deresi’nin debisi $88 \text{ m}^3/\text{s}$ ’ye ulaşarak yatak genişliğinin yetersizliğinden dolayı taşmıştır.

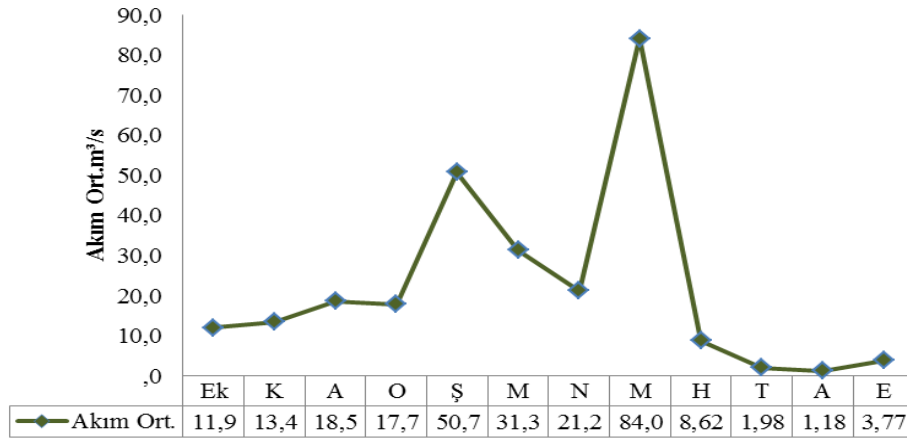
08-09 Mayıs 2001 Tarihinde Meydana Gelen Taşkın

Antakya’da resmi kayıtlara geçen en büyük taşkındır. Bu taşkında Antakya’ya ve Amik ovasına ilk 24 saatte 137 kg, ikinci 24 saatte 432 kg olmak üzere 48 saatte toplam 569 kg yağış düşmüştür. 2012 yılı itibariyle Antakya’nın uzun yıllar yağış toplamı 1114,6 mm olduğuna göre 48 saatte düşen yağış yıllık yağışın % 51.04’üne karşılık gelmektedir. Asi Nehri’nin şehir merkezi kesimlerindeki maksimum kapasitesi hava payı ile birlikte $800 \text{ m}^3/\text{s}$ olup, taşkın anında yaklaşık $1.000 \text{ m}^3/\text{s}$ ’ye ulaştığı gözlemlenmiştir. Antakya çıkışından sonra diğer yan derelerinde su taşınmasıyla Asi Nehri’nin denize döküldüğü yerde debisi $1.350 \text{ m}^3/\text{s}$ ’ye ulaşmıştır. Yağmur suları yan derelerden, şehir içindeki yollardan ve bina aralarından geçerek Asi Nehri’ne boşalmıştır. O dönemde Antakya sınırları içinde kalan derelerin bir kısmının henüz ıslah edilmemiş olması ve bu derelerin civardan taşınan

malzemelerle dolması ve bu malzemelerin köprü, menfez gibi yapıların önlerinde birikerek kesit daralmasına neden olması taşkının yerleşim alanlarına yayılmasına neden olmuştur.

Antakya’da dere yataklarına yakın bazı yerlerde ise dere içinde konutların yapılmış olması nedeniyle meydana gelen taşkınlar evlerin yıkılmasına neden olmuştur. Yerleşim alanları dışındaki derelerin proje debileri de 10 ve 50 yıllık tekerrür taşkınlarına göre boyutlandırılmış olması ve düşen yağışların kapladığı hacmi daha fazla olması kesitlerin yetersiz kalmasına neden olmuştur.

Siyasi nedenler, ilgisizlik ve takipsizlik gibi nedenlerle bu taşkın sahasına konut yapımına engel olunmamıştır. Şekil 76’da Asi Nehri’nin 2001 yılına ait akım grafiği verilmiştir. Grafikte Mayıs ayında akım değerlerinin yükseldiği görülmektedir. Foto 52’de 09.05.2001 tarihli taşkında Asi Nehri ve Kavaslı Deresi’nin birleştiği bölgede yıkılan bina gösterilmiştir.



Şekil 75. Asi Nehri’nin Antakya’daki 2001 Yılına Ait Akım Grafiği



Foto 52. 09.05.2001 Tarihli Taşkında Asi Nehri ve Kavashli Deresi'nin Birleşme Alanında Yıkılan Bina (DSİ, 2007).

Sonuç olarak inceleme alanında geçmiş dönemlerde meydana gelen taşkın olaylarında can ve mal kaybı olmuştur. Taşkınların etkisi daha çok Asi Nehri'ne dökülen kollar üzerinde olmaktadır. Yapılacak çalışmalarla akarsu yataklarının tamamının ıslah edilmesi, taşkın alanlarının yeni taşkın hesaplama yöntemleri kullanılarak yeniden belirlenmesi ve risk taşıyan bölgelerdeki yerleşim alanlarının daha güvenli bölgelere kaydırılması gerekmektedir.

2.4.2.3. İnceleme Alanına Ait Taşkın Haritalarının Hazırlanması

Bu bölümde inceleme alanına ait DSİ tarafından önerilen taşkın haritası ile Coğrafi Bilgi Sistemleri tabanlı bir analiz olan HEC RAS yazılımı kullanılarak inceleme alanının 100 yıllık taşkın debilerinin kullanıldığı taşkın haritalarının hazırlanması hakkında bilgi verilmiştir.

2.4.2.3.1 Devlet Su İşleri'nin (DSİ) Belirlediği Taşkın Bölgelerinin Haritalanması

İnceleme alanının taşkın alanları Adana'daki Devlet Su İşleri (DSİ) 6. Bölge müdürlüğü tarafından belirlenmiştir. Asi Nehri, Hacı Kuriş ve Hanna derelerine ait taşkın alanlarının sınırları 17.04.1951-3/12920 tarih ve numaralı Bakanlar Kurulu kararı ile de yürürlüğe girmiştir. Altınçay ve Kavaslı derelerine ait taşkın mesafeleri belirlenmemiştir. Bu akarsulara ait taşkın alanlarını belirten herhangi bir kayıt olmamakla beraber DSİ'nin akarsuların kenarlarında büyüklüklerine göre gerek can güvenliği gerekse bakım ve onarım gibi hizmetler sağlamak amacıyla akarsu büyüklüklerine göre en az 10-15 metrelik güvenlik ve koruma şeridi önerdiği (Bülent SÖNMEZ'le sözlü görüşme) bilgisi göz önüne alınmıştır. Buradan hareketle Hacı Kuriş Deresi için belirlenen taşkın alanı Altınçay ve Kavaslı dereleri için de ölçü olarak alınmıştır. Daha çok geometrik olarak belirtilen bu taşkın mesafeleri ve DSİ tarafından belirlenen taşkın değerleri tablo 47'de verilmiştir.

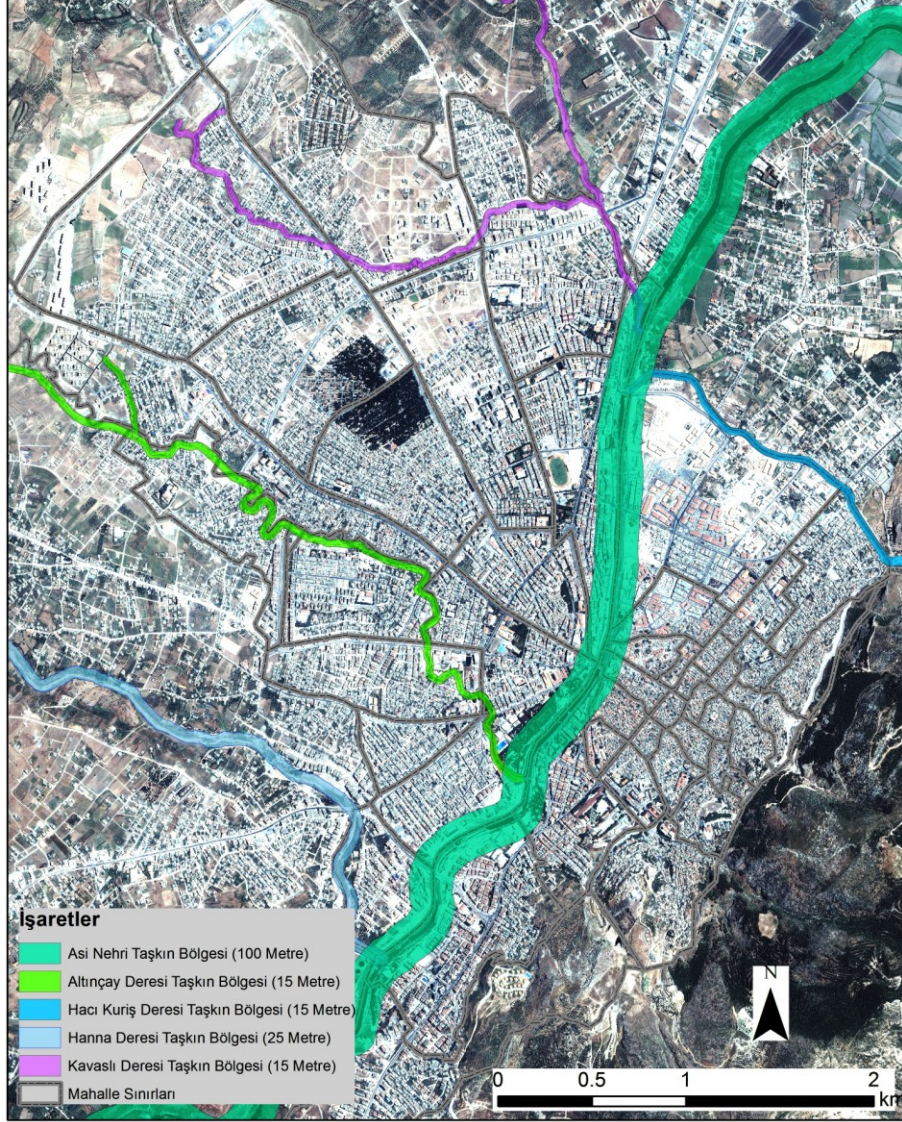
Tablo 43. İnceleme alanında Bulunan Akarsuların Taşkın Değerleri ve Taşkın Alanları (DSİ, 2007)

Akarsu Adı	Taşkın Değerleri (m ³ /s)						Taşkın Alanları
	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	
Asi Nehri					1032	1201	Sağlı Sollu 100'er Metre
Hacı Kuriş Deresi					147.1	186.8	Sağlı Sollu 15'er Metre
Altınçay Deresi	26.6	41.4	64.7	85.4	112	192.1	Sağlı Sollu 15'er Metre*
Hanna Çayı	54.5	101.5	179.8	248.3	323.5	480.06	Sağlı Sollu 25'er Metre
Kavaslı Deresi	36	70	129	182	241	360	Sağlı Sollu 15'er Metre*

*DSİ tarafından önerilen taşkın ve servis mesafesi

Tablo 43'te verilen değerler Buffer (Tampon) analizi kullanılarak inceleme alanında bulunan akarsulara CBS ortamında uygulandığında şekil 77'deki harita ortaya çıkmaktadır. Bu haritaya göre, Antakya'da yapılaşma sırasında belirlenen taşkın alanlarının dikkate alınmadığı ortaya çıkmaktadır. Özellikle Asi Nehri'ne ait 1951 yılına ait bakanlar kurulu kararı olmasına rağmen geçen 60 yıldan fazla

zamanda nehre ait taşkın alanı birçok yerde konutlar ve kamu binaları tarafından işgal edilmiştir.



Şekil 76. DSİ Tarafından Belirlenen Asi Nehri ve Kollarına Ait Taşkın Bölgeleri Haritası

2.4.3. Su Taşkını Risk Analizi

Su taşkınları inceleme alanında depremde sonra en çok can ve mal kaybına neden olan ve tekrarlanma yönüyle ise depremde daha sık tekrar eden bir afettir. Bu açıdan oluşturduğu riskin önceden belirlenmesi ve ona göre önlemlerin alınması gerekmektedir.

İnceleme alanında topografyanın eğim doğrultusunun şehir merkezine doğru olması, zeminin geçirimsiz birimlerden oluşması, iklim koşulları sonucu çok miktarda yağışın kısa sürede düşmesi, yanlış arazi kullanımı ve insanların akarsu yataklarını çeşitli şekillerde işgal etmesi gibi nedenlerle taşkın riski söz konusudur. Bu bağlamda inceleme alanında mevcut topoğrafik özelliklerin sonucu muhtemel su toplanma alanları alanları belirlenmiştir. Bu amaçla inceleme alanına ait Harita Genel Komutanlığı'na ait 1:25.000'lik haritalar ve sayısal yükseklik modeli (DEM) kullanılmıştır. Elde edilen haritaya göre çeşitli kurumlara, nüfusa ve ulaşım yollarına göre risk değerlendirilmesi yapılmış ve belirlenen 7 tane risk bölgesine ait riskin nedenleri açıklanmaya çalışılmıştır.

İlk aşamada yapılan taşkın alanlarının konut alanlarıyla, kamu ve özel kuruluşların çakıştırılması sonucunda ortaya çıkan en önemli sonuç Antakya'nın şehir planlaması yapılırken taşkın riskinin göz önüne alınmadığıdır. Önceki bölümde de değinildiği gibi Asi Nehri'ne ait koruma bölgeleri 1960 yılında kanunla sağlanmış olmasına rağmen bu kanunun gereğinin uygulanmaması Asi Nehri'nin Antakya için bir tehdit unsuru haline gelmesine neden olmuştur. Benzer bir durum Asi Nehrine dökülen yan dereler için de geçerlidir. İnceleme alanı içerisinde yapılan arazi gözlemlerinde bazı yerlerde evler neredeyse dere yataklarının içine yapılacak kadar yaklaştırılmış, bazı konutların duvarları derelerin levelerine dayandırılmıştır. İlginç bir durumdur ki nehir yataklarına müdahale edenlerden bazıları devlet kurumudur.

İnceleme alanındaki taşkın riskinin değerlendirilmesi amacıyla taşkın risk haritasında önemli görülen yedi bölge belirlenmiştir. Bu yedi bölgenin taşkın konusunda neden riskli olduğu arazi gözlemleri sonucunda değerlendirilmiştir (Şekil 85).

1. Bölge: Bu bölge Asi Nehri'nin Antakya'ya giriş yaptığı bölgedir. Bu alanda Asi Nehri'yle Hacı Kuriş Deresi'nin suları birbirine karışmaktadır. Bu bölgenin GPS ile yapılan ölçümlerde tespit ettiğimize göre ortalama yükseltisi karşı yamaçtan yaklaşık olarak 1 metre daha azdır. Hacı Kuriş Deresi'nin ağız kısmının dar, bakımsız olması ve çöplerin temizlenmemiş olması, Hacı Kuriş deresinin sularının Asi Nehri'ne hızlı bir şekilde boşalamamasına, gelen suyun geri teperek ve yoğun bir

şekilde 1 numaralı alana doğru hareket etmesine neden olacaktır. Bu alanda bulunan konutların gecekondü tarzında yapılardan oluşması risk derecesinin daha da artmasına neden olacaktır.

2. Bölge: Bu alan Kavaslı Deresi ve onun kolu olan Saraycık Deresi'nin Asi Nehri'ne döküldüğü alan olup diğer bir riskli alanı oluşturmaktadır. Burası yerleşim alanlarıyla iç içe bir alan olup bazı ticari kuruluşlar da bulunmaktadır. 2001 taşkınında yıkılan bina da bu alandadır. Ayrıca bu alanda emniyet birimlerine ait müesseselerin olması da (Kantin, polisevi ve lojman gibi..) buraların risk derecesini arttırmaktadır. Çünkü doğal afetlerde emniyet ve sağlık gibi hayati önem taşıyan kurum ve kuruluşlarının mensuplarının afetzede olmaması önemlidir. Çünkü afetzede olan kişi kendi durumunu düşüneneğinden diğer insanlara hizmet vermede kendisinden beklenen performansı gösteremez. Bu sorunun ayrıca çözülmesi gerekmektedir.

3. Bölge: Bu bölge de Asi Nehri'nin Habibi Neccar Dağı'na doğru olan kesimlerini içine almaktadır. Bu bölge ticaret alanlarının ve köy garajlarının da bulunduğu ve ayrıca yeni büyük bir alışveriş merkezi inşaatının bulunduğu alandır. Asi Nehri'nin diğer yamacında kısa mesafe sonrasında taraçaların oluşturduğu yükseltilerin başlaması ve 3 bölgenin olduğu kesimin daha alçakta kalması sonucunda suların bu alanlara yönelmesi kaçınılmaz olacaktır. Bu bölgede çeşitli işyerlerinin olması taşkın sırasında bu işyerlerinin sular altında kalabileceği dikkat edilmesi gereken bir durumdur. Bu durum taşkın mali boyutunun daha da arttıracaktır.

4. ve 5. Bölge: Bu bölgelere doğru Antakya'nın genel olarak yükseltisi azalmaktadır. Bununla birlikte diğer üç derenin (Kavaslı, Altınçay ve Hacı Kuriş dereleri) sularının da toplandığı akımın ve akış hızının iyice arttığı göz önüne alınırsa bu alanlar büyük ölçüde taşkın riski altındadır. 5. Bölgede Altınçay Deresi'nin eğiminin azalması buna karşılık yatağın her iki taraftan da binalarla çevrildiği bu alan geçmiş dönemlerde de olduğu gibi taşkın riski altındadır. Ayrıca Akdeniz Mahallesi'nde Asi Nehri'nin hemen bitişiğine yapılan ilköğretim okuluna alan kazandırmak amacıyla nehir yatağı doldurulmuştur. Diğer önemli nokta da 4 ve 5.

Bölgelerde nehir yatağının her iki tarafı arasında belirgin bir kot farkı (Yaklaşık 1.5-2 metre) vardır. Ayrıca 4. bölgede bazı yerlerde kıyıya yükseklikleri yer yer 1 metreyi bulan leveler inşa edilmiştir. Bu durum her hangi bir taşkın anında gelen suların doğrudan 5. bölgedeki çukur alanlara doğru hareket etmesine neden olacaktır.

6. ve 7. Bölge: Bu bölgeler Altınçay Deresi'nin taşkın alanları olup meydana gelen taşkınların en önemli nedeni, konutların derenin taşkın yatağına yapılmasıdır. Dere yatağında ıslah çalışmaları yapılmış olmasına rağmen bu çalışmalar yeterli düzeyde değildir.

Ayrıca inceleme alanında inşa edilen 1. Etap TOKİ konutlarının bu alanda olması diğer bir sorun olup, DSİ yaptığı çalışmalarla bu sorunu çözmeye çalışmaktadır. Ancak yapılan çalışmalar lokal düzeyde kalmaktadır ve bir sorunu çözerken başka sorunlar oluşturmaktadır. Örneğin yatak ıslah çalışmaları sonucunda dere yatağının tabanı beton ve taşla kaplanmaktadır. Bu durum ani yağışlarla gelen bütün suların hiçbir kayba uğramadan şehir merkezine doğru hareket etmesine ve suların şekildeki 4 numaralı bölgeye toplanmasına neden olacaktır. Ayrıca yer altına sızma nedeniyle kayıplar azaldığı için özellikle yaz mevsiminde karışan kanalizasyon sularının çevreye rahatsız edici kokular yayması durumu (Benzer durum Kavaslı Deresi'nde de yaşanmaktadır) ortaya çıkmaktadır. Bu durum ayrıca bir çevre sorunu olarak değerlendirilmelidir.

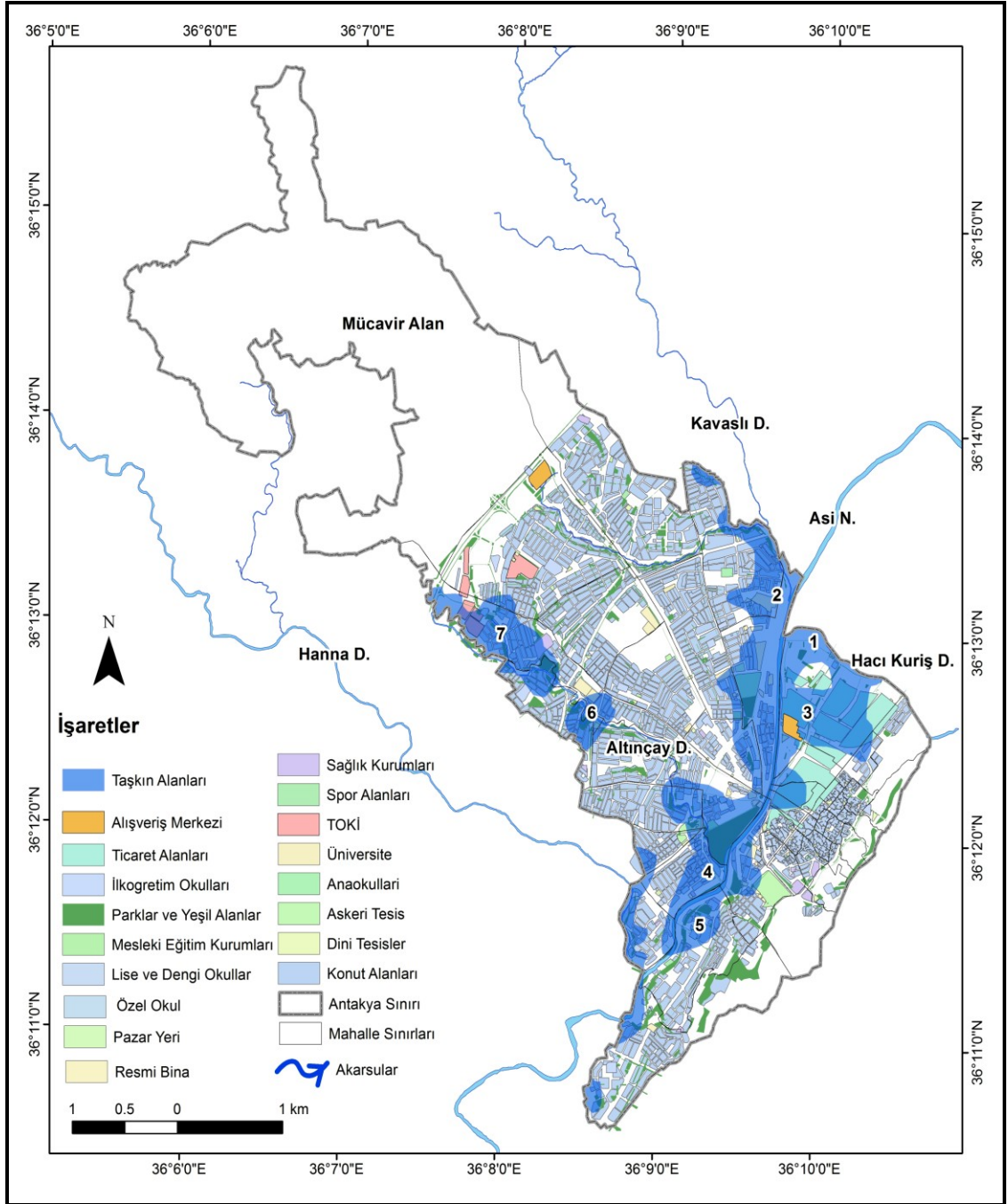
Ayrıca inceleme alanında kanalizasyon sularının Asi Nehri ve yan derelere akıtılması ve nehir yataklarına çöplerin atılması bu pisliklerin taşkın anında çevreye yayılmasına neden olacaktır. Bu durumun bulaşıcı hastalıkların yayılmasına neden olarak, riskin farklı bir boyutunu (Hijyen) ortaya koymaktadır. Bütün bunlar inceleme alanındaki taşkın riskinin çok yönlü ve multi disiplinler bir yaklaşımla çözülmesi gerektiğini göstermektedir.

2.4.3.1. Su Taşkınları Riskinin Nüfusa ve Ulaşım Yollarına Etkisi

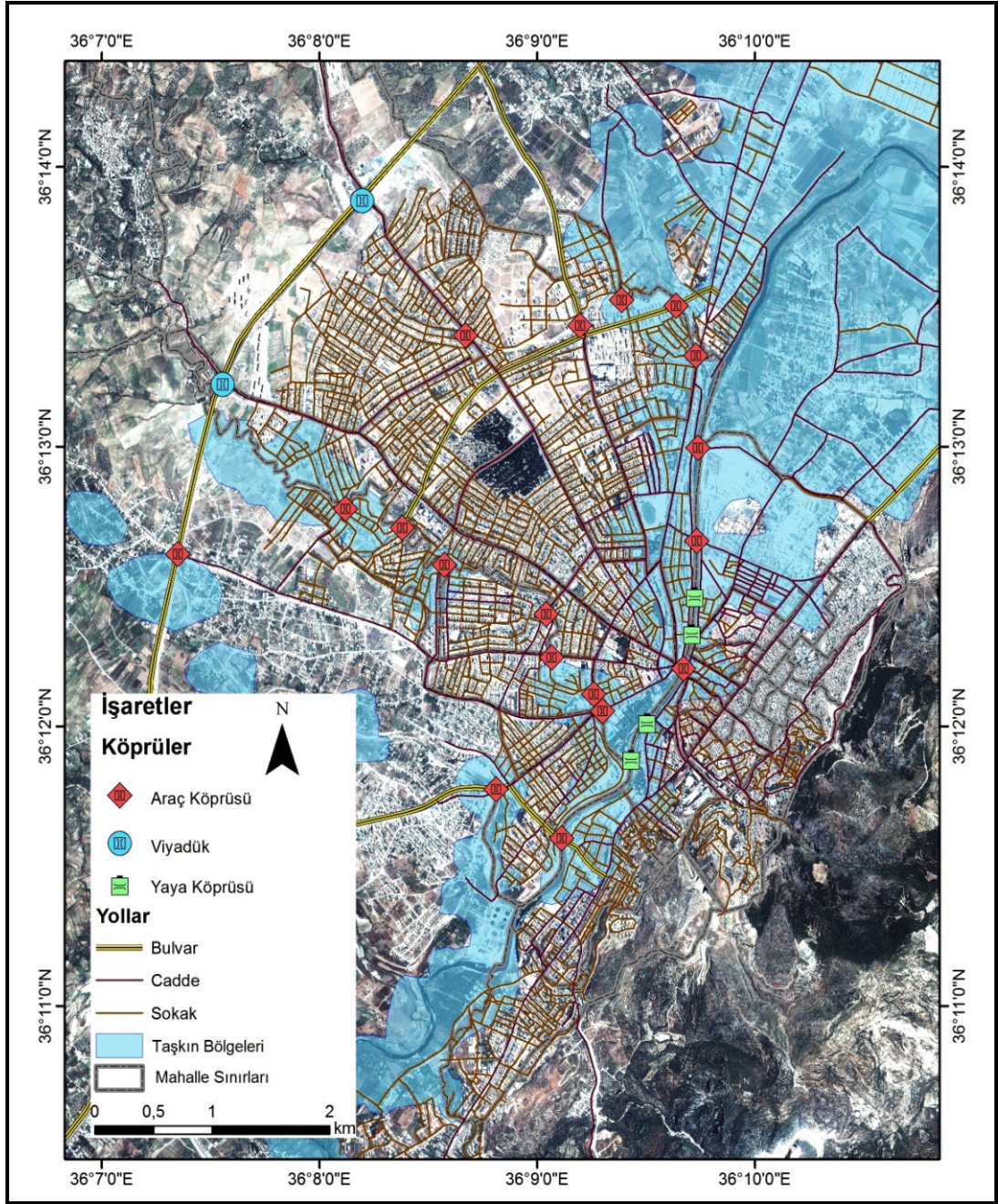
Su taşkınlarının inceleme alanındaki nüfusa olan etkisi incelendiğinde inceleme alanının belirli yerlerindeki yoğun nüfuslu mahallelerde yaşayanlar taşkın riski

altındadırlar. Özellikle inceleme alanının güneydoğusunda kalan Sümerler Mahallesi, bu mahallenin batısında Altınçay Deresi çevresindeki Altınçay Esenlik ve Esentepe mahalleleri, kuzeyde ise Ürgenpaşa Mahallesi'nde yaşayan nüfus taşkın riski altındadır (Şekil 86).

İnceleme alanında su taşkınına maruz kalacak alanların ulaşım yollarına etkisini göstermek amacıyla taşkın bölgeleri haritası, yol ve köprü katmanlarıyla çakıştırılmıştır. Sonuç olarak elde edilen harita inceleme alanındaki yolların ve köprülerin önemli bir kısmının taşkın sırasında sular altında kalacağını göstermektedir. Bu durum taşkın sırasında yardım götürme çalışmalarının önemli bir şekilde aksayacağını göstermektedir (Şekil 87). İnceleme alanında taşkın riski altında olan yolların uzunluğu 84.12 km'dir. Bu yol uzunluğu inceleme alanındaki yol uzunluğunun (344.052 km) yaklaşık 1/4'ü kadardır.



Şekil 77. Antakya'nın Ait Taşkın Risk Haritası



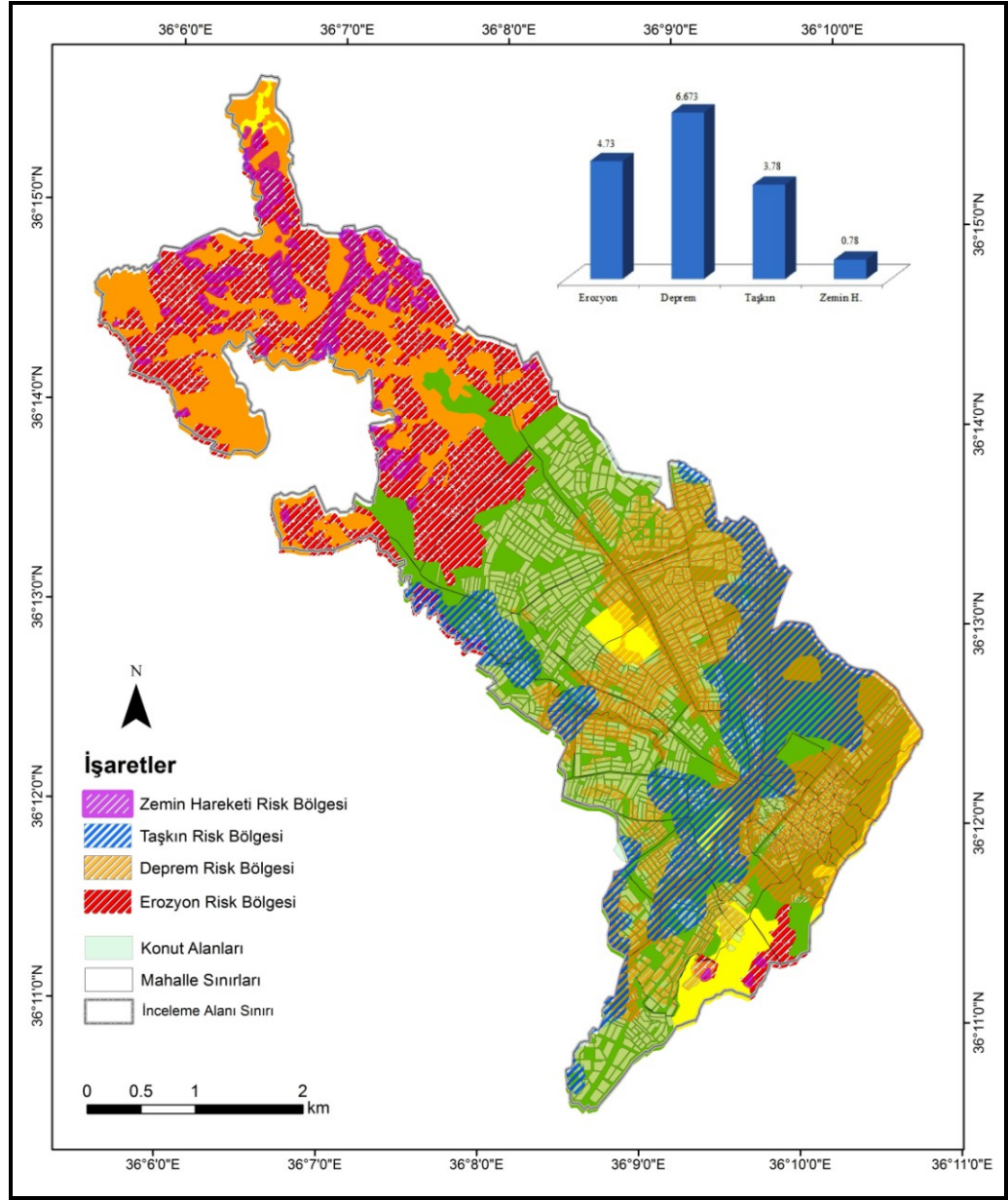
Şekil 79. İnceleme Alanındaki Ulaşım Yollarına Göre Taşkın Risk Bölgeleri Haritası

2.5. İnceleme Alanının Multi Risk Haritasının Çıkarılması

İnceleme alanına ait erozyon, zemin hareketleri, deprem ve su taşkınları yönünden yüksek risk taşıyan alanlar çakıştırılarak multi risk haritası oluşturulmuştur. Bu haritaya göre, inceleme alanında en fazla deprem ve taşkın riski tehdit oluştururken, alan yönünden en az risk zemin hareketlerine aittir. Mücavir

alandan en çok erozyon ve zemin hareketi riski taşıyan alanlar çoğunluktadır (Şekil 88).

Zemin etkisi ve topografya koşulları bakımından bir afet için riskli olan alan diğeri için riskli olmayabilir. Bu açıdan inceleme alanında belirtilen afetler bakımından tamamen güvenli bir alandan bahsetmek oldukça zordur. Ancak bu risklerden erozyon riskinin insanın canına ve malına doğrudan etkisi olmadığından dolayı değerlendirme dışı tutulduğunda mücavir alan sınırında kalan bölgenin yani çevreyolunun kuzeybatısında kalan ve şehrin yeni geliştiğı alanların daha güvenli ve risk bakımından düşük alanlar olduğu söylenebilir. Dolayısıyla bu alanlara planlı bir yerleşme ile daha güvenli yaşam alanları oluşturulabilir.

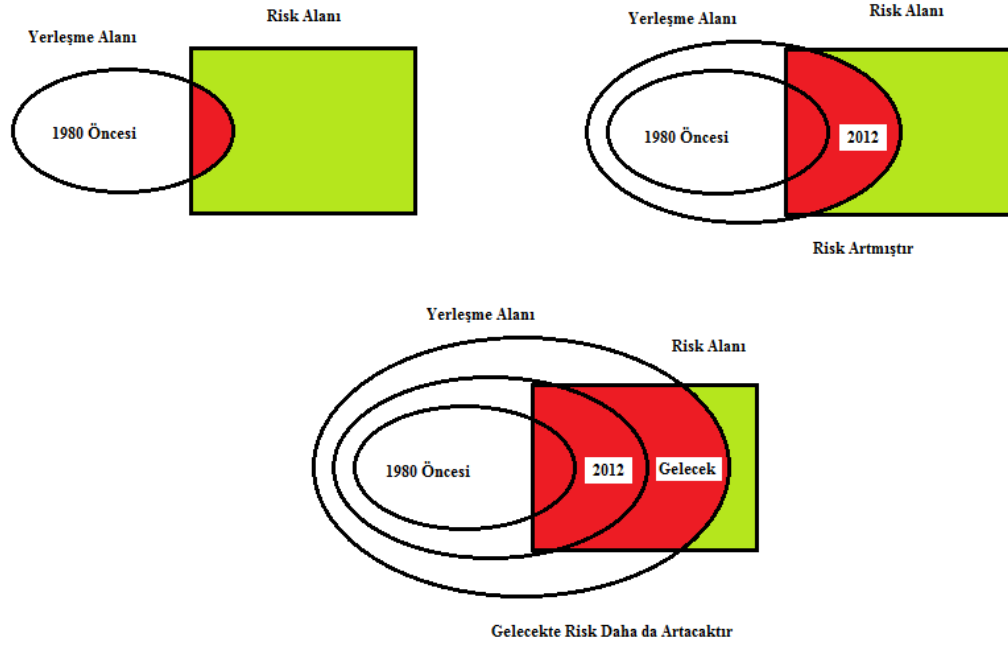


Şekil 80. İnceleme Alanına Ait Multi Risk Haritası

3. İNCELEME ALANINA YÖNELİK AFET YÖNETİMİ ÖNERİLERİ

Bu bölümde inceleme alanında meydana gelebilecek olası afetlere yönelik çözüm önerilerinin verilmesi amaçlanmıştır.

İnceleme alanı gerek yerel zemin özellikleri gerekse topografik özellikleri yönüyle erozyon, zemin hareketleri, deprem ve taşkına duyarlı bir bölgede yer almaktadır. Bu bakımdan şehre ait planlama çalışmalarında bu hususun göz önüne alınması gerekmektedir. Geçmiş dönemlerde yapılan planlama hatalarına düşülmemelidir ve ileriye yönelik şehir ier planları oluşturulurken, yerleşime uygun ve uygun olmayan alanlar belirlenmeli ve buna göre imar izni verilmelidir. Ayrıca geçmiş dönemlerde yerleşime açılmış ve konutlar ve işyerleri tarafından işgal edilmiş, afet riski taşıyan alanlarda risk azaltıcı çalışmaların yapılması gerekmektedir. Şehrin gelişim yönüne ve geliştiği yerlere sadece ekonomik açıdan değil, ayrıca afet riski açısından da bakılmalıdır. Çünkü yerleşim alanlarının duyarlı bölgelere doğru kayması riskin bıyutunu ve etkilenen kişi sayısını arttırmaktadır (Şekil 89). Bu bağlamda inceleme alanında hızlı bir kentsel dönüşüm çalışmasının yapılması sağlanmalıdır. Bu amaçla yerleşme açısından sorunlu olan “Eski Antakya’nın” yeniden planlanması, zayıf dayanımlı “derme çatma” gecekondularda yaşayan insanların daha sağlam konut sahibi olmaları sağlanmalıdır. Bu konuda Başbakanlık Toplu Konut İdaresi (TOKİ) önderliğinde bir çalışma yapılabilir. Şehrin bilhassa yüksek duyarlı alanlarındaki ve sit alanı olan alanlarının daha çok tarihi, turistik, dinlence mekânları ve mesire yerlerinden oluşacak şekilde yeniden planlanması, yerleşimin daha güvenli alanlara doğru kaydırılması gerekmektedir.



Şekil 81. Yerleşim Alanlarının Gelişiminin Risk Alanlarıyla Olan İlişkisi (Beer, 2010'dan Değiştirilerek)

İnceleme alanına yönelik afet yönetim önerilerini afet öncesinde, afet sırasında ve sonrasında yapılması gerekenler diye sınıflandırılarak incelenmiştir.

3.1. Afet Öncesinde Yapılması Gerekenler

Gelişmiş ülkelerin artık afet yönetimi kavramı yerine risk yönetimini benimsemeleri (Kadıoğlu,2008) ve afet öncesi çalışmalara ağırlık vermeleri bu konunun önemini ortaya koymak açısından önemlidir. Bu açıdan inceleme alanında afet zararlarını en aza indirmede bu çalışmaların önemi büyüktür.

İnceleme alanının afet karnesinin çıkarılması ve hangi afetlerin hangi bölgelerde etkili olduğu ve olabileceğini belirlemek amacıyla bazı çalışmaların yapılması gerekmektedir bu amaçla yapılacak çalışmaları şu başlıklar altında toplanabilir:

Geçmiş Dönemlere Ait Meteorolojik verilerin incelenmesi: İnceleme alanına ait meteorolojik verilerin Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü veya Meteoroloji Bölge Müdürlükleri'nden temin edilerek hazırlık çalışmalarının yapılması gereklidir. Bu amaçla: yıllık yağış miktarı, yağış yoğunluğu ve dağılışı, türü, hâkim rüzgâr yönü ve şiddeti, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri gibi ekstrem klimatolojik bilgiler afet anında ve sonrasında son derece önem arz etmektedirler.

Jeolojik verilerin incelenmesi: İnceleme alanındaki belediye yetkililerinin depremle ilgili sismolojik veriler ile aktif fay bilgilerini, zeminin yapısını yetkili kuruluşlardan araştırması gerekir. Bu kuruluşların başında üniversitelerin ilgili bölümleri ve Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi gelir. Yapılan bu araştırmalar sonucunda bölgeyi etkileyebilecek jeolojik kaynaklı doğal afetler tespit edilebilir (Uzunlar, 2003).

Tarihsel verilerin incelenmesi: İnceleme alanıyla ilgili tarihi kaynaklardan önceden olmuş, can ve mal kayıplarına yol açmış olan büyük doğal afetlerle ilgili bilgi edinilir. Meydana geliş zamanları, yerleri, etkiledikleri insanlar tespit edilmeye çalışılır (Uzunlar, 2003). İnceleme alanında en son yıkıcı depremin 1872'de meydana geldiği tarihsel kayıtlardan elde edilmektedir (Korkmaz, 2006 ve Durukal vd., 2009)

İnceleme Alanının Zemin Etüdünün ve Yapı Özelliklerinin Belirlenmesi: inceleme alanına ait zemin etüdü ve yapı özellikleri valilik önderliğinde AFAD ve belediye işbirliği sağlanarak hazırlanmalıdır. Bu amaçla bilimsel çalışmalar ve TÜBİTAK projelerinden yararlanılabilir. İlk önce yerleşme alanlarının tamamını ve muhtemel gelişme yönlerini kapsayacak biçimde düzenlenecek mikro bölgelendirme haritaları, bir sismik tehlike çalışmasına dayanmalı, jeolojik, jeofizik, jeoteknik çalışmalardan üretilen veriler ışığında zemin tabakalarında sıvılaşma olasılığı ve zemin yüzeyinde yapı tasarımı için gerekli deprem özelliklerinin nasıl değişebileceğini belirtmelidir. Elde edilen bu veriler inceleme alanında yapılaşmanın şekli, kat sınırlaması gibi işlemlerde belirleyici unsur olarak kullanılmalıdır. Daha sonra ise, bina yapısının incelenmesi yapıların depreme dayanıklılığını olumlu ya da olumsuz olarak etkileyen niteliksel ve niceliksel belirtilerin ışığında çeşitli işlemlerden sonra depreme karşı dayanıklılığının tespit edilmesi sağlanmalıdır

(Uzunlar, 2003). Ayrıca yeni yapılan konutların kesinlikle yönetmeliklere uygun olarak yapılması sağlanmalıdır.

Nüfusun Nerelerde Yoğunlaştığının Tespit Edilmesi: yapılaca afet ve risk yönetim planlarında nüfus yoğunluklarının tespit edilmesi afet ve acil durum birimlerinin buna göre konumlandırılması gerekmektedir. Örneğin, çarşı bölgesinin nüfusu haftanın işgünlerinde gündüz vakti çevre ilçe, belde ve köylerden gelenlerle birkaç kat artmaktadır. Haftanın tatil günü olan Pazar günü ise aynı alanlarda bütün dükkânlar kapalı ve sokaklarda sakin bir görüntü hâkim olmaktadır.

Kritik Tesislerin belirlenerek kayıt altına alınması: Kritik tesisler hayati önem arzeden ve yokluğunda birçok hizmetin aksayacağı tesislerdir. Bu yüzden her türlü durumda hizmet verebilir olması gerekmektedir. Bu itfaiye teşkilatı merkezi olabileceği gibi enerji santrali de olabilir. Belediyenin yetki sınırları içerisinde ve civarında öneme sahip tesislerin önceden tespit edilip sınıflandırılması gerekir (Uzunlar, 2003). Bu tesisler şunlar olabilir:

- Sağlık hizmetleri ve acil yardım hizmetleri binaları
- Yangın söndürme ve arama kurtarma hizmetleri binaları
- Eğitim kurumları binaları
- Güvenlik kuvvetleri binaları
- Yerel yönetimlerin ve merkezi yönetimin yereldeki hizmet binaları
- Enerji, su, gaz ve benzeri önemli dağıtım sistemleri
- Benzin istasyonları varsa dolum tesisleri
- Tehlikeli sanayi tesislerini
- Halkın toplu olarak bulunduğu alış-veriş, kültür, spor binaları
- Konut amaçlı yapılan binalar

Bihassa tehlikeli sanayi tesislerinin ne tür üretim yaptıklarının bilinmesi, üretimde doğrudan ve dolaylı zehirli, patlayıcı, yanıcı madde kullanılıp kullanılmadığının belirlenmesi gerekir (Uzunlar, 2003). Bu tesislerin taşıdığı risk belirlenmelidir. Gerekli durumlarda yerlerinin değiştirilerek daha güvenli alanlara taşınması sağlanmalıdır. Aynı zamanda bu tesislerin kendilerine ait itfaiye ve sağlık

birimlerini oluşturmaları meydana gelecek afetlerin daha hafif atlatılmalarını sağlayacaktır.

Ulaşım Ağı ve Ulaşım Yoğunluğunun Tespit Edilmesi: İnceleme alanındaki kara, deniz ve havayolu ulaşımı bilgileri afet koordinasyon birimleri, tarafından bilinmelidir. Bu bilgi yapılacak risk analizleri ve değerlendirmelerine göre afet ve acil durumlar için planlanmalı ve derecelendirilmelidir. Alternatif güzergâhlar planlanmalıdır. Diğer yandan afet sonrasında çok miktarda yardım malzemesinin en hızlı bir şekilde nasıl ulaştırılacağı planlanmalıdır. Bu amaçla inceleme alanı için kara ve havayolu ulaşımı öncelikle değerlendirilmelidir. 1995 Kobe Depremi'nde en çok zararı gören yapılardan birisinin de ulaşım ağı olması yapılan çalışmaları önemli ölçüde aksatmıştır. Deprem, aynı zamanda bölge ekonomisine ciddi zararlar vermiştir (Chang, 2000).

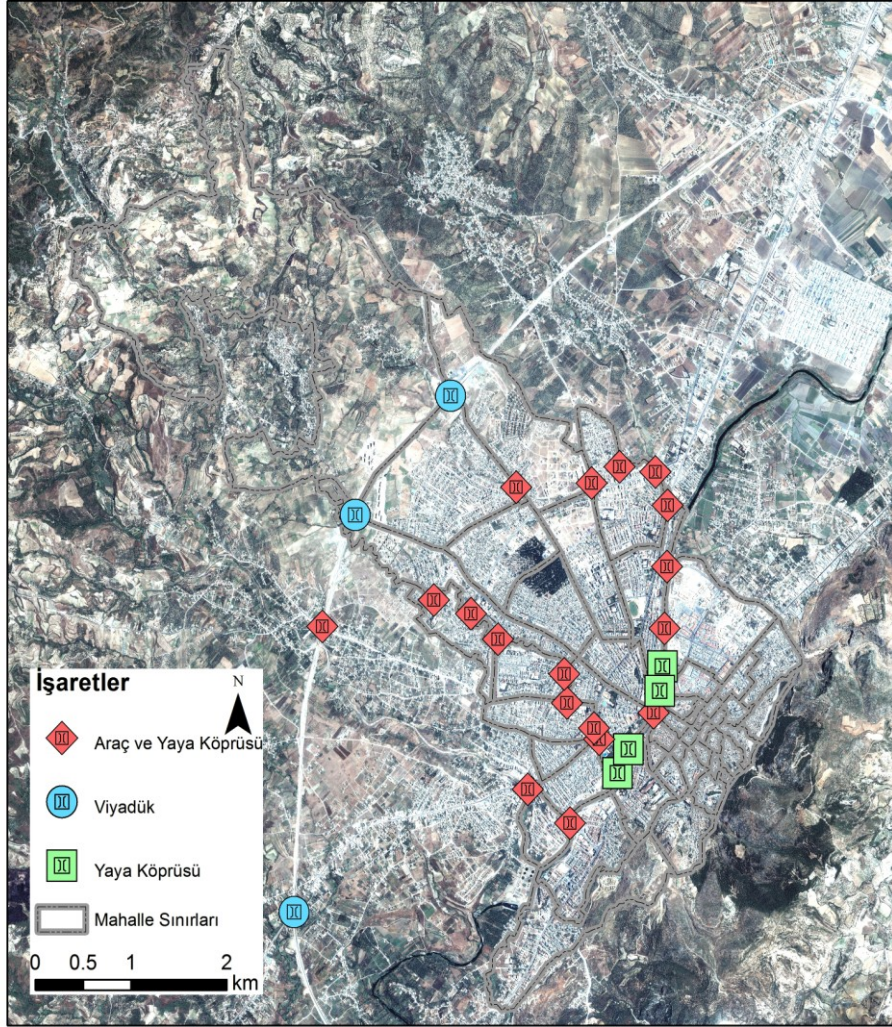
İnceleme alanına ait afet planında karayollarındaki araç trafiği, yoğunluğu, ne tür araçların geçtiği, hangi zamanlarda artış gösterdiği, yerleşim yerlerinin içerisinden geçip geçmediği, üzerinde köprü tünel olup olmadığı gibi verilerin inceleyip değerlendirilmesi gereklidir. Bu amaçla ulaşım yollarının afet yönetim planıyla uyumlu şekilde planlanması gerekmektedir. Hangi afette hangi yolların kullanılacağı veya kullanılmayacağı belirlenmeli bu afet planında yer almalıdır. Çünkü afetlerde kullanılacak acil ulaşım yollarının her zaman açık ve kullanıma hazır olması gerekmektedir. Ayrıca afet öncesinde köprü, tünellerin ve viyadüklerin ne tür afetlere maruz kalabileceği belirlenerek önlem alınmalı ve alternatif geçiş güzergahları belirlenmelidir. Örneğin olası bir taşkın anında Asi Nehri üzerindeki köprülerin sular altında kalması veya depremde yıkılması Antakya'da ulaşımın önemli ölçüde aksamasına neden olacaktır.

İnceleme alanında 23 tane köprü ve viyadük bulunmaktadır. Bu köprülerden 17 tanesi araçlara, 4 tanesi yayalara tahsis edilmişken, 2 tane de viyadük bulunmaktadır (Tablo 45). Bu köprü ve viyadüklerin inceleme alanındaki dağılışı şekil 90'da verilmiştir.

Tablo 44. İnceleme Alanındaki Köprü Türleri ve Sayıları

Köprü Türü	Sayısı
Araç Köprüsü	17
Yaya Köprüsü	4
Viyadük	2
Toplam	23

Ayrıca inceleme alanı sınırları içerisinde havaalanı bulunmamaktadır. Hatay Havaalanı Antakya'ya yaklaşık olarak 25 km uzaklıkta olup sivil amaçlarla kullanılmaktadır. Bu açıdan olası afetlerde havadan gelecek yardımların havaalanından Antakya'ya gelmesi ve acil durumdaki hastaların diğer şehirlere gönderilmesinde zaman kaybının olması söz konusudur. Bu açıdan olası afetlerde ambulans ve yangın söndürme helikopterlerinin inebileceği pistlerin oluşturulması gerekmektedir. Bu amaçla sıkışık şehir dokusu içindeki okul bahçelerinin kullanılması son derece tehlikelidir. Şehrin değişik yerlerine helikopterlerin inebileceği acil iniş noktalarının oluşturulması gerekmektedir. Bu noktaların sayısı şehrin büyüklüğüne göre değişmekle birlikte, inceleme alanında 5 tane olması yeterlidir. Bu amaçla stadlar ve merkezi parklar ve hastane bahçeleri kullanılabilir. Ancak bu alanlarda bir helikopterin inebileceği şekilde düzenlemeler yapılmalı ve mümkünse helikopterler için ayrıldığı belirtilmelidir. Daha sonra yapılan bu çalışma afet yönetim planında belirtilmelidir.



Şekil 82. İnceleme Alanındaki Köprü ve Viyadüklerin Dağılışı

Erken Uyarı Sistemlerinin Kurulması: Afetlerde meydana gelecek zararı azaltmada en çok yarar sağlayan unsurlardan birisi de erken uyarı sistemleridir. Erken uyarı sistemlerinin çalışma prensibi afetin türüne göre değişmektedir. Ana hedefi afet riski altındaki insanları afet ortaya çıkmadan önce veya çıktıktan hemen sonra en kısa zamanda bilgilendirerek hayat kurtarmayı amaçlamaktadır.

Erken uyarı sistemlerinin meteorolojik afetlerde afet meydana gelmeden önce, jeolojik afetlerde ise belirtileri ortaya çıkar çıkmaz (Zemin hareketleri) veya gerçekleşikten hemen sonra (Deprem) devreye girmesi ve uyarılarda bulunması gerekmektedir. Örneğin, meteorolojide erken uyarı üç adımda yapılır. İlk adım kısa vadeli hava tahminidir. Bu tahmin 12-24 saat öncesinden şehir ölçeğinde yapılır.

Tahminlerde yer kaynak miktar ve olasılık verilir. İkinci adım (takip) gözetleme veya izlemedir. 2-6 saat önce kasaba köy ölçeğinde yani noktasal yapılır. Tahminden verilen bilgilere ek olarak gözetlenen meteorolojik afetin şiddeti ve ona karşı halkın alması gereken önlemleri içerir. Meteorolojik uyarı ve ihbarlar gözetlenen meteorolojik afetten 30-60 dakika öncesinde mahalle ve sokak ölçeğinde yapılır. İhbarların içeriği gözetleme ile aynıdır, ancak hemen eyleme geçilmesini ister (Kadıoğlu, 2008).

Ani gelişen zemin hareketlerinde önlem almak zor olmakla birlikte, yamaçlarda oluşan çatlaklar, eğilen ağaçlar, direkler ve duvarlar, kaya ve toprağın aşağı doğru yavaşça kayması zemin hareketlerinin işaretleridir (Kadıoğlu, 2008).

Deprem erken uyarı sistemleri de depremin meydana getirdiği zararları azaltan, depremin merkez üssüne en yakın istasyonlarda gözlenen sismik dalga verilerini kullanarak depremin büyüklüğü ve hiposantrını tahmin eden ve S dalgasının varışından önce beklenen sismik şiddetleri veren bir sistemdir. Bu sistem sismometreler, yüksek hızlı iletişim sistemleri ve bilgisayarlardan meydana gelir. Deprem erken uyarı sistemini oluşturan, bir bölgede yerleştirilmiş olan sismometrelerin dizilimi depremi algıladıktan sonra yüksek hızlı iletişim sistemleri ve bilgisayarlar, sismometrelerdeki değerleri toplayarak depremin büyüklüğünü ve yerini belirler. Büyük bir depreme ait veriler kaydedilirse, alarmlar etkilenmesi muhtemel bölge boyunca uyarı verebilir. Kısa da olsa bu gibi uyarılar pek çok insanın daha güvenli yerlere saklanmaları veya gitmeleri ve trenlerin, fabrikaların ve asansörlerin durdurulması için yeterli olabilir (Yenilmez, 2011; Utkucu vd., 1999). Çünkü depremin hemen ardından, ocaklara, ısıtma sistemine, elektrik kaçağına, kısa devreye ve benzer sebeplere dayalı yangınlar başlar (İskenderoğlu, 2003). Erken uyarı sistemlerinin hızla devreye girmesi bu yangınların önlenmesini sağlayabilir.

Dünya genelinde deprem erken uyarı sistemi bulunan 9 ülke vardır. Bu ülkelerden Japonya, Türkiye, Meksika, Romanya ve Tayvan aktif olarak sistemi kullanmakta ve uyarılar vermektedir. Sistemin test aşamasında olduğu ülkeler ise Çin, İtalya, Kaliforniya, İsviçre' dir. Ayrıca Hawaii' deki Pasifik Tsunami Uyarı Merkezi uluslararası çapta tsunami uyarıları vermektedir (Yenilmez, 2011).

Afet erken uyarı sisteminin oluşturulması ve erkenden devreye girmesi önemli olmakla birlikte bu sistemi tamamlayıcı mahiyette olan en önemli afet sırasında yapılacaklarla ilgili insanların eğitilmesidir. Aksi takdirde afet erken uyarı sistemi oluşturmanın fazla bir etkisi olmayacaktır.

İnceleme alanında olası bir afet anında yardım ve iyileştirme çalışmalarının hızlı bir şekilde yapılmasının sağlanması açısından görev dağılımının yapılması ayrıca önem taşımaktadır. Bu aşamada yetki karmaşasına neden olmadan görev ve yetki tanımlamalarının net bir şekilde belirlenmesi yardımların ve hizmetlerin aksamadan ulaştırılmasını sağlayacaktır.

Afet Personel Yapılanmasının Oluşturulması: Afet öncesi alınan önlemler afetin en az zararla atlatılmasını amaçlamaktadır. Bu amaçla inceleme alanında Hatay Valiliği başkanlığında AFAD koordinatörlüğünde bir afet planı oluşturularak, afet sırasında ve sonrasında yapılacaklarla ilgili bir yönetim şeması oluşturulmuştur. Bu afet planına aşağıda değinilmiştir (Hatay Valiliği, 2012) .

Hatay İl Afet Yönetim Planı'na göre afet ve acil durumlarda il kurtarma ve yardım komitesine Hatay Valisi başkanlığında İl Kurtarma ve Yardım Komitesi ve hizmet gruplarının işbirliğinde afet yönetim çalışmaları yapmayı planlamaktadır. Bu amaçla oluşturulan planlamada personelin görev dağılımı yapılmıştır. Bu görev dağılımı aşağıdaki gibidir.

İnceleme Alanında Afet Yönetimi Personel Planlaması: İnceleme alanında afet yönetimindeki personelin planlanması il kurtarma ve yardım komitesi tarafından yapılmaktadır. Yapılan yardımların dağıtılması ve birtakım hizmetlerin götürülmesi için de hizmet grupları oluşturulmuştur. Bu gruplardaki ilgili personel ve alt birimler aşağıdaki gibidir:

1. İl Kurtarma ve Yardım Komitesi: Valinin veya görevlendireceği Vali Yardımcısının başkanlığında toplanır. Bu komitede, Garnizon Komutanı, Belediye Başkanı, İl Jandarma Komutanı, İl Emniyet Müdürü, İl Özel İdaresi Genel Sekreteri, İl Afet ve Acil Durum Müdürü, İl Milli Eğitim Müdürü, Bayındırlık ve İskân İl

Müdürü, İl Sağlık Müdürü, Tarım İl Müdürü ve Kızılay Şube Başkanı bulunmaktadır.

Bu komitenin görevi, İl Acil Yardım Planlarının yapılmasını ve uygulanmasını sağlamak, ilçelere ait planları inceleyerek valinin onayına sunmak, gerekli teşkilatlanmaları sağlamak ve görev dağılımını yapmak, eğitim ve tatbikatlar düzenleyerek grupların hizmete hazır olmalarını sağlamaktır. Ayrıca, hizmet gruplarını göreve çağırarak, gerekli kararları alınmasını ve uygulanmasını sağlamak, yapılacak yardımın prensiplerini tespit etmek ve belirlenen ihtiyaçların teminini sağlamak, hizmet gruplarının toplanma ve çalışma esaslarını belirlemek ve bu konularda talimatlar düzenleyerek, çalışmalarını koordine etmektir. Bu komite aynı zamanda acil yardım hizmetlerinin yürütülmesinde, görevli kuruluşlar arasındaki işbirliği ve koordinasyonu sağlamaktadır.

2. Hizmet Grupları: Olası bir afette en önemli görevi üstlenecek birimler hizmet gruplarıdır. Çünkü bu gruplar il Kurtarma ve Yardım Komitesinin acil yardım hizmetlerini, süratli, sağlıklı ve düzenli yürütebilmesi için kurulmuştur. Bu gruplar, Haberleşme, Ulaşım, Kurtarma ve Yıkıntıları Kaldırma, İlk Yardım ve Sağlık, Ön Hasar Tespit, Güvenlik (Emniyet), Satın Alma, Kiralama, El Koyma ve Dağıtım Hizmetleri, Tarım, Elektrik, Su ve Kanalizasyon Hizmetleri Grubu şeklindedir.

Geçici İskân Alanlarının Belirlenmesi: Afet sonrasında evleri yıkılmış veya ağır hasar görmüş, kullanılamayacak durumda olan afetzedelerin barındırılması amacıyla kullanılan geçici iskân alanları bu özelliğiyle afet yönetimi ve planlaması çalışmalarında yer almaktadır. Bu kapsamla geçici iskân alanlarının belirlenmesi, afet yönetimi ve planlaması çalışmalarında hazırlık aşamasında planlanması gerekmektedir. Alan belirleme çalışmalarında, geçici iskân için belirlenmiş asgari standartlar göz önünde bulundurulmalı ve tespit edilen yerleşim yerinin her türlü altyapısı hazır hale getirilmelidir (Özdemir, 2004).

Özdemir (2004), geçici iskân alanlarının belirlenmesinde arazinin veya alanın sahip olması gereken asgari coğrafi standartları belirlemede; arazinin zemin özelliği, morfolojik özellikleri, iklimatik özellikleri, hidrografik özellikleri, toprak örtüsü, bitki örtüsü, morfo-dinamik özellikleri, alanın kullanım özelliği, altyapı özelliği, çevre

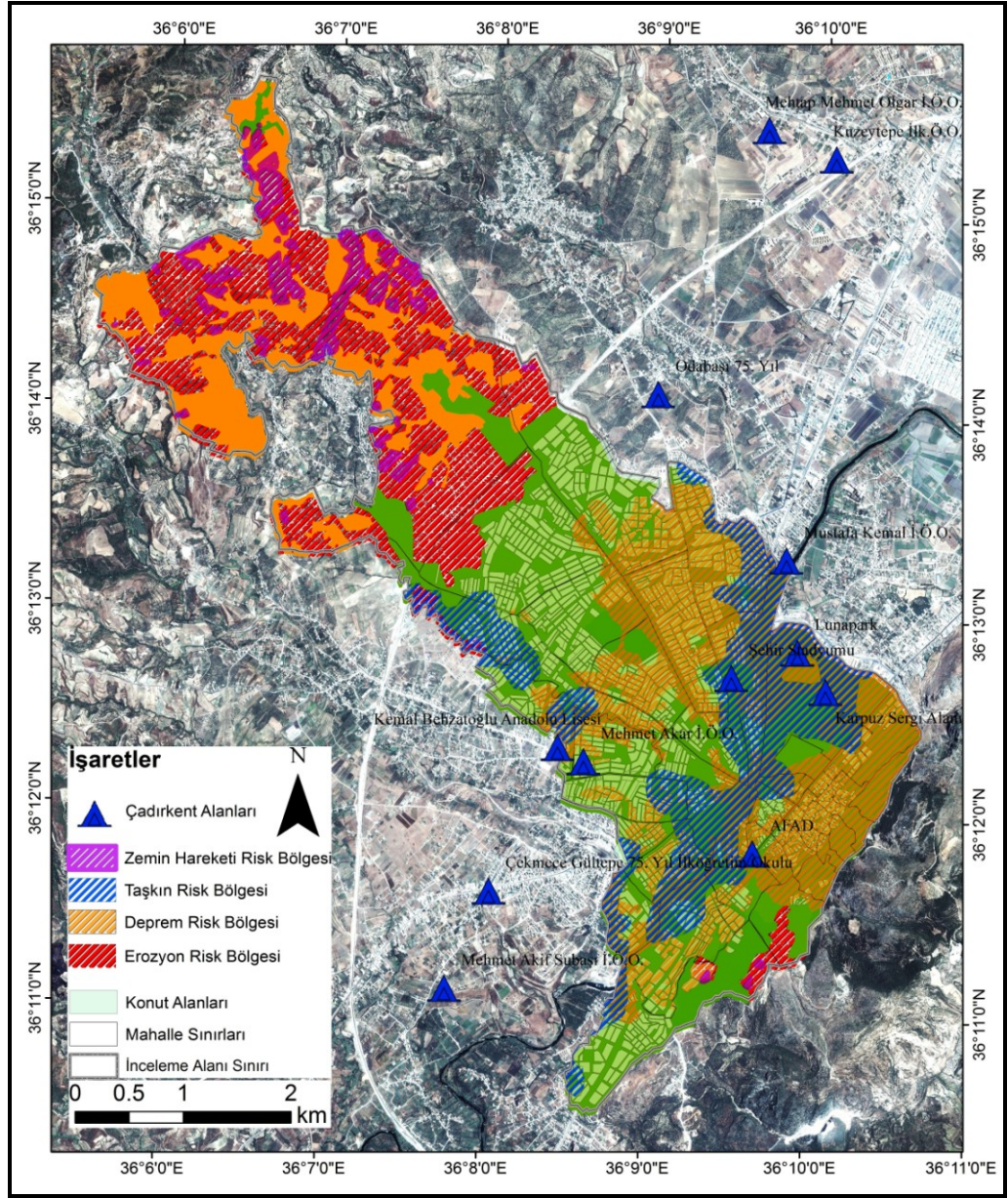
yapıları (kent içi alanlar için) gibi özelliklerin göz önünde bulundurulması gerektiğini belirtmiştir. Bu özellikler, genel olarak geçici iskânın çadırlardan meydana getirilecek alanlar için daha büyük öneme sahip olduğu ve diğer geçici iskân tiplerinin lokasyonlarına karar verme aşamasında da dikkat edilmesi gerektiği göz önünde tutulmalıdır.

Hatay İl Afet Yönetim Planında çadırkent ve Mevlana evleri için uygun yerleşme alanları belirlenmiş olup bu alanlar tablo 46'da verilmiştir. Ayrıca bu alanların dağılışı şekil 91'de verilmiştir. İnceleme alanında çadırkent alanı olarak şehir stadyumu, lunapark alanı, karpuz sergi alanı gibi yerleşim alanının çevresindeki boş alanlar kullanılırken, toplanma merkezi olarak belediye pazar yeri ve hemen her mahallede bir veya birkaç tane bulunan okul bahçeleri, Mevlana evleri alanı olarak ta kışlasaray mahallesindeki ortaöğretim alanı seçilmiştir (Tablo 46 ve Şekil 91). Belirlenen çadırkent alanlarının etki alanları ve yakınlık özellikleri Thiessen (Voronoi) poligonları kullanılarak ortaya konmuştur. Thiessen poligonları iklimbilimci A.H. Thiessen tarafından ortaya atılan noktasal olarak tanımlanmış verilerden yakınlık kriterine göre oluşturulan çokgenleme metodudur (Brassel ve Reif, 1979). Bu metodun kullanılmasıyla elde edilen poligonlara göre şehir merkezindeki çadırkentlerin birbirine yakın ve etki alanları dar, inceleme alanı dışında kalanlar ise birbirine uzak ve etki alanları geniştir (Şekil 92).

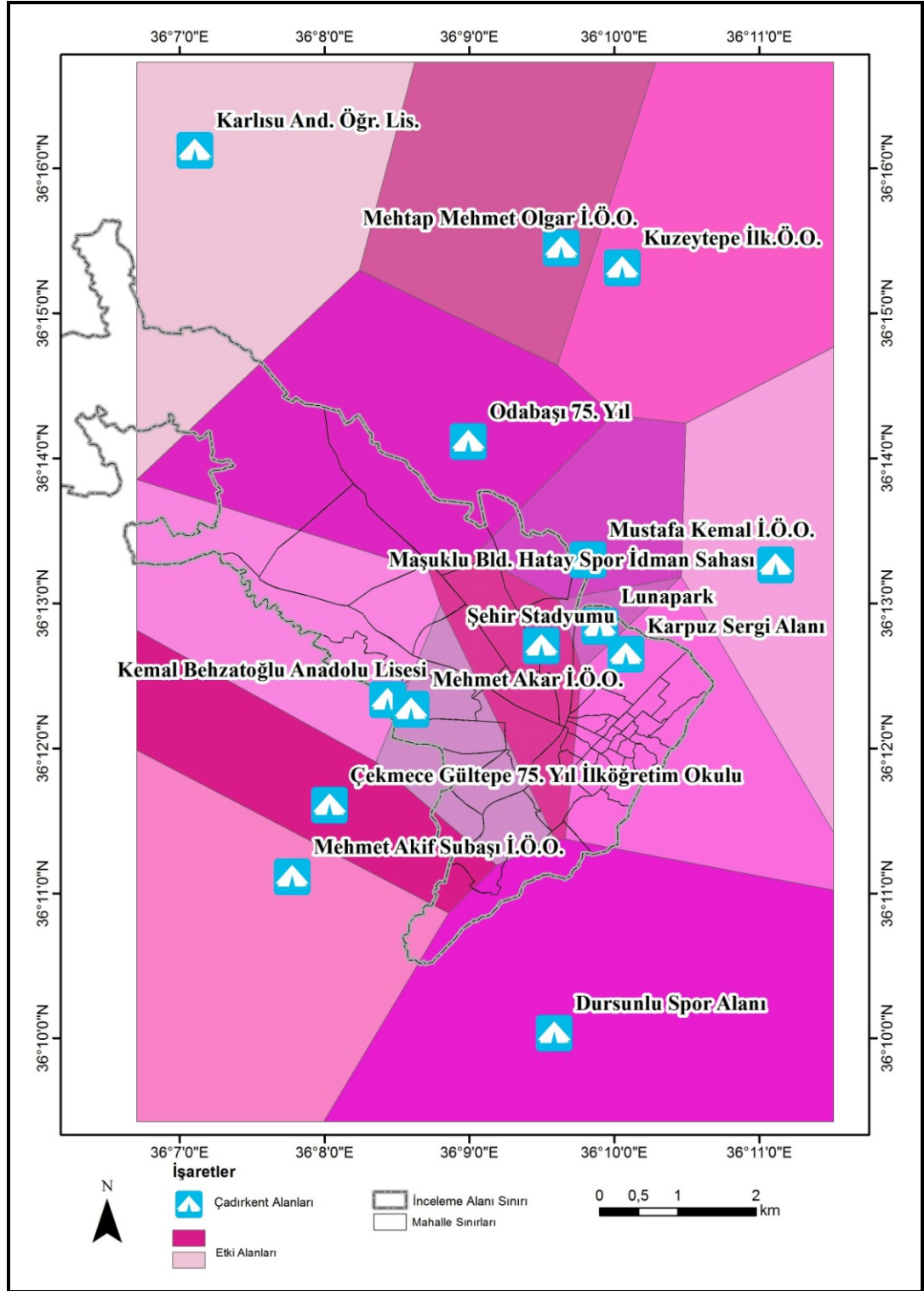
İnceleme alanındaki toplanma sahaları ve çadır kent alanlarının büyük bir kısmının çalışmada belirtilen afetlere duyarlı bölgelerde olması bu konudaki en önemli sorunu teşkil etmektedir. Ayrıca inceleme alanına ait çadırkent toplanma alanlarının thiessen poligonları ile etki alanlarının gösterildiğinde merkezi kesimde nüfusun arttığı kesimde toplanma merkezlerinin etki alanlarının dar olması daha çok noktaların birbirine yakın olmasıyla ilgili olup inceleme alanı dışındaki çadırkent alanlarının etki alanları daha geniştir. Etki alanlarının dar olması hizmet vermek yönünden daha avantajlı bir durumdur. Bu açıdan inceleme alanındaki nüfusun artışına paralel yeni çadırkent alanlarının bulunması bu etki alanlarının daha da daralmasına neden olacaktır. Bu amaçla yerleşim alanının iç kesimlerinde yeni çadırkent alanları oluşturulmalıdır.

Tablo 45. İnceleme Alanında Afet Sonrasında Kullanılacak Geçici İskân Alanları
(Hatay Valiliği, 2012)

Yer Adı	Uygun Çadırkent Alanı	Uygun Olan Topl. Merk.	Mevlana Evleri Alanı
Antakya Belediyesi Kışlasaray Mah.	-	-	Orta Öğretim Alanı
Antakya Belediyesi Kanatlı Mahallesi	Şehir Stadyumu	-	-
Antakya Belediyesi Haraparası Mahallesi	119. Cadde Boş Alanı (Lunapark)	-	-
Antakya Belediyesi Haraparası Mahallesi	Karpuz sergi alanı Turizm Sergi Alanı ve Çevresi	-	-
Antakya Belediyesi Akevler Mahallesi	Ayşe Fitnat Hanım Caddesi Boş Alan	-	-
Antakya Belediyesi Pazar Yerleri	-	Tamamı	-
Antakya Belediyesi Okul Bahçeleri	-	Tamamı	-



Şekil 83. Hatay Valiliği ve AFAD'ın Belirlediği Antakya ve Yakın Çevresindeki Toplanma Alanlarının Genel Görünüşü



Şekil 84. İnceleme Alanındaki Afet Sonrası Toplanma Alanlarının Etki Alanlarının Thiessen Poligonları ile Gösterilişi

Özel Sektör Olanaklarından Yararlanılması: Afet sonrasında devlet kurumları afetin meydana geldiği bölgeye ulaşmaya çalışarak afetzedelerin yaralarını sarmaya çalışmaktadır. Ancak meydana gelecek afet boyutu, yeri ve zamanı bakımından değerlendirildiğinde aynı anda çok noktada çıkabilecek olumsuzlukların tamamına birden devlet kurumlarının yetişememesi durumuna karşı özel sektör kurumlarının da devreye girmesi gerekmektedir. Bu açıdan afet öncesi özel sektör temsilcileriyle görüşülüp görev dağılımının yapılması ve ilgili personelin eğitiminin yapılması gerekmektedir.

Sağlık Kuruluşlarının Personel ve Donanımının Belirlenmesi: İnceleme alanındaki sağlık kuruluşlarının, konumları, türleri, yatak kapasiteleri, doluluk oranları, buralardaki uzman doktor, pratisyen doktor, hemşire ve diğer sağlık görevlilerinin belirlenmesi gerekir. Bu kadrolardaki personel eksikliklerinin belirlenerek personel açığının kapatılması ve ayrıca sağlık kuruluşlarının sahip olduğu elektronik ve mekanik donanımlar ile ne tür ameliyatların yapılabildiğine yönelik bilgiler ile kan bankaları ve kan stoku yoksa en kısa sürede temini gibi bilgilerin toplanması gerekir. Hasta nakli için cankurtaran adedi ve donanımı da gereklidir (Uzunlar, 2003).

İnceleme alanında bulunan hastanelerde çalışan personel sayıları ve yatak kapasiteleri, incelendiğinde devlet ve özel hastanelerdeki toplam doktor sayısı 429, yardımcı sağlık personeli sayısı 772, hastanelerdeki yatak kapasitesi 1.147, morg kapasitesi 37, Ambulans sayısı ise 39'dur. İnceleme alanına ait toplam nüfus 213.581 kişi olduğuna göre 498 kişiye bir doktor, 772 kişiye bir yardımcı sağlık personeli, 1.147 kişiye bir yatak, 5.772 kişiye bir morg yeri ve 5.476 kişiye bir ambulans düşmektedir (Tablo 53 ve 54). Bu rakamlara Antakya'nın hemen bitişiğinde bulunan ancak Antakya belediye sınırları dışındaki alanlardan gelebilecek yaralılarında eklendiği düşünüldüğünde afet sonrası sağlık hizmetlerinde önemli aksamaların gerçekleşmesi söz konusudur. Bu durumda çevre illerden gelecek desteğe ihtiyaç olacaktır. Bu açıdan hangi illerden ne kadar sağlık ekibinin gelmesi gerektiğinin planlanması gerekmektedir. Ayrıca risk haritalarından yararlanarak yüksek

duyarlılıklı bölgelerdeki hastanelerin sağlamlaştırılması, yeniden yapılması ve ya daha güvenli yerlere taşınmasını gerekmektedir.

Tablo 46. İnceleme Alanındaki Devlet Hastanelerine Ait Personel, Yatak Kapasiteleri ve Ambulans Sayıları (Hatay Valiliği, 2012)

Kamu Hast.	Personel Sayısı		Yatak Kap.	Morg Kap.	Ambulans Say.
	Uzm. Dr- Dr	Yrd. Sağ. Pers.			
Antakya Dev. Hast.	125	300	417	12	3
Antakya Doğumevi	27	133	125	2	1
Mkü Arşt. Hast.	146	87	292	3	1
112Acil Kom. Merk.	0	0	0	0	28
Toplam	298	520	834	17	33

Tablo 47. İnceleme Alanındaki Özel Hastanelere Ait Personel, Yatak Kapasiteleri ve Ambulans Sayıları (Hatay Valiliği, 2012)

Özel Hastaneler	Personel Sayısı		Yatak Kap.	Morg Kap.	Ambulans Say.
	Uzm. Dr-Dr	Yrd. Sağ. Pers.			
Akdeniz Hast.	16	34	60	4	1
Akademi Hast.	37	30	101	4	1
Hatay Hast.	14	33	32	4	1
Defne Hast.	37	105	72	4	2
Mozaik Hast.	27	50	48	4	1
Toplam	131	252	313	20	6

Sivil Toplum Kuruluşları ve Gönüllü Olanaklarının Tespit Edilmesi:

İnceleme alanındaki sivil toplum kuruluşlarının bu tür imkânlarının olup olmadığının araştırılması gereklidir. Bu tür çalışmalar içerisinde olan sivil toplum kuruluşlarının gönüllülerinin sayısı, aldıkları eğitim türleri, ne tür ekipmana sahip oldukları belirlenmelidir. Hazırlanan planlarda bu tür sivil kuruluşların da görevleri belirtilmelidir. Afetlerle mücadelenin bir grup çalışması olduğu fikri, geliştirilerek halkın sahip çıkması sağlanmalıdır (Uzunlar, 2003).

3.2. Afet Anında ve Sonrasında Yapılması Gerekenler

Afetin yönetiminin önemli aşamalarından birisi de afet anı ve sonrasında yapılacak çalışmalardır. Bu çalışmalar afet sırasında ve afet sonrasında yapılacak çalışmalar diye iki başlık altında incelenmiştir.

3.2.1. Afet Sırasında Yapılması Gereken Çalışmalar

Bu aşamada ilk önce yapılacak afetin boyutlarının ve afet bölgesinin sınırlarının tespit edilerek ve kaç kişinin afetten etkilediğinin ortaya konması gereklidir. Daha sonra ise afet planının uygulanmaya konularak afetin sonucunda beklenmeyen durumlara karşı önlemlerin alınması sağlanmalıdır.

Afetin Boyutlarının Tespit Edilmesi: Meydana gelen afetin türüne göre afetin yol açtığı krizin boyutlarının belirlenmesi çok önemlidir. Alınacak tedbirlerin krizin boyutlarıyla paralel olması gereklidir. Krizin boyutlarını belirlemek ise sağlıklı bir iletişim sayesinde olabilir (Uzunlar, 2003).

Afetin Meydana Geldiği Bölgenin Belirlenmesi: İnceleme alanında oluşturulacak afet koordinasyon merkezi afetin meydana gelmesiyle alarm durumuna geçerek, gelen bilgilerin doğruluğunu onaylatmak için görevli kuruluşlardan konu ile ilgili bilgi en kısa sürede alınır. Bu onaylatma işlemi sonucunda afetin meydana geldiği yer tam olarak tespit edilmiş olunur (Uzunlar, 2003).

Kapsadığı Alan ve Etkilediği İnsan Sayısının Belirlenmesi: Afetin türüne ve etkisine göre kapsadığı alan ve etkilediği insan sayısı değişir (Uzunlar, 2003). Her afetin etki alanı farklı olmaktadır. Bu durumu daha çok afetin büyüklüğü, yerleşim alanlarına yakınlığı, yerleşim yerinde bulunanların afete hazırlık derecesi ve önleyici çalışmaların miktarı, gibi faktörler etkilemektedir (Naghii, 2005).

İnceleme alanında oluşacak afetin türüne göre önceden hazırlanan afet yönetim planının uygulanması, afetin boyutuna ve etkileyebileceği insan sayısına göre yardım çalışmalarının yönlendirilmesi sağlanmalıdır. Mevcut kaynakların ne yetersiz kalması, ne de israf olmasının önüne geçilmelidir.

Afet Planının Uygulanması: Bir afetin oluşunu takip eden ve afetin oluşundan hemen sonra başlayarak, afetin büyüklüğüne bağlı olarak kriz planının da yer alan görevli personel ile birlikte gönüllülerin yaptığı düzenli, koordineli çalışmalardır. Bu faaliyetlerin ana hedefi, mümkün olduğu kadar kısa sürede en fazla insanın hayatını kurtarmak, yaralıların tedavisini sağlamak, yöre halkını güvenli bölgelere bir an önce tahliye etmek, açıkta kalan insanların su, yiyecek, giyecek, ısınma, barınma, korunma gibi hayati ihtiyaçlarını en kısa sürede ve en uygun yöntemlerle karşılamaktır(Uzunlar, 2003). Bu aşamada ihtiyaçların belirlenmesi, haber alma ve ulaşım, arama kurtarma, ilk yardım, tahliye, tedavi, geçici iskân, yiyecek, içecek, giyecek ve yakacak temini, çevre sağlığı ve koruyucu hekimlik, yangınlar, patlamalar, bulaşıcı hastalıklar vb. gibi ikincil afetlerin önlenmesi konusunda çalışmalar yapılmalıdır (Uzunlar, 2003).

Afet Planı Beklenmeyen Durumlara Karşı Önlemlerin Alınması: Afetlerin olağan dışı olaylar olması nedeniyle kişilerin afet zamanında normal zamanda davrandıkları gibi davranmalarını beklenmemelidir. Ayrıca yapılan afet yönetim planlamalarında görevli kişilerin kendileri de birer afetzede olabilir. Bu yüzden kendisine verilen görevi yapamayabilir. Bununla birlikte yapılan hesaplamalarda ve planlamalardan sapmalar ve yanılmalarda olabilir. Bu açıdan yapılan çalışmaların bu şekildeki olumsuzlukları absorbe edebilecek esneklikte ve bütünleyici (Kapsayıcı) nitelikte olması gerekmektedir.

Her afet planı hazırlık aşamasındaki değerlendirmelerden farklı olarak afet anında uygulamaya konulduğunda eksik kalan noktalar ortaya çıkmaktadır. Çünkü insan faktörü devreye girmektedir. Örnek olarak Japonya'daki Kanto Depremi'nde depremin etkisi ile yıkılan binalarda çıkan yangınların boyutunun az olacağı tahmin edilmiştir. Afet planlarında deprem sonrası yangın konusuna pek önem verilmemiştir. Ancak deprem sonrası tahrip olan bina sayısı 225.000 iken, 450.000 bina çıkan yangınlar sonrası yanmıştır. Yangından kaçış ve kurtarma zorlukları nedeniyle 150.000 kadar insan ölmüştür (Uzunlar, 2003). Benzer bir durum 1906 San Francisco depreminde yaşanmıştır. 3.000'den fazla ölünün ve 200.000'den fazla

kişinin evsiz kaldığı depremde sonra çıkan yangınlarda 28.000 bina yanmıştır. Bu rakam o zamanki San Francisco'nun üçte birine karşılık gelmekteydi (Web-12).,

3.2.2. Afet Sonrası Yapılması Gerekenler

Bu aşamada afetzedeler güvenli alanlara taşınarak geçici iskân alanlarının oluşturulması, afet bölgesi dışından gelen yardımların dağıtımının sağlanması ve hasar tespitinin yapılması gereken başlıca işlemlerdir.

Afetzedelerin Güvenli Alanlara Taşınması ve Geçici İskân Alanlarının Oluşturulması: Afet meydana geldikten sonra en kısa zaman içerisinde mağdur olanların afet mahallinden uzaklaştırılması gerekmektedir. İlerleyen süreçlerde meydana gelebilecek artçı durumundaki diğer afetler zarar gören yapıların tamamen yıkılmasına neden olabilir. Bu yüzden afetzedelerin zarar gören yapılardan ve yıkıntılardan kurtarılarak daha güvenli geçici iskân alanlarına taşınmaları gerekir. Geçici iskân alanları, doğal veya insan kaynaklı herhangi bir afet sonrası, belli bir bölgede yaşayan halkın, afet sonrasında da geçici süreli de olsa insan onuruna yakışır ve rahat bir şekilde yaşamasının sağlanmasını amaçlamaktadır. Bunun için önceden belirlenmiş ve planlanmış olası gereklidir (Özdemir, 2004). Dolayısıyla afetzedelerin afet sonrası meydana gelebilecek artçı afetlerden ve afet sonrası çeşitli nedenlerden dolayı çıkabilecek yangınlardan etkilenmemesi için daha güvenli olan bu alanlara taşınması gerekmektedir.

Afet sonrasında afetzedelerin en kısa zaman içerisinde güvenli ve insanca yaşabilecekleri yerlere yerlere yerleştirilmeleri gerekmektedir. Örneğin bu amaçla ilk aşamada depremde hemen, 2 hafta, 6 ay ve 2 yıl sonra sığınma ve geçici barına için

1. Bireysel Çadırlar,
2. Çadır Kentler,
3. Kamu Tesisleri,
4. Kiralık Konutlar,
5. Tanıdık veya Akraba Evleri

gibi seçenekler düşünülmelidir (Kadıoğlu, 2008).

Afet Bölgesi Dışından Gelen Yardımların Dağıtımının Sağlanması: Afete uğramış bölgeye bölge dışından gelen yardımların dağıtımının yerel yönetimlerle koordineli bir şekilde yapılması gerekir. Afet bölgesini tanıyan ve o bölgenin ihtiyaçlarını en iyi bilen kişilerin yönetiminde ve denetiminde yardımların dağıtılması ve yağma olaylarına mahal verilmemesi açısından güvenlik birimleriyle işbirliği yapılmalı, adil bir dağıtım yapılmalıdır. Bu durum 1992 Erzincan Depreminde yaşanmıştır. 1992 Erzincan Depremi sonrası bölgeye gönderilen 900 kamyonluk tamamen kullanılmış gıyeceklerden oluşan yardımı halk istememiş ve kullanmamıştır. Bu yardımlar ısınmak amacıyla yakacak olarak kullanılmıştır. Yine 1992 Erzincan Depremi'nde merkezi yönetimin durumu iyi tespit edememesi sonucunda deprem bölgesine Sağlık Bakanlığı tarafından ihtiyaçtan fazla doktor sevk edilmiştir. Gelen sağlık görevlilerinin gıda, giyinme ve barınma sorunları uzun süre giderilemediği için afetzedelere bakmakla mükellef olan sağlık personeli kendi ihtiyaçlarını yanlarında getirmediikleri için yerel yönetimlerin sorunlarını arttırıcı bir etken olmuştur (Uzunlar, 2003). Bu yüzden afet sonrasında hertürlü mağduriyetin ve israfın önüne geçmek amacıyla afet öncesinde iyi bir planlama çalışmasının yapılması afet sonrasında da mevcut durumun sağlıklı bir şekilde değerlendirilerek yardım taleplerinin yapılması gereklidir.

Hasar Tespitinin Yapılması: Afet sonrasında hasarlı binaların hasar derecelerinin tespit edilmesi önemli bir çalışmadır. Afetin hemen arkasından hızlı bir şekilde yapılması gereken bu çalışma sonucunda elde edilen bilgiler gerekli olan geçici ve kalıcı konut sayısının belirlenmesinde kullanılır. Ayrıca afetin oluşturduğu maliyet ortaya çıkar (Uzunlar, 2003). Devletin aktarması gereken kaynağın şekli ve miktarı belirlenerek planlama yapılabilir. Bu işi afet koordinasyonunda görevli hizmet birimleri yapmaktadır. Bu işlemin hızlı bir şekilde yapılması gerekmektedir. Çünkü:

a) Deprem sonucu yıkılan veya hasar gören binalar belirlenerek; buralarda oturanların başka yerlere taşınması gerekmektedir. Genellikle yıkıcı ana depremin etkileri bazen sağlam binaları zayıflatarak yıkılacak duruma getirilebilir.

b) Çeşitli derecelerde hasar görmüş ve kullanılabilir binaların sayısı belirlenebilir. Bunun sonucu olarak yardım çalışmaları düzenlenebilir.

c) Elde edilen bilgilerin sistematik sınıflandırılmasıyla; yardım, onarım ve güçlendirme işleri organize edilebilir.

d) Deprem tehlikesi olan bölgeler gerçekçi anlamda belirlenebilir. Görülen eksiklerin belirlenerek gelecekte yapılacak faaliyetlere daha hazırlıklı olunabilir.

e) Hasarların belirlenmesi ve sınıflandırılmasıyla, bunun sonucu olarak yapılacak onarım ve güçlendirme faaliyetleri sistematik bir şekilde gerçekleşebilir.

e) Hasar gören binaların ve bunların elemanlarının özellikleri belirlenmesi, yeni yapılacak binaların plan ve projelendirilmesinde bu bilgilerin kullanılması deprem tehlikesinin azaltılmasında kullanılabilir.

f) Yapılan çalışmalardan elde edilen bilgiler mevcut deprem, projelendirme ve inşaat yönetmeliklerinin geliştirilmesinde kullanılabilir ([http://www.dogateknik.com.tr/Teknik-Belgeler/Yapilarda-Hasar-Belirleme. pdf](http://www.dogateknik.com.tr/Teknik-Belgeler/Yapilarda-Hasar-Belirleme.pdf)).

Sonuçlar ve Öneriler

Doğal afetlerin ekonomik gelişme ve büyüme süreci üzerindeki makro ve mikro olumsuz etkileri, günümüzün en önemli sorunlarından biri olarak değerlendirilmektedir. Ancak, ekonomik ve toplumsal az gelişmişliğin başlı başına büyük bir risk oluşturduğu ve doğal afetlerin olumsuz etkilerinin katlanarak artmasına yol açtığı konusunda herkes hemfikirdir. Afetlerin neden olduğu sosyal ve ekonomik maliyetlerin giderek artması ve afetlerin özellikle gelişmekte olan ülkelerin ekonomik ve sosyal kalkınma çabalarını boşa çıkarabilecek en önemli etkenlerden birisi haline gelmesine neden olmuştur (Erkan, 2010). Bu açıdan gelişme yolunda ilerleyen ve büyükşehir olma çabası içindeki inceleme alanında mutlaka kalkınma politikaları içerisine afetler konusunun da dâhil edilmesi gerekmektedir. Çünkü afetler sonuçları itibarıyla kalkınmayı engelleyebilir veya kalkınma sürecinin uzamasına neden olabilir.

Şehrin kalkınma sürecine bağlı olarak hızla gelişmesi, yeni yapıların inşa edilme sürecini hızlandırmıştır. Hızlanan kentleşme ile arazi kullanım şekli değişmeye başlamıştır. Önceleri tarım amaçlı kullanılan yerlerin lüks konutlar ve alışveriş merkezleriyle dolmaya başlamıştır. Afet riskinin yeni oluşturulan bu yerleşme alanlarında da olmaması için mutlaka afet önleme kavramı arazi kullanımını da kapsayan imar kanununda yer almalıdır. İskenderoğlu (2003)'nın da belirttiği gibi, meydana gelebilecek bir depremde oluşacak hasarların en aza indirgenmesi için mutlak afet yasaları afet öncesi zararı azaltma üzerinde yoğunlaşmalıdır. Şehrin yeni gelişen alanlarında kentsel gelişimin planlanması gerekmektedir. Şehrin, gevşek alüvyal zeminlere, derelerin taşkın yataklarına ve zemin hareketine duyarlı alanlara doğru gelişmesine izin verilmemelidir. Bu kentsel planlama çalışmalarının insan merkezli olmasına özen gösterilmelidir. Yerleşim alanları içerisinde insanların nefes alabileceği ve her mahallenin ihtiyacını karşılayabileceği yeşil ve korunaklı alanların oluşturulması gerekmektedir. Bu alanların olası afetlerde insanlar için ilk etapta kaçabileceği ve sığınabileceği mekânlar şeklinde planlanması gerekmektedir. Afetlerde bu alanların tercih edilmesi okul bahçelerinin tercih edilmesinden daha önemlidir. Çünkü olası bir afette

okulların sağlam kalıp kalmayacağı bir sorundur. Ayrıca afetin meydana gelme anı okulda öğrencilerin olduğu bir saat olduğunda meydana gelecek karmaşa ayrıca düzerinde durulması gereken bir sorundur. Bu açıdan yerleşim alanları planlanırken geniş dinlenme alanları oluşturulmalı ve bunların olası afetlerde de kullanılabileceği göz önünde tutulmalıdır. Bu alanlarda hava ambulansı ve yangın helikopterlerinin inebileceği uygun alanlar tasarlanmalıdır.

Şehrin ulaşım, su ve kanalizasyon altyapısının afetlerin göz önüne alınarak sağlamlaştırılması gerekmektedir. Şehir içi ulaşım yollarının yeniden planlanarak düzenlemesi ve yapılacak risk analizleri kapsamında kapanabilecek yolların belirlenerek alternatif güvenli güzergâhlar oluşturulması gerekmektedir. Diğer önemli bir nokta da temiz ve pis su altyapısının deprem ve taşkın gibi afetlere karşı sağlamlaştırılması dayanıklı ve aşırı yağışlarda gelen fazla suyu tasfiye etmede yeterli boyutlarda olacak şekilde tasarlanması gerekmektedir.

Türkiye’de afet yönetimi çalışmaları afet sonrasında yapılacak çalışmalara yoğunlaşmıştır. Bu konu çok önemli olmakla birlikte, günümüzde modern afet yönetimi anlayışında risk yönetimi yaklaşımı daha çok benimsenmiştir. Risk yönetimi anlayışı ise afet gelmeden önce afet etkilerini en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Bu yüzden afet yönetiminin en önemli aşaması afet öncesinde önleyici ve zarar azaltıcı çalışmaların yapıldığı aşamadır. Afet öncesi erken uyarı sistemleri kurulmalı ve işletilmelidir. Erken uyarı sistemlerinin sağlıklı bir şekilde işletilmesinde en önemli yardımcı unsur insanların afet ve acil durumlarda ne yapacağı konusunda eğitilmesidir. Bu konuda insanları sürekli zinde tutacak gerçekçi tatbikatların yapılması ve insanlarda afet bilincinin oluşturulması gereklidir.

İnceleme alanındaki tarım alanlarında erozyon mücadele edilmesi gereken bir sorun olup bu alanlar daha çok mücavir alan sınırları içerisindedir. Bu sorun özellikle tahıl tarımında kullanılan alanlarda daha ciddi boyutlardadır. Bu alanlardaki tarım alanları kış mevsiminde boş kalmaktadır. Kış mevsiminde boş kalan alanlar yoğun olarak erozyona maruz kalmaktadır. Bu yüzden özellikle tarım alanlarında erozyonun etkilerini en aza indirici çalışmalar yapılmalıdır. Diğer risk altındaki alanlar ise zeytin bahçelerinin olduğu alanlardır. Zeytin ağaçlarının seyrek olarak dikilmesi

sonucu aradaki boş alanlar erozyona açık durumdadırlar. Erozyonun yoğunlaştığı alanlardan birisi de Habibi Neccar Dağı'nın yamaçlarıdır. Habibi Neccar Dağı'nın yamaçları eğimin fazlalığı ve bitki örtüsünün tahribi sonucu erozyona açık alanlar meydana gelmiştir. Bu alanlarda yamaçlarda yağmur sularının akış hızını azaltan taraçalar ve bitki örtüsünün tahrip edildiği yerlerde ağaçlandırma çalışmaları yapılmalıdır.

İnceleme alanında zemin hareketi riski en fazla litoloji bakımından elverişli olan Habibi Neccar Dağı'nın Sümerler ve Aşağı Okçular mahallelerine bakan yamaçlarında bulunmaktadır. Bununla birlikte yine aynı dağın yamacında kurulan Aydınlikevler, Kuyulu, Sofular Mahalleleri gibi eğimli ancak litolojik bakımdan daha az duyarlı mahallelerde ise depreme bağlı kaya düşmesi riski fazladır. Bu alanlarda ilk önce eğimli yamaçların zemin hareketlerini önleyici şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Yamaçlarda düşmesi olası olan kayaçların temizlenmesi, şev açısının kademelendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca yamaç boyunca akan suların uygun bir şekilde drene olması sağlanmalıdır. Diğer bir nokta da yamaçla ilgili şev düzenlemesi yapılırken litolojik birimlere göre düzenleme yapılması ve bu esnada yamacın doğal eğiminin bozulmaması bozulan yerlerde ise önleyici çalışmaların yapılması gereklidir.

İnceleme alanında en fazla duyarlılık alanına sahip, yerleşim alanları bakımından en fazla risk unsuru olan afet depremlerdir. Deprem riski özellikle eski Antakya'da daha fazladır. Çünkü buralarda zemin zayıf ve konutlar gecekondur şeklindedir. Ayrıca bu bölgedeki sit alanında yaşayan insanların daha iyi yaşam koşulları olan alanlara taşınması gereklidir. Ayrıca sit alanının koşullarına uygun afet ve acil durumlara müdahale araçlarının alınması ve doğru yerlerde konumlandırılarak hazır bulundurulması önemli yararlar sağlayacaktır.

Eski yerleşim alanlarındaki eskiyen ve ömrünü tamamlayan yapıların yıkılarak yenilerinin yapılması gereklidir. Bu çerçevede yıkılarak zemin olarak daha iyi bir alana yapılan adliye binası güzel bir örnektir. Toplu konut çalışmalarının ve bazı kamu binalarının zemin olarak daha sağlam olan bölgelere yapılması gelecek açısından umut vericidir.

Şehrin yeni gelişen alanlarında düzenli bir imar planı ortaya konulmalı ve bu imar planı katı bir şekilde uygulanmalıdır. Doğayla uyumlu ve estetik anlayışın ürünü olan bir yerleşim anlayışı tercih edilmelidir. Bu planlama çalışmalarının yerleşme olmadan önce yapılması gereklidir. Aksi takdirde konutlar inşa edildikten sonra yapılan kamulaştırma işlemleri, uzun süren davalar ve çeşitli mağduriyetler ortaya çıkmakta ve bu durum yapılan işlerin sonucu etkilemektedir.

Yine inceleme alanındaki deprem konusundaki en önemli eksikliklerden birisi de deprem konusunda insanları bilinçlendirici çalışmaların yapılmamasıdır. Bu kapsamda deprem konusunda her kademedeki insanın eğitilmesi gereklidir. Deprem sırası ve sonrasında nasıl davranması gerektiği insanlara anlatılması ve sık sık yapılan ciddi tatbikatlarla bu konunun insanlara öğretilmesi gereklidir.

İnceleme alanında depremden sonra en çok risk unsuru olan ve depremden daha sık tekrar eden bir diğer afet ise su taşkınlarıdır. İnceleme alanında taşkın afeti önemli bir sorun olup önlemler alınmasını gerektirmektedir. Bu önlemleri kısaca şöyle açıklayabiliriz:

İnceleme alanının yakın çevresine ait bitki örtüsünün tahribini önlenmesi gerekmektedir. Ayrıca yakın çevredeki bahçe tarımında kullanılan toprağın kış mevsiminde boş kalması, seyrek olan ağaçlar arasındaki toprağın erozyona maruz kalması sonucu toprağın akarsu yataklarına taşınmasına neden olmaktadır. Erozyon konusunda da değinildiği gibi bu durum yağışlarla birlikte zemindeki toprağın akarsu yataklarına ve kanallara taşınmasına neden olmakta, dolayısıyla kanal boyutlarında daralmalara neden olmaktadır.

Akarsu yataklarının kesitlerini daraltıcı çalışmaların yapılmaması, yapılacak olan çalışmaların mutlaka kesiti daraltıcı özellikte olmaması için önlemlerin alınması gerekmektedir. Yapılacak olan köprü, menfez, yol genişletme çalışmalarının akarsu yatağına müdahaleye neden olmayacak şekilde planlanması ve uygulanması gerekmektedir.

İmar planlarının mutlaka bilimsel çalışmalar ışığında yapılması ve hazırlanan bu planlara bağlı kalınması gerekmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda yüksek

taşkın riski olan yerlerde önlemler alınmalı, mümkünse yapılaşmaya gidilmemelidir. Önceki dönemlerde taşkın alanlarındaki yapılaşma sonucunda can ve mal kayıpları yaşanmıştır. Bu durumun ilerleyen dönemlerde de tekrar etmemesi için taşkın alanlarına imar izni verilmemelidir. Bu hususta kurumlar arasındaki (DSİ, Belediyeler ve Valilik) uyum, işbirliği ve güven ilişkisinin sağlanması çok önemlidir. Bir kurumun “riskli” dediğine diğeri “değil” dememelidir. Bu konuda otorite konumunda ve uygulayıcı bir kurum olması ya da DSİ’nin yetkilerinin arttırılması gereklidir.

Yapılacak bütün çalışmalarda çalışmaların gerekçeleri insanlar iyi açıklanmalı ve halkın desteği alınarak yapılmalıdır. İstimlak çalışmalarında da hak kayıplarına neden olmadan yapılmalıdır. Aksi takdirde uzun süren mahkemeler yapılacak çalışmaların kesintiye uğramasına neden olmaktadır.

Yararlanılan Kaynaklar

- Abbasov, R., (2005), “Taşkın Gözlemlenen Akarsuların Hidrolojisi (Kura Nehri Örneği)”, **Ege Coğrafya Dergisi**, Sayı:14, S:17-28, İzmir .
- Adger W.N., (1999), “Social Vulnerability to Climate Change and Extremes in Coastal Vietnam”, **World Development**, Vol. 27, No. 2, pp. 249-269.
- Adıyaman, Ö., Chorowicz, J., (2002), “Late Cenozoic tectonics and volcanism in the Northwestern corner of the Arabian plate: a consequence of the strike-slip Dead Sea fault zone and the lateral escape of Anatolia”, **Journal of Volcanology and Geothermal Research**, 117 (2002) 327-345.
- Ahadnezhad R., M., Gharakhlou M., Ziyari K.A., (2010), “Modeling The Vulnerability Of Urban Buildings Against Earthquake By Method Of Analytical Hierarchy Process (Ahp) (Case Study Of Zanzan City)”, **Geography and Development Fall 2010**, 8(19):171-198.
- Akkan, E., (1971), “Bingöl’ün Yer Değiştirmesinde Rol Oynayan Jeomorfolojik Etkenler”, **Jeomorfoloji Dergisi**, Yıl: 3 Sayı: 3, Ankara.
- Alagöz, C., (1943), "Coğrafya Gözüyle Hatay" , **Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih – Coğrafya Fakültesi Dergisi**, Cilt: II-Sayı: 1, Ankara.
- Aleotti, P., Chowdhury, R., (1999), “Landslide Hazard Assesment : Summary Review and New Perspectives”, **Bull. of Engineering Geology and Environment**, Vol. 58, No. 1, P. 21 – 44.
- Alparslan, E., Ince, F., Erkan, B., Aydöner C., Özen, H., Dönertaş A., Ergintav, S., Yağsan F.S., Zateroğulları A., Eroğlu, I., Değer M., Elalmış H., Özkan, M., (2008), “A GIS model for settlement suitability regarding disaster mitigation, a case study in Bolu Turkey”, **Engineering Geology**, 96 (2008) 126–140.

- Alparslan, E., Yüce, H., Erkan, B., İnan, S., Ergintav, S., Saatçılar, R., (2006), “Büyükçekmece ve Küçükçekmece Gölleri Arasındaki Bölgede Heyelan Duyarlılığının Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleriyle Çok Kıstaslı Analizi”, 4, **Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, Fatih Üniversitesi**, İstanbul.
- Al-Sefry Saleh A., Şen, Z., (2006), “Groundwater Rise Problem and Risk Evaluation in Major Cities of Arid Lands – Jeddah Case in Kingdom of Saudi Arabia”, **Water Resources Management**, 20: 91–108.
- Altın, M., (2006), “Erozyon, Doğa ve Çevre”, **Mera-Erozyon İlişkileri**, (Editör: Ahmet Aydemir), TEMA Vakfı Yayınları, İstanbul .
- Altınoğlu, F., (2005), “Denizli Yöresinin Depremselliği ve Kabuk Yapısının Araştırılması”, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), Denizli.
- Ambraseys, N.N., Finkel, C.F., (2003), “**Türkiye’de ve Komşu Bölgelerde Sismik Etkinlikler, Bir Tarihsel İnceleme 1500-1800**”, TÜBİTAK Yayınları, Ankara.
- Amin, S., Ahmadi S. H., (2006), “Incorporating Rock Fragments In Soil Erosion Models: A Case Study, The Answers Model”, Iranian Journal of Science & Technology, Transaction B, **Engineering**, Vol. 30, No. B4, Iran.
- Anbalagan, R., (1992), “Landslide Hazard Evaluation and Zonation Mapping in Mountainous Terrain”, **Engineering Geology**, 32, 269-277.
- Anbalagan, R., Chakraborty, D., Kohli, A., (2008), “Landslide Hazard Zonation (LHZ) Mapping On Meso-Scale For Systematic Town Planning In Mountainous Terrain”, **Journal of Scientific & Industrial Research** Vol. 67, pp. 486-497.

- Ansar, A., Tönük, G., Kurtuluş, A., (2011), “Zemin Büyütme Analizleri ve Sahaya Özel Tasarım Depremi Özelliklerinin Belirlenmesi”, 1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Ankara.
- Antakya Belediyesi, (2006a), **1. Etap İmar Planına Esas Jeolojik Jeoteknik Etüt Raporu**, Hendese Jeoteknik Mühendislik İmar İnşaat Sanayi Sanayi Ticaret Ltd.Şti, Ankara.
- Antakya Belediyesi, (2006b), **2. Etap İmar Planına Esas Jeolojik Jeoteknik Etüt Raporu**, Hendese Jeoteknik Mühendislik İmar İnşaat Sanayi Sanayi Ticaret Ltd.Şti, Ankara.
- Ardel, A., Kurter, A., Dönmez, Y., (1969), **Klimatoloji Tatbikatı**, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları, Taş Matbaası, İstanbul.
- Ardos, M., (1995), **Türkiye Ovalarının Jeomorfolojisi**, Cilt: 2, Çantay Kitabevi, İstanbul.
- Arıoğlu, E., Arıoğlu, N., Yılmaz, A.O., Girgin, C., (2000), **Deprem ve Kurtarma İlkeleri**, Evrim Yayınevi, İstanbul.
- Arnoldus, H.M.J., 1977, “Methodology Used to Determine the Maximum Potential Average Annual Soil Loss Due to Sheet and Rill Erosion in Morocco”, **FAO Soils Bulletin**, 34, 39-51.
- Atalay, İ., (1986), **Uygulamalı Hidrografiya-1**, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Atalay, İ., (1994), **Türkiye Coğrafyası**, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Atalay, İ., (2004), **Doğa Bilimleri Sözlüğü**, Meta Basım Yayın Hizmetleri, İzmir.
- Atalay, İ., (2008), **Ekosistem Ekolojisi ve Coğrafyası**, 1. Cilt, Meta Basım Yayın Hizmetleri, İzmir.
- Atalay, İ., (2011), **Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası**, Meta Basım Yayın Hizmetleri, İzmir.

- Atalay, İ., Mortan, K., (1997), **Türkiye Bölgesel Coğrafyası**, İnkılap Yayınevi, İstanbul.
- Ateş, Ş., Keçer, M., Osmañcelebioğlu, R., Kahraman, S., (2004), **Antakya (Hatay) İl Merkezi ve Çevresinin Yerbilim Verileri**, MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Babalık, A. A., (2002), “Isparta Yöresinde Arazi Kullanımına İlişkin Sorunlar”, **Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi**, Seri: A, Sayı: 1, Sayfa:63-81, Isparta.
- Bahadır, G., (2010), **İslam Fethinden Haçlılara Kadar Antakya (MS. 636-1.100)**, Antakya Belediyesi Yayınları, Hatay.
- Balamir, M., Kubin, G., Ulubaş, A.U., 2009, “Kentleşme Şurası 4. Komisyonunun “Afetlere Hazırlık ve Risk Yönetimi” Raporuna İlişkin Farklı Görüşlerimiz”, **TC. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Kentleşme Şurası, Afetlere Hazırlık ve Kentsel Risk Yönetimi Komisyonu Raporu**, Ankara.
- Barredo, J.I., (2009), “Normalised Flood Losses in Europe: 1970–2006”, **Nat. Hazards Earth Syst. Sci.**, 9, 97–104.
- Baver, L.D., (1933), “Some Factors Affecting Soil Erosion”, **Agricultural Engineering**, 14.:51-52, USA.
- Bergsma E., Charman P., Gibbons F., Hurni H., Moldenhauer W.C., Panichapong S., (1996) Terminology for Soil Erosion and Conservation. International Society of Soil Science, Grafisch Service Centrom, Wageningen.
- Beskow, S., Mello, C.R., Norton, L.D., Curi, N., Viola, M.R., Avanzı, J.C., (2009), “Soil Erosion Prediction İnthe Grande River Basin, Brasil Using Distributed Modelling”, **Catena**:79, 49-59, USA.
- Beyazıt, M., (2006), **Çok Değişkenli İstatistik Analiz ve Hidrolojide Uygulamaları**, Su Vakfı Yayınları, İstanbul.

- Beyen, K., Erdik, M., Mazmanoğlu, C., Ekmekçioğlu, Z., (2003), “Antakya’nın Geçmişten Günümüze Sismik Aktivitesi ve Yapılması Gerekenlerin Bir Uluslararası Konferansın Işığında Değerlendirilmesi”, **TMH - Türkiye Mühendislik Haberleri**, Sayı: 423 - 2003/1.
- BİB (Bayındırlık ve İskân Bakanlığı), 2009, Afetlere Hazırlık ve Kentsel Risk Yönetimi Komisyonu Raporu, Kentleşme Şûrası, Ankara.
- Bieniawski, Z. T. (1975) “**The Point Load Test In Geotechnical Practice**”, Engineering Geology, Vol. 9, Elsevier Scientific Publishing Co. Amsterdam, Netherlands.
- Bikçe, M., Geneş, M.C., Kaçın, S., (2002), **Marmara Depremi Örneği ile Depremlerin Öğrettikleri ve Öneriler**, Mustafa Kemal Üniversitesi Yayınları, No:7, Antakya.
- Bikçe, M., Över, S., Durukal (Çaktı), E., Geneş M. C., (2009), Antakya Havzası Kuvvetli Deprem Yer Hareketi İzleme Sisteminin Kurulması ve Havza İçindeki Dalga Yayılmalarının Araştırılması (**MKÜ BAP, Proje No: 108M170**), Hatay.
- Blanco, H., Lal, R., (2008), **Principles of Soil Conservation and Management**, Springer, USA.
- Bolt, B.A., (2004), **Depremler**, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Ankara.
- Büyüksaraç, A., (2004), “Kayalarda mekanik özelliklerin jeofizik yöntemlerle belirlenmesi: Antakya-Suriye sınır yolu çalışması”, **KAYAMEK’2004-VII. Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu**, Sivas, Türkiye.
- Can, E., (2005), Entegre Afet Yönetimi ve İlkeleri (Ed: Miktad Kadioğlu, Emin Özdamar), **Afet Yönetiminin Temel İlkeleri**, JICA Türkiye Ofisi Yayınları, No:1, Ankara.

- Carter, J.G., White, I., Richards, J., (2009), “Sustainability Appraisal and Flood Risk Management”, **Environmental Impact Assessment Review**, 29, 7–14.
- Casale R., Margottini C., (1999), **Floods and Landslides**. Springer, Berlin.
- Caterino, N., Iervolino, I., Manfredi, G., Cosenza, E., (2008), “Multi-Criteria Decision Making For Seismic Retrofitting Of Rc Structures”, **Journal of Earthquake Engineering**, 12:555–583.
- CBSE, (2006), **Natural Hazards and Disaster Management**, Preet Vihar, Delhi.
- Chang, S., (2000), “Disaster and Transport Systems: Loss and Competition At The Port Of Kobe After The 1995 Earthquake”, **Journal Of Transport Geography**, Volume 8, Issue 1, S: 53–65.
- Chen, T., Niu, R., Li, P., Zhang, L., Du, B., (2010), “Regional soil erosion risk mapping using RUSLE, GIS and remote sensing: a case study in Miyun Watershed”, **North China, Environ Earth Sci**, 63:533–541.
- Chen, Y. Yu, J., Shahbaz, K., Xevi, E., (2009), “GIS-Based Sensitivity Analysis of Multi-Criteria Weights”, **18th World IMACS / MODSIM Congress**, Cairns, Australia.
- Chi , K.,H., Park a N.,W., Chung, C.,J., (2002), “Fuzzy Logic Integration For Landslide Hazard Mapping Using Spatial Data From Boeun, Korea, Symposium on Geospatial Theory”, **Processing and Applications**, Ottawa.
- Chow, V. T., (1959), **Open-Channel Hydraulics**, McGraw-Hill, Inc,USA.
- Clerici, A., (2002), “A GRASS GIS based Shell script for Landslide Susceptibility zonation by the Conditional Analysis Method”, **Proceedings of the Open Source GIS - GRASS Users Conference**, Italy.
- Crawford, M. J., (1998), **Physical Geology**, Cliffs Notes, Inc, USA.

Çabuk A., (2010), **Coğrafi Bilgi Sistemlerine Giriş, (Kitap Bölümü)**, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.

Çabuk, S., N., Döğeroğlu, T., Çabuk, A., (2006), “Using GIS Capabilities For Strategic Environmental Assessment Studies: Eskişehir Mass Housing Project”, **4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri**, Fatih Üniversitesi, İstanbul-Türkiye.

Çabuk, S.N., (2005), **Coğrafi Bilgi Sistemleri Destekli Stratejik Çevresel Değerlendirme Çalışması: Toplu Konut Alanı Yer Seçimi Örneği**, Anadolu Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Eskişehir.

Çelik, N., 2010, “Uç Değerler Yöntemi İle Riske Maruz Değer’in Tahmini Ve İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Üzerine Bir Uygulama”, **BSAD Bankacılık ve Sigortacılık Araştırmaları Dergisi**, Cilt:1 Sayı: 1 (Ocak 2010), ss.19-32, Ankara.

Çepel, N., (1997), **Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar**, TEMA Vakfı Yayınları, No: 14, İstanbul .

Dağ, S., Bulut, F., Alemdağ, S., Kaya, A., (2011), “Heyelan Duyarlılık Haritalarının Üretilmesinde Kullanılan Yöntem ve Parametrelere İlişkin Genel Bir Değerlendirme”, **GÜFBED/GUSTIJ**, (2011) 1 (2):151-176.

Dai, F. C., Lee, C. F., (2002), “Landslide Characteristics and Slope Instability Modeling Using GIS, Lantau Island, Hong Kong”, **Geomorphology**, 42: 213-228.

Daniell, J. E. Khazai, B., Wenzel, F., Vervaeck, A., (2011), “The CATDAT Damaging Earthquakes Database”, **Nat. Hazards Earth Syst. Sci.**, 11, 2235–2251.

- Day,B., ve Singh,R.B., (2006), **Natural Hazards and Disaster Management**, (Ed:Shri M.P Sajnani), Chandu Press, D-97, Shakarpur, Delhi.
- De Beer, J.H. (1967) “Subjective classification of the hardness of rocks and the associated shear strength”, **Proc. 4th Reg. Cong. Afr. Soil Mech, Found Engineering**. 396-398, Capetown.
- Demirci, A. ve Karakuyu, M, (2004), “Afet Yönetiminde Coğrafi Bilgi Teknolojilerinin Rolü”, **Doğu Coğrafya Dergisi**, 9(12), 67-101.
- Demirtaş, R., Erkmen, C., (2000), **Deprem ve Jeoloji**, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları: 52, Ankara.
- Desmet, P. J. J., Govers G., (1997), “Comment on 'Modelling Topographic Potential for Erosion and Deposition Using GIS”, **International Journal of Geographical Information Science**, 11:6, 603-610.
- Devereux, S., (2000), “Famine in the Twentieth Century”, **IDS Working Paper 105**, Institute of Development Studies, Brighton.
- Di Baldassarre, G, Castellarin, A, Montanari, A., (2009), "Probability-Weighted Hazard Maps For Comparing Different Flood Risk, Management Strategies: A Case Study Armando Brath", **Nat Hazards**, 50:479-496.
- Dikau, R., Brunsden, D., Schrott, L. and Ibsen, M. (eds), (1996), “**Landslide Recognition: Identification, Movement and Causes**”, Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- Dimitrios, M., Dimitrios,E., Dimitrios,S., Panagiotis, S., (2009), "Integrated Flood Hazard Mapping In The Framework Of The E.U. Directive On The Assessment And Management Of Flood Risks", **Fresenius Environmental Bulletin**; Vol. 18 Issue 1, Pİ02-111.
- Dingman, S. L., (2009), **Fluvial Hydraulics**, Oxford University Press, USA.

- Donati, L., Turrini, M.C., (2002), “An Objective Method to Rank the Importance of the Factors Predisposing to landslides With the GIS Methodology: Application to an Area of the Apennines (Valnerina; Perugia, Italy)”, **Engineering Geology** 63: 277–289.
- Dovers, S., (2004), “Sustainability and Disaster Management”, **The Australian Journal of Emergency Management**, Vol. 19 No 1, Australia.
- Dönmez, Y., (1979), **Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları**, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, No:2506, İstanbul.
- DPT, (2000), **Doğal Afetler Özel İhtisas Komisyon Raporu**, Ankara.
- DPT, (2001), **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı**, Su Havzaları, Kullanımı ve Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara .
- DPT, (2007), **Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013)**, Su Havzaları, Kullanımı ve Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara.
- DSİ, 2007, **Hatay İl Sınırları İçerisinde Bulunan Taşkın Dereleri**, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü VI. Bölge Müdürlüğü, Rapor No: 932.02-17882, Adana.
- Durukal, E., Özel, O., Bikce, M., Geneş, M.C., Kaçın, S., Erdik, M., Şafak, E., Över, S. and the Strong Mo Team, (2009), “Establishment of Antakya Basin Strong Ground Motion Monitoring System”, *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 11, EGU2009-4326-1, 2009.
- Ehlers, M., Jadkowski, M. A., Howard, R. R., and Brostuen, D. E., (1990), “Application of SPOT data for regional growth analysis and local planning”, **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, 56, 175–180.
- Ekinci, (2007), **Zonguldak-Hisarönü Arasındaki Akaçlama Havzasının Kütle Hareketleri Duyarlılık Analizi**, Çantay Yayınevi, İstanbul.

- Ekinci, D., (2003), “İhsaniye Deresi Havzası (Zonguldak) Taşkın Analizi”, **İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Dergisi**, Sayı:1, Sayfa: 97-118, İstanbul.
- Ekinci, D., (2004), Gülüş Çayı Havzasının Uygulamalı Jeomorfoloji Özellikleri, Doktora Tezi (Yayınlanmamış), İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul .
- Ekinci, D., (2005), “CBS Tabanlı Uyarlanmış RUSLE Yöntemi ile Kozlu Deresi Havzası'nda Erozyon Analizi”, **İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Dergisi**, Sayı:13 Sayfa:109-119, İstanbul .
- Ekinci, D., (2005), “Karadeniz Ereğlisi'nin Zemin Hareketleri Duyarlılık Sahalarının Sınıflandırılması ve Yüksek Riskli Yerleşmelerin Zemin Stabilitate Analizi”, **İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Dergisi**, Sayı:13, Sayfa 121–137.
- Ekinci, D., (2011), **Zonguldak-Hisarönü Arasındaki Karadeniz Akaçlama Havzasının Kütle Hareketleri Duyarlılık Analizi**, Çantay, İstanbul.
- Ekinci, D., Akköprü, E., Döker, M.F., (2010), “Erozyon Duyarlılık Haritalarının Oluşturulmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknolojilerinin Kullanımı”, **III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZALCBS'2010), Bildiriler Kitabı**, 496-506, Gebze, Kocaeli.
- Cürebal, İ., Ekinci, D., (2006), “Kızılkeçili Deresi Havzasında CBS Tabanlı RUSLE Yöntemiyle Erozyon Analizi”, **Türk Coğrafya Dergisi**, 47, 115–130.
- Ekinci, D., Özşahin, E., Özder, A., (2010), “Kütle Hareketleri Duyarlılık Haritalarının Oluşturulmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknolojilerinin Kullanımı”, **JEOUZAL 2010 Sempozyumu**, 4-5 Kasım 2010 – MTA Ankara.

- Ekinci,D., (2007), **Estimating of Soil Erosion in Lake Durusu Basin Using Revised USLE 3d With GIS**, Çantay Yayınevi, İstanbul .
- El Morjani, Z. A., (2011), **Methodology Document For The WHO E-Atlas of Disaster Risk**, Volume 1. Exposure to natural hazards Version 2.0 Landslide hazard modelling, Morocco.
- Emre, Ö., Duman, T. Y., Olgun, Ş., (2012), **1:250.000 Ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası Serisi**, Antakya (NJ 37-13) Paftası Serisi, No: 39, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Erer, S., (1992), **Coğrafi Ekolojide Çevre Sorunları Bozulma (Degradasyon) Aşamaları ve Önlemler**, İstanbul Üniversitesi Yayınları, No:3709, İstanbul .
- Ergene, A., (1997), **Toprak Biliminin Esasları**, 7. Baskı, Öz Eğitim Basım Yayın Ltd. Şti, Konya.
- Erguvanlı, K., (1995), **Mühendislik Jeolojisi**, Seç Yayın Dağıtım, İstanbul.
- Ergün, M., Oral, E.Z. ve Çifçi, G., (1995), “Doğu Akdeniz’in Yapısı ve Levha Tektoniğindeki Yeri”, **Jeofizik**, 9-10, 71-78.
- Ergünay, O., (2005), Afet Yönetiminde İşbirliği ve Koordinasyonun Önemi, **Afet Yönetiminin İlkeleri**, (Editör: Miktağ Kadioğlu Emin Özdamar) JICA- İçişleri Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- Ergünay, O., (2008), “Afet Yönetiminde Kurumsal Yapılanma ve Mevzuat Nedir? Nasıl Olmalıdır?,” **İstanbul Depremini Beklerken Sorunlar ve Çözümler Bildiriler Kitabı**, CHP İstanbul Deprem Sempozyumu, sayfa 97-108, İstanbul.
- Ergünay, O., (2009), “Doğal Afetler ve Sürdürülebilir Kalkınma”, Deprem Sempozyumu, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- Erinç, S., (1996), **Klimatoloji ve Metotları**, Alfa Basım Yayın, İstanbul .

- Erinç, S., (2002), **Jeomorfoloji-I**, DER Yayınları, İstanbul.
- Erkan, A., (2010), Afet Yönetiminde Risk Azaltma ve Türkiye’de Yaşanan Sorunlar, **DPT Uzmanlık Tezleri**, Sosyal Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Erol, O., (1963), **Asi Nehri Deltasının Jeomorfolojisi ve Dördüncü Zaman Deniz-Akarsu Sekileri**, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Erol, O., (1992), **Klimajeomorfoloji-1 Genel Koşullar**, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yayınları, Yayın No:10, İstanbul.
- Erol, O., (1993), Ayrıntılı Jeomorfoloji Haritaları Çizim Yöntemi, **İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Bülteni**, Sayı: 10, s.: 19-37.
- Erol, O., (1993), **Genel Klimatoloji**, Gazi Büro Kitabevi, Ankara.
- Erünel, L., (1958), Mollusques du Neojenedes Bassin de Karaman, Adana et Hatay (Turkey) M.T. A Publ. Ankara.
- Fleming, G., (1975), **Computer Simulation Techniques in Hydrology**, American Elsevier Publishing Company, USA .
- Foth, H.D., (1990), **Fundamentals Of Soil Science**, John Wiley & Sons, New York
- Gad-el-Hak, M., (2008), **Large-Scale Disasters Prediction, Control, and Mitigation**, Cambridge University Press, London.
- Garen, D. C., Moore D.S, (2005), “Curve Number Hydrology In Water Quality Modeling: Uses, Abuses, and Future Directions”, **Journal of The American Water Resources Association American Water Resources Association (JAWRA)**, USA.
- Gates, A.E., Ritchie, D., (2007), **Encyclopedia of Earthquake and Volkanoes (3.rd Edition)**, Facts on File Inc, New York .

- Gemitzi, A., Falalakis, G., Eskioglou, P., Petalas, C., (2011), “Evaluating Landslide Susceptibility Using Environmental Factors”, Fuzzy Membership Functions and GIS, **Global NEST Journal**, Vol 13, No 1, pp 28-40.
- Ghazali, J., Kamsin A., (2008), “A Real Time Simulation and Modeling of Flood Hazard, 12th WSEAS International Conference on SYSTEMS, Heraklion, Greece.
- Giray, C., (2000), Antakya kent dokusu içerisinde yer alan asi nehrinden rekreasyonel amaçlı kullanım olanaklarının irdelenmesi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), Hatay .
- Glade, T., Crozier M., J., (2005), **The Nature of Landslide Hazard Impact**, (Editors:Thomas Glade, Malcolm Anderson, Michael J. Crozier), John Wiley & Sons Ltd, England.
- Gökçeoğlu, C. ve Ercanoğlu, M., (2001), “Heyelan Duyarlılık Haritalarının Hazırlanmasında Kullanılan Parametrelere İlişkin Belirsizlikler”, **Hacettepe Yerbilimleri Dergisi**, 23, 189-206.
- Görüm, T., (2006), Coğrafi Bilgi Sistemi ve İstatistiksel Yöntemler Kullanılarak Heyelan Duyarlılık Analizi : Melen Boğazı ve Yakın Çevresi, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, İstanbul .
- Grossi, P., Kunreuther, H., Windeler, D., (2005), **Catastrophe Modeling:A New Approach ToManaging Risk**, Springer, USA.
- GTZ, (2002), **Disaster Risk Management Working Concept**, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Germany.
- Gumbel, E.J., (1958), **Statictics of Extremes**, Columbia University Press,USA.

- Guzzetti, F., (2000), “Landslide Fatalities and the Evaluation of Landslide Risk in Italy”, **Engineering Geology**, Volume 58, Number 2, P: 89-107(19).
- Guzzetti,F., Carrara, A., Cardinali, M., Reichenbach, P., (1999), “Landslide Hazard Evaluation: A Review Of Current Techniques And Their Application İn A Multi-Scale Study”, Central Italy, **Geomorphology** 31, 181–216.
- Gülkan, P., Balamir, M., Yakut, A., (2003), **Afet Yönetiminin Stratejik İlkeleri: Türkiye ve Dünyadaki Politikalara Genel Bakış**, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Afet Yönetimi Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayınları, Ankara.
- Gündüz, A., (2006), “İstanbul Büyükçekmece – Küçükçekmece Göller Arası Bölge’de Yerleşime Uygunluk”, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), İstanbul.
- Gündüz, A., (2009), **XVI Yüzyılda Antakya Kazası**, Mustafa Kemal Üniversitesi Yayınları, No:23, Hatay.
- Günerman, H., (1974), Küçük Havzalarda Proje Taşkın Hidrografının Elde Edilmesi İçin Bir Yöntem, Doktora Tezi (Yayınlanmamış), Ege Üniversitesi. Müh. Bil. Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir.
- Gürbüz, M., Karabulut, M., Korkmaz, H., (2008), “Gavur Gölü Bataklığının Kurutulmadan Önceki Kültürel Ekolojisi”, Sulak alanlar Konferansı, Kayseri.
- Gürgen, (2004), “Doğu Karadeniz Bölümü’nde Maksimum Yağışlar ve Taşkınlar Açısından Önemi”, **Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, Cilt 24, Sayı 2, Sayfa:79-92, Ankara.
- Haddow, G. D., Bullock, J. A., (2006), **Introduction to Emergency Management**, Elsevier Butterworth–Heinemann, USA.

- Harris, P. M., and Ventura, S. J., (1995), “The İntegration Of Geographic Data With Remote Sensed İmagery to İmprove Classification in an Urban Area”, **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, 61, 993–998.
- Hatay Valiliği, (2012), **Afet Yönetim Planı**, Hatay.
- HEC-GeoRAS, (2011), GIS Tools for Support of HEC-RAS using ArcGIS, **User's Manual**, US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center, USA.
- Helbing, D., Kuhnert, C., (2003), “Assessing interaction networks with applications to catastrophe Dynamics and disaster management”, **Physica A** **328**, 584-606.
- Herece, E., (2008), **Doğu Anadolu Fayı (DAF) Atlası**, MTA Özel Yayın Serisi-13, Ankara.
- Hickey, R., (2000), “Slope Angle and Slope Length Solutions for GIS”, **Cartography**, v. 29, No. 1, pp. 1 – 8.
- Hochrainer, S., (2006), “Macroeconomic Risk Management Against Natural Disasters Analysis Focussed on Governments in Developing Countries”, **Deutscher Universitäts-Verlag I GWV Fachverlage GmbH**, Wiesbaden .
- Horton, R.E., (1945), “Drainage Basins; Hydrophysical Approach to Erosional Development Of Streams And Their Quantitative Morphology”, **Geological Society of America Bulletin**, USA.
- Hoşgören, M.Y., (2007), **Jeomorfolojinin Ana Çizgileri**, Çantay Yayınları, İstanbul
- Hoşgören, M.Y., (2010), **Hidrografya'nın Ana Çizgileri-1**, Çantay Kitabevi, İstanbul .
- Huang, Q., Öncel, A. O., Sobolev, G. A., 2002, “Precursory Seismicity Changes Associated With The Mw =7.4 1999 August 17 İzmit (Turkey) Earthquake”, **Geophys. J. Int.**, (2002) 151, 235–242.

Hyndman, D., Hyndman, D., (2010), **Natural Hazards and Disasters** (Third Edition), Brooks-Cole, Cengage Learning, USA.

ICSU, 2008, Science Plan on Hazards and Disasters: Earthquakes, Floods and Landslides, **International Council for Science Regional Office for Asia and the Pacific Report**.

ISRM. (1981), **Rock Characterization testing and Monitoring- ISRM Suggested Methods**, Edited by E.T. Brown, Pergamon Press, Oxford-England.

İşlem, (2008), **Spatial Analiz (Arc View, Arc Editor ve Arc Info için)**, İşlem Şirketler Grubu Eğitim Dokümanları, Ankara.

İzbırak, R., (1970), “Jeomorfoloji ve Jeomorfolog”, **Jeomorfoloji Dergisi**, Yıl:2, Sayı:2, Ankara.

Jadda, M, Shafri, H.Z.M., Mansor, S.B., Sharifikia, M., Pirasteh, S., (2009), “Landslide Susceptibility Evaluation and Factor Effect Analysis Using Probabilistic-Frequency Ratio Model”, **Eur. J. Sci. Res.** 33(4): 654-668.

JICA, (2008), **Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri, Afet Yönetimi ile İlgili Terimler Açıklamalı Sözlük**, 1. Baskı (Ed: Mikdat Kadioğlu ve Emin Özdamar), JICA Türkiye Ofisi, Ankara.

Johnson, R., (2000), “GIS Technology for Disasters and Emergency Management”, **An ESRI White Paper**, USA.

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.

Kadioğlu, M., (2008), “Sel Risk Yönetimi”, DSİ XI. Bölge Taşkın Konferansı, Edirne.

Kadioğlu, M., (2008), “Sel ve Heyelan Risk Yönetimi”, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü XXII. Bölge Müdürlüğü, **5**.

Dünya Su Forumu Türkiye Bölgesel Hazırlık Toplantıları Taşkın, Heyelan ve Dere Yataklarının Korunması Konferansı Bildiri Kitabı, Sayfa:101-129, Trabzon .

Kadıoğlu, M., (2008), “Sel, Heyelan ve Çığ için Risk Yönetimi”; (Editörler: Kadıoğlu, M. ve Özdamar, E.), "**Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri**"; s. 251-276, JICA Türkiye Ofisi Yayınlan No: 2, Ankara.

Karabacak, V., Altunel, E., Akyüz, S. ve Yalçın, Ç., (2006), “Ölü Deniz Fay Zonu'nun Asi Vadisi ve Amik Ovası (Antakya) civarında Holosen aktivitesi”, **59. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Kitabı**, MTA, Ankara.

Karabulut, M., (2002), “Uzaktan Algılama Yöntemlerini Kullanarak Sellerin İzlenmesi ve İncelenmesi”, Fatih Üniversitesi 2. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, İstanbul.

Karabulut, M., (2003), “Flood Studies Using Geographic Information Systems (GIS): 1993 Big Midwest Flood (USA)”, **Ege Coğrafya Dergisi**, Sayı:12,Sayfa: 103-118, İzmir.

Karabulut, M., Küçükönder, M., (2008), “Kahramanmaraş Ovası ve Çevresinde CBS Kullanılarak Erozyon Alanlarının Tespiti”, **KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi**, 11(2).

Karabulut, M., Sandal, E. K, Gürbüz, M., (2007), “20 Kasım-9 Aralık 2001 Mersin Sel Felaketleri: Meteorolojik ve Hidrolojik Açıdan Bir İnceleme”, **KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi**, Sayı: 10, Kahramanmaraş.

Karadoğan, S., Özdemir, M.A., (2002), “Malatya Şehri Doğusunda Jeomorfolojik Özelliklerden Kaynaklanan Sorunlar”, **Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, Cilt: 12, Sayı: 2, Sayfa: 31-46, Elazığ.

Karakuyu, M., (2002), “Şehirleşmenin Küresel İklim Sapmaları ve Taşkınlar Üzerindeki Etkisi”, **Marmara Coğrafya Dergisi**, Sayı:6, İstanbul .

- Kasapoğlu, K.E., (1987), “Doğu Akdeniz’in Sismotektonik Özellikleri: Sonlu Elemanlar Çözümlemesi”, Hacettepe Üni., Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, **Yerbilimleri Dergisi**, :14, 309-317.
- Kaya, S., Kıyılı, R., (2009), “Antakya’da Ortaçağ’da Meydana Gelen Doğal Afet ve Salgın Hastalıklara Bir Bakış”, **Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Cilt: 6 – Sayı: 12, s. 403-418, Hatay.
- Kılıçer, Ü., Özgüler, H., (2002), “Türkiye’de Taşkın Durumu”, **TMH - Türkiye Mühendislik Haberleri**, Sayı 420-421-422, Sayfa, 4-5-6, Ankara.
- Kılınç, A., (1998), “Assessment of The Water Potential of Asi (Orontes) Basin in Turkey”, A Thesis Submitted to the Graduate School of Natural and Applied Sciences of Dokuz Eylül University, İzmir .
- Kienzle A., Hannich ,D., Wirth, W., Ehret, D., Rohn, J., Ciugudean V., Czurda, K., (2006), “A GIS-Based Study Of Earthquake Hazard As a Tool For The Microzonation of Bucharest”, **Engineering Geology**, 87, 13–32.
- Kienzle, A., Hannich, D., Wirth, W., Ehret, D., Rohn, J., Ciugudean, V. & Czurda, K., (2006), “A GIS-based study of earthquake hazard as a tool for the microzonation of Bucharest”, **Engineering Geology**, 87 (1-2): 13-32.
- Kijko, A., Öncel, A.O, (2000), “Probabilistic Seismic Hazard Maps For The Japanese Islands”, **Soil Dynamics and Earthquake Engineering**, 20, 485-491.
- Kirpich, Z.P., (1940), “Time of Concentration of Small Agricultural Watersheds”, **Civil Engineering**, 10, (6), 362.
- Knighton, D., (1998), **Fluvial Forms and Processes**, London.
- Koçman, A. (1993), **Türkiye İklimi**, Ege Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, İzmir.
- Korkanç, S.Y., Korkanç, M., (2006), “Sel ve Taşkınların İnsan Hayatı Üzerindeki Etkileri”, **ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi**, Cilt:8 Sayı:9.

- Korkmaz , H., Fakı, G., (2009), “Kuseyr platosunun iklim özellikleri”, **Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Cilt: 6. Sayı: 12, s: 324-350, Hatay.
- Korkmaz, H., (2006), “Antakya’da Zemin Özellikleri ve Deprem Etkisi Arasındaki İlişki”, **Coğrafi Bilimler Dergisi**, 4 (2), 49-66.
- Korkmaz, H., (2008), “Antakya-Kahramanmaraş Graben Alanında Kurutulan Sulak Alanların (Amik Gölü, Emen Gölü ve Gâvur Gölü Bataklığı) Modellerinin Oluşturulması”, **Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Cilt: 5 , Sayı: 9, Hatay .
- Korkmaz, H., (2009), **Amik Gölünün Kurutulmasının Yöre İklimine Etkileri**, Mustafa Kemal Üniversitesi Yayınları, No:22, Hatay.
- Korkmaz, H., Karataş, A., (2009), “Asi Nehri’nde Su Yönetimi ve Ortaya Çıkan Sorunlar”, **Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Yıl: 2009, Cilt: 6, Sayı: 12, s. 18-40, Hatay.
- Koutrouvelisa, I.A., Canavos, G.C., (2000), “A comparison of moment-based methods of estimation for the log Pearson type 3 distribution”, **Journal of Hydrology**, 234, 71–81.
- Koutsoyiannis, D., (2004), “Statistics of Extremes and Estimation of Extreme Rainfall: I. Theoretical Investigation”, **Hydrological Sciences–Journal–des Sciences Hydrologiques**, 49(4) .
- Kreimer, A., Harth, A., Quarantelli, E.L., (1990), **Lessons Learned From Emergency Lending**, The World Bank Press.
- Kulaksız, E., (2006), Aşağı Sakarya Taşkın Analizi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), Adapazarı.
- Kurt, E. B., Reif, D., (1979), “A Procedure to Generate Thiessen Polygons”, **Geographical Analysis**, Vol. 11, No. 3.

- Kusky, T.M., (2008), **Landslides Mass Wasting Soil and Mineral Hazards**, Facts on File, USA.
- Lal, R., (2001), **Soil Degredation by Erosion**, Land Degredation- Development, Vol:12, P:519-539, USA .
- Lal, R., Stewart, B. A., (1990), **Soil Degradation**, Springer-Verlag, New York.
- Lan, H. X., Zhou, C. H., Wang, L. J., Zhang, H. Y., Li, R. H., (2004), “Landslide Hazard Spatial Analysis And Prediction Using Gis In The Xiaojiang Watershed”, Yunnan, China, **Engineering Geology**, 76, 109–128.
- Lawal, D. U., Matori, A., Balogun, A., (2011), “A Geographic Information System and Multi-Criteria Decision Analysis in Proposing New Recreational Park Sites in Universiti Teknologi Malaysia”, **Modem Applied Science**, Vol. 5, No. 3, Malaysia.
- Levitt ,A.M., (1997), **Disaster Planning and Recovery**, John Wiley&Sons, Inc., USA.
- Lopçu, Y., (2007), Yıllık Maksimum Yağışların Şiddet-Süre-Tekerrür Modelleri Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), İzmir.
- Magdoff, F., Van Es, H., (2009), **Building Soils For Better Crops Sustainable Soil Management**, Third edition, Sustainable Agriculture Network Handbook Series, No: 10, USA.
- Mankelow, J.M., Murphy, W., (1998), “Using GIS in the Probabilistic Assesment of Earthquake Triggered Landslide Hazard”, **Journal of Earthquake Engineering**, Vol. 2, No. 4, P: 593-623, Imperial College Press.
- Mansourı Daneshvar, M.R., Bagherzadeh, A., (2010), “Landslide Hazard Zonation Assessment Using GIS Analysis at Golmakan Watershed, Northeast of Iran”, **Front. Earth Sci.** 2011, 5(1): 70–81.

- Mater, B., (2004), **Toprak Coğrafyası**, Çantay Yayınları, İstanbul .
- Melek, A., (1991), **Hatay Nasıl Kurtuldu**, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara.
- Menteşe E.Y., Erturaç, K., Özcan, O., (2009), “Rize İli Genelinde Heyelan Tehlikesi Altında Bulunan Bölgelerin Kullanım Türlerinin Belirlenmesi”, **TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı Yay.**, Ankara.
- Mhaske, S.Y., Choudhury, D., (2010), “GIS-Based Soil Liquefaction Susceptibility Map of Mumbai City for Earthquake Events”, **Journal of Applied Geophysics** 70, 216–225.
- Mileti, D., (1999), **Disasters by Design**, Washington, DC: Joseph Henry Press, USA.
- Mitasova, H., Hofierka, J., Zlocha, M., Iverson, L., R., (1996), “Modelling “Topographic Potential for Erosion and Deposition Using GIS”, **Int. J. Geographical Information Systems**, Vol. 10, No. 5, 629-641.
- Musgrave, G.W., (1947), “The Quantitive Method of Factors in Water Erosion, A First Aproximation”, **Journal Soil Water Conservation**, 2, 133-138 .
- Nandi, A., Shakoor, A., (2010), “A GIS- Based Landslide Susceptibility Evaluation Using Bivariate and Multivariate Statistical Analyses”, **Engineering Geology**, Volume 110, Issues 1–2, 1 P:11–20.
- Neuvel, J. M.M., Van den Brink, A., (2009), "Flood risk management in Dutch local spatial planning practices", **Journal of Environmental Planning and Management**, Vol. 52, No. 7, Page: 865-880.
- Nourian, F., Jahani, A., (1999), “Multi-Criteria Evaluation of Land Use Effects on Environment Using Quantitative Methods in GIS: The Talighan Basin (Iran)”, **20th Asian Conference on Remote Sensing**, Hong Kong, China.

- Ömeroğlu, C., (2006), Antakya Kentinin Özgünlüğü ve Günümüz Koruma Sorunlarının Antakya Kentsel Sit Alanında İrdelenmesi, Gazi Üniversitesi, Doktora Tezi (Yayınlanmamış), Ankara.
- Öncel A. O. , Wilson, T., (2006), “Evaluation of Earthquake Potential Along The Northern Anatolian Fault Zone in the Marmara Sea Using Comparisons of GPS Strain and Seismotectonic Parameters”, **Tectonophysics**, 418 , 205-218.
- Öncel A. O. , Wilson, T., (2007), “Anomalous seismicity preceding the 1999 Izmit event, NW Turkey”, **Geophysical Journal International**, Volume 169, Issue 1, pp. 259-270.
- Öncel, A. O., (2004), “Correlation of Seismotectonic Variables and GPS Strain Measurements İn Western Turkey”, **Journal Of Geophysical Research**, Vol. 109.
- Öncel, A. O., (2007), “Static Stress Changes and Fault Interaction Related to the 1985 Nahanni Earthquakes, Western Canada”, **Proceedings of the 1st IASME / WSEAS International Conference on Geology and Seismology (GES'07)**, Portoroz, Slovenia, May 15-17.
- Öncel, A.O., Alptekin, Ö., (1999), “Effect of Aftershocks on Earthquake Hazard Estimation: An Example from the North Anatolian Fault Zone”, **Natural Hazards**, 19: 1–11, Kluwer Academic Publishers, Printed in the Netherlands.
- Öncel, A.O., Wilson,T., (2002), “Space-Time Correlations of Seismotectonic Parameters: Examples From Japan and From Turkey Preceding the İzmit Earthquake” , **Bulletin of the Seismological Society of America**, 92, 1, pp. 339-349.
- Öner, E., (2008), “Asi Delta Ovasında Alüvyal Jeomorfoloji ve Paleocoğrafya Araştırmaları (Antakya/Hatay)”, **Ege Coğrafya Dergisi**, 17/1-2 (2008), 01-25, İzmir.

- Önöz, B., (1992), Bölgesel Taşkın Frekans Analizi, Doktora Tezi (Yayınlanmamış), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Över ,S.,Ünlügenç, U.C. ve Özden S., (2001), “Hatay Bölgesinde Etkin Gerilme Durumları”, **Yerbilimleri**, Sayı: 23 , Sayfa: 1-14, Ankara .
- Över, S., Büyüksaraç, A.,Bekta ,Ö.,Filazi, A., (2009), "Assessment of Potential Seismic Hazard and Site Effect in Antakya (Hatay Province), SE Turkey", **Environ Earth Sci**, Volume 62, Issue 2, pp 313-326.
- Över, S.,Ünlügenç, U. C.and Bellier, O., (2002), Q’uaternary Stress Regime Change in the Hatay Region (SE Turkey)”, **Geophys. J. Int**, (2002) 148, 649–662.
- Özcan, O., Musaoğlu, N., Şeker, D. Z., (2009), “Taşkın Alanlarının CBS ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Yönetimi; Sakarya Havzası Örneği”, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, **12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı Yay.**, Ankara.
- Özdemir, H. ve Bayrakdar, C., (2007), “16 Kasım 2007 Tuzla Deresi Taşkınının Nedenleri Üzerine Bir Araştırma (Silivri- İstanbul)”, **Türk Coğrafya Dergisi**, Sayı, 49, s.123-139.
- Özdemir, H., (2004), “Afetlere Hazırlık Çalışmalarında Geçici İskan Alanlarının Belirlenmesi”, **Doğu Coğrafya Dergisi**, Sayı 12, sy 239-259, Erzurum.
- Özdemir, H., (2007), Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın ve Heyelan Risk Analizi, Doktora Tezi (Yayınlanmamış), İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, İstanbul .
- Özdemir, H., 2011, “Havza Morfometrisi ve Taşkınlar, Fiziki Coğrafya Araştırmaları: Sistematik ve Bölgesel”, **Türk Coğrafya Kurumu Yayınları**, Sayı:6, 507-526, İstanbul.

Özden, Ş., D. Özden, M., (1997), **Türkiye Toprak Erozyon Tahmin Modeli TURTEM**, Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Ankara.

Özer, A., (2006), Tekirdağ İli Sınırları İçerisinde İnşa Edilen Sulama Suyu Göletlerinin Havza Karakteristiklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Tekirdağ.

Özler, H. M., (1999), “Water Balance and Water Quality in the Çürüksu Basın”, Western Turkey, **Hydrogeology Journal**, (1999) 7:405–418.

Özler, H. M., (2000), “Hydrogeology and Geochemistry in the Çürüksu (Denizli) Hydrothermal Field”, Western Turkey, **Environmental Geology**, 39 (10).

Özler, H. M., (2001), “Active Saltwater Encroachment (from Lake Van) in the Van Aquifer, East Turkey”, First International Conference on Saltwater Intrusion and Coastal Aquifers- Monitoring, Modeling, and Management. Essaouira, Morocco, April 23–25, 2001.

Özmen, B., Nurlu, M., Kuterdem, K., Temiz, A., (2005), “Afet Yönetimi ve Afet İşleri Genel Müdürlüğü”, Deprem Sempozyumu, Kocaeli.

Pampal, S., (1999), **Depremler**, Alfa Yayıncılık, İstanbul.

Pandey, B., and Okazaki K., (2005), “Community Based Disaster Management: Empowering Communities to Cope with Disaster Risks”, **Regional Development Dialogue**, Vol. 26, No 2, UNCRD, Nagoya, Japan.

Parsons, W. (1996), **Crisis Management**, Career Development International, 1(5), 26 -28.

Pažek, K., Rozman, C., Bavec, F., Borec, A., Bavec, M., (2010), “A Multi-Criteria Decision Analysis Framework Tool for the Selection of Farm Business Models

- on Organic Mountain Farms”, **Journal of Sustainable Agriculture**, 34:778–799.
- Pearce, L., (2003), “Disaster Management and Community Planning, and Public Participation: How to Achieve Sustainable Hazard Mitigation”, **Natural Hazards** 28: 211–228.
- Pehlivanlı, H., Sarımay, Y., Yıldırım, H., (2001), **Türk Dış Politikasında Hatay (1918-1939)**, Avrasya Stratejik Araştırmalar Merkezi Yayınları, Ankara.
- Pennock, D.J., (2003), “Terrain Attributes, Landform Segmentation, and Soil Redistribution”, **Soil & Tillage Research**, 69, 15–26, Canada.
- Perinçek, D., Çemen,İ., (1990), “The Structural Relationship Between The East Anatolian and Dead Sea Fault Zones in Southeastern Turkey”, **Tectonophysics**, 172, 331-340, Netherlands.
- Persson, K., Ryd’én, J., (2010), “Exponentiated Gumbel Distribution for Estimation of Return Levels of Significant Wave Height”, **Journal of Environmental Statistics**, Volume 1, Issue 3.
- Petley, D.N., Dunning, S.A., Rosser, N.J., (2005), “The Analysis Of Global Landslide Risk Through The Creation Of A Database Of Worldwide Landslide Fatalities”, In: Hungr O, Fell R, Couture R, Eberhardt E (eds) **Landslide risk management, AT Balkema**, Amsterdam, 367–374.
- Pimentel, D., Harvey, C., Resosudarmo, P., Sinclair, K., Kurz, D., McNair, M., Crist, S., Shpritz, L., Fitton, L., Saffouri, R., Blair, R., (1995), “Environmental and Economic Costs of Soil Erosion and Conservation Benefits”, **Science**, New Series, Vol. 267, No. 5201, 1117-1123.
- Pimentel, D., R. Harman, M. Pacenza, J. Pecarsky, Pimentel M., (1994), “Natural Resources and an Optimum Human Population”, **Population and Environment**, 15 (5): 347-369.

- Renard, K. G., and M. H. Nichols (2003), “History Of Small Watershed Research In Non-Forested Watersheds In Arizona And New Mexico”, **Proc. 1st Interagency Conf. on Research in the Watersheds**, Edited by K. G. Renard, S. McElroy, W. Gbuek, E. Canfield, and R. L. Scott, 296–301, Oct. 27–30, Benson, AZ.
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., Porter, P.J., (1991), “RUSLE - Revised universal soil loss equation”, **Journal of Soil and Water Conservation**, January–February , pp. 30–33.
- Rozos, D., Bathrellos, G.D., Skillodimou, H.D., (2010), “Comparison Of The Implementation Of Rock Engineering System And Analytic Hierarchy Process Methods, Upon Landslide Susceptibility Mapping, Using GIS: A Case Study From The Eastern Achaia County Of Peloponnesus Greece”, **Journal Environmental Earth Sciences**, vol. 63, no. 1, pp. 49-63, 2011.
- Saban, Ö., (2010), Hatay İli Merkezinin Antakya Belediye Sınırları İçerisinde Zeminin “Kırılma Mikrotremor (ReMi)” Yöntemi İle İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Hatay.
- Saha, S.K., (2004), “Water and Wind Induced Soil Erosion Assessment and Monitoring Using Remote Sensing and GIS”, **Satellite Remote Sensing and GIS Applications in Agricultural Meteorology**, (Eds: M.V.K. Sivakumar, P.S. Roy, K. Harmsen, S.K. Saha), S:175-194, Switzerland.
- Schott, J.R., (2007), **Remote Sensing The Image Chain Approach**, Oxford University Press, USA.
- Selçuk, (1985), **Kızıldağ-Keldağ Dolayının Jeolojisi ve Jeodinamik Evrimi**, Maden Tetkik ve Arama Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, Ankara.

- Shabestaria, K. T., Yamazaki, F., Saitaa, J., Matsuokaa, M., (2004), “Estimation of the Spatial Distribution of Ground Motion Parameters for Two Recent Earthquakes in Japan”, **Tectonophysics**, 390,193-204.
- Sharma, L. P., Patel, N., Debnath, P., Ghose, M. K., (2011), “Assessing Landslide Vulnerability From Soil Characteristics - A GIS-Based Analysis”, **Arabian Journal of Geosciences**, 1007/s12517-010-0272-5.
- Sheikh, A. H., Palria, S., Alam, A., (2011), “Integration of GIS and Universal Soil Loss Equation (USLE) For Soil Loss Estimation In A Himalayan Watershed”, **Recent Research in Science and Technology** , 3(3): 51-57.
- Shiferaw, A., (2011), “Estimating Soil Loss Rates For Soil Conservation Planning In The Borena Woreda Of South Wollo Highlands, Ethiopia”, **Journal of Sustainable Development in Africa**, Volume 13, No.3.
- Smith, K., Petley, David, N., (2009), **Environmental Hazards Assessing Risk and Reducing Disaster**, (Fifth Edition), Routledge, USA.
- Stanganelli, M., (2008), “A New Pattern Of Risk Management: The Hyogo Framework for Action and Italian practise”, **Socio-Economic Planning Sciences**, 42 , 92–111.
- Sunkar ve Tonbul, (2010), “Batman’da 31 Ekim-1kasım 2006 Tarihinde Yaşanan Taşkın Nedenleri”, II. Ulusal Taşkın Sempozyumu, Afyonkarahisar.
- Şahin, C., (2006), **Türkiye Fiziki Coğrafyası**, Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara
- Şahin, C., Sipahioğlu, Ş., (2007), **Doğal afetler ve Türkiye**, Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara.
- Şen, Z., (2009), **Taşkın Afet ve Modern Hesaplama Yöntemleri**, Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Şengör, A.M.C., (1979), “Türkiye Neotektoniğinin Esasları”, **Türkiye Jeoloji Kurumu, Konf. Ser.**, No: 2.

- Şimşek, H., (1999), **Deprem Bilgisi**, Harp Akademileri Basımevi, İstanbul.
- Tağıl, Ş., (2004), “Balıkesir Ovası ve Yakın Çevresinin Neotektonik Özellikleri ve Depremselliği”, **Coğrafi Bilimler Dergisi**, 2004, 2 (1), sayfa: 73-92.
- Tağıl, Ş., (2007), “Tuzla Çayı Havzasında (Biga Yarımadası) CBS-Tabanlı RUSLE Modeli Kullanarak Arazi Degradasyonu Risk Değerlendirmesi”, **Ekoloji Dergisi**, 17 (65), 11-20 .
- Tang, C., Zhu, J., Liang, J., (2009), “Emergency assessment of seismic landslide susceptibility: a case study of the 2008 Wenchuan earthquake affected area”, **Earthquake Engineering and Engineering Vibration**, Volume 8, Number 2, 207-217.
- Tekeli, O., Erendil, M., (1984), **Kızıldağ Ofiyolitinin (Hatay) Jeolojisi ve Petrolojisi**, MTA, Rapor No:7778.
- Temesgen, B., Mohammed, M.U., Korme, T. (2001), “Natural Hazard Assessment Using GIS and Remote Sensing Methods, With Particular Reference to the Landslides in the Wondogenet Area”, Ethiopia, **Physics and Chemistry of the Earth**, 26: 665-675.
- Temiz, N., Aksoy, H., Ercanoglu, M., (2004), “Batı Karadeniz Bölgesi'nde Potansiyel Taşkın Alanlarının Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma”, **Türkiye Jeoloji Bülteni**, Cilt 47, Sayı 2, 41-48.
- Tesfamariam, S., Sadiq, R., Najjaran, H., (2010), “Decision Making Under Uncertainty-An Example for Seismic Risk Management”, **Risk Analysis**, Vol. 30, No. 1.
- Tezcan, S., Durgunoğlu, T., (2000), “Jeofizik Etütlerin Zemin Büyütme Analizindeki Önemi ve Örnekler”, **Jeofizik**, 14, 43-60.
- Tonbul, S., Sunkar, M., (2008), “Batman Şehrinde Yer Seçiminin Jeomorfolojik Özellikler ve Doğal Risk Açısından Değerlendirilmesi”, **Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu Bildiri Kitabı**, Çanakkale.

- Treitz, P. M., Howard, P. J., and Gong, P., (1992), “Application of satellite and GIS Technologies for land cover and land use mapping at the rural-urban fringe: A case study”, **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, 58, 439–448.
- TUMEHAP, (2003), **Türkiye Ulusal Meteorolojik ve Hidrolojik Afetler Programı Raporu**, Türkiye Ulusal Jeodezi ve Jeofizik Birliği, Ankara.
- Tunay, M., Ateşoğlu, A., (2004), “Bartın İli Taşkın Sahalarındaki Değişimin Uzaktan Algılama Verileriyle İncelenmesi”, **Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi**, Sayı: 2, ISSN: 1302-7085, Sayfa: 60-72, Isparta.
- Tunçdilek, N., (1969), **Türkiye’nin Eğim Haritası**, İstanbul Üniversitesi Yayınları, Taş Matbaası, İstanbul.
- Turoğlu, H., (2005), "Bartın'da Meydana Gelen Sel ve Taşkınlar" Türkiye Kuaterner Sempozyumu, İstanbul.
- Turoğlu, H., (2005), “Bartın’da Meydana Gelen Sel ve Taşkınlara Ait Zarar Azaltma ve Önleme Önerileri”, Türkiye Kuaterner Sempozyumu, **İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul.
- TÜİK, (2012), Türkiye İstatistik Kurumu, Hatay Nüfus Verileri, 2012.
- Tülücü, K., (1996), **Uygulamalı Hidroloji**, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Adana.
- Türer, A., Şimşek, Ç., Gölalınış, M., Özden, B., Dilsiz, A., Özen, Ö. ve Korkmaz, H., (2005), “Kullanılmış Araba Lastiği ile Bina Güçlendirme Antakya Pilot Uygulaması ve Dekoratif Çözümler”, Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Arttırılması Çalıştayı, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Ulusay, R., (2010), **Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler**, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, No: 38 , Ankara.

- UNDP, (2004), **Vulnerability and Risk Assessment (Second Edition)**, Cambridge Architectural Research Limited The Oast House, Malting Lane, Cambridge, United Kingdom.
- Utkucu, M., Yalçinkaya, E., Alptekin, Ö., (1999), “Depremde Erken Uyarı Sistemleri”, **Bilim Teknik Dergisi**, Kasım Sayısı, Ankara.
- Uyanık, O., (2006), “Sıvılaşır Yada Sıvılaşmaz Zeminlerin Yinelemeli Gerilme Oranına Bir Seçenek”, **DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi**, Cilt: 8 Sayı: 2 s. 79-91, İzmir.
- Uyar, O., (2006), Kayma Dalga Hızı ve Basitleştirilmiş Prosedüre Bağlı Karşılaştırmalı Olarak Sıvılaşma Direnç Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta .
- Uygur, V., İrvem, A., Karanlık, S., Akış, R., (2010), “Estimating Spatial Distribution Of Soil Loss Over Seyhan River Basin İn Turkey”, **Env.Earth Sciences**, P: 1129 – 1138.
- Uzunlar, M., (2003), Yerel Yönetimlerde Doğal Afetlerde Kriz Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi Mahalli İdareler ve Yerinden Yönetimler Anabilim Dalı, İstanbul .
- Vahidniaa, M.H., Alesheikhb, A., Ali Mohammadi, A., Bassirid, A., (2008), “Fuzzy Analytical Hierarchy Process In GIS Application, The International Archives of the Photogrammetry”, **Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, Vol. XXXVII. Part B2. Beijing.
- Van der Perk, (2006), **Soil and Water Contamination**, Taylor & Francis/Balkema, Netherlands.

- Varnes, D.J., (1978), "Slope Movement Types and Processes," (Schuster, R.L., and Krizek, R.J., eds), Landslides-Analysis and control: National Research Council, Washington, D.C., **Transportation Research Board, Special Report** 176, p. 11–33.
- Verstappen, H.Th., (1983), **Applied Geomorphology**, Elsevier, USA.
- Wattegama, C., (2007), "ICT For Disaster Management, Asia-Pacific Development Information Programme", e-Primers for the Information Economy, Society and Polity (APCICT), Thailand.
- Weng, Q., (2002), "Land Use Change Analysis in the Zhujiang Delta of China Using Satellite Remote Sensing", GIS, and Stochastic Modeling, **Journal of Environmental Management**, 64, 273–284.
- Weng, Q., (2010), **Remote Sensing and GIS Integration Theories, Methods, and Applications**, The McGraw-Hill Companies, USA.
- Wischmeier, W.H., Smith, D.D., (1978), "Predicting Rainfall Erosion Losses: A guide to conservation planning", **Agricultural Handbook**, 537, US Department of Agriculture, Washington, DC, USA.
- Wischmeier, W.M., (1976), "Use and Misuse of the Universal Soil Loss Equation". **J. Soil and Water Conserv.**, 31, 5-9.
- Yalçın, A., (2005), Ardeşen (Rize) Yöresinin Heyelan Duyarlılığı Açısından İncelenmesi, Doktora tezi (Yayınlanmamış), Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yalçın, A., (2007), "Heyelan Duyarlılık Haritalarının Üretilmesinde Analitik Hiyerarşi Yönteminin ve CBS'nin Kullanımı", **S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Derg.**, C.22, S.3, Konya.

- Yamanlar, O., (1956), **Marmara Havzası Bilhassa Yalova Mıntıkası İçin Arazi Tasnifinin Erozyon Kontrolü Üzerine Yapacağı Tesirler**, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Yaprak, S., Arslan, E., (2008), “Kriging Yöntemi ve Geoit Yüksekliklerin Enterpolasyonu”, **Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetim Dergisi**, Sayı:98, Ankara.
- Yılmaz, A., (2003), **Türk Kamu Yönetiminin Sorun Alanlarından Biri Olarak Afet Yönetimi**, Pegema yayıncılık, Ankara.
- Yılmaz, Y., (1984), **Amanos Dağlarının Jeolojisi**, Cilt:3 Yapı ve Tektonik, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi, İstanbul.
- Yılmaztürk, A., Burton, P. W., (1999), "An Evaluation Of Seismic Hazard Parameters İn Southern Turkey", **Journal Of Seismology**, Vol:3: 61–81, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Yönlü, Ö., Meghraoui, M., Altunel, E., Ferry, M., Yalçiner, C. Ç., Karabacak, V., Güneç Kıyak, N., (2009), “Ölüdeniz Fay Zonu’nun Kuzey Kesimi Aktivitesine İlişkin Paleosismolojik Veriler”, 62. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 13–17 Nisan 2009, MTA, Ankara.
- Yücemen, M.S., (2011), “Olasılıksal Sismik Tehlike Analizi: Genel Bakış Ve İstatistiksel Modellemede Dikkat Edilmesi Gerekli Hususlar”, 1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Ankara.
- Yüksel F. A., Esnaf, Ş., (1993), “Antakya’nın Tarihsel ve Aletsel Dönem Depremselliği ve Sismotektoniği”, **Türkiye Ulusal Jeodezi-Jeofizik Birliği Genel Kurulu Bildiri Kitabı**, 8-11 Haziran 1993, MSB Harita Genel Komutanlığı, 393-407, Ankara.
- Zachar, D., (1982), **Soil Erosion**, Elsevier Scientific Publishing Company, USA.

Zachariadou, E., (2001), **Osmanlı İmparatorluğunda Doğal Afetler**, (Çev: Gül Çağalı GÜVEN), Tarih Vakfı Yurt Yayınları, İstanbul.

Zarif, H., Özçep, F., Özyalın, Ş., (2005), “Zemin Sıvılaşması Bazlı Mikrobölgeleme: Yalova Örneği, Deprem Sempozyumu”, Kocaeli.

Zergera, A., Smith, D. I., (2003), “Impediments to using GIS for real-time disaster decision support, Computers”, **Environment and Urban Systems**, 27, 123–141.

Zingg, A.W., (1940), “Degree and length of slope as it affects soil loss in run off”, **Agricultural Engineering**, 21,:59-64, USA.

Zor, E., Cevher, M., Mengüç, G., Soydabaş, M., Bilgiç, A., Ayan, E., Özalaybey, S., (2007), “Kocaeli İlinde Zemin Sınıflaması ve Sismik Tehlike Değerlendirme Çalışmaları”, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 16-20 Ekim 2007, İstanbul.

Elektronik Kaynaklar

<http://www.rri.wvu.edu/WebBook/McBride/section3.html>

<http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx>

<http://www.dmi.gov.tr>

<http://www.emdat.be/classification>

<http://cred.be/sites/default/files/PressConference2010.pdf>

<http://www.bik.gov.tr/van-depreminin-maliyeti-55-milyar-haberi-13424/>

<http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/>

http://www.mathwave.com/articles/extreme-value-distributions.html#evd_gumbel

<http://www.deprem.gov.tr/sarbis/Doc/Yonetmelik/DBYBHY-2007.pdf>

<http://www.dogateknik.com.tr/Teknik-Belgeler/Yapilarda-Hasar-Belirleme.pdf>

ÖZGEÇMİŞ

1975’te doğdu. İlk, orta, lise ve üniversite eğitimini İstanbul’da tamamladı. 1998’de İstanbul Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü’nden mezun olduktan sonra 2 yıl öğretmenlik yaptı. Askerlik görevini yaptıktan sonra öğretmenliğe devam etti. 2006 yılında Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü’nde yüksek lisansa başladı. 2007-2008’de Anadolu Üniversitesi ile Eskişehir Emniyet Müdürlüğü’nün birlikte yürüttüğü “Trafik Kazalarının Önlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanılması” adlı Tübitak KAMAG projesinde görev aldı. 2009 yılında yüksek lisansı bitirdikten sonra İstanbul üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü’nde doktora başladı. 2009 yılı Aralık ayından itibaren Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü’nde öğretim elemanı olarak görev yapmaktadır. Evli ve iki çocuk babasıdır.