



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANA BİLİM DALI

HAVZA (SAMSUN) DEPRESYONU'NDA DOĞAL AFET RİSK ANALİZİ

Doktora Tezi

Özgür ARAS

Danışman

Prof. Dr. Halil İbrahim ZEYBEK

SAMSUN
2021

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANA BİLİM DALI



HAVZA (SAMSUN) DEPRESYONU'NDA DOĞAL AFET RİSK
ANALİZİ

Doktora Tezi

Özgür ARAS

Danışman

Prof. Dr. Halil İbrahim ZEYBEK

SAMSUN
2021



Dedem Tazeddin ARAS'ın unutulmaz hatırasına ...

TEZ KABUL VE ONAYI

Özgür ARAS tarafından, **Prof. Dr. Halil İbrahim ZEYBEK** danışmanlığında hazırlanan “**Havza (Samsun) Depresyonu’nda Doğal Afet Risk Analizi**” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 25.12.2020 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	İmza	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. İbrahim KOPAR Atatürk Üniversitesi Coğrafya Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye (Danışman)	Prof. Dr. Halil İbrahim ZEYBEK Ondokuz Mayıs Üniversitesi Coğrafya Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye	Prof. Dr. Cevdet YILMAZ Ondokuz Mayıs Üniversitesi Coğrafya Eğitimi Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye	Doç. Dr. Muhammet BAHADIR Ondokuz Mayıs Üniversitesi Coğrafya Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye	Doç. Dr. Emre ÖZŞAHİN Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Coğrafya Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

ONAY

... / ... / ...

Prof. Dr. Ali BOLAT

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım yüksek lisans/doktora/sanatta yeterlik tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

İmza

... / ... / 20...
Özgür ARAS

ÖZET

HAVZA (SAMSUN) DEPRESYONU'NDA DOĞAL AFET RİSK ANALİZİ

Özgür ARAS

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Coğrafya Ana Bilim Dalı

Doktora, Ocak/2021

Danışman: Prof. Dr. Halil İbrahim ZEYBEK

Bu çalışmada Havza Depresyonu'nda görülen doğal afetlerin nedenlerini, işleyişlerini, sonuçlarını ve CBS kullanılarak dağılımlarını çeşitli duyarlılık analiz yöntemleriyle ortaya koymak hedeflenmiştir. Bu amaçla öncelikle çalışma alanının coğrafi özelliklerini ortaya koymak için detaylı literatür taramaları ve çok sayıda arazi çalışması gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçların dağılımları CBS yardımıyla haritalanarak ortaya konmuştur.

Arazi çalışmaları sırasında, doğal afetler yerinde gözlemlenmiş, fotoğraflanmış, ilgili afetlerin türleri ve oluşum şekilleri belirlenmiştir. Literatür çalışmaları ile sahada bulunan afetlerin dinamiklerine uygun duyarlılık analizi yöntemleri saptanmıştır. Bu bağlamda deprem tehlike analizinde "Poisson Yöntemi", heyelan duyarlılık analizinde "Frekans Oranı Yöntemi", erozyon duyarlılık analizinde "RUSLE Yöntemi", taşkın duyarlılık analizinde "Çok Katmanlı Ağırlıklı Çakıştırma Yöntemi" ve fırtına duyarlılık analizinde "Analitik Hiyerarşi Yöntemi" kullanılmıştır. Saha topraklarının genel özelliklerini ortaya koymak ve heyelan, erozyon ve taşkın afet duyarlılık analizlerinde önemli parametreler olan toprak özelliklerinin dağılım haritalarını oluşturabilmek için bir takım çalışmalar yapılmıştır. Bu bağlamda çalışma alanının belirlenen 80 noktadan toprak örnekleri alınmış, laboratuvar analizleri ile tekstür, nem, kireç, EC ve pH içerikleri belirlenmiş, bu içeriklerin dağılımları haritalanmıştır. Coğrafi özelliklerin, SYM (Sayısal Yükseklik Modeli) verisinden elde edilen morfometrik özelliklerin ve toprak özelliklerinin haritaları CBS ortamında çeşitli şekillerde sınıflandırılarak duyarlılık analizi için parametre haritaları oluşturulmuştur. Parametreler ve alt parametreler ağırlıklandırılarak kullanılan yöntemin kurallarına uygun şekilde duyarlılık analizleri gerçekleştirilmiştir.

Sonuç olarak Havza Depresyonu'nun doğal afetlere duyarlılığı yüksek bir alan olduğu görülmüştür. KAF'a göre konumu itibariyle deprem tehlikesi yüksek olan sahada, 50 yıl içerisinde 4,5 M_w büyüklüğünde bir depremin oluşma olasılığının %99, 100 yıl içinde 7,5 M_w büyüklüğündeki bir depremin oluşma olasılığının ise %76,8 olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanının %14,64'ünde çok yüksek heyelan duyarlılığı, %28,44'ünde güçlü ve şiddetli erozyon duyarlılığı, %1,24'ünde çok yüksek taşkın duyarlılığı ve %9,25'inde çok yüksek fırtına duyarlılığı olduğu tespit edilmiştir. Bu afetler için oluşturulan duyarlılık haritaları yeniden sınıflandırılarak multirisik haritası üretilmiş, özellikle sahanın güney bölümünün afetlere daha az duyarlı olduğu görülmüştür. 1998 yılında Havza ilçe merkezinde Çayırözü Deresi'nin üstü kapalı bölümünün tıkanması sonucu gerçekleşen sel ve taşkın felaketinin tekrar gerçekleşmesi senaryosuna uygun şekilde "Çok Katmanlı Ağırlıklı Çakıştırma Yöntemi" ile taşkın duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analiz sonucu belirlenen 600 m çaplı alanın %9,07'sinin taşkın duyarlılığının çok yüksek olduğu belirlenmiştir.

Tüm bu çalışmalar sonucu elde edilen veriler ve analiz sonuçları "Sonuç ve Öneriler" bölümünde değerlendirilmiş, çözüm önerilerinde bulunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Doğal afet, CBS, Duyarlılık analizi, Havza Depresyonu, Samsun

ABSTRACT

NATURAL DISASTER RISK ANALYSIS IN HAVZA (SAMSUN) DEPRESSION

Özgür ARAS

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Geography

PhD, January/2021

Supervisor: Prof. Dr. Halil İbrahim ZEYBEK

In this study, it is aimed to reveal the reasons, operations, results and distributions of natural disasters seen in the Havza Depression by using GIS and various susceptibility analysis methods. For this purpose, detailed literature reviews and numerous field studies were carried out primarily to reveal the geographical features of the study area. The obtained results were mapped with the help of GIS and their distributions was revealed.

During the field studies, natural disasters were observed on own site, photographed and their types and creation figures were determined. Susceptibility analysis methods have been determined with literature studies for the suitable dynamics of disasters in the field. In this context; in earthquake hazard analysis "Poisson Method", in landslide susceptibility analysis "Frequency Ratio Method", in erosion susceptibility analysis "RUSLE Method", in flood susceptibility analysis "Multilayer Weighted Overlay Method" and in storm susceptibility analysis "Analytical Hierarchy Process" were used. Several studies have been carried out to reveal the general characteristics of the field soils and to create distribution maps of soil properties which are important parameters in landslide, erosion and flood disaster risk analyses. In this context, soil samples were taken from 80 points of the study area and texture, humidity, lime, EC and pH contents were determined by laboratory analysis and their distributions were mapped. The maps of geographical features, maps of morphometric features obtained from DEM (Digital Elevation Model) data and maps of soil properties were classified in various ways in GIS environment and parameter maps were created. Susceptibility analyzes were carried out in accordance with the rules of the method used by weighting the parameters and sub-parameters.

As a result, it has been seen that the Havza Depression is an area with high susceptibility to natural disasters. In the area with high earthquake risk due to its location relative to the Northern Anatolian Fault (NAF), the probability of a 4.5 Mw earthquake in 50 years is 99%, the probability of an earthquake of 7.5 Mw in 100 years is evaluated to be 76.8%. It has been determined that 14.64% of the study area has a very high susceptibility to landslides, 28.44% has a strong and severe erosion susceptibility, 1.24% has a very high flood susceptibility and 9.25% has a very high storm susceptibility. The susceptibility maps created for these disasters were reclassified and the multirisk map was produced. It was observed that especially the south of the site was less susceptible to disasters. In accordance with the scenario of the recurrence of the flood and overflow disaster that occurred as a result of the blockage of the covered part of Çayırözü Stream in the town center of Havza in 1998, flood susceptibility analysis was carried out with the "Multilayer Weighted Overlay Method". As a result of this analysis, it has been determined that 9.07% of the 600 m diameter area has a very high flood susceptibility.

The data and analysis results obtained as a result of all these studies have been evaluated in the "Conclusion and Recommendations" section and solution proposals were offered.

Keywords: Natural Disaster, GIS, Risk Analysis, Havza Depression, Samsun

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

“Havza (Samsun) Depresyonu’nda Doğal Afet Risk analizi” isimli bu doktora tez çalışmasının hazırlanması sürecinde kendisinden coğrafya adına çok şey öğrendiğim değerli hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. Halil İbrahim ZEYBEK’e teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca Prof. Dr. Cevdet YILMAZ’a, Doç. Dr. Muhammet BAHADIR’a ve OMÜ Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü başkanı Prof. Dr. Ali UZUN’a süreçteki katkılarından dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

OMÜ Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü laboratuvarlarında toprak analizlerini yapmama olanak sağlayan Prof. Dr. Orhan DENGİZ’e ve farklı analizlerin uygulama aşamalarını sıkılmadan anlatan Arş. Gör. Salih DEMİRKAYA’ya teşekkür ederim. Tez hazırlama sürecinde beni cesaretlendiren Dr. Öğr. Üyesi Kuttusi ZORLU’ya, özellikle yazı işlerindeki katkılarından dolayı Arş. Gör. Hasan DİNÇER’e, yoğun ve yorucu geçen birçok arazi çalışmasına katılarak beni yalnız bırakmayan meslektaşım Osman ALTAŞ’a ve başta doğal afetlerle ilgili olmak üzere pek çok görsele ulaşmamı sağlayan Anadolu Ajansı Havza muhabiri Özgür UYAROĞLU’na da ayrıca teşekkür ederim.

Son olarak beni hayata hazırlayan ve her zaman yanımda olan babam Ergül ARAS ve annem Bahriye ARAS’a, bu yoğun süreç boyunca hoşgörülerini esirgmeden beni destekleyen ve çoğu arazi çalışmama katılıp uykusuz kalan sevgili eşim Fatma Nur SİNECEK ARAS ve sevgili oğlum Rüzgar ARAS’a şükranlarımı sunarım.

Özgür ARAS

İÇİNDEKİLER

ÖZET	III
ABSTRACT	IV
ÖNSÖZ	V
İÇİNDEKİLER	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR	XII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XIV
TABLolar DİZİNİ	XIX
1. GİRİŞ	1
1.1. Araştırma Sahasının Yeri ve Sınırları	6
1.2. Önceki Çalışmalar	9
1.3. Amaç	17
1.4. Materyal ve Yöntem.....	18
1.4.1. Fiziki Coğrafya Özelliklerini Araştırma Yöntemleri	18
1.4.1.1. Jeolojik Özellikleri Araştırma Yöntemleri	20
1.4.1.2. Jeomorfolojik Özellikleri Araştırma Yöntemleri	20
1.4.1.3. İklim Özellikleri Araştırma Yöntemleri	23
1.4.1.4. Hidrografik Özellikleri Araştırma Yöntemleri.....	25
1.4.1.5. Toprak Özellikleri Araştırma Yöntemleri	26
1.4.1.6. Bitki Örtüsü Özelliklerini Araştırma Yöntemleri.....	32
1.4.2. Beşeri ve İktisadi Coğrafya Özellikleri Araştırma Yöntemleri.....	33
1.4.3. Çalışmada Kullanılan Doğal Afet Duyarlılık Analizi Yöntemleri	33
1.4.3.1. Deprem Tehlike Analizi Yöntemi	35
1.4.3.2. Heyelan Duyarlılık Analizi Yöntemi	36
1.4.3.3. Erozyon Duyarlılık Analizi Yöntemi	39
1.4.3.4. Taşkın Duyarlılık Analizi Yöntemi.....	41
1.4.3.5. Fırtına Duyarlılık Analizi Yöntemi	43
1.4.3.6. Çoklu Duyarlılık Analizi Yöntemleri.....	47
2.ARAŞTIRMA SAHASININ COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ	48
2.1. Fiziki Coğrafya Özellikleri	48
2.1.1. Jeolojik Özellikler	48
2.1.1.1. Mesozoik.....	48
2.1.1.2. Senozoik.....	49
2.1.2. Jeomorfolojik Özellikler	56
2.1.2.1. Araştırma Sahasının Morfometrik Özellikleri.....	56
2.1.2.1.1. Hipsometrik Eğri ve Hipsometrik İntegral.....	56
2.1.2.1.2. Yükseklik Analizi.....	57

2.1.2.1.3. Eğim Analizi	59
2.1.2.1.4. Bakı Analizi	61
2.1.2.1.5. Profil Analizleri.....	63
2.1.2.2. Jeomorfolojik Birimler.....	67
2.1.2.2.1. Aşımın Yüzeyleri	68
2.1.2.2.2. Tepeler.....	70
2.1.2.2.3. Vadiler.....	71
2.1.2.2.4. Sırtlar.....	75
2.1.2.2.5. Yamaçlar	75
2.1.2.2.6. Taraçalar (Sekiler).....	76
2.1.2.2.7. Depresyonu Tabanı	78
2.1.2.2.8. Diğer Morfolojik Birimler.....	79
2.1.2.3. Jeomorfolojik Gelişim.....	81
2.1.3. İklim Özellikleri.....	85
2.1.3.1. İklim Elemanları.....	86
2.1.3.1.1. Sıcaklık.....	86
2.1.3.1.2. Basınç ve Rüzgarlar	91
2.1.3.1.2.1. Basınç.....	91
2.1.3.1.2.2. Rüzgarlar	92
2.1.3.1.3. Nem ve Yağış.....	95
2.1.3.1.3.1. Nem.....	95
2.1.3.1.3.2. Yağış	97
2.1.3.2. İklim Tipi Analizleri	100
2.1.3.2.1. Erinç İklim sınıflandırması.....	101
2.1.3.2.2. De Martonne İklim Sınıflandırması	102
2.1.3.2.3. Thornthwaite İklim Sınıflandırılması.....	103
2.1.4. Hidrografik Özellikler.....	105
2.1.4.1. Akarsular.....	105
2.1.4.1.1. Tersakan Çayı.....	106
2.1.4.1.2. Çayırözü Deresi.....	108
2.1.4.1.3. Silcan Deresi	109
2.1.4.1.4. Diğer Akarsular.....	110
2.1.4.2. Göller	112
2.1.4.3. Yeraltı Suları	115
2.1.4.3.1. Sıcak Yeraltı Suları	115
2.1.5. Toprak Özellikleri	118
2.1.5.1. Büyük Toprak Grupları.....	118

2.1.5.1.1. Kahverengi Topraklar	118
2.1.5.1.2. Alüvyal Topraklar	119
2.1.5.1.3. Kolüvyal Topraklar	120
2.1.5.2. Arazi Kullanımı.....	121
2.1.5.3. Arazi Kullanım Kabiliyeti.....	122
2.1.5.4. Toprak Özelliklerinin Jeostatistiksel Analizleri.....	123
2.1.5.4.1. Tekstür.....	124
2.1.5.4.1.1 Kil Oranı ve Dağılımı.....	125
2.1.5.4.1.2. Silt Oranı ve Dağılımı	127
2.1.5.4.1.3. Kum Oranı ve Dağılımı.....	128
2.1.5.4.2. pH Dağılımı.....	130
2.1.5.4.3. EC (Elektriksel İletkenlik) Dağılımı	131
2.1.5.4.4. Geçirgenlik.....	132
2.1.5.4.5. Kireç Dağılımı (CaCO ₃).....	133
2.1.5.4.6. Toprak Nemi	134
2.1.5.4.7. Organik Madde.....	135
2.1.5.4.8. Toprak Örneklerinin Tanımlayıcı İstatistikleri.....	137
2.1.6. Bitki Örtüsü Özellikleri.....	137
2.1.6.1. Bitki Formasyonları	139
2.1.6.1.1. Ağaç Formasyonu	139
2.1.6.1.2. Çalı Formasyonu	142
2.1.6.1.3. Ot Formasyonu.....	143
2.1.6.2. Bitki Yoğunluğu (NDVI)	147
2.2. Beşeri ve İktisadi Coğrafya Özellikleri.....	148
2.2.1. Beşeri Coğrafya Özellikleri.....	148
2.2.1.1. Nüfus Özellikleri.....	148
2.2.1.2. Yerleşme Özellikleri	153
2.2.2. İktisadi Coğrafya Özellikleri.....	156
2.2.2.1. Tarım.....	156
2.2.2.2. Hayvancılık.....	159
2.2.2.3. Sanayi ve Ticaret.....	160
2.2.2.4. Ulaşım	161
2.2.2.5. Turizm.....	164
2.2.2.5.1. Kültür Turizmi	164
2.2.2.5.2. Doğal Turistik Çekicilikler.....	165
3. DOĞAL AFETLER.....	168
3.1. Türkiye’de Doğal Afetler.....	168

3.1.1. Türkiye’de Depremler	169
3.1.2. Türkiye’de Heyelanlar	171
3.1.3. Türkiye’de Erozyon	172
3.1.4. Türkiye’de Sel ve Taşkınlar	172
3.1.5. Türkiye’de Fırtınalar	174
3.1.6. Türkiye’de Diğer Bazı Doğal Afetler.....	174
3.2. Araştırma Sahasında Doğal Afetler.....	175
3.2.1. Depremler.....	176
3.2.2. Heyelanlar	178
3.2.3. Erozyon	183
3.2.4. Sel ve Taşkınlar.....	186
3.2.5. Fırtınalar	194
3.2.6. Diğer Doğal Afetler.....	195
4. DOĞAL AFET DUYARLILIK ANALİZLERİ	197
4.1. Doğal Afet Duyarlılık Analizine Genel Bakış	197
4.1.1. Türkiye’de Doğal Afet Duyarlılık Analizi	199
4.2. Araştırma Sahasında Doğal Afet Duyarlılık Analizleri	200
4.2.1. Deprem Tehlike Analizi.....	200
4.2.1.1. Deprem Veritabanı	201
4.2.1.1.1. Çalışmanın Deprem Veritabanının Oluşturulması	202
4.2.1.1.1.1. Magnitüd Dönüşümleri	203
4.2.1.1.1.2. Artçı ve Öncü Depremlerin Ayıklanması.....	204
4.2.1.1.1.3. Tehlike Analizinde Kullanılacak Depremler.....	208
4.2.1.1.1.4. Magnitüd Frekans İlişkisi.....	210
4.2.1.1.2. Poisson Yönteminin Uygulanması	211
4.2.1.1.3. Deprem İvmesi ve Azalım İlişkileri	212
4.2.2. Heyelan Duyarlılık Analizi	213
4.2.2.1. Heyelan Üzerinde Etkili Olan Parametreler.....	213
4.2.2.1.1. Eğim	214
4.2.2.1.2. Yamaç Eğriselliği.....	215
4.2.2.1.3. Yükseklik	216
4.2.2.1.4. Bakı	217
4.2.2.1.5. Jeoloji	219
4.2.2.1.6. Toprak Kil Oranı (%)	220
4.2.2.1.7. Yağış	221
4.2.2.1.8. NDVI.....	222
4.2.2.1.9. Akarsuya Uzaklık.....	224

4.2.2.1.10. Faya Uzaklık	226
4.2.2.1.11. Yola Uzaklık	227
4.2.2.2. Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesi	229
4.2.3. Erozyon Duyarlılık Analizi	233
4.2.3.1. RUSLE Yöntemi'nin Uygulanması	233
4.2.3.1.1. R Faktörü (Yağış Eroziyon Faktörü) :	233
4.2.3.1.2. K Faktörü (Toprak Direnç Faktörü - Erodibilite).....	235
4.2.3.1.3. LS Faktörü.....	239
4.2.3.1.4. C Faktörü (Zemin Örtüsü Faktörü)	241
4.2.3.1.5. P Faktörü	243
4.2.3.2. Erozyon Duyarlılık değerlendirme	243
4.2.4. Taşkın Duyarlılık Analizi.....	246
4.2.4.1. Taşkın Üzerinde Etkili Olan Parametreler	246
4.2.4.1.1. Eğim	246
4.2.4.1.2. Bakı	247
4.2.4.1.3. Yükseklik	248
4.2.4.1.4. Jeolojik Özellikler	250
4.2.4.1.5. Yağış	252
4.2.4.1.6. Akarsuya Uzaklık	253
4.2.4.1.7. Toprak Türleri	255
4.2.4.1.8. Toprak Kum Oranı (%)	256
4.2.4.1.9. Arazi Kullanımı.....	257
4.2.4.1.10. Bitki Örtüsü NDVI	259
4.2.4.2. Taşkın Duyarlılık değerlendirme.....	261
4.2.4.3. Farklı Bir Taşkın Senaryosu: Çayırözü Şehir Taşkını.....	266
4.2.4.3.1. Çayırözü Taşkın Duyarlılık analizi Yöntemi	266
4.2.4.3.2. Çayırözü Taşkın Duyarlılık analizi Çalışmasının Lokasyonu.....	268
4.2.4.3.3. Çayırözü Taşkın Duyarlılık analizi Çalışmasında Kullanılan Parametrelerin Özellikleri.....	269
4.2.4.3.4. Çayırözü Deresi Taşkın Duyarlılık değerlendirme.....	277
4.2.5. Fırtına Duyarlılık Analizi	281
4.2.5.1. Fırtına Duyarlılığı Üzerinde Etkili Olan Parametreler	281
4.2.5.1.1. Rüzgar Hızı	281
4.2.5.1.2. Bakı	281
4.2.5.1.3. Jeomorfoloji	282
4.2.5.1.4. Arazi Kullanımı.....	284
4.2.5.1.5. Basınç.....	285

4.2.5.1.6. Yükseklik	286
4.2.5.2. Fırtına Duyarlılık Değerlendirmesi	287
4.2.6. Bütünleşik Yüksek Duyarlılık Değerlendirmesi	290
4.2.7. Multi (Çoklu) Risk Değerlendirmesi.....	292
4.2.8. Havza İlçe Merkezindeki Yerleşim Alanının Doğal Afet Duyarlılığı.....	295
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	299
KAYNAKÇA.....	316
EKLER.....	328
ÖZGEÇMİŞ.....	330



SİMGELER VE KISALTMALAR

AA	: Anadolu Ajansı
AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
AHKRYK	: Afetlere Hazırlık ve Kentsel Risk Yönetimi Komisyonu
AHY	: Analitik Hiyerarşi Yöntemi
B	: Batı
CaCO ₃	: Kalsiyum karbonat
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CO ₂	: Karbondioksit
CR	: Consistency Ratio
CI	: Consistency Index
D	: Doğu
da	: Dekar Alan
DEM	: Digital Elevation Model
dk	: Dakika
DMİ	: Devlet Meteoroloji İşleri
dS	: Decisiemens
DSİ	: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
EC	: Electrical Conductivity
EM-DAT	: Uluslararası Afetler Veritabanı
ETKE	: Evresel Toprak Kayıpları Eşitliği
FR	: Frekans Oranı
Ft	: Feet
G	: Güney
GIS	: Geographic Information System
ha	: Hektar Alan
HGK	: Harita Genel Komutanlığı
HGTHİM	: Havza Gıda Tarım ve Hayvancılık İlçe Müdürlüğü
hPa	: Hektopascal
IDW	: Inverse Distance Weighted
K	: Kuzey
KAF	: Kuzey Anadolu Fayı
KKKA	: Kırım Kongo Kanamalı Ateşi
km	: Kilometre
km ²	: Kilometrekare
KW	: Kilowatt
lt	: Litre
m	: metre
MAPEG	: Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü
m ³	: Metreküp
m ²	: Metrekare
Mah	: Mahalle
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
MFI	: Modified Fournier Index
mg	: Miligram
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
M _L	: Lokal Magnütüd
mm	: Milimetre
M _s	: Yüzey Dalgası Magnitudü

MS	: Milattan Sonra
MSK	: Medvedev – Sponheuer – Karnik Ölçeği
MTA	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
M_w	: Moment Magnitudü
MYO	: Meslek Yüksek Okulu
NDVI	: Normalized Difference Vegetation Index
NIR	: Yakın Kızılötesi
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
OKA	: Orta Karadeniz Kalkınma Ajansı
OMÜ	: Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Ort.	: Ortalama
OSİB	: Orman ve Su İşleri Bakanlığı
PE	: Potansiyel Evapotranspirasyon
pH	: Potential of Hydrogen
RGB	: Red Green Blue
RI	: Random Index
RUSLE	: Revised Universal Soil Loss Equation
s	: Saat
SASKİ	: Samsun Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü
SiÖİ	: Samsun İl Özel İdaresi
sn	: Saniye
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
Sp.	: Species
SGTHİM	: Samsun Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü
SVT	: Su Veri Tabanı
T.	: Tepe
TABB	: Türkiye Afet Bilgi Bankası
TIN	: Triangular Irregular Networks
TKB	: Tarihi Kentler Birliği
TMO	: Toprak Mahsulleri Ofisi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UA	: Uzaktan Algılama
UNDRO	: Office of United Nations Disaster Relief Co-ordinator
USDA	: United States Department Of Agriculture
USGS	: United States Geological Survey
UTM	: Universal Transverse Mercator
vb	: Ve benzeri
vd	: Ve diğerleri
YHTYP	: Yeşilirmak Havzası Taşkın Yönetimi Planı
YİKOB	: Yatırım İzleme ve Koordinasyon Başkanlığı
μS	: Mikrosaniye
$^{\circ}\text{C}$: Santigrat Derece
$^{\circ}$: Derece
%	: Yüzde

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Tez çalışmasının basitleştirilmiş akış şeması	6
Şekil 1.2. Havza ilçe merkezinin batısından Havza Depresyonu tabanına bakış	7
Şekil 1.3. Havza Depresyonu ve yakın çevresinin lokasyon haritası	8
Şekil 1.4. Araştırma sahasının coğrafi özelliklerini araştırma yöntemleri şeması	19
Şekil 1.5. Araştırma sahasının sadeleştirilmiş topoğrafya haritası	21
Şekil 1.6. Havza MYO kuzeyinde bulunan yeni otomatik meteoroloji istasyonu	24
Şekil 1.7. Toprak örnekleme yöntemleri	27
Şekil 1.8. Havza Depresyonu toprak örnekleme deseni.	27
Şekil 1.9. Toprak örneklerinin alınması ve kurutulması.	28
Şekil 1.10. Toprak örneklerinin jeostatiksel özelliklerinin ortaya konulması amacıyla laboratuvar çalışmaları yapılmıştır.	29
Şekil 1.11. Toprak örneklerinin jeostatiksel özelliklerinin ortaya konulması amacıyla laboratuvar çalışmaları yapılmıştır. – 2	30
Şekil 1.12. Toprak örneklerinin jeostatiksel özelliklerinin ortaya konulması amacıyla yapılan laboratuvar çalışmaları – 3.	31
Şekil 1.13. Çalışmada kullanılan doğal afet duyarlılık analizi yöntemleri ve uygulama basamakları .	34
Şekil 1.14. RUSLE Yöntemi akış şeması (Uludağ ve Fıçıcı 2018’den yeniden)	40
Şekil 1.15. Fırtına duyarlılık analizi genel metodolojisi (Uyan, 2017’den yeniden).	44
Şekil 1.16. Kriterlerin “CR” değeri	45
Şekil 2.1. Havza Depresyonu’nun güney kesiminde, Göçmenler Mahallesi yakınlarında Üst Jura - Alt Kretase yaşlı kireçtaşı istifleri.	48
Şekil 2.2. Ereli Mahallesi batısında monoklinal şekilde bulunan Kampaniyen-Maestrihtiyen yaşlı kumtaşı-çamurtaşı çökelleri.	49
Şekil 2.3. Sahanın güneyinde, atık su arıtma tesisi yakınlarında Lütseyen yaşlı piroklastik depoları.	50
Şekil 2.4. Sahanın güneyinde volkanik seri yüzeylenmektedir.	50
Şekil 2.5. Araştırma sahasının kuzeyinde Ortatepe’nin yamaçlarında aglomera istifleri.	51
Şekil 2.6. Kuzeyde Silcan Deresi vadisinde yüzeyleyen Miyosen yaşlı aglomera ve tuf ardalanması.	51
Şekil 2.7. Havza Depresyonu’nda çok geniş alanlarda Pliyosen çökelleri yayılış göstermektedir. ..	52
Şekil 2.8. Tersakan Çayı vadi tabanında, Üniversite Mahallesi’nde Kuvaterner alüvyon depoları.	53
Şekil 2.9. Araştırma sahasının jeolojik birimlerin alansal dağılışı grafiği.	54
Şekil 2.10. Havza Depresyonu’nun Jeoloji Haritası	55
Şekil 2.11. Araştırma sahasının hipsometrik eğrisi.	56
Şekil 2.12. Havza Depresyonu’nda yükselti basamaklarının alansal dağılışı grafiği.	58
Şekil 2.13. Havza Depresyonu’nun yükselti basamakları haritası.	58
Şekil 2.14. Havza Depresyonu’nda eğim sınıflarının alansal dağılışı yüzdeleri grafiği	60
Şekil 2.15. Havza Depresyonu’nun eğim sınıfları haritası.	60
Şekil 2.16. Havza Depresyonu’nun bakı durumu grafiği.	62
Şekil 2.17. Havza Depresyonu’nun bakı sınıfları haritası	63
Şekil 2.18. Havza Depresyonu’nda alınan profillerin kesit izleri.	64
Şekil 2.19. Havza Depresyonu’nun mürtesem profili (Güney -Kuzey).	65
Şekil 2.20. Havza Depresyonu’nun bileşik profili (Güney – Kuzey).	65
Şekil 2.21. Havza Depresyonu’nun Kuzey-Güney Profili.	66
Şekil 2.22. Havza Depresyonu’nun Batı- Doğu Profili.	66
Şekil 2.23. Havza Depresyonu’nun süperimpoze Profili.	66
Şekil 2.24. Havza Depresyonu ve yakın çevresinin blokdiyagramı (güneyden bakış).	67
Şekil 2.25. Havza Depresyonu’nda iki aşınım yüzeyi seviyesi belirlenmiştir.	69
Şekil 2.26. Şeyhsafi Mahallesi yakınlarında Kavakbaşı Tepesi.	71
Şekil 2.27. Havza ilçe merkezi yakınlarında Tersakan Çayı vadi profili.	71
Şekil 2.28. Ereli Boğazı’nın KB-GD profili.	73
Şekil 2.29. Havza ilçe merkezinde İcadiye Mahallesi’nden Tersakan Çayına katılan mevsimlik bir akarsuyun çentik vadisi.	73
Şekil 2.30. Silcan Deresi vadisinin asimetri kazandığı noktalarda gösterdiği asimetric vadi profili. ..	74
Şekil 2.31. KAF üzerinde bulunan Silcan Deresi vadisinde ötelenmeler görülmektedir.	74
Şekil 2.32. Havza Depresyonu’nun doğusunda kabaca kuzey-güney doğrultulu uzanan sırtlar.	75
Şekil 2.33. Eğim değerlerinin arttığı Mendufiye Deresi vadisi yamaçları	76
Şekil 2.34. Üniversite Mahallesi yakınlarında Tersakan Çayı vadisinde 2 m taraça yüzeyi	77
Şekil 2.35. Havza Depresyonu tabanı düzlükleri yoğun olarak beşeri etkinliklerde kullanılmaktadır.	78

Şekil 2.36. Havza Depresyonu tabanı haritası.....	79
Şekil 2.37. Şeyhsafi Mahallesi yolu kuzeyinde Kavakbaşı Tepesi ile kuzeyindeki sırtı ayıran boyun	79
Şekil 2.38. Silcan Deresi kuzeyinde KAF zonunda gelişen basınç sırtları.....	80
Şekil 2.39. Silcan Deresi vadisinde ötelenme bulunmaktadır. Kaynak: https://yandex.com.tr/harita .	80
Şekil 2.40. Havza ilçe merkezi güneyinde Tersakan Çayı üzerinde menderesler. Kaynak: https://www.youtube.com/watch?v=niUnNypJBXo	81
Şekil 2.41. Çayırözü Deresi yatağında bir ırmak adası.....	81
Şekil 2.42. Havza Depresyonu'nun jeomorfoloji haritası.....	84
Şekil 2.43. Havza'da ortalama sıcaklıkların aylara dağılımı.....	87
Şekil 2.44. İnceleme alanında ortalama sıcaklığın mevsimlere göre dağılım grafiği.....	88
Şekil 2.45. Aylara göre Havza Depresyonu'nda ortalama maksimum ve ortalama minimum sıcaklıklar.	89
Şekil 2.46. Havza Depresyonu'nda aylık minimum sıcaklıkların 0 °C'nin altına düştüğü günlerin ortalaması.....	90
Şekil 2.47. Havza Depresyonu'nun ortalama sıcaklık dağılışı haritası.....	90
Şekil 2.48. Havza Depresyonu ortalama basınç dağılışı haritası.....	91
Şekil 2.49. Havza uzun yıllık (1986-1999) rüzgar frekans gülü.....	93
Şekil 2.50. Havza Depresyonu'nda mevsimlere göre rüzgar frekans gülleri.....	93
Şekil 2.51. Havza'da aylara göre orajlı gün ortalamaları grafiği.....	95
Şekil 2.52. Havza'da aylara göre ortalama ve ortalama minimum nispi nem grafiği.....	96
Şekil 2.53. Havza'da uzun yıllar aylara göre ortalama yağış miktarları grafiği.....	97
Şekil 2.54. Havza'da mevsimlere göre ortalama yağış dağılışı grafiği.....	98
Şekil 2.55. Havza Depresyonu'nda aylara göre maksimum yağışlar (mm) grafiği.....	98
Şekil 2.56. Havza Depresyonu'nun Yağış Dağılışı Haritası (Schreiber Formülü'ne göre).....	100
Şekil 2.57. Thornthwaite Formülü'ne göre Havza Depresyonu'nun su bilançosu diyagramı.....	104
Şekil 2.58. Havza ilçe merkezi Tersakan Çayı kenarında yer almaktadır.....	106
Şekil 2.59. Tersakan Çayı'nın inceleme alanı içindeki boyuna profili.....	107
Şekil 2.60. Tersakan Çayı'nın ortalama akımının aylara göre değişimi.....	108
Şekil 2.61. Ağcamahmut Mahallesi yakınlarında Çayırözü Deresi çevresinde bitki örtüsünün yoğunlaştığı görülmektedir.....	108
Şekil 2.62. Çayırözü Deresi'nin ortalama akımının aylara göre değişimi.....	109
Şekil 2.63. Ereli Mahallesi güneyinde KAF üzerinde uzanan subsekant bir akarsu olan Silcan Deresi.	110
Şekil 2.64. Araştırma sahasındaki akarsuların büyük bölümü mayıs ayı itibariyle kurumaya yüz tutmuştur.....	111
Şekil 2.65. Havza – Bafra yolu üzerinde mevsimlik bir akarsu olan Çorak Dere'nin tahliye borusu.	112
Şekil 2.66. Sahada bulunan geçici göller.....	113
Şekil 2.67. Araştırma sahasının tek sürekli su kütlesi olan Kuş Konağı Göleti Arslançayırı Mahallesi yakınlarında bulunmaktadır.....	114
Şekil 2.68. Araştırma sahasında çok miktarda soğuk su kaynağı bulunmaktadır.....	115
Şekil 2.69. Havza Depresyonu'nun hidrografya haritası.....	117
Şekil 2.70. Mısımlağaç Mahallesi yakınlarında yayılış gösteren kahverengi toprak profili.....	119
Şekil 2.71. Depresyon tabanında Değirmenüstü Mahallesi'nde yayılış gösteren alüvyal topraklar...	120
Şekil 2.72. Havza Depresyonu'nun büyük toprak grupları haritası (SGTHİM, 2013'den güncellenerek.)	121
Şekil 2.73. Havza Depresyonu'nun arazi kullanımı haritası.....	122
Şekil 2.74. Havza Depresyonu'nda arazi kullanım kabiliyeti sınıfları (SGTHİM, 2013'ten güncellenerek).....	123
Şekil 2.75. Toprak Tekstür Üçgeni.....	124
Şekil 2.76. Havza Depresyonu topraklarının tekstür sınıflarına göre dağılım grafiği.....	125
Şekil 2.77 Havza Depresyonu topraklarının kil dağılımı haritası.....	127
Şekil 2.78. Havza Depresyonu'nda silt dağılımı haritası.....	128
Şekil 2.79. Havza Depresyonu'nda kum dağılımı haritası.....	129
Şekil 2.80. Havza Depresyonu topraklarının pH dağılımı haritası.....	130
Şekil 2.81. Havza Depresyonu topraklarının Elektriksel İletkenlik (EC) dağılımı haritası.....	132
Şekil 2.82. Havza Depresyonu topraklarının geçirgenlik haritası.....	133
Şekil 2.83. Araştırma sahası topraklarının kireç dağılımı.....	134
Şekil 2.84. Havza Depresyonu topraklarının nem dağılımı.....	135
Şekil 2.85. Havza Depresyonu organik madde dağılımı (SGTHİM, 2013'ten yeniden).....	136

Şekil 2.86. Davis'e göre Türkiye'nin flora bölgeleri (Avcı, 1993)	138
Şekil 2.87. Havza Depresyonu'nda bitki örtüsünün genel durumu ve tarım alanları, Havza ilçe merkezinden kuzeye bakış. (Drone çekim).	139
Şekil 2.88. Araştırma sahasında en baskın ağaç türü meşedir.	140
Şekil 2.89. Havza Depresyonu'nda sınırlı alanlarda da olsa, çeşitli ağaç türlerine rastlanmaktadır. .	141
Şekil 2.90. Memduhiye Mahallesi doğusunda eski meşe ormanı sahası ve tarım alanları (ormansızlaşma).	141
Şekil 2.91. Havza Depresyonu'ndaki ormanlık alanların haritası.	142
Şekil 2.92. Havza depresyonunda sınırlı alanlarda sınırlı sayıda çalı türü görülmektedir.	143
Şekil 2.93. Silcan Deresi kuzeyinde antropojenik karakterli bozkır alanları bulunmaktadır.	144
Şekil 2.94. Sahanın Kuzeydoğusunda Ereli Mahallesi yakınlarında yer alan Kurucagöl sazlıklarla kaplıdır.	144
Şekil 2.95. Havza İlçe merkezinin kuzeyinde İmren Pınarı Çeşmesi yakınlarında püsküllü sazlar yayılış göstermektedir.	145
Şekil 2.96. Havza Depresyonu'ndaki ot türlerinden bazıları.	146
Şekil 2.97. Havza Depresyonu'nun bitki yoğunluğu haritası (NDVI).	147
Şekil 2.98. Havza Depresyonu'nun şehir nüfusu ve kırsal nüfus oranları.	148
Şekil 2.99. Havza ilçe merkezinde nüfusun yıllara göre değişimi.	149
Şekil 2.100. Havza ilçe merkezindeki nüfusun mahallelere göre dağılımı.	149
Şekil 2.101. Havza Depresyonu'ndaki kırsal mahallelerde nüfusun yıllar içerisindeki değişimi.	150
Şekil 2.102. Havza depresyonu'nda bulunan kırsal nüfusun kırsal mahallelere göre dağılımı.	151
Şekil 2.103. Havza Depresyonu'nda yerleşmelere göre nüfus dağılışı haritası.	152
Şekil 2.104. 1919 yılı tarihli Havza fotoğrafı.	153
Şekil 2.105. Bahçelievler Mahallesinde yığma tuğlalı geleneksel mimari örnekleri bulunmaktadır.	154
Şekil 2.106. Havza ilçe merkezinde alüvyal zeminli depresyon tabanı yoğun olarak yerleşmede ve diğer beşeri etkinliklerde kullanılmaktadır. Alüvyal zemin üzerinde yerleşim alanları dikkati çekmektedir.	155
Şekil 2.107. Araştırma sahasındaki kırsal yerleşmelerde dokularına göre toplu yerleşme görülmektedir.	156
Şekil 2.108. Havza Depresyonu'ndaki yerleşmelerin dağılışı haritası.	156
Şekil 2.109. Havza Depresyonu'nun güneydoğusunda 1. Seviye aşımın yüzeyi üzerinde yoğun olarak buğday ve ayçiçeği tarımı yapılmaktadır.	157
Şekil 2.110. Toprak Mahsulleri Ofisi Havza Siloları şehir merkezinde yer almaktadır.	158
Şekil 2.111. Havza ilçe merkezi kuzeyinde seracılık faaliyeti sınırlı da olsa yürütülmektedir.	158
Şekil 2.112. Araştırma sahasında çeşitli hayvancılık türleri yürütülmektedir.	160
Şekil 2.113. Sahada tarım ve hayvancılığa dayalı sanayi üretimi yapılmaktadır.	161
Şekil 2.114. Havza Depresyonu'na karayolu ve demiryolu ile kolaylıkla ulaşım sağlanabilmektedir.	162
Şekil 2.115. Havza Depresyonu'nun ulaşım haritası.	163
Şekil 2.116. Havza'nın milli mücadelemizde önemli bir yeri bulunmaktadır.	165
Şekil 2.117. İmaret Mahallesi'nde yer alan jeotermal alanda (kaphıcalar bölgesi) pek çok otel turistlere hizmet vermektedir.	167
Şekil 2.118. Havza jeotermal alanı (Drone çekim)	167
Şekil 3.1. Türkiye'de 1900-2017 yılları arasında meydana gelen doğal afet sayıları grafiği.	168
Şekil 3.2. Avrasya ,Afrika ve Arap Plakaları arasındaki Göreceli Hareketler.	169
Şekil 3.3. Türkiye deprem tehlike haritası.	170
Şekil 3.4. Havza ve çevresinin deprem tehlike haritası.	176
Şekil 3.5. Deprem sonrasında ait Cumhuriyet Gazetesi manşetlerine ulaşılmıştır.	177
Şekil 3.6. Havza Depresyonu'nun doğusunda, Tersakan Çayı'nın güneyinde meskun mahalde bulunmayan dairesel bir heyelan.	179
Şekil 3.7. Havza Depresyonu'nun kuzeydoğusunda bulunan bir heyelan sahasında yamaç topuğunun Tersakan Çayı tarafından aşındırılması ve tesviyesi.	179
Şekil 3.8. Heyelanların araştırma sahasındaki yerleşim alanlarında da yıkıcı etkileri görülmektedir.	180
Şekil 3.9. Boyalıca Mahallesi'nde yerleşim alanına ulaşmış bir heyelan bulunmaktadır.	181
Şekil 3.10. Pınarçay Mahallesi ile Havza ilçe merkezi arasındaki yolda akmaya bağlı olarak uzunca çatlaklar oluşmuştur.	182
Şekil 3.11. Yağbasan Tepesi yakınlarında yol yarmasında gelişen bir heyelan bulunmaktadır.	182
Şekil 3.12. Havza Depresyonu'nun heyelan envanteri haritası	183
Şekil 3.13. Havza şehri güney girişinde sınırlı bir alanda erozyon önleyici tedbir alınmıştır.	184

Şekil 3.14. Havza Depresyonu'nda gözlemlenen erozyon türleri..	185
Şekil 3.15. Çayırözü Deresi'nin şehir içindeki 900 m'lik bölümünün üzeri kapalı durumdadır.	187
Şekil 3.16. Bahçelievler Mahallesi'nde Çayırözü Deresi'nin yatağı 2020 haziran ayı itibariyle alüvyal malzeme ve bitki örtüsü ile kaplanmış durumdadır.....	188
Şekil 3.17. İcadiye Mahallesi'nde Çayırözü Deresi'nin mansap kısmı yakınlarında akarsu yatağında alüvyal malzeme ve bitkiler bulunmaktadır.....	188
Şekil 3.18. Çayırözü Deresi üzerindeki üstü kapalı bölümün başlangıç kısmında ocak 2016'da aşırı yağışlar sonucu oluşan su seviyesi ve belediye tarafından gerçekleştirilen temizlik çalışmaları	189
Şekil 3.19. 17 Nisan 2013 tarihinde Tersakan Çayında büyük bir sel ve taşkın afeti yaşanmıştır.	190
Şekil 3.20. Zaman içerisinde alüvyal malzeme ile kaplanan Tersakan Çayı yatağının şehir içinde kalan bölümünde temizlik çalışması yapılmıştır.	191
Şekil 3.21. Araştırma sahasında bulunan bazı köprüler.	193
Şekil 3.22. Sahada küçük havzalarda da sel ve taşkınlar oluşabilmektedir.	193
Şekil 3.23. 17/07/2018 tarihinde 1 saat aralıksız sağanak yağış sonrası şehirde pek çok alan sular altında kalmıştır.....	194
Şekil 3.24. Araştırma sahası ve çevresi dönem dönem fırtınalardan etkilenmektedir.	195
Şekil 3.25. 19 Haziran 2014 tarihinde meydana gelen şiddetli dolu yağışı sonrası yerleşmelerde ve tarım alanlarında maddi hasar oluşmuştur.	196
Şekil 4.1. Dünya genelinde 1900-2011 yılları arasında meydana gelen doğal afet sayıları.	198
Şekil 4.2. Afet riski oluşma süreci	199
Şekil 4.3. AFAD Deprem Kataloğu'na göre 1900-2019 döneminde (aletsel dönem) Havza Depresyonu'nun 100 km yarıçapındaki alanda meydana gelen tüm depremler($M \geq 4.0$).	202
Şekil 4.4. Yıllara göre deprem sayıları ve magnitüde göre deprem sayıları.....	207
Şekil 4.5. Havza Depresyonu'nun 100 km yarıçapında $M_w \geq 4.5$ depremlerin magnitüd dağılımı	2078
Şekil 4.6. Havza Depresyonu'nun 100 km yarıçapında yer alan $M_w \geq 4,5$ depremlerin ve fayların alansal dağılışı..	2089
Şekil 4.7. Havza Depresyonu'nun 100 km yarıçapında meydana gelen depremlerin Özçep 2005 yazılımı ile hesaplanan büyüklük oluşum sayısı ilişkisi.....	210
Şekil 4.8 Magnitüd - deprem oluşma olasılığı ilişkisi grafiği	2101
Şekil 4.9. Havza Depresyonu ve çevresindeki heyelanlar	213
Şekil 4.10. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış eğim haritası.	215
Şekil 4.11. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizi için üretilmiş yamaç eğriliği haritası.	216
Şekil 4.12. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış yükselti basamakları haritası.	217
Şekil 4.13. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış yamaç eğim yönü haritası.	218
Şekil 4.14. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizinde kullanılan jeoloji haritası.	219
Şekil 4.15. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış kil dağılımı haritası.	221
Şekil 4.16. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış yağış dağılışı haritası.	222
Şekil 4.17. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış NDVI haritası.	224
Şekil 4.18. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizi için oluşturulmuş ve sınıflandırılmış akarsuya uzaklık haritası.	225
Şekil 4.19. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizi için oluşturulmuş faya uzaklık haritası.	227
Şekil 4.20. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizi için oluşturulmuş yola uzaklık haritası..	228
Şekil 4.21. Havza Depresyonu'nda aktif heyelanların, heyelan duyarlılık sınıflarına dağılımı.	230
Şekil 4.22. Havza Depresyonu'nda kontrol heyelanı olarak ayrılan sığ heyelanların heyelan duyarlılık sınıflarına dağılımı.....	230
Şekil 4.23. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık sınıflarının araştırma sahası alanına oranı. ...	230
Şekil 4.24. Havza Depresyonu'nun heyelan duyarlılık haritası.	231
Şekil 4.25. Havza Depresyonu'nda aktif heyelanların ve kontrol amacıyla ayrılan sığ heyelanların, heyelan duyarlılık haritasındaki konumları.	232
Şekil 4.26. Havza Depresyonu'nda R Faktörü dağılımı haritası.	237
Şekil 4.27. Havza Depresyonu'nda K Faktörü dağılımı haritası.	238
Şekil 4.28. Havza Depresyonu'nda LS Faktörü dağılımı haritası.	240

Şekil 4.29. Havza Depresyonu'nda C Faktörü dağılımı haritası.	242
Şekil 4.30. Havza Depresyonu'nda erozyon duyarlılığının duyarlılık sınıflarına dağılımı.	244
Şekil 4.31. Havza Depresyonu'nun erozyon duyarlılık haritası.	245
Şekil 4.32. Havza Depresyonu'nun taşkın duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış eğim sınıfları haritası.	247
Şekil 4.33. Havza Depresyonu'nun Taşkın duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış bakı haritası.	248
Şekil 4.34. Havza Depresyonu'nda taşkın duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış yükselti basamakları haritası.	250
Şekil 4.35. Havza Depresyonu'nda taşkın duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış jeoloji haritası.	251
Şekil 4.36. Havza Depresyonu'nda taşkın duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış yağış haritası.	253
Şekil 4.37. Havza Depresyonu'nun akarsuya uzaklık haritası.	254
Şekil 4.38. Havza Depresyonu'nda taşkın duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış toprak haritası.	255
Şekil 4.39. Havza Depresyonu'nda taşkın duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış kum oranı haritası.	257
Şekil 4.40. Havza Depresyonu'nda taşkın duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış arazi kullanımı haritası.	259
Şekil 4.41. Taşkın Duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış bitki yoğunluğu (NDVI) haritası.	260
Şekil 4.42. Havza Depresyonu'nda taşkın riskinin risk gruplarına dağılım grafiği.	262
Şekil 4.43. Hava Depresyonu'nun taşkın duyarlılık haritası.	263
Şekil 4.44. Havza Depresyonu'nda yüksek ve çok yüksek taşkın riski bulunan alanlar ile kontrol taşkınlarını gösterir harita.	264
Şekil 4.45. Havza ilçe merkezinde 50, 100 ve 500 yıl yineleme periyotlu taşkın risk haritaları.(Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2015a)	265
Şekil 4.46. Çayırözü taşkını çalışma alanı.	269
Şekil 4.47. Çayırözü taşkın duyarlılık analizi eğim sınıfları.	270
Şekil 4.48. Çayırözü taşkın duyarlılık analizi akarsuya uzaklık sınıfları.	271
Şekil 4.49. Çayırözü taşkın duyarlılık analizi noktaya uzaklık haritası.	272
Şekil 4.50. Çayırözü taşkın duyarlılık analizi arazi kullanımı haritası.	274
Şekil 4.51. Çayırözü taşkın duyarlılık analizi yükselti basamakları haritası.	275
Şekil 4.52. Çayırözü taşkın duyarlılık analizi jeoloji haritası.	276
Şekil 4.53. Çayırözü taşkın risk sınıfları grafiği.	278
Şekil 4.54. Çayırözü taşkın duyarlılık haritası.	279
Şekil 4.55. Çayırözü taşkın senaryosu sonucu oluşan çok yüksek ve yüksek taşkın riski bulunan alanları Yandex uydu görüntüsü üzerinde gösterir harita.	280
Şekil 4.56. Havza Depresyonu'nda fırtına duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış bakı haritası.	282
Şekil 4.57. Havza Depresyonu'nun fırtına riski üzerinde etkili olan jeomorfolojik birimler.	283
Şekil 4.58. Havza Depresyonu'nda fırtına duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış arazi kullanımı haritası.	285
Şekil 4.59. Havza Depresyonu'nda fırtına duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış basınç haritası.	286
Şekil 4.60. Fırtına Duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış yükselti basamakları haritası.	287
Şekil 4.61. Havza Depresyonu'nda fırtına riskinin risk gruplarına dağılım grafiği.	288
Şekil 4.62. Havza Depresyonu'nun fırtına duyarlılık haritası.	289
Şekil 4.63. Havza Depresyonu'nun bütünleşik doğal afet yüksek duyarlılık haritası.	291
Şekil 4.64. Havza Depresyonu'nda doğal afetlerin multirisik dağılımı grafiği.	292
Şekil 4.65. Havza Depresyonu'nun doğal afetler için hazırlanmış multirisik haritası.	294
Şekil 4.66. Havza ilçe merkezinde heyelan duyarlılığı yüksek ve çok yüksek olan alanlar haritası.	296
Şekil 4.67. Havza ilçe merkezinde taşkın duyarlılığı yüksek ve çok yüksek olan alanlar haritası.	296
Şekil 4.68. Havza ilçe merkezinde fırtına duyarlılığı yüksek ve çok yüksek olan alanlar haritası.	297
Şekil 4.69. Havza ilçe merkezinde multirisik sınıflarının alansal dağılım haritası.	297
Şekil 4.70. Havza ilçe merkezinin multirisik değerlendirilmesi sonucu oluşan duyarlılık sınıfları ve yüzdeleri.	298

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1. Dünya üzerinde görülen afetler	1
Tablo 1.2. Havza Depresyonu'nda görülen ve görülme riski olan jeolojik-jeomorfolojik ve atmosferik kökenli doğal afetler	4
Tablo 1.3. Uluslararası Stratigrafi Komisyonu 2018 jeolojik zaman cetveli ve KYM renk kodlarına göre çalışmada kullanılan jeolojik dönemlerin renk kodları.....	20
Tablo 1.4. Hipsometrik eğri oluşturmak için kullanılan parametreler ve özellikleri	23
Tablo 1.5. Kalsimetre Yöntemi formülleri	30
Tablo 1.6. Havza Depresyonu'nun frekans oranı yöntemiyle heyelan duyarlılık analizinde kullanılan parametreler ve frekans oranları	37
Tablo 1.7. Havza Depresyonu'nun taşkın duyarlılık analizinde kullanılan parametreler ve etki değerleri	42
Tablo 1.8. AHY değerlendirme ölçeği	44
Tablo 1.9. AHP için hazırlanmış kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi	44
Tablo 1.10. Havza Depresyonu fırtına duyarlılık analizi kriterlerinin normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisi.	45
Tablo 1.11. Random (Rastgele) indeks değerleri	45
Tablo 1.12. Havza Depresyonu fırtına duyarlılık analizi alt Kriterlerinin ikili karşılaştırma ile normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisleri ve öncelik (priority) vektörleri.....	46
Tablo 1.13. Alt Kriterlerin ikili karşılaştırma ile normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrislerinde kullanılan harflerin anlamları	46
Tablo 2.1. Araştırma sahasında jeolojik birimlerin kapladıkları alanlar ve yüzdeleri.....	53
Tablo 2.2. Araştırma sahası yükselti basamaklarının alansal dağılımı	57
Tablo 2.3. Havza Depresyonu'nun eğim sınıfları ile alansal ve yüzdelik dağılımları.....	59
Tablo 2.4. Havza Depresyonu'nun bakı sınıfları ve alansal ve yüzdelik dağılımları.....	61
Tablo 2.5. Havza'da ortalama sıcaklıkların aylara göre dağılımı.....	87
Tablo 2.6. Havza'da Ortalama sıcaklığın mevsimlere göre dağılımı.....	88
Tablo 2.7. Havza Depresyonu'nda ortalama maksimum ve minimum sıcaklıkların aylara göre dağılımı.....	88
Tablo 2.8. Havza Depresyonu'nda aylara göre sıcaklığın 0 °C'nin altına düştüğü günlerin ortalaması.....	89
Tablo 2.9. Havza'da uzun yıllar (1986-1999) aylara göre rüzgar frekansları.....	92
Tablo 2.10. Havza'da aylara göre ortalama rüzgar hızı ve maksimum rüzgar hızı ve yönleri.....	94
Tablo 2.11. Havza'da aylara göre orajlı gün ortalamaları.....	94
Tablo 2.12. Havza'da aylara göre ortalama nispi nem ve ortalama minimum nispi nem durumu (%).....	95
Tablo 2.13. Havza'da aylara göre ortalama yağış miktarları.....	97
Tablo 2.14. Havza'da mevsimlere göre yağışın dağılışı	98
Tablo 2.15. Havza Depresyonu'nda aylara göre maksimum yağışlar (mm).....	98
Tablo 2.16. Havza'da aylara göre karlı, dolulu ve kırılgılı gün ortalamaları.....	99
Tablo 2.17. Erinç İndisi Formülü	101
Tablo 2.18. Erinç İndis değerleri ile bunlara bağlı iklim sınıfları ve bitki Örtüsü	101
Tablo 2.19. Erinç İndisi'ne göre Havza'nın aylara göre kuraklık durumu.....	102
Tablo 2.20. De Martonne İndisi formülü.....	102
Tablo 2.21. De Martonne iklim sınıflama ölçeği.....	102
Tablo 2.22. De Martonne İklim Sınıflandırmasına göre Havza'da aylara göre kuraklık durumu.....	103
Tablo 2.23. Thornthwaite Yöntemi'ne göre Havza Depresyonu'nun su bilançosu.....	103
Tablo 2.24. Tersakan Çayı'nın aylara göre akım değerleri.....	107
Tablo 2.25. Çayırözü Deresi'nin aylara göre akım (debi) değerleri.....	109
Tablo 2.26. Havza kaplıca sularının özellikleri.....	116
Tablo 2.27. Sahada bulunan sıcak yeraltı su kaynaklarının debileri.....	116
Tablo 2.28. Havza Depresyonu büyük toprak grupları.....	118
Tablo 2.29. Havza Depresyonu'nun arazi kullanımı sınıfları ve kapladıkları alanlar	122
Tablo 2.30. Havza Depresyonu arazi kullanım kabiliyeti sınıfları.....	123
Tablo 2.31. Havza Depresyonu topraklarının tekstür sınıfları.....	125
Tablo 2.32. Havza Depresyonu'nda toprak kil oranları ve alansal dağılımı.....	126
Tablo 2.33. Havza Depresyonu toprak silt oranları ve alansal dağılımı.....	127
Tablo 2.34. Havza Depresyonu toprak kum oranları ve alansal dağılımı.....	128
Tablo 2.35. Araştırma sahası topraklarının pH sınıflandırması.....	131
Tablo 2.36. Havza Depresyonu topraklarının EC sınıflandırması.....	132

Tablo 2.37. Topraktaki kil yüzdesine bağlı olarak belirlenmiş geçirgenlik sınıf değerleri.	133
Tablo 2.38. Havza Depresyonu topraklarının kireç oranları ve alansal dağılımı.	134
Tablo 2.39. Havza Depresyonu toprak nem oranları ve alansal dağılımı.	135
Tablo 2.40. Havza Depresyonu topraklarının organik madde oranları ve alansal dağılımı.	136
Tablo 2.41. Havza Depresyonu toprakları laboratuvar analizi sonuçlarının tanımlayıcı istatistikleri.	137
Tablo 2.42. Havza Depresyonu'nda gözlemlenen ağaç türleri.	139
Tablo 2.43. Havza Depresyonu'nda gözlemlenen çalı türleri.	143
Tablo 2.44. Havza Depresyonu'nda gözlemlenen ot türleri.	145
Tablo 2.45. Havza Depresyonu'nun bitki örtüsü kapalılık durumu.	147
Tablo 2.46. Havza ilçe merkezi nüfusunun yıllara göre değişimi.	149
Tablo 2.47. Havza ilçe merkezinde kentsel mahallelerin 2019 yılı nüfusları.	149
Tablo 2.48. Havza Depresyonu'ndaki kırsal yerleşmelerin nüfuslarının zaman içerisinde değişimi.	150
Tablo 2.49. Havza Depresyonu'nun aritmetik nüfus yoğunlukları.	151
Tablo 2.50. Havza Depresyonu'nda yetiştirilen tarım ürünleri ve miktarları.	157
Tablo 2.51. Havza Depresyonu'nda büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayıları.	159
Tablo 2.52. Havza Depresyonu'ndaki sanayi tesisleri.	161
Tablo 2.53. Havza ilçe merkezinin çeşitli yerleşim merkezlerine olan uzaklıkları.	163
Tablo 2.54. Havza Depresyonu'nda bulunan kırsal mahallelerin ilçe merkezine uzaklıkları.	164
Tablo 2.55. Havza ilçe merkezinde kaplıca suyu olan otel ve hamamlar.	166
Tablo 3.1. KAF üzerinde meydana gelen bazı önemli depremler.	171
Tablo 4.1. Havza Depresyonu'nun 100 km yarıçapında gerçekleşen tarihsel depremlerden bazıları.	201
Tablo 4.2. Deprem şiddet ve büyüklük dönüşümü.	202
Tablo 4.3. Magnitüd türlerinin açıkları.	203
Tablo 4.4. Öncü ve artçı depremlerin ayırt edilmesinde kullanılacak olan uzaklık ve zaman pencerelerinin boyutları.	205
Tablo 4.5. Çalışmada kullanılan deprem veri tabanının oluşturulması ($M \geq 4.0$ tüm depremler).	205
Tablo 4.6. Havza Depresyonu'nun 100 km yarıçapında gerçekleşen $M_w \geq 4,5$ depremlerin magnitüde göre dağılımı.	208
Tablo 4.7. Havza Depresyonu'nun Poisson olasılık dağılımı.	211
Tablo 4.8. Havza Depresyonu'nda depremlerin magnitüde (M_w) göre ortalama tekrarlanma periyotları.	211
Tablo 4.9. Çeşitli araştırmacılara göre araştırma sahasının 100 km yarıçapında gerçekleşmiş depremlerin sahada oluşturacağı yer ivmesi değerleri.	212
Tablo 4.10. European Seismological Commission'a (ESC) göre ivme değerleri ve tehlike düzeyleri.	212
Tablo 4.11. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizinde kullanılan eğim alt sınıfları, piksel sayıları ve frekans oranları.	214
Tablo 4.12. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizinde kullanılan yamaç eğriliği alt sınıfları, piksel sayıları ve frekans oranları.	216
Tablo 4.13. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizinde kullanılan yükselti alt sınıfları, piksel sayıları ve frekans oranları.	217
Tablo 4.14. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizinde kullanılan yamaç eğim yönü alt sınıfları, piksel sayıları ve frekans oranları.	218
Tablo 4.15. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizinde kullanılan jeoloji alt sınıfları, piksel sayıları ve frekans oranları.	219
Tablo 4.16. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizinde kullanılan kil oranı (%) alt sınıfları, piksel sayıları ve frekans oranları.	220
Tablo 4.17. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizinde kullanılan yağış (mm) alt sınıfları, piksel sayıları ve frekans oranları.	222
Tablo 4.18. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizinde kullanılan NDVI alt sınıfları, piksel sayıları ve frekans oranları.	223
Tablo 4.19. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizinde kullanılan akarsuya uzaklık (m) alt sınıfları, piksel sayıları ve frekans oranları.	225
Tablo 4.20. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizinde kullanılan faya uzaklık (m) alt sınıfları, piksel sayıları ve frekans oranları.	226
Tablo 4.21. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizinde kullanılan yola uzaklık (m) alt sınıfları, piksel sayıları ve frekans oranları.	228
Tablo 4.22. Havza Depresyonu'nun detaylı heyelan duyarlılık durumu.	229
Tablo 4.23. Heyelan duyarlılığı yüksek ve çok yüksek alanların arazi kullanım şekillerine dağılımı.	230

Tablo 4.24. Schreiber formülüne göre Havza Depresyonu'nda yağışın yükseltiye bağlı olarak değişimi.	234
Tablo 4.25. Havza Depresyonu'nda yükseltiye bağlı MFI ve R Faktörü değerleri.	235
Tablo 4.26. Bünye sınıflarına göre K değerleri.	235
Tablo 4.27. Havza Depresyonu topraklarının aşınım değerleri (K).	236
Tablo 4.28. Toprakların erodibilite (erozyona duyarlılık) dereceleri (K) ve anlamları.	236
Tablo 4.29. Arazi kullanımı kodları ve C değerleri.	241
Tablo 4.30. Havza Depresyonu zemin örtüsünün C faktörü değerlerine göre sınıfları.	241
Tablo 4.31. Havza Depresyonu erozyon duyarlılık sınıflandırması.	244
Tablo 4.32. Havza Depresyonu'nda taşkın duyarlılık analizi için sınıflandırılmış eğim sınıfları ve taşkın etki değerleri.	246
Tablo 4.33. Havza Depresyonu'nda taşkın duyarlılık analizi için sınıflandırılmış bakı sınıfları ve taşkın etki değerleri.	248
Tablo 4.34. Havza Depresyonu'nda taşkın duyarlılık analizi için sınıflandırılmış yükselti basamakları ve taşkın etki değerleri.	249
Tablo 4.35. Havza Depresyonu'nda taşkın duyarlılık analizi için sınıflandırılmış jeoloji sınıfları ve taşkın etki değerleri.	251
Tablo 4.36. Havza Depresyonu'nda taşkın duyarlılık analizi için sınıflandırılmış yağış sınıfları ve taşkın etki değerleri.	253
Tablo 4.37. Havza Depresyonu'nda taşkın duyarlılık analizi için sınıflandırılmış akarsuya uzaklık sınıfları ve taşkın etki değerleri.	254
Tablo 4.38. Havza Depresyonu'nun toprak sınıfları ve taşkın etki değerleri.	256
Tablo 4.39. Havza Depresyonu'nun kum oranı sınıfları ve taşkın etki değerleri.	257
Tablo 4.40. Havza Depresyonu'nun arazi kullanım sınıfları ve taşkın etki değerleri.	259
Tablo 4.41. Araştırma sahasının bitki yoğunluğu sınıfları ve taşkın etki değerleri.	260
Tablo 4.42. Havza Depresyonu'nda taşkın duyarlılık haritasının doğruluğunu kontrol edebilmek için seçilen kontrol taşkınları.	261
Tablo 4.43. Havza Depresyonu'nda taşkın riskinin risk sınıflarına ve alana dağılımı.	261
Tablo 4.44. Araştırma sahasında taşkın riski yüksek ve çok yüksek olan alanların arazi kullanım türlerine göre dağılımı.	262
Tablo 4.45. Tersakan Çayı ve Haciosman yan kolunda 50, 100 ve 500 yıl yineleme periyotlu taşkınlarda oluşabilecek zararlar.	265
Tablo 4.46. Çayırözü taşkın duyarlılık analizi parametreleri ve etki değerleri.	267
Tablo 4.47. Çayırözü taşkın duyarlılık analizi risk sınıfları ve alansal dağılımları.	278
Tablo 4.48. Havza Depresyonu'nda fırtına duyarlılık analizi bakı kriteri karşılaştırma matrisleri ve normalize edilmiş karşılaştırma matrisleri.	282
Tablo 4.49. Havza Depresyonu'nda fırtına duyarlılık analizi jeomorfoloji kriteri karşılaştırma matrisleri ve normalize edilmiş karşılaştırma matrisleri.	283
Tablo 4.50. Havza Depresyonu'nda fırtına duyarlılık analizi arazi kullanımı kriteri karşılaştırma matrisleri ve normalize edilmiş karşılaştırma matrisleri.	284
Tablo 4.51. Havza Depresyonu'nda Fırtına duyarlılık analizi basınç kriteri karşılaştırma matrisleri ve normalize edilmiş karşılaştırma matrisleri.	286
Tablo 4.52. Havza Depresyonu'nda fırtına duyarlılık analizi yükseklik kriteri karşılaştırma matrisleri ve normalize edilmiş karşılaştırma matrisleri.	287
Tablo 4.53. Havza Depresyonu'nda fırtına riskinin alansal dağılımı.	288
Tablo 4.54. Havza Depresyonu'nda fırtına riskinin yüksek ve çok yüksek olduğu alanların arazi kullanım sınıflarına dağılımı.	288
Tablo 4.55. Havza Depresyonu'nda, multi doğal afet riskinin alansal dağılımı.	292
Tablo 4.56. Havza Depresyonu'nda doğal afet duyarlılığının arazi kullanım sınıflarına göre dağılımı.	293
Tablo 4.57. Havza ilçe merkezinin doğal afet duyarlılık sınıfları ve kapladıkları alanlar.	296

1. GİRİŞ

Afetlerin büyük çoğunluğu doğal olarak gerçekleşmektedir. Fakat bazı afetler tamamen veya kısmen insan kaynaklı olarak da gerçekleşebilir (Orman yangınları gibi). Bazen de insan doğal afetin oluşumunu tetikleyebilir (Heyelan ve erozyon gibi).

İnsan müdahalesi olması onun doğal afet olarak tanımlanmasına bir engel midir? Bu tartışması süregelen bir konudur. Fakat konuyla ilgili kaynakların büyük çoğunluğunda jeolojik, iklimik ve biyolojik afetlerin oluşumunda veya gelişiminde insan müdahalesi varsa veya bu afet insan tarafından tetiklenmişse beşeri afet olarak tanımlansa da afet boyutuna ulaşmasında doğal süreçlerin büyük etkisi vardır. Bu bağlamda doğal afet ağırlıklı olarak veya tamamen doğal süreçlerin neden olduğu, can ve mal kayıplarına neden olabilen ve sosyal, kültürel ve ekonomik hayatı kesintiye uğratan olaylar olarak tanımlanabilir (Şahin ve Sipahioğlu, 2013).

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) (2019), dünya üzerinde görülen afetleri jeolojik, iklimik, biyolojik, sosyal ve teknolojik olmak üzere beş başlık altında sınıflandırmıştır (Tablo 1.1). Doğal afetlerin oluşumu ve gelişimi üzerinde jeomorfolojinin etkisi de unutulmamalıdır.

Tablo 1.1. Dünya üzerinde görülen afetler

Jeolojik Afetler	Deprem, Heyelan, Kaya Düşmesi, Volkanik Patlamalar, Çamur Akıntıları, Tsunami
Klimatik Afetler	Sıcak Dalgası, Soğuk Dalgası, Kuraklık, Dolu, Hortum, Yıldırım, Kasırga, Tayfun, Sel ve Taşkın, Siklonlar, Tornado, Tipi, Çığ, Aşırı Kar Yağışları, Asit Yağmurları, Sis, Buzlanma, Hava Kirliliği, Kum Fırtınaları
Biyolojik Afetler	Erozyon, Orman Yangınları, Salgımlar, Böcek İstilaları
Sosyal Afetler	Yangınlar, Savaşlar, Terör Saldırıları, Göçler
Teknolojik Afetler	Maden Kazaları, Biyolojik - Nükleer - Kimyasal Silahlar, Biyolojik - Nükleer - Kimyasal Kazalar, Sanayi Kazaları, Ulaşım Kazaları

Kaynak: <https://www.afad.gov.tr/afadem/dogal-afetler>'den güncellenerek

19. ve 20. Yüzyıllarda doğal afetlerde büyük bir artış olmuştur. Buna doğal etkenlerin yanında, insanların da etkilerinin büyük olduğu bir gerçektir. Hızlı nüfus artışı, sanayileşme, kentleşme, yanlış arazi kullanımı, turizm, doğal kaynakların hızlı ve bilinçsiz biçimde tüketilmesi ve iklim değişikliği bu etkiler arasında sayılabilir.

Doğal afetler insanlık tarihi boyunca dünya genelinde pek çok can ve mal kaybına neden olmuştur. Uluslararası Afetler Veritabanı (EM-DAT) verilerine göre

1900-2020 yılları arasında dünyada kayıt altına alınabilen 15.520 doğal afette 32.432.230 kişi hayatını kaybetmiştir.

EM-DAT 'ın afet veri tabanını oluştururken her afeti değil, belli alt limitlere göre kriterlere uygun afetleri değerlendirmeye aldığını belirtmek gerekir (Bahadır ve Uçku, 2018).

Doğal Afetler Türkiye'de de can ve mal kayıplarına neden olmuştur ve olmaktadır. AFAD tarafından hazırlanan Türkiye Afet Bilgi Bankası (TABB) verilerine göre Türkiye'de 1900-2017 yılları arasında meydana gelen 28.756 doğal afette 96.345 kişi hayatını kaybetmiştir. Ayrıca bu afetlerin büyük çoğunluğunun ülkemizde insan yaşamını ve ekonomik faaliyetlerini sekteye uğratma veya tamamen durdurma potansiyeline sahip olduğu bilinmektedir.

Yakın geçmişte Dünyada meydana gelen volkanik patlamalar, depremler, tsunamiler, tayfunlar, seller, salgın hastalıklar gibi pek çok afetin kitlesel ölümlere ve büyük ekonomik zararlara neden olduğu bilinmektedir. Küresel ısınma ise fosil yakıt tüketimindeki artış ve bağlantılı olarak atmosfere salınan sera gazı miktarının artışıyla şiddetlenmiş, sanayinin faaliyetlerinin hızla büyüdüğü son yıllarda dünya gündeminde önemli bir yere gelmiştir (Türkeş, 2001). İnterglasiyal dönemlerde doğal olarak gerçekleşen küresel ısınmanın sera gazı emisyonu vasıtasıyla kuvvetlendirilmesi süreci devam etmektedir.

Son yıllarda Türkiye'de ;

- Gölcük (7,5 M_w) ve Düzce'de (7.2 M_w) meydana gelen ve resmi kayıtlara göre 18.000 'den fazla insanın hayatını kaybetmesine ve ülke ekonomisinin derinden sarsılmasına neden olan depremler (1999),
- Rize'de gerçekleşen ve 12 kişinin hayatını kaybetmesine neden olan heyelan felaketi (2010)
- 604 kişinin hayatını kaybetmesine ve büyük ekonomik kayıplara neden olan 7.2 M_w büyüklüğündeki Van Depremi (2011),
- Samsun'da meydana gelen ve 11 kişinin hayatını kaybetmesine yol açan sel ve taşkın felaketi (2012),
- Can kaybı ve büyük ekonomik zarara neden olan Akçakoca sel felaketi (2019),
- Elazığ'da meydana gelen ve 41 kişinin hayatını kaybetmesine, pek çok yaralanma ve mal kaybına neden 6.8 M_w büyüklüğündeki deprem (2020),

- Van'da gerçekleşen ve 41 kişinin hayatını kaybetmesine neden olan çığ felaketi (2020),
- 30 Ekim 2020 tarihinde Ege Denizi'nde Seferihisar (İzmir) açıklarında (17,26 km) meydana gelen 115 kişinin hayatını kaybetmesine ve büyük maddi zarara yol açan deprem ve ardından yaşanan tsunami (2020).
- Dünya genelinde etkili olan ve ülkemizde 2020 yılı sonu itibariyle 20.000'in üzerinde kişinin hayatını kaybetmesine, sosyal ve ekonomik hayatın neredeyse durmasına neden olan Covid – 19 isimli koronavirüsün yol açtığı salgın hastalık (pandemi),

ve daha pek çok afet, doğal afetlerin insan hayatını ve etkinliklerini ne derece etkileyebileceğini göstermekle birlikte onlarla iç içe yaşamak durumunda olduğumuzu da ortaya koymaktadır. Türkiye jeolojik, jeomorfolojik ve klimatolojik olarak hemen her türde afetin görüldüğü bir ülkedir. Türkiye'de aktif volkanizma ve kasırga dışında kalan doğal afetlerin çoğu yaygın olarak görülebilmektedir.

Türkiye'de afetlere bağlı olarak oluşan can kaybı ve etkilenen yerleşim yerleri açısından depremler %61, heyelanlar %15, seller/taşkınlar %10, kaya düşmeleri %5, yangınlar %4, çığlar %1 etkilidir (Şahin ve Sipahioğlu, 2013).

Samsun ilinde ise, ilin bir bölümünün Kuzey Anadolu Fayı (KAF) güzergahında yer alması, kıyı kesiminde Karadeniz ikliminin karakteristik özelliklerini yansıtmasının yanında iç kesimlerde kara ikliminin baskın hale gelmesi ve yüksek eğimlere sahip yeryüzü şekillerinin bulunması gibi nedenlerle çeşitli doğal afetler görülmektedir. 1943 yılında meydana gelen ve özellikle Samsun'un güneyde yer alan ilçelerinde daha çok etkili olan 7,2 M_s büyüklüğündeki deprem, 2012 yılında meydana gelen sel ve taşkın afetleri, 2019 yılında Terme ve Salıpazarı ilçelerinde meydana gelen seller, ilin güneyindeki denizel ve karasal koşullar arasında geçiş iklimi özellikleri gösteren ilçelerinde yaşanan ağır kış şartları ve AFAD kayıtlarına göre ilin neredeyse bütün ilçelerinde bulunan aktif heyelanlar gibi pek çok afet Samsun ilinde yaşanan doğal afetlere örnek olarak verilebilir.

Havza Depresyonu da doğal afetler açısından duyarlılık derecesi yüksek bir alan özelliği taşımaktadır (Tablo 1.2).

Tablo 1.2. Havza Depresyonu'nda görülen ve görülme riski olan jeolojik-jeomorfolojik ve atmosferik kökenli doğal afetler

Jeolojik ve Jeomorfolojik Doğal Afetler	Klimatik Doğal Afetler
Depremler	Sel ve Taşkınlar
Kütle Hareketleri	Fırtınalar ve Orajlar
Göçmeler	Aşırı Kar Yağışı, Don Olayları ve Buzlanma
Sıvılaşma	Kuraklık
Erozyon	Çığ

Üzerinde yer aldığı KAF'tan dolayı Havza ve çevresinde yüksek deprem tehlikesi bulunmaktadır (AFAD, 2019c). Tarihi kayıtlar da bu durumu doğrulamaktadır. Araştırma sahası 26 Kasım 1943 'te meydana gelen 7.2 M_s büyüklüğündeki Ladik – Tosya depreminden büyük ölçüde etkilenmiştir (AFAD, 2020a).

İnceleme alanı aynı zamanda fazlaca heyelan alanlarına sahip olup, heyelanlar Havza ilçe merkezi de dahil olmak üzere pek çok alanda ekonomik zararlara neden olmaktadır. Heyelan varlığından dolayı beşeri etkinliklerde kullanılmayan alanlarda toprak kayıpları da dikkat çekici düzeydedir. KAF'ın varlığı deprem açısından risk oluşturmakla birlikte heyelanı tetikleyici rol de üstlenmektedir. Dünya genelinde fay hattı çevreleri heyelanların sık görüldüğü yerlerdir. Faylar boyunca oluşan diklikler heyelana zemin hazırladığı gibi fay hatlarına yerleşen akarsular derine aşındırmakta ve buralardaki eğim derecelerini arttırmaktadır. Araştırma sahasının kuzeyindeki Silcan Deresi buna örnektir. Ayrıca Tersakan Çayı ve kollarının yamaç topuklarını aşındırması heyelan potansiyelini arttırmaktadır. Yol yarmaları gibi beşeri müdahalelerin de heyelan üretme potansiyeli yüksektir. Heyelanların merkez mahalleler olan Boyalıca ve İmaret mahallelerindeki sonuçları insan etkinliklerini ne derece etkileyebileceklerini açıkça göstermektedir.

Orman örtüsünden çok büyük oranda yoksun olan araştırma sahası, yanlış arazi kullanımı, ormansızlaşma, aşırı otlatma ve sahanın büyük çoğunluğunu kaplayan tarım alanlarının eğim doğrultusunda sürülmesi gibi nedenlerle yoğun bir şekilde erozyona maruz kalmaktadır.

Havza ilçe merkezi ve çevresinde taşkınlar ve seller yılda birkaç kez görülmekte ve ekonomik zararlara neden olmaktadır. Depresyonun çevresine düşen yağışı toplaması Havza şehri başta olmak üzere akarsu boyunca kurulmuş yerleşmelerde sel

ve taşkın riskini arttırmaktadır. Nitekim Zeybek (1998) çalışmasında 94 km² su toplama havzasına sahip Çayırözü Deresi'nin havzasına düşen aşırı yağışa bağlı olarak 22 Mayıs 1998'de Havza'da sel ve taşkın afeti ve beraberinde meydana gelen can ve mal kayıplarına değinmiştir.

Ayrıca depresyonda şiddetli fırtınalar da meydana gelebilmektedir. 27 Haziran 2014 tarihinde meydana gelen fırtına ve aşırı yağışlarda pek çok yerleşmede sel afeti yaşanmış ve pek çok evin çatıları da dahil birçok bölümü zarar görmüştür (Haberler, 2014).

Sahada yoğun kış şartları görülmekte, karlı ve donlu gün sayısının fazlalığı dikkati çekmektedir. Meteorolojik kayıtlar da bunu doğrulamakta ocak ve şubat aylarında sıcaklık -10 ile -15 °C'ye kadar düşebilmektedir.

Araştırma sahasında kararsız hava şartları da oluşabilmekte, yaz başlarında ve bahar aylarında tehlikeli dolu yağışlarına rastlanabilmektedir. Öyle ki dolu taneleri kararsızlık şiddetine bağlı olarak ceviz boyutunu aşabilmektedir. 2014 haziranında sahada gerçekleşen dolu yağışı sonrası Mısmılağaç mahallesinde Anadolu Ajansı Havza Muhabiri Özgür Uyaroğlu tarafından kayda alınan dolu taneleri daha önce görülmemiş boyutlardadır.

İnsan hayatı ve faaliyetleri üzerinde bu denli etkili olan bu doğal olayların ortaya çıkma nedenleri, işleyiş süreçleri ve sonuçlarını değerlendirmek ve dağılımlarını ortaya koymak için pek çok pozitif bilim dalında çalışmalar yürütülmektedir. Bu pozitif bilimler içerisinde afetleri bütüncül bir şekilde ele alma şansı olup, insan mekan ilişkisi bağlamında değerlendirebilen yegane bilim dalı coğrafyadır.

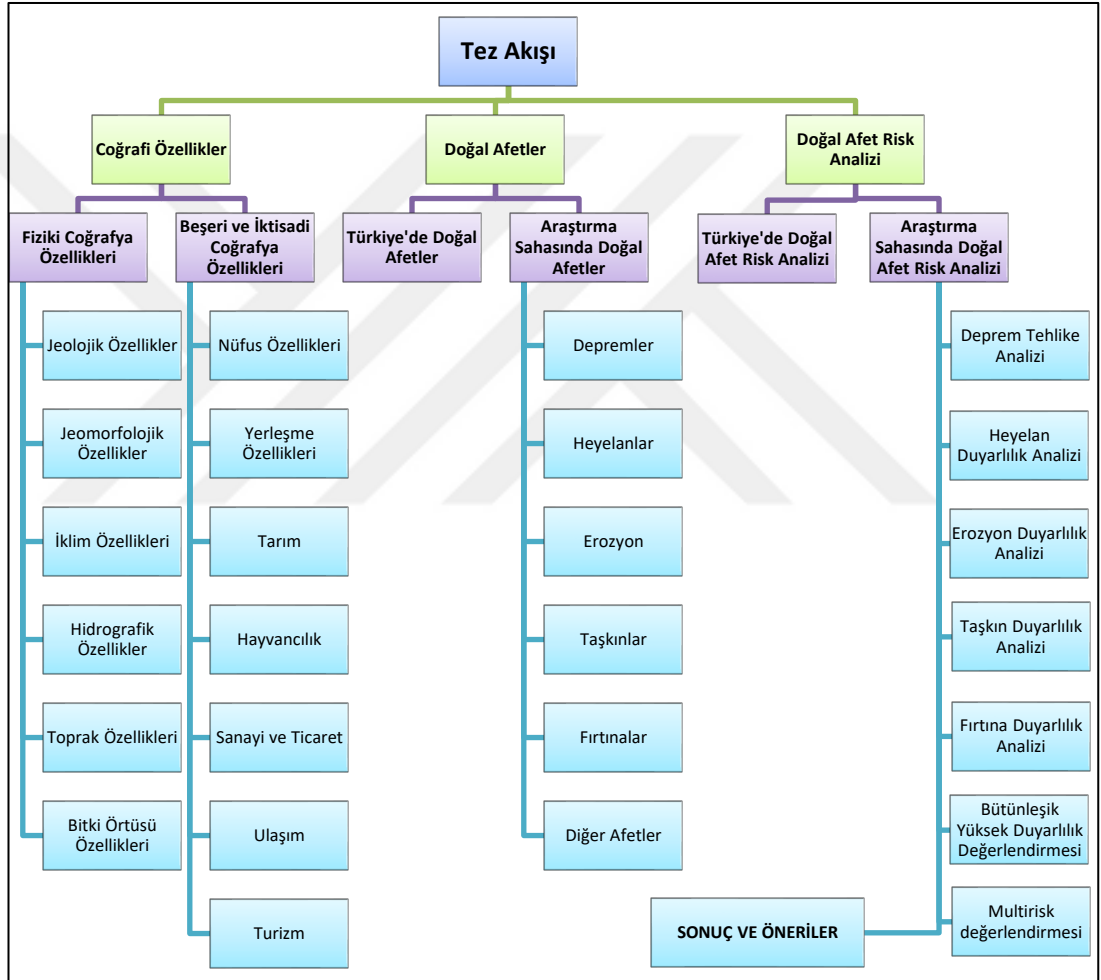
Doğal olarak gerçekleşen afetleri oluşumunu engellemese de zararlarını azaltabilme potansiyeli olan ama uygulanmayan beşeri müdahaleler büyük öneme sahiptir. Geçmişte afetlerden sonra kriz odaklı bir müdahale anlayışı hakimken bugün gelişen bilim ve teknoloji sayesinde afetlerden önce de önleme ve zarar azaltma çalışmalarının yapılabileceği görülmektedir. Bu önleme ve zarar azaltma aşamalarına geçmeden önce duyarlılık analizinin yapılması ve afete duyarlı alanların tespiti büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada Havza Depresyonu'nda etkili olmuş ve olabilecek doğal afetlerin nedenlerini, doğal ve beşeri ortam özellikleriyle ilişkilerini, afetlerin sonuçlarını, tehlike potansiyeli yüksek olan alanları ve tehlike derecelerinin alansal dağılımını

belirlemek hedeflenmektedir. Ayrıca çalışma, alınabilecek tedbirlerin tespiti ve paydaşlara (yerel yönetimler, vatandaşlar, sivil toplum kuruluşları vb.) düşen sorumlulukların belirlenmesi gibi bir amaç da üstlenmiştir.

30 Nisan 2015, 17-18 Mart 2018, 31 Mart- 2 Nisan (arasında) 2018, 10 Temmuz 2019, 12 Mayıs 2020, 25 Mayıs 2020 ve 15 Kasım 2020 tarihlerinde araştırma sahasında arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmasının basitleştirilmiş akış şeması da aşağıda sunulmuştur (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Tez çalışmasının basitleştirilmiş akış şeması

1.1. Araştırma Sahasının Yeri ve Sınırları

Araştırma sahası Havza şehri ve muhtemel gelişim alanları da dikkate alınarak depresyonun yakın çevresindeki su bölümü hatları ile KAF'ın bir bölümünü kapsayacak şekilde sınırlandırılmıştır. Havza ilçe merkezi depresyon tabanında konumlanmıştır (Şekil 1.2).

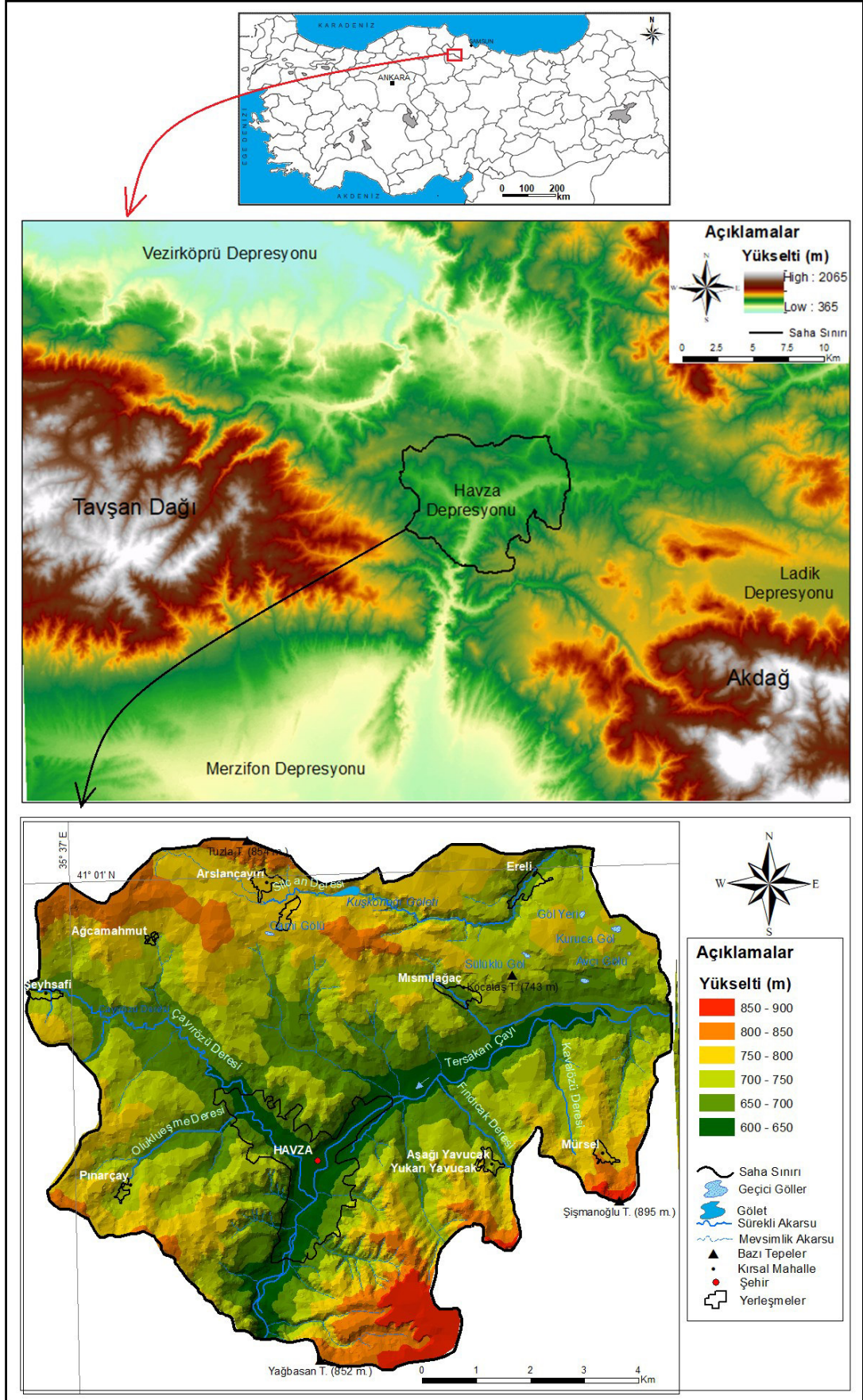


Şekil 1.2. Havza ilçe merkezinin batısından Havza Depresyonu tabanına bakış

Saha Samsun ilinin güneybatısında yer almakta olup Samsun şehir merkezine yaklaşık 80 km uzaklıktadır. İnceleme alanı $40^{\circ}56'00''$ - $41^{\circ}00'54''$ kuzey enlemleri ile $35^{\circ}36'18''$ - $35^{\circ}45'00''$ doğu boylamları arasında yer almaktadır . Havza ilçesi batıda Vezirköprü, Kuzeyde Bafra, doğuda Kavak ve Ladik ilçeleri ile güneyden Amasya'nın Merzifon ve Suluova ilçelerine komşudur.

İnceleme alanı ise Havza ilçe merkezinin de bulunduğu depresyon tabanı ve çevresini kapsar. Çalışma alanı içerisinde kuzeybatıda Şehsafi Mahallesi, kuzeyde Ağcamahmut, Arslançayırı ve Mısmılağaç Mahalleleri, kuzeydoğuda Ereli Mahallesi, doğuda Aşağı Yavucak, Yukarı Yavucak ve Mürsel Mahalleleri ve güneybatıda Pınarçay Mahallesi bulunmaktadır (Şekil 1.3).

Çalışma sahası Harita Genel Komutanlığı (HGK) tarafından hazırlanan 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarında Çorum - G 35 – a1, Çorum - G 35 – a2, Sinop - F 35 – d3, Sinop - F 35 – d4 paftaları içerisinde yer almaktadır.



Şekil 1.3. Havza Depresyonu ve yakın çevresinin lokasyon haritası

Saha çevresindeki en büyük yükselti değeri inceleme alanı dışında bulunan Akdağ'dadır (2065 m). Etekleri çalışma sahasının güneybatısına kadar uzanan Tavşan Dağı çalışma sahasının kabaca batısında yer almaktadır. Sahada yükselti değerleri 610 m – 891 m arasında değişmektedir ve sahanın alanı 82,4 km²'dir.

Sahanın ana akarsuyu Tersakan Çayı'dır. Asıl kaynağını Ladik Gölü'nden alan akarsu Amasya sınırları içerisinde Yeşilirmak'a katılmakta olup, 91,4 km uzunluğundadır ve 11 km'lik bölümü çalışma sahasında bulunmaktadır. Tersakan sahada kabaca kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda uzanmaktadır.

2019 yılı Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre ilçe merkezindeki 17 mahallede toplam 20.655, kırsal dokuz mahallede 2.516 kişi yaşamaktadır. Yani saha içerisinde toplam 23.230 kişi hayatını sürdürmektedir.

1.2. Önceki Çalışmalar

Zübeyirzade (1925), Ali Tuzcu tarafından 1998 yılında günümüz Türkçesine çevirilen ve ilaveler yapılan "Yurdumuz Havza" isimli kitabında Cumhuriyet Dönemi Havza'sına ışık tutmaktadır. Havzanın neredeyse 100 yıl önceki doğal ortam özellikleri (jeolojisi , yeryüzü şekilleri, iklimi, toprak özellikleri, akarsuları vb.) ve Beşeri ve Ekonomik özelliklerini (demografik özellikleri, yerleşme özellikleri, gelenek görenekleri, tarihsel önemi, iktisadi durumu, sanayisi, ticareti, ulaşım özellikleri, ziraat faaliyetleri, turizm özellikleri vb.) ortaya koymaktadır.

Uyaroğlu (1975), "Havza'mızı Tanıyalım" isimli kitabının doğal afetlerle ilgili kısmında 1943 yılında havzada meydana gelen ve büyük yıkıma neden olan depremden bahsetmiş, deprem sonrasında can ve mal kayıplarıyla birlikte Arslançayırı, Ereli ve Yenice köyleri hattında yeryüzünde büyük bir çatlak oluştuğunu hatta bu çatlak yüzünde yardım çalışmalarının aksadığına değinmiştir. Yine aynı kitapta 1943 ve 1971 yıllarında Tersakan Çayı'nda meydana gelen sellere ve bunların tahribatlarına değinilmiştir.

Erer (1983), "Merzifon Depresyonu ve Çevresi'nin Jeomorfolojik Etüdü" isimli çalışmasında, Merzifon depresyonu ile beraber depresyonun jeomorfolojik karakterini kazanmasında büyük katkısı olduğunu belirttiği Tersakan Çayı'nın özellikleri ile Havza Depresyonu'nun jeolojik ve tektonik özelliklerini, sahada bu özelliklere ve östatik hareketlere bağlı olarak gelişen jeomorfolojik durumu ortaya koymaktadır.

Arazi etüdlerine dayanan çalışmada jeomorfolojik birimlerin oluşum ve gelişim aşamaları saha özelinde detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

Keskin (1984), “Havza Sıcak Su Sondajları Hakkında Rapor” isimli raporda bölgenin jeolojik özelliklerine sıcak su potansiyeline ve termal suların kimyasal yapısına değinmiştir. Raporda açılan su sondajlarının teknik özellikleri de ayrıntılarıyla yer almaktadır.

Dirik (1994), “Kuzey Anadolu Transform Fay Zonunun Beşpınar-Havza Kesimindeki Neotektonik Özellikleri” isimli çalışmasında araştırma sahasını da kapsayan KAF Zonu’nun Beşpınar-Havza kesiminde bulunan fayları ve neotektonik özellikleri ortaya koymuştur. Bölgenin genel tektonik özelliklerinin yanında araştırma sahasında KAF’ın genel karakterine, ona bağlı gelişen basınç sırtları ve ötelenmiş akarsu yataklarına değinilmiştir. Çalışmada araştırma sahasının da içinde bulunduğu tektonik depresyonların oluşum ve gelişimleri hakkında açıklamalarda bulunulmuştur.

Zeybek (1998), “22 Mayıs 1998 Havza Sel-Taşkın Felaketi” isimli çalışmasında araştırma sahasında da bir bölümü yer alan 94 km² su toplama havzasına sahip Çayırözü Deresi’nin havzasına düşen aşırı yağışa bağlı olarak 22 Mayıs 1998’de Havza’da sel ve taşkın afeti ve beraberinde meydana gelen can ve mal kayıplarına değinmiştir. Çalışmada Havza’da dere yataklarının ıslahı, ağaçlandırma, sel ve taşkın durumlarında fazla suyu depolamak için uygun alanlara gölet yapımı, yeni bir imar planının hazırlanması ve afetten zarar gören ailelerin zararlarının giderilmesi önerilerinde bulunulmuştur.

Yücel (2001), Havza Kaymakamlığı görevini yürüttüğü dönemde yazdığı, Mustafa Kemal Atatürk’ün Samsun’a çıkışı, Havza’ya gelmesi, Havza Genelgesi’nin hazırlaması sürecini ve Havza’da geçirdiği 18 günlük süredeki yaşananları konu aldığı “İlk Kıvılcım” adlı kitabının giriş bölümünde Havzanın genel coğrafi özelliklerinden ve geçmişte yaşanmış depremlerden bahsetmiştir. Zekeriya b. Mahmud el-Kavzani’nin “Asaru’l Bilad” adlı eserinden alıntılanan bölümde Ancere’nin (Havza) Tersakan Irmağı kenarında kurulduğu, 8 Ağustos 1050 Pazartesi gecesini başlayan ve iki gün süren bir deprem yaşandığı, bu depremin pek çok bina ve bir adet kiliseyi yıktığı, kilisenin bulunduğu alandan çıkan suyun akışının 9 gün devam ettiği ve birçok kişinin boğulmasına neden olduğu rivayet edilmektedir.

Yürekli ve Kurunç (2001) “Tersakan Çayı Havzasında Taşkına Neden Olan Günlük En Büyük Akımların Tekrarlanma Sürelerinin Saptanması” isimli makalelerinde bir bölümü araştırma sahasından geçen Tersakan Çayı üzerinde taşkın üreten en büyük günlük akımların tekrarlanma periyodunu bulabilmek için 47. Numaralı akım gözlem istasyonunun 1967-1987 arasındaki verilerini kullanmışlardır. Bu yıl aralığının verilerini kullanma nedenini ise 1987 yılından sonra Yedikır Barajı'nın faaliyete geçmesinin veri homojenliğini bozması olarak belirtmişlerdir. Bu 20 yıllık sürede gözlemlenen günlük en büyük akım aralığı olan 17 – 150 m³/sn akım değerlerinin en az meydana gelme durumlarına göre 1.01 yıl ile 15.02 yıl arasında değişen tekrarlanma süreleri hesapladıklarını belirtmişlerdir.

Akbulut ve Aytuğ (2005) “ Deprem Hasar Görebilirlik Riskinin Gözleme Dayalı Belirlenmesine Yönelik Öneri Değerlendirme Yaklaşımı” isimli çalışmalarında kendi geliştirdikleri, depremlerde yapıların hasar görebilirliğinin belirlenmesi ve önceliklendirilmelerini içeren bir yaklaşımdan bahsedilmiş, isminin “Öneri Değerlendirme Yöntemi” olduğunu belirtmişlerdir. Bu yöntem binaların fiziksel özelliklerinin gözlemlenmesi, oluşturulan hasar görebilirlik ölçeğine uygun bir şekilde sınıflandırılması ve müdahale edilmesi gereken öncelikli yapıların belirlenmesi esasına dayanmaktadır.

Uzunçubuk (2005) “Yerleşim Yerlerinde Afet ve Risk Yönetimi” isimli doktora tezinde Türkiye’de ve diğer ülkelerde doğal afetlerin insan yaşamı, ekonomik hayat, fiziksel altyapı ve doğal çevre üzerinde doğurduğu olumsuz sonuçları ortaya koymuş, 1990 yılından beri uluslararası platformda doğal afetlerin önlenmesi ve zararlarının azaltılması konusunda aralıksız bir çalışma yürütüldüğünü belirtmiştir. Ülkemizde afet yönetimine bakışın afet sonrasında odaklı olduğu belirtilen çalışmada Türkiye’de ve dünyanın değişik ülkelerinde afet ve risk yönetimi çalışmaları incelenmiştir. Ayrıca çalışmada Türkiye’de bugüne kadar doğal afetleri önleme ve etkilerini azaltma konusunda yapılmış çalışmalar değerlendirilmiş, ülkemize uygun etkin bir afet ve risk yönetimi modeli geliştirilmeye çalışılmıştır.

Toka ve Şahin (2006), “Havza Jeotermal Sahasında Yapılan Sh-5 Ve Diğer Sondajların Genel Değerlendirmesi” isimli çalışmalarında Havza jeotermal sahasında 1983-2004 yılları arasında 9 adet sondaj çalışması yapıldığı, çeşitli nedenlerle bunların yalnızca dört tanesinin başarıya ulaşabildiği belirtilmektedir. Çalışmada sahanın

jeolojik özellikleri ile birlikte kuyulardan elde edilen suların debileri ve diğer teknik bilgileri ile ilgili açıklamalar yapılmıştır.

Özkul ve Karaman (2007) “Doğal Afetler İçin Risk Yönetimi” isimli çalışmalarında Türkiye’de doğal afetlerden hasar gören 600.000 konut bulunduğunu ve bunun %65’inin depremlerden dolayı hasar gördüğünü belirtmişlerdir. Çalışmada Türkiye’nin %98’inin deprem tehdidi altında olduğunun altı çizilmiş ve Türkiye’de depremler için risk yönetiminin uygulanması ile elde edilecek kazanımlar tartışılmıştır.

Akıncı vd. (2010) , “Samsun İl Merkezinin Heyelan Duyarlılık Haritasının Üretilmesi” isimli makalelerinde doğal afetleri sınıflandırıp Türkiye’de heyelanların dağılımı hakkında bilgi vermişlerdir. Samsun şehir merkezinde heyelan duyarlılığını ve dağılımını belirlemek için 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritasından, jeoloji haritasından ve heyelan envanter haritasından yararlanmışlar, bu haritaları ArcGIS 9.3.1 yazılımı ile işlemişlerdir. Frekans oranı yönteminin kullanıldığı çalışmanın sonucunda Samsun şehri için üretilen heyelan duyarlılık haritasında kontrol heyelanlarıyla çok yüksek ve yüksek derecede duyarlı bölgeler bazında toplamda %72 oranında uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Erpul ve Saygın (2012) , “Ülkemizdeki Toprak Erozyonu Sorunu Üzerine: Ne Yapmalı?” isimli çalışmalarında bölge ve havza ölçeğinde toprak kayıplarının tahmininde kullanılan modellerden biri olan Evresel Toprak Kayıpları Eşitliği (ETKE) yaklaşımını kullanmışlardır. Çalışmada ülkemizde bu tip modellerin daha sık kullanılması gerektiği belirtilmiştir. Çalışmaya göre Türkiye’de erozyonla mücadelede niceliksel çözümlene ölçütleri sağlayan yaklaşımların bir an önce yaşama geçirilmesi ve toprak, topografya, su ve bitki örtüsü kaynaklarının sürdürülebilir olarak planlanması gerekliliği vurgulanmıştır.

Kuzucu (2013), “Osmanlı Döneminde Havza Kaplıcaları ve Kasabanın Sosyo-Ekonomik Gelişimindeki Rolü” ismiyle bir kitap bölümü olarak yayınlanan çalışmasında Havza Kaplıcaları’nın tarihine değinmiş, ekonomik kalkınma üzerinde kaplıcaların olumlu etkilerine vurgu yapmıştır.

Yılmaz (2013) “Dünyada ve Türkiye’de Termal Turizmin Önemi ve Havza Kaplıcaları” isimli çalışmasında termal turizmin dünyada ve Türkiye’deki durumunu analiz etmiş ve sorunlarına değinmiştir. Havza şehrinin Termal turizm ve kaplıcalar

açısından detaylı bir şekilde irdelendiği çalışmada, Havza'nın bir yol boyu kasabası görünümünden bir SPA merkezine dönüşmesi gerektiği vurgulanmıştır. Çalışmanın son bölümünde bu amaca yönelik yapılması gerekenler belirtilmiştir.

Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (2015a), “Yeşilirmak Havzası Taşkın Yönetim Planı (YHTYP)” ‘ında araştırma sahasının ana akarsuyu olan Tersakan Çayı ve Havza ilçe merkezinin vadisinde kurulduğu Çayırözü Deresi’ni Yeşilirmak Havzası’nda taşkın riski bulunan 21 akarsudan ikisi olduğunu belirtmiş, saha için 50, 100 ve 500 yıl tekrarlama periyotlu taşkın risk haritaları üretmiştir.

Şahin vd. (2016), “Havza’da (Samsun) Hava Kirliliği Algısı” isimli çalışmalarında Havza ilçe merkezinin topoğrafik ve meteorolojik verileriyle doğal ortam özellikleri ortaya konulmuştur. 5 aydan daha uzun geçebilen kış döneminde hava kirliliğinin arttığı, nüfusun büyük bölümünün de çevresine göre çukur alanlar olan vadi tabanları ve yamaçlarında yaşadığı belirtilmiştir. Yapılan anket çalışması neticesinde hava kirliliğinde en önemli faktörün düşük kaliteli kömür kullanılması olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Arslanbay (2018), “Orta Karadeniz Kalkınma Ajansı (OKA) Havza İlçe Raporu” ‘nda ilçenin doğal ortam ve beşeri-ekonomik özelliklerine, sosyal ve iktisadi yapısına ve alt yapı özelliklerine değinmiştir. Ulaşım kolaylığının sanayi ve ticaretin gelişimini kolaylaştıracağı, termal kaynakların ilçenin en önemli değeri olduğu, bu kaynakların turizmde yeteri kadar değerlendirilmediği belirtilmektedir. Termal kaynakların kullanımı için seracılık alternatifinin de bulunduğu altı çizilmiştir. İlçenin gelişebilecek afet durumlarına hazırlığı noktasında ihtiyaçları vurgulanmış, bu çalışmada da üzerinde durulan Çayırözü Deresi’nin üzeri kapalı kısmının büyük bir sel ve taşkın riski taşıdığı belirtilmiştir.

Literatür taramalarında inceleme alanı dışındaki alanlarda görülen bazı afetlerle ilgili genel literatür de taranmış, bu çalışmalardan bazılarında aşağıda yer verilmiştir.

Uzun (1994), “Erzurum Çevresindeki Sellere Bir Örnek: 16 Ağustos 1994, Rizekent Seli” adlı çalışmada 1994 yılı Ağustos ayında Rizekent ve Çıkrıklı köyleri çevresinde görülen sellerin nedenleri, gelişim aşamaları ve sonuçları üzerinde durmuştur. Sellerin oluşumunda ormansızlaşma ve mera hayvancılığı sonucu gerçekleşen aşırı olatmaya vurgu yapılmıştır. Bitki örtüsünde yoksun kalan özellikle

eğimli yamaçların hızla erozyona uğradığı ve anakayanın ortaya çıktığı belirtilmiştir. Bu durumun yağışın yüzeysel akışa geçmesindeki rolü ve sel oluşumundaki etkisine değinilmiştir. Can kaybı bulunmayan seller sonucunda ortaya çıkan maddi hasarlar vurgulanmış ve çözüm önerilerinde bulunulmuştur.

Tağıl (2004) “Balıkesir Ovası ve Yakın Çevresinin Neotektonik Özellikleri ve Depremselliği” adlı makalesinde Türkiye’nin depremselliğinin Afet İşleri Genel Müdürlüğü (günümüzde AFAD) tarafından hazırlanan Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası’nda gösterildiğini fakat yine de yerelde yapılacak çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu belirtmiştir. Öncelikle diri faylar belirlenmiş bunların neotektonik özellikleri üzerinde durulmuştur. Çalışmada Kuzey Ege ve Güney Marmara’da altsel dönemde meydana gelen depremler belirlenip, magnitüdü 4 ve üzeri olan depremler seçilmiştir. Poisson Yöntemi kullanılarak Balıkesir Ovası ve yakın çevresinde görülen depremlerin zaman içerisindeki tekerrür periyotları ortaya konulmuştur. Buna göre gelecek yüz yılda inceleme alanında magnitüdü ≥ 7.5 bir depremin olma olasılığı %61, tekrarlama periyodu da 107 yıl olarak hesaplanmıştır.

Turoğlu (2005) “Bartın’da Meydana Gelen Sel ve Taşkınlara Ait Zarar Azaltma ve Önleme Önerileri” isimli çalışmasında Bartın şehir merkezinin fiziki coğrafya özellikleri ve beşeri unsurlarının meydana gelen sel ve taşkın afetlerinde etkisini ortaya koymuştur. Çalışmada 1/5000 ölçekli şehir planı ve 1/25000 ölçekli topoğrafya haritalarının yanında, hava fotoğrafları, uydu görüntüleri ve el GPS cihazı kullanılmıştır. Sağlanan veriler Arc GIS ve ERDAS ile işlenmiş ve sayısallaştırılmıştır. Bartın’ın Eğim, bakı, litoloji, toprak, bitki, arazi kullanımı gibi konularda haritaları Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile hazırlanmış, sel ve taşkın afetlerine coğrafi bir bakış sağlanmıştır. Ayrıca Bartın Çayı havzası alt havzalarıyla birlikte yine CBS ile gösterilmiştir. Bartın şehir merkezinin sel ve taşkın afetleri için riskli olan kesimleri mahalle bazında şehir planı üzerinde gösterilmiştir. 1944 ve 2003 yıllarına ait hava fotoğraflarıyla Bartın Çayı’nın yatak özelliklerindeki değişim ortaya konulmuştur.

Kadıoğlu (2008) , “Kuraklık Kıranı Risk Yönetimi” isimli çalışmasında kuraklık ve afet risk yönetimi ile ilgili tanımlara yer vermiş, küresel iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki etkisini vurgulamıştır. Kuraklık afeti için zarar azaltma ve kayıp önleme önerilerinde bulunulan çalışmada kuraklık risk yönetimi ile ilgili örnek bir uygulama olarak Terkos Gölü üzerine bir araştırma yapılmıştır. Terkos’ta yağışın

uzun yıllar ortalamaları alınmakla birlikte, kuraklık analizi Ekim 2005 – Ocak 2007 tarihleri arasında yapılmıştır. Terkos'ta yağışın ve su miktarının aylara göre değişimi hesaplanmış ve görsellerle(grafik vb.) desteklenmiştir.

Özcan O. vd. (2009) “Taşkın Alanlarının CBS ve Uzaktan Algılama (UA) Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Yönetimi; Sakarya Havzası Örneği” isimli çalışmalarında Aşağı Sakarya Havzası'nda meydana gelebilecek büyük taşkınlar için ne gibi önlemler alınabileceği, ne kadar alanın nasıl etkileneceği, risk yönetimi sürecinin nasıl işleyeceğini işlemişlerdir. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ve Hidrolojik Modelleme kullanılan çalışmada uydu görüntüleri ve topoğrafya haritalarının CBS ortamında işlenmesi sonucu oluşturulan sayısallaştırılmış haritalar ve arazi çalışması verileri kullanılmıştır.

Dalgıç vd. (2010) “Büyükçekmece ve Küçükçekmece Arasındaki Heyelanların Oluşmasında Hazırlayıcı ve Tetikleyici Parametrelerin Değerlendirilmesi” çalışmalarında bölgenin jeoloji ve jeomorfoloji özellikleri ve heyelan yoğunlukları haritalanmış, heyelanlar sınıflandırılmıştır. Bölgedeki aktif heyelanlar fotoğraflanmıştır. Heyelanlar için hazırlayıcı faktörler olan topoğrafya özellikleri, litolojik özellikler, fay zonu etkileri, Holosen deniz seviyesi alçalmaları, yer altı suyu özellikleri tek tek ele alınmıştır.

Kılıç vd. (2012) “Afet Risk Yönetimi için Mega Şehir Gösterge Sistemi” isimli çalışmalarında İstanbul'da olası büyük bir depreme karşı alınabilecek önlemlere ve deprem için risk yönetim aşamalarına değinmişlerdir. Bu konuda Mega Şehir Gösterge Sistemi adında bir sistemden söz edilmektedir. Bu sistem afet önleme ve risk yönetimi çalışmalarında karar vericilere ve yetkililere yardımcı olmak ve risklere yönelik tüm bilgilerin ve risk unsurlarının tüm ilgililere aktarılması amacıyla kullanılmaktadır. Kentsel Sismik Risk İndeksi, Mücadele Kapasitesi İndeksi ve Performans bazlı yönetimsel izleme süreci olmak üzere üç bileşenden oluşan sistem , Kolombiya Ulusal Üniversitesi, Çevre Araştırmaları Enstitüsünde(IDEA) Omar CARDONA ve ekibi tarafından geliştirilmiştir. İspanya Kolombiya, Ekvador ve İtalya'da büyük şehirlerde uygulanmıştır.

Özşahin (2012), “CBS kullanılarak Kıbrıs'ta Fırtına Riski Duyarlılık Analizi” isimli çalışmasında jeomorfoloji, bakı, yükselti, rüzgar hızı gibi parametrelere ağırlıklar vererek ağırlıklı çakıştırma yöntemiyle fırtına duyarlılık analizi

gerçekleştirmiştir. Buna göre fırtına riskinin en fazla olduğu alanların açık alanlar en az olduğu alanların ise ormanlık alanlar olduğunu belirtmiştir.

Erdem (2013) “Yerleşimlerin Taşdığı Deniz Taşkını, Sel ve Deprem Afet Tehlikelerinin CBS Kullanılarak Yorumlanması: Balıkesir Örneği” isimli çalışmada Balıkesir ilinde sel, kıyı taşkını ve deprem öncesi ve sonrasında yapılacakların hangi ilçeler için daha önce planlanması gerektiği belirtilmiştir. Çalışmada Sayısal Yükselti Modeli ve Sayısal Arazi modelinde yararlanılmıştır. Aynı çalışmada yüksek çözünürlüklü yükselti modellerinin ve çok disiplinli bir bakış açısının kullanılacağı çalışmalarla çok daha farklı sonuçlara ulaşacağı düşünülmektedir.

Yılmazoğlu (2016), “Burdur İl Merkezinin Depremselliğinin Araştırılması” isimli çalışmada daha önce meydana gelmiş depremlerin bilgilerinden oluşan bir veri tabanı oluşturmuş, artçı ve öncü depremleri ayıklamış, sismik kaynakları belirleyerek kaynak bölgeleri oluşturmuş bu kaynak bölgelerine göre depremlerin tekerrür ilişkilerini ortaya koymuş ve deprem tehlikesini modellemiştir. Çalışmalarında SEISRISK III yazılımını kullanmıştır. Hesaplama sonucu Yeşilova ilçesinin deprem açısından en fazla risk barındıran yer olduğunu belirtmiştir.

Özdemir ve Tatar (2016) “CBS Tabanlı RUSLE Yöntemiyle Işıklı Gölü Havzasının Erozyon Duyarlılık analizi” adlı makalelerinde toprak erozyonunun dünyada ve Türkiye’de önemli bir sorun haline geldiğini belirtmişlerdir. Özellikle toprağın en verimli kısmı olan A horizonunun korunmasının bitki varlığı ve toprağın sürdürülebilir kullanımı açısından önemine değinmişlerdir. Erozyon duyarlılığını belirlemede CBS’nin önemli bir yöntem olduğunu, çalışmada kullanılan Revize Edilmiş Evrensel Toprak Kaybı Denklemi (Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)) yönteminin de CBS ile birlikte kullanılabilirliğini ve diğer yöntemlere göre daha etkili sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. RUSLE ile yaptıkları değerlendirmede Işıklı Gölü havzasının %95,83’ünde erozyon duyarlılığının çok düşük duyarlılığa sahip olduğunu belirlemişlerdir.

1.3. Amaç

Bu çalışmada Havza Depresyonu'nda görülen doğal afetlerin nedenleri, işleyişleri ile muhtemel sonuçlarını ortaya koymak ve kriz odaklı değil önlem odaklı olması gereken "afet yönetimi" sürecinin en önemli girdilerinden olan duyarlılık analizlerinin CBS vasıtasıyla gerçekleştirilmek amaçlanmıştır. Bu maksatla;

- Sahada varlığı bilinen doğal afet risklerini çeşitli doğal afet tehlike/duyarlılık analizi yöntemleriyle ortaya koymak hedeflenmektedir.
- Araştırma sahasının içerisinde KAF'ın ilgili bölümünün yörede üretebileceği depremlerin geçmiş deprem verileri kullanılarak, tekrarlama periyotlarının belirlenmesi çalışmanın önemli amaçlarından birisidir. Deprem tehlike analizinde "Poisson Yöntemi" uygulanacaktır.
- Saha incelemeleri, Maden Tetkik Arama (MTA) ve AFAD verileri heyelanların sahada en yoğun görülen doğal afetlerden birisi olduğunu ortaya koymaktadır. Genellikle uzun soluklu afetler olan heyelanlar sürekliliği bakımından uzun vadeli planlamalarla oluşumları engellenebilen, engellenemiyorsa sonuçları kontrol altına alınabilen afetler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada CBS imkanlarından yararlanılarak "Frekans Oranı Yöntemi" ile heyelana duyarlı olan alanların belirlenmesi amaçlanmaktadır.
- Neredeyse tüm akarsu havzalarının ortak problemi olan erozyon, Yeşilirmak Havzası'nın bir alt havzası olan Tersakan Çayı Havzası için de geçerli bir sorundur. Araştırma Sahasında erozyonun boyutlarının RUSLE Yöntemi ve CBS entegrasyonu sağlanarak irdelemek ve sahanın erozyona daha duyarlı olan kesimlerini belirleyerek, buralara erozyon önleyici tedbirler noktasında dikkat çekmek hedeflenmektedir.
- Sahanın geçmişteki sel ve taşkın tecrübeleri göstermektedir ki bu afetler Tersakan Çayı kıyı şeridi ile Çayırözü Deresi'nin Tersakan Çayı ile birleşim (mansap) noktası ve çevresinde etkili olmaktadır. Geçmişteki tecrübelerin işaret ettiği bu sorunun şehirlerarası otobüs terminali, atık su arıtma tesisi ve Samsun- Ankara karayolu gibi önemli unsurların da arasında bulunduğu pek çok yapıyı olumsuz etkileme ihtimali bulunmaktadır. CBS teknikleriyle yüksek duyarlılıklı alanları

belirleyerek yerel yönetimlerin ve diğer ilgililerin planlamalarda bu verilerden faydalanabilmelerini sağlamak çalışmanın amaçları arasındadır. Bu çalışmada “Çok Katmanlı Ağırlıklı Çakıştırma Yöntemi” kullanılmıştır.

- Meteorolojik ve jeomorfolojik veriler kullanılıp arazi kullanımı gibi beşeri faaliyetlerin sürece etkisi de göz önünde bulundurularak sahada zaman zaman yıkıcı etkileri görülen fırtınaların en çok etkileyebileceği alanların belirlenmesi de çalışmanın amaçları arasında yer almaktadır. Fırtına duyarlılık analizinde parametrelerin ağırlıklandırılmasında “Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY)” kullanılmıştır.
- Araştırma sahasında etkili olan ve analiz edilebilir verilerine ulaşılabilen doğal afetler bütüncül bir yaklaşımla ele alınarak, bütüncül bir afet duyarlılık durumu ortaya koymak hedeflenmiştir.
- Sonraki benzer çalışmalara katkı sağlamak çalışmanın bir diğer hedefini oluşturmaktadır.
- Havza ilçe merkezi ve yakın çevresinin doğal ve beşeri ortam özelliklerinin coğrafi bakış açısıyla ve modern yöntem ve tekniklerle değerlendirildiği bir kaynağın eksikliği de literatür taramaları sırasında görülmüştür. “Özellikle Araştırma Sahasının Coğrafi Özellikleri” kısmının bu ihtiyacı büyük ölçüde karşılaması beklenmektedir.
- Son olarak sahada belirlenen afetlere duyarlı alanlara dikkati çekerek, buralarda alınması gereken/beklenen önlemlerin neler olduğunu gereçleriyle ilgililere sunmak hedeflenmektedir.

Tez çalışmasında her bir doğal afetin duyarlılık değerlendirmesinde afetin dinamiklerine uygun farklı bir yöntem kullanılmaya çalışılmıştır.

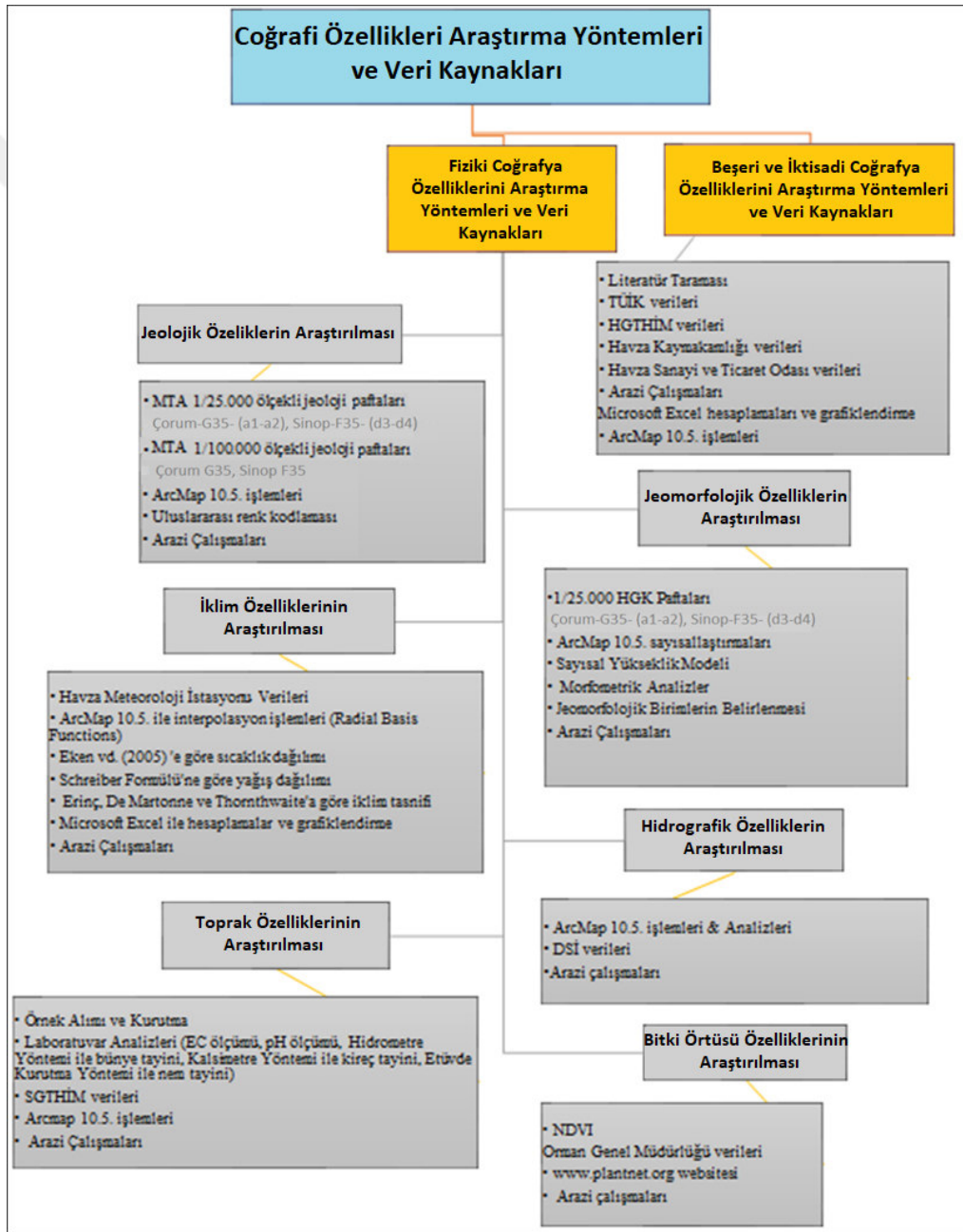
1.4. Materyal ve Yöntem

1.4.1. Fiziki Coğrafya Özelliklerini Araştırma Yöntemleri

Araştırma sahasının doğal ortam özellikleri ortaya konulurken temel verileri oluşturmak için Harita Genel Komutanlığı (HGK) Çorum - G35 – a1, Çorum - G35 – a2, Sinop - F35 – d3, Sinop - F35 – d4 topoğrafya paftaları taranarak dijital ortama aktarılmış, ArcGIS 10.5. ortamında UTM (Universal Transverse Mercator) Projeksiyonu’na göre koordinatlanan paftalar üzerinde gerekli sayısallaştırma

işlemleri yapılmıştır. Bu sayısallaştırmalar sonucu elde edilen vektör ve raster veriler doğal ortam özellikleriyle ilgili yapılan haritalamalarda altlık olarak kullanılmıştır. Doğal ortam özelliklerindeki sınıfların piksel sayılarına göre sahada kapladıkları alanlar km² olarak hesaplanmış ve oranlanmıştır.

Ayrıca ilgili literatür taramaları yapılarak arazi gözlemleriyle (yerinde gözlem ve fotoğraflama) süreç pekiştirilmiştir. Fiziki Coğrafya ve Beşeri Coğrafya özelliklerini araştırma yöntemleri ve veri kaynakları şematize edilerek aşağıda sunulmuştur (Şekil 1.4).



Şekil 1.4. Araştırma sahasının coğrafi özelliklerini araştırma yöntemleri ve veri kaynakları şeması

1.4.1.1. Jeolojik Özellikleri Araştırma Yöntemleri

İnceleme alanının jeolojik özellikleri ile ilgili literatür detaylı olarak taranmıştır. Sahanın MTA tarafından hazırlanan 1/25.000 ölçekli Çorum - G35 – a1, Çorum - G35 – a2, Sinop - F35 – d3, Sinop - F35 – d4 paftaları ile 1/100.000 ölçekli Çorum G35 ve Sinop F35 jeoloji paftaları sağlanmıştır. Bu paftalar taranarak ArcMap 10.5. ortamında sayısallaştırılmıştır. Elde edilen jeolojik formasyonları ve fayları gösterir haritanın doğruluğu, MTA'nın bir hizmeti olan <http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx> web adresindeki “Yer Bilimleri Harita Görüntüleyici ve Çizim Editörü” üzerinden ve araziden tekrar kontrol edilmiş, gerekli noktalarda düzeltmeler yapılmıştır.

Jeoloji haritası oluşturulurken Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (MAPEG) (2018) tarafından hazırlanan “MAPEG Standartları Kullanılarak Detay Jeoloji Haritalarının Hazırlanması” adlı raporda yer alan “Uluslararası Stratigrafi Komisyonu 2018 Jeolojik Zaman Cetveli ve KYM Renk Kodları” bölümündeki renk skalaları dikkate alınarak RGB (Red,Green,Blue) renk seti kullanılmış, 1/25.000 ölçekli paftalardaki renkler güncellenerek jeoloji haritası renklendirilmiştir (Tablo 1.3). Jeolojik formasyonların sembolleri konusunda ise 1/25.000 ölçekli paftalara sadık kalınmıştır.

Tablo 1.3. Uluslararası Stratigrafi Komisyonu 2018 jeolojik zaman cetveli ve KYM renk kodlarına göre çalışmada kullanılan jeolojik dönemlerin renk kodları

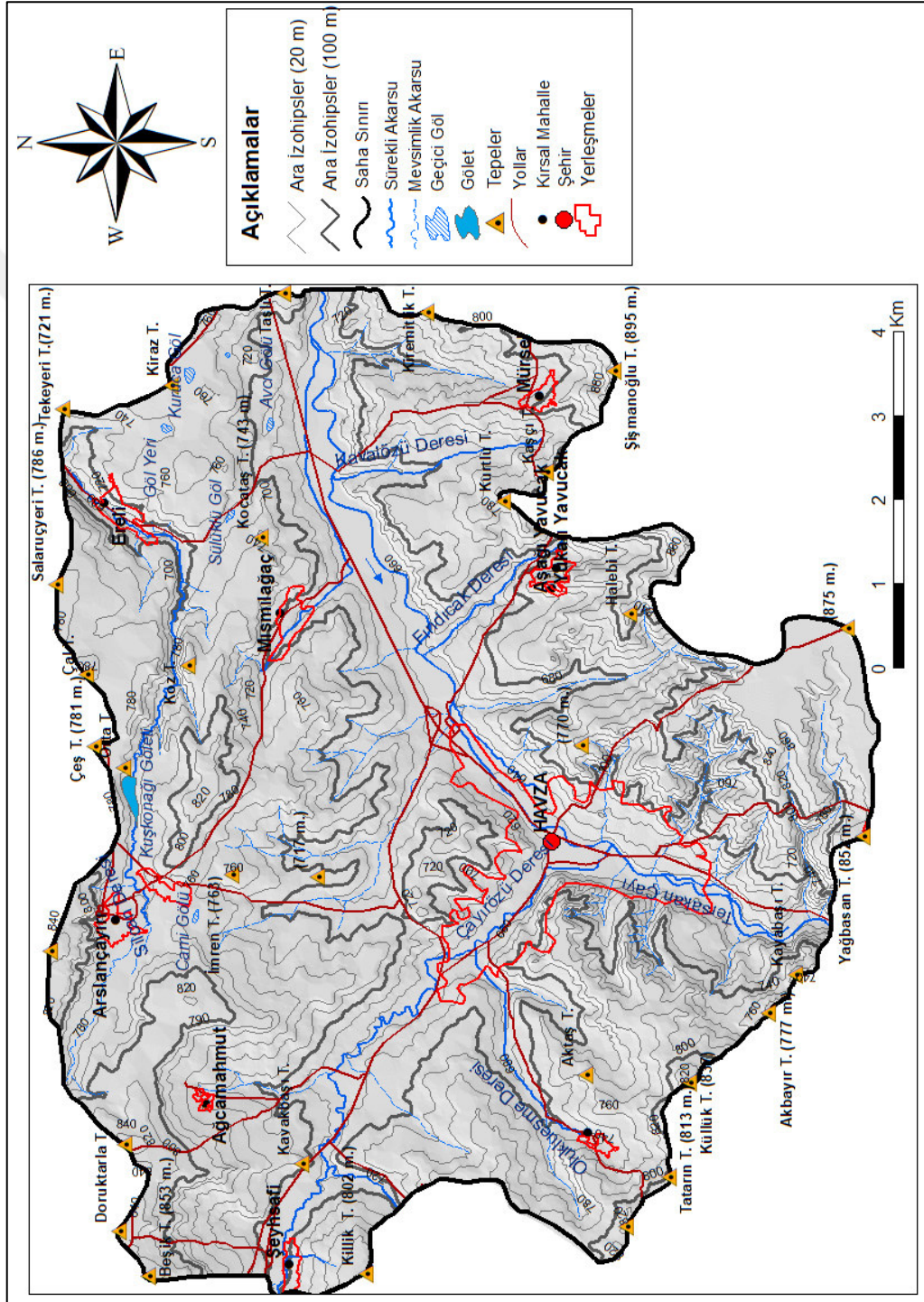
Dönem	Kırmızı (Red)	Yeşil (Green)	Mavi (Blue)
Kuvaterner	255	245	155
Pliyosen	255	247	178
Miyosen	235	237	0
Lütesiyen	249	195	158
Kampaniyen	238	236	155
Üst Jurasik	188	227	249

Ayrıca arazi gözlemleri sırasından jeolojik formasyonlar yerinde gözlemlenmiş ve fotoğraflanmıştır. Bölümle ilgili metin hazırlanırken jeolojik formasyonlar yaşlarına göre sınıflandırılarak ele alınmıştır.

1.4.1.2. Jeomorfolojik Özellikleri Araştırma Yöntemleri

Jeomorfolojik özellikleri ve birimleri ortaya koyabilmek için en önemli veri “Sayısal Yükseklik Modeli” olup, diğer pek çok veri onun üzerine bina edilir. Öncelikle sayısal yükseklik modeli (SYM – DEM) verisi oluşturulmuştur. Sahanın taranan HGK topoğrafya paftaları üzerinden ArcMap 10.5. yazılımı yardımıyla

izohipsler manuel olarak sayısallaştırılmış, 10 m çözünürlüklü dem verisi elde edilmiştir. Topoğrafya paftaları sayısallaştırılırken çalışmanın amacına uygun olarak, izohipsler, tepeler, akarsular, göller, yerleşim alanları ve yollar sayısallaştırılmış, orijinal paftalara göre daha sade bir sayısal topoğrafya haritası elde edilmiştir. Sahanın topoğrafya haritası aşağıda sunulmuş olup okunmasını kolaylaştırmak adına izohipsler sadeleştirilmiştir (Şekil 1.5).



“Arc Tool Box” içerisinde bulunan “3D Analyst Tools” eklentisi “Create TIN” fonksiyonu ile elde edilen izohips hartasından TIN (Triangular Irregular Networks – Düzensiz Üçgen Ağı) verisi elde edilmiştir. Yine “3D Analyst Tools” eklentisi “TIN to Raster” fonksiyonu kullanılarak sahanın özgün DEM verisi elde edilerek raster yüzey analizleri için altlık oluşturulmuştur.

Sayısal yükseklik modeli (DEM) morfometrik analizlerin omurgasını oluşturmaktadır. Yükseklik, eğim, bakı, profil, rölyef ve hipsografik özelliklerini ortaya koyabilmek için DEM üzerinden morfometrik analizler yapılmıştır. Özellikle sahanın jeomorfolojik özelliklerinin ortaya konmasında morfometrik analizlerin büyük önemi vardır.

Yükselti basamakları haritası oluşturmak için DEM verisi yeniden sınıflandırılmış (classify) belirlenen yükselti basamakları kırılma sınırı olacak şekilde renklendirme yapılmıştır. Yine DEM verisi ile “3D Analyst Tools” eklentisinin “Raster Surface” analiz yöntemleri kullanılarak eğim ve bakı özellikleri ortaya konulmuş ve elde edilen veriler sınıflandırılarak alandaki dağılımları ve yüzde (%) olarak oranları belirlenmiştir. Ayrıca “Interpolate Line” eklentisi kullanılarak DEM üzerinden profiller oluşturulmuş, profil analizleri yapılmıştır.

Araştırma sahasının aşınım evresi hakkında fikir sahibi olabilmek için hipsografik analizler yapılmıştır. Bu bağlamda hipsometrik eğri oluşturulmuş ve hipsometrik integral hesaplanmıştır.

Bilinen bir yükselti değerinin (h) üstündeki alanın tüm alana oranı (a/A) ve belli bir yükselti değerinin (h) alandaki en büyük yükselti değerine oranının (h/H) birbirlerine göre durumlarının grafik haline getirilmesiyle hipsometrik eğri elde edilir (Keller ve Pinter, 2002; Avcı ve Günek, 2015a). (h/H) “rölatif yükseklik”, (a/A) ise “rölatif alan” olarak adlandırılır. Araştırma sahasında en alçaktan en yükseğe 280 m yükselti farkı bulunmaktadır. Bu yükselti farkı ve oluşturulan yükselti basamaklarının özellikleri dikkate alınarak rölatif değerler üretilmiş, hipsometrik eğri bu değerlere göre oluşturulmuştur (Tablo 1.4). Hipsometrik eğriler herhangi bir sahanın aşınım durumu (evresi) hakkında fikir verirler.

Tablo 1.4. Hipsometrik eğri oluşturmak için kullanılan parametreler ve özellikleri

Yükselti (h)	Maksimum Yükseklik (H)	Alan (m ²) (a)	Toplam alan (m ²) (A)	Rölatif Yükseklik (h/H)	Rölatif Alan (a/A)
0	280	82400000	82400000	0	1
50	280	75700000	82400000	0.178571	0.918689
100	280	56200000	82400000	0.357143	0.682039
150	280	28600000	82400000	0.535714	0.347087
200	280	8500000	82400000	0.714286	0.103155
250	280	1800000	82400000	0.892857	0.021845
280	280	0	82400000	1	0

“Hipsometrik integral (Hi), hipsometrik eğri altındaki alanı ortaya koyar ve hipsometrik eğrinin ifade edilmesi için en sık kullanılan yöntemdir.” (Keller ve Pinter, 2002; Özdemir, 2011). Hipsometrik integralin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılır (Keller ve Pinter, 2002; Avcı ve Gülek, 2015a).

$$HI = (H_{ort} - H_{min}) / (H_{max} - H_{min}) \quad (1)$$

HI: Hipsometrik İntegral
H_{ort}:Yükseklik ortalaması
H_{max}: En büyük yükselti değeri
H_{min}: En küçük yükselti değeri

Aşınım yüzeyi seviyeleri belirlenirken ilgili literatür, topoğrafya haritası, sayısal yükseklik modeli, bileşik, mürtesem ve süperimpoze profiller ve hipsografik özellikler dikkate alınmış, ayrıca arazi gözlemlerinde elde edilen bilgilerden ve fotoğraflardan yararlanılmıştır.

Jeomorfoloji haritası oluşturmak için topoğrafya haritası ve DEM verisi kullanılmıştır. Belirlenen yeryüzü şekilleri ArcCatalog 10.5. kullanılarak oluşturulan nokta, çizgi ve alan formatlarında kabartma harita üzerine işlenmiştir. Arazi çalışmaları sırasında jeomorfolojik birimler yerinde gözlemlenmiş ve kayıt altına alınarak tanımlanmış ve haritalanmıştır.

1.4.1.3. İklim Özellikleri Araştırma Yöntemleri

İklim çalışmaları için Havza Meteoroloji İstasyonu iklim verileri Meteoroloji 10. Bölge Müdürlüğü'nden (Samsun) sağlanmıştır. Havza'da geçmişte 10. Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'ne bağlı bir meteoroloji istasyonu kurulmuştur. Bu istasyonun 1986-1999 yılları arası meteorolojik verilerine ulaşılmıştır. Şehir merkezinde kurulan

bu istasyonun koordinat değerleri $40^{\circ} 58' 26''$ kuzey $35^{\circ} 39' 55''$ doğudur. Bir süre Havza Eski Devlet Hastanesi bahçesinde hizmet veren istasyon, daha sonra bulunduğu yamacın biraz daha doğusuna taşınmıştır. İstasyon 700 m yseklikte yer almış, daha sonra kapatılmıştır. İstasyonun bulunduğu mevki i çalışma sahası içerisinde yer almakta, kurulduğu yseklik de çalışma sahasının ortalama ysekliğine yakın değerde olup, sahayı temsil niteliği taşımaktadır. En uzun ve kesintisiz veriye sahip olan bu istasyonun 14 yıllık verileri tez çalışmasında kullanılmıştır.

2013 yılında yeni otomatik meteoroloji istasyonu kurulmuştur. İstasyon bugünkü Havza Meslek Yüksek Okulu kuzeyinde ($40^{\circ} 59' 25''$ K- $35^{\circ} 42' 27''$ D) 675 metre yseklikte konumlandırılmıştır (şekil 1.6). Fakat bu istasyonun verileri hen 7 yıllıktır.



şekil 1.6. Havza MYO kuzeyinde bulunan yeni otomatik meteoroloji istasyonu

Eski istasyonun meteorolojik verileri (1986-1999), iklim elemanlarının durumunu ve sahadaki yayılışlarını ortaya koymak, daha sonraki doğal afet duyarlılık analizi çalışmalarına altlık oluşturmak amacıyla kullanılmıştır. Elde edilen verilerle iklim elemanları ile ilgili grafikler ve tablolar oluşturulmuştur. Ayrıca ArcMap ortamına aktarılan topoğrafya haritaları ve iklim verileri kullanılarak sıcaklık ve yağış haritaları oluşturulmuştur.

Durgun hava koşullarında 100 metre yükseldikçe sıcaklığın $0,56^{\circ}\text{C}$ azaldığı, alçaldıkça aynı derecede ısındığı kabul edilmektedir (Eken vd., 2005). ArcMap – Geostatistical Analyst eklentisi ve interpolasyon yöntemlerinden birisi olan “Radial Basis Functions” kullanılarak sıcaklık dağılış haritası hazırlanmıştır.

Sahada yağış dağılışını gösterebilmek amacıyla yine ArcMap – Spatial Analyst eklentisi ile Schreiber formülü (yağış değerinin 100 metre yükseldikçe 54 mm artması) esas alınarak enterpolasyon uygulanmıştır. Mevcut çalışmalarda en çok kullanılan yöntem olması tercih sebebi olmuştur.

Havza Meteoroloji İstasyonu verilerinde basınç rasatları bulunmamaktadır. Yükseltiye göre basıncı değişimini hesaplamak için daha çok havacılıkta kullanılan ve Lawless vd. (2013)' in 36,089 ft (11 km) 'in altındaki yükseklikler için kullanımını önerdiği aşağıdaki formül uygulanmıştır.

$$P_a = P_o (1 - 6.87535 \times 10^{-6} H)^{5.256} \quad (2)$$

P_a : Öğrenilmek İstenen Basınç Değeri

P_o : Bilinen istasyonun basınç değeri

H: Basınç değeri öğrenilmek istenilen yükselti

Araştırma sahasında rüzgarların özelliklerini ortaya koyabilmek için Havza Meteoroloji İstasyonu'nun verileri kullanılmış, bunun yanında topoğrafya haritaları ve DEM verisinden yararlanılmıştır.

Sıcaklık, basınç, nemlilik ve yağışın aylara göre dağılımını göstermek için kullanılan grafikler Microsoft Office Excel yazılımı ile üretilmiştir.

İklim sınıflandırma çalışmalarında çalışmalarında Erinç, De Martonne, ve Thornthwaite iklim sınıflamalarından yararlanılmıştır.

1.4.1.4. Hidrografik Özellikleri Araştırma Yöntemleri

ArcMap 10.5. ortamında “Spatial Analyst Tools” eklentisinde yer alan hidroloji analizleri uygulanmıştır. Bu bağlamda sırasıyla “Fill”, “Flow Direction”, “Flow Accumulation”, “Stream Order” ve “Stream to Feature” basamakları uygulanarak araştırma sahasının akarsu ağı ortaya konulmuştur. Daha sonra topoğrafya haritasından kontrolü yapılarak mevsimlik akarsular belirlenmiştir. Topoğrafya haritalarından ve araziden son kontrolleri yapılmıştır.

Daha sonra “Spatial Analyst Tools” eklentisinin “Basin (havza)” fonksiyonu kullanılarak Yeşilirmak'a bağlanan Tersakan Çayı ve Kızılırmak'a bağlanan Silcan Deresi havzalarının sınırı (su bölümü çizgisi) belirlenmiştir.

Tersakan Çayı ve Çayırözü Deresi'nin saha içerisi veya yakın çevresindeki akım verileri DSI'nin sunduğu çevrimiçi bir hizmet olan “Su Veri Tabanı (SVT) Rasatlar Bilgi Bankası”ndan sağlanmıştır. Tersakan Çayı'nın üzerinde olan fakat saha

içerisinde veya yakın çevresinde bulunmayan güncel ölçüm istasyonları vardır. Fakat elde edilecek akım değerlerinin Tersakan Çayı'nın sahadaki karakterini temsil niteliği taşıması için sahaya en yakın istasyonun (Yenice İstasyonu - 3,5 km) 7 yıllık (1965-1972) verileri kullanılmıştır. Çayırözü Deresi'nin akım verileri ise saha içerisinde yer alan ve 36 yıl (1965-2001) ölçüm yapan istasyonun kayıtlarına dayanmaktadır. Sahanın diğer önemli hidrolojik birimi olan Silcan Deresi'nin herhangi bir akım verisine ulaşamamıştır.

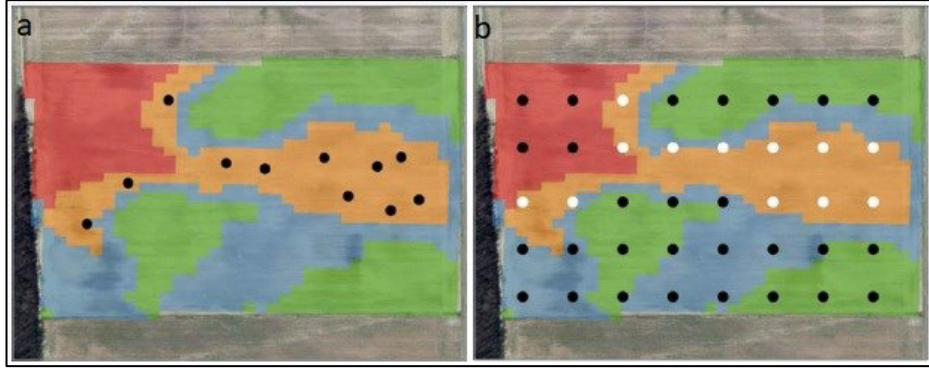
Arazi çalışmalarında sahadaki akarsular, geçici göller, gölet (Kuşkonağı), pınar ve çeşmeler yerinde gözlemlenerek fotoğraflanmış, topoğrafya haritaları ve uydu görüntülerinden yararlanılarak haritalanmıştır.

1.4.1.5. Toprak Özellikleri Araştırma Yöntemleri

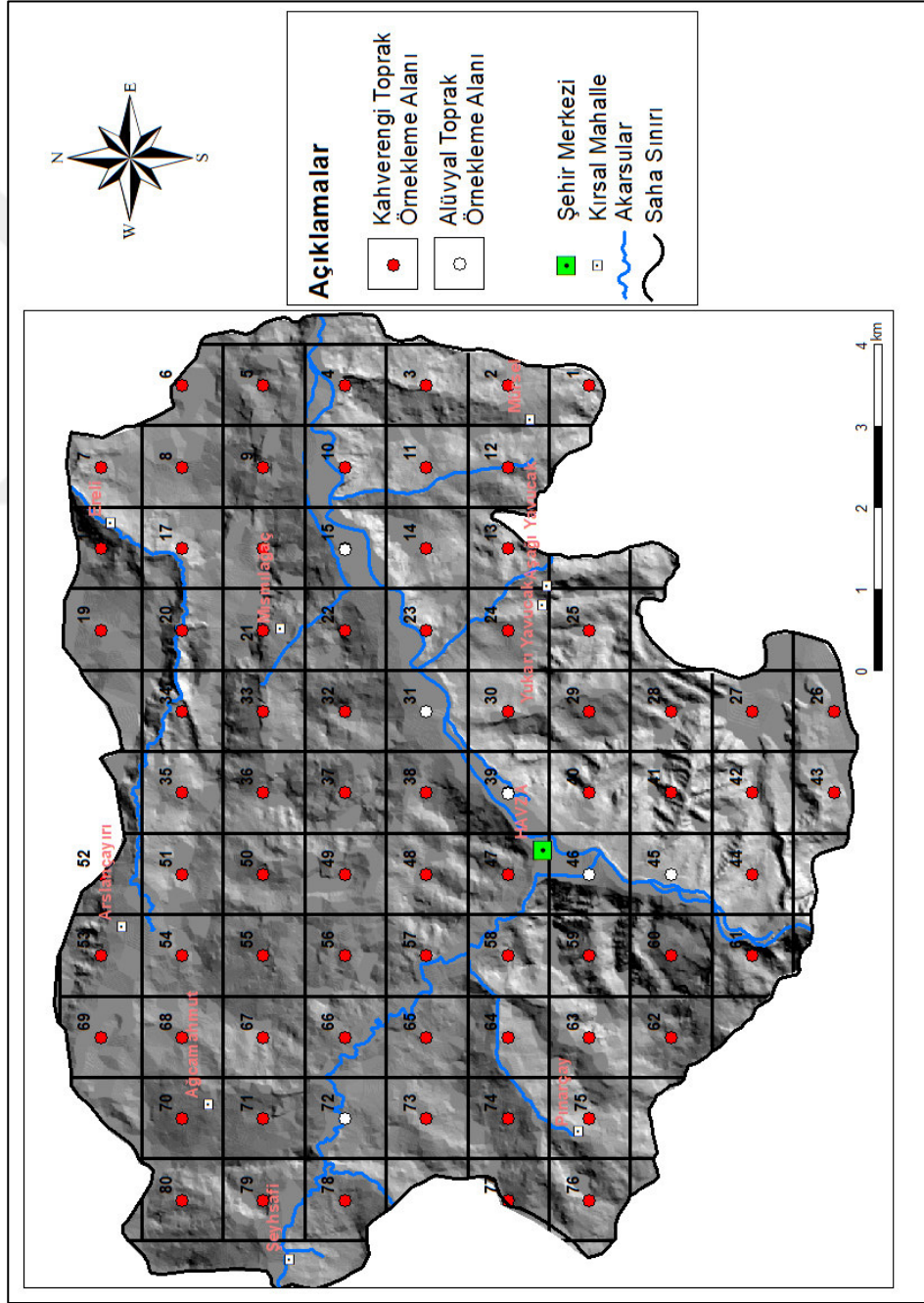
Sahanın büyük toprak grupları haritası, arazi kullanım kabiliyet sınıfları haritası ve saha topraklarının organik madde dağılım haritası Samsun Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü (SGTHİM) 2013-2017 Kuraklık Eylem Planı'ndaki haritaların yeniden koordinatlandırılmasıyla elde edilmiştir. Sahanın büyük toprak grupları haritası arazi gözlemleri ve jeoloji paftaları göz önünde bulundurularak güncellenmiştir.

Toprağın pek çok jeostatiksel özelliği heyelan, erozyon ve taşkın afetlerinin oluşum ve gelişiminde önemli rol oynamaktadır. Bu özellikler ayrıca doğal afet duyarlılık analizlerinde de önemli parametreleri oluşturmaktadır. Toprak özelliklerini en doğru şekilde ortaya koyabilmek ve doğal afet duyarlılık analizlerinin doğruluk paylarını arttırabilmek amacıyla toprak özellikleriyle ilgili saha ve laboratuvar çalışmaları önemsenmiştir.

Toprak örneklemede bölge tabanlı yöntem ve grid yöntemi olmak üzere iki ana yöntem kullanılmaktadır (Ackerson, 2018) (Şekil 1.7). Çalışmada grid yöntemi kullanılmış, belirlenen 1'er km²'lik 80 alanın merkezi kesimlerinden toprak örnekleri alınmıştır. Örnekleme deseninin oluşturulmasında ArcMap Fishnet (kareler ağı) fonksiyonu kullanılmıştır. Belirlenen koordinatlar GPS ve Google Haritalar'a yüklenmiştir. Belirlenen alanların merkez noktaları arasında yatay ve dikey olarak birer km (1000 m) mesafe bulunmaktadır. Büyük toprak gruplarına göre bakıldığında, toprak örneklerinin 74 tanesi kahverengi topraklardan, 6 tanesi ise alüvyal topraklardan alınmıştır (Şekil 1.8).

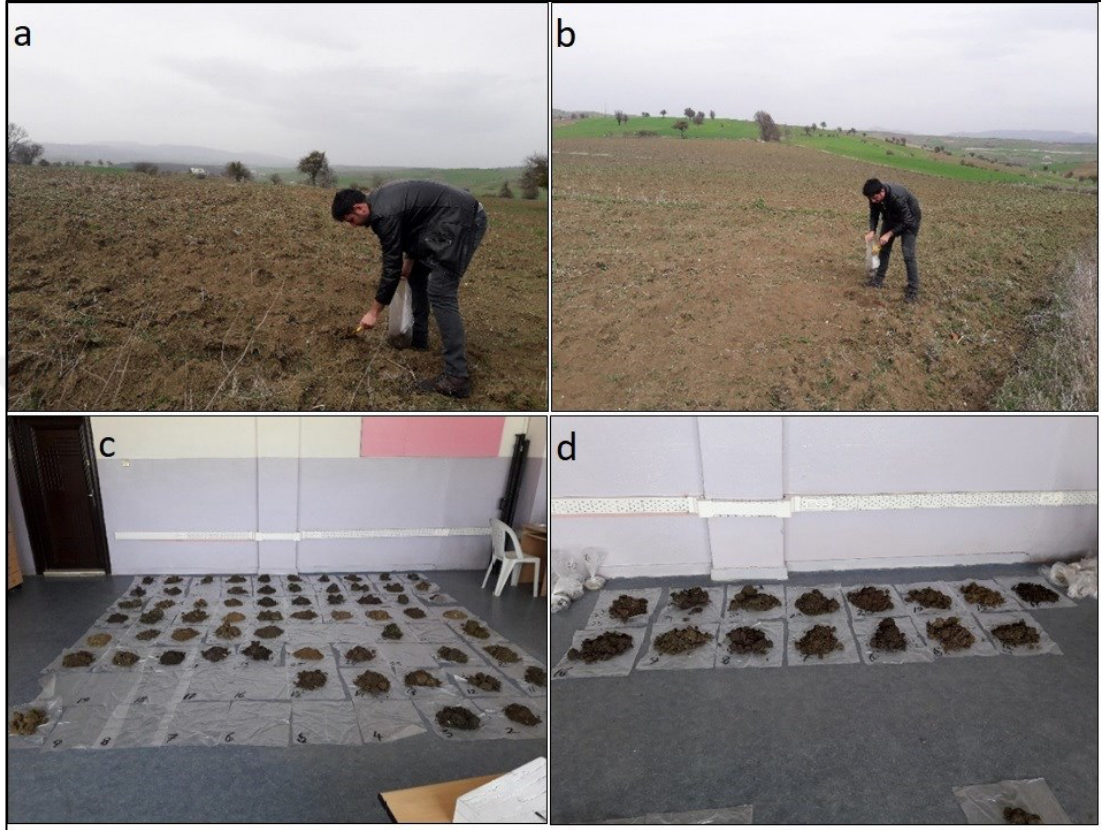


Şekil 1.7. Toprak örnekleme yöntemleri a) bölge tabanlı örnekleme b) grid yöntemi (Ackerson, 2018)



Şekil 1.8. Havza Depresyonu toprak örnekleme deseni.

Mart - Nisan 2018’de gerçekleştirilen arazi çalışmalarında belirlenen 80 noktada toprağın 20 cm derinliğe kadar olan bölümünden toprak örnekleri alınmıştır (Şekil 1.9a, Şekil 1.9b). Alınan toprak örnekleri sürekli havalandırılan ve güneş görmeyen bir ortamda kurutulmuştur (Şekil 1.9c- Şekil 1.9d).



Şekil 1.9. Toprak örneklerinin alınması ve kurutulması. a-b) Toprak örneği alımı c-d) Toprak örneklerinin kurutulması

Kurutulan toprak örnekleri Ondokuz Mayıs Üniversitesi (OMÜ) Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü laboratuvarlarında 2mm’lik eleklerle elenerek fiziksel ve kimyasal analizler için uygun hale getirilmiştir (Şekil 1.10a). Çeşitli analizler için hassas terazilerle tartım işlemi yapılmıştır (Şekil 1.10b) . Her bir örnek için elektriksel iletkenlik (EC), pH, nem, kireç (CaCO_3), testtür (bünye) için ayrı ayrı olmak üzere 80 örnekleme üzerinde 5 farklı analiz yapılmıştır. Bu analiz sonuçları kullanılarak da pek çok hesaplama gerçekleştirilmiştir (geçirgenlik, strüktür, K değeri gibi) ayrıca analizler sonucu elde edilen verilerle oluşturulan haritalardan bazıları doğal afet duyarlılık analizlerinde parametre olarak kullanılmıştır.

Eleme işleminden sonra tartılan toprağa saf su ilave edilerek karıştırma makinesi ile karıştırılmıştır (30 dk.) (Şekil 1.10c). “Toprakların pH değerleri, 1:1 oranda

hazırlanan toprak-su süspansiyonu ve saturasyon çamuru kullanılarak cam elektrotlu pH metre yardımıyla belirlenmiştir.” (Bayraklı, 1987; Öztürk, 2013: 38) (Şekil 1.10d).



Şekil 1.10. Toprak örneklerinin jeostatiksel özelliklerinin ortaya konulması amacıyla laboratuvar çalışmaları yapılmıştır. a) Toprak örneklerinin elenmesi b) Toprak örneklerinin tartılması. c) Toprak örneklerinin karıştırılması d) Toprak örneklerinin pH ölçümü

“Toprakların elektriksel iletkenlik durumu (EC), 1:1 oranındaki toprak-su karışımı ve saturasyon çamurunda elektriksel kondüktivite aleti kullanılarak belirlenmiştir.” (Richards, 1954; Öztürk, 2013: 38) (Şekil 1.11a).

Toprak örneklerinin nem tayini için etüvde kurutma yöntemi kullanılmıştır. Örneklerden belli miktarda darası önceden tartılmış ve kaydedilmiş cam beherlere koyularak tekrar tartılmış ve daha önceden 105 °C ayarlanmış etüvde 24 saat ısıya maruz bırakılmıştır (Şekil 1.11b) . İlk ölçüm ve son ölçüm değerleri ile aşağıdaki formül kullanılarak her bir örnek için nem tayini yapılmıştır. Nem oranı tayini formülü şöyledir (MEB, 2015a):

$$\text{Nem} = \frac{(\text{Dara} + \text{KT}) - (\text{Dara} + \text{FKT})}{(\text{Dara} + \text{FKT}) - (\text{Dara})} \times 100 \quad (3)$$

KT: Kuru Toprak FKT: Fırın Kuru Toprak

Kireç oranı ise “Schiebler Kalsimetre Yöntemi” (Richards, 1954) kullanılarak saptanmıştır (Demirağ Turan, 2016) (Şekil 1.11c). Yöntemde, karbonatlı bileşikler hidroklorik asit çözeltisi ile reaksiyona girerek Karbondioksit (CO₂) açığa çıkarmasından faydalanılmakta, bu gazın hacmi ölçülerek elde edilen hacim değeri daha sonra formülde kullanılmak üzere kaydedilmektedir. Kaydedilen hacim değerleri aşağıdaki formül ile kireç oranının (%) belirlenmesinde kullanılmaktadır (Tablo 1.5).



Şekil 1.11. Toprak örneklerinin jeoistatikselle özelliklerinin ortaya konulması amacıyla laboratuvar çalışmaları yapılmıştır. – 2 a) Toprak örneklerinin EC ölçümü. b) Toprak örneklerinin nem tayini için etüve kurutma işlemi. c) Schiebler Kalsimetre Yöntemi'nin uygulanması.

Tablo 1.5. Kalsimetre Yöntemi formülleri

$\% \text{ Kireç (CaCO}_3) = \frac{V_0 \times 0,4464}{A} \quad (4)$	<p>V₀: Normal koşullara dönüştürülmüş gaz hacmi (cm³) A: Numune miktarı (g) 0,4464: Normal koşullar altında 1 mol CaCO₃ ten çıkan 1 mol CO₂ ye göre A gram örnekten ne kadar CO₂ çıkacağını gösteren hesaplamalardan elde edilen katsayıdır.</p>
---	---

$V_0 = \frac{V_t \times (b-e) \times 273}{760 \times (273 + t)} \quad (5)$	<p>Vt: Kalsimetrede okunan karbondioksit gaz hacmi (cm³) b: Sıcaklığa göre düzeltilmiş barometre basıncı (mm Hg-1) e: Ölçüm yapılan sıcaklıktaki suyun buhar basıncı t: Ortam sıcaklığı (0C) 760: Deniz seviyesindeki barometre basınç değeri 273: 0C'yi K (Kelvin)'ye dönüştürme değeridir.</p>
--	--

Kaynak: MEB, 2015a

Tekstür (bünye) analizinde “Hidrometre Yöntemi” kullanılmıştır (Bouyocous, 1951) (Şekil 1.12a). Yönteme göre belli oranlardaki toprak ve kalgon karışımı 15-20 saat bekletilmekte, elde edilen karışım mikser ile 10 dk karıştırılıp cam silindire dökülerek 1130 ml'ye kadar (hidrometre dahil) saf su ilavesi yapılmaktadır. Karışım tekrar karıştırılmakta ve 40 sn. sonra sıcaklık ve hidrometre ölçümü yapılarak kaydedilmektedir. 2 saat sonra tekrar hidrometre ve sıcaklık ölçümü yapılarak kaydedilerek, aynı işlemler tüm örnekler için tekrarlanmaktadır (Şekil 1.12b). Bünye analizinde aşağıdaki formüller kullanılmıştır (MEB, 2015b).

$$\% \text{ Kil} + \% \text{ Silt} = \frac{40 \text{ sn okuması} + ((t_1 - 20) \times 0,36)}{\text{Etüv kuru toprak ağırlığı}} \times 100$$

$$\% \text{ Kil} = \frac{2 \text{ sa okuması} + ((t_2 - 20) \times 0,36)}{\text{Etüv kuru toprak ağırlığı}} \times 100 \quad (6)$$

$$\% \text{ Silt} = (\% \text{ kil} + \% \text{ silt}) - \% \text{ kil}$$

$$\% \text{ Kum} = 100 - (\% \text{ kil} + \% \text{ silt})$$



Şekil 1.12. Toprak örneklerinin jeostatiksel özelliklerinin ortaya konulması amacıyla yapılan laboratuvar çalışmaları – 3. a) Hidrometre Yöntemi'nin uygulanması - 1 b) Hidrometre Yöntemi'nin uygulanması – 2

1.4.1.6. Bitki Örtüsü Özelliklerini Araştırma Yöntemleri

Araştırma sahasının bitki yoğunluğunu belirleyebilmek için Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) (Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü İndeksi) yöntemi kullanılmıştır. Yöntemi uygulayabilmek için 18/04/2020 tarihli Landsat/ L8 OLI/TIRS uydu görüntüsü kullanılmıştır.

Uzaktan algılama süreçlerinde yeşil bitkilerin izlenmesinde sık kullanılan unsurlardan biri Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) verileridir. NDVI, uydu görüntülerinin yakın kızıl ötesi (NIR) ve kırmızı (RED) bantlarla hesaplanır. Aşağıdaki formüldeki gibi bu iki dalga boyunun matematiksel modellenmesi ile oluşturulan NDVI, bitkilerin biyokütle miktarı ve yaprak alan indeks değerinin temel göstergesi olarak kabul edilmekte ve büyüme döneminde bitki gelişiminin izlenmesi ve verim tahmini için kullanılmaktadır (Yıldız vd., 2012).

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED) \quad (7)$$

$$NDVI = (Bant5 - Bant4) / (Bant5 + Bant4)$$

“NDVI değerleri (-1) ile (+1) arasında belirlenir. Bitki örtüsünün yoğun olduğu alanlarda indeks değeri +1’e doğru yaklaşır, bulut, su ve kar gibi unsurlar eksi (-) değer alırken, bitki örtüsü hiç yoksa veya az ise değer sıfıra yaklaşır” (Hatfield vd., 1985; Yıldız vd., 2012). Elde edilen sonuç haritası “Natural Breaks (Jenks)” metoduyla sınıflandırılmış, Landsat/ L8 OLI/TIRS uydu görüntüsü üzerinden ve arazi çalışmaları sırasında doğruluğu kontrol edilmiştir. Her ne kadar araştırma sahasının büyük çoğunluğu tarım alanlarıyla kaplı olup kapalılık durumu değişken olsa da, sürekli bitki bulunan ve bulunmayan alanların kontrolünde Google Earth Pro’dan yararlanılmıştır.

Sahadaki bitki türlerinin belirlenebilmesi için arazi çalışmaları yapılarak bitkiler fotoğraflanmış ve yerinde incelenmiştir. Bitki türlerini belirlemek için ilgili literatürden ve bitki görselleri üzerinden interaktif sorgulama olanağı sağlayan <http://www.plantnet.org> web adresinin veri tabanından yararlanılmıştır. Belirlenen ağaç türlerinin ve dağılımlarının kontrolü Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından hazırlanan ve Türkiye’deki orman örtüsünde yer alan meşcere tiplerinin dağılımını gösteren Elektronik Harita Uygulaması (<https://www.ogm.gov.tr/Sayfalar/OrmanHaritasi.aspx>) ve Google Earth Pro yazılımı üzerinden yapılmıştır.

1.4.2. Beşeri ve İktisadi Coğrafya Özellikleri Araştırma Yöntemleri

Beşeri ve Ekonomik özellikler ile ilgili veriler ilgili kurumlardan sağlanmıştır. Bu bağlamda;

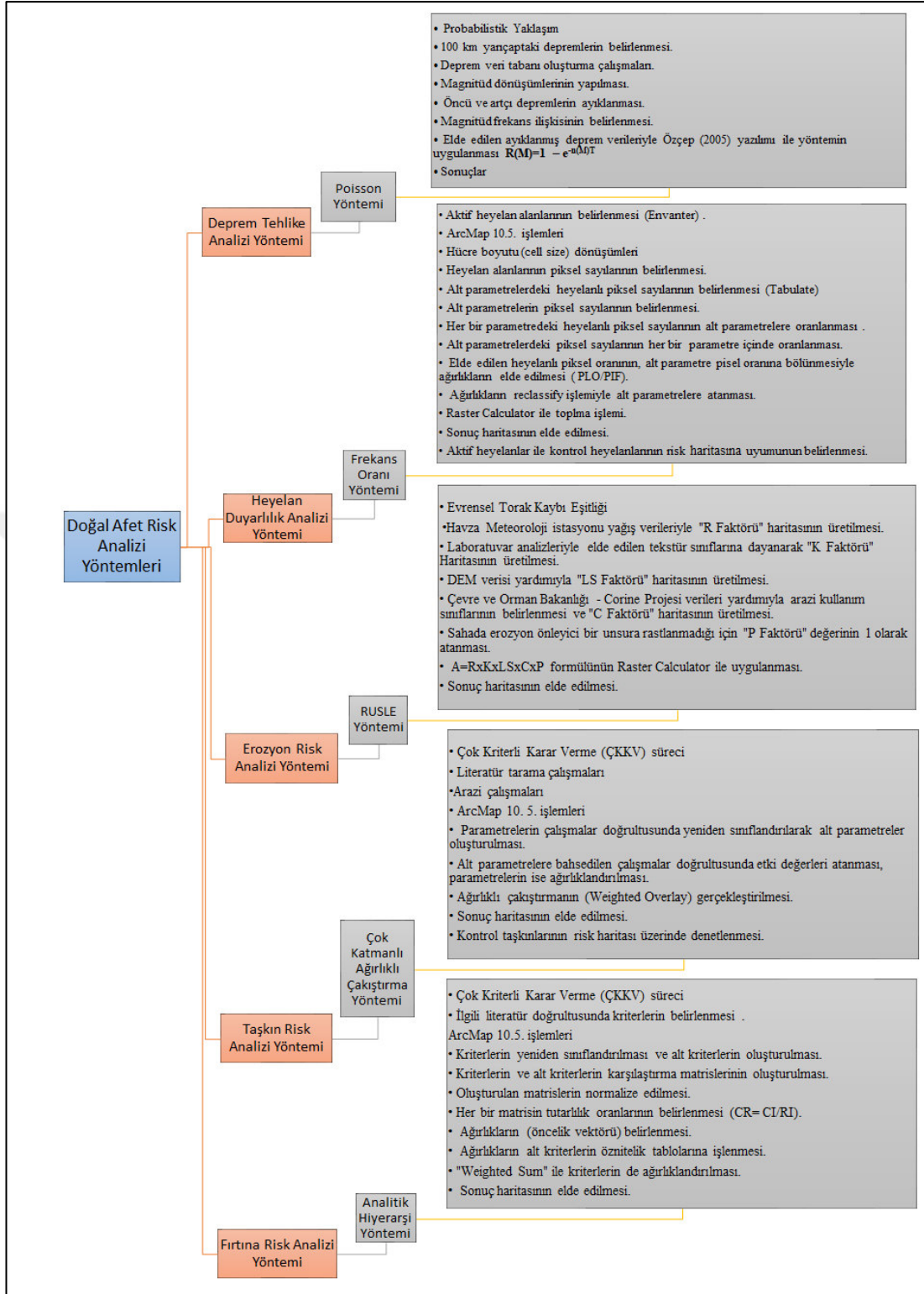
- Sahanın demografik verileri TÜİK Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi ve Genel Nüfus Sayımı Sonuçları sorgulama sayfasından sağlanmıştır.
- Tarım ve hayvancılık verileri Havza Gıda Tarım ve Hayvancılık İlçe Müdürlüğü'nden (HGTHİM) sağlanmıştır.
- Sanayi ve Ticaret ile ilgili veriler Havza Kaymakamlığı ve Havza Ticaret ve Sanayi Odası internet sitesinden sağlanmıştır.
- Ulaşım ve turizm istatistikleri Havza Kaymakamlığı (2003) ve Havza Kaymakamlığı internet sitesi ve ilgili literatürden sağlanmıştır.
- Literatür taraması ve yerinde gözlem sonucu elde edilen veriler de kullanılmış, bu doğrultuda kurumlardan elde edilen verilerde güncellemeler ve bu verilere eklemeler yapılmıştır.
- ArcMap 10.5. ortamında beşeri ve ekonomik özelliklerle ilgili sayısallaştırma ve haritalamalar yapılmıştır.

1.4.3. Çalışmada Kullanılan Doğal Afet Duyarlılık Analizi Yöntemleri

Araştırma sahasında bulunan ve çeşitli verilerine ulaşıp analiz edilebileceği öngörülen beş adet doğal afet belirlenmiştir. Bu doğal afetlerin tehlike ve duyarlılık analizleri için farklı yöntemler kullanılmıştır. Deprem tehlike analizi için “Poisson Yöntemi”, heyelan duyarlılık analizi için “Frekans Oranı Yöntemi”, erozyon duyarlılık analizi için “RUSLE Yöntemi”, taşkın duyarlılık analizi için “Çok Katmanlı Ağırlıklı Çakıştırma Yöntemi” fırtına duyarlılık analizi için ise “Analytic Hiyerarşi Yöntemi (AHY)” tercih edilmiştir.

Sonuç haritalarında, duyarlılık haritalamalarında uluslararası olarak kabul görmüş olan kırmızı-yeşil renk seti kullanılmıştır. Kırmızı renk doğal afet duyarlılığının fazlalığına işaret ederken yeşil renk duyarlılığın az olduğunu göstermektedir. Ara renkler ise duyarlılıktaki kademeli değişimi ifade etmektedir.

Yöntemler ve uygulama adımları aşağıda şematize edilmiştir (Şekil 1.13).



Şekil 1.13. Çalışmada kullanılan doğal afet duyarlılık analizi yöntemleri ve uygulama basamakları

1.4.3.1. Deprem Tehlike Analizi Yöntemi

“Deprem tehlikesini hesaplamak için pek çok yol izlenmektedir. Bunlar üç grupta toplanabilir: probabilistik (hafızalı veya hafızasız), deterministik ve prediktif. Kullanımına en sık rastlanan probabilistik metod Poisson Yöntemi’dir” (Erdik vd., 2006: 18).

“Bu modelde depremlerin hafızasız olduğu ve bir yörede meydana gelen depremlerin birbirleri ile ilintili olmadıkları varsayılır. Gelecekteki depremlerin yer, magnitüd ve oluşum zamanında belirsizlikler mevcuttur. Depremleri modellemek için kullanılan stokastik (rastlantısal) modeller bu belirsizliği yansıtır” (Erdik vd., 2006: 18).

Ülkemizdeki ve dünyadaki deprem tehlike analizi çalışmalarında probabilistik (olasılıksal) yaklaşımlardan biri olan Poisson Yöntemi sıkça tercih edildiği görülmüştür. Lomnitz (1966), Dipova (2011), Özçep (2005), Deniz (2006), Kartal vd. (2011), Özmen (2013), Ersöz vd. (2016) gibi pek çok araştırmacı deprem tehlike analizi çalışmalarında Poisson Yöntemini kullanmışlardır. Bu çalışmada da Poisson Yöntemi tercih edilmiştir. Poisson Yöntemi’nin uygulanmasında Özçep (2005) tarafından geliştirilen Excel tabanlı yazılımdan yararlanılmıştır.

Deprem sadece meydana geldiği yerde değil onlarca kilometre mesafelerde de etkili olabilmektedir. Bu yüzden deprem tehlike modellemeleri yapılırken çalışılan alanın yakınlarındaki depremleri de deprem tehlike tahmininde dikkate almak gerekir (Kartal vd. 2011). Bu nedenle araştırma sahasının 100 km yarıçapındaki bir alanda meydana gelen bütün depremlerin sismik tehlike analizi hesabına katılması kararlaştırılmıştır.

Özçep (2005), Deniz (2006), Kartal vd. (2011), Özmen (2013), Ersöz vd. (2016) gibi araştırmacılar hem tehlike analizi çalışmalarında hem de parametrelerin tanımlanması ile ilgili çalışmalarında $M \geq 4,5$ depremleri kullanmışlardır. Bu çalışmada da deprem tehlike analizi yapılırken $M \geq 4,5$ depremler değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Didova ve Cangir (2011), Poisson Yöntemi’nde aşağıdaki formülün kullanıldığını belirtmişlerdir.

$$R(M)=1 - e^{-n(M)T}$$

Burada; $R(M)$: Yıllık Risk $n(M)$: Yılda deprem olma sayısı (8)

T : Gelecekte göz önüne alınacak periyot

Çalışmada magnitüd türü olarak Moment Magnitüdü (M_w) tercih edilmiş, AFAD Deprem Kataloğu'ndan sağlanan farklı ölçeklere göre hesaplanmış magnitüdüler Moment Magnitüdü'ne dönüştürülmüştür. Ayrıca deprem oluşumu-frekans ilişkisi, deprem ivmesi azalım ilişkileri gibi hesaplamalarda Özçep (2005) yazılımı kullanılmıştır.

1.4.3.2. Heyelan Duyarlılık Analizi Yöntemi

Araştırma sahasının heyelan duyarlılık analizi için “Frekans Oranı Yöntemi” tercih edilmiştir.

Frekans Oranı Yöntemi gelecekte meydana gelecek olan heyelanların, geçmişte meydana gelmiş olanlarla benzer şartlarda ve nedenlerle gerçekleşebileceğine işaret etmektedir. Bunun için geçmişte meydana gelmiş heyelanlar üzerinde etkili olan faktörler ve bunların heyelana etki dereceleri baz alınarak, aynı şartlara sahip, henüz heyelan gerçekleşmemiş fakat heyelan potansiyeli yüksek olan alanların kantitatif bir şekilde belirlenmesi için kullanılır (Lee ve Talib, 2005).

Erener ve Lacasse (2007) tarafından frekans oranını hesaplamak için kullanılan ve daha sonra ülkemizde Akıncı vd. (2011), Avcı (2016), Arca ve Kutoğlu (2017) ve Sayın vd. (2017) gibi pek çok araştırmacı tarafından da tercih edilen aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$FR = PLO/PIF \quad (9)$$

“Burada: PLO heyelan üzerinde etkili olan parametrenin her bir alt parametresinde heyelan varlığının yüzdesi ve PIF heyelan üzerinde etkili olan parametrenin her bir alt parametresinin yüzdesidir. FR değerleri 1'den büyük ise korelasyon yüksek, 1 den küçük ise korelasyon düşük olarak kabul edilmektedir.” (Erener ve Lacasse, 2007: 78).

Duman vd. (2011) tarafından hazırlanan ve MTA tarafından <http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx> web adresinde interaktif olarak kullanıma açılan Türkiye Heyelan Envanter Haritası'ndan yararlanılarak araştırma sahasının heyelan envanter haritası oluşturulmuştur. Oluşturulan harita raster formatına dönüştürülerek çalışmada kullanılabilir hale getirilmiştir.

Türkiye Heyelan Envanter Haritası'nda (Duman vd., 2011) araştırma sahası içerisinde yer alan, sığ heyelan alanları da (krip, akma, kayma vb.) bulunmaktadır. Aktif heyelan alanları sahada 5,3 km²'lik alanı kaplarken, sığ heyelan alanları 9,2 km²'lik alan kaplamaktadır. Böylelikle araştırma sahasının %17,59'unda kütle hareketliliği bulunduğu söylenebilir. Çalışmada duyarlılık analizi için heyelan karakteristiklerini daha çok yansıtan aktif heyelanlar (aynı zamanda derin) kullanılmıştır. Sığ heyelanlar ise “Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesi” bölümünde, yapılan duyarlılık analizinin doğruluk oranını görebilmek amacıyla kontrol heyelanı olarak ayrılmıştır. Sığ heyelanların tam olgunlaşmamış heyelan şartlarında da gelişebilen yamaç duraysızlıkları olmasından dolayı onların yapılan değerlendirme sonucu heyelana duyarlı olduğu belirtilen sınırlar içerisinde kalmasının çalışmanın güvenilirliğini arttıracığı düşünülmüştür.

Çalışmada kullanılacak olan parametre haritalarının yeniden sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yeniden sınıflandırmadan sonra elde edilen raster haritaların hücre boyutları (cell size) tekrar kontrol edilmiş, araştırmanın temel altlığı olan DEM'in orijinal hücre boyutu olan “X=10, Y=10” olacak şekilde ArcMap 10.5. ile “Resample” işlemi gerçekleştirilmiştir. Bilindiği gibi Toplam Alan bir hücre alanına(saha için 100m²) bölündüğünde piksel sayısı elde edilmektedir. Raster haldeki her bir parametre ve onun alt sınıflarının piksel sayıları hesaplanmıştır.

Parametrelerin alt sınıflarında bulunan heyelanlı alanları belirlemek için ArcMap “Tabulate” fonksiyonu kullanılmış daha sonra elde edilen alanlar hücre alanına bölünerek piksel sayıları elde edilmiştir. Bu veriler önceki verilerle birlikte tablolaştırılmış, Excel ortamında yüzde ve frekans oranı hesaplamaları gerçekleştirilmiştir (Tablo 1.6).

Tablo 1.6. Havza Depresyonu'nun frekans oranı yöntemiyle heyelan duyarlılık analizinde kullanılan parametreler ve frekans oranları

Parametre	Alt Sınıf	Alt Sınıf Heyelanlı Piksel Sayısı	Alt Sınıf Heyelanlı Piksel % (PLO)	Alt Sınıf Piksel Sayısı	Alt Sınıf Piksel % (PIF)	FR (PLO/PIF)
Eğim	0-10	37.719	71,11023132	621.932	75,46189061	0,942333021
	10-20	14.512	27,3589352	182.158	22,10207397	1,237844703
	20-30	792	1,493128217	18.792	2,280120412	0,654846213
	30-40	20	0,037705258	1.248	0,151425621	0,249001838
	40-50+	0	0	37	0,004489381	0
	Toplam :	53.043	100	824.167	100	

Yamaç Eğriselliği	Dışbükey	18.682	35,2204815	251.457	30,51044267	1,154374647
	Düz	16.515	31,13511679	321.039	38,95314906	0,799296528
	İçbükey	17.846	33,64440171	251.671	30,53640828	1,101779928
	Toplam :	53.043	100	824.167	100	
Yükseklik (m)	610-650	566	1,067058801	67.437	8,182443607	0,130408329
	650-700	17.094	32,22668401	193.955	23,53345863	1,369398545
	700-750	20.061	37,82025904	259.470	31,48269707	1,201303019
	750-800	12.080	22,77397583	217.914	26,44051509	0,861328751
	800-850	3.242	6,112022322	66.749	8,09896538	0,754667051
	850-890	0	0	18.642	2,261920218	0
	Toplam :	53.043	100	824.167	100	
Bakı	Düz	4.684	8,830571423	183.043	22,20945512	0,397604145
	Kuzey	3.658	6,896291688	102.515	12,43861984	0,554425794
	Kuzeydoğu	5.139	9,688366043	88.747	10,76808462	0,899729746
	Doğu	8.962	16,89572611	90.514	10,98248292	1,538424984
	Güneydoğu	8.745	16,48662406	84.412	10,24209899	1,609691927
	Güney	8.778	16,54883774	74.853	9,082261241	1,822105453
	Güneybatı	5.125	9,661972362	72.720	8,82345447	1,095032835
	Batı	3.908	7,367607413	66.255	8,039026071	0,916480099
	Kuzeybatı	4.044	7,624003167	61.108	7,414516718	1,028253554
Toplam :	53.043	100	824.167	100		
Jeoloji	Pliyosen, pl-2-k	598	1,127387214	197.751	23,9940449	0,046986126
	Pliyosen, pl-18-k	39.291	74,0738646	338.610	41,08511988	1,802936557
	Kuvaterner, Q-21-k	381	0,718285165	65.226	7,914172734	0,090759349
	Pliyosen, pl-19-k	12.453	23,47717889	107.545	13,04893304	1,799164638
	Miyosen, m1 m2-k	320	0,603284128	96.975	11,76642598	0,051271655
	Kampaniyen - Maest., klkm-19-y	0	0	14.110	1,712031663	0
	Lütesiyen, eb m ks	0	0	3.379	0,409989723	0
	Üst Jura -A Alt Kretase, j3k1-8-s	0	0	571	0,069282075	0
	Toplam :	53.043	100	824.167	100	
Kil Oranı (%)	0- 10	0	0	651	0,078988846	0
	10-20	589	1,110419848	25.715	3,120120073	0,355890101
	20-30	19.463	36,69287182	513.679	62,32705265	0,588715016
	30-40	31.484	59,35561714	274.401	33,29434447	1,78275374
	40-50	1.507	2,84109119	8.480	1,028917683	2,761242456
	50-60+	0	0	1.241	0,150576279	0
	Toplam :	53.043	100	824.167	100	
Yağış (mm)	480-500	0	0	25.546	3,09961452	0
	500-520	33.166	62,52662934	495.891	60,16875221	1,039187735
	520-540	19.877	37,47337066	302.730	36,73163327	1,020193422
	Toplam :	53.043	100	824.167	100	
NDVI	Bitki Yok	19.950	37,61099485	254.175	30,8402302	1,219543259

	Yarı-Kapalı	12.783	24,09931565	255.535	31,0052453	0,777265763
	Kapalı	20.310	38,2896895	314.457	38,15452451	1,003542568
	Toplam :	53.043	100	824.167	100	
Akarsuya Uzaklık (m)	0-100	6.826	17,60231053	207.782	29,55310918	0,595616198
	100-200	10.393	26,80058795	167.346	23,80184332	1,125987916
	200-300	9.398	24,23476624	134.085	19,07108722	1,270759552
	300-400	7.287	18,79109827	107.342	15,26739489	1,230799256
	400-500	4.875	12,57123701	86.525	12,3065654	1,021506538
	Toplam :	38.779	100	703.080	100	
Faya Uzaklık (m)	0-50	444	15,23678792	13.240	21,59517208	0,705564552
	50-100	526	18,05078929	12.491	20,37351166	0,885993028
	100-150	525	18,0164722	12.376	20,1859403	0,892525784
	150-200	762	26,14962251	11.852	19,33126733	1,352711235
	200-250	657	22,54632807	11.351	18,51410863	1,217791714
	Toplam :	2.914	100	61.310	100	
Yola Uzaklık (m)	0-50	2.705	17,82184741	71.406	23,17353376	0,769060411
	50-100	2.743	18,07220978	61.944	20,10281175	0,898989157
	100-150	3.006	19,80498089	59.792	19,40441883	1,020642827
	150-200	3.312	21,82105679	58.103	18,85628424	1,157229946
	200-250	3.412	22,47990513	56.891	18,46295142	1,21756834
	Toplam :	15.178	100	308.136	100	

ArcMap ortamında parametreler yeniden sınıflandırılarak (reclassify) elde edilen frekans oranları alt sınıflara atanmıştır. Oluşturulan yeniden sınıflandırılmış parametre haritaları “Raster Calculator” kullanılarak toplama işlemine tabi tutulmuş ve araştırma sahasının heyelan duyarlılık haritası elde edilmiştir.

Elde edilen sonuç haritasının sınıflandırılmasında metod olarak “Natural Breaks (Jenks)” kullanılmış ve beş sınıf oluşturulmuştur. Metod doğal yoğunluk kırılmalarını esas alarak, sınıflararası farkları en belirgin seviyeye çıkarırken, sınıf içi değişkenliği minimize etmektedir (Şahin, 2018).

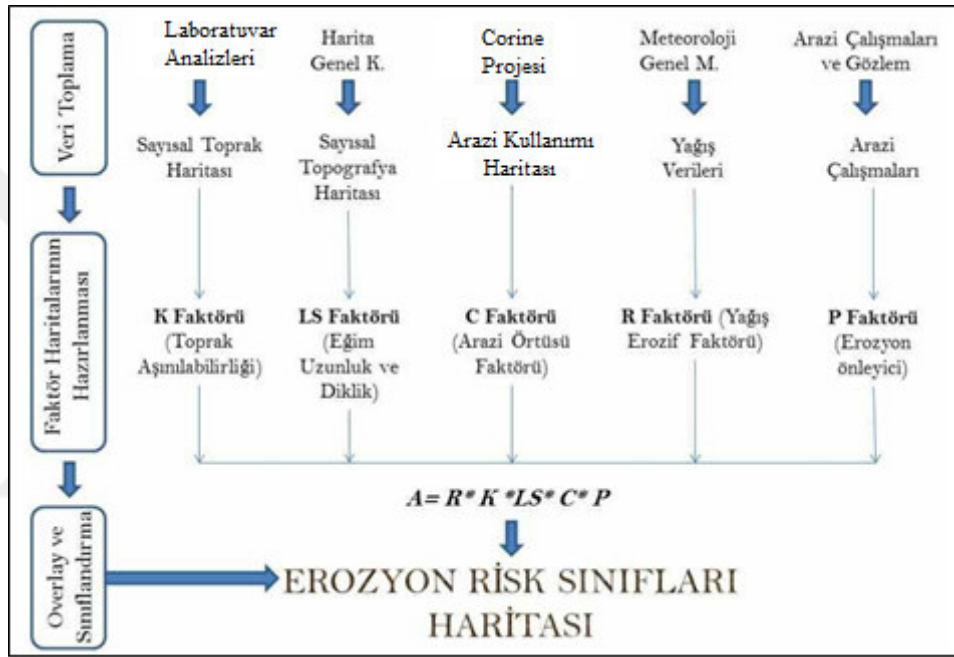
Frekans Oranı Yöntemi potansiyel heyelan alanlarının belirlenmesi için sıklıkla kullanılan yöntemlerde etki değerleri atanırken literatüre ve tahmine dayanan süreci ortadan kaldırıp, onun yerine gerçek heyelan alanlarında parametreler ile alt sınıflarının özelliklerini ve heyelana etkilerini baz alan kantitatif bir analiz süreci sunmaktadır.

1.4.3.3. Erozyon Duyarlılık Analizi Yöntemi

CBS tabanlı erozyon duyarlılık değerlendirmesinde bulunan dünyada ve Türkiye’de pek çok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda farklı yöntemler

kullanılmakla birlikte CBS tabanlı uygulamalar içerisinde etkin ve verimli sonuçlar veren Revize Edilmiş Evrensel Toprak Kaybı Denklemi (Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)) yöntemi öne çıkmaktadır (Özdemir ve Tatar, 2016) (Şekil 1.14).

Bu çalışmada da erozyon duyarlılık değerlendirmesi için RUSLE Yöntemi kullanılmıştır. RUSLE, Wischmeier ve Smith (1978) tarafından geliştirilen Universal Soil Loss Equation (USLE)'in revize edilmiş halidir. RUSLE, USLE tabanlı olmakla birlikte, onun güncellenmiş ve gelişen teknolojiye daha uyumlu hale getirilmiş versiyonudur (Renard vd., 1991).



Şekil 1.14. RUSLE Yöntemi akış şeması (Uludağ ve Fıçıcı 2018'den yeniden)

RUSLE yönteminde erozyon duyarlılık değerlendirmesi için parametreler iklimin (yağışın) yüzey akışı sırasında erozyon üzerindeki etkisini ortaya koymak için yağış eroziyon faktörü (R), toprağın aşınabilirliğini ortaya koyan toprak direnç faktörü (K), yamaç eğim uzunluğu ve eğim derecesi faktörü (LS), zeminin kullanım şekillerini sınıflandıran zemin örtüsü faktörü (C) ve erozyon önleyici tedbirler (P) olarak sıralanmaktadır. Hepsinin çarpımı ile elde edilen A ise alanın her birimi için ortalama toprak kaybı ve geçici ortalama toprak kaybını ton/ha/yıl bazında ifade etmektedir.

RUSLE hesaplaması için aşağıdaki formül önerilmektedir (Renard vd., 1997).

$$A = R * K * LS * C * P \quad (10)$$

A: Erozyon Sonucu Oluşan Toprak Kaybı (ton/ha/yıl)

R: Yağış erozif faktörü
K: Toprak direnç faktörü
LS: Yamaç eğim uzunluğu (Topografya) faktörü
C: Zemin örtüsü faktörü
P: Erozyon önleyici diğer faktörler'i ifade etmektedir.

Her bir faktör için ayrı harita oluşturulmuş, bu haritalar raster formatına dönüştürülmüş ve elde edilen haritalara “Reclassify” işlemi uygulanarak değer atamaları gerçekleştirilmiştir. Parametrelerin elde edilen sonuç haritaları “Raster Calculator” kullanılarak çarpma işlemine tabi tutulmuş ve sahanın erozyon duyarlılık dağılımını gösterir harita elde edilmiştir.

Elde edilen haritanın sınıflandırılmasında heyelan duyarlılık analiz haritasında da kullanılan ve sınıflar arası farkları en belirgin hale getirecek şekilde sınıflandırma yapan “Natural Breaks (Jenks)” metodu uygulanarak sonuç haritası elde edilmiştir.

Faktör haritalarının oluşturulması sürecine, ilgili bölümlerde detaylı olarak değinilmiştir.

1.4.3.4. Taşkın Duyarlılık Analizi Yöntemi

Çalışmada taşkın duyarlılık analizi için “Çok Katmanlı Ağırlıklı Çakıştırma Yöntemi (Weighted Overlay)” kullanılmış, Turoğlu (2005), Özcan vd. (2009), Özşahin (2013), Sargın (2013), Şahin (2013), Oğuz vd. (2016), Özcan (2017) ile Tokgözlü ve Özkan (2018)'in analizlerinde kullandıkları etki değerleri ve yorumlamaları göz önünde bulundurularak ana ve alt parametrelere etki değerleri atanmıştır. Ayrıca arazi çalışmalarındaki gözlemler de değerlendirilmiştir.

Çakıştırma (overlay) metodunda, kriterler belirlenir ve tüm katmanlarda ağırlıklandırma yapılır. Son olarak ise “weighted overlay” aracıyla bir sonuç haritası üretilir. Bu haritada istenen kritere göre sorgulama işlemi gerçekleştirilip, sorgulanan kriterlere uygun alan belirlenebilir (Çınar vd., 2018).

Taşkın üzerinde etkili olan parametreler literatür çalışmaları, eski taşkın kayıtları ve arazi gözlemleri sonucunda belirlenmiştir. Taşkın duyarlılık analizi ile ilgili ülkemizde yapılan çalışmalarda genellikle jeoloji, yükselti, yağış, bakı, eğim, arazi kullanımı, toprak türleri, bitki örtüsü gibi faktörlerin değerlendirilmeye alındığı görülmektedir. Bu çalışmada bunlara ek olarak akarsuya uzaklık ve infiltrasyon üzerinde etkili olan kum oranı (%) parametresi de değerlendirmede kullanılmıştır.

Kullanılan bu haritalar ilgili literatür ve arazi gözlemleri göz önünde bulundurularak yeniden sınıflandırılmıştır (reclassify). Sınıflandırılmış her bir alt parametreye Arc Map 10.5 Spatial Analyst eklentisinde yer alan “Weighted Overlay” fonksiyonu ile önem derecesi göz önünde bulundurularak 1 ve 9 arasında etki değerleri ana parametrelere ise yüzde(%) üzerinden ağırlık değerleri atanmış ve ağırlıklı çakıştırma işlemi gerçekleştirilmiştir (Tablo 1.7). Elde edilen haritanın sınıflandırılmasında, sınıf içi tutarlılığı koruyup, sınıflar arası farkları en üst düzeye çıkararak “Natural Breaks (Jenks) Yöntemi” kullanılmıştır.

Elde edilen sonuç haritasının üzerine fotoğraflardan konumları belirlenen taşkın alanları katman olarak eklenmiş haritanın doğruluğu denetlenmiştir.

Tablo 1.7. Havza Depresyonu’nun taşkın duyarlılık analizinde kullanılan parametreler ve etki değerleri

Parametreler	Alt Parametreler	Etki değeri	Toplam Ağırlık (%)
Eğim (°)	0 - 2	9	20
	2 - 5	7	
	5 - 10	5	
	10 - 15	3	
	15 +	1	
Bakı	KB, K, KD	6	5
	D - B	2	
	GB - G - GD	2	
	Düz	9	
Jeoloji	Kuvaterner	8	10
	Pliyosen	2	
	Miyosen- Lütesiyen	7	
	Kampaniyen- Maest.	3	
	Üst Jura - Alt Kreta.	4	
Yağış (mm)	478 - 500	3	10
	500 - 520	5	
	520 - 542	7	
Akarsuya Uzaklık (m)	0 - 100	9	15
	100 - 200	8	
	200 - 300	7	
	300 - 400	6	
	400 - 500	5	
	500 +	3	
Yükseklik (m)	610-650	9	10
	650-700	8	
	700-750	7	
	750-800	6	
	800-850	5	
	850-870	4	
Arazi Kullanımı	Yerleşme	9	10
	Açık Alanlar	7	
	Orman - Mera	2	
	Tarım Alanı	5	
Toprak Tipi	Kahverengi Orman	2	10

	Alüvyal	9	
	Kolüvyal	5	
Toprak Kum Oranı (%)	30-40	9	5
	40-50	7	
	50-60	5	
	60-70	3	
	70-80	2	
	80 +	1	
Bitki Örtüsü(NDVI) (%)	Bitki yok	9	5
	Yarı kapalı	6	
	Kapalı	3	

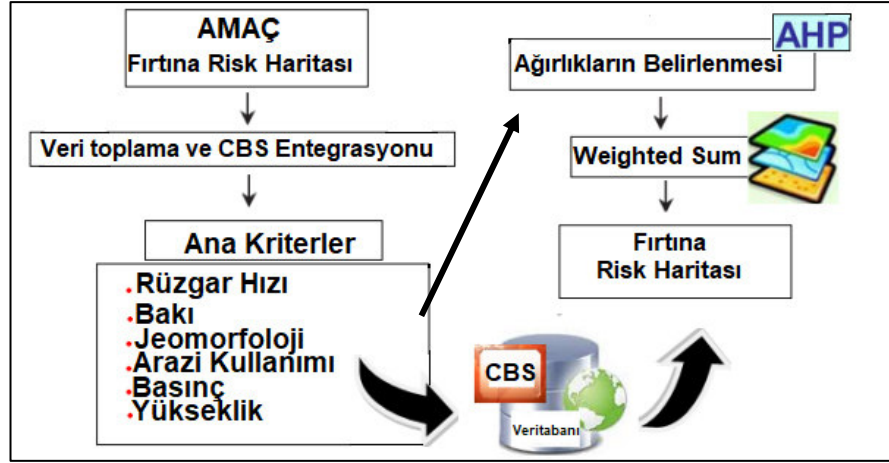
1.4.3.5. Fırtına Duyarlılık Analizi Yöntemi

Yapılan yerli ve yabancı literatür taramalarında CBS ortamında fırtına duyarlılık analizi ve bunun haritalanması ile ilgili birkaç çalışmaya rastlanmıştır. Özşahin (2012) tarafından hazırlanan çalışma bu konuda dikkati çekmektedir. Jeomorfoloji, yükseklik, bakı, basınç, rüzgar hızı, arazi kullanımı parametreleri kullanılarak “Koşullara Bağlı Ağırlıklı Çakıştırma Yöntemi” ile fırtına duyarlılık analizi yapılmıştır.

Bu çalışmada fırtına duyarlılık analizinde çok kriterli karar verme yöntemlerinden birisi olan Analytic Hierarchy Process (AHP) (Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY)) (Saaty, 1980) tercih edilmiştir. AHY karar verenlerin objektif ve subjektif değerlendirmeleri akışa yansıtılarak parametre ağırlıklarının belirlendiği çeşitli seçenekler arasından en uygununu bulma yöntemidir (Ömürbek vd., 2014). Yöntemde kriterlerin birbirlerine göre önem dereceleri dikkate alınır. Literatür taramalarında fırtına duyarlılık analizinde AHP kullanımına rastlanılmamıştır.

Çalışmada fırtınalar konusunda duyarlılık analiz çalışmalarında kriterler ve ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulurken Özşahin (2012) ‘in çalışmasında kullandığı kriterler ve etki değerleri dikkate alınmış, yerel şartlar da göz önünde bulundurulmuştur. Çalışmanın genel uygulama adımları aşağıda şematik olarak gösterilmiştir (Şekil 1.15).

Havza Meteoroloji İstasyonu’nun rüzgar hızı verisi bulunmakla birlikte bu parametrenin alansal dağılışının haritalanması ile ilgili herhangi bir yöntem ve teknik bulunamamıştır. Zira yeryüzü şekillerinin engebeliğine bağlı olarak rüzgarın yönü ve hızı değişkenlik gösterebilmektedir. Çalışmada rüzgar hızı sabit kabul edilmiş olmakla birlikte herhangi bir yerde fırtına oluşup oluşmaması üzerinde etkili olabilecek parametreler değerlendirmeye alınmıştır.



Şekil 1.15. Fırtına duyarlılık analizi genel metodolojisi (Uyan, 2017'den yeniden).

AHY değerlendirme ölçeği ve değerlendirmede kullanılan ikili karşılaştırma matrisi aşağıda verilmiştir (Tablo 1.8, Tablo 1.9).

Tablo 1.8. AHY değerlendirme ölçeği

Değer	Açıklama
1	Her iki faktörün eşit önemde olması durumu
3	1. faktörün 2. faktörden biraz daha önemli olması durumu
5	1. faktörün 2. faktörden fazla önemli olması durumu
7	1. faktörün 2. faktöre göre çok güçlü bir öneme sahip olması durumu
9	1. faktörün 2. faktöre göre aşırı derecede önemli olması durumu,
2,4,6,8	Ara Değerler

Kaynak: Saaty, 1990; Uyan, 2017

Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisinin puanlanmasında yukarıdaki ölçek dikkate alınmıştır. Ana kriterlerin karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasında ve tutarlılıklarının belirlenmesinde ArcMap eklentisi olan “extAhp20” ‘den yararlanılmıştır.

Tablo 1.9. AHP için hazırlanmış kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi

	Rüzgar Hızı	Bakı	Jeomorfoloji	Arazi Kul.	Basınç	Yükseklik
Rüzgar Hızı	1	4	4	5	5	4
Bakı	0.25	1	3	3	4	4
Jeomorfoloji	0.25	0.333	1	4	4	3
Arazi Kul.	0.2	0.333	0.25	1	3	3
Basınç	0.2	0.25	0.25	0.333	1	1
Yükseklik	0.25	0.25	0.333	0.333	1	1

Elde edilen ikili karşılaştırma matrisinin normalize edilmesi gerekmektedir. Bunun için her sütundaki değerler toplanarak, sütundaki her bir eleman bu toplam değere bölünür ve normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisi elde edilir. Elde edilen

normalize edilmiş tablodaki satırların ağırlıklı ortalaması alınarak öncelik vektörü elde edilir. Bu değer CBS ortamında ağırlıklandırma kullanılmaktadır (Demirağ Turan, 2016) (Tablo 1.10).

Tablo 1.10. Havza Depresyonu fırtına duyarlılık analizi kriterlerinin normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisi.

	Rüzgar Hızı	Bakı	Jeom.	Arazi Kul.	Basınç	Yükseklik	Ağırlıklı Ortalama (Öncelik vektörü)
Rüzgar Hızı	0.465	0.648	0.452	0.365	0.277	0.250	0.409
Bakı	0.116	0.162	0.339	0.219	0.222	0.250	0.218
Jeomorfoloji	0.116	0.054	0.113	0.292	0.222	0.187	0.164
Arazi Kul.	0.093	0.054	0.028	0.073	0.166	0.187	0.100
Basınç	0.093	0.040	0.028	0.024	0.555	0.062	0.133
Yükseklik	0.116	0.040	0.037	0.024	0.555	0.062	0.139

Saaty (1980) elde edilen sonuçların tutarlılığını belirleyebilmek için şu formülü önermektedir:

$$CR = CI/RI \quad (11)$$

Burada CI (Consistency index) tutarlılık indeksi, RI (Random index) rastgelelik indeksidir. CR (Consistency ratio) ise tutarlılık oranını ifade etmektedir. RI değeri sabittir (Saaty, 1980) (Tablo 1.11).

Tablo 1.11. Random (Rastgele) indeks değerleri

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.0	0.0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Kaynak: Saaty, 1980

Saaty (1980) CR değerinin 0.10'un altında olmasının hesaplamının tutarlı olduğu anlamına geldiğini belirtmiştir. Yapılan AHP uygulamasının tutarlılık sınırları içerisinde bulunduğu görülmektedir.

“extAhp20” ArcMap eklentisi kullanılarak yapılan hesaplamada CR değeri 0.096 çıkmıştır (Şekil 1.16).

Rüzgar Hızı: 43.105	Compute
Bakı: 22.268	
Jeomorfoloji: 15.786	
Arazi Kullanımı: 8.902	
Basıncı: 4.706	
Yükseklik: 5.233	
CR: 0.096	

Şekil 1.16. Kriterlerin “CR” değeri

Her bir alt kriter için ayrı AHP süreci işletilmiş ve oluşan değerler ve öncelikler aşağıda sunulmuştur. Alt kriterlerin matrislerinin oluşturulmasında“ <http://www.healthstrategy.com/ahp/ahp.php> “ web adresinden yararlanılmıştır.

Matrisler hazırlanırken alt kriterlerin isimleri harflerle sembolize edilmiş harflerin anlamları Tablo olarak verilmiştir. Her ne kadar basınç ve yükseklik gibi düzenli artış gösteren özellikler rüzgar hızı üzerinde etkili olsa da, jeomorfolojik özellikler, bakı ve arazi kullanımı gibi karmaşık değişkenlerin varlığına bağlı olarak 2 m/sn olan ortalama rüzgar hızı sahaya enterpole edilip alt kriterleri oluşturulamamış sahanın tamamında aynı kabul edilmiştir. Fakat rüzgar hızı bir ana kriter olarak genel değerlendirmede yer almıştır. Alt kriter matrislerinin tamamının tutarlılık sınırları içerisinde bulunduğu görülmüştür (Tablo 1.12). Alan yetersiz kaldığı için harflerle kodlanan alt kriter isimleri için kullanılan harflerin karşılıkları tablo halinde verilmiştir (Tablo 1.13).

Tablo 1.12. Havza Depresyonu fırtına duyarlılık analizi alt Kriterlerinin ikili karşılaştırma ile normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisleri ve öncelik (priority) vektörleri

	Alt kriterlerin ikili karşılaştırma matrisleri			Alt kriterlerin normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisleri			Öncelik Vektörü		
Bakı*		a	b	c		a	b	c	Ağırlık
	a	1	5	8	A	0.754	0.789	0.666	0.737
	b	0.200	1	3	B	0.150	0.157	0.250	0.186
	c	0.125	0.333	1	C	0.094	0.052	0.083	0.076
Tutarlılık Oranı = CR= CI/RI = 0.0387/0.58 = 0.066									
Jeomorfoloj		a	b	c		a	b	c	Ağırlık
	a	1	3	7	A	0.677	0.714	0.538	0.643
	b	3.333	1	5	B	0.225	0.238	0.384	0.282
	c	0.142	0.200	1	C	0.096	0.047	0.076	0.073
Tutarlılık Oranı = CR= CI/RI = 0.0484/0.58 = 0.083									
Arazi		a	b	c		a	b	c	Ağırlık
	a	1	3	4	A	0.631	0.692	0.500	0.608
	b	0.333	1	3	B	0.210	0.230	0.375	0.272
	c	0.25	0.333	1	C	0.157	0.076	0.125	0.119
Tutarlılık Oranı = CR= CI/RI = 0.0506/0.58 = 0.087									
Basınç*		a	b	c		a	b	c	Ağırlık
	a	1	3	5	A	0.652	0.692	0.555	0.633
	b	0.333	1	3	B	0.217	0.230	0.333	0.260
	c	0.200	0.333	1	C	0.130	0.076	0.111	0.106
Tutarlılık Oranı = CR= CI/RI = 0.0277/0.58 = 0.047									
Yükseklik*		a	b	c		a	b	c	Ağırlık
	a	1	3	4	A	0.631	0.692	0.500	0.608
	b	0.333	1	3	B	0.210	0.230	0.375	0.272
	c	0.25	0.333	1	C	0.157	0.076	0.125	0.119
Tutarlılık Oranı = CR= CI/RI = 0.0506/0.58 = 0.087									

Tablo 1.13. Alt Kriterlerin ikili karşılaştırma ile normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrislerinde kullanılan harflerin anlamları

Bakı	(a) K-KD-G-GB (b) Düz (c) D-GD-B-KB	Basınç	(a) 930-940 (b) 920-930 (c) 910-920
Jeomorfoloji	(a) Vadiler (b) Aşımın Yüz. (c)Engebeli	Yükseklik	(a) 800-870 (b) 700-800 (c) 610-700

Arazi Kullanımı	(a) Açık Alan (b) Orman (c) Yerleşme		
-----------------	--	--	--

Alt kriterlerin öncelik vektörü (ağırlık) değerleri ArcMap 10.5. 'te öznetelik tablolarına işlenmiştir. Daha sonra “Spatial Analyst Tool” aracında yer alan “Weighted Sum (Ağırlıklı Toplama)” tekniği kullanılarak kriterlere ağırlık değerleri atanmış ve toplama işlemi gerçekleştirilerek fırtına duyarlılık haritası üretilmiştir. Üretilen harita “Natural Breaks (Jenks)” yöntemi kullanılarak 5 basamaklı olarak sınıflandırılmıştır.

1.4.3.6. Çoklu Duyarlılık Analizi Yöntemleri

Sahadaki yüksek doğal afet risklerini bütünleşik olarak tek bir haritada toplamak adına “Bütünleşik Duyarlılık Değerlendirmesi” yapılmıştır. Bu bağlamda ArcMap 10.5. ortamında tüm afetlere karşı duyarlılığı yüksek ve çok yüksek olan alanlar “Raster to Polygon” fonksiyonu kullanılarak poligona dönüştürülmüş ve bahsedilen alanlar tek bir haritada toplanmıştır. Sahanın tamamında deprem tehlike düzeyi yüksek olduğu için deprem, alanın hepsini kapsayacak şekilde renklendirilmiştir. Duyarlılığı fazla olan alanların haritalanmasında aynı alana birden fazla afetin duyarlı olabildiği görüldüğü ve altta kalanlar ayırt edilemediği için bazıları transparan veya desenli olarak haritaya yansıtılmıştır.

Ayrıca doğal afetlerin tamamına duyarlılığı ortaya koymak için “multirisik değerlendirme” yapılmıştır. Deprem dışındaki afetlerin sonuç haritalarının hepsi 5 sınıf olacak şekilde yeniden sınıflandırılmış (Reclassify), oluşan alt sınıflara az duyarlıdan çok duyarlıya doğru artacak şekilde 1’den 5’e kadar etki değeri atanmıştır. Deprem tehlike analizinde kullanılan Poisson yönteminin çıktısı bir harita olmadığından ve saha KAF ve yakın çevresini içerip yüksek deprem tehlikesine sahip olduğundan dolayı deprem haritası tek sınıf şeklinde ve sahanın tamamı için etki değeri 5 olacak şekilde sınıflandırılmıştır. Elde edilen raster haritalar “Weighted Sum (Ağırlıklı toplama)” aracı kullanılarak daha afetlere herhangi bir genel ağırlık verilmeden (eşit ağırlıklarla) toplanmış doğal afetlerin tamamına daha duyarlı olan alanlar belirlenmiş, uygun yer analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuç haritasının sınıflandırılmasında “Natural Breaks (Jenks)” yöntemi kullanılarak sınıflar arası farklılıklar daha belirgin hale getirilirken, sınıf içi tutarlılık korunmuştur. İlçe merkezi için oluşturulan haritalarda altlık olarak Google Earth uydu görüntüsü kullanılmıştır.

2.ARAŞTIRMA SAHASININ COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ

2.1. Fiziki Coğrafya Özellikleri

Doğal afetlerin oluşum ve gelişimlerini daha doğru bir şekilde açıklayabilmek için sahanın doğal ortam özelliklerinin kapsamlı şekilde ortaya konulması gerekmektedir. Çünkü doğal afetler doğal ortam unsurlarına bağlı olarak geliştiği gibi, sonuçlarını da onlar üzerinde sergilemektedirler.

2.1.1. Jeolojik Özellikler

Araştırma sahasının çok büyük bir bölümünü Neojen yaşlı Miyosen ve Pliyosen arazileri oluşturur. En dar alanlı jeolojik formasyonlar ise sahanın güney sınırında yüzeyleyen Lütésiyen yaşlı volkanik kayalar ile Üst Jura-Alt Kratesa yaşlı kireçtaşı çökelleridir.

2.1.1.1. Mesozoik

Sahanın en yaşlı birimleri olan Üst Jura-Alt Kretase (Mesozoik) yaşlı araziler kireçtaşlarından oluşmakta ve çalışma sahası güney bölümünde Tersakan Çayı vadisinin batısında yüzeylemektedir (Erer, 1983) (Şekil 2.1). Samsun-Amasya-Sivas demiryolu buradan geçer. Bu kireçtaşları 0,05 km²'lik alanda yayılışa sahiptirler. Erer (1983), bu alanda gözlenen Eosen flişlerinin içerisinde az metamorfize olmuş şist parçalarının bulunduğunu bu duruma bağlı olarak en altta Paleozoik bir temel bulunması ihtimalinin bulunduğunu belirtmiştir.



Şekil 2.1. Havza Depresyonu'nun güney kesiminde, Göçmenler Mahallesi yakınlarda Üst Jura - Alt Kretase yaşlı kireçtaşı istifleri.

İnceleme alanının kuzeydoğusunda Ereli köyü civarında Kampaniyen-Maestrihtiyen (Mesozoik) yaşlı araziler bulunmaktadır. Bu arazi kumtaşı-çamurtaşı ve

çökel kayalardan oluşmaktadır (Şekil 2.2). Dirik (1994) bu istifin Cankurtaran Formasyonu olduğunu belirtmektedir.



Şekil 2.2. Ereli Mahallesi batısında monoklinal şekilde bulunan Kampaniyen-Maestrihtiyen yaşlı kumtaşı-çamurtaşı çökelleri.

2.1.1.2. Senozoik

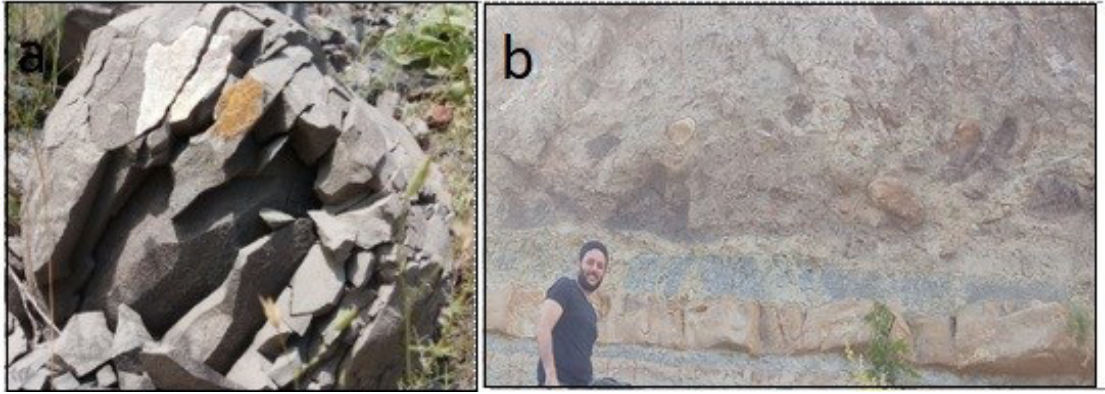
Ağırlıklı olarak volkanik kaya (proklastik malzeme) içeren Lütésiyan yaşlı araziler sahanın güney sınırında Tersakan Çayı vadisinin iki yamacında sınırlı bir alanda yüzeylenmektedir (Şekil 2.3). Meryemdere Formasyonu olarak adlandırılan bu formasyon, Cankurtaran Formasyonu'nu uyumsuz olarak örtmektedir (Dirik, 1994).

Havza Depresyonu'nda bu volkanik serinin altında Eosen yaşlı flişler bulunmaktadır (Erer, 1983).



Şekil 2.3. Sahanın güneyinde, atık su arıtma tesisi yakınlarında Lütésiyen yaşlı piroklastik depoları.

Lütésiyen yaşlı tefra içerisinde çeşitli boyutlarda piroklastik maddeye rastlanmıştır. Fotoğrafta günlük sıcaklık farkına bağılı olarak fiziksel parçalanmaya uğramış ve çapı yaklaşık 45 cm olarak ölçülmüş bir andezit bloğı görölmektedir (Şekil 2.4a). Lütésiyen yaşlı aglomera altında serpantinlere de rastlanmıştır (Şekil 2.4b).



Şekil 2.4. Sahanın güneyinde volkanik seri yüzeylemektedir. a) Atık su arıtma tesisi yakınlarında iri andezit bloklarına rastlanmıştır. b) Havza Tüneli Yakınlarında Lütésiyen yaşlı aglomera istiflerinin altında serpantin tabakası bulunmaktadır.

Sahada diğeri Neojen çökelleri olan Miyosen yaşlı aglomera ve tüflerden oluşan araziler kuzey ve kuzeydoğuda yayılış göstermektedir (Şekil 2.5). Silcan Deresi vadisinde aglomera ve tüflerin ardalanmaları yüzeylemektedir (Şekil 2.6). Ayrıca civarda andezit bloklarına da rastlanmıştır. Bu araziler ile sahanın büyük bölümünde yayılış gösteren, Pliyosen yaşlı çakıltası-kumtaşı-çamurtaşı gibi çökel kayalardan

oluşan araziler birbirlerinden bir hat boyunca ve keskin bir şekilde ayrılmaktadır. Bu hattı da kabaca KAF çizmektedir.



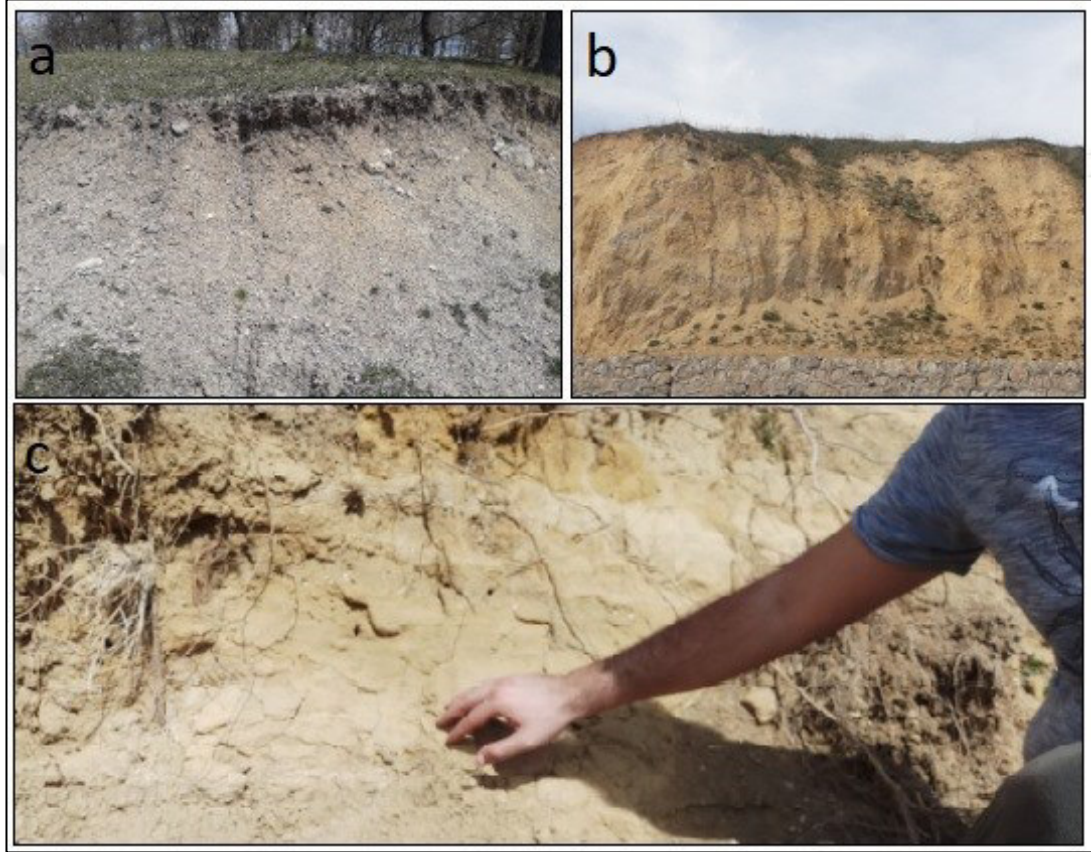
Şekil 2.5. Araştırma sahasının kuzeyinde Ortatepe'nin yamaçlarında aglomera istifleri.



Şekil 2.6. Kuzeyde Silcan Deresi vadisinde yüzeyleyen Miyosen yaşlı aglomera ve tuf ardalanması.

Sahanın çok büyük bir bölümünü oluşturan Neojen'de göl ortamında gelişen Pliyosen yaşlı araziler karasal nitelikli çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı çökellerinden

oluşmaktadır (Şekil 2.7a, Şekil 2.7b, Şekil 2.7c). Bu formasyon Dindardibi Formasyonu olarak adlandırılır ve içerisinde Ostrakod, Gastropod ve Pelesipod fosilleri ile bitki kalıntıları içerir. Havza Depresyonu'nunda geniş yayılış gösteren Dindardibi Formasyonu çökelleri zayıf çimentolanmıştır (Dirik, 1994). Bu durum özellikle yersel kökenli doğal afetlerin değerlendirilmelerinde ve analizlerinde dikkate alınmalıdır.



Şekil 2.7. Havza Depresyonu'nunda çok geniş alanlarda Pliyosen çökelleri yayılış göstermektedir. a) Şeyhsafi Mahallesi yakınında Pliyosen karasal çökelleri. b) Sahanın kuzeydoğusunda Yenice Mahallesi sınırında Pliyosen yaşlı istifler. c) Mürsel Köyü yakınında Pliyosen yaşlı kum taşı istifleri.

Tersakan Çayı ve Çayırözü Deresi vadilerinin tabanları Kuvaterner yaşlı alüvyonlar ile örtülüdür. Dirik (1994) bu birimin Alt Kuvaterner yaşlı Vezirköprü Formasyonu ve üstünde güncel alüvyonlar ve yamaç molozlarından oluştuğunu belirtmektedir. Vezirköprü Formasyonu'nda yaş tayini yapılabilecek bir fosile rastlanmadığı belirtilmiştir.

Depresyon tabanında, eğimin azaldığı noktalarda bu örtü genişlemekte ve kalınlaşmaktadır. Havza ilçe merkezinin bir bölümü Çayırözü Deresi vadisinde Kuvaterner yaşlı alüvyal malzeme üzerinde bulunmaktadır. Tersakan Çayı vadisinin

tabanı da yine benzer şekilde Kuvaterner yaşlı alüvyonlarla örtülüdür (Şekil 2.8). Dirik (1994) bu güncel depoların çakıl, kum, silt ve kil araldanmalarından oluştuğunu, yer yer kum ve çakıl merceklerinin bulunduğunu belirtmiştir.

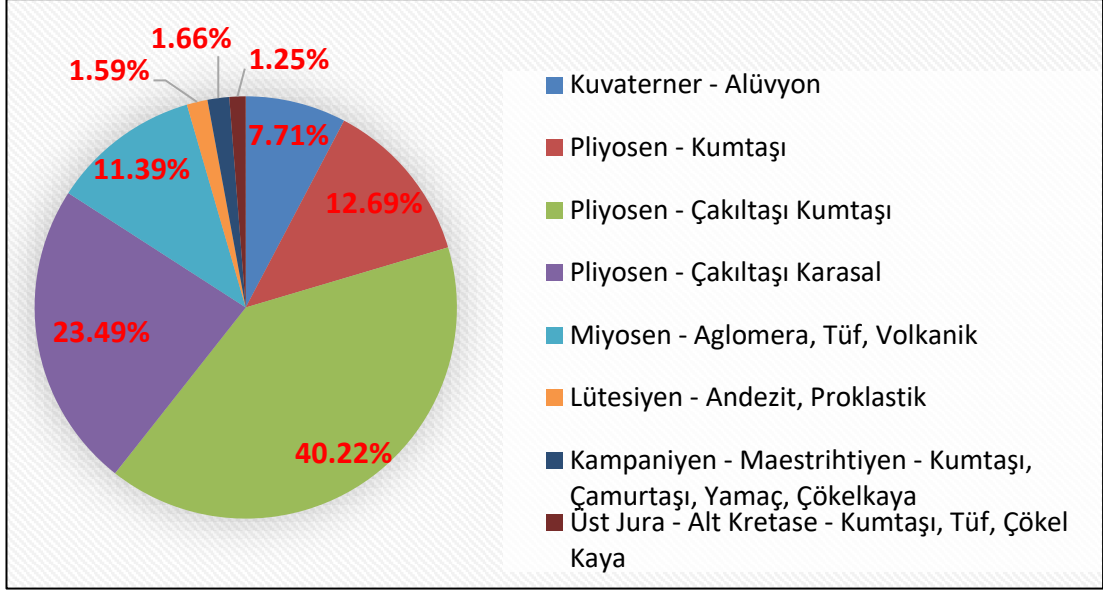


Şekil 2.8. Tersakan Çayı vadi tabanında, Üniversite Mahallesi'nde Kuvaterner alüvyon depoları.

Sahada en geniş alan kaplayan jeolojik formasyon olan Pliyosen yaşlı çökelleri oranı %78,42 'dir (Tablo 2.1, Şekil 2.9).

Tablo 2.1. Araştırma sahasında jeolojik birimlerin kapladıkları alanlar ve yüzdeleri.

	Dönem		Alan (km ²)	Oran (%)
SENOZOİK	KUVATERNER - Alüvyon		6,50	7,80
	TERSİYER	Pliyosen - Kumtaşı	10,70	13,00
		Pliyosen - Çakıltaşı Kumtaşı	33,90	41,35
		Pliyosen - Çakıltaşı Karasal	19,80	24,07
		Miyosen - Aglomera, Tüf, Volkanik	9,60	11,60
		Lütesiyen - Andezit, Proklastik	0,34	0,42
MESOZOİK	KRETASE	Kampaniyen – Maestrihtiyen Kumtaşı, Çamurtaşı, Yamaç, Çökelkaya	1,40	1,70
		Üst Jura	0,05	0,06



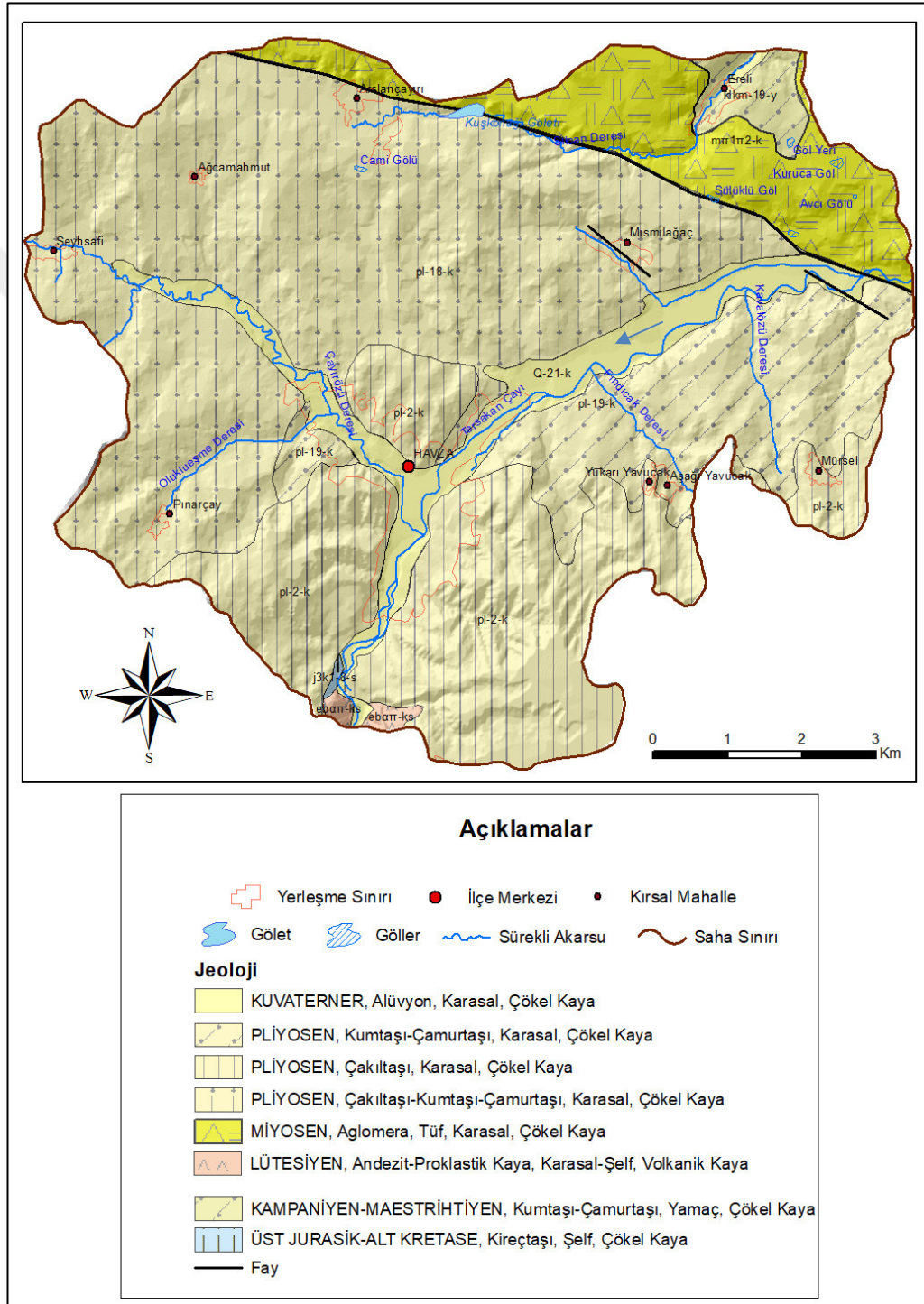
Şekil 2.9. Araştırma sahasının jeolojik birimlerin alansal dağılış grafiği.

Anadolu’da Neojen’deki nemli ve yağışlı ortamda, genellikle tektonik oluşumlu olan çukur sahalarda gelişen Neojen göllerinin tabanında Miyosen yaşlı volkanik sedimentler ve Pliyosen yaşlı tortullar (kumtaşı, çakıltaş gibi) sırasıyla birikmiş ve temel zemini diskordant bir şekilde örtmüştür (Erer, 1983). “Neojen, tabanda konglomera, ortalarda kil bantlı konglomera, üstte de yer yer konglomera bantlı killerden oluşmuştur. Konglomeralar kalker ve volkanik çakıllı olup merceksi ve çok zayıf çimentoludur. Killer yumuşak olup, yer yer kömür bantı içerirler. Neojenin toplam kalınlığı Havza civarında 500 m’yi bulmaktadır” (Keskin, 1984; Toka ve Şahin, 2006: 2). Araştırma sahasının temel zeminini oluşturan Üst Jura-Alt Kratese yaşlı kireç taşları oluşturmakta, Onları Üst Kretase yaşlı (Kampaniyen-Maestrihtiyen) çökeller örtmektedir. Onların üzerinde Eosen (Lütesiyen) flişleri ve volkanikleri, en üstte ise Pliyosen çökelleri yer alır (Şekil 2.10).

Araştırma sahasının çok daha büyük bir depresyonun küçük bir bölümü olması muhtemeldir. Zira çevresinde Pliyosen ve Miyosen yaşlı çökeller genişçe bir alan kaplamaktadır. Bu jeolojik durumun denetiminde yağışın da etkisiyle meydana gelen jeomorfolojik özellikler ve gelişim, ilgili bölümlerde kritik edilmiştir.

Sahanın kuzeyinden ülkemizin en büyük fay sistemi olan KAF geçmektedir. KAF sahanın tektoniğinde en önemli faktördür. Tektonik bir depresyon olan araştırma sahasının ve geçici göllere karşılık gelen lokal çöküntülerin KAF’ın aktivitelerinin denetiminde geliştiği düşünülmektedir.

Sağ yanal doğrultu atımlı aktif bir fay olan KAF çevresinde gerilmelere bağlı olarak onun denetiminde pek çok yerşekli gelişebilmektedir (Erinç, 2002). Faylar yalnızca bir hat boyunca değil onlarca kilometreyi bulabilen bir satıhta jeomorfolojik sürecin ve yerşekillerinin oluşum ve gelişimini denetleyen baş faktör olabilirler. Tektonik bir depresyon olan araştırma sahasının da Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) üzerinde bulunduğunu belirtmek gerekir.



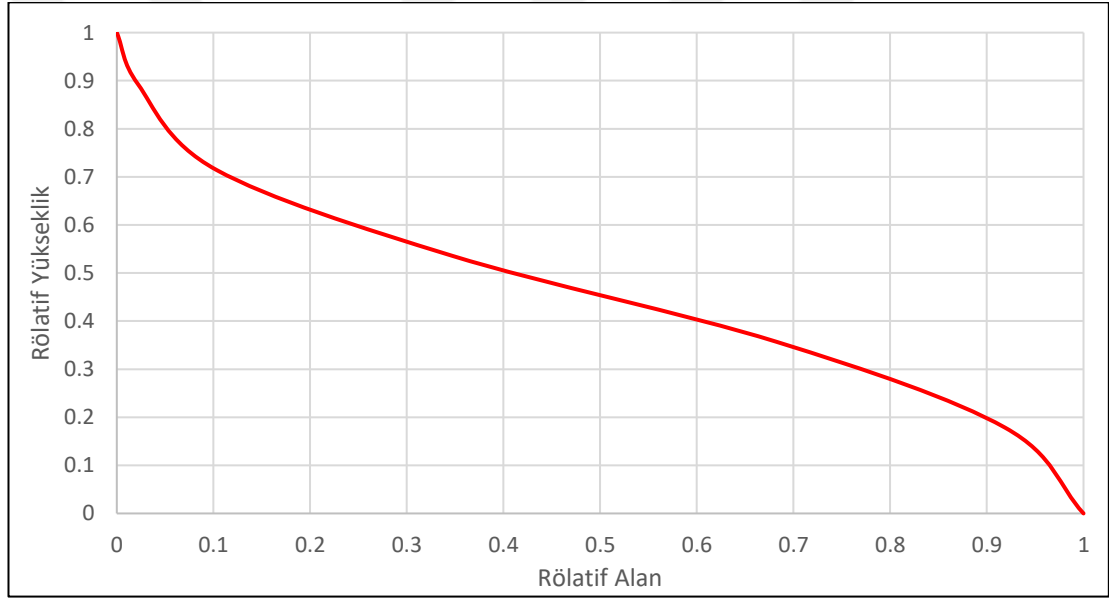
Şekil 2.10. Havza Depresyonu'nun Jeoloji Haritası

2.1.2. Jeomorfolojik Özellikler

2.1.2.1. Araştırma Sahasının Morfometrik Özellikleri

2.1.2.1.1. Hipsometrik Eğri ve Hipsometrik İntegral

Havza Depresyonu'nun aşınım durumu hakkında kantitatif bilgi edinebilmek için yöntemler bölümünde değinilen basamaklarla hipsometrik eğri oluşturulmuştur. Hipsometrik eğrinin dışbükey olması çalışma alanının genç olmasına işaret ederken, içbükey olması ise alanın yaşlılığını ortaya koymaktadır. "S" görünümü kazanmış hipsometrik eğriler ise olgun sahalara aittir (Strahler, 1952). Araştırma sahasının hipsometrik eğrisinin kabaca "S" görünümüne sahip olduğu görülmektedir (Şekil 2.11).



Şekil 2.11. Araştırma sahasının hipsometrik eğrisi.

0 ile 1 arasında değişen hipsometrik integral değerinin düşük çıkması oldukça aşındırılmış bir alanı işaret ederken, yüksek çıkması (1'e yaklaşması) ise aşındırmanın fazla olmadığı ve topoğrafyanın henüz yüksek olduğu bir alanı işaret eder (Özdemir, 2011). Yani değer yüksekliği arazinin genç olduğunu, düşüklüğü ise yaşlı olduğunu ifade eder. Araştırma sahasının en büyük yükselti değeri 890 m, en küçük yükselti değeri ise 610 m'dir. ArcMap ortamında DEM verisi üzerinden yapılan hesaplama göre sahada ortalama yükselti 730 m'dir. Bu veriler ile hipsometrik integral değeri (HI) yaklaşık **0,43** olarak hesaplanmıştır.

$$HI = (730-610) / (890-610) = 0.428571$$

Elde edilen hipsometrik eğriye göre de ve hesaplanan hipsometrik integrale göre de araştırma sahasının aşınım derecesi olarak olgunluk evresinde olduğu söylenebilir.

2.1.2.1.2. Yükseklik Analizi

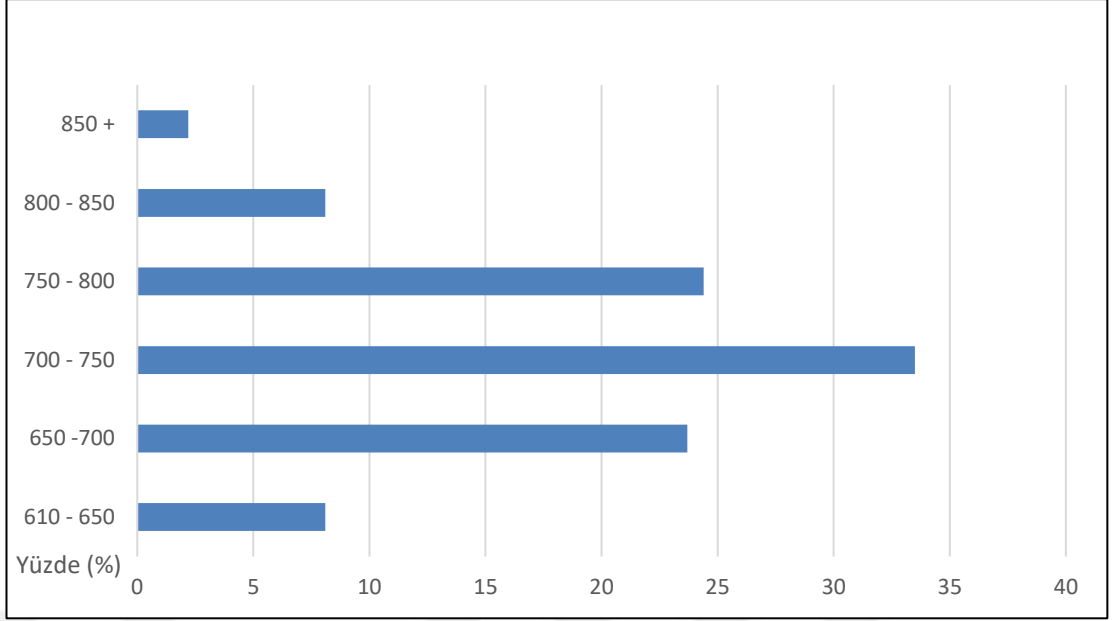
Yükseklik; sıcaklık, yağış, basınç gibi iklim elemanlarının özelliklerinin değişimi üzerinde etkili olduğu gibi heyelan, erozyon, taşkın ve fırtına gibi doğal afetlerin oluşumunda etkili olan parametreler üzerinde de belirleyici bir role sahiptir. Yükseklik arttıkça sıcaklık azalırken, yağışta belli bir yükseltiye kadar artış görülür. Ayrıca yüksekliğin fazla olması kaide seviyesi değişimleriyle birlikte akarsu ağının daha fazla derine gömülmesine ve eğimli yüzeylerin artışıyla heyelan ve erozyon afetlerin oluşma ihtimalinin artmasına neden olmaktadır.

Özellikle Türkiye gibi orta kuşak ülkelerinde yükselti arttıkça beşeri ve ekonomik etkinliklerin kısıtlanmasıyla birlikte nüfus ve yerleşmenin de seyreltiği görülmektedir. Sahanın en büyük yerleşmesi olan Havza ilçe merkezinin konumu da bu durumu örnekler niteliktedir.

Araştırma sahası tepeler ve sırtlarla çevrili bir depresyon içerisindedir. Sahada en geniş alanlı yükselti basamağı 700-750 m yükselti aralığındaki basamaktır (Tablo 2.2). En dar alanlı yükselti basamağına sahip alanlar ise 850 m ve üzeri yükselti değerine sahip olanlardır (Şekil 2.12). Sahanın en yüksek noktalarını sahanın güneydoğusunda yer alan Şişmanoğlu Tepesi çevresi (895 m.) ve 1. Seviye Aşınım Yüzeyi üzerinde yer alan tepelik alan (870 m.) oluşturmaktadır. Sahada 2 farklı seviyede aşınım yüzeyleri belirlenmiştir. 1. seviye aşınım yüzeyi 780 – 830 m. arasında, 2. Seviye aşınım yüzeyi 720 – 770 m. arasında bulunmaktadır. Depresyon tabanı 610 – 650 m. yükseltileri arasındadır. Yerleşmelerin bu kesimde yoğunlaştığı gözlenmektedir. Nitekim Havza ilçe merkezi de burada yer almaktadır.

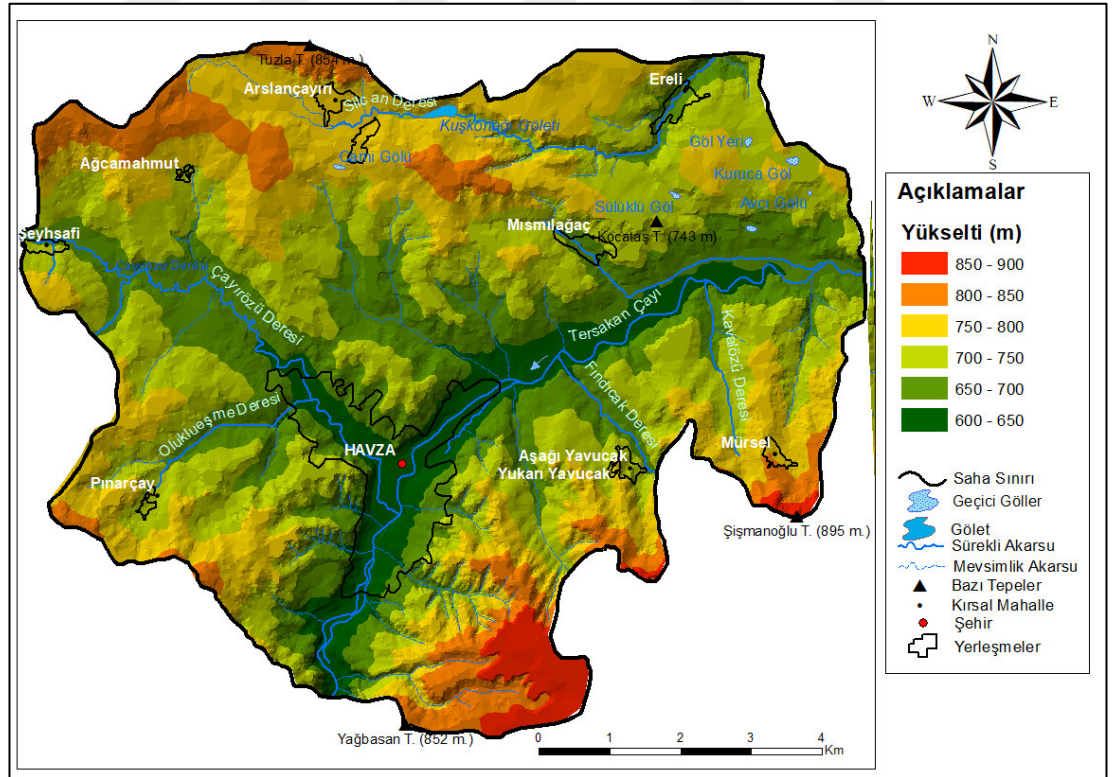
Tablo 2.2. Araştırma sahası yükselti basamaklarının alansal dağılımı

Yükselti Basamağı (m)	Alan (km ²)	Yüzde (%)
610 - 650	6,7	8,1
650 -700	19,5	23,7
700 - 750	27,6	33,5
750 - 800	20,1	24,4
800 - 850	6,7	8,1
850 +	1,8	2,2
Toplam	82,4	100



Şekil 2.12. Havza Depresyonu'nda yükselti basamaklarının alansal dağılışı grafiği.

Araştırma sahası sınırlarının büyük oranda su bölümü hatlarından geçirilmesinin bir sonucu olarak depresyon tabanından çevreye doğru yükselti değerlerinin arttığı görülmektedir (Şekil 2.13).



Şekil 2.13. Havza Depresyonu'nun yükselti basamakları haritası.

2.1.2.1.3. Eğim Analizi

Eğim bu aşamada jeomorfolojik özellikleri ve birimleri yorumlamak adına 5 derece aralığıyla sınıflandırılmıştır. Fakat doğal afet risk analizlerinde parametre olarak afetin dinamiklerine uygun olarak çeşitli eğim sınıflandırmaları yapılmıştır.

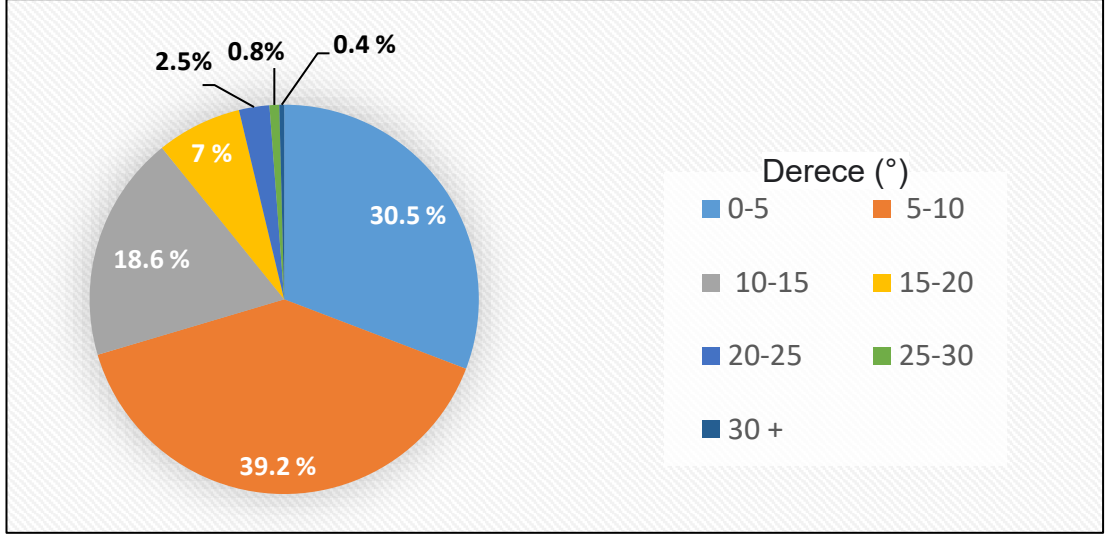
Sahanın eğim özellikleri incelendiğinde eğim derecesi 5 – 10 ° arasında olan alanların eğim sınıfları içerisinde en fazla alanı kapladığı görülmektedir (%39.2). Araştırma sahasında en az alanı ise eğim değeri 30°'nin üzerinde olan bölümler oluşturmaktadır (% 0,4) (Tablo 2.3).

Tablo 2.3. Havza Depresyonu'nun eğim sınıfları ile alansal ve yüzdelik dağılımları.

Eğim (°)	Alan (km ²)	Yüzde (%)
0-5	25,1	30,5
5-10	32,3	39,2
10-15	15,3	18,6
15-20	5,8	7,0
20-25	2,1	2,5
25-30	0,7	0,8
30 +	0,3	0,4
Toplam	82,4	100,0

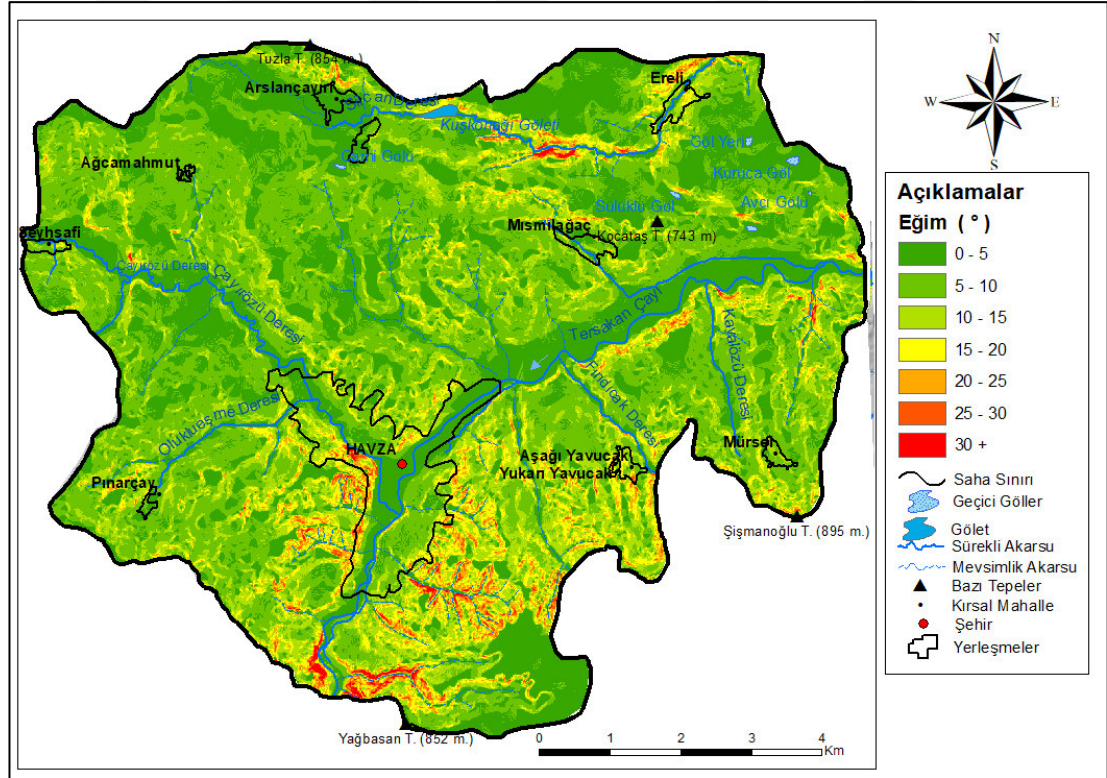
Eğimin yamaç dengesi üzerinde de etkisi bilinmektedir. Eğimin artması yamaç üzerindeki kütlelerin hareketine yol açar. Eğim arttıkça yamaç molozlarının ve kütlelerin yer çekimine bağlı olarak taşınımı da kolaylaşmaktadır. Bu durum erozyonu hızlandırıcı bir etki yaparak yamaç gelişimini desteklemektedir. Ayrıca ani ve şiddetli yağışlar sonrası eğimin fazla olduğu havzalarda su, aşağı çığırlarda hızla yığılmakta sellere ve taşkınlara sebebiyet verebilmektedir.

Sahada düz olan veya eğim değeri çok düşük olan alanların büyük çoğunluğu vadi tabanlarına karşılık gelmektedir. Buralar alüvyal dolgu alanları oldukları için depremden birinci derecede etkilenecek alanlar olmasının yanında potansiyel taşkın alanlarıdır. Bu alanlar aynı zamanda yerleşmelerin ve beşeri ve ekonomik etkinliklerin yoğunlaştığı alanlara karşılık gelmektedir. Nitekim bahsi geçen nitelikleri barındıran Tersakan vadi tabanı Samsun-Ankara karayolunun yanında yerleşme alanları, sanayi tesisleri, ulaşım tesisleri, tarım alanları gibi pek insan faaliyetini bünyesinde barındırmaktadır. Beşeri etkinliklerin en yoğun bulunduğu 0-5 ° eğim aralığındaki sahalar araştırma sahasının %30,5'ini oluşturmaktadır (Şekil 2.14).



Şekil 2.14. Havza Depresyonu'nda eğim sınıflarının alansal dağılışı yüzdeleri grafiği.

Eğimin özellikle Tersakan Çayı, Çayırözü Deresi ve Silcan Deresi vadilerinin yamaçlarında, sahanın sınırını oluşturan tepelerin ve sırtların yamaçlarında ve sahanın kuzeyinde KAF dikliğinde ve sahanın güneyinde 1. aşım seviyesi çevresinde çok fazla olduğu görülmektedir. Eğimin az olduğu alanlar ise vadi tabanlarına ve kabaca aşım yüzeylerine karşılık gelmektedir (Şekil 2.15).



Şekil 2.15. Havza Depresyonu'nun eğim sınıfları haritası.

2.1.2.1.4. Bakı Analizi

Bakı, bitki örtüsünün dağılışından tarıma, yerleşim alanlarının ve nüfusun dağılışından doğal afetlere kadar pek çok doğal ve beşeri unsur üzerinde etkileri hissedilen bir parametredir.

Sahada en fazla alanı düz ve düze yakın sahaların kapladığı görülmektedir (%15.4). En az alanı ise batıya bakan sahalar oluşturmaktadır (%9.1).

Türkiye arazisi Afrika ve Arap Levhaları'nın kuzeye doğru baskılamaları sonucu jeosenklinallerde biriken tortulların orojenez uğrayarak kıvrımlanması sonucu yükselmesiyle ortaya çıkmıştır (Atalay, 2017). Bu süreçte ülkemizin iki büyük kıvrım sistemi olan Toros ve Kuzey Anadolu sıra dağları oluşmuştur. Araştırma sahası doğu-batı doğrultulu Kuzey Anadolu Kıvrım Sistemi üzerinde yer almaktadır. Bu duruma bağlı olarak sahada kuzeye (K-KD-KB) ve güneye (G-GD-GB) bakan alanlar fazladır (Tablo 2.4). Fakat en geniş alanı düz olan bölümler kaplamaktadır (% 15,4) (Şekil 2.16).

Tablo 2.4. Havza Depresyonu'nun bakı sınıfları ve alansal ve yüzdeler dağılımları.

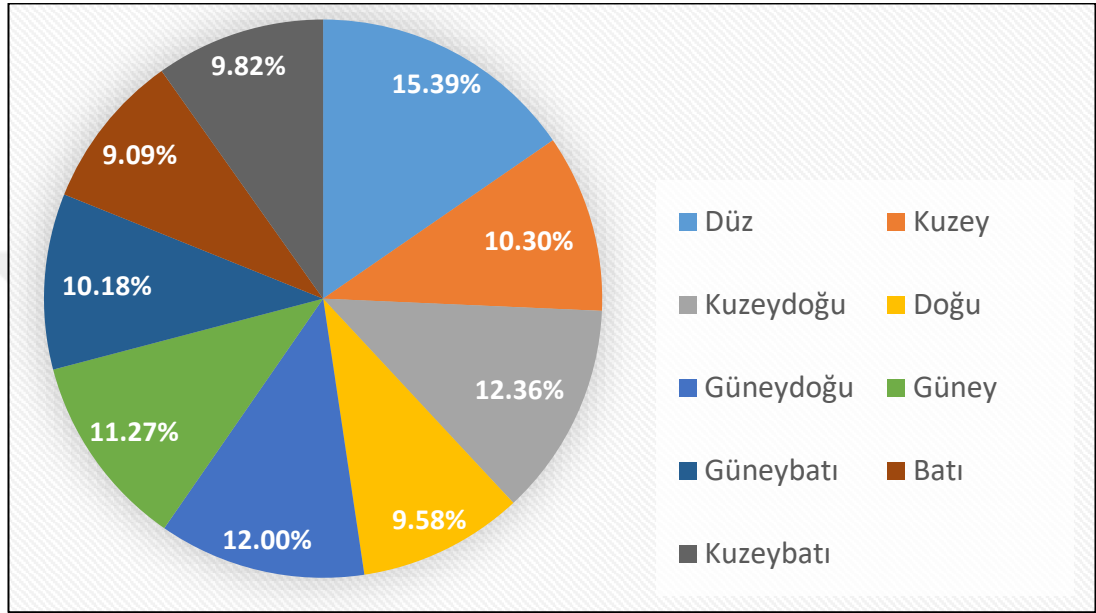
Yön	Alan (km ²)	Yüzde (%)
Düz	12,7	15,4
Kuzey	8,5	10,3
Kuzeydoğu	10,2	12,4
Doğu	7,9	9,6
Güneydoğu	9,9	12,0
Güney	9,3	11,2
Güneybatı	8,4	10,2
Batı	7,5	9,1
Kuzeybatı	8,1	9,8
Toplam	82,4	100,0

Saha her ne kadar Karadeniz ardında yer alsada meteorolojik veriler sahanın kuzey sektörlü hava olaylarından daha fazla etkilendiğini göstermektedir. kuzey sektörlü hava kütlelerinin etkisinde kalması kuzey yamaçların daha çok yağış alma ihtimalinin olduğunu göstermektedir. Sahadaki hakim rüzgarların kuzey – kuzeydoğu yönünden esmesi de bu durumu desteklemektedir.

Türkiye'de genel olarak dağların ve tepelerin güney yamaçları kuzey yamaçlarına göre daha fazla güneş radyasyonuna maruz kalmakta bu durumda kuzey ve güney yamaçlar arasında toprak nemliliği ve taban suyu özellikleri bakımından farklar oluşturmaktadır. Toprak nemliliği heyelan oluşumunu etkileyen önemli bir

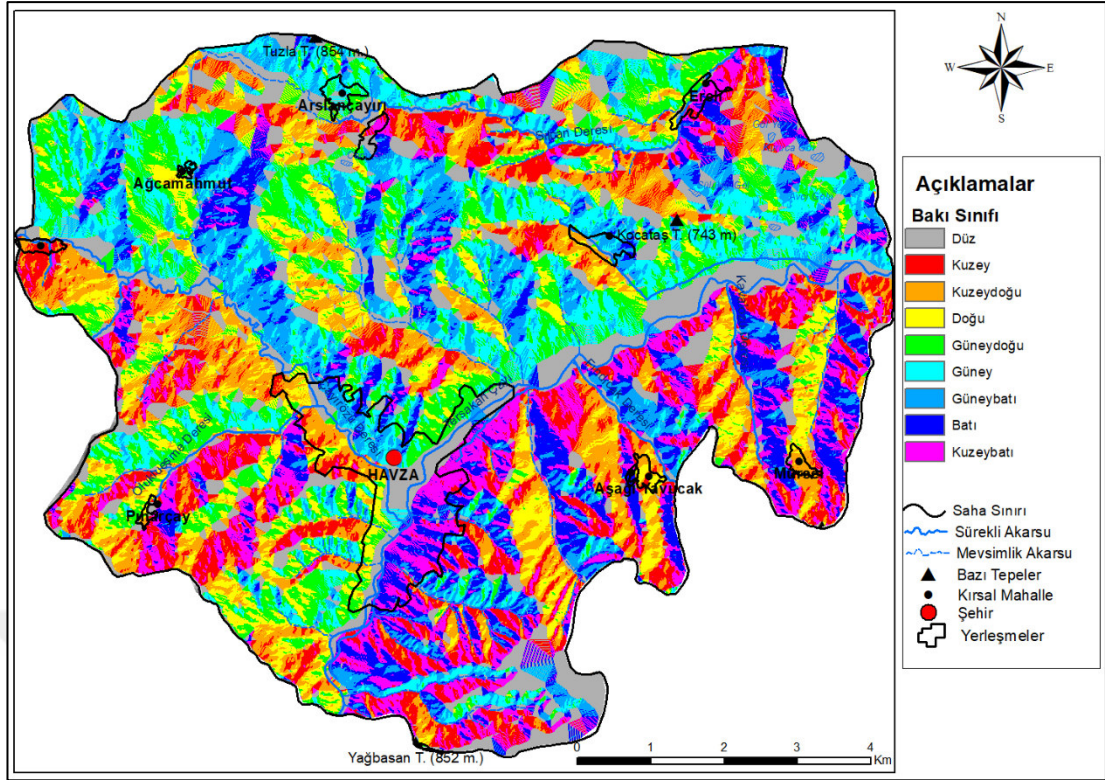
parametre iken, taban suyu özellikleri de infiltrasyon özelliklerini belirler ve suyun yüzeysel akışa geçme ve sel oluşum sürecini yöneten dinamiklerden birisidir (Mater, 1998; Turoğlu 2005; Özşahin 2013a) .

Tüm bunlar araştırma sahasının kuzey yamaçlarını heyelan ve sel açısından daha duyarlı yapmaktadır. Aynı şekilde bu yamaçların fırtınaya karşı duyarlılıkları da yüksektir.



Şekil 2.16. Havza Depresyonu'nun bakı durumu grafiği.

Araştırma sahasının da içinde bulunduğu kuzey yarım kürede orta kuşak alanlarında insanların yerleşmelerini ve ekonomik etkinliklerini güney yamaçlarda sürdürme eğiliminde olması bu noktada bir avantaj olarak sayılabilir. Nitekim araştırma sahasının kalabalık nüfuslu yerleşmeleri olan Havza ilçe merkezinin büyük bölümü, Arslançayırı Mahallesi ve Mısmılağaç Mahallesi güney yamaçlarda konumlanmıştır (Şekil 2.17).

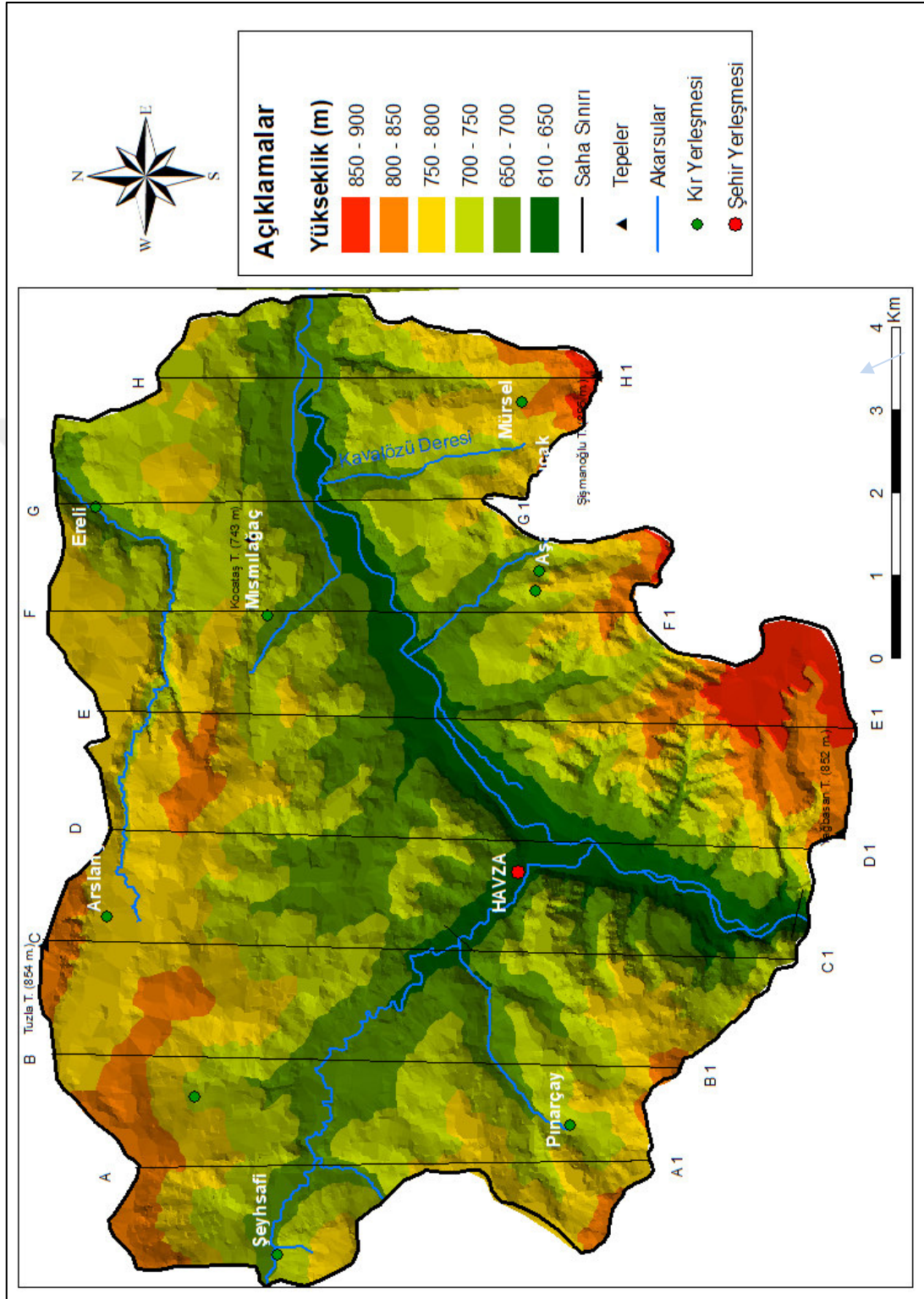


Şekil 2.17. Havza Depresyonu'nun bakı sınıfları haritası.

2.1.2.1.5. Profil Analizleri

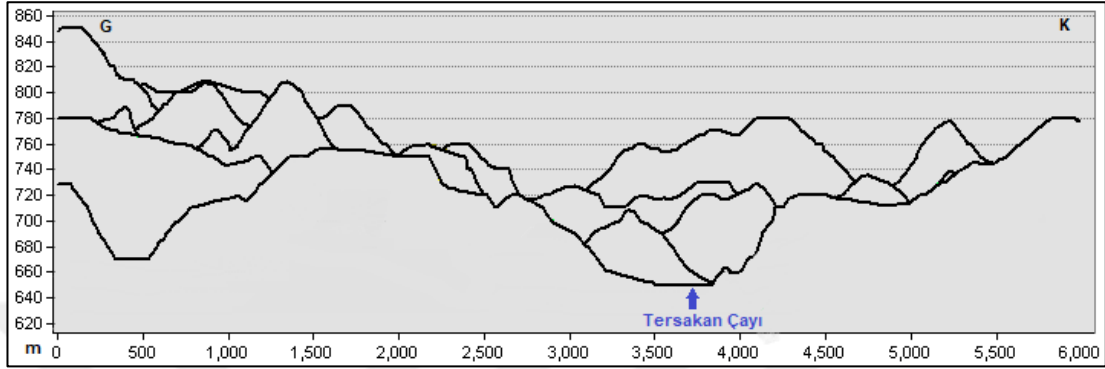
Topoğrafyayı daha iyi anlayabilmek için profil analizlerinin önemi büyüktür. Oluşturulan bir kesitten alınan profilin engebeli görüntüsü arazinin de engebeliğine işaret eder. “Bir yöredeki yer şekillerinin ana uzanış doğrultusuna dik ve bu yer şekillerini kesecek şekilde alınacak enine profiller alandaki aşırı eğimli alanlar, eğim kırıklıkları, aşınım gençleşmeleri ve tektonik hatların belirlenmesi ve aşınım yüzeylerinin ve taraçaların sınıflandırılması gibi konularda önemli veri kaynağı oluştururlar” (Bilgin, 2013; Avcı ve Günek, 2015: 752). Akarsuların akış yönlerine dik alınan profiller, vadi yamaçlarındaki morfolojik durum, taraça seviyeleri gibi özellikleri ortaya koyar.

Araştırma sahasının rölyefini en iyi şekilde ortaya koyabilmek için alınacak profillerin kuzey-güney yönlü olması gerektiği değerlendirilmiş, sekiz adet profil hattı belirlenmiştir (Şekil 2.18).



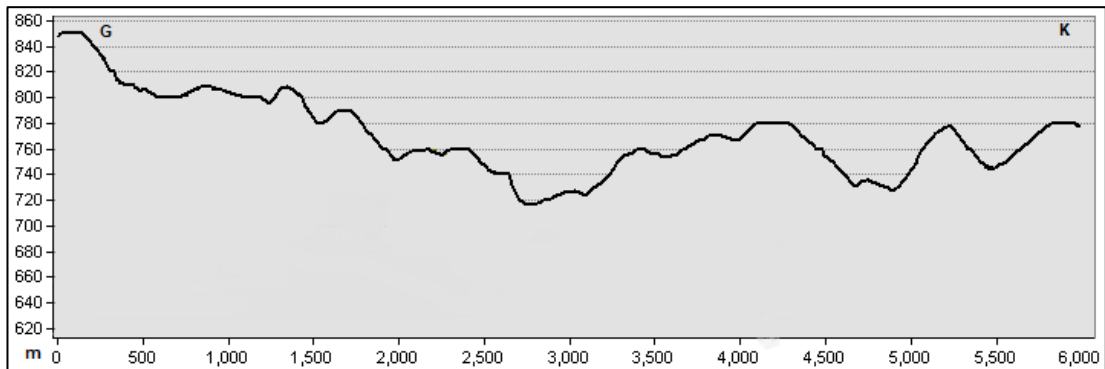
Şekil 2.18. Havza Depresyonu'nda alınan profillerin kesit izleri.

Sahada bulunan aşınım yüzeylerinin ana hatlarıyla belirlenmesi amacıyla mürtesem profil oluşturulmuştur (Şekil 2.19). Mürtesem profil oluşturulurken yüksek olan kesitlerin alçakta olanları kapatmaması için arazinin daha alçak olan tarafından bakış sağlanmıştır. Sahanın mürtesem profilinde doğudan batıya doğru bir sıra izlenmiştir.



Şekil 2.19. Havza Depresyonu'nun mürtesem profili (Güney -Kuzey).

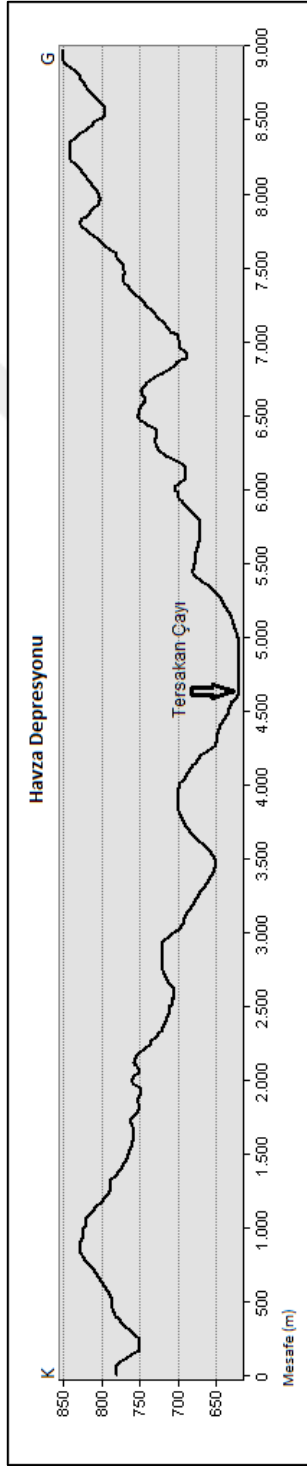
Bileşik profiller bir sahaya uzaktan bakıldığında zirveler düzeyinde oluşan genel manzarayı verirler. Sahadaki yüksek yerlerin birbirlerine yakın yüksekliklere sahip olup olmadıkları ve arazinin akarsu ağı yöreye gömülmeden önceki rölyefi hakkında da fikir verebilirler (Ertek, 2014). Sahanın bileşik profiline bakıldığında kabaca güneyden kuzeye doğru azalan yükselti değerleri dikkati çekmektedir (Şekil 2.20).



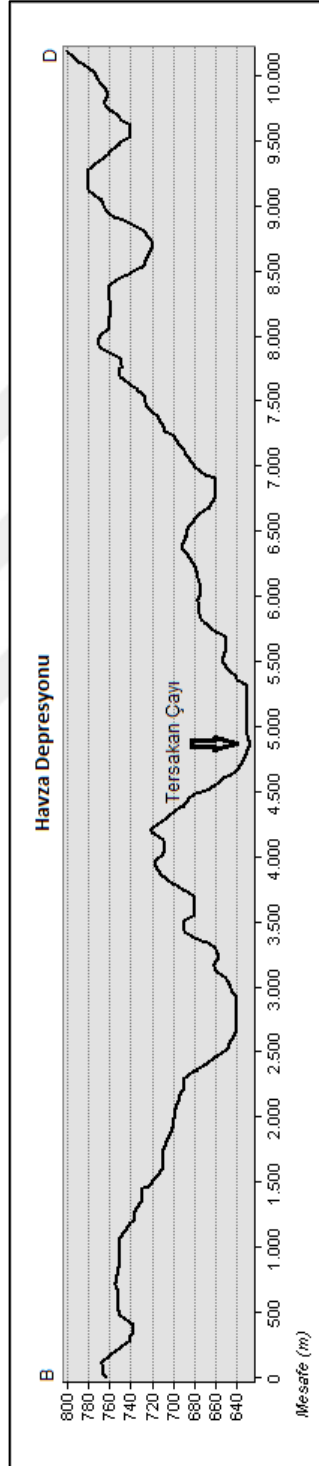
Şekil 2.20. Havza Depresyonu'nun bileşik profili (Güney – Kuzey).

Havza Depresyonu'nun yer şekillerini en iyi şekilde ortaya koyabilmek için mürtesem, süperimpoze ve bileşik profillerden başka K – G ve B – D yönlerinden profiller alınmıştır (Şekil 2.21, Şekil 2.22). Saha sınırı su bölümü hatlarından geçirildiği ve depresyon tabanı merkezi bir konumda yer aldığı için K – G ve B – D profilleri birbirlerine benzemektedirler.

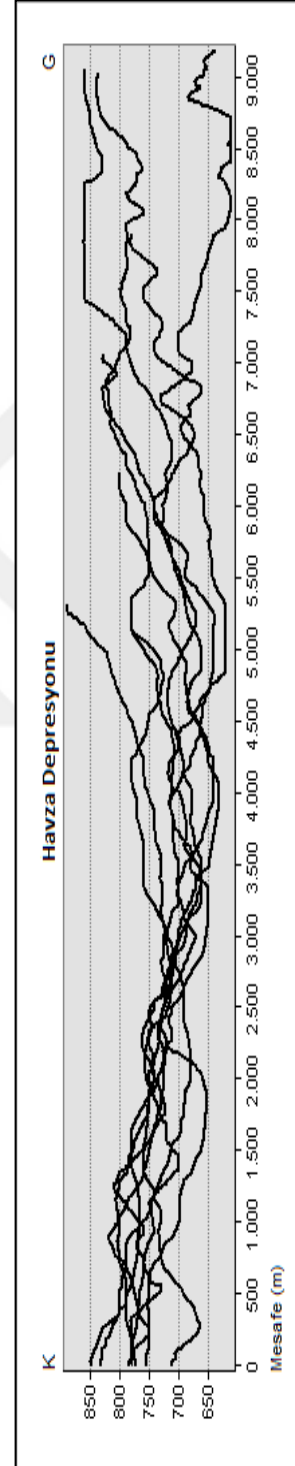
Süperimpoze (çakıştırılmış) profillerle depresyon tabanı, aşınım yüzeylerinin seviyeleri ve arazinin genel rölyefi hakkında fikir sahibi olunabilir (Ertek, 2014). Araştırma sahasının rölyef özelliklerini ve jeomorfolojik karakterini daha iyi anlayabilmek için süperimpoze profil oluşturulmuştur (Şekil 2.23).



Şekil 2.21. Havza Depresyonu'nun Kuzey-Güney Profili.



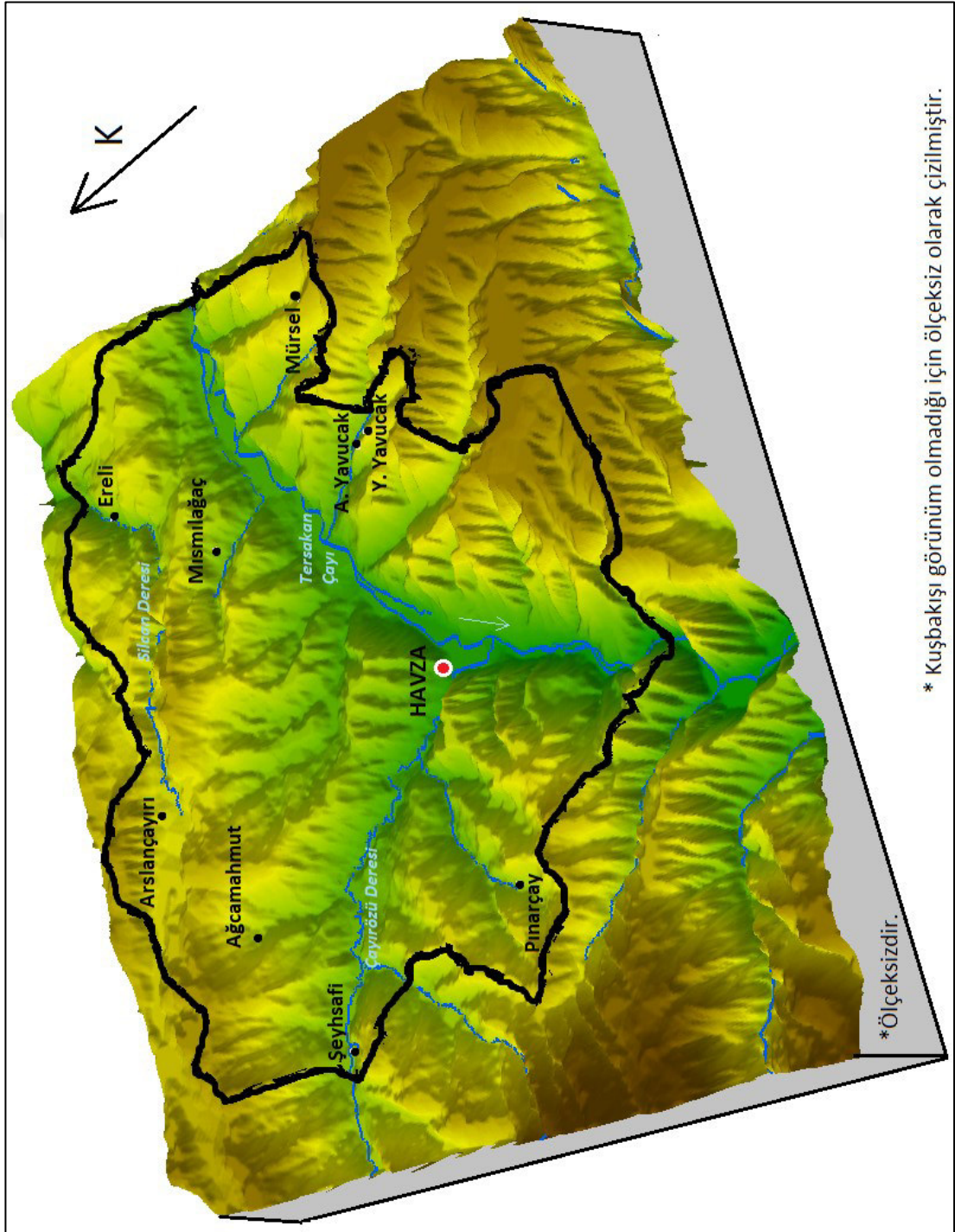
Şekil 2.22. Havza Depresyonu'nun Batı-Doğu Profili.



Şekil 2.23. Havza Depresyonu'nun süperimpoze Profili.

2.1.2.2. Jeomorfolojik Birimler

Araştırma sahasının jeomorfolojik özelliklerinin daha iyi anlaşılabilmesi ve jeomorfolojik gelişim hakkında fikir vermesi için blokdiyagram üretilmiştir. Burada saha sınırını oluşturan su bölümü hatları, kuzeyde ve güneyde yer alan boğaz vadiler ve diğer jeomorfolojik birimler, drenaj durumu, yerleşmelerin konumları gibi pek çok özellik yer almaktadır (Şekil 2.24).



Şekil 2.24. Havza Depresyonu ve yakın çevresinin blokdiyagramı (güneyden bakış).

2.1.2.2.1. Aşınım Yüzeyleri

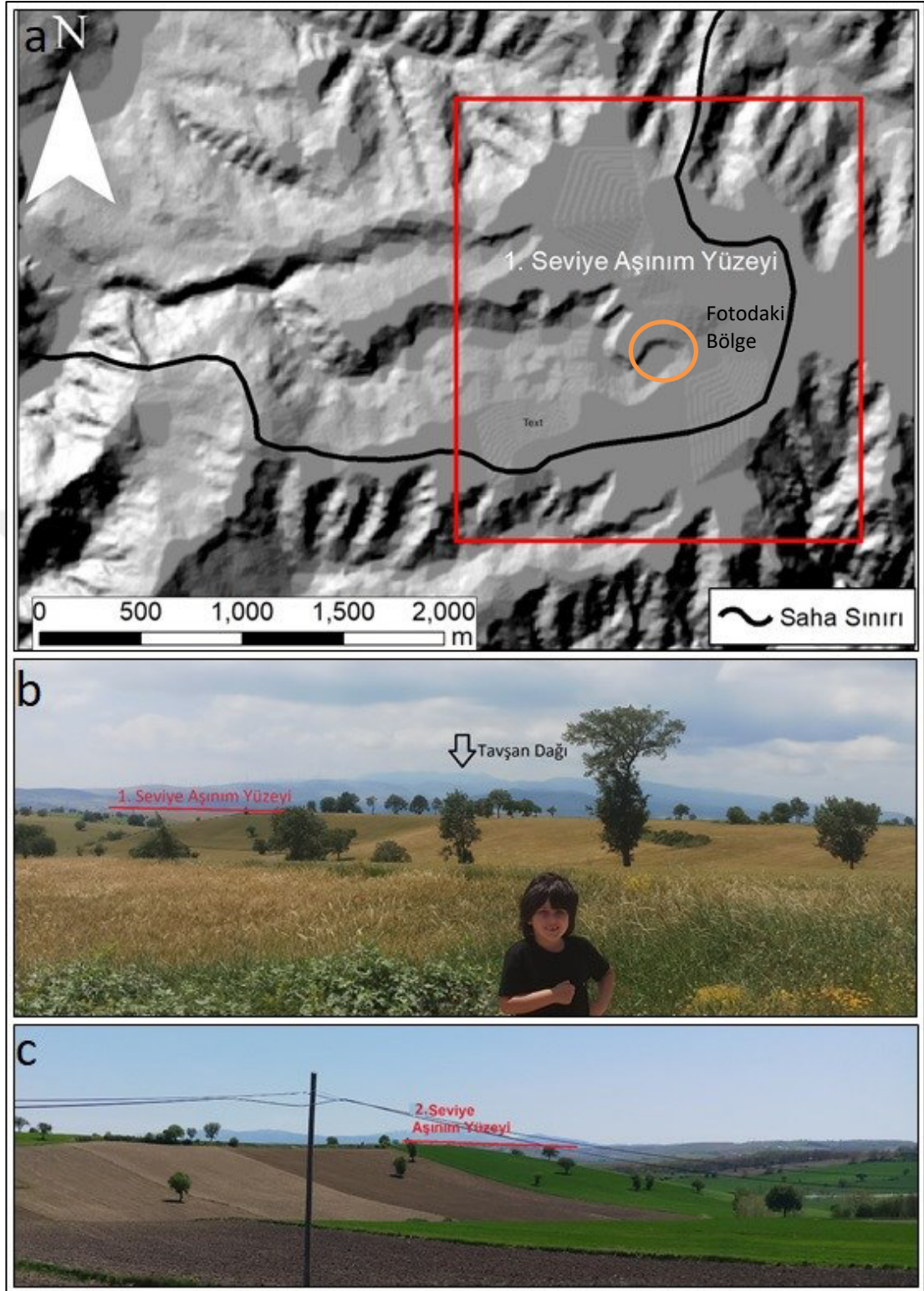
Tektonik veya östatik hareketlerle akarsu aşındırmasının tekrar canlanmasına bağlı olarak farklı seviyelerde aşınım yüzeyleri oluşabilir.

Herhangi bir sahada yereyin akarsular tarafından tesviye edilmesiyle meydana gelmiş, düz veya hafifçe dalgalı topoğrafya yüzeylerine aşınım yüzeyi denir. Bunlar gerek litolojik gerekse tektonik bakımdan aynı yapısal özellikleri gösteren yerelerde gelişebilecekleri gibi farklı yapıdaki sahalarda da meydana gelebilirler. Bu özellikleri onları, yatay yapılı sahalarda oluşan ve üzerlerinde yer alan yumuşak tabakaların aşındırılıp ortadan kaldırılmasıyla meydana çıkmış sert tabaka yüzeylerinden müteşekkil düzlükler olan yapı platformlarından ayırır (Hoşgören, 2007: 191).

Havza Depresyonu KAF hattı üzerinde yer alan, tektonik hareketliliğin olduğu bir alandır. KAF çevresinde meydana gelen tektonik hareketler sonucu çökmeler veya yükselmeler meydana gelip, bu tip alanlarda genel kaide seviyesinden bağımsız flüvyal gençleşmeler yaşanabilmektedir. Ayrıca sahanın ana akarsuyu olan Tersakan Çayı, Yeşilirmak vasıtasıyla Karadeniz'e ulaşmakta ve genel kaide seviyesi değişimlerine de sahanın duyarlı olmasını sağlamaktadır (açık havza). Araştırma sahasında iki farklı aşınım seviyesi ve yüzeyi ayırt edilebilmiştir.

Erer (1983) de Havza Depresyonu'nu da kapsayan çalışmasında depresyon ve çevresinde iki farklı Post-Neojen aşınım yüzeyinin ayırt edilebildiğini belirtmiştir. Erer bu çalışmada 1. Seviye aşınım yüzeyi olarak adlandırılan yüzeyi "Post-Neojen I" aşınım yüzeyi, 2. Seviye aşınım yüzeyi olarak adlandırılan yüzeyi ise "Post-Neojen II" aşınım yüzeyi olarak adlandırmıştır. Belirlenebilen iki aşınım seviyesinin genel özellikleri şöyledir;

- 1. seviye aşınım yüzeyi sahanın kuzeyinde ve güneydoğusunda Pliyosen yaşlı karasal çökel kaya ihtiva eden araziler üzerinde bulunmakta, 780 – 830 m arası yüksekliklere karşılık gelmektedir. Kısmi olarak Miyosen yaşlı aglomeralar üzerinde de izlenen yüzey kuzeyde Ağcamahmut Mahallesi, çevresinde, güneydoğuda Yağbasan Tepe civarında belirgindir (Şekil 2.25a , Şekil 2.25b).
- 2. seviye aşınım yüzeyi 720-770 m arasında Pliyosen yaşlı sedimenter kayalar, Miyosen yaşlı aglomera ve Kampaniyen-Maestrihtiyen yaşlı çökeller üzerinde, Havza ilçe merkezi, Mısmılağaç Mahallesi ve Ereli Mahallesi çevresi başta olmak üzere muhtelif alanlarda görülmüştür (Şekil 2.25c).



Şekil 2.25. Havza Depresyonu'nda iki aşınım yüzeyi seviyesi belirlenmiştir. a) Sahanın güneyinde 1. seviye (Post-Neojen I) aşınım yüzeyini gösterir harita. b) Havza Depresyonu'nun güneydoğusunda Yağbasan Tepesi civarında birinci seviye (Post-Neojen I) aşınım yüzeyi belirgindir. c) Havza ilçe merkezi kuzeyinde ikinci seviye (Post-Neojen II) aşınım yüzeyi takip edilebilmektedir.

2.1.2.2.2. Tepeler

Saha Tavşan Dağı ve Akdağ gibi masif yapılı yüksek dağların arasında yer alan yatay yapılı bir çöküntü alanıdır. Sahanın belirgin yükseltilerini tepeler oluşturmaktadır (Şekil 2.14). Sahada bulunan onlarca tepenin oluşumunda baskın olan süreçler tektonik ve flüvyal süreçlerdir. Sahada ayırt edilebilen tepeler şunlardır;

Beşik T. (855 m), Doruklarla T. (850 m), Karaağaç T. (843 m), Döngel T. (825 m), T. (810 m), Dağlarla S. (806 m), Yel T. (832 m), Düzdağ T. (760 m), Koca taş T. (762 m), Karacalardı T. (765 m), Kavakbaşı T., Kiraz T. (755 m), Tekeyeri T., Çal T., Orta T., Döngel T. Doğuda Taşlı T. (730 m), Kiremitlik T. (776 m), Şişmanoğlu T. (895,4 m); Güneyde Kaşçı T. (815 m), Kurtlu T. (781 m), Aşağı Susuz T. (875,4 m), Akbayır T. (777 m), Küllük T. (837 m), Meşelik T. (825 m), Tatarın T. (813 m), Yayla T. (828 m); Batıda Killik T. (802 m), Tekeyeri T., Çal T., Döngel T.

Boyunlara da sıkça rastlanan sahada tepelerin oluşumunda flüvyal süreçlerin oldukça etkin olduğu düşünülmektedir. Genellikle sırtların devamında yer alan tepelerin oluşumunda yağışlar sonrası oluşan seyelanların etkili olduğu, seyelanların komşu iki küçük havzanın su bölümü hattını oluşturan sırtı karşılıklı aşındırmaları sonucu boyunların ve nihayetinde tepelerin oluştuğu değerlendirilmiştir (Şekil 2.26). Örneğin aşağıda yer alan Kavakbaşı tepesi ile yanındaki sırt bir boyun ile birbirlerinden ayrılmış olup, ilgili fotoğrafa “Diğer Morfolojik Birimler” başlığında yer verilmiştir. Direnç farklılıkları da tepe gelişiminde yer yer rol oynamış olabileceği gibi, Dirik (1994) sahada KAF kuzeyinde uzanan aralarında Orta Tepe'nin de bulunduğu tepelerin basınç sırtı (pressure ridge) olduğunu belirtmektedir. Erer (1983) ise sahada aşınım artışı tepelere rastlandığını belirtmiştir.

Ayrıca sahadaki temel araziye diskortant bir şekilde örten Neojen tortullarının, bu arazideki nispeten yüksek sahalara karşılık gelen bölümlerinde tepeler oluşmuş olabilir.

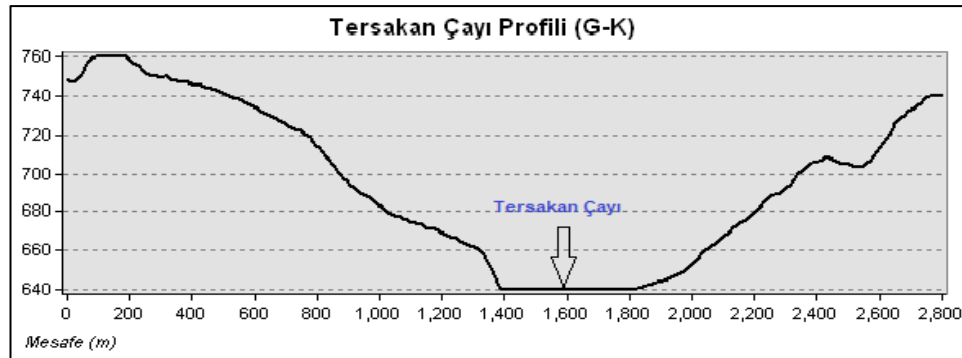


Şekil 2.26. Şeyhsafi Mahallesi yakınlarında Kavakbaşı Tepesi.

2.1.2.2.3. Vadiler

“Vadiler akarsuların yataklarını kazmaları ve derinleştirmeleriyle meydana gelmiş; genellikle bir taban ve bunun iki tarafında yer alan yamaçlardan müteşekkil yerşekilleridir” (Hoşgören, 2007: 174).

Sahanın kuzeyinde küçük bir alan Silcan Deresi tarafından drene edilirken, sahanın büyük bölümü Tersakan Çayı ve ona bağlanan kollarla drene edilmektedir. Bu kollar pek çok vadi kazmıştır. Aynı zamanda bu kollar için de taban seviyesi vazifesi gören Tersakan ana vadisi saha içerisinde büyük oranda geniş tabanlı vadi özellikleri gösterir (Şekil 2.27). Bu durumun oluşmasında en önemli etken eğimdir. Eğimin azlığına bağlı olarak çayın menderesler çizmesinden dolayı yana aşındırmanın kuvvetli olması, bu duruma bağlı olarak yamaç topuklarının aşındırılarak heyelanlar yoluyla yamaçların geriletilmesi, yine bu sebeple asıl yatağının yanında genişçe bir taşkın yatağına sahip olması ve su seviyesinin yükseldiği zamanlarda peyderpey buraların alüvyonla kaplanması söz konusudur.



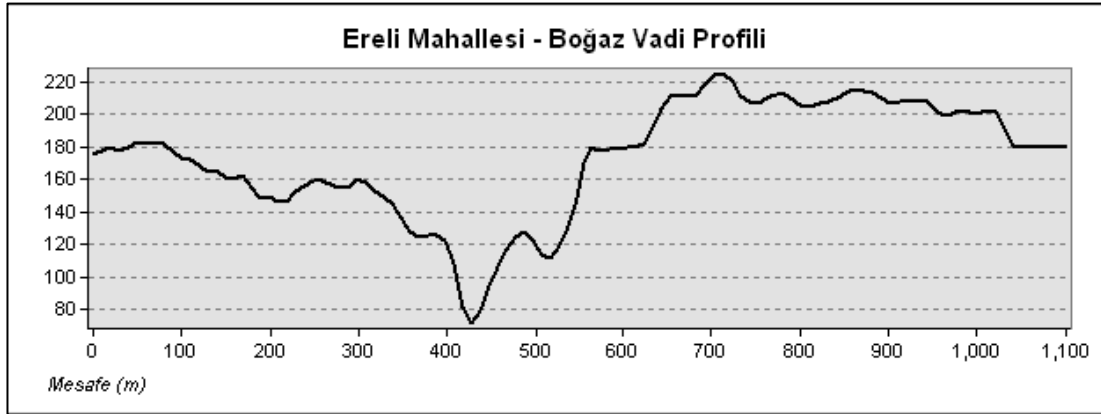
Şekil 2.27. Havza ilçe merkezi yakınlarında Tersakan Çayı vadi profili.

Çayırözü Deresi'nin vadisi kaynağını aldığı Tavşan Dağı çevresinde çentik vadi özelliği göstermektedir. Fakat araştırma sahası derenin aşağı çığırında yer aldığı için ve burası depresyon tabanına karşılık geldiği için eğim büyük oranda azalmakta ve Tersakan Çayına benzer şekilde geniş tabanlı vadi profili çizmektedir.

Sahanın güneyinde Amasya sınırı yakınlarında (Tersakan Çayı Boğazı) (Göçmenler Mahallesi civarı) ve kuzeyde Ereli Mahallesi'nin bulunduğu alanda (Ereli Boğazı) boğaz vadiler bulunmaktadır. Göçmenler Mahallesi yakınlarındaki boğaz vadi depresyonun güney sınırını oluşturan su bölümü hattını yarararak Tersakan Çayı'nın sahadan ayrılıp Yeşilirmak'a katılmasını ve denize ulaşarak genel kaide seviyesinin tesirine girmesini sağlayan eşiklerden birisidir. Erer (1983) bu boğazı Tersakan Çayı Boğazı olarak adlandırmıştır. Ereli Mahallesi'nin içerisinde konumlandığı boğaz vadi ise bu çalışmada Ereli Boğazı olarak adlandırılmıştır. Vadi yöre halkı tarafından da boğaz olarak adlandırılmakta içerisinde Tersakan Çayı kenarında "Boğaziçi" isimli bir işletme yer almaktadır. Genellikle boğaz vadilerin oluşumu tektonik aktivite ile flüvyal süreçlerin eş zamanlı ve uyumlu faaliyetleri sonucu gerçekleşir (antesedans). Bunun gerçekleşmesi için gerekli olan yükselme akarsu aşındırmasından daha yavaş olmalıdır. Fakat sahada bulunan iki adet boğaz vadinin oluşumunda antesedansın değil sürempozisyonun etkili olduğu ve sürempoze (epijenik) boğaz vadiler olduğu düşünülmüştür. Depresyon sınırını da belirleyen boğazların buldukları alanlar çevrelerine göre daha yaşlı birimlerden oluşmaktadırlar (Kampaniyen ve Lütesiyen-Jura). Bu durum aşınımın bir eseridir. Araştırma sahasının büyük çoğunluğuna da karşılık gelen Neojen çökellerinin de bu boğazlar çevresinde (saha içinde ve dışında) varlığı buraların temel arazilerin yüksek kısımlarına karşılık geldiklerini ve örtüden temele gömülmenin ilk gerçekleştiği alanlar olduğunu düşündürmüştür. Boğazlar küçük boyutlu oldukları için orojenezle ve saha içerisinden geçen KAF gibi transform faylarda gerçekleşen tektonik hareketlerle açıklanması mümkün görünmemektedir. Yanı sıra Kuvaterner'de gerçekleşen deniz seviyesi değişimleri (östatik hareketler) ve özellikle glasiyal dönemlerde gerçekleşen regresyona bağlı akarsu gençleşmeleri sürempozisyon olayını kolaylaştırmış olabilir.

Erer (1983), Tersakan Çayı Boğazı'nın Havza Depresyonu'nun ve dolaylı olarak Ladik Depresyonu'nun hidrografya şebekesini Merzifon Depresyonu'na ve nihayet dış drenaja bağlayan bir toplardamar niteliğinde olduğunu belirtmiştir. Ereli

Mahallesi'nde yer alan ve bu çalışmada Ereli Boğazı olarak adlandırılan boğaz ise Silcan Deresi'nin suyunu Kızılırmak'a bağlayan eşiktir (Şekil 2.28.).



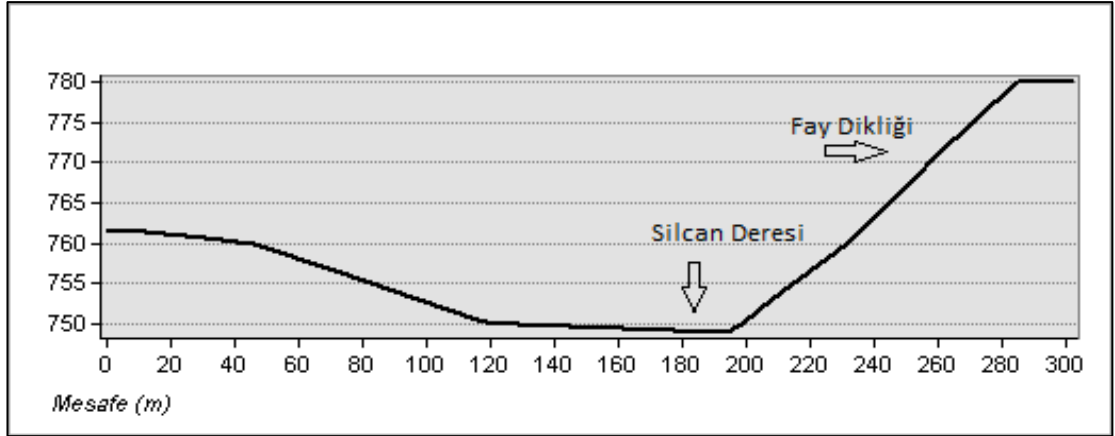
Şekil 2.28. Ereli Boğazı'nın KB-GD profili.

Tersakan Çayı'nın kollarında genel olarak çentik (V şekilli) vadiler bulunmaktadır (Şekil 2.29).



Şekil 2.29. Havzailçe merkezinde İcadiye Mahallesi'nden Tersakan Çayına katılan mevsimlik bir akarsuyun çentik vadisi.

Tersakan Çayı'nın kolları olan diğer sürekli ve mevsimlik akarsuların vadileri de çoğunlukla çentik vadi özelliği gösterse de KAF'ı takiben ilerleyen Silcan Deresi tarafından kazılan vadiye asimetrik profiller de gözlemlenmektedir (Şekil 2.30). Asimetrik vadilerin varlığının nedeni sahanın kuzeyinde yer alan KAF 'tır. Fay dikliği asimetriyi sağlamaktadır . Silcan deresinin vadisinde KAF'a bağlı ötelenmeler de belirgindir (Şekil 2.31).



Şekil 2.30. Silcan Deresi vadisinin asimetri kazandığı noktalarda gösterdiği asimetrik vadi profili.



Şekil 2.31. KAF üzerinde bulunan Silcan Deresi vadisinde ötelenmeler görölmektedir.

Genel olarak bakıldığında yıl boyu akışı bulunan kolların vadileri nispeten daha derin ve belirgin iken, mevsimlik olanların vadileri daha az derindir. Tersakan Çayı da sahanın ana akarsuyu olmasına rağmen çok derin olmayan vadisi ve yatağıyla dikkat çekmektedir. Her ne kadar aşınım evresi de dikkate alınması gerekse de Ladik Gölünden kaynağını alan Tersakan Çayı'nın da diğer göllerden doğan veya üzerinde baraj bulunan akarsularda olduğu gibi yukarı çığırlardan taşıdığı yükün büyük bölümünü gölde bırakmasına bağlı olarak korrazyon gücü azalmış olmalıdır. Nitekim Erinç (2002) göllerden çıkan ve daha az döküntü taşıyan akarsuların yataklarını ve bağlantılı olarak vadilerini daha az derinliştirdiklerini belirtmiştir. Sonuç itibariyle sahada geniş tabanlı, çentik, boğaz ve asimetrik vadi tipleri yer almaktadır.

2.1.2.2.4. Sırtlar

Sırtlar vadileri birbirinden ayıran yerşekilleri oldukları için, vadi sayısının fazlalığına bağlı olarak sırt sayısı da fazladır. Sırtlar yoğunlukla sahadaki küçük havzacıkların su bölümü hatlarına karşılık gelmektedir (Şekil 2.32.). Sahanın içerisinde yer aldığı Kuzey Anadolu Kıvrım Kuşağı'nın genel uzanışı ve Tersakan Çayı'nın saha içerisindeki konumuna uygun olarak sırtlar genel olarak kuzey-güney doğrultulu bir uzanışa sahiptirler. Drenaj yoğunluğu fazla olduğu için yamaç ve sırt sayısının fazla olduğu sahada bunlarla bağlantılı olarak heyelana ve erozyona duyarlı alanlar da fazladır.



Şekil 2.32. Havza Depresyonu'nun doğusunda kabaca kuzey-güney doğrultulu uzanan sırtlar.

2.1.2.2.5. Yamaçlar

Araştırma sahası morfolojik olarak çok sayıda yamaç barındırmaktadır. Yamaçlar genellikle basıktır ve eğim değerleri düşüktür. Araştırma sahasının ortalama eğimi $7,5^{\circ}$ 'dir. Depresyon tabanı çevresinde eğim değerleri çok düşük iken depresyon sınırını oluşturan su bölümü hatlarına doğru eğim değerlerinde artış görülür. Özellikle sahanın kuzeyinde KAF üzerine yerleşmiş bulunan Silcan Deresi vadisinin yamaçları ve güneyde Havza Tüneli mevkiinde yer alan sürempoze boğazın yamaçlarında eğim değerleri artmakta ortalama eğim 20° 'yi geçmektedir.

Yükseltinin fazla olmasına bağlı olarak sahadaki diğer akarsulara göre daha derin vadiler kazmış olan Mendufiye ve Erikli Derelerine ait vadilerin yamaçları eğim değerlerinin arttığı sahalardandır (Şekil 2.33).



Şekil 2.33. Eğim değerlerinin arttığı Mendufiye Deresi vadisi yamaçları

Sahada yamaçların eğriselliğine (curvature) bakıldığında iç bükey ve dışbükey yamaçların oranının birbirine çok yakın olduğu görülür. Dışbükey yamaçlar 25,14 km² alanı kaplarken, içbükey yamaçlar 25,16 km² alana yayılmıştır. Sahanın geri kalanını da herhangi bir eğriselliği bulunmayan yamaçlar ve eğim derecesine bağlı olarak düz olan alanlar oluşturmaktadır. Yamaç eğriselliği haritası “Heyelan Duyarlılık Analizi” bölümünde parametre olarak kullanılmıştır.

Yamaçlarda gelişen ve etkileri en belirgin şekilde gözlenebilen doğal afet heyelanlardır. Sahada bulunan heyelanların eğimin arttığı yerlerden ziyade eğim değerlerinin 0-10° arasında olduğu alanlarda yoğunlaştığı hem Türkiye Heyelan Envanteri Haritası’nda (Duman vd., 2011) hem de bu çalışmada yapılan heyelan duyarlılık analizi çalışması sonucunda ortaya konmuştur. Bu da heyelan oluşumunda en önemli parametre olduğu kabul edilen yamaç eğiminin yanında diğer etkenlerin de heyelan oluşum ve gelişimi üzerinde önemli etkileri olduğunu göstermektedir.

Ayrıca sahanın kuzeyinde KAF üzerinde bulunan fay diklikleri de eğim derecesi yüksek yamaçlar oluşturmakta, heyelan duyarlılığını arttırmaktadır.

2.1.2.2.6. Taraçalar (Sekiler)

“Talvegden daha yukarıda bulunan eski vadi tabanı parçalarına taraça adı verilmektedir” (Hoşgören, 2007: 191). Araştırma sahası geçmişte yaşanan östatik ve

tektonik hareketlere bağlı olarak aşınım yüzeyleri barındırdığı gibi sekiler de barındırmaktadır (Şekil 2.34). Taraçalar Tersakan Çayı vadisinde ve Çayırözü Deresi vadisinin aşağı çıkırında belirgin şekilde ayırt edilebilmektedir.

Tersakan Çayı boyunca 5 farklı taraça seviyesi çayın iki kıyısında da takip edilebilmektedir. Bunlar 90, 50, 30, 5 ve 2 m taraçalarıdır. Özellikle 2 m ve 5 m taraçaları sahada belirgindir ve bu taraçalar dolgu taraçalarıdır. Taraçalar Tersakan Çayı'nın kollarında da çok belirgin olmamakla birlikte takip edilebilmektedir. Bu taraçaların oluşumunda tektonik aktivitelerden ziyade, Pleistosen'de gerçekleşen iklim değişikliklerinin rolü olmalıdır (Erer, 1983).

Akarsu kıyısına daha yakın olan taraça kıyı çizgisinden 2 m. yükseklikte yer almaktadır. Bu taraçanın bugünkü yatağa uzaklığı yer yer değişmekle birlikte saha genelinde 20-25 m kadardır. 2 m taraçası Üniversite Mahallesi'nde belirgindir. 5 m taraçası ise taşkın düzlüğünde tarım alanlarının bulunduğu sahada bulunmakla birlikte, alçakta bulunan taraça kadar belirgin değildir.



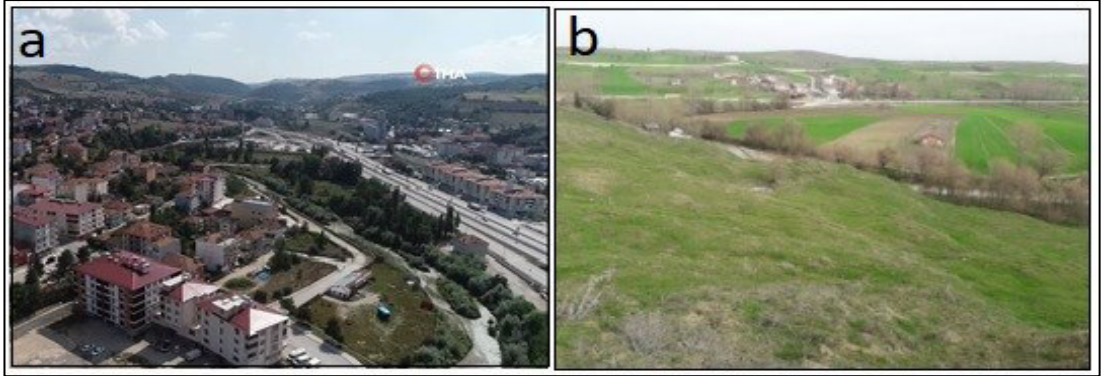
Şekil 2.34. Üniversite Mahallesi yakınlarında Tersakan Çayı vadisinde 2 m taraça yüzeyi

2.1.2.2.7. Depresyonu Tabanı

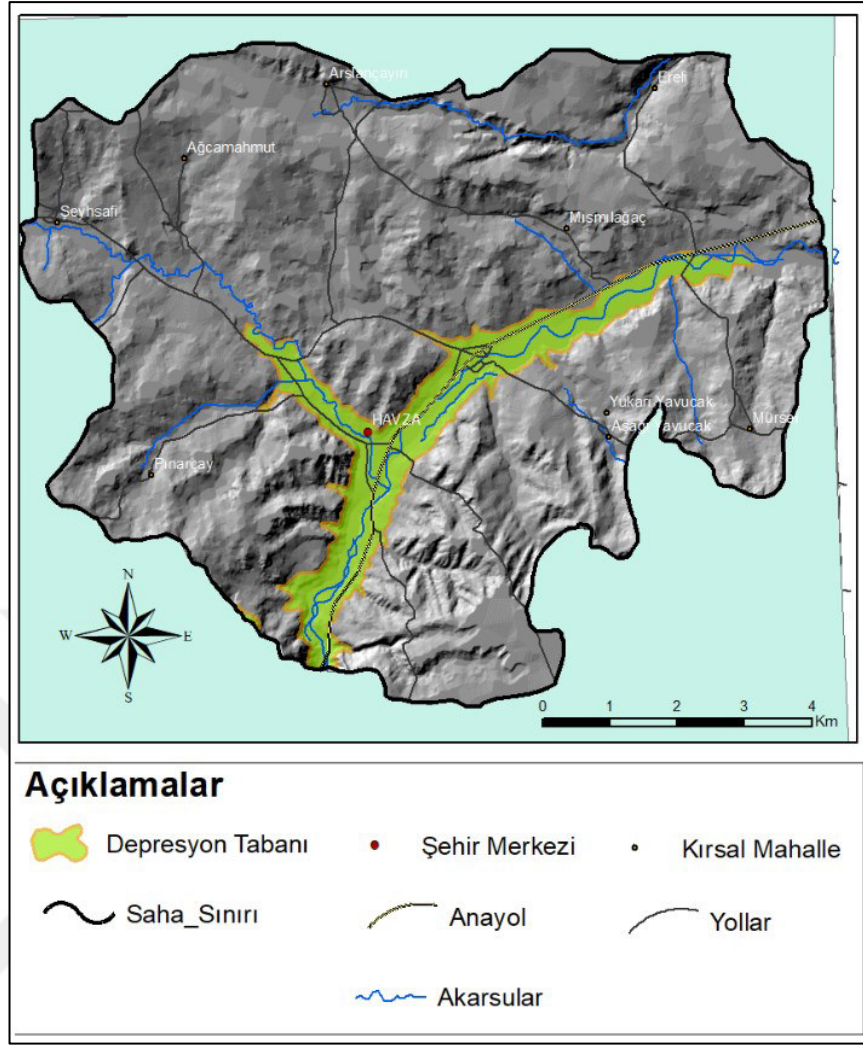
Akdağ ve Tavşan Dağı masifleri platolar seviyesinde komşudur. Havza Depresyonu'nun ise bu masiflerin orografik uzanışına dikey istikamette yatay bir alçalma alanı olduğu düşünülmektedir. Önceleri kapalı havza olan bu depresyon daha önce bahsi geçen “Tersakan Boğazı” ile dış drenaja bağlanmıştır (Erer, 1983). Bilindiği gibi fayların çevresinde tektonik deformasyonlar meydana gelebilmektedir. Havza Depresyonu da KAF'a konum olarak yakındır. Depresyonun oluşumunda KAF kaynaklı tektonizmanın da etkisinin bulunduğu değerlendirilmiştir.

Depresyon tabanı bünyesinde Samsun – Ankara karayolunu da barındırdığından ekonomik hareketliliğin ve yerleşmenin en yoğun olduğu bölüm olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 2.35a). Havza ilçe merkezindeki yerleşme alanlarının yanı sıra sanayi tesisleri, tarım alanları ve ulaşım ile ilgili tesisler, kamu binalarının büyük çoğunluğu depresyon tabanında yer almaktadır (Şekil 2.35b).

Depresyon tabanının üst sınırı olarak 650 m izohipsi alt sınırı olarak ise 610 m izohipsi belirlenmiştir (Şekil 2.36). Taban büyük oranda Tersakan Çayı ve Çayırözü Deresi'nin depoladığı Kuvaterner yaşlı alüvyal malzeme ve onların kazdıkları vadilerin yamaç eteklerinde sınırlı da olsa(yamaç eğimi az olduğu için) kolüvyal malzemeyle kaplıdır. Bu alan aslında kabaca taşkın düzlüğüne (ovasına) karşılık gelir.



Şekil 2.35. Havza Depresyonu tabanı düzlükleri yoğun olarak beşeri etkinliklerde kullanılmaktadır. a) Havza Depresyonu tabanı düzlüklerinde yerleşmeler ve Samsun – Ankara karayolu. Kaynak: İhlas Haber Ajansı. b) Havza Depresyonu tabanı düzlüklerinin kuzey bölümünde Samsun – Ankara Karayolu, tarım alanları ve Tersakan Çayı.



Şekil 2.36. Havza Depresyonu tabanı haritası

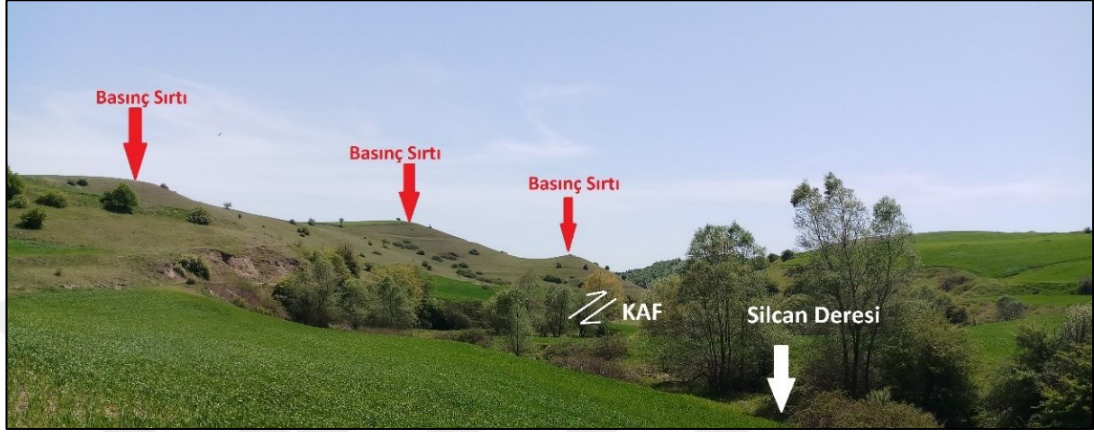
2.1.2.2.8. Diğer Morfolojik Birimler

Araştırma sahasında muhtelif tepeler arasında boyunlar bulunmaktadır (Şekil 2.37). Daha önce de belirtildiği gibi bu boyunların oluşumunda pek çok faktör etkili olmuş olabilir. KAF'a bağlı tektonizmayı da dikkate almak gerekir.



Şekil 2.37. Şeyhsafı Mahallesi yolu kuzeyinde Kavakbaşı Tepesi ile kuzeyindeki sırtı ayıran boyun

Dirik (1994) doğrultu atımlı bir fay olan KAF çevresinde ona koşut olarak uzanan ve yalnızca doğrultu atımlı faylara özgü olan basınç sırtlarının (pressure ridge) araştırma sahasında da bulunduğunu belirtmiştir. Bu basınç sırtları KAF üzerinde yer alan Silcan Deresi vadisinin kuzeyinde arazi çalışmalarında gözlemlenmiştir (Şekil 2.38).



Şekil 2.38. Silcan Deresi kuzeyinde KAF zonunda gelişen basınç sırtları.

Fay üzerine subsekant yerleşen Silcan Deresi'nde bulunan dirsek de doğrultu atımlı fay zonlarında görülen "akarsu ötelenmesi" sonucu oluşmuştur (Şekil 2.39). Silcan Deresi'nin KAF denetiminde sağ yanal olarak 7 km kadar ötelenmiş olabileceği düşünülmektedir. Ötelenme olayı da doğrultu atımlı fayların karakteristiklerindedir (Dirik, 1994).



Şekil 2.39. Silcan Deresi vadisinde ötelenme bulunmaktadır. Kaynak: <https://yandex.com.tr/harita>

Tersakan Çayı Depresyon tabanında belirgin menderesler çizmektedir. Menderesler özellikle Havza ilçe merkezinin güneyinde artmaktadır (Şekil 2.40).

Menderesler boğaz yakınlarında anakayaya işlemekte ve “saplanmış menderes” niteliği kazanmaktadır (Erer, 1983).



Şekil 2.40. Havza ilçe merkezi güneyinde Tersakan Çayı üzerinde menderesler. Kaynak:<https://www.youtube.com/watch?v=niUnNypJBXo>

Sahada eğimin oldukça azaldığı alanlar olan Tersakan Çayı yatağında ve Çayırözü Deresi'nin aşağı çığırlarında yer yer ırmak adalarına rastlanmaktadır (Şekil 2.41). Irmak adaları eğimin oldukça azaldığı akarsu yatağında akarsuyun daha yukarılardan getirdiği döküntüyü belli bir odak etrafında biriktirmesiyle oluşur.



Şekil 2.41. Çayırözü Deresi yatağında bir ırmak adası.

2.1.2.3. Jeomorfolojik Gelişim

Havza Depresyonu Akdağ ve Tavşan Dağı masiflerinin arasında yatay yapılı bir çöküntü alanıdır. Üst Miyosen'de (Panoniyen) yaşanan tektonik hareketlerle depresyon çökerken, çevredeki yüksek alanlar yükselmeye devam etmiştir. Depresyonda biriken kalın çökeller bu dönemde depolanmıştır. Merzifon Depresyonu'nun güneybatısının sürekli çökmesi ve bu çökmenin kuzeye Havza

Depresyonu'na doğru yönelmesi Pliyosen sonrasında Tersakan epijenik vadisinin oluşumu ve gelişimi üzerinde etkili olmuştur. Önceleri bağımsız depresyonlar olan Havza ve Merzifon Depresyonları bu boğazla bağlanmıştır. Merzifon Depresyonu tabanındaki çökellerin alt bölümünün gölsel, üst bölümünün flüvyal olması bu durumu desteklemektedir. Bu dönemde hala havzası kapalı olan Tersakan Çayı ve kolları çok belirgin yerçekimleri oluşturamamışlardır (Erer, 1983).

Nihayet Pleistosen'de Tersakan Çayı'nın dış drenaja (Yeşilirmak'a) bağlanması ve Karadeniz vasıtasıyla genel kaide seviyesine tabi olması sonucunda saha günümüzdeki jeomorfolojik yapısını kazanmaya başlamıştır. Karadeniz'in zaman zaman boğazlarla bağlantısının kesilmesine bağlı olarak küresel iklim değişimlerine duyarsızlaşması, Post-Uzunlar glasiyali beraberinde regresyonu, Karangat interglasiyali beraberinde transgresyonu, Yeni-Öksin safhasında regresyon ve Flandr transgresyonu gibi östatik hareketlere bağlı olarak taraçalar ve aşınım yüzeyleri gelişmiştir. Genel kaide seviyesi ve bağlantılı olarak küresel iklimin denetiminde araştırma sahasında meydana gelen gençleşmelerle saha güncel jeomorfolojik karakterini kazanmıştır. Sahanın jeomorfolojik yapısının gelişmesinde tektonizma da etkili olmakla birlikte asıl belirleyicinin, iklim ve bağlantılı olarak östatik hareketler olduğu düşünülmektedir (Erer, 1983).

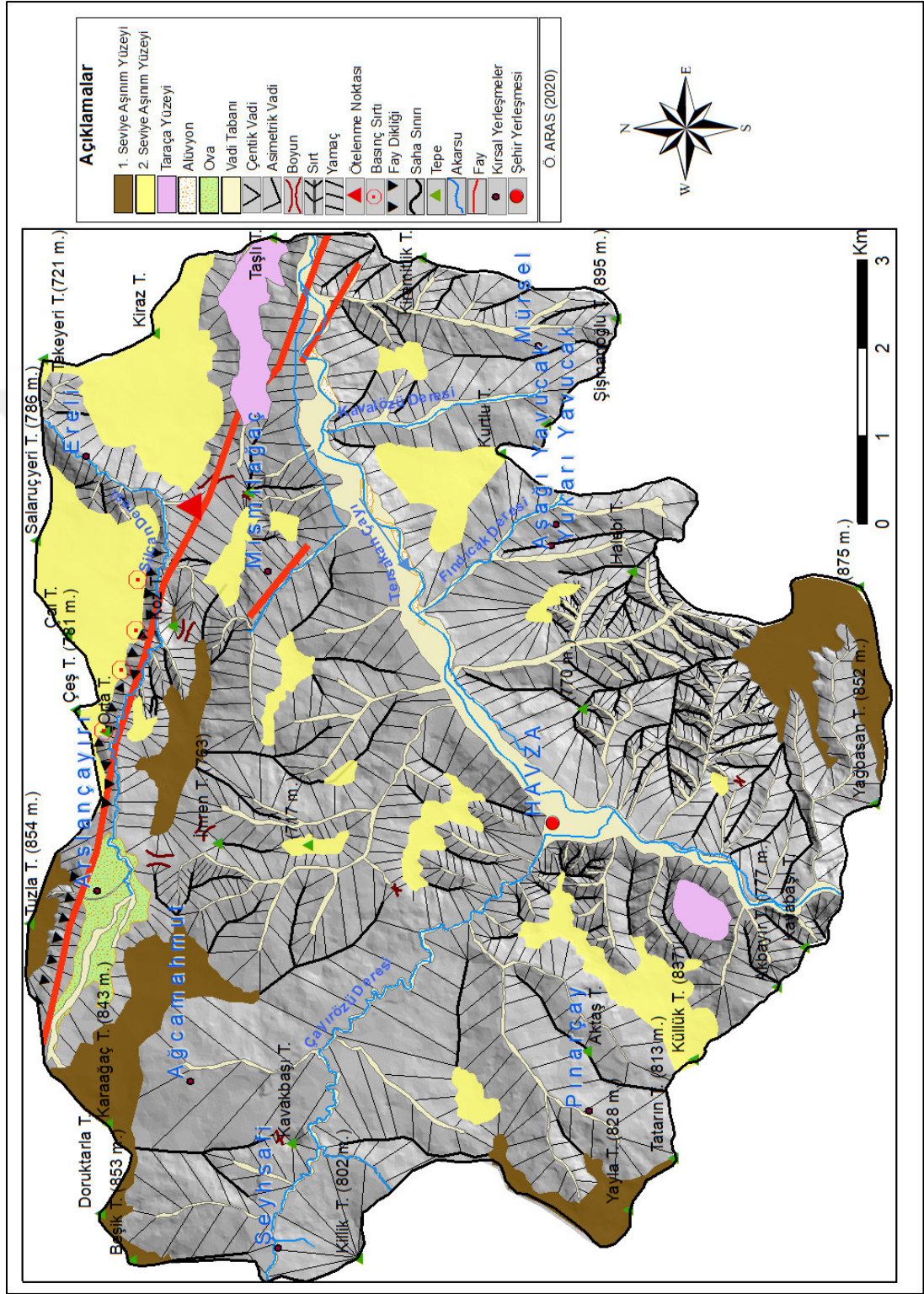
Bu süreçlerden çok daha öncesine karşılık gelen, bağımsız depresyonlar olan Ladik ve Havza depresyonlarının Tersakan vasıtasıyla birbirlerine bağlanması ile ilgili mevcut literatürde bir bilgiye ulaşılamamıştır. Tersakan Çayı'nın Ladik Gölü'nden (dolayısıyla depresyonundan) ayrılarak Havza Depresyonu'na bağlanmasında, hemen kenarından geçen KAF'ın tektonik aktivitelerinin etkili olmuş olabileceği düşünülmektedir. Zira Tersakan Çayı Ladik Gölü'nden ayrılıp akabinde KAF üzerine yerleşerek subsekant bir karakter kazanmaktadır.

Havza Depresyonu'nda yatay yapılı sahalarda görülmesi beklenen dantritik drenaj sistemi hakim olmakla birlikte özellikle Tersakan Çayı'nın yan kollarında eski kapalı havza durumunun bir sonucu olarak sentripetal drenaj özelliği de izlenebilmektedir. Dantritik drenaj sistemine bağlı olarak sahanın ana jeomorfolojik karakteri belirlemiştir. Eğim değerlerinin minimum düzeyde olduğu depresyon tabanında taşkın ovası gelişimi görülmektedir. Jeomorfolojik gelişimde flüvyal süreçler hakim olmakla birlikte tektonizmanın etkisi de hissedilmektedir. Pliyosen sonları ve Kuvaterner başlarında tüm dünyada düşey hareketler görülmüştür,

Anadolu'nun özellikle Pleistosen'de epirojenez maruz kaldığı bilinmektedir. Bu süreç sonucu Neojen göl ortamının kara haline gelmesi sonrası çökellerin üzerinde gelişen drenaj sistemine bağlı olarak temel araziye doğru aşındırma faaliyeti devam etmiştir (Erinç, 2002). Fakat Havza Depresyonu'nun küçük ölçekli olmasına bağlı olarak geniş çaplı epirojenik hareketlerden çok lokal ölçekli tektonik hareketlerin dış drenaja bağlanmasında ve jeomorfolojik gelişiminde etkili olduğu düşünülmektedir. Büyük oranda KAF'ın denetiminde gerçekleştiği düşünülen bu lokal ölçekli tektonik hareketlerle günümüzdeki geçici göl çanakları, Arslançayırı Mahallesi'nin de üzerinde bulunduğu ve Silcan Deresi'nin üzerinde aktığı ovalık alan gibi küçük depresyonlar gelişmiş olmalıdır. Ayrıca KAF'a bağlı tektonizma ile basınç sırtları, ötelenmeler, vadi asimetrisi gibi jeomorfolojik şekiller ortaya çıkmıştır.

Sahanın daha yüksek alanlarına karşılık gelen su bölümü hatları yakınlarında sahanın önemli jeomorfolojik birimleri olan yamaçların eğimi maksimum seviyeye ulaşmaktadır. Yine buralardaki eşiklerde diskordant örtü aşındırılmış Tersakan Çayı ve Silcan Deresi yatakları temel araziye işlemiştir. Nitekim sahanın kuzeyinde Ereli Mahallesi'nin bulunduğu alanda Silcan Deresi üzerinde ve güneyde Göçmenler Mahallesi yakınlarında Tersakan Çayı üzerinde sürempoze boğaz vadiler gelişebilmiştir. Atalay (2017) Kuzey Anadolu Dağları'nda Pleistosen'de veya Neojen sonlarından sonra oluşan epirojenik pürüzlerin ve KAF'ta meydana gelen yırtılmaların da akarsu aşındırmasını gençleştirdiğine ve Tersiyer ve Neojen örtülerinin aşındırılıp pre-Neojen (Neojen öncesi) temele ulaşıldığına ve bu temelin yüzeylediğine değinmiştir. Sahada aşındırma devam ettikçe saha genelinde temel arazinin yüzeyleneceği aşıkardır. Hatta temel arazinin daha dirençli kısımlarına rastlayan bölümlerinde sahanın drenaj deseninde beklenmedik anomaliler gelişebilecektir.

Sahada yoğun heyelan varlığı, denge profilinden uzak olan yamaç gelişimi, Neojen çökellerinin geniş alan kaplaması (tesviye edilmemiş olması), hipsometrik eğri özellikleri ve hipsometrik integral değerinin sahada aşındırma süreçlerinin olgunluk evresinde olduğuna işaret etmesi ve Tersakan Çayı'nın henüz büyük oranda dışbükey bir boyuna profile sahip olması daha uzun bir jeomorfolojik gelişim sürecinin bulunduğunu göstermektedir. Genel bir değerlendirme yapmak gerekirse, eğim değerlerinin de arttığı su bölümü hatları yakınlarında aşındırma şekilleri hakim iken, eğimin azaldığı depresyon tabanında birikim şekilleri öne çıkmaktadır. Oluşturulan jeomorfoloji haritası aşağıda sunulmuştur (Şekil 2.42).



Şekil 2.42. Havza Depresyonu'nun jeomorfoloji haritası.

2.1.3. İklim Özellikleri

İklim özellikleri tektonizmaya beraber doğal süreçleri yöneten en önemli mekanizmalardandır. Tektonik süreçler yavaş gelişen, deprem ve volkanik faaliyetler gibi ekstrem durumlar dışında insan faaliyetlerini kısa ve uzun vadede etkileme ihtimali düşük olan süreçlerdir. Bu bağlamda iklim özelliklerinin doğal ortam özelliklerini anlayabilmek ve bunların üzerinde gerçekleşen beşeri faaliyetlere sağlıklı bir şekilde devam edebilmek için iyi anlaşılması gerekmektedir. Aşınma, taşınma ve birikme faaliyetleri üzerinde jeomorfolojik özelliklerle birlikte etkili olan iklim aynı zamanda toprak özellikleri, doğal bitki örtüsü ve hayvan varlığı üzerinde de belirleyici konumdadır.

Havza yöresinde, Karadeniz kıyı kuşağından farklı olarak karasallığın hissedilmeye başladığı bir iklim tipi hüküm sürmektedir. Şahin vd. (2016) yörede kış mevsiminin kuru ve soğuk geçtiğini ve yağışların çoğunlukla kar şeklinde olduğunu, yaz mevsiminin ise sıcak ve kurak geçtiğini belirtmişlerdir.

İnsan faaliyetlerinin neredeyse tamamı iklimden etkilenmekte ve ona göre dizayn edilmektedir. Yerleşme, tarım, sanayi, ulaşım, turizm gibi pek çok unsur iklim tarafından yönetilen süreçlere göre şekillenir.

Araştırma sahasının flüvyal süreçleri ve onlara bağlı gelişen jeomorfolojik gelişim Yeşilirmak'ın bir kolu olan Tersakan Çayı vasıtasıyla genel taban seviyesinin denetiminde bulunmaktadır. Bu durum jeolojik geçmişte meydana gelen iklimsel değişimlerin saha üzerinde güçlü etkiler bırakmasına neden olmuştur. Saha Würm buzul çağında sonuncusu gerçekleşen glasyal dönemler ile aradaki sıcak dönemlere karşılık gelen interglasyal dönemlerde küresel olarak gerçekleşen soğuma ve ısınmalara bağlı olarak gelişen deniz seviyesi değişimlerinden (östatik hareketler) etkilenmiş olmalıdır. Bu durum aşınım yüzeylerinin ve taraçaların oluşumundan yamaç eğimine, vadi tiplerinden boyun ve tepelerin oluşumuna pek çok jeomorfolojik özellik üzerinde etkili olmuştur.

Doğal afetlerin oluşumu ve gelişimi üzerinde de iklimin etkisi yadsınamaz bir gerçektir. Ufalanma, kimyasal çözünme, taşınma gibi erozif süreçler jeomorfolojik özelliklerin de etkisiyle iklimin denetiminde gerçekleşir. Heyelanlar üzerinde her ne kadar jeolojik-jeomorfolojik özellikler ve toprak özellikleri de etkili olsa da yeterince suya doygun hale gelmeyen bir yamaçta ekstrem durumlar dışında heyelan çok zor

gerçekleşebilecektir. Sel ve taşkınlar yağış özelliklerine bağlı olarak uygun jeolojik ve jeomorfolojik şartlarda meydana gelirken fırtına gelişebilmesi için gerekli basınç farkı da sıcaklıkla ve sonuç olarak iklimle alakalıdır.

Deprem oluşumu ve gelişimi üzerinde iklim şartlarının etkisi bulunmamaktadır. Fakat zarargörebilirlik açısından bakıldığında farklı bir durum ortaya çıkmaktadır. Sıcaklık değerlerinin yüksek, yağış değerlerinin kısmen daha düşük olduğu özellikle iç kesimlerdeki vadi tabanları, insanların yerleşmelerini kurdukları ve ekonomik etkinliklerini (ulaşım, sanayi, ticaret gibi) yürüttükleri alanlara karşılık gelmektedir. Buralar da sıklıkla alüvyal zeminden müteşekkildirler ve deprem sırasında sıvılaşma ile birlikte en çok etkilenecek alanlardan oldukları bilinmektedir. Havza ilçe merkezindeki yapıların da büyük çoğunluğunun Tersakan Çayı ve Çayırözü Deresi vadilerinin tabanlarında yer aldığını unutmamak gerekir.

Son olarak aşırı kar yağışı, dolu yağışı, don olayı ve kuraklığın da ortaya çıkmasında iklim elemanlarının özelliklerini etkileyen bir faktör olarak jeomorfolojik özelliklerin (özellikle yüksekliğin) belirgin etkisi varsa da asıl belirleyici iklimdir.

2.1.3.1. İklim Elemanları

Bu bölümde inceleme sahasının iklim elemanları sıcaklık, basınç ve rüzgarlar, nem ve yağış başlıkları altında irdelenmiştir. İklim elemanlarının genel değerlendirmeleri yapılmış olmakla birlikte değerlendirmede doğal afet odaklı bir bakış açısı da oluşturulmaya çalışılmıştır.

2.1.3.1.1. Sıcaklık

İklim elemanlarının içerisinde en önemlisi ve diğerlerinin de seviyelerinin üzerinde belirleyici etkisi olan sıcaklık aylara göre ortalama maksimum, ortalama minimum ve ortalama sıcaklık verisi üzerinden değerlendirilmiştir.

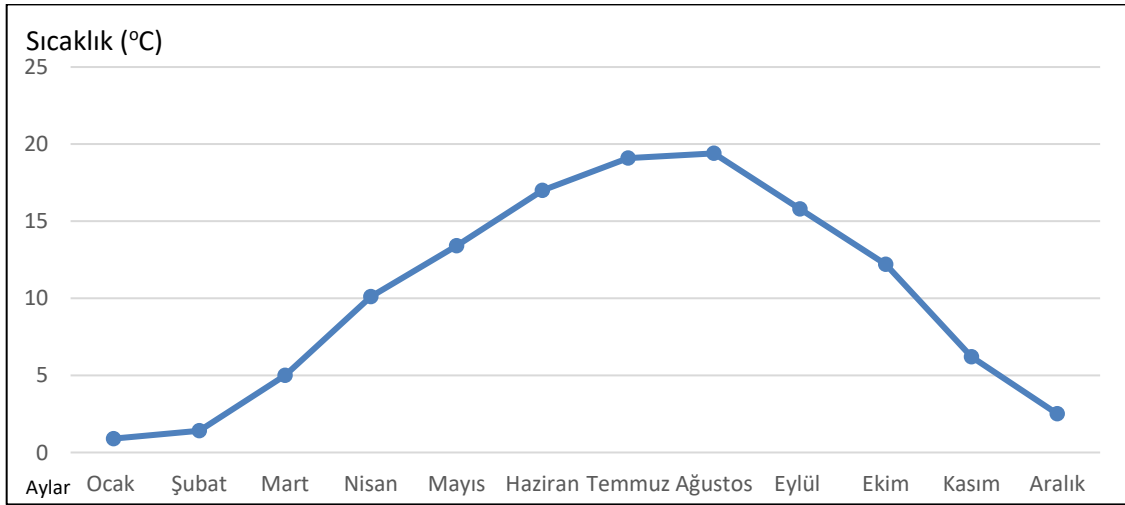
Uzun yıllar sıcaklık verilerine göre sahada ortalama maksimum, ortalama minimum ve ortalama sıcaklık değerlerinde paralellik bulunmaktadır. Tümünde de en düşük sıcaklıklar ocak ve şubat, en yüksek sıcaklıklar temmuz ve ağustos aylarında görülmektedir.

Havza'nın yıllık sıcaklık ortalaması ise 10.2 °C'dir (Tablo 2.5). Ortalama sıcaklığın en yüksek olduğu ay 19,4 °C ile ağustos, ortalama sıcaklığı en düşük olduğu ay ise 0,9 °C ile ocaktır (Şekil 2.43.). Sahada diğer yarı-nemli alanlarda da görüldüğü gibi yıllık sıcaklık farkı fazladır ve 20 °C'ye yaklaşmaktadır. Yıllık sıcaklık farkının büyük değerler ulaşması Türkiye'de dört mevsimin belirgin olarak yaşanmasına bağlanabilir. Fakat saha özelinde düşünüldüğünde yükselti ve karasallığın da etkileri göz ardı edilemez. Örneğin deniz kıyısında ve 4 m yükseklikte yer alan Samsun Meteoroloji istasyonunda bu fark uzun yıllar ortalamasında (1974-2011) 16,5 °C'dir (Bahadır, 2013). Yıllık sıcaklık farkındaki bu fazlalık doğal bitki örtüsünü, tarımsal faaliyetleri ve doğal afetler üzerinde etkili olabilecek pek çok unsuru etkileme kapasitesine sahiptir.

Tablo 2.5. Havza'da ortalama sıcaklıkların aylara göre dağılımı

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ort. S. (°C)	0,9	1,4	5	10,1	13,4	17	19,1	19,4	15,8	12,2	6,2	2,5	10,2

Kaynak: Havza Meteoroloji İstasyonu yayımlanmamış döküm cetvelleri

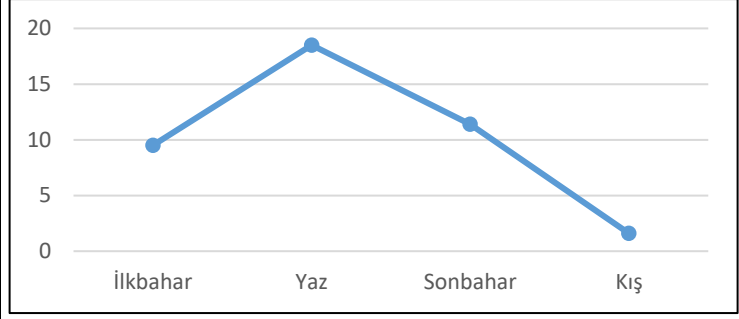


Şekil 2.43. Havza'da ortalama sıcaklıkların aylara dağılımı.

Araştırma sahasında ortalama sıcaklık yaz mevsiminde 18,5 °C iken kış mevsiminde 1,6 °C'ye kadar düştüğü görülmektedir (Tablo 2.6). Sahanın kıyı kuşağından farklı olarak kara iklimi özellikleri göstermesinin bir sonucu olarak mevsimlere göre bakıldığında da yıllık sıcaklık farkının belirgin olduğu görülmektedir (Şekil 2.44).

Tablo 2.6. Havza'da Ortalama sıcaklığın mevsimlere göre dağılımı.

Mevsim	Ort. Sıcaklık (°C)
İlkbahar	9,5
Yaz	18,5
Sonbahar	11,4
Kış	1,6



Şekil 2.44. İnceleme alanında ortalama sıcaklığın mevsimlere göre dağılım grafiği.

Maksimum sıcaklık ortalamasının en yüksek seviyede olduğu ay ağustos (28,4 °C), en düşük seviyede olduğu ay ise ocaktır (5,1 °C). Maksimum sıcaklıkların yıllık ortalaması 17,2 °C'dir. Maksimum sıcaklıkların yüksek seviyede olduğu temmuz, ağustos ve eylül ayları tahılların hasat dönemi olmasından dolayı ihtiyaç duyulan kurak ortamı sağlamaya yardımcı olacaktır.

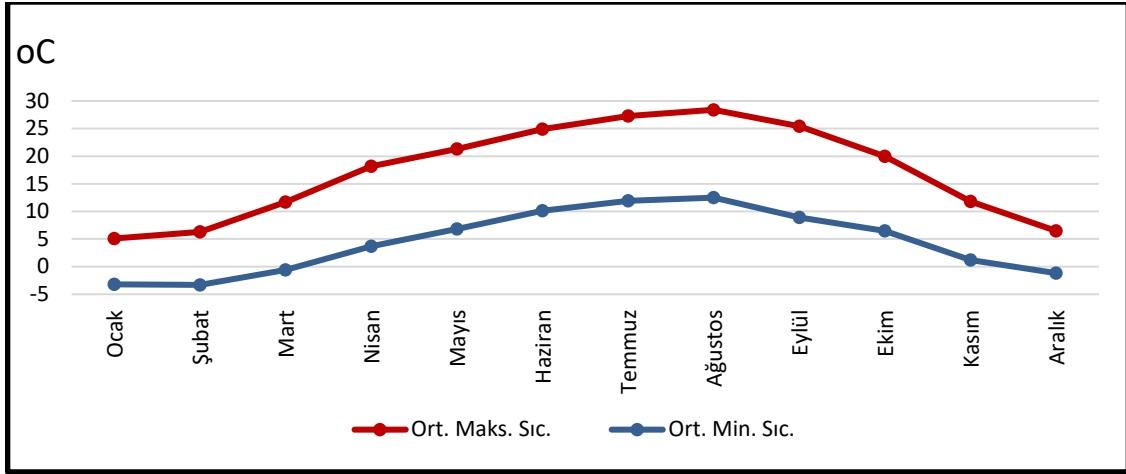
Minimum sıcaklık ortalamasının en düşük olduğu ay şubatır. Minimum sıcaklık ortalaması yılın 4 ayında (aralık, ocak, şubat ve mart) 0 °C'nin altında olup Yıllık minimum sıcaklık ortalaması 4,4 °C'dir. Minimum sıcaklık ortalama değerlerinin mart ayında -0,6 olduğu görülmektedir. Bu dönem sahanın asıl tarım ürünleri olan tahılların vejetasyon devresine karşılık gelmekte, don olayı sonucu oluşabilecek ekonomik kayıpları akla getirmektedir (Tablo 2.7).

Maksimum ve minimum aylık sıcaklık ortalama değerlerine göre bir değerlendirme yapıldığında yıllık sıcaklık farkının 30 °C'yi aştığı görülmektedir (Şekil 2.45). Aylar özelinde maksimum ve minimum sıcaklık ortalama değerleri arasındaki farka bakıldığında en büyük farkın eylül ayına (16,5 °C), en küçük farkın ise aralık ayına ait olduğu görülmektedir (7,7 °C).

Tablo 2.7. Havza Depresyonu'nda ortalama maksimum ve minimum sıcaklıkların aylara göre dağılımı.

(°C)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ort. Mak. S.	5,1	6,3	11,7	18,2	21,3	24,9	27,3	28,4	25,4	20	11,8	6,5	17,2
Ort. Min.	-3,2	-3,3	-0,6	3,7	6,8	10,1	11,9	12,5	8,9	6,5	1,2	-1,2	4,4

Kaynak: Havza Meteoroloji İstasyonu yayımlanmamış döküm cetvelleri



Şekil 2.45. Aylara göre Havza Depresyonu'nda ortalama maksimum ve ortalama minimum sıcaklıklar.

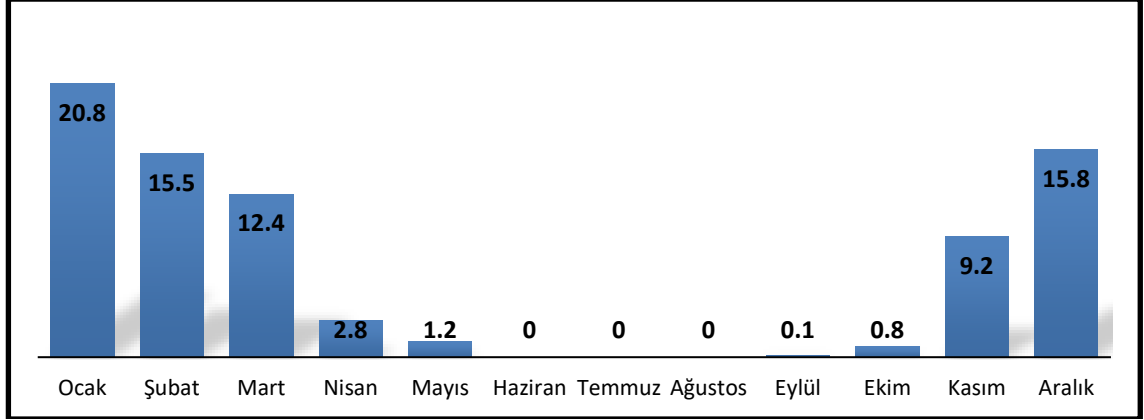
Sahada ölçülen en düşük sıcaklık değeri $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile 7 Şubat 1991'de ölçülmüştür. Ölçülen en yüksek sıcaklık değeri ise $38,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile 18 Eylül 1994 'te ölçülmüştür. Yani ölçüm yılları içerisindeki (1986-1999) ekstrem sıcaklık değerlerine göre yıllık sıcaklık farkı $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'i geçmiştir. En düşük ekstrem sıcaklık değerlerinin aralık, ocak ve şubat aylarında, en yüksek ekstrem sıcaklık değerlerinin temmuz, ağustos ve eylül aylarında ölçüldüğü görülmüştür.

Gün içerisinde ölçülen minimum sıcaklığın $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin altında olduğu günler incelendiğinde 20,8 gün ortalaması ile ocak ayının ilk sırada geldiği görülmektedir (Tablo 2.8). Aralık ve şubat aylarında da minimum sıcaklıkların $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin altında olduğu gün ortalaması 15'in üzerindedir. Rasat yılları içerisinde haziran, temmuz ve ağustos aylarında sıcaklık hiç $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin altına düşmemiştir. Havza Depresyonu'nda en çok yetiştirilen ürün olan buğdayın ekimi yörede genellikle aralık ayı gibi yapılmaktadır. Havza Depresyonu'nda buğdayın vejetasyon devresinin başlarına karşılık gelen ocak, şubat ve mart aylarında sıcaklıkların $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin altına düştüğü gün ortalamalarının fazlalığı dikkati çekmektedir (Şekil 2.46). Ayrıca bu durumun önemli ulaşım yollarını barındıran araştırma sahasında ulaşım faaliyetlerini de olumsuz etkilediği bilinmekte, yöre olumsuz kış koşullarıyla zaman zaman medyada gündem olmaktadır.

Tablo 2.8. Havza Depresyonu'nda aylara göre sıcaklığın $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin altına düştüğü günlerin ortalaması.

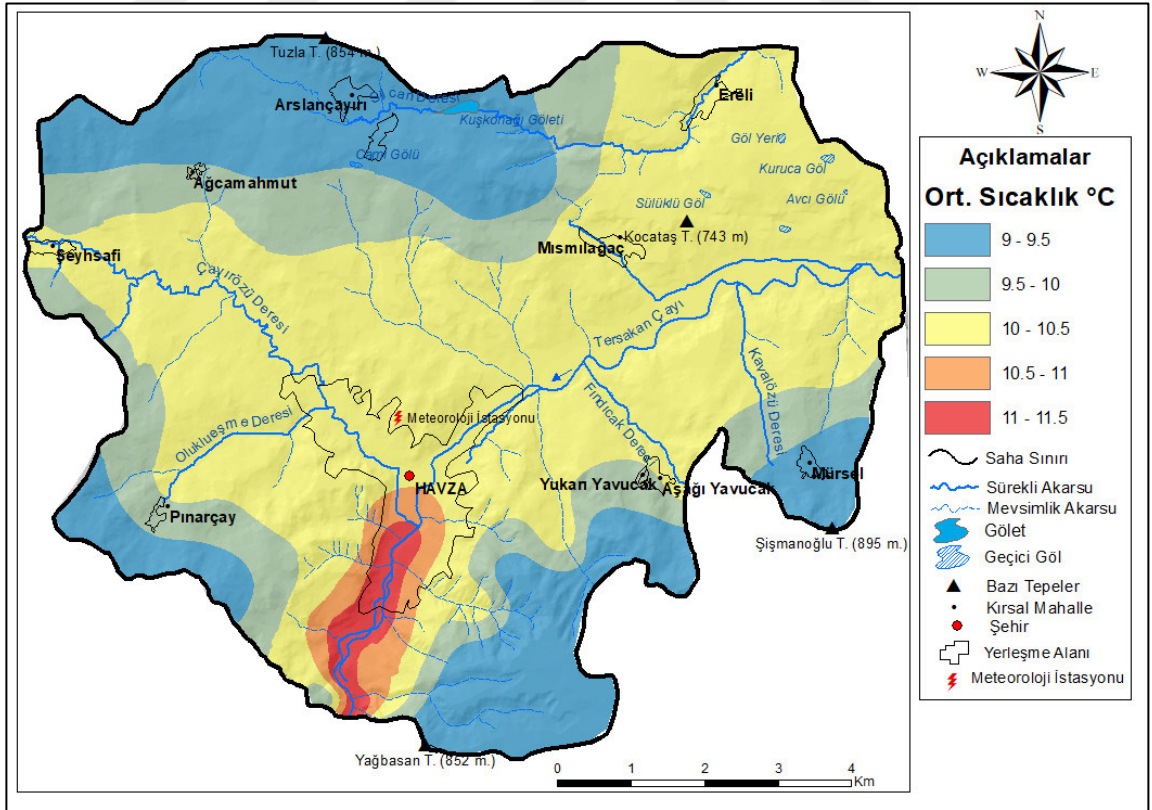
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
$0\text{ }^{\circ}\text{C} >$ Gün. Ort.	20,8	15,5	12,4	2,8	1,2	-	-	-	0,1	0,8	9,2	15,8

Kaynak: Havza Meteoroloji İstasyonu Yayınlanmamış Döküm Cetvelleri



Şekil 2.46. Havza Depresyonu'nda aylık minimum sıcaklıkların 0 °C'nin altına düştüğü günlerin ortalaması.

Haritadan da gözlemlendiği üzere sıcaklık ortalamasının en yüksek olduğu alan depresyon tabanı iken vadi yamaçlarından yükseldikçe sıcaklık ortalaması azalmaktadır. Sıcaklık ortalaması kuzeyde ve güneyde yer alan nispeten yüksek sahalarda en düşük durumdadır (Şekil 2.47).



Şekil 2.47. Havza Depresyonu'nun ortalama sıcaklık dağılışı haritası.

2.1.3.1.2.2. Rüzgarlar

Araştırma sahasında güneyden esen rüzgarlar sayıca daha fazla olmakla birlikte, kuzey-kuzeydoğu sektörlü rüzgarlar da belirgin etkiye sahiptir (Tablo 2.9, Şekil 2.49). Hakim rüzgar yönü üzerinde benzer doğrultularda uzanan Tersakan Çayı vadisinin etkili olmuş olması muhtemeldir. Rasat yıllarında güney-güney batıdan esen rüzgarlara (28.882 kez) göre kuzey-doğudan esen rüzgarlar sayıca daha fazladır (35.552 kez).

Tablo 2.9. Havza’da uzun yıllar (1986-1999) aylara göre rüzgar frekansları.

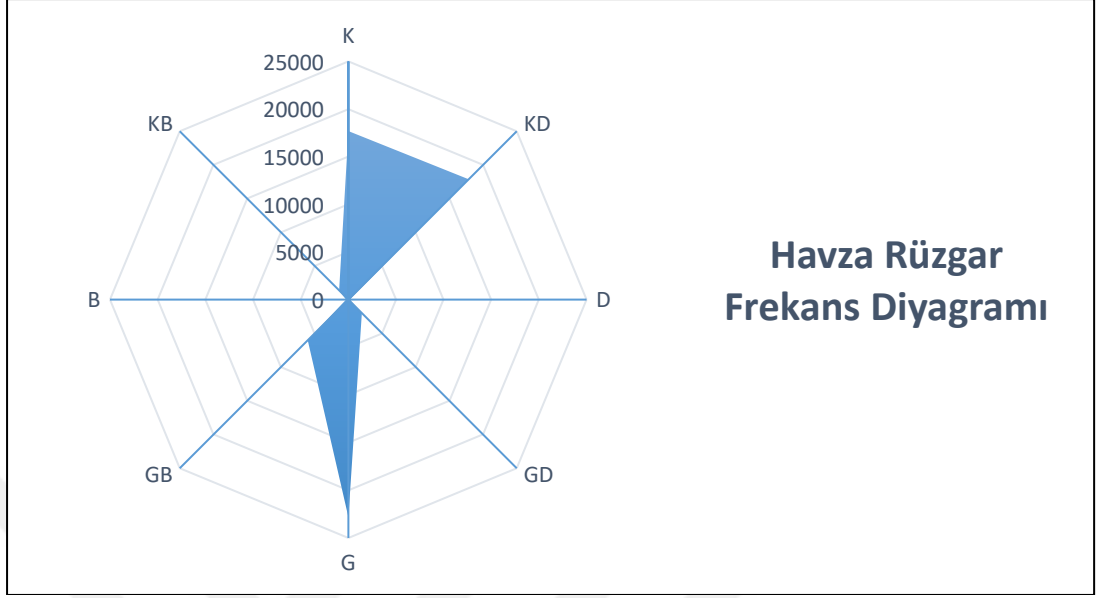
Yönler	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
K	1.264	1.408	1.312	1.264	1.104	1.496	1.712	1.888	1.912	1.776	1.320	1.232	17688
KD	640	592	768	1.128	1.720	1.968	2.472	2.920	2.288	1.744	920	704	17864
D	8	16	16	-	8	8	-	-	8	16	32	40	152
GD	272	232	360	288	176	200	-	-	16	64	144	264	2.016
G	3.536	2.848	2.152	1.504	1.304	1.216	888	720	664	1.456	3.080	3.448	22816
GB	1.248	544	240	304	336	304	152	144	88	568	816	1.272	6.016
B	16	8	24	8	16	24	-	24	8	56	16	16	216
KB	32	64	48	136	48	32	304	80	96	352	136	32	1.360

Kaynak: Havza Meteoroloji İstasyonu Yayınlanmamış Döküm Cetvelleri

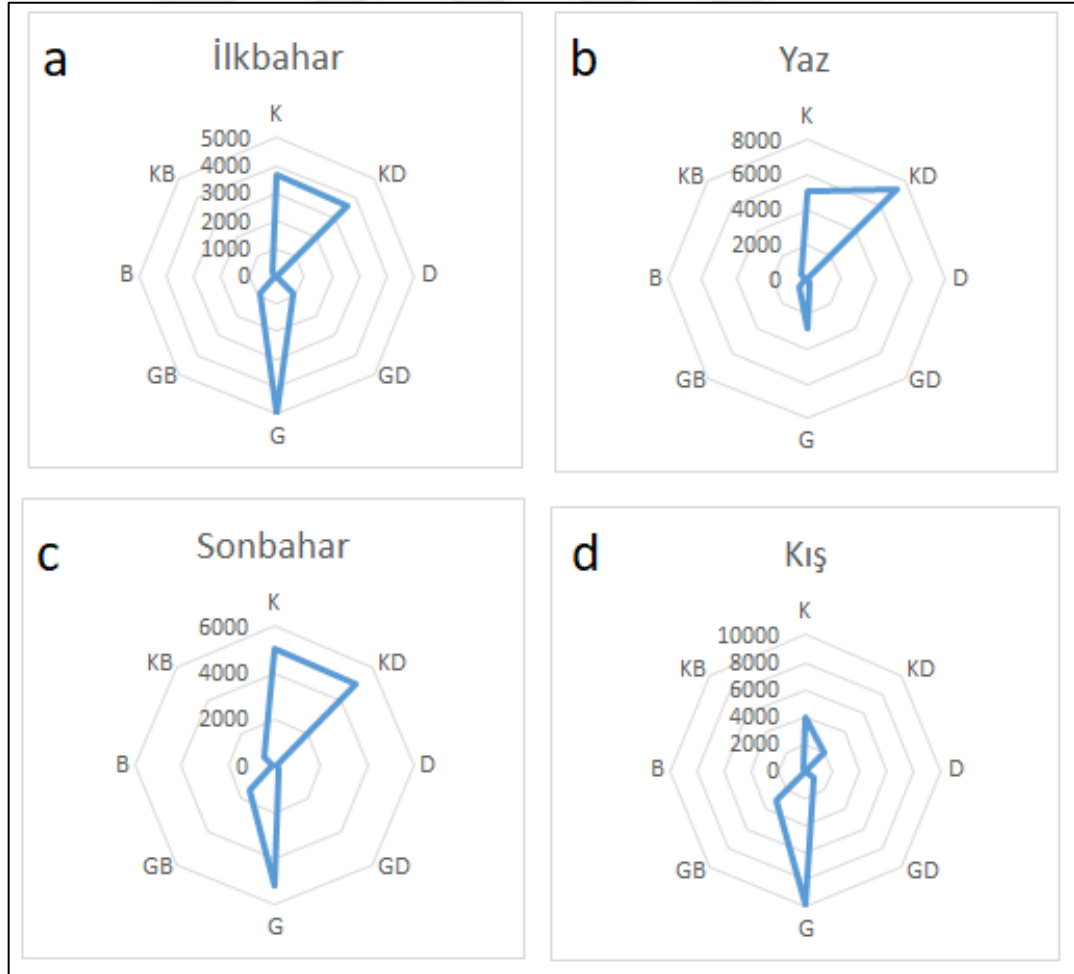
Havza Depresyonu’nda mevsimlere göre de rüzgar frekans gülleri oluşturulmuştur. Buna göre ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde rüzgar frekans güllerinde yıllık toplam esme sayısına göre oluşturulan frekans gülüne benzer desenler ortaya çıkarmaktadır (Şekil 2.50).

Yazın rüzgarların hakim olarak kuzey-kuzeydoğu yönlerinden, kışın ise güney-güneybatı yönlerinden estikleri görülmektedir. Bu durum İodosun sahada özellikle kış aylarında etkili olabildiğini göstermektedir. İodosun kış döneminde yoğun kar yağışı alan sahada kar erimeleri üzerinde de etkili olup sel ve taşkın oluşumunu kolaylaştırabileceği düşünülebilir.

Sayıca ise en fazla rüzgarın kış mevsiminde estiği görülmüştür. Yazın Sibirya Termik Yüksek Basınç Alanı’nın etkisi hissedilirken, kışın ise Asor Dinamik Yüksek Basıncı’nın etkilerinden söz edilebilir.



Şekil 2.49. Havza uzun yıllık (1986-1999) rüzgar frekans gülü.



Şekil 2.50. Havza Depresyonu'nda mevsimlere göre rüzgar frekans gülleri.

Havza Depresyonu'nda etkili olan hakim rüzgarların yönleri, sahada bulunan kuzey ve güney yamaçları fırtınalara daha duyarlı hale getirmektedir.

Aylara göre ortalama rüzgar hızlarına bakıldığında aralık, ocak, şubat aylarında bu değerin en yüksek seviyede olduğu görülmektedir (Tablo 2.10). Rüzgarlar frekans olarak en çok sayıda güneyden esmesine rağmen çok daha az sayıda rüzgarın estiği güneybatıdan esen rüzgarların hızlarının sahadaki maksimum değerler olduğu görülmektedir. Nitekim güneybatıdan esen rüzgarların ocak, mart, mayıs, ağustos, ekim ve aralık aylarında maksimum hız ortalaması 9.4 m/sn'dir.

Tablo 2.10. Havza'da aylara göre ortalama rüzgar hızı ve maksimum rüzgar hızı ve yönleri.

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ort. Rüzgar Hızı (m/sn)	2,5	2,5	2,2	2,1	1,8	1,7	1,7	1,7	1,5	1,8	2,3	2,6
Mak.Rüzgar Hızı (m/sn) ve yönü	9,4 SW	9,4 S	9,4 SW	9,4 NW	9,4 SW	6,7 NE	6,7 NE	6,7 SW	4,4 S	9,4 SW	9,4 S	9,4 SW

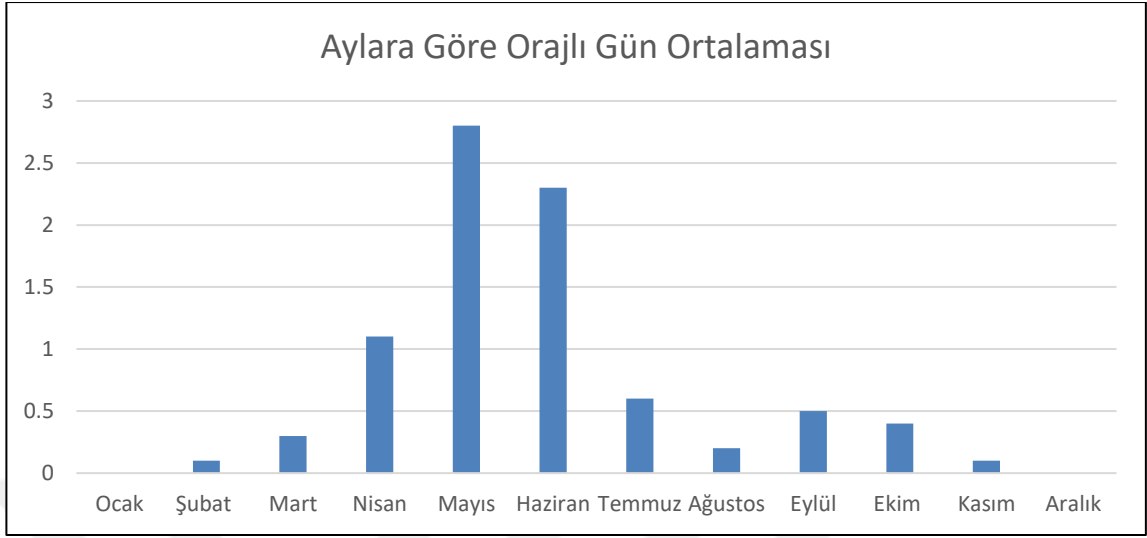
Kaynak: Havza Meteoroloji İstasyonu yayımlanmamış döküm cetvelleri.

Sahanın orajlı günler ortalamasına bakıldığında gökgürültülü ve sağanak yağışlı fırtınaların(orajların) mayıs ve haziran ayında yoğunlaştığı görülmektedir (Tablo 2.11, Şekil 2.51). “Araştırma Sahasında Doğal Afetler” bölümünde değinilen fırtınalar ile sel ve taşkınların da bu aylarda yoğunlaşması dikkati çekmektedir. Ayrıca yüksek kararsızlık göstergesi olan dolu yağışları da yine bu aylarda yoğunlaşmaktadır.

Tablo 2.11. Havza'da aylara göre orajlı gün ortalamaları.

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Orajlı Gün Ortalaması	-	0,1	0,3	1,1	2,8	2,3	0,6	0,2	0,5	0,4	0,1	-

Kaynak: Havza Meteoroloji İstasyonu yayımlanmamış döküm cetvelleri.



Şekil 2.51. Havza’da aylara göre orajlı gün ortalamaları grafiği.

Verileri kullanılan eski meteoroloji istasyonunun Çayırözü vadisi ile Tersakan vadisi birleşimi yakınlarında fakat Çayırözü vadisinin sol yamacı üzerinde kabaca güney yamaçta yer aldığı düşünüldüğünde ve rüzgar frekans ve hızlarına bakıldığında istasyonun konumunun rüzgar durumunu etkilemiş olabileceği düşünülmektedir.

2.1.3.1.3. Nem ve Yağış

2.1.3.1.3.1. Nem

İnceleme alanında kış aylarında nemliliğin daha fazla olduğu görülmektedir. Yüzde olarak ortalama nispi nemin en fazla olduğu aylar aralık (%79,1) ve ocaktır (%79). Nispi nem ortalamasının en düşük olduğu ay ise %67,1 ile ağustostur (Tablo 2.12).

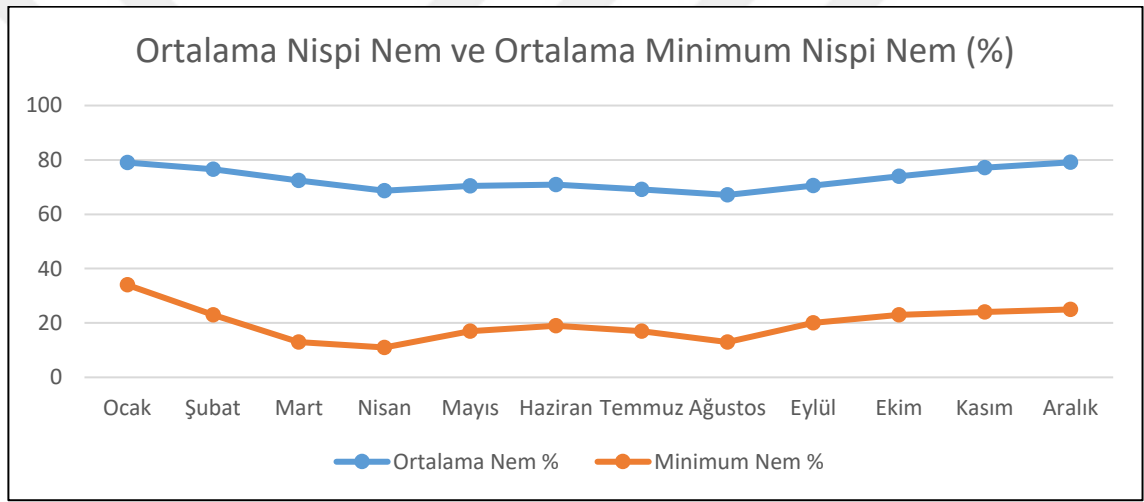
Tablo 2.12. Havza’da aylara göre ortalama nispi nem ve ortalama minimum nispi nem durumu (%).

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ort. Nispi Nem (%)	79,0	76,5	72,4	68,7	70,4	70,9	69,1	67,1	70,5	74,0	77,1	79,1	72,9
Ort. Min. Nispi Nem (%)	34	23	13	11	17	19	17	13	20	23	24	25	19,9

Kaynak: Havza Meteoroloji İstasyonu Yayınlanmamış Döküm Cetvelleri

Sahada yağışların en fazla görüldüğü aylar mayıs ve haziran aylarıdır. Nemliliğin bu aylarda en yüksek seviyede olmaması gerçekleşen yağışların lokal meteorolojik dinamiklerden ziyade çok daha büyük hava sistemlerinin etkisiyle gerçekleştiğini göstermektedir.

Aylara göre ortalama minimum nispi nemin en düşük olduğu ay nisan (%11), en yüksek olduğu ay ise %34 ile ocaktır. Havza'nın aylara göre ortalama minimum nem oranlarıyla, aylara göre ortalama nem oranlarının en düşük ve en yüksek olduğu aylar arasında paralellik görülmektedir (Şekil 2.52).



Şekil 2.52. Havza'da aylara göre ortalama ve ortalama minimum nispi nem grafiği.

Sahada özellikle nispi nemin düşük seviyede bulunduğu mart ve nisan ayları buğday, fiğ ve ayçiçeği gibi ekimi en çok tercih edilen tarım ürünlerinin vejetasyon devresine denk gelmektedir. Bu durum sulama ihtiyacını arttıracığı için tarımı olumsuz etkileyebileceği gibi, nem oranının hasat dönemine karşılık gelen ağustos ayında düşük olması ise bir avantaj olarak kabul edilebilir.

Havanın nem oranı kuraklık, heyelan, erozyon ve taşkın afetleri üzerinde belirgin etkiler gösterecektir. Havanın nem oranının düşük olması kapilariteye bağlı olarak toprak neminin uzaklaşmasına neden olabileceği gibi, sürecin uzaması da taban suyu seviyesinin düşmesine neden olup kuraklığın baş aktörü olabilir. Ayrıca nem oranının düşüklüğü günlük sıcaklık farkını arttırarak anakayanın çok nadir yüzelediği sahada çok geniş yayılış sergileyen toprakların agregatlarının fiziksel olarak ufalanmasına ve sahadan daha kolay

uzaklaştırılabilir hale gelmesine neden olabilecektir. Bu durum ise erozyonu desteklemektedir. Havadaki nem fazlalığı ise evapotranspirasyonu sınırlayarak toprağın neme doygun hale gelmesine ve heyelan, sel ve taşkın afetlerinin gelişiminin kolaylaşmasına neden olabilmektedir.

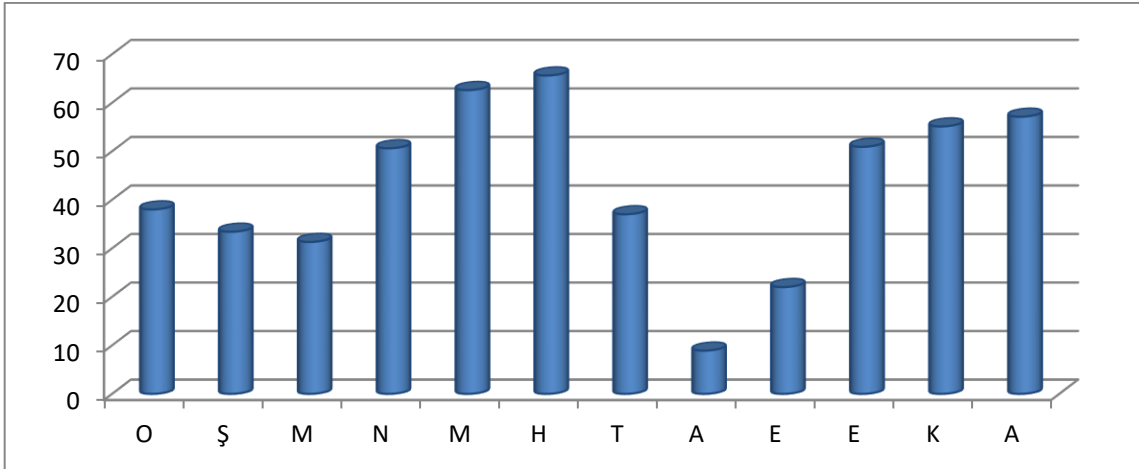
2.1.3.1.3.2.Yağış

Uzun yıllar yağış ortalamalarına bakıldığında araştırma sahasına en fazla yağışın 65,6 mm ile haziran ayında, en az yağışın ise 8,9 mm ortalama ile ağustos ayında düştüğü görülmektedir (Tablo 2.13, Şekil 2.53). En fazla yağışın düştüğü mayıs ve haziran ayları aynı zamanda sahada görülen sel ve taşkınların da en fazla görüldüğü aylardır.

Tablo 2.13. Havza’da aylara göre ortalama yağış miktarları.

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Topl.
Ort. Y. (mm)	38,0	33,4	31,3	50,6	62,6	65,6	37,0	8,9	22,0	50,9	55,1	57,1	512,5

Kaynak: Havza Meteoroloji İstasyonu Yayınlanmamış Döküm Cetvelleri

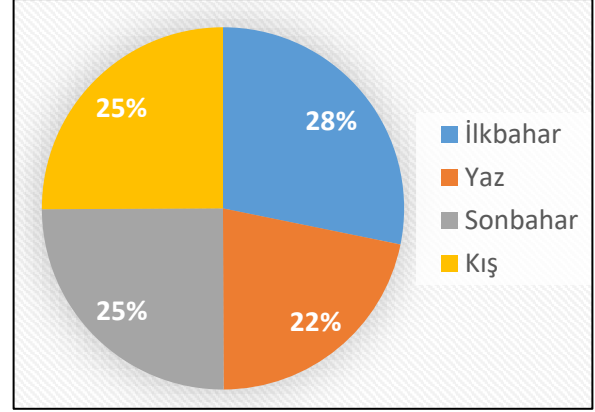


Şekil 2.53. Havza’da uzun yıllar aylara göre ortalama yağış miktarları grafiği.

İnceleme alanında %28.20 ile en fazla yağışın ilkbahar mevsiminde düştüğü görülmektedir (Tablo 2.14). En az yağış ise %21.76 ile yaz mevsiminde düşmektedir (Şekil 2.54)

Tablo 2.14. Havza'da mevsimlere göre yağışın dağılışı

Mevsim	Ort. Yağış (mm)	%
İlkbahar	144,5	28,20
Yaz	111,5	21,76
Sonbahar	128,0	24,97
Kış	128,5	25,07

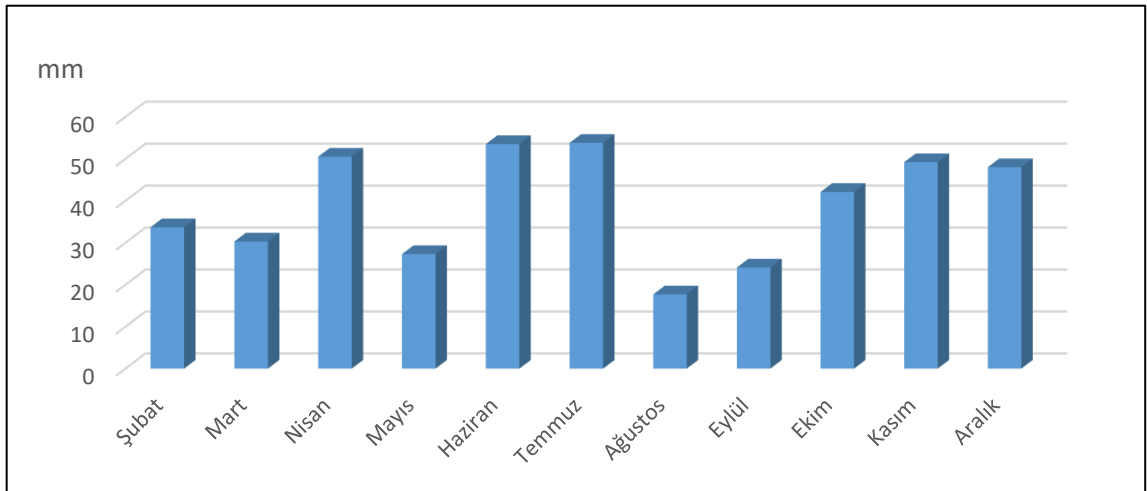


Şekil 2.54. Havza'da mevsimlere göre ortalama yağış dağılışı grafiği

Rasat yıllarında aylara göre maksimum yağış değerlerine bakıldığında ekstrem yağışların özellikle nisan, haziran ve temmuz aylarında gerçekleştiği görülmektedir (Tablo 2.15, Şekil 2.55). Sahadaki önemli seller de daha çok bu aylara karşılık gelmekte olup, doğal afetler bölümünde detayları yer almaktadır. Özellikle haziran ve temmuz aylarındaki aşırı yağışlar hasat dönemi yaklaşmış olan tahıl tarımını da olumsuz etkileyebilecektir.

Tablo 2.15. Havza Depresyonu'nda aylara göre maksimum yağışlar (mm)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Maksimum Yağış (mm)	30.8	33.7	30.3	50.5	27.3	53.5	53.8	17.7	24.1	42.1	49.2	48



Şekil 2.55. Havza Depresyonu'nda aylara göre maksimum yağışlar (mm) grafiği

Araştırma sahasında kar ve dolu yağışlarının da etkili olduğu ve afet boyutuna ulaşabildiği bilinmektedir. Samsun-Ankara karayolunun kış dönemlerinde saha içerisinde kalan bölümünün kardan olumsuz etkilendiği kış aylarında medyada sık sık yer almaktadır. Ayrıca sahada hava kütlelerinde yüksek kararsızlık göstergesi olan ve daha çok mevsim geçişlerinde görülen dolu da afet boyutuna ulaşmakta tarıma ve diğer ekonomik etkinliklere olumsuz etki yapabilmektedir. Doğal afetlerle ilgili bölümlerde bu meteorolojik olaylar değerlendirilmiş, fotoğraflarıyla yer almıştır.

Kar yağışı 8,5 gün ortalama ile en fazla ocak ayında görülmektedir. Dolu yağışı oluşumu daha spesifik şartlar gerektirdiği için kar yağışı kadar sık görülmemekle birlikte en fazla görüldüğü aylar mayıs ve hazirandır (Tablo 2.16)

Tablo 2.16. Havza'da aylara göre karlı, dolulu ve kırılgı gün ortalamaları.

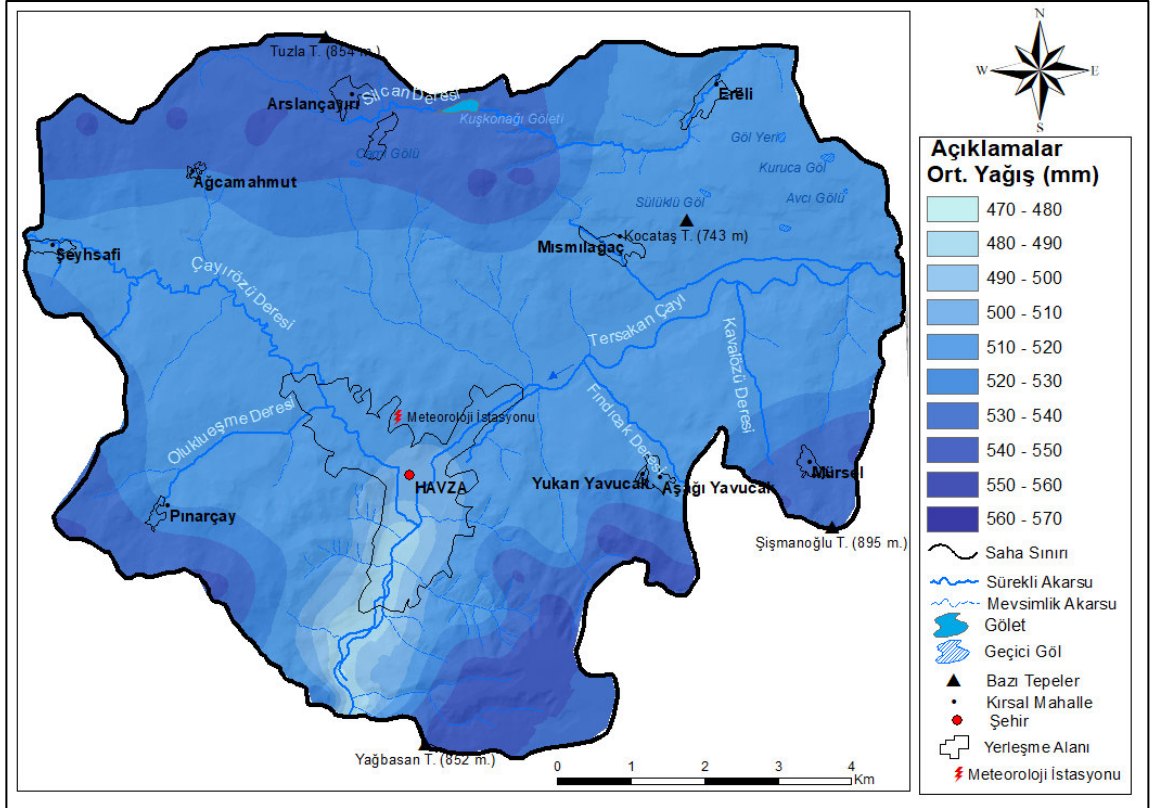
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Kar Yağ. Gün Ort.	8,5	6,0	4,2	0,8	0,1	-	-	-	-	-	3,2	5,4
Dolulu Gün Ort.	-	-	-	0,1	0,2	0,2	0,1	-	-	0,1	-	-
Kırılgı Gün Ort.	2,7	3,8	2,1	1,2	0,7	-	-	-	0,2	1,0	4,5	2,8

Kaynak: Havza Meteoroloji İstasyonu Yayınlanmamış Döküm Cetvelleri

Yağış sahada görülen önemli doğal afetler olan heyelan, erozyon, sel ve taşkınların oluşumunda rol oynayan temel faktörlerdendir. Yağışlar özellikle uzun süreli ve sınırlı yüzey akışı oluşacak şekilde gerçekleştiklerinde toprağa infiltre olma fırsatı bulup yamaç yükünü arttırarak ve anakaya ile toprak arasında süreksizliklere neden olarak heyelan oluşumunu destekleyebilmektedir. Ayrıca katı yağışlarda (kar başta olmak üzere) özellikle ilkbahar mevsimi başlarında suyun toprağa infiltre olmasını kolaylaştıracak şekilde yavaş ve uzun sürede gerçekleşen erime de benzer sebeplerle heyelan oluşumunu kolaylaştıran faktörlerdendir. Türkiye gibi orta kuşak ülkelerinde kurak olmayan şartlarda erozif süreçlerin en önemli bileşeni yağıştır. Her ne kadar süreç akarsu aşındırması olarak adlandırılrsa da akarsu süreçte çizgisel bir yatak içerisinde ancak kendi yatağını aşındırabilmekte ve erozyon ürünlerini sahadan uzaklaştırma işlevi görmektedir. Akarsu havzasını oluşturan satıhta erozyona neden olan yağış ve ona bağlı olarak çeşitli türlerde

gerçekleşen yüzey akışıdır. Bilinmektedir ki sel ve taşkınlar üzerinde de yağışın tartışmasız etkileri vardır. Çok ekstrem durumlar (baraj patlaması, büyük çaplı şehrsel ve tarımsal su şebekelerinde meydana gelebilecek kaçaklar gibi) dışında yağış olmadan sel ve taşkın gerçekleşmeyecektir. Bu afetlerin gelişiminde yağış dışında diğer optimum şartların da sağlanmış olması elbette gerekmektedir. Örneğin heyelan için eğimli bir yamaç, erozyon için aşınabilir bir materyal, taşkın için eğim değerleri düşük bir alan gerekir. Bu afetlerle ilgili kapsamlı açıklamalar doğal afetlerle ilgili bölümlerde yer almaktadır.

Araştırma sahasında yağış değerlerinin su bölümü hatları yakınlarında arttığı görülmektedir (Şekil 2.56).



Şekil 2.56. Havza Depresyonu'nun Yağış Dağılışı Haritası (Schreiber Formülü'ne göre).

2.1.3.2. İklim Tipi Analizleri

İnceleme alanında yıllık sıcaklık ortalaması 10.2 °C olup, ortalama sıcaklığın en fazla olduğu ay ağustos (19.4 °C), en düşük olduğu ay ocaktır (0.9 °C). Yıllık sıcaklık farkı 18.5 °C olan sahada yıllık ortalama nispi nem %72.9'dur. Yıl içerisinde nispi nemin

en yüksek olduğu ay aralık (%79,1) iken en düşük olduğu ay ağustostur (%67.1). Çalışma sahasında yıllık toplam yağış miktarı 512.5 mm'dir. Yıl içerisinde aylık yağış miktarı en fazla haziran ayında (65,6 mm), en az ağustos ayında (8.9 mm) görülür. İnceleme alanında en yağışlı mevsimi ilkbahar oluştururken (%28,20), en az yağış yaz mevsiminde (%21,75) düşmektedir. Yazlar sıcak geçerken, kışlar kıyı kuşağına göre daha soğuk geçmektedir. Tüm bu özellikleriyle araştırma sahasında kıyı kuşağından farklı olarak karasallığın ağır bastığı bir iklim tipi görülmektedir.

Araştırma sahasının üç farklı araştırmacının indislerine göre iklim tipi ve aynı zamanda kuraklık analizleri yapılmıştır (Erinç, De Martonne ve Thornthwaite). Bu analizlerin sonuçlarına göre aralarında sınıflandırma kriterlerine bağlı olarak ufak farklılıklar olsa da sahanın ana hatlarıyla yarı nemli iklim özelliklerine sahip olduğu görülmektedir.

2.1.3.2.1. Erinç İklim Sınıflandırması

Sahanın iklim verileri ile Erinç İklim Sınıflandırması hesaplaması yapılmıştır (Tablo 2.17). Hesaplamalara göre sahanın yıllık toplam yağışı 512,5 mm, yıllık ortalama maksimum sıcaklığı ise 17,24 °C 'tür. Erinç iklim sınıflandırması formülü ve değerlendirme ölçeği şu şekildedir (Erinç, 1984; MGM, 2019) (Tablo 2.18).

Tablo 2.17. Erinç İndisi Formülü

Formül $Im = \frac{P}{T_{om}}$ (12)	P = yıllık toplam yağış(mm), T _{om} = yıllık ortalama maksimum sıcaklık.
---	--

Tablo 2.18. Erinç İndis değerleri ile bunlara bağlı iklim sınıfları ve bitki Örtüsü

İklim Sınıfı	İndis Değeri (Im)	Bitki Örtüsü
Tam kurak	< 8	Çöl
Kurak	8 – 15	Çöl – Step
Yarı kurak	15 – 23	Step
Yarı nemli	23 – 40	Park görünümlü kuru orman
Nemli	40 – 55	Nemli orman
Çok nemli	>55	Çok nemli orman

Sahanın yağış ve ortalama maksimum sıcaklık değerleri Erinç İndisi'ne uygulandığında Erinç İndis değeri **29,72** çıkmaktadır. Bu sonuç Erinç İklim Sınıflamasına

göre sahanın ikliminin yarı-nemli olduğunu göstermektedir. Aylara göre yapılan değerlendirme sonucunda ise temmuz, ağustos ve eylül ayları kurak geçen aylardır (Tablo 2.19).

Tablo 2.19. Erinç İndisi'ne göre Havza'nın aylara göre kuraklık durumu

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
İndis Değeri	89,4	63,61	32,1	33,73	35,26	31,61	16,26	3,76	10,39	30,54	51,96	105,4
İklim Tipi	Çok nemli	Çok nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı kurak	Tam kurak	Kurak	Yarı nemli	Nemli	Çok nemli

2.1.3.2.2. De Martonne İklim Sınıflandırması

De Martonne'un İklim Sınıflandırmasında yalnızca yıllık ortalama yağış ve sıcaklık değil, temmuz ve ocak ayı sıcaklık ve yağış ortalamaları ve aralarındaki bağıntılar da dikkate alınır (Tablo 2.20). Yağışlı ve kurak iklimleri ayırmada yıllık yağış miktarı önemli bir veridir. Aylık yağışlar ve buharlaşma ise kurak devrelerin belirlenmesinde dikkate alınması gereken veri kaynaklarıdır (DMİ, 1972; MGM, 2019). De Martonne indisinde aşağıdaki formül ve sınıflandırma kullanılmaktadır (MGM, 2019) (Tablo 2.21).

Tablo 2.20. De Martonne İndisi formülü.

Formül	10 = Sıcaklığın 0°C'nin altında olduğu yerlerde t'yi pozitif yapmaya yarayan sabit sayı P = Uzun yıllar toplam yağış (mm); T = Uzun yıllar ortalama hava sıcaklığı (°C). p = En kurak ayın yağışı (mm); t = En kurak ayın ortalama sıcaklığı (°C)
$I_a = (P / (T + 10) + (12 * p / (t + 10))) / 2$ (13)	

Kaynak: MGM, 2019

Tablo 2.21. De Martonne iklim sınıflama ölçeği.

İklim Tipi	Kuraklık İndeksi
Çöl	0 - 5
Step (Yarı Kurak)	5-10
Step-Nemli arası	10-20
Yarı Nemli	20-28
Nemli	28-35
Çok Nemli	35-55
Islak	> 55
Kutupsal	<0 (T < -5 °C)

Kaynak: MGM, 2019

$$I_a = (512,5 / (10,2+10) + (12 \times 8,9 / (19,4+10))) / 2 = \mathbf{14,5}$$

De Martonne formülüyle çalışma sahasının verileri hesaplandığında **14,5** sonucu elde edilmektedir. Bu sınıflama tablosuna göre step-nemli arası iklime karşılık gelmektedir. Aylara göre yapılan değerlendirme sonucunda özellikle ağustos ayının Erinç İndisi ile paralel şekilde en kurak ay olduğu dikkati çekmektedir (Tablo 2.22).

Tablo 2.22. De Martonne İklim Sınıflandırmasına göre Havza’da aylara göre kuraklık durumu.

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
İndis Değeri	43,64	36,96	26,86	32,02	33,92	29,15	17,0	5,45	12,05	29,33	42,63	56,63
İklim Tipi	Çok nemli	Çok nemli	Yarı nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Step-nemli arası	Yarı kurak	Step-nemli arası	Nemli	Çok nemli	Islak

2.1.3.2.3. Thornthwaite İklim Sınıflandırılması

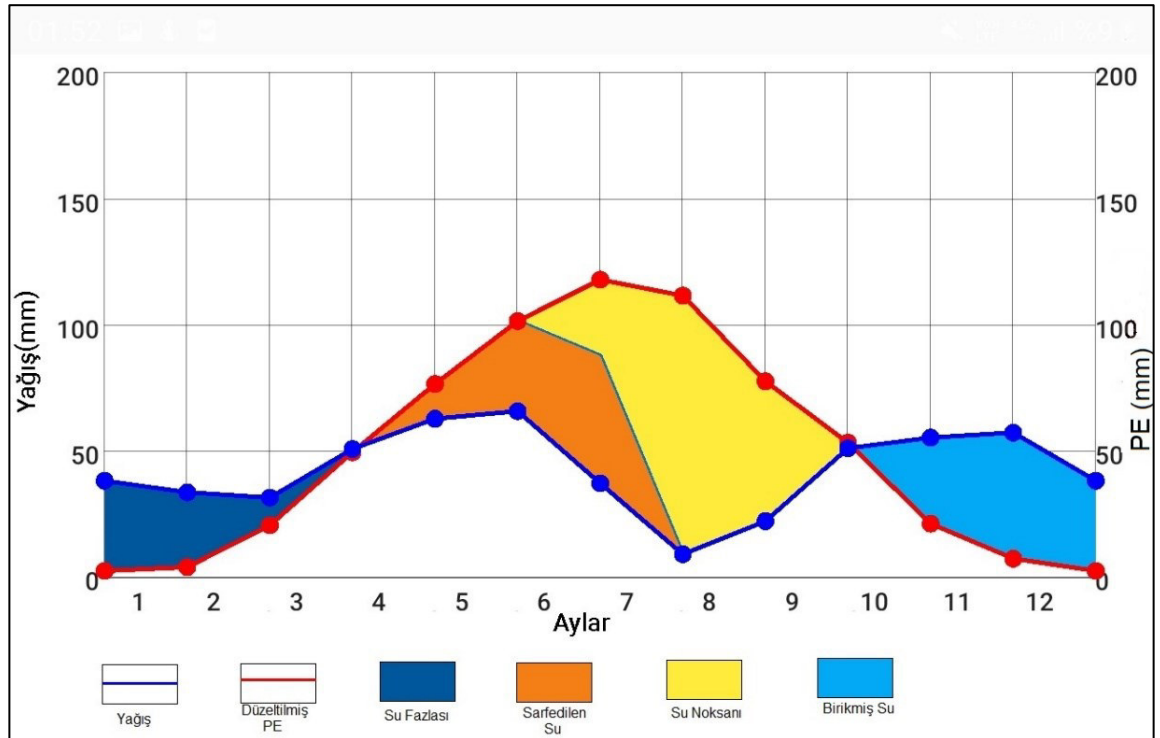
“Bir yerde oluşabilecek aylık potansiyel ve gerçek evapotranspirasyon miktarlarını belirlemek için pek çok tutarlı yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin en sadesi ortalama sıcaklık, toplam yağış miktarı, absorbe edilen güneş radyasyonu şiddeti ve süresini hesaplamak için gerekli olan enlem ve tarih bilgilerini içeren Thornthwaite yöntemidir” (Türkeş, 2010: 565). Yöntemde sıcaklık ve güneş radyasyonu evapotranspirasyonun hesaplanmasında, belirlenen evapotranspirasyon ve yağış değerleri ise toprak nem dengesine dayanan sınıflandırmada su bütçesinin hazırlanması amacıyla kullanılır (Türkeş, 2010) (Tablo 2.23).

Tablo 2.23. Thornthwaite Yöntemi’ne göre Havza Depresyonu’nun su bilançosu.

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Sıcaklık	0,9	1,4	5	10,1	13,4	17	19,1	19,4	15,8	12,2	6,2	2,5	10,25
Sıcaklık İndisi	0,07	0,15	1	2,9	4,45	6,38	7,61	7,79	5,71	3,86	1,38	0,35	41,65
Düzeltilmemiş PE	2,73	4,55	19,75	44,45	61,59	81,04	92,69	94,37	74,48	55,27	25,32	8,88	-
Düzeltilmiş PE	2,29	3,78	20,34	49,34	76,37	101,3	117,72	111,36	77,46	53,06	21,02	7,19	641,2
Yağış	38	33,4	31,3	50,6	62,6	65,6	37	8,9	22	50,9	55,1	57,1	512,5
Bir. Su. Aylık Değişimi	16,1	0	0	0	-13,7	-35,7	-50,5	0	0	0	34,08	49,91	-

Birikmiş Su	100	100	100	100	86,23	50,53	0	0	0	0	34,08	83,99	-
Gerçek Evapotra.	2,29	3,78	20,34	49,34	76,37	101,3	87,53	8,9	22	50,9	21,02	7,19	450,9
Su Noksanı	0	0	0	0	0	0	30,19	102,4	55,46	2,16	0	0	190,2
Su Fazlası	19,7	29,62	10,96	1,26	0	0	0	0	0	0	0	0	61,54
Akış	9,85	24,66	20,29	6,11	0,63	0	0	0	0	0	0	0	61,54
Nemlilik Oranı	15,59	7,84	0,54	0,03	-0,18	-0,35	-0,69	-0,92	-0,72	-0,04	1,62	6,94	-

Ocak ayından nisan ayına kadar olan dönemde sahada su fazlası yaşanmaktadır ve yağış buharlaşmadan daha fazladır. Nisan ayından sonra buharlaşma yağış miktarını geçmeye başlamıştır ve var olan suyun sarf edildiği dönem başlar. Bu dönem ağustos ayına kadar devam etmektedir. Temmuz ortalarından sonra kurak dönem baş göstermektedir. Su noksanı bulunan bu dönem yağış ve buharlaşmanın eşitlendiği ekim ayına kadar devam etmektedir. Ekim ayından itibaren yağışın artışının yanında buharlaşmanın da azalmasına bağlı olarak sahada su birikimi dönemine girilmekte, ocak ayında tekrar su fazlası görülmektedir (Şekil 2.57).



Şekil 2.57. Thomthwaite Formülü'ne göre Havza Depresyonu'nun su bilançosu diyagramı.

Bu değerleriyle Havza istasyonu kurak – az nemli (C1), Mezotermal (Orta sıcaklıklardaki iklim) (B1), su fazlası olmayan (d) veya pek az olan (b'4) denizel etkili iklime sahiptir.

2.1.4. Hidrografik Özellikler

2.1.4.1. Akarsular

Araştırma sahasının suyunu drene eden ana akarsu Tersakan Çayı'dır. Tersakan Çayı'nın 11 km'lik bölümü araştırma sahası içerisinde kalmaktadır. Kaynağını Tavşan Dağı'ndan alan Çayırözü deresi sahanın diğer önemli hidrolojik birimidir. Dere Havza ilçe merkezinde Tersakan Çayı'na katılır. Ayrıca sahanın içerisinde Kızılırmak Havzası drenaj sistemine bağlı bir akarsu olan Silcan Deresi de bulunmaktadır. Yani araştırma sahası Türkiye'nin büyük havzalarından olan Kızılırmak ve Yeşilirmak havzaları arasında yer almaktadır. Sahanın büyük çoğunluğunun suyu Yeşilirmak Havzası'na bağlı olan Tersakan Çayı tarafından drene edilirken, kuzeyde küçük bir alanın suyu da Silcan Deresi vasıtasıyla Kızılırmak Havzası'na bağlanır.

Dantritik drenaj flüvyal morfojenetik bölgede ve ülkemizde çok yaygın görülen drenaj tiplerinden birisidir. Özellikle yatay yapılarda ve zayıf direnç hatları bulunmayan masif katılaşım kayalar üzerinde sıkça rastlanır (Erinç, 2002). Araştırma sahasında kuzeyde özellikle Yeniköy Deresi ve Kervançukuru Deresi kollarında, doğuda Köy Deresi ve Kavalözü Deresi kollarında dantritik drenaj gözlemlenmektedir. Kafesli drenaj da dantritik drenaj gibi sık görülmekle birlikte genellikle akarsuların zayıf direnç zonlarını izlediği durumlarda oluşur (Erinç, 2002). Sahada Erikli Deresi, Mendufiye Deresi, Hamza Deresi ve Silcan Deresi kollarında sınırlı da olsa kafesli drenaj belirlenmiştir. "Yüksek sahalarla çevrili alçak alanlarda , çevredeki yüksek sahalardan merkezdeki alçak alana doğru vadiler birbirlerine yaklaşılarak uzanırlar. Bu durum radyal drenajın tam tersidir. Bu tip drenaja sentripetal drenaj adı verilmektedir" (Hoşgören, 2007: 189). Depresyon tabanında yer alan Tersakan Çayı'na doğru yönelen kolların sentripetal drenaj özelliği gösterdiği alanlar vardır. Bu durum Tersakan Çayı Merzifon Depresyonu'na bağlanmadan önce Havza Depresyonu'nda bulunan kapalı havza ortamının bir eseridir.

Sonuç olarak sahada dantritik drenaj sistemi hakim iken, eğimin ve yükseltinin arttığı saha güneyinde ve kuzeyinde kafesli drenaj örnekleri bulunmaktadır. Ayrıca

depresyon tabanına çevre yüksek alanlardan yönelen akarsular sentripetal drenaj ağı örneği de oluştururlar.

2.1.4.1.1 Tersakan Çayı

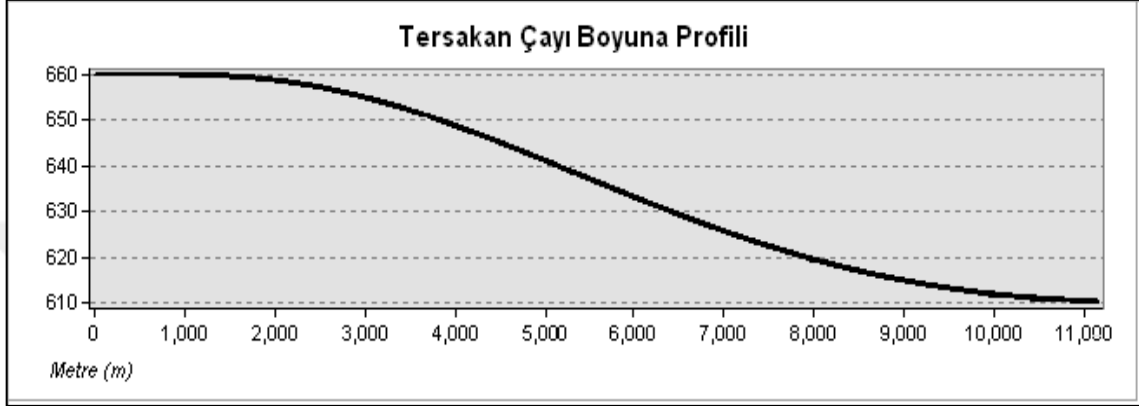
Tersakan Çayı bir göl gideğenidir. Akarsu asıl kaynağını Ladik Gölü'nden alır. Ladik Gölü'nden kuzey yönde ayrıldıktan sonra yapıya (KAF'a) uygun bir şekilde batıya doğru subsekant bir vadiyi takip edip, araştırma sahasının kuzeydoğusunda konsekant bir karakter kazanarak genel eğime uygun bir vadi kazmıştır. Bu durum saha içerisinde de devam eder. Tersakan Çayı'nın yatağı ilçe merkezinde ıslah edilmiştir(Şekil 2.58). Çayırözü Deresi başta olmak üzere sürekli ve mevsimlik kollar insekanttır. Bu durumun bir sonucu olarak sahanın genel flüvyal karakteri olan dandritik drenaj gelişmiştir.

Araştırma sahasını geçtikten sonra Amasya sınırlarına geçen Tersakan Çayı Suluova ilçesi sınırlarında Salhan Suyu ile birleşerek Amasya ilinin idari sahasının kuzey doğusunda Yeşlırmak'a katılır. Sahada Tersakan Çayı'nın 11 km'lik bölümü yer almaktadır. Tersakan Çayı'nın toplam uzunluğu 91,4 km, toplam su toplama havzası 2.684 km²'dir (Kaleli vd., 1970; Yürekli ve Kurunç, 2001). Ayrıca Tersakan Çayı üzerinde Amasya ili sınırları içerisinde Yedikır Barajı yer almaktadır.



Şekil 2.58. Havza ilçe merkezi Tersakan Çayı kenarında yer almaktadır.

Tersakan Çayı'nın boyuna profili incelendiğinde kabaca "S" görünümlü bir eğri çizdiği görülmektedir. Bu durum hipsometrik analiz sonucu belirlenen olgunluk evresinde olma durumunu kanıtlar niteliktedir. Henüz yaşlılık evresine ulaşılmadığı için Tersakan Çayı'nda derine ve geriye aşındırma ile taşıma süreçleri devam etmektedir (Şekil 2.59).



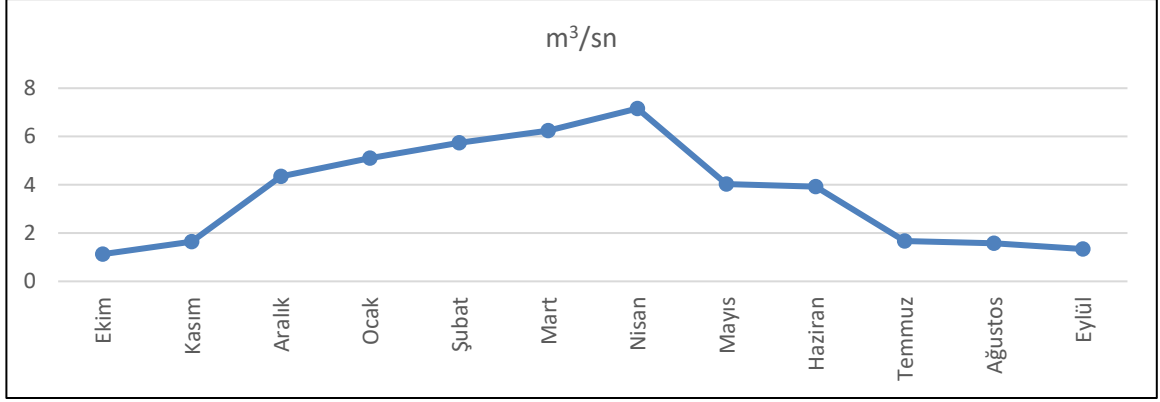
Şekil 2.59. Tersakan Çayı'nın inceleme alanı içindeki boyuna profili.

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) Su Veri Tabanı (SVT) Rasatlar Bilgi Bankası verilerine göre araştırma sahasının doğu sınırının 3,5 km doğusunda Tuzla Mahallesi'nde Tersakan Çayı üzerinde 1965-1972 yıllarında bir akım gözlem istasyonu yer almıştır. Bu istasyonun verilerine göre anlık en çok akım (maksimum) $310 \text{ m}^3/\text{sn}$ ile 09.06.1971 tarihinde, anlık en az akım (minimum) $0.065 \text{ m}^3/\text{sn}$ ile 07.07.1970 tarihinde gerçekleşmiştir. Tersakan Çayı'nın buradaki ortalama debisi $3,19 \text{ m}^3/\text{sn}$ olarak kaydedilmiştir. Tersakan Çayı'nın bu kesiminde aylık ortalama debinin $7,158 \text{ m}^3/\text{sn}$ ile en yüksek olduğu ayın nisan, aylık ortalama debinin $1.126 \text{ m}^3/\text{sn}$ ile en az olduğu ayın ekim olduğu görülmektedir (Tablo 2.24). Bu değerler ışığında Tersakan Çayı'nın debisinin iklim kontrolünde değiştiği ve düzensiz bir rejime sahip olduğu söylenebilir (Şekil 2.60).

Tablo 2.24. Tersakan Çayı'nın aylara göre akım değerleri.

Aylar	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
Debi m^3/sn	1,126	1,637	4,351	5,106	5,743	6,248	7,158	4,026	3,917	1,664	1,574	1,342

Kaynak: <http://svtbilgi.dsi.gov.tr/>



Şekil 2.60. Tersakan Çayı'nın ortalama akımının aylara göre değişimi.

2.1.4.1.2. Çayırözü Deresi

Çayırözü Deresi inceleme alanındaki diğer önemli hidrolojik birimdir ve Havza ilçe merkezinin bulunduğu noktadan Tersakan Çayı'na bağlanmaktadır. Kaynağını Hacıdede Mahallesi batısından, Tavşan Dağı eteklerinden alır. Halk arasında Havza Çayı veya Hacı Osman Deresi olarak da bilinmektedir (Şekil 2.61). Havza ilçe merkezindeki yerleşmenin çok büyük bir bölümü Çayırözü Deresi'nin vadisi içerisinde bulunmaktadır. Şehir merkezinde yatağının daraltılması ve bazı bölümlerinin üzerinin kapatılarak beşeri faaliyetler için alan kazanılması sonucu neredeyse her yıl taşkın ve sellere konu olmaktadır. Zeybek (1998) Çayırözü Deresi'nin 19 km uzunluğa ve yaklaşık 94 km²'lik bir havzaya sahip olduğunu belirtmiştir.



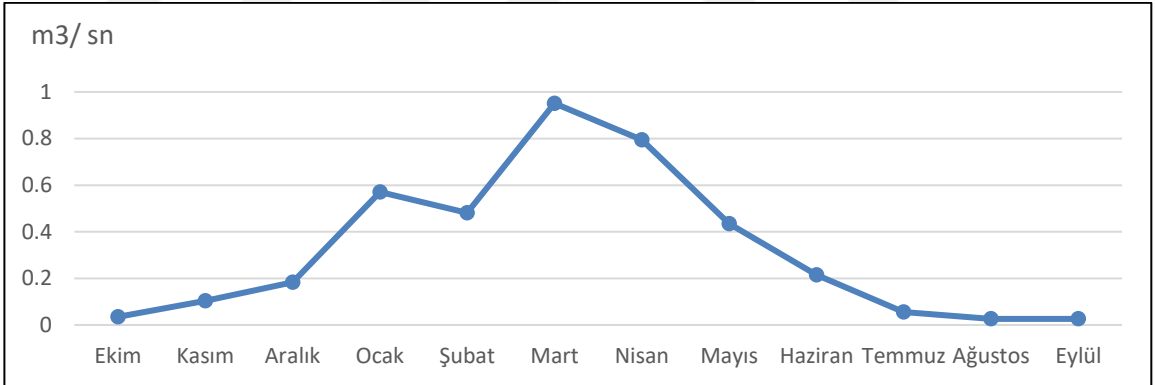
Şekil 2.6. Ağcamahmut Mahallesi yakınlarında Çayırözü Deresi çevresinde bitki örtüsünün yoğunlaştığı görülmektedir.

DSİ SVT Rasatlar Bilgi Bankası'nın verilerine göre Çayırözü Deresi üzerinde, saha içerisinde Havza ilçe merkezinin Vezirköprü çıkışında bulunan köprüde konumlanan bir adet akım gözlem istasyonu yer almıştır. 1965-2001 yılları arasında rasat yapılan istasyonun verilerine göre derede anlık en çok akım 78.0 m³/sn ile 04.01.1966 tarihinde, anlık en az akım 0.000 m³/sn ile 01.10.1965 tarihinde gerçekleşmiştir. Çayırözü Deresi'nde ortalama akımın 0.083 m³/sn olduğu belirtilmiştir. En yüksek aylık ortalama akım değerinin 0.951 m³/sn ile mart ayında, aylık ortalama en düşük akım değerinin 0,026 m³/sn ile ağustos ve eylül aylarında gerçekleştiği görülmektedir (Tablo 2.25, Şekil 2.62).

Tablo 2.25. Çayırözü Deresi'nin aylara göre akım (debi) değerleri.

Aylar	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
m ³ /sn	0,035	0,103	0,183	0,571	0,481	0,951	0,795	0,434	0,215	0,056	0,026	0,026

Kaynak: <http://svtbilgi.dsi.gov.tr/>



Şekil 2.62. Çayırözü Deresi'nin ortalama akımının aylara göre değişimi.

2.1.4.1.3. Silcan Deresi

Kızılırmak Havzası'nın bir parçası olan Silcan Deresi sahanın kuzeyinde KAF'a uygun olarak (subsekant) batıdan doğuya doğru akmakta, Ereli Mahallesi yakınlarında dirsek yaparak kuzeye yönelip KAF güzergahından ayrılarak araştırma sahasının kuzeydoğusunda yer alan Kamlık Çayı'na katılmaktadır (Şekil 2.63). Dirik (1994) buradaki dirseğin ötelenme noktası olduğunu belirtmiştir. Kamlık Çayı da Vezirköprü ilçe merkezi yakınlarında, Vezirköprü ilçe merkezinden geçerek Altinkaya Barajı'na dökülen Akçay ile birleşmektedir. Fay güzergahlarındaki akarsu vadilerinde sıkça görüldüğü gibi

Silcan vadisinde de asimetrik bÖlÖmler ve lokal ölçekte ötelenmeler gözlemlenmiştir. Silcan Deresi üzerinde birisi araştırma sahasındaki Kuşkonağı Göleti olmak üzere iki adet gölet bulunmaktadır. Kuşkonağı göleti ile ilgili ayrıntılı bilgi göller başlığı altında yer almaktadır.



Şekil 2.63. Ereli Mahallesi güneyinde KAF üzerinde uzanan subsekant bir akarsu olan Silcan Deresi.

2.1.4.1.4. Diğer Akarsular

2020 yılı mayıs ayı itibariyle yapılan arazi çalışlarında Tersakan Çayı, Çayırözü Deresi ve Silcan Deresi dışındaki sürekli akarsuların kurumaya yüz tuttuğu gözlemlenmiştir (Şekil 2.64a). Mevsimlik akarsular da aynı durumdadır (Şekil 2.64b). Bu durum %82'si tarım alanlarıyla kaplı olup, ortalama yağışın 512 mm seviyesinde olduğu sahada tarımsal sulamanın büyük bir problem olabileceğini düşündürmektedir. Yeraltı suyunun uzun vadeli kullanımının ise başta kuraklık olmak üzere çeşitli afetlere zemin hazırlayabileceği bilinmektedir.



Şekil 2.64. Araştırma sahasındaki akarsuların büyük bölümü Mayıs ayı itibariyle kurumaya yüz tutmuştur. a) Pınarçay Mahallesi yakınlarında Olukluşme Deresi'nin debisi Mayıs ayı itibariyle çok düşük seviyededir. b) Araştırma sahasının kuzeyinde Yeniköy Deresi'nin bir kolu olan Çorakdere'de Mayıs ayında su akışı bulunmamaktadır.

Mevsimlik akarsular büyük oranda sahadaki kaynak sularından beslenmekte, yaz döneminde büyük çoğunluğu kurumaktadır. Arazi çalışmalarının yapıldığı Nisan ve Mayıs aylarında yağış değerlerinin saha özelinde düşünüldüğünde en düşük seviyede olmamasına rağmen mevsimlik akarsuların debisinin çok düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Sahadaki sürekli akarsuların vadileri nispeten daha derin ve taşıdıkları su daha fazla olduğu için yol geçişleri köprülerle sağlanırken, mevsimlik akarsuların yataklarında geçiş ise beton borular ve küçük menfezlerle sağlanmaktadır. Sahada küçük havzacıklarda aşırı yağışlar sonucu oluşan sel ve taşkın (flash flood) örnekleri bulunmaktadır. Bu dar su geçişleri aşırı yağışlar sonucu oluşacak yüksek debili akımlar sırasında katı yüklerle kolaylıkla tıkanabilmektedir. Ayrıca mevsimlik akarsu yataklarında da diğer akarsularda olduğu gibi beşeri atıklar dikkati çekmektedir (Şekil 2.65).



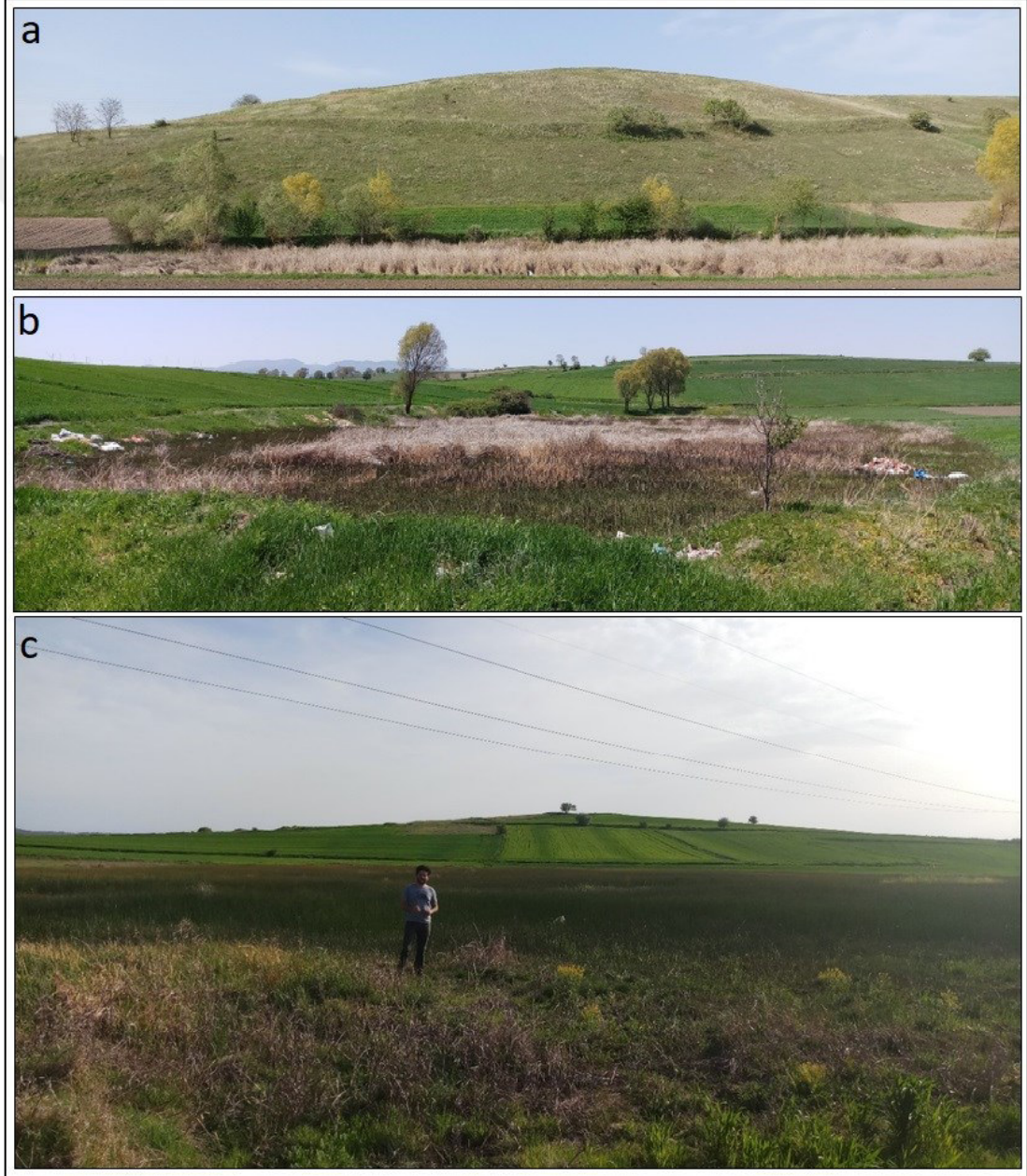
Şekil 2.65. Havza – Bafra yolu üzerinde mevsimlik bir akarsu olan Çorak Dere'nin tahliye borusu.

2.1.4.2. Göller

Araştırma sahasının göller yönünden çok zengin olduğu söylenemez. Sahada küçük geçici göller ve bataklık sahalar bulunmaktadır. Sahada bulunan ve topoğrafya haritalarına göre muvakkat (geçici) göl özelliği gösteren göller çoğunlukla sahanın kuzeydoğusunda KAF dolaylarında yer almaktadır. Dirik (1994) bu göllerin çizgisel çöküntü alanlarında oluştuğunu ve fay gölleri olduklarını belirtmiştir. Tektonik karakterdeki bu göller büyüklüklerine göre Avcı Gölü (2.171 m²), Cami Gölü (7.709 m²), Sülüklügöl (7.951 m²), Gölyeri Gölü (9088 m²), Kurucagöl (15.435 m²) 'dür. Sülüklü göl KAF'ın tam üzerinde küçük bir tektonik çukurlukta yer alır (Şekil 2.66a). Cami Gölü de KAF yakınlarında Arslançayı Mahallesi güneyinde konumlanmaktadır (Şekil 2.66b). Google Earth incelemelerinde buralarda suya rastlanmamıştır . Nihayet 2020 yılı mayıs ayında yapılan arazi çalışmalarında da buraların küçük kapalı havzacıklar olduğu, dört tanesinin içinde hiç su bulunmadığı ve içlerindeki bitki örtüsüyle beraber tamamen kurduğu yalnızca Kurucagöl'ün zemininde 15-20 cm kadar suyun bulunduğu görülmüştür. Ayrıca Kurucagöl'ün içinde ve çevresinde yeşil bitki örtüsünün nispeten daha yoğun olduğu söylenebilir (Şekil 2.66c). Kurucagöl'de az da olsa su bulunması havzasının diğerlerine göre nispeten büyük olması, yükseltisinin diğer göllerden nispeten fazla olmasına bağlı

olarak yağışı daha fazla alması ve volkanik anakayanın geçirimsizlik özelliklerine bağlanabilir.

Mayıs ayı itibariyle göllerin tamamı kuru da olsa sazlıklarla kaplıdır. Bu da yılın yağışlı döneminde de olsa bir miktar su depolayabildikleri anlamına gelmektedir. Bu durumun bir sonucu olarak geçici göllerde turbalaşma da gözlemlenmiştir.



Şekil 2.66. Sahada bulunan geçici göller. a) Sülüklügöl Ereli Mahallesi yolu üzerinde bulunmaktadır (Yükseklik: 725 m). b) Cami Gölü Arslançayırı Mahallesi güneyinde konumlanmıştır (Yükseklik: 730 m). c) Geçici göllerin en büyüğü olan Kurucagöl Ereli Mahallesi güneyindedir. (Yükseklik: 760m).

İnceleme alanındaki tek gölet Arslançayırı köyü yakınında bulunan fakat idari olarak Kuşkonağı köyü sınırları içerisinde kalan sulama amacıyla yapılmış Kuşkonağı Göleti'dir (Şekil 2.67).

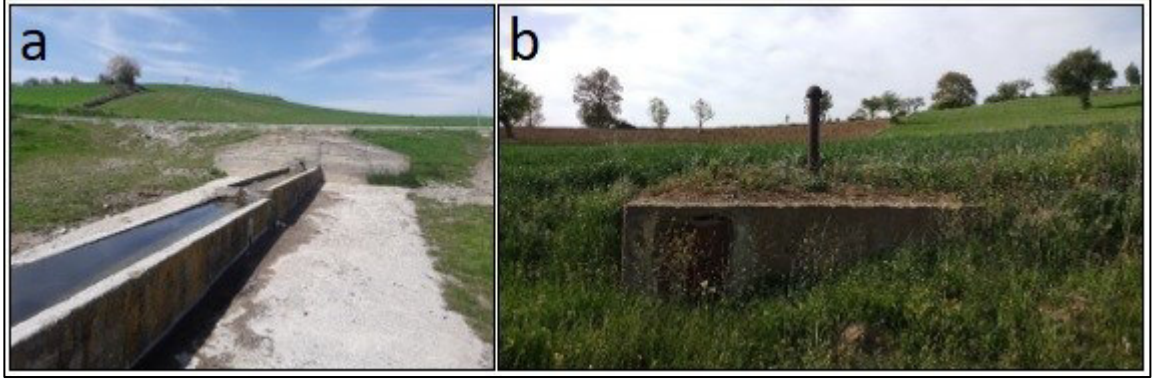


Şekil 2.67. Araştırma sahasının tek sürekli su kütlesi olan Kuş Konağı Göleti Arslançayırı Mahallesi yakınlarında bulunmaktadır. a) Kuşkonağı Göleti Google Earth görüntüsü. b) Kuşkonağı Göleti Silcan Deresi ve KAF üzerinde konumlanmıştır. c) Kuşkonağı Göleti'ne doğusunda yer alan Ortatepe üzerinden bakış.

Kuşkonağı Göleti Silcan Deresi üzerinde bulunmaktadır. Göletin havzası 1156.3 ha, maksimum derinliği 7.25 m dir (Dengiz vd., 2012). Göletin alanı 88.900 m²'dir (Havza Kaymakamlığı, 2003). Bu gölet araştırma sahası içerisindeki tek sürekli su kütlesidir. Gölet çevresinde de saha genelinde olduğu gibi ormansızlaşma ve antropojenik karakterli bozkırlar dikkati çekmektedir.

2.1.4.3. Yeraltı Suları

Sahada her ne kadar bazıları kurumuş veya debileri düşük olsa da yeraltı su kaynaklarının oldukça fazla olduğu gözlemlenmiştir. Topoğrafya haritalarından belirlenebilen pınar, çeşme ve kuyu olmak üzere toplam 91 soğuk su kaynağı bulunmaktadır. Sahanın alanı düşünüldüğünde (82.4 km²) su kaynağı sayısının fazla olduğu söylenebilir. Su kaynakları evsel kullanım, tarla sulama ve hayvanların su ihtiyaçları için kullanılabilir (Şekil 2.68a). Özellikle kırsal alanlarda su depolarına sıkça rastlanmıştır (2.68b). Bu durum doğal su kaynaklarının yeterli debiyeye sahip olmamalarına bağlanabilir. Bazı doğal su kaynakları ise herhangi bir amaçla kullanılmayıp sahanın drenaj sisteminin bir parçasıdır.



Şekil 2.68. Araştırma sahasında çok miktarda soğuk su kaynağı bulunmaktadır a) Arslançayırı Mahallesi yakınlarında bulunan İmren Pınarı Çeşmesi. b) Mürsel Mahallesi yakınlarında tarım alanlarının yanında bulunan su deposu.

Havza ilçe merkezinin içme suyu ihtiyacı beş farklı kaynaktan faydalanılmakta olup ilçenin ihtiyacını karşılayacak düzeydedir (Arslanbay, 2018).

Sahada soğuk su kaynaklarının yanında faylarla ilişkili olarak (KAF'a konumu itibariyle) sıcak su kaynakları da bulunmaktadır.

2.1.4.3.1. Sıcak Yeraltı Suları

Araştırma sahası KAF'ın etkisiyle sıcak su kaynakları bulunan jeotermal bir alandır. Sıcak su kaynakları fay kaynağı niteliğindedir. Mineraller bakımından zengin olan bu sular sayesinde Havza önemli bir kaplıca turizmi merkezi durumundadır. Havza sıcak su kaynaklarının bileşimi aşağıda verilmiştir (Tablo 2.26).

Tablo 2.26. Havza kaplıca sularının özellikleri.

Sıcaklık	53 °C
Kimyasal yapı	Arsenik, çelik, silis, sodyum, sülfat, kısmen kalsiyum bikarbonatlı termal sular radyoaktif özelliğe sahiptir.
Fiziksel Özellikler	Renksiz, berrak ve kokusuzdur.
Toplam Mineralizasyon	629,285 mg/l.

Kaynak: <http://www.havza.gov.tr/havza-kaplicilari-ve-faydalari> (Erişim: 21 Mayıs 2016)

Havza’da 1983-2004 yılları arasında jeotermal kaynak arayışına yönelik 9 kuyu çalışması yapılmış bunlardan 4 tanesinin sondaj tekniği ve kuyu verimi açısından başarılı bulunmuştur (Toka ve Şahin, 2006). Günümüzde de termal turizme konu olan sahada debi yetersizliğinden dolayı, sondajlar ile sıcak su eldesi sağlanmaktadır. Günümüzde sahada kullanılan sıcak su sondajları ve debileri aşağıda sunulmuştur (Tablo 2.27).

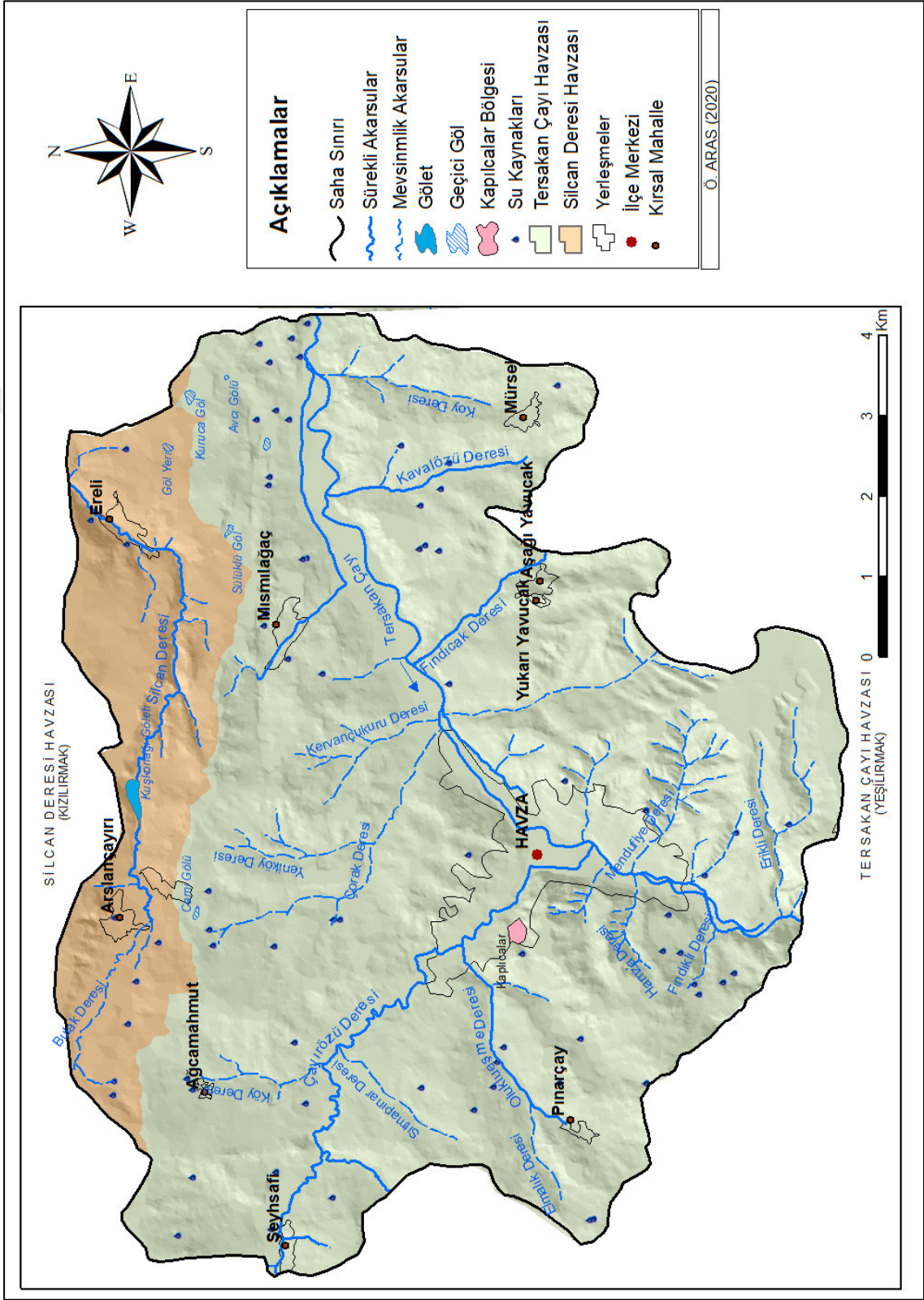
Tablo 2.27. Sahada bulunan sıcak yeraltı su kaynaklarının debileri.

Kaynağın İsmi	Lt/sn
SH – 5 Kuyusu	14
SH – 6 Kuyusu	13
SH – 7 Kuyusu	12

Kaynak: YİKOB, 2019; Samsun Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2019

Depremler sonrasında termal kaynaklarda debi artışı veya azalışı görülebilmektedir. Örneğin 2012 yılında Haida Gwaili takımadalarında meydana gelen 7,8 M_w büyüklüğündeki deprem sonrasında sıcak yeraltı sularının tamamen kurduğu, 2016 yılında yeniden sıcak su çıkışı gözlemlendiği belirtilmektedir (Canadiangeographic, 2016). 1050 yılında Havza’da meydana gelen büyük bir depremden sonra 9 gün yoğun sıcak su çıkışı görüldüğü tarihi kaynaklarda belirtilmekte, hatta boğulanların olduğu rivayet edilmektedir (Yücel, 2001). Günümüzde ilçe ekonomisinde önemli yeri olan bu kaynaklarda meydana gelebilecek bu tip anomaliler durumunda neler yapılabileceği konusunda çalışmalar yürütülmesi yerinde olacaktır.

Araştırma sahası için oluşturulan hidrografi haritası aşağıda sunulmuştur (Şekil 2.69).



Şekil 2.69. Havza Depresyonu'nun hidrografya haritası.

2.1.5. Toprak Özellikleri

Bu bölümde araştırma sahasının toprak özellikleri ele alınmıştır. Toprak özelliklerini daha iyi ortaya koyabilmek ve büyük ölçekli haritalar üretmek için daha önce “Toprak Özelliklerini Araştırma Yöntemleri” bölümünde detayları yer alan çalışmalar yapılmıştır. Elde olan imkanlarla laboratuvar ortamında yapılabilecek analizler (EC, pH, kireç, tekstür, nem) yapılmış, analizi yapılamayan toprak özellikleri SGTHİM (2013) tarafından Samsun ili için hazırlanan haritaların yeniden koordinatlandırılmasıyla üretilmiştir.

Araştırma sahasında görülen doğal afetlerin büyük çoğunluğu (heyelan, erozyon, taşkın) toprak özellikleriyle doğrudan veya dolaylı olarak ilgili olduğu için toprak özelliklerinin kantitatif olarak ortaya konulup CBS ortamında sayısallaştırılması büyük önem arz etmektedir. Zira bu çalışmalar sonucu elde edilen sonuç haritalarının bir kısmı doğal afet risklerinin tanımlanması ve haritalanmasında veri kaynağı oluşturmuştur.

2.1.5.1. Büyük Toprak Grupları

Büyük toprak gruplarına göre bakıldığında Havza ve yakın çevresinde hakim olan toprak tipi kahverengi topraklardır (SGTHİM, 2013) (Tablo 2.28). Vadi tabanlarında ve kabaca depresyon tabanına karşılık gelen alanda alüvyal topraklar geniş yer tutarken, yamaç eteklerinde kolüvyal topraklara sınırlı alanlarda rastlanmıştır.

Tablo 2.28. Havza Depresyonu büyük toprak grupları.

Toprak Türü	Alan (Km ²)	Alandaki Oran (%)
Alüvyal Toprak	6,49	7,88
Kahverengi Toprak	75,83	92,11
Kolüvyal Toprak	0,08	0,01
Toplam	82,40	100.00

2.1.5.1.1. Kahverengi Topraklar

Bu topraklar Yeni Amerikan Toprak Taksonomisi'nde ordo olarak Mollisol'ler içerisinde yer almaktadır (Atalay ve Mortan, 2003). Orta kuşakta daha çok ot formasyonları altında görülen bu topraklarda iyi gelişmiş ve yumuşak bir A horizonu bulunur ve organik madde bakımından zengindirler (Erinç, 2002). Ülkemizde daha çok

kara iklimi ile yarı nemli Kuzey Anadolu iklimi arasında geçiş özellikleri gösteren alanlarda yaygındır. Organik madde içeriğine bağlı olarak kestane renkli de olabilirler, kestane renkli olduklarında B horizonunda fazla miktarda karbonat birikimi görülür (Atalay ve Mortan, 2003). Araştırma sahasındaki kahverengi toprakların B horizonunda da bezeler halinde karbonat birikimi gözlenmiştir (Şekil 2.70). Erinç (2002), bu karbonat birikiminin sahadan sahaya değişmekle birlikte 30-60 cm arasında görüldüğünü belirtmiştir. Araştırma sahası topraklarının % 92'sini oluşturan bu toprakların organik madde bakımından zengin olması ve yumuşak yapıları araştırma sahasının yoğun olarak tarım faaliyetlerine konu olmasına neden olmuştur.



Şekil 2.70. Mısımlağaç Mahallesi yakınlarında yayılış gösteren kahverengi toprak profili.

2.1.5.1.2. Alüvyal Topraklar

Alüvyal topraklar Yeni Amerikan Toprak Taksonomi'sinde ordo olarak horizonlaşmamış topraklara karşılık gelen Entisol'ler içerisinde yer alır (Erinç, 2002). Tersakan Çayı ve Çayırözü Deresi vadileri ile depresyon tabanında eğim azaldığı için alüvyal topraklar görülmektedir (Şekil 2.71). Sahadaki alüvyal topraklarda her ne kadar

horizonlaşma yoksa da geçmişteki yağışlı dönemlere karşılık gelen iri çakıllı ve geçmişteki daha kurak evrelere karşılık gelen killi ve milli bantlar gözlemlenmiştir.

Alüvyal topraklar yerleşmelerde en sık tercih edilen yerler olmanın yanında tarımsal faaliyetlerin de en sık ve en verimli şekilde yürütüldüğü alanlardır. Beşeri etkinlikler açısından sahada büyük rağbet gören bu alanlar aynı zamanda taşkın ve deprem için de tehlikesi en fazla olan alanlardır. Bu konuya deprem tehlike ve taşkın duyarlılık analizi bölümlerinde de değinilmiştir.

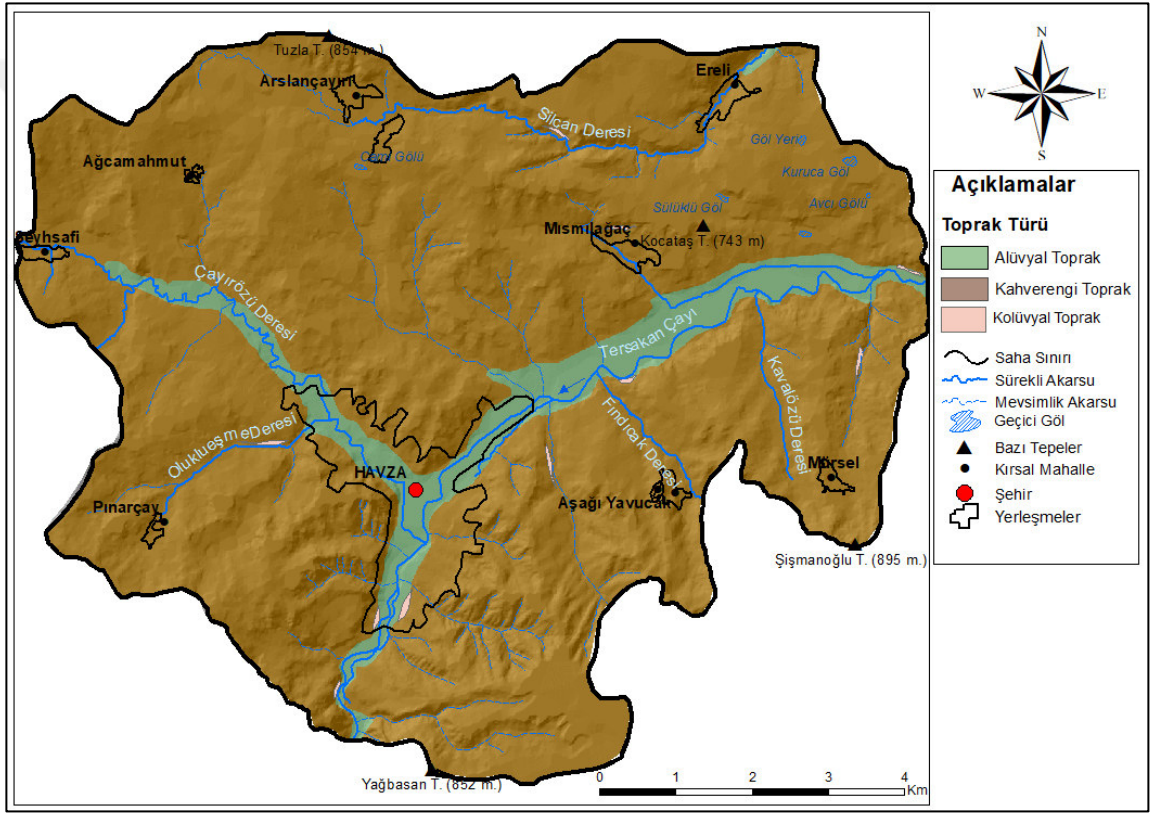


Şekil 2.71. Depresyon tabanında Değirmenüstü Mahallesi'nde yayılış gösteren alüvyal topraklar.

2.1.5.1.3. Kolüvyal Topraklar

Yamaç döküntülerinde gelişen bu topraklara daha çok eğimin arttığı yamaçların eteklerindeki kolüvyal depolarda rastlanmaktadır. KAF'ın geçtiği tektonik olukların kenarlarında ve Yeşilırmak ile Kızılırmak'ın ana kollarının vadilerinde, özellikle kum ve çakıl barındıran kolüvyal depolar ve bunlar üzerinde gelişen su tutma kapasitesi düşük

kolüvyal topraklar bulunmaktadır (Atalay ve Mortan, 2003). Yeşilirmak'ın bir kolu olan fakat yamaç eğim değerleri ve yamaç uzunlukları Yeşilirmak ana vadisi kadar fazla olmayan Tersakan Çayı vadisinin yamaç eteklerinde kolüvyal depolara ve ve bu depolar üzerinde kısmi toprak gelişimine rastlanmıştır. Araştırma sahasının kuzeyinde KAF üzerinde dar bir tektonik oluk ve bu oluğun kısa yamaçları bulunmaktadır. Üzerinde Silcan Deresi'nin subsekant olarak doğuya doğru ilerlediği bu oluğun yamaç eteklerinde de sınırlı alanlarda kolüvyal birikimler gözlemlenmiştir (Şekil 2.72).



Şekil 2.72. Havza Depresyonu'nun büyük toprak grupları haritası (SGTHİM, 2013'den güncellenerek.)

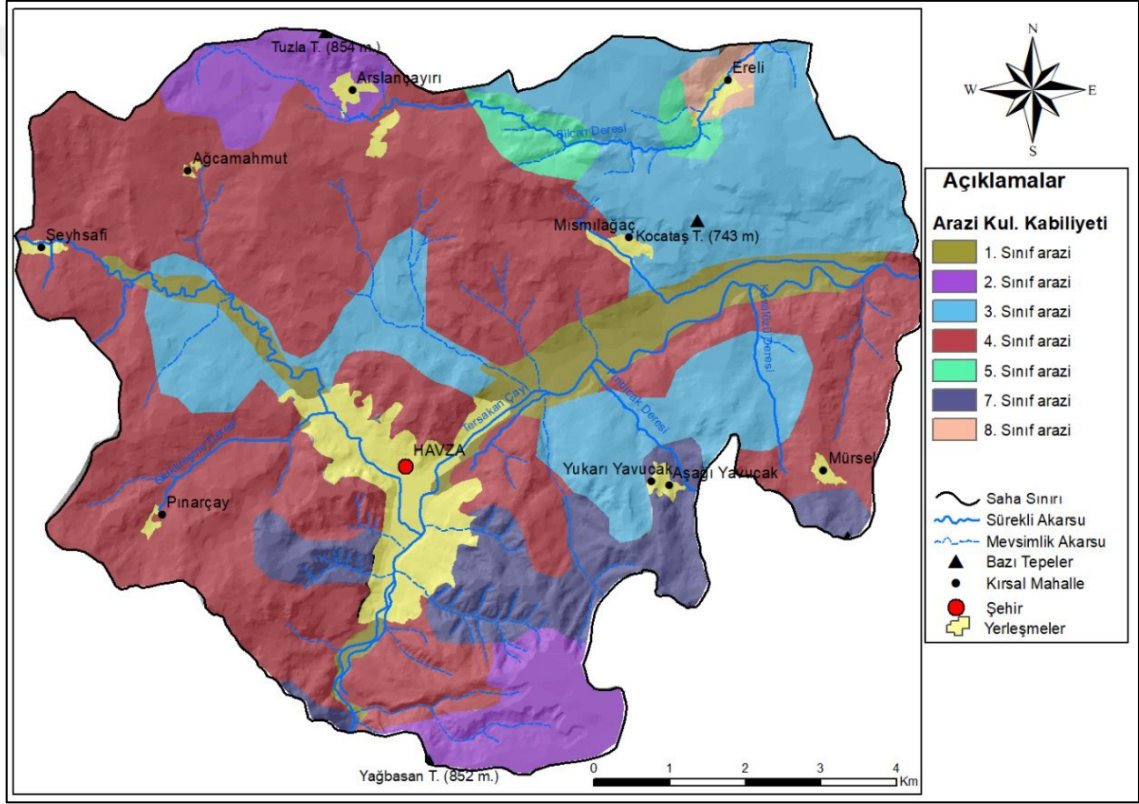
2.1.5.2. Arazi Kullanımı

İnceleme alanının arazi kullanımı haritası oluşturulurken Orman ve Su İşleri Bakanlığı (günümüzde Tarım ve Orman Bakanlığı) tarafından yürütülen CORINE Projesi (2017) interaktif haritaları kullanılmıştır. Arazi çalışmalarında da haritanın uygunluğu yerinde kontrol edilmiştir.

Araştırma sahası topraklarında en geniş alanı %82,79 ile tarım alanlarının kapladığı görülmektedir (Tablo 2.29). Elde edilen arazi kullanımı haritası raster formatına

Tablo 2.30. Havza Depresyonu arazi kullanım kabiliyeti sınıfları.

Arazi Sınıfı	Alan (km ²)	Yüzde (%)	Nitelik
1. Sınıf Arazi	4,59	5,57	İşlemeli tarıma elverişli
2. Sınıf Arazi	6,08	7,38	İşlemeli tarıma elverişli
3. Sınıf Arazi	18,15	22,03	İşlemeli tarıma elverişli
4. Sınıf Arazi	39,06	47,40	İşlemeli tarıma elverişli
5. Sınıf Arazi	1,76	2,14	İşlemeli tarıma elverişsiz
6. Sınıf Arazi	-	-	İşlemeli tarıma elverişsiz
7. Sınıf Arazi	6,03	7,31	İşlemeli tarıma elverişsiz
8. Sınıf Arazi	0,52	0,63	Tarıma elverişsiz
Yerleşmeler	6,21	7,54	-
Toplam	82,40	100,00	



Şekil 2.74. Havza Depresyonu'nda arazi kullanım kabiliyeti sınıfları (SGTHİM, 2013'ten güncellenerek).

2.1.5.4. Toprak Özelliklerinin Jeostatistiksel Analizleri

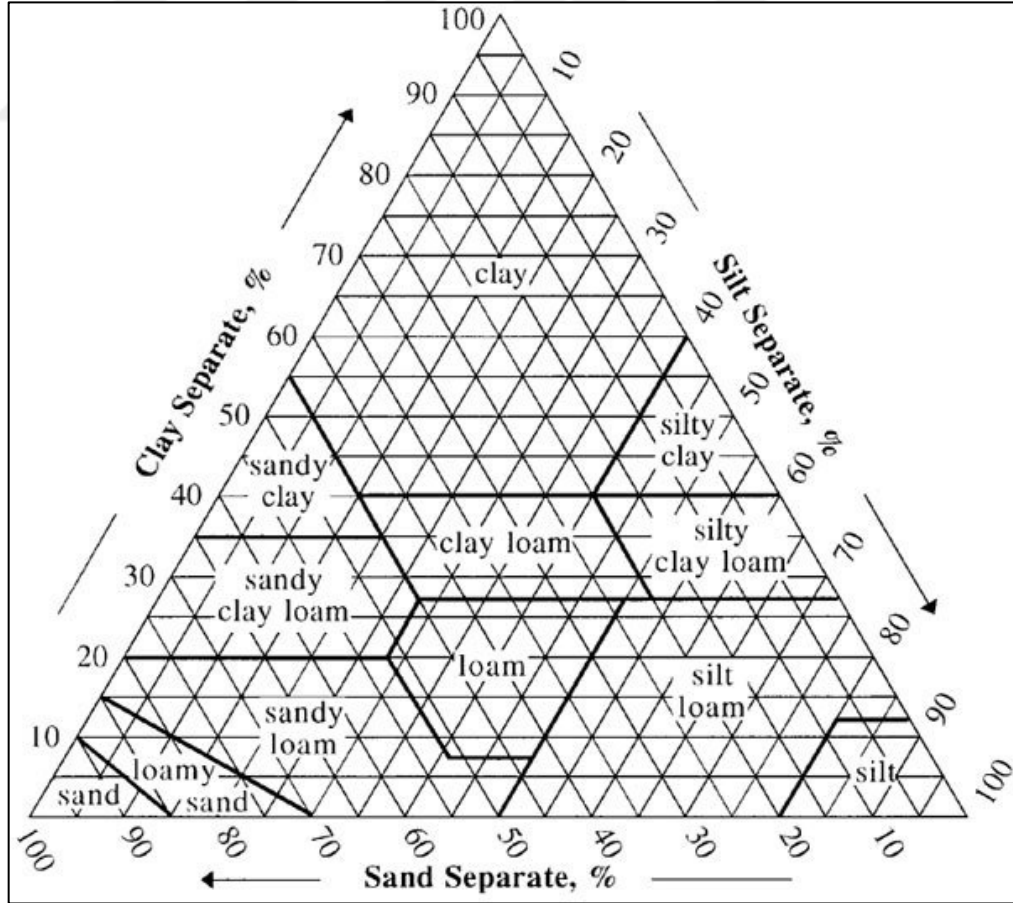
Bu bölümde araştırma sahasından birer km ara ile alınan 80 toprak örneğinin büyük çoğunluğu laboratuvar analizlerine dayanan jeostatistiksel analizleri yer almaktadır. Jeostatistiksel analiz sonuçları daha sonraki doğal afet duyarlılık analizlerinde doğrudan parametre olarak kullanıldığı gibi, parametreleri oluştururken destekleyici veri olarak da değerlendirilmiştir.

2.1.5.4.1. Tekstür

Toprak tekstürü, belirli bir toprak hacminde bulunan çeşitli partikül-boyutu sınıflarının oranını göstermektedir ve toprak tekstürel sınıfları kullanılarak tanımlanmaktadır (Yiğini, 2014).

Toprak tekstürü (bünyesi) bitkilerin beslenmesi, toprağın tarımda kullanılabilirliği, havalanması ve erozyona karşı duyarlılığında etkilidir. Parçacık ebatına göre ince ve kaba bünyeli olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür. Kaba bünyeli topraklar az killi olmakla birlikte infiltrasyon fazla, taşınma yavaştır. İnce bünyeli topraklarda infiltrasyon düşük, taşınma fazladır. Yani tekstür aşınmada ve taşınmada etkilidir (Özdemir, 2013; Demirağ Turan, 2016).

Alınan örneklerin tekstür sınıfları belirlenirken kum, silt ve kil yüzdeleri ile ABD Tarım Bakanlığı (USDA) tarafından önerilen tekstür üçgeni kullanılmıştır (Şekil 2.75).



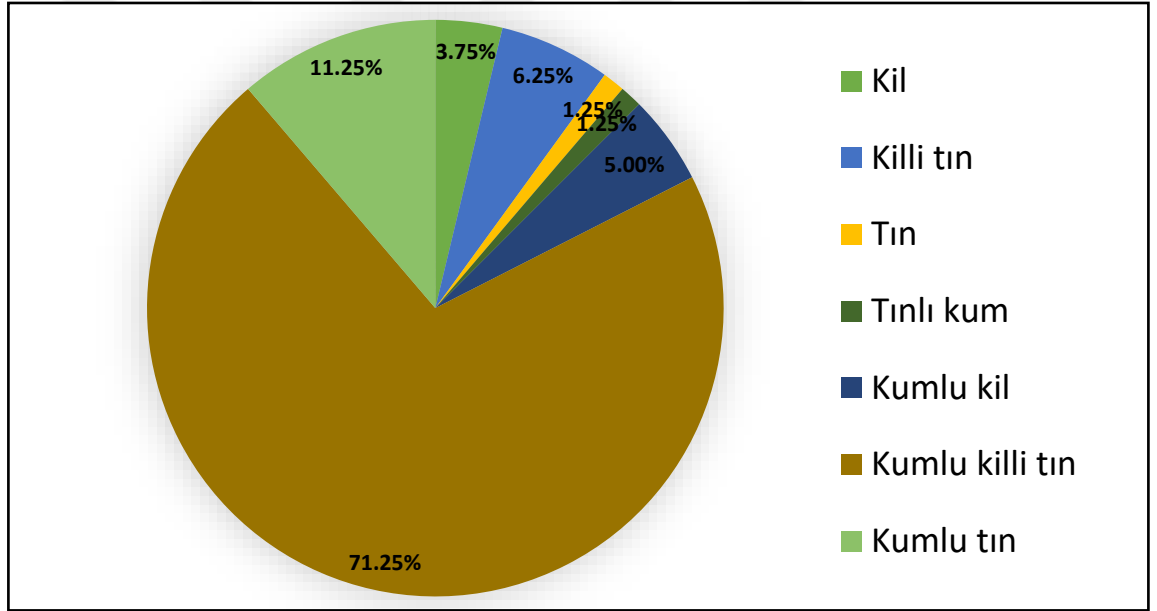
Şekil 2.75. Toprak Tekstür Üçgeni

Kaynak: https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/?cid=nrcs142p2_054167

Sahadan alınan örneklerin tekstür sınıflarına bakıldığında büyük çoğunluğunun (%57) kumlu killi tın olduğu görülmektedir (Tablo 2.31). Sahada en az rastlanan tekstür sınıfı ise tın ve tınlı kum'dur (% 1,25) (Şekil 2.76).

Tablo 2.31. Havza Depresyonu topraklarının tekstür sınıfları.

Tekstür Sınıfı	Örnek Sayısı	Yüzde (%)
Kil	3	3,75
Killi tın	5	6,25
Tın	1	1,25
Tınlı kum	1	1,25
Kumlu kil	4	5,00
Kumlu killi tın	57	71,25
Kumlu tın	9	11,25



Şekil 2.76. Havza Depresyonu topraklarının tekstür sınıflarına göre dağılım grafiği.

2.1.5.4.1.1 Kil Oranı ve Dağılımı

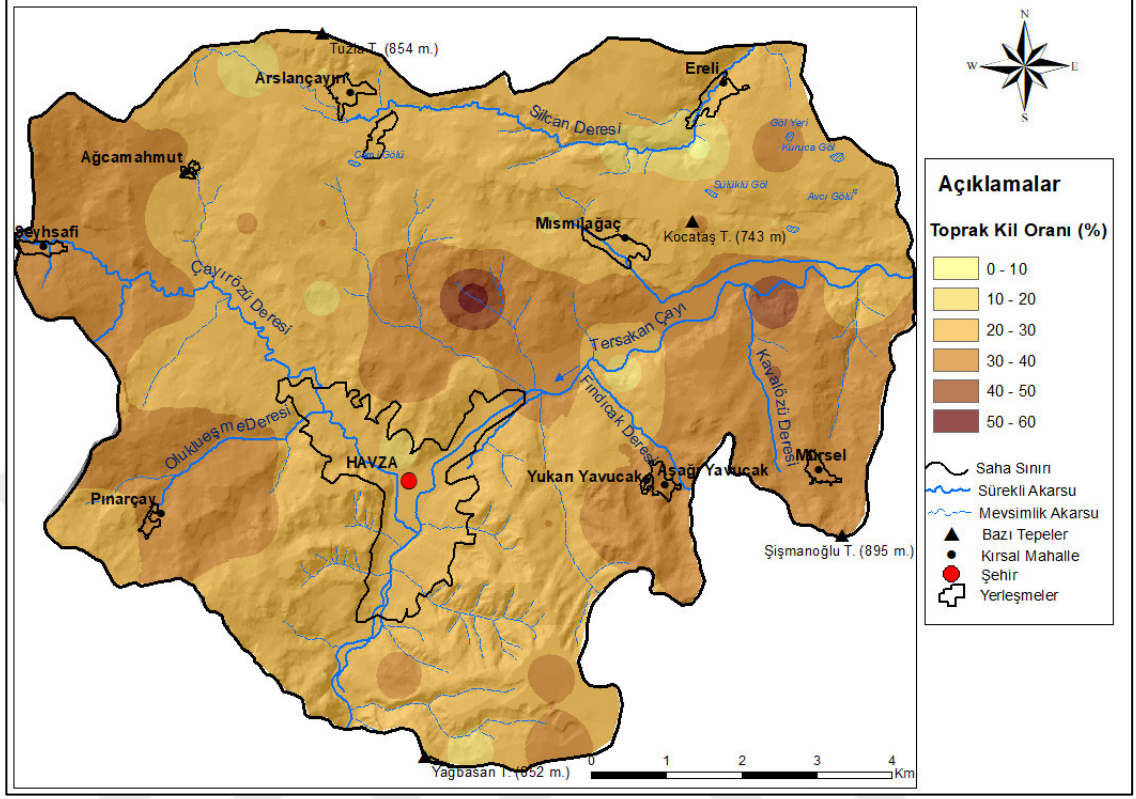
Hidrometre Yöntemi (Bouyocous, 1951) ile yapılan tekstür (bünye) analiz çalışmaları sonuçlarının ArcMap 10.5. ortamında haritalanmasıyla elde edilen kil dağılımı haritasına göre araştırma sahasının %62,39'unda kil oranı %20-30 aralığındadır (Şekil 92). Araştırma sahası topraklarında orta ve doğu bölümlerde kil miktarının daha fazla olduğu görülmektedir. Kil oranının % 0-10 aralığında bulunduğu alanlar ile %50'nin üzerinde bulunduğu alanların toplam oranı %0,5 'in altındadır (Tablo 2.32).

Killi toprakların bulunduğu alanların heyelan duyarlılığı yüksek, suyu absorbe etme gücü fazladır. Suyla doygun duruma gelen formasyonların bulunması heyelan oluşumunu hızlandırır (Öztürk, 2002). Kil oranı yüksek olan yamaçlarda ana kaya ile toprak arasında süreksizlik oluşabilmekle birlikte, kilin toprağın su tutma kapasitesini arttırmasına bağlı olarak yamacın yükü artıp dengesi daha kolay bozularak heyelan oluşumu gerçekleşebilmektedir. Bu çalışmada “Frekans Oranı Yöntemi“ ile heyelan duyarlılık analizinde kil ile heyelanların dağılışı arasında anlamlı bir bağ kurulmuştur. Çalışmada bir parametre olarak kullanılmakla birlikte daha önce literatürde heyelan duyarlılık çalışmalarında parametre olarak kullanıldığına pek rastlanmayan kil oranı, yamaç eğim değerinin yüksek olduğu sahanın yüksek kesimlerinde genel olarak daha düşükken (%20-30), eğimin daha az olduğu alçak kesimlerde daha yüksek oranda bulunmaktadır (%30 +) (Şekil 2.77). Buna paralel olarak heyelanların da buralarda yer aldığı görülmüştür. Yani saha özelinde heyelanlar konusunda yamaç eğimiyle kabaca ters orantı bulunmakla birlikte, kil ile doğru orantı belirlenmiştir. Konunun detayları “Heyelan Duyarlılık Analizi” bölümünde haritalarıyla yer almıştır.

Ayrıca toprak tabakaları arasında özellikle alüvyal sahalarda görülen kil bantları infiltrasyon üzerinde etkili olan, taşkın oluşumunu tetikleyip süresini belirleyen faktörlerden birisi olabilmektedir. Yamaçlarda oluşabilecek kil bantları da yüzey akışını arttırıp sel ve taşkınlar üzerinde etkili olabilmektedir.

Tablo 2.32. Havza Depresyonu’nda toprak kil oranları ve alansal dağılımı.

Toprak Kil Oranı (%)	Alan (Km ²)	Alandaki Oran (%)
0-10	0,07	0,08
10-20	2,58	3,13
20-30	51,41	62,39
30-40	27,37	33,22
40-50	0,85	1,03
50 +	0,12	0,15
Toplam	82,40	100,00



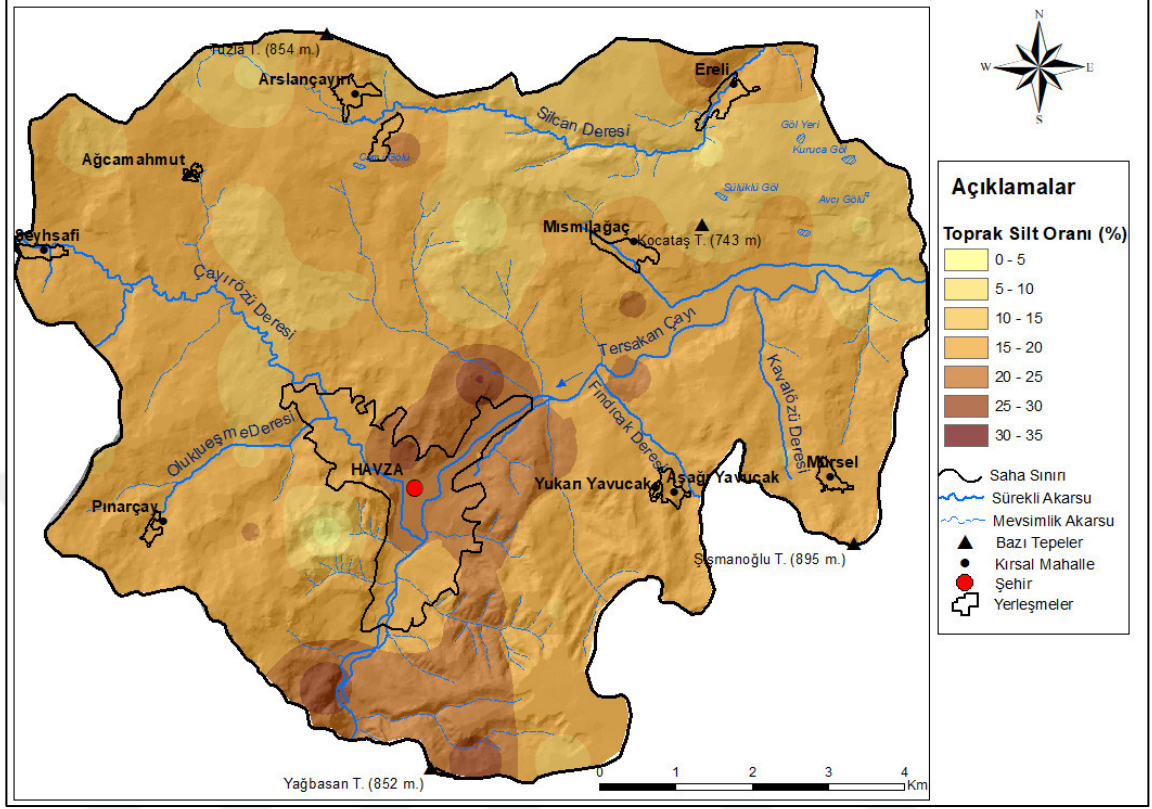
Şekil 2.77. Havza Depresyonu topraklarının kil dağılımı haritası.

2.1.5.4.1.2. Silt Oranı ve Dağılımı

İnceleme alanında silt oranının kabaca güneye doğru arttığı görülmektedir. Kuzeyde Silcan Deresi Vadisi ve çevresinde %5-10 civarında olan silt oranı Havza ilçe merkezinin kuzeyinde yer alan ormanlık alan çevresinde ve sahanın güneyinde mevsimlik akarsular olan Erikli ve Mendufiye dereleri havzaları çevresinde yüksek seviyelere ulaşmaktadır (%20 ve üzeri). Sahada en geniş alanı silt oranı %15-20 bandında olan alanlar kaplamaktadır (Tablo 2.33, Şekil 2.78).

Tablo 2.33. Havza Depresyonu toprak silt oranları ve alansal dağılımı.

Toprak Silt Oranı (%)	Alan (Km ²)	Alandaki Oran (%)
0- 5	0,10	0,12
5-10	1,01	1,24
10-15	20,35	24,68
15-20	50,12	60,83
20-25	9,68	11,76
25-30	1,13	1,37
30 +	0,01	0,0001
Toplam	82,40	100,00



Şekil 2.78. Havza Depresyonu'nda silt dağılımı haritası.

2.1.5.4.1.3. Kum Oranı ve Dağılımı

Sahada kum oranında beklenildiği gibi kil dağılımı ile ters orantılı bir dağılım görülmektedir. Sahada en geniş alanı kum oranı %50-60 bandında olan alanlar kaplamaktadır (%66,52) (Tablo 2.34). Toprak kum oranında sahanın güneyinden kuzeyine doğru bir artış görülmektedir (Şekil 2.79).

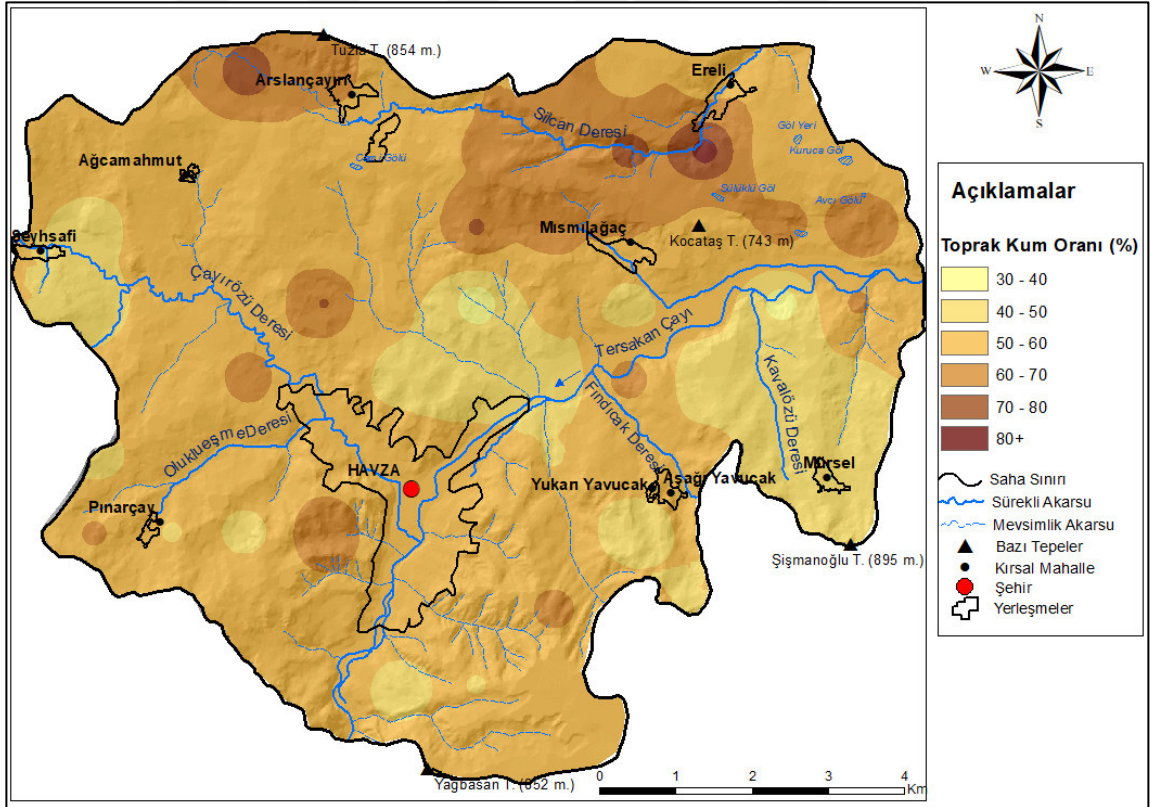
Tablo 2.34. Havza Depresyonu toprak kum oranları ve alansal dağılımı.

Toprak Kum Oranı (%)	Alan (Km ²)	Alandaki Oran (%)
30-40	0,32	0,39
40-50	14,54	17,65
50-60	54,81	66,52
60-70	11,67	14,16
70-80	0,98	1,19
80 +	0,08	0,09
Toplam	82,40	100,00

Sahanın orta kesimlerinde, doğuda Kavalözü ve Köy dereleri havzalarında, batıda ise Şeyhsafi Mahallesi yakınlarında kum oranı sahanın en düşük seviyesinde iken

(%50'nin altında), en yüksek orana sahip olan alanlar kuzeyde Silcan Deresi vadisinde yoğunlaşmaktadır (%60'ın üzerinde).

Toprakta kum oranı arttıkça infiltrasyon miktarının da arttığı bilinmektedir. Yani kum oranı ile infiltrasyon arası doğru orantı vardır (Görçelioğlu, 1996). Fakat bunun tam tersi olarak infiltrasyon miktarı ile taşkın oluşumu arasında ters orantı vardır. İnfiltrasyon arttıkça taşkın oluşma ihtimali azalmaktadır. Literatür taramalarında daha önceki çalışmalarda taşkın duyarlılık analizlerinde kum oranının bir parametre olarak değerlendirildiğine pek rastlanılmamıştır. Bu çalışmada “Çok Katmanlı Ağırlıklı Çakıştırma Yöntemi” ile taşkın duyarlılık analizi yapılırken kum oranı da bir parametre olarak dikkate alınmış, analiz hassasiyeti artırılmaya çalışılmıştır. Kum oranının taşkın duyarlılık çalışmasında kullanımının detayları, “Taşkın Duyarlılık analizi” bölümünde yer almıştır.

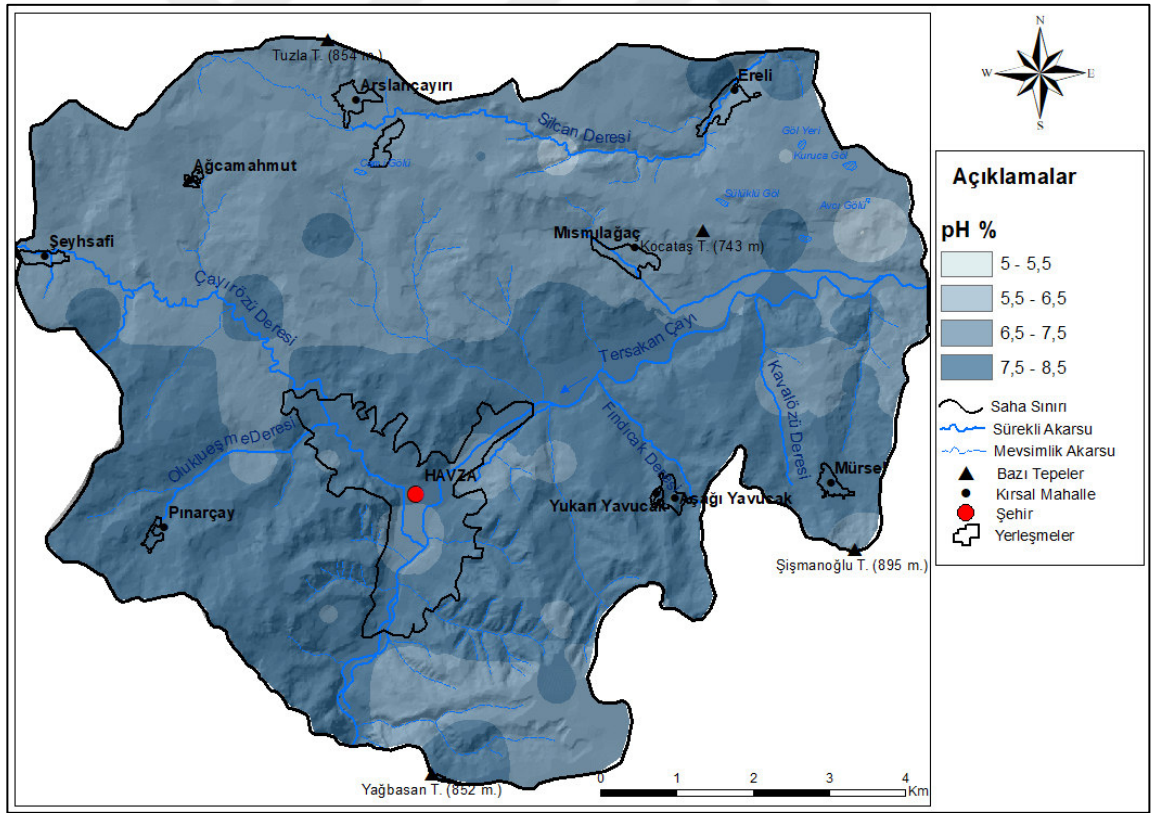


Şekil 2.79. Havza Depresyonu'nda kum dağılımı haritası.

2.1.5.4.2. pH Dağılımı

Toprak pH'ı toprak içeriğindeki unsurlarla ilişkili olarak 2.5'ten 11.0'a kadar değişkenlik gösterebilir (Bossert, 1984; Demir ve Demirbağ, 1999). pH toprağın asitlik ve alkalilik derecesi hakkında bilgi verir. pH değeri azaldıkça asitlik özelliği, arttıkça alkalilik özelliği artmaktadır. "Bitki gelişimi için ideal toprağın pH değeri genel itibariyle 5,5-7,0 aralığındadır" (Lindsay ve Norwell 1969; Özkan, 2014: 56). Çalışmada Ülgen ve Yurtsever (1995) tarafından önerilen sınıflandırma kullanılmıştır.

Araştırma sahası topraklarının büyük çoğunluğu nötr veya hafif alkalidir (Şekil 2.80). pH değerlendirme ölçeğine göre nötr kabul edilen ve topraklarının pH değeri 6,5-7,5 arasında olan alanların oranı %52,21 ile araştırma sahasında en geniş yayılış alanına sahip pH sınıfıdır (Tablo 2.35).



Şekil 2.80. Havza Depresyonu topraklarının pH dağılımı haritası.

Tablo 2.35. Araştırma sahası topraklarının pH sınıflandırması.

Toprak Özellikleri	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	Alan (Km ²)	Alandaki Oran (%)
pH	<4.5	Kuvvetli asit	-	-	-
	4.5-5.5	Orta asit	1	0,0048	0,00006
	5.5-6.5	Hafif asit	3	0,94	1,14
	6.5-7.5	Nötr	37	43,02	52,21
	7.5-8.5	Hafif alkali	39	38,44	46,65
	>8.5	Kuvvetli alkali	-	-	-
	Toplam			80	82,04

2.1.5.4.3. EC (Elektriksel İletkenlik) Dağılımı

Bilindiği gibi saf suyun elektrik iletkenliği bulunmamaktadır. Tuz içeriği arttıkça iletkenlik de artmaktadır. Bu özelliğe bağlı olarak içerisinde saf su konulmuş kuru topraktaki elektriksel iletkenliğe bakılarak tuz miktarı tayini yapılmaktadır (USDA,2020). Çalışmada elektriksel kondüktivite aleti ile mikro saniye (μS)/cm olarak yapılan ölçüm değerleri, decisiemens (dS)/m 'ye dönüştürülmüştür. $1 \text{ dS/m} = 1000 \mu\text{S/cm}$ olacak şekilde dönüşüm gerçekleştirilmiştir. Elektriksel iletkenliğin sınıflandırılmasında Richards (1954) tarafından önerilen sınıflandırma kullanılmıştır (Tablo 2.36).

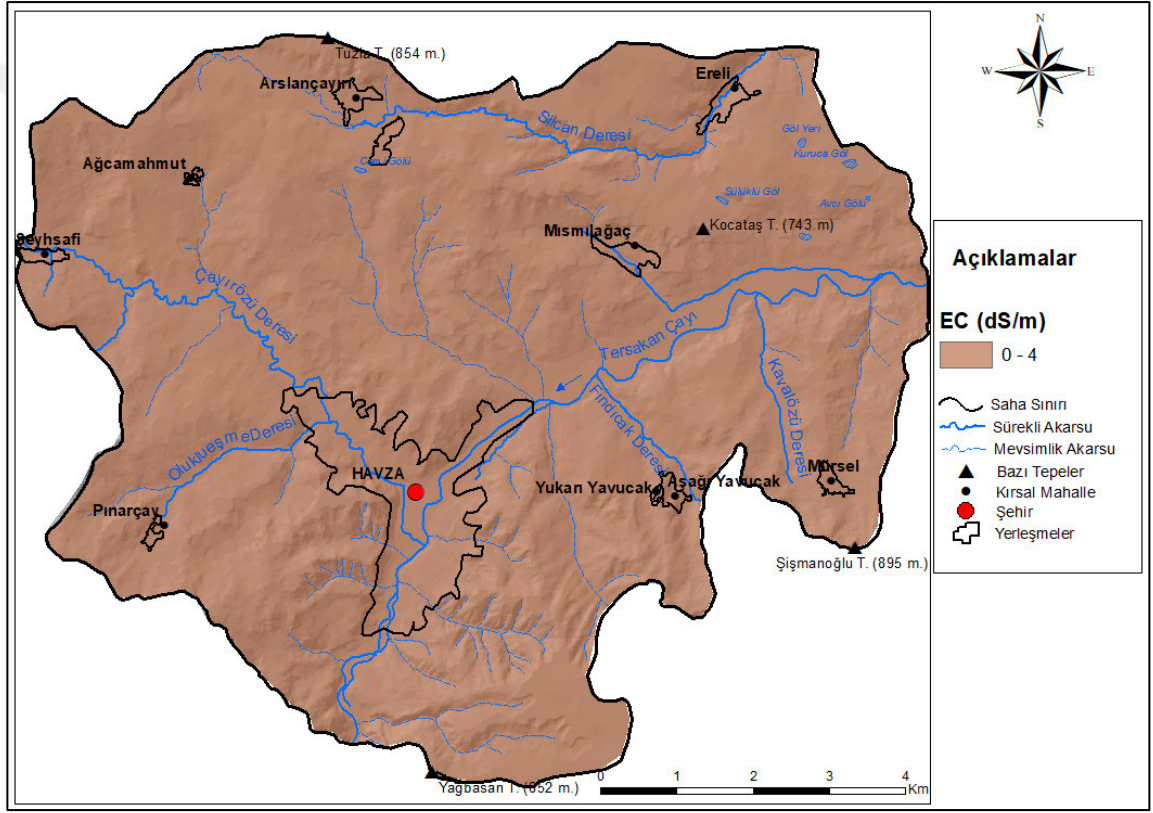
Örnekleme noktalarından alınan toprak örneklerinden elde edilen 1:1 saturasyon çamurlarında yapılan EC ölçümlerinde saha topraklarının tamamının tuzsuz nitelikte olduğu görülmüştür (Şekil 2.81). Toprak örnekleri erozif süreçlerle doğrudan ilişkili olan ilk 20 cm'lik bölümden alındığı için toprağın tuzluluğu/tuzsuzluğu sahada etkili olabilecek erozyon türü hakkında fikir verebilecektir. Zira kurak bölgelerde tuzlar kapilariteyle toprak yüzeyi ve yakınlarında bantlar veya bezeler halinde depolanmaktadır. Tuzlu olduğu belirlenen bir toprak da kurak bölgede yer aldığı için, rüzgar erozyonuyla daha kolay taşınabilecektir.

Araştırma sahası topraklarının tamamı tuzsuz niteliktedir. Bu durum sahada kapilarite yerine yıkanmanın daha baskın olduğunu göstermekte, daha önce yapılan iklim sınıflandırmalarıyla da paralel bir sonuç ortaya koymaktadır. Sonuç olarak EC

sınıflandırmasına göre tamamı tuzsuz olan saha topraklarında su erozyonunun daha baskın olduğu söylenebilir.

Tablo 2.36. Havza Depresyonu topraklarının EC sınıflandırması.

Toprak Özellikleri	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
EC (dS m ⁻¹)	0- 4	Tuzsuz	80	100
	4- 8	Hafif tuzlu	-	-
	8-15	Orta derecede tuzlu	-	-
	>15	Çok fazla tuzlu	-	-



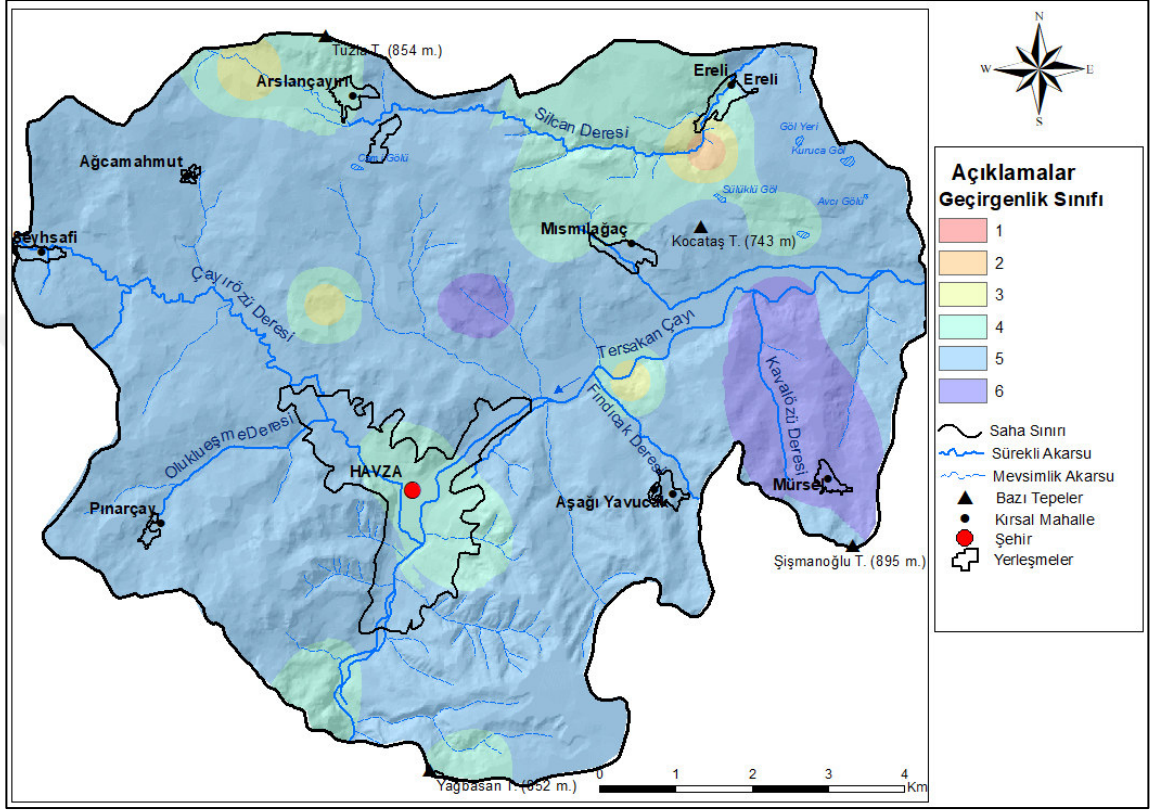
Şekil 2.81. Havza Depresyonu topraklarının Elektriksel İletkenlik (EC) dağılımı haritası.

2.1.5.4.4. Geçirgenlik

Geçirgenlik (permeabilite) değerleri toprak örneklerinin kil içeriklerine göre Tablo 6'daki sınıflama ile hesaplanmıştır (Lin ve Wang 2006; Tüfekçioğlu ve Yavuz 2016) (Tablo 2.37). Bu verilerle sahanın geçirgenlik dağılımı haritası oluşturulmuştur. Geçirgenlik haritası kil oranlarının kullanımıyla üretildiği için, geçirgenlik haritasında kil oranıyla ters orantı görülürken, kum oranıyla da doğru orantı bulunmaktadır (Şekil 2.82).

Tablo 2.37. Topraktaki kil yüzdesine bağlı olarak belirlenmiş geçirgenlik sınıf değerleri.

Kil (%)	≤10.0	10.0-15.9	16.0-21.6	21.7-27.4	27.5-39.0	≥39.1
Toprak Geç. (P)	1	2	3	4	5	6



Şekil 2.82. Havza Depresyonu topraklarının geçirgenlik haritası.

2.1.5.4.5. Kireç Dağılımı (CaCO_3)

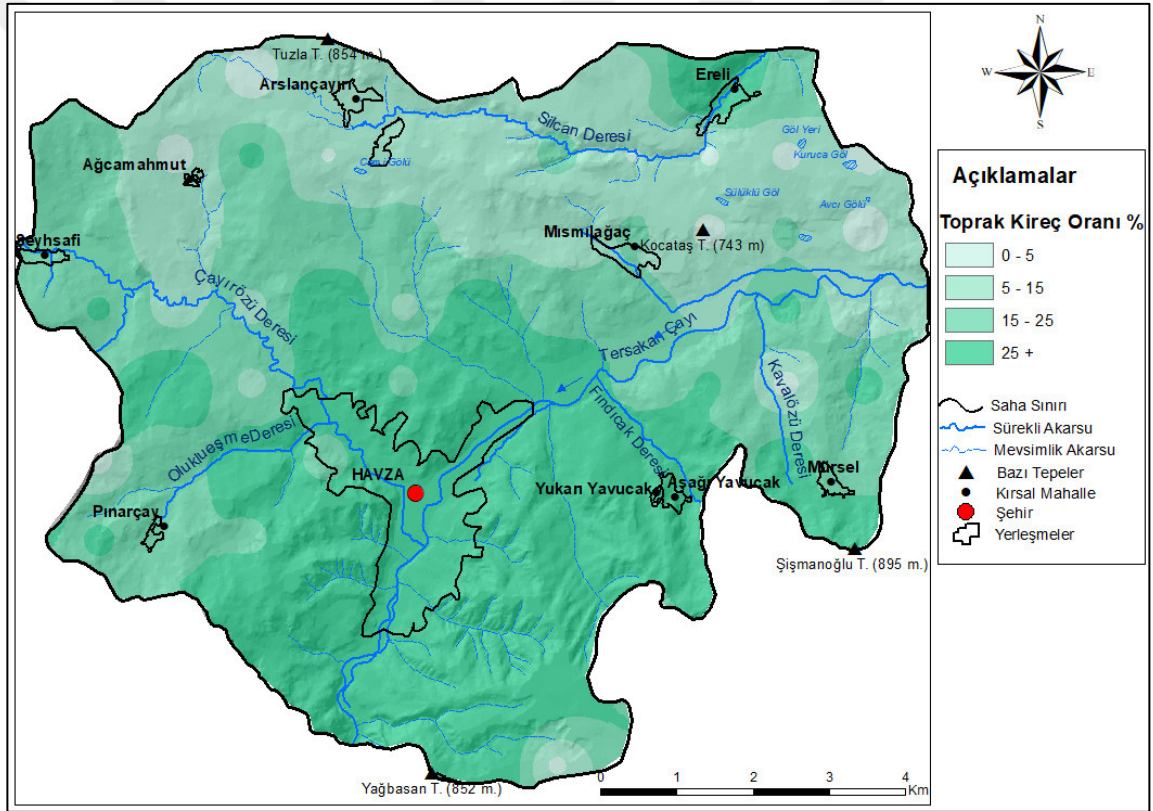
Kurak ve yarıkurak bölgelerde yağış azlığı ve buharlaşmaya bağlı olarak gerçekleşen kapilarite sonucu yüzeyde veya yüzeye yakın yerlerde bezeler veya bantlar haline kireç birikebilmektedir. MEB (2015a) yıkanmaya bağlı olarak kirecin daha derinlerde de birikebileceğini, eğer birikme yüzeye yakın gerçekleşirse bitki beslenmesini olumsuz etkileyebilmekle birlikte suyun derinlere hareketini engelleyebileceğini belirtmektedir. Çalışmada toprak örnekleri 20 cm'den alınmıştır. Buna bağlı olarak sahada kireç içeriği fazla çıkan alanlarda infiltrasyonun olumsuz etkileneceği söylenebilir.

Araştırmada kireç oranları Başar (2001) tarafından da kullanılan Çağlar (1949) ve Evliya (1964) 'e göre sınıflandırılmıştır (Tablo 2.38). Bu sınıflamaya göre kireç dağılım

haritası üretilmiştir (Şekil 2.83). Saha topraklarında kuzeyden güneye doğru kireç artışı dikkati çekmektedir.

Tablo 2.38. Havza Depresyonu topraklarının kireç oranları ve alansal dağılımı.

Kireç İçeriği	Kireç Durumu %	Alan (km ²)	Alandaki Oran (%)
<1.0	Çok Az	0,00	0,00
1.0-5.0	Az	1,54	1,87
5.0-15.0	Orta	22,50	27,31
15.0-25.0	Fazla	24,41	29,62
25.0>	Çok Fazla	33,95	41,20
	Toplam	82,40	100



Şekil 2.83. Araştırma sahası topraklarının kireç dağılımı.

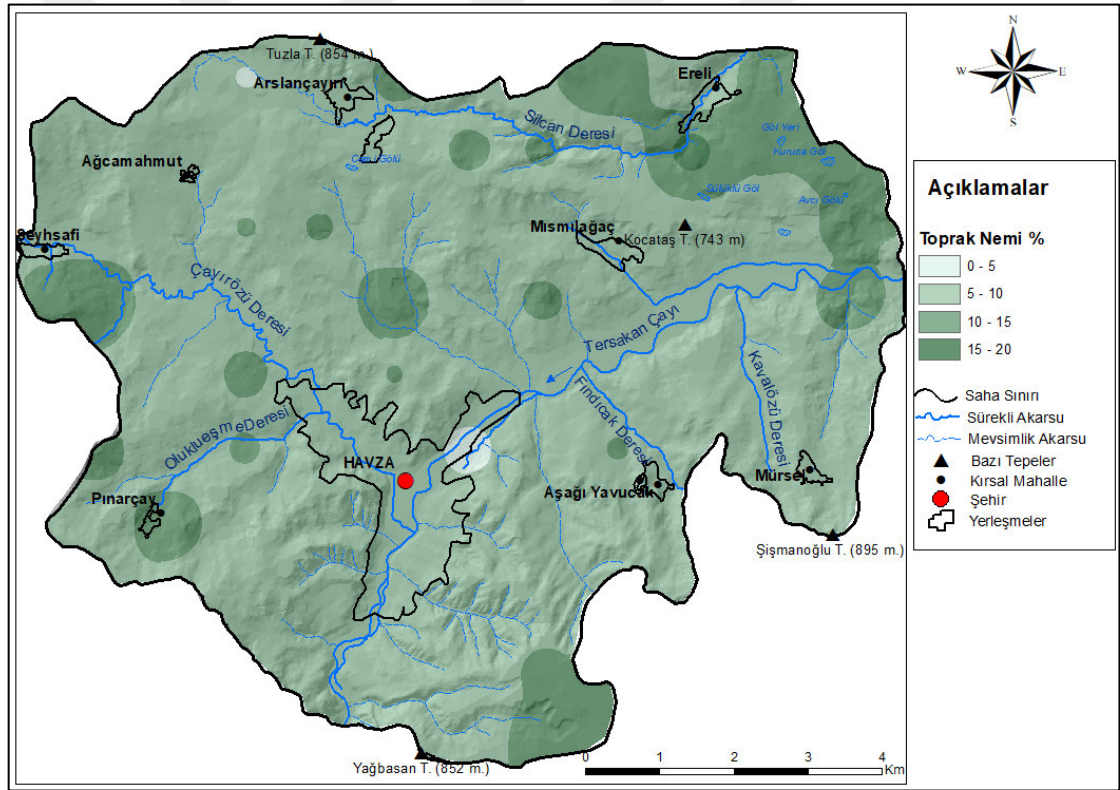
2.1.5.4.6. Toprak Nemi

Araştırma sahası toprak örneklerinin nem tayini “Etüvde Kurutma Yöntemi” ile yapılmıştır. İnterpolasyonla sahaya dağılımı ortaya konulan toprak neminin alansal dağılışı haritalanmıştır. Saha topraklarının çok büyük bir bölümünde (~ %85) nem oranının % 5-10 arası olduğu görülmüştür (Tablo 2.39, Şekil 2.84).

Toprak nemliliğinin genel karakteri sahada erozyon, heyelan ve taşkın afetlerinin yorumlanmasında yardımcı veri olmuştur. Özellikle sahada baskın olan erozyon türünün (su erozyonu) ortaya konulmasında nem oranları fikir vermiş, bu seviyede ve oranda nem içeren topraklarda rüzgarın etkili bir dış kuvvet olamayacağı değerlendirilmiştir.

Tablo 2.39. Havza Depresyonu toprak nem oranları ve alansal dağılımı.

Toprak Nem Oranı (%)	Alan (Km ²)	Alandaki Oran (%)
0- 5	0,38	0,46
5-10	69,89	84,82
10-15	11,92	14,47
15 +	0,21	0,25
Toplam	82,40	100,00



Şekil 2.84. Havza Depresyonu topraklarının nem dağılımı.

2.1.5.4.7. Organik Madde

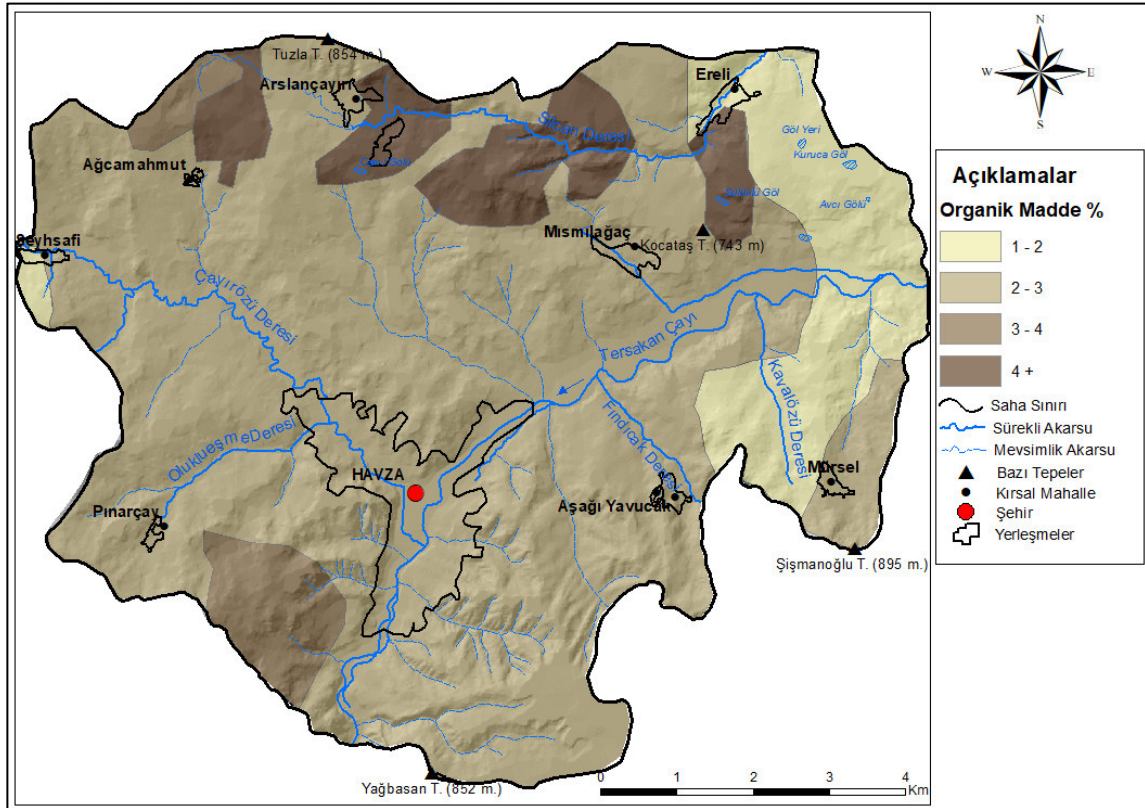
Araştırma sahası topraklarının organik madde dağılımı SGTHİM 2013-2017 Kuraklık Eylem Planı'nda bulunan Samsun İli Organik Madde Dağılımı haritasının ArcMap ortamında yeniden koordinatlanmasıyla üretilmiştir. Çalışmada Başar (2001)'in kullandığı Jackson (1960) tarafından geliştirilen sınıflama kullanılmıştır.

Araştırma sahasında organik madde içeriği %2-3 arasında bulunan bölümler en geniş alanı kaplamaktadır (74,16). Organik madde oranının yüksek olduğu alanlar (%4 +) sahanın %8,23'ünü kaplamaktadır. Organik madde içeriği tarımsal faaliyetler için önemlidir (Tablo 2.40). Sahanın kuzeyinde topraklarda organik madde yoğunluğu dikkat çekerken, sahanın doğusunda organik madde azlığı görülmektedir (Şekil 2.85).

Tüfekçioğlu ve Yavuz (2016)'un çalışmalarında yer verdiği Lin ve Wang (2006) tarafından geliştirilen organik madde içeriğine göre strüktür tayini çizelgesi kullanılmış ve araziden alınan toprak örneklerinin strüktür sınıfları belirlenmeye çalışılmıştır. Belirlenen strüktür sınıfları EK-1'de yer almaktadır.

Tablo 2.40. Havza Depresyonu topraklarının organik madde oranları ve alansal dağılımı.

Organik Madde %	Değerlendirme	Alan (Km ²)	Alandaki Oran (%)
< 1.0	Çok az	-	-
1.0-2.0	Az	11,00	13,35
2.0-3.0	Orta	61,11	74,16
3.0-4.0	İyi	3,51	4,26
4.0>	Yüksek	6,78	8,23
	Toplam	82,40	100,00



Şekil 2.85. Havza Depresyonu organik madde dağılımı (SGTHİM, 2013'ten yeniden).

2.1.5.4.8. Toprak Örneklerinin Tanımlayıcı İstatistikleri

Toprak örneklerinin laboratuvar ortamında jeoistatistiksel analizi sonucu elde edilen değerlerin tanımlayıcı istatistikleri aşağıda yer almaktadır. Tanımlayıcı istatistikler Microsoft Excel yazılımıyla üretilmiştir (Tablo 2.41).

Tablo 2.41. Havza Depresyonu toprakları laboratuvar analizi sonuçlarının tanımlayıcı istatistikleri.

	Nem %	pH 1:1	EC µS/cm	Kireç (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Strk,	Geçrgn,
Ortalama	8,51	7,40	1886,45	22,56	54,77	16,59	28,60	2,97	4,4
Standart Hata	0,27	0,04	90,94	1,64	0,94	0,52	0,830	0,05	0,1
Ortanca	8,36	7,50	2011,5	22,855	54,57	16,41	28,80	3	5
Kip	10,52	7,46	2393	1,46	-	-	27,40	3	5
Stndrt, Spm,	2,50	0,38	813,41	14,71	8,41	4,65	7,43	0,50	0,9
Örn, Varyans	6,26	0,14	661638	216,59	70,81	21,67	55,30	0,25	0,9
Basıklık	1,28	8,38	-0,01	-0,40	1,47	2,01	2,06	1,13	1,8
Çarpıklık	0,76	-2,46	-0,12	0,40	0,63	0,08	0,30	-0,10	-1,3
Aralık	14,18	2,48	3780	61,56	49,44	28,63	48,10	2	5
En Küçük	3,67	5,49	170	1,46	34,25	1,64	7,62	2	1
En Büyük	17,85	7,97	3950	63,02	83,69	30,27	55,70	4	6
Toplam	681,54	592,70	150916	1805,50	4382	1328	2290	238	352
Örnek Sayısı	80	80	80	80	80	80	80	80	80

2.1.6. Bitki Örtüsü Özellikleri

Araştırma sahası Davis (1965) tarafından hazırlanan flora bölgeleri haritasına göre fitocoğrafik olarak Avrupa – Sibiryaya bölgesi Öksin provensinde yer almaktadır (Şekil 2.86).

Avcı (1993) çalışmasında Öksin provensinin Davis (1965) tarafından Doğu Karadeniz'deki yağış artışı ve bitki örtüsüne etkisinden dolayı Melet Irmağı sınır olacak şekilde ikiye ayrıldığı, doğuda kalan bölüme Kolşik adının verildiği belirtmektedir. Öksin provensinin önemli özelliği olarak bitki örtüsünün geniş yapraklı mesofil ormanlardan oluşması ve bu ormanların arasına iğne yapraklı türlerin karışması olduğu vurgulanmıştır. Melet Irmağı'nın doğusunda (Kolşik) Öksin türlerin ve endemiklerin arttığı, batısında ise belirgin bir azalma görüldüğü vurgulanmıştır. Araştırma sahasının da içinde yer aldığı Melet Irmağı batısındaki Öksin bölgesine Merkezi Avrupa ve Balkanlardan araştırma sahasında da gözlemlenen bir meşe türü olan Macar Meşesi (*Quercus frainetto*) ve bir ihlamur türü olan *Tilia tomentosa* gibi türlerin sokulduğuna değinilmiştir. Macar meşesi araştırma sahasında da sınırlı orman alanlarında bulunan türlerden birisidir.



Şekil 2.86. Davis'e göre Türkiye'nin flora bölgeleri (Avcı, 1993)

Havza yöresinde nemli-ılıman karakterdeki Karadeniz iklimi ile kara iklimi arasındaki geçiş iklimi hüküm sürmektedir. Sahanın bir depresyon içerisinde yer almasının da karasallıkta etkili olduğu düşünülmektedir. Buna bağlı olarak orografik yağışların etkili olmadığı saha Karadeniz kıyı kuşağındakinin aksine ağaç formasyonu bakımından çok zengin değildir.

Ağaçlar sahada tahribattan kurtulan alanlarda küçük kümeler halinde ve az sayıda bulunmaktadır. Bunda iklimin yanında tarla açma amacıyla gerçekleşen ormansızlaşmanın etkisi de büyüktür. Araştırma sahasının yaklaşık %83'ünün tarım alanlarıyla kaplı olması da ormansızlaşma fikrini desteklemektedir. Ağaçların kuzeye bakan yamaçlarda nispeten daha yoğun olduğu gözlemlenmiştir. Sahada sınırlı alanlarda çalılıklar bulunsa da asıl baskın olan ot formasyonudur.

Sahada diğer ekonomik faaliyetler çok sınırlı olduğundan yöre halkı geçimini büyük oranda tarım ve hayvancılıktan sağlamaktadır. Bu durum da doğal bitki örtüsü sahalarının tarım ve mera alanlarına dönüştürülmesine yol açmıştır (Şekil 2.87). Buna bağlı olarak bozkır sahaları da antropojenik niteliktedir. Sınırlı alan kaplayan ormanlarda baskın ağaç toplulukları meşe türlerinden (*Quercus Sp.*) oluşmakta iken, tarla sınırlarında ve dere boylarında yayılış gösteren çalı formasyonu üyeleri arasında sahanın tamamında en çok rastlanan tür adı alıçtır (*Crataegus monogyna*).



Şekil 2.87. Havza Depresyonu’nda bitki örtüsünün genel durumu ve tarım alanları, Havza ilçe merkezinden kuzeye bakış. (Drone çekim). Kaynak: <https://www.youtube.com/watch?v=guGIVHhWcpw>

2.1.6.1. Bitki Formasyonları

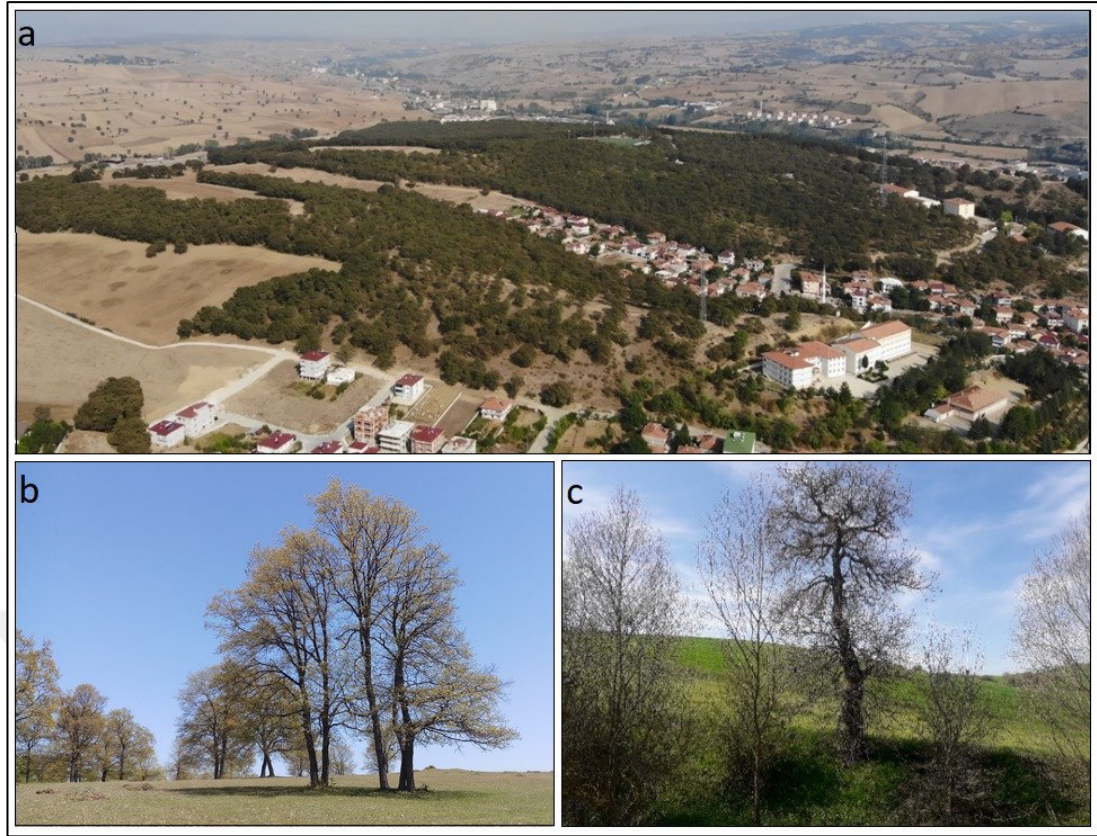
2.1.6.1.1. Ağaç Formasyonu

Sahadaki ağaçların büyük çoğunluğunu meşe türleri oluşturmaktadır. Doğal ortamda gözlemlenen ağaç formasyonu üyeleri ise şöyle sıralanabilir (Tablo 2.42).

Tablo 2.42. Havza Depresyonu’nda gözlemlenen ağaç türleri.

	Türkçe Adı	Latince Adı
1	Macar Meşesi	<i>Quercus frainetto</i>
2	Tüylü Meşe	<i>Quercus pubescens</i>
3	Badem	<i>Prunus dulcis</i>
4	Ak Söğüt	<i>Salix alba</i>
5	Gürgen	<i>Carpinus betulus</i>
6	Ahlat	<i>Pyrus elaeagnifolia</i>
7	Yabani Armut	<i>Pyrus communis</i>
8	Karaçam	<i>Pinus Nigra</i>
9	Kavak	<i>Populus Sp.</i>

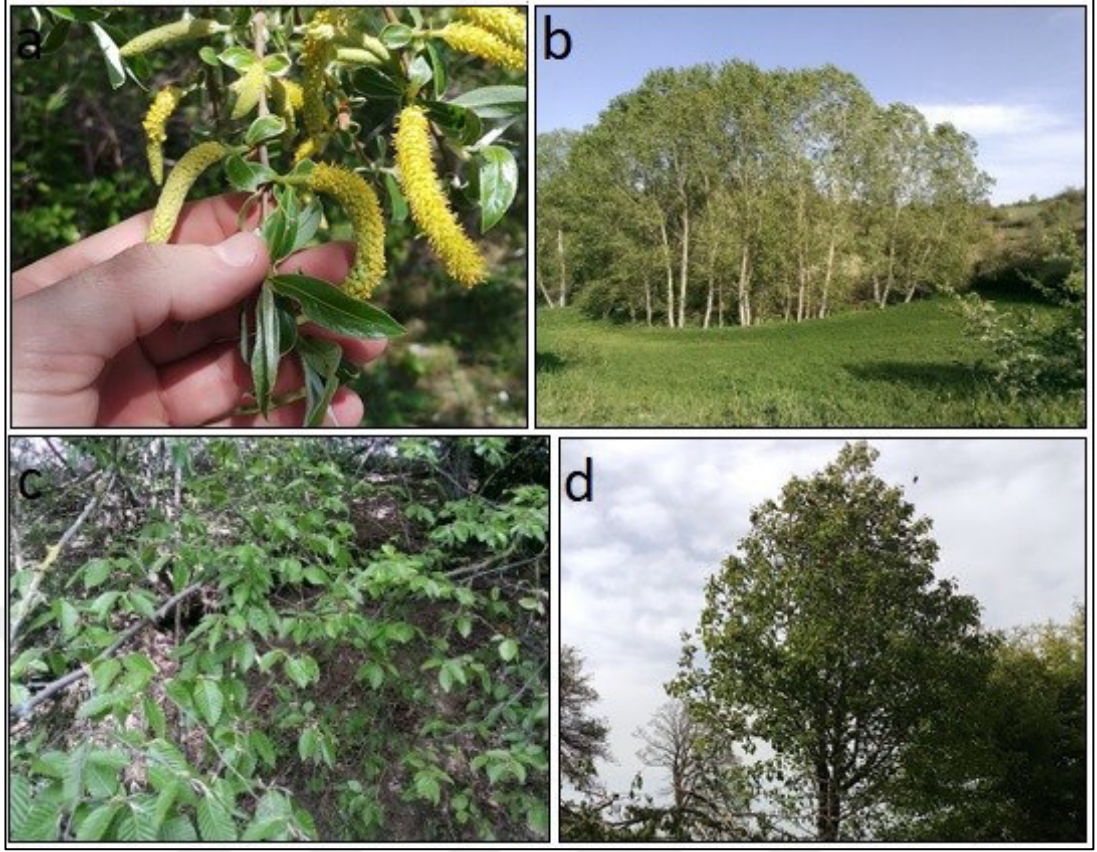
Havza ilçe merkezinin kuzeyinde yer alan ve içerisinde Şehir Stadyumu ve Devlet Hastanesi’nin de bulunduğu ormanlık alan Karaçam (*Pinus Nigra*) ve Macar Meşesi (*Quercus frainetto*) başta olmak üzere çeşitli meşe türleriyle kaplıdır (Şekil 2.88). Havza ilçe merkezinin batısında yer alan Hamza Deresi ve doğusunda yer alan Moramut Deresi vadilerinde meşe ormanları bulunmaktadır. Arslançayırı Mahallesi kuzeyinde, Pınarçay, Mürsel ile Yavucak Mahalleri güneyinde ve araştırma sahasının en güneyinde yer alan Erikli Deresi vadisinde meşelik alanlar bulunur. Araştırma sahasında rastlanan bir diğer meşe türü de Tüylü Meşe’dir.



Şekil 2.88. Araştırma sahasında en baskın ağaç türü meşedir.a) Havza ilçe merkezi kuzeyinde çoğunluğu Macar meşelerinden oluşan meşe ormanı. (Drone çekim) Kaynak: <https://www.youtube.com/watch?v=guGIVHhWcpw> b)Arslançayırı Köyü kuzeyinde Macar Meşeleri (*Quercus frainetto*). c) Araştırma sahasının güneyinde Mendufiye Deresi vadisinde Tüylü Meşe (*Quercus pubescens*).

Araştırma sahasında taban suyu seviyesinin daha yüksek olduğu vadi tabanlarında, Kuşkonağı Göleti çevresinde ve pınarların etrafında söğüt ve kavak gibi su ihtiyacı meşelere göre daha fazla olan türlere rastlanmaktadır (Şekil 2.89a, Şekil 2.89b). Sahanın güneyinde yükseltinin nispeten artışına bağlı olarak yağışın artışının yanında eğim değerleri de artmaktadır. Bunun bir sonucu olarak tarım alanlarının yerini ağaç formasyonu almakta, gürgen gibi su ihtiyacı meşelere nazaran daha fazla olan türlere rastlanabilmektedir (Şekil 2.89c). Aynı yörede doğal ortamda yabani erik ve yabani armut ağaçlarına da rastlanmıştır (Şekil 2.89d) .

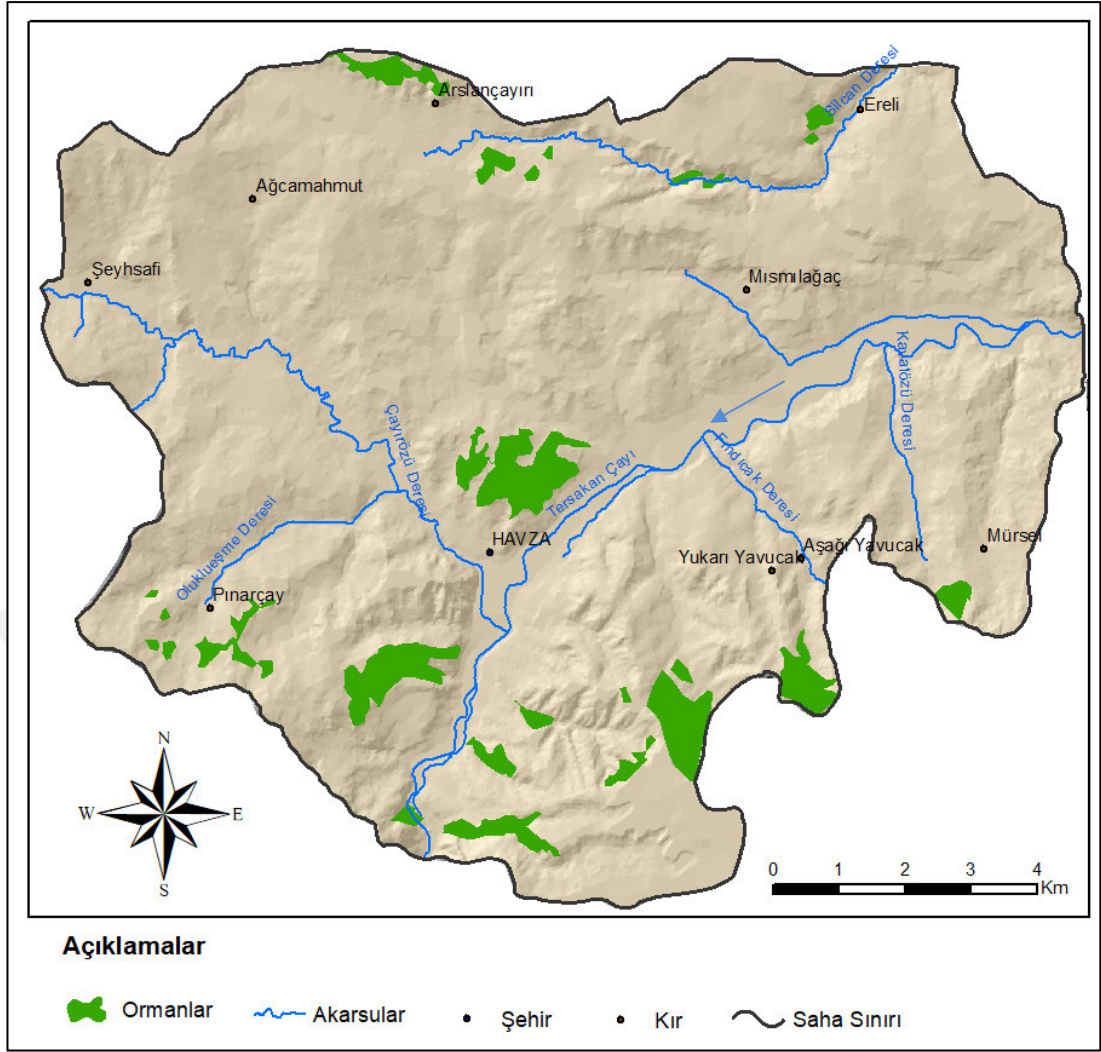
Araştırma sahasında ormanlık alanlarla tarım alanlarının iç içe bulunması ormanlar üzerindeki beşeri baskıyı ortaya koymaktadır. Doğal afetler üzerinde de (özellikle erozyon, heyelan ve taşkın) bu durum(ormansızlaşma) çok büyük etkilere sahiptir (Şekil 2.90). “Doğal Afet Duyarlılık Analizi“ bölümünde bu durumun etkileri detaylandırılmıştır. Araştırma sahasının 3.7 km² ‘si ormanlarla kaplı olup, ormanlar araştırma sahasının %4,5 ‘ini oluşturmaktadır (Şekil 2.91).



Şekil 2.89. Havza Depresyonu'nda sınırlı alanlarda da olsa, çeşitli ağaç türlerine rastlanmaktadır. a) Kuşkonağı Göleti yakınlarında ak söğüt (*Salix alba*) b) Ereli Mahallesi yakınlarında Silcan Deresi vadisinde kavak ağaçları (*Populus Sp.*) c) Sahanın Güneyinde Mürsel Mahallesi'nin yüksek kesimlerinde gürgen ağaçları (*Carpinus betulus*) d) Aşağı Yavucak Mahallesi yakınlarında yabani armut ağacı (*Pyrus communis*).



Şekil 2.90. Memduhiye Mahallesi doğusunda eski meşe ormanı sahası ve tarım alanları (ormansızlaşma).



Şekil 2.91. Havza Depresyonu'ndaki ormanlık alanların haritası.

2.1.6.1.2. Çalı Formasyonu

İnceleme alanındaki çalı türleri kışın yapraklarını döken türlerdir. Fakat kışın yapraklarını dökmeyen Akdeniz iklimi elemanları ile bir arada da bulunabilirler. Sahanın çok büyük bir bölümünde çalılık alanların adı alıç ile kaplı olduğu görülmüştür (Şekil 2.92a, Şekil 2.92b). Yine sınırlı alanlarda orman tahribatının eseri olarak meşe çalılıklarına da rastlanmıştır.

Çok büyük bir bölümü (%82) tarım alanlarıyla kaplı olan araştırma sahasında çalılar daha çok yol boylarında, dere boylarında, tarım alanı sınırlarında, çeşme ve pınarların çevrelerinde görülmüştür (Şekil 2.92c, Şekil 2.92d). Çalı formasyonunun çok sınırlı bir yayılışa sahip olduğu sahada beş çalı türü tespit edilebilmiştir (Tablo 2.43).



Şekil 2.92. Havza depresyonunda sınırlı alanlarda sınırlı sayıda çalı türü görülmektedir. a) Sahada en yaygın görülen çalı türü adi alıçtır (*Crataegus monogyna*). b) Araştırma sahasında en yaygın görülen çalı türü olan adi alıçın yaprakları ve çiçekleri. c) Araştırma sahası güneyinde yukarı Yavucak Mahallesi yakınlarında kuşburnuya (*Rosa canina*) rastlanmıştır. d) Pınarçay Mahallesi yakınlarında çakal eriği (*Prunus spinosa*).

Tablo 2.43. Havza Depresyonu'nda gözlemlenen çalı türleri.

	Türkçe Adı	Latince Adı
1	Adi Alıç	<i>Crataegus monogyna</i>
2	Böğürtlen	<i>Rubus fruticosus</i>
3	Kuşburnu	<i>Rosa canina</i>
4	Gül	<i>Rosa Sp.</i>
5	Çakal Eriği	<i>Prunus spinosa</i>

2.1.6.1.3. Ot Formasyonu

İklim şartlarının ağaç yetişmesine uygun olmadığı alanlarda ot formasyonuna sıklıkla rastlanmaktadır. Türkiye'de denizden uzak iç kesimlerde, yarı-nemli iklim şartlarının bulunduğu alanlarda bozkırların doğal olarak yayılış gösterebildiği bilinmektedir. Bu doğal sürece ek olarak yörede hakim ekonomik faaliyetin tarım olması ormansızlaşmayı tetiklemiş ve diğer insani müdahalelerle birlikte bu süreç ot formasyonunun baskın olmasında etkili olmuştur.

Araştırma sahasının Karadeniz ardında yer almasının yanında, ortalama yükseltisinin de çok fazla olmamasına bağlı olarak yağış miktarının çayır gelişimi için yeterli olmaması ormansızlaşmaya uğrayan alanlarda antropojenik karakterli step (bozkır) alanlarının yayılış göstermesinde etkili olmuştur. Tarım alanlarından ve sınırlı

ormanlık-koruluk sahalardan arta kalan alanların büyük bir çoğunluğu antropojen karakterli bozkırlarla kaplıdır (Şekil 2.93).



Şekil 2.93. Silcan Deresi kuzeyinde antropojenik karakterli bozkır alanları bulunmaktadır.

İnceleme alanındaki geçici göl alanları sazlıklarla kaplıdır (Şekil 2.94). Ayrıca akarsu, geçici göl, çeşme ve pınar gibi su kaynaklarının çevresinde püsküllü sazlara (pampas otu) da rastlanmaktadır (Şekil 2.95). Araştırma sahasında gözlemlenebilen ot türleri aşağıda tablo halinde sunulmuştur (Tablo 2.44).



Şekil 2.94. Sahanın Kuzeydoğusunda Ereli Mahallesi yakınlarında yer alan Kurucagöl sazlıklarla kaplıdır.



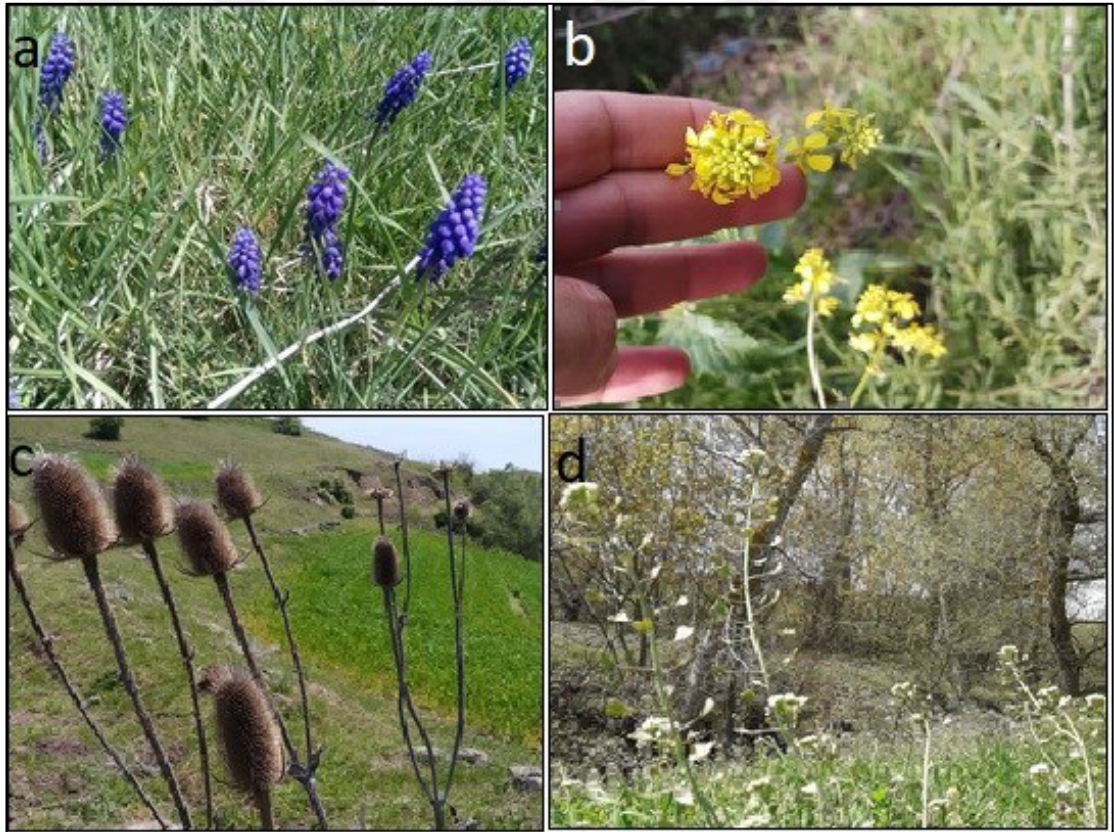
Şekil 2.95. Havza İlçe merkezinin kuzeyinde İmren Pınarı Çeşmesi yakınlarında püsküllü sazlar yayılış göstermektedir.

Tablo 2.44. Havza Depresyonu'nda gözlemlenen ot türleri.

	Türkçe Adı	Latince Adı		Türkçe Adı	Latince Adı
1	Karahindiba	<i>Taraxacum officinale</i>	23	Karanfilgiller	<i>Caryophyllaceae</i>
2	Yabani Turp	<i>Raphanus raphanistrum</i>	24	Fesçi Dikeni	<i>Dipsacus fullonum</i>
3	Eflatun çiçekli ballıbaba	<i>Lamium purpureum</i>	25	Dar yapraklı sinir otu	<i>Plantago lanceolata</i>
4	Deve Dikeni	<i>Silybum marianum</i>	26	Tatlıbaba	<i>Anchusa undulata</i>
5	Zühre tarağı	<i>Scandix pecten-veneris</i>	27	Diğnik	<i>Lepidium draba</i>
6	Sütleşen Türleri	<i>Euphorbia</i>	28	Kan Damlası	<i>Adonis aestivalis</i>
7	Kamış	<i>Phragmites australis</i>	29	Yavşan Otu	<i>Veronica Persica</i>
8	Düğün çiçeğigiller	<i>Ranunculaceae</i>	30	Yabani Hardal	<i>Sinapis arvensis</i>
9	Hasırotugiller	<i>Juncaceae</i>	31	Büyük ebegümeçi	<i>Malva sylvestris</i>
10	Adi Engerekotu	<i>Echium Vulgare</i>	32	Tüylü Kartopu	<i>Viburnum lantana</i>
11	Papatyagiller	<i>Asteraceae</i>	33	Yonca	<i>Medicago sativa</i>
12	Turpgiller	<i>Brassicaceae</i>	34	Gelincik	<i>Papaver rhoeas</i>
13	Hasan Hüseyin Çiçeği	<i>Epilobium hirsutum</i>	35	Köygöçerten	<i>Cirsium arvense</i>
14	Kanarya otu	<i>Senecio vulgaris</i>	36	Buğdaygiller	<i>Poaceae</i>

15	Geven Türleri	<i>Astragalus</i>	37	Tavukkuşağı	<i>Androsace maxima</i>
16	Yoğurt Otu	<i>Galium aparine</i>	38	Damkoruğu	<i>Sedum hirsutum</i>
17	Sıracı Otugiller	<i>Scrophulariaceae</i>	39	Hodan	<i>Borago officinalis</i>
18	Dağ Sümbülü	<i>Muscari neglectum</i>	40	Çayır Salkım Otu	<i>Poa pratensis</i>
19	Tükürük otu	<i>Ornithogalum umbellatum</i>	41	Turnagagasıgiller	<i>Geraniaceae</i>
20	İtalyan Sığırdili	<i>Anchusa azurea</i>	42	Çoban çantası	<i>Capsella bursa pastoris</i>
21	Galagan	<i>Onopordum acanthium</i>	43	Kamış	<i>Phragmites australis</i>
22	Isırgan Otu	<i>Urtica dioica</i>	44	Pampas Otu	<i>Cortaderia selloana</i>

Araştırma sahasında aralarında dağ sümbülü, fesci diken, çoban çantası, yabancı hardal da bulunan 44 ot türü tespit edilebilmiştir (Tablo 43) (Şekil 2.96)



Şekil 2.96. Havza Depresyonu'ndaki ot türlerinden bazıları. a) Ağcamahmut Mahallesi yakınlarında dağ sümbülü (*Muscari neglectum*) b) Mısımlağaç Mahallesi yakınlarında yabancı hardal (*Sinapis arvensis*) c) Silcan Deresi vadisinde fesci diken (*Dipsacus fullonum*) d) Ereli Mahallesi yakınlarında çobançantası otu (*Capsella bursa pastoris*)

Çalışmada sunulan bitki türlerinin tamamı saha çalışmalarında fotoğraflanmış, temsil niteliğinde olanların bir kısmının fotoğrafı bu bölümde yer almıştır. Bitkilerin türlerini belirlemek için www.plantnet.org web sitesinin veritabanından yararlanılmıştır.

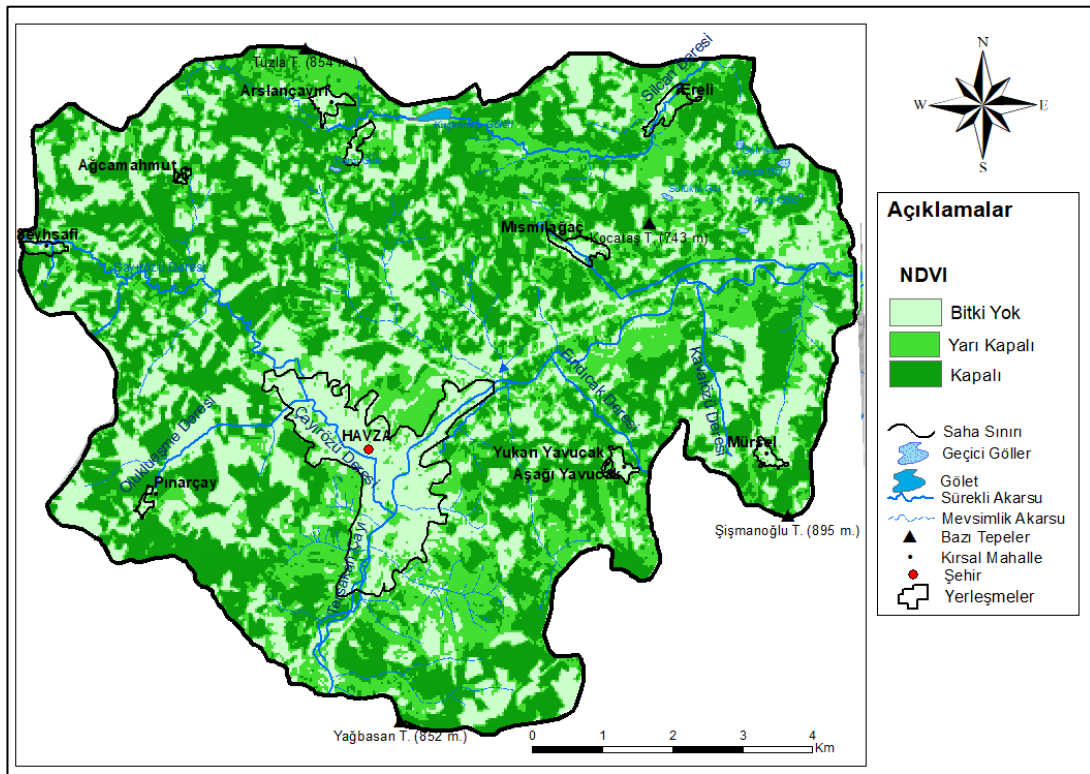
2.1.6.2. Bitki Yoğunluğu (NDVI)

Sahanın bitki örtüsü kapalılık oranlarına bakıldığında sahanın büyük bölümünün kapalılık oranının %50'nin altında olduğu görülmektedir (Tablo 2.45). Vadi tabanları ve tarım alanları diğer alanlara göre nispeten daha fazla bitki örtüsüyle kaplıdır (Şekil 2.97).

Tablo 2.45. Havza Depresyonu'nun bitki örtüsü kapalılık durumu.

Bitki Yoğ. (NDVI)	Alan (Km ²)	Alandaki Oran (%)
Bitki Yok	25,38	30,80
Yarı Kapalı	25,53	30,98
Kapalı	31,49	38,22
Toplam	82,40	100,00

Bitki örtüsü doğal süreçleri içerisinde önemli bir bileşendir. Elde edilen NDVI haritası ilerleyen bölümlerde detayları yer alan doğal afet duyarlılık analizi çalışmalarında da kullanılabilir şekilde sınıflandırılmıştır.



Şekil 2.97. Havza Depresyonu'nun bitki yoğunluğu haritası (NDVI).

2.2. Beşeri ve İktisadi Coğrafya Özellikleri

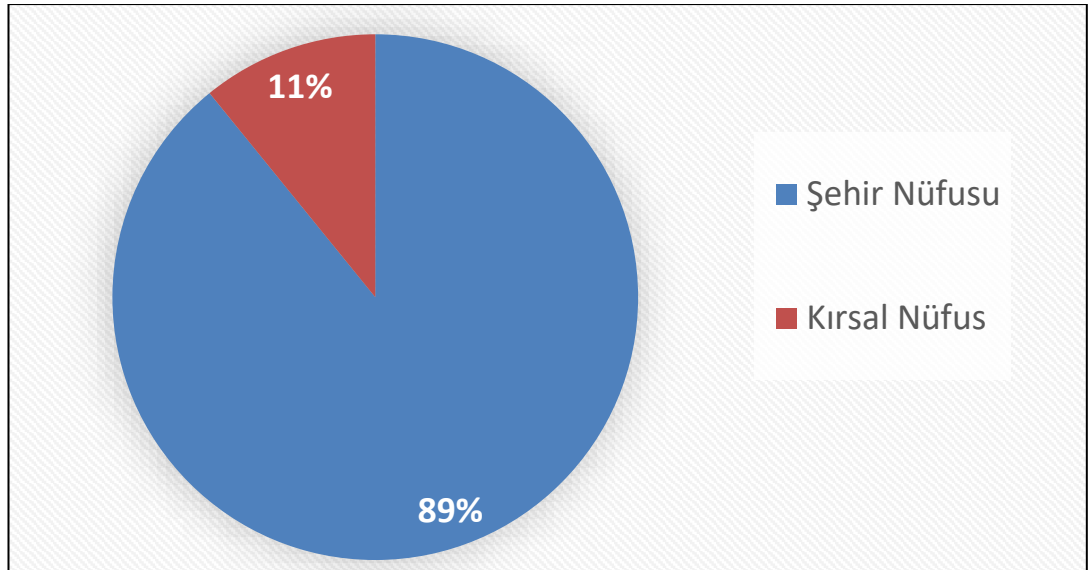
Doğal afet risklerini azaltacak olan insan ve onun alacağı tedbirlerdir. Duyarlılık analizi, risk planlaması, zarar azaltma gibi çalışmaların temelinde insan bulunmaktadır. Ayrıca olası bir doğal afet sonucunda hangi beşeri ve ekonomik faaliyetin ne derece etkileneceğini belirleyebilmek için inceleme alanının beşeri ve ekonomik faaliyetlerin irdelenmesi gerekmektedir. Olası afetlerden en çok etkilenecek olanın insan olmasının yanında, doğal afet olarak kabul edilen bir çok felaketin ya hazırlayıcısı ya da ya da tetikleyicisinin de insan olduğunu belirtmek gerekir.

2.2.1. Beşeri Coğrafya Özellikleri

2.2.1.1. Nüfus Özellikleri

Çalışmada en önemli girdilerden birisi nüfustur. Çünkü çalışma alanında yaşayanlar olası afetlerden tüm etkinlikleriyle beraber etkilenecek ilk unsurlardır. Hatta pek çok çalışmada insanı hiçbir şekilde etkilemeyen bir doğa olayının afetten ziyade doğal döngünün bir parçası olarak kabul edilmesi gerektiği belirtilmektedir.

Araştırma sahasında toplam 26 mahalle bulunmaktadır. TÜİK (2019) verilerine göre 17 merkez mahallede 20.655, kırsal 9 mahallede ise 2.516 kişi yaşamaktadır. Yani sahada 2019 verilerine göre toplam 23.171 kişi yaşamaktadır. Bu nüfusun %89'u şehir, %11'i kırsal nüfustur (Şekil 2.98).



Şekil 2.98. Havza Depresyonu'nun şehir nüfusu ve kırsal nüfus oranları.

Havza'da şehir nüfusunda sürekli artış görülmektedir. 1970 yılında 13.073 olan şehir nüfusu, 2019 yılında 20.655'e yükselmiştir (Tablo 2.46). Araştırma sahası,

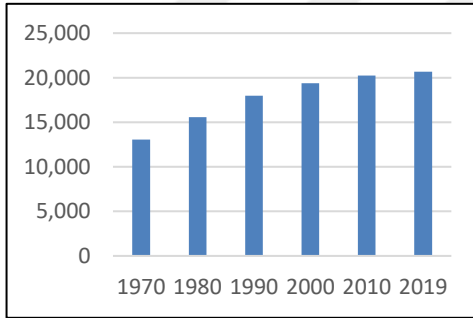
Havza şehir merkezi ve yakın çevresini kapsadığı için ilçenin diğer kesimlerine göre çekim merkezi konumundadır. Meslek Yüksek Okulu, küçük ve orta ölçekli sanayi tesisleri, Samsun-Ankara karayolunun varlığı ve termal turizm tesisleri gibi çekici faktörlere bağlı olarak şehir nüfusunda yıllara göre artış gözlenmektedir (Şekil 2.99).

İlçe merkezinde yer alan mahallelerin en kalabalık nüfuslu olanı 2.816 kişi ile 25 Mayıs Mahallesi'dir. Onu Değirmenüstü ve Memduhiye Mahalleleri izlemektedir. Merkez Mahalleler içerisinde en az nüfuslu mahalle ise 26 kişi ile sahanın güney sınırı yakınlarında bulunan Göçmenler Mahallesi'dir (Tablo 2.47, Şekil 2.100).

Tablo 2.46. Havza ilçe merkezi nüfusunun yıllara göre değişimi.

Yıl	Nüfus
1970	13.073
1980	15.569
1990	17.962
2000	19.385
2010	20.226
2019	20.655

Kaynak: www.tuik.gov.tr

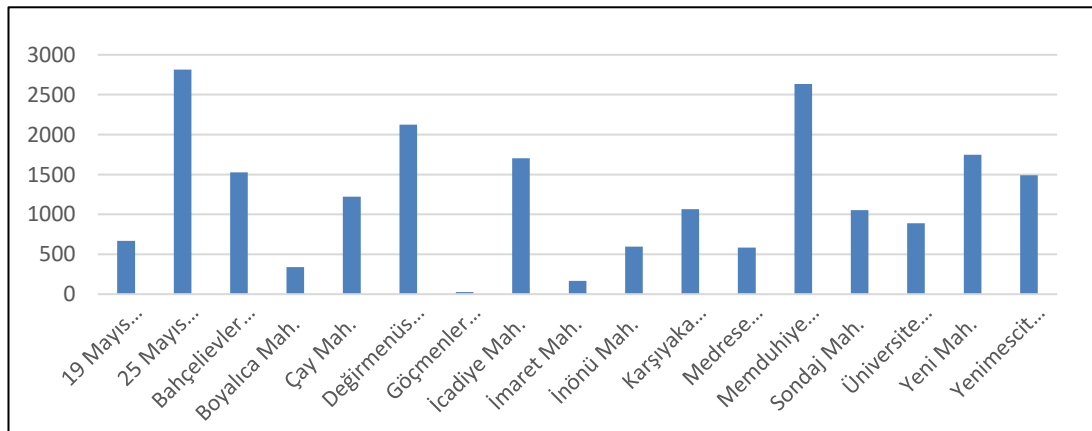


Şekil 2.99. Havza ilçe merkezinde nüfusun yıllara göre değişimi.

Tablo 2.47. Havza ilçe merkezinde kentsel mahallelerin 2019 yılı nüfusları.

Mahalle	2019 Nüfusu
19 Mayıs Mah.	668
25 Mayıs Mah.	2.816
Bahçelievler Mah.	1.527
Boyalıca Mah.	340
Çay Mah.	1.221
Değirmenüstü Mah.	2.126
Göçmenler Mah.	26
İcadiye Mah.	1.703
İmarat Mah.	166
İnönü Mah.	595
Karşıyaka Mah.	1.064
Medrese Mah.	585
Memduhiye Mah.	2.636
Sondaj Mah.	1.055
Üniversite Mah.	889
Yeni Mah.	1.746
Yenimescit Mah.	1.492
Şehir Mer. Toplamı	20.655

Kaynak: www.tuik.gov.tr



Şekil 2.100. Havza ilçe merkezindeki nüfusun mahallelere göre dağılımı.

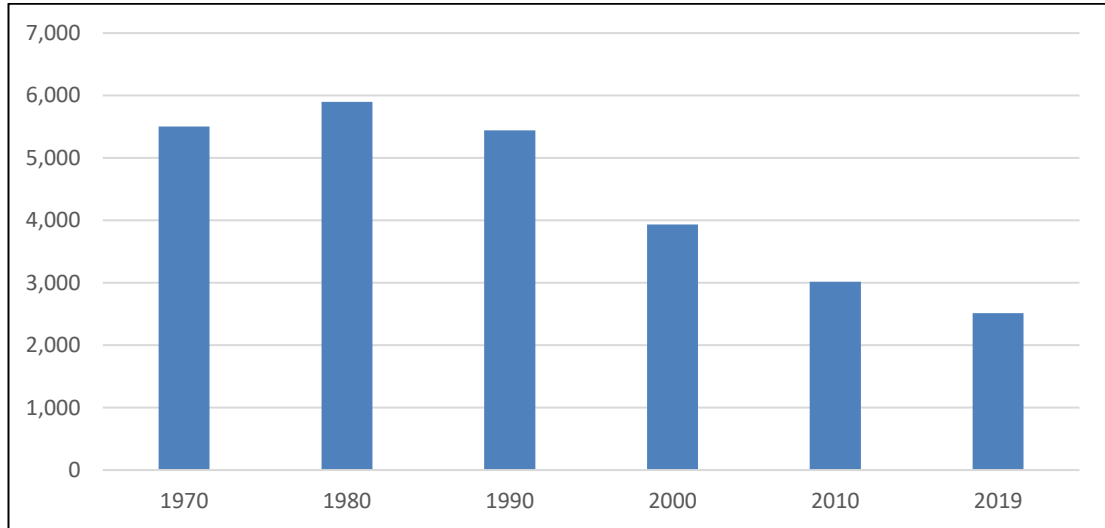
Havza ilçe merkezindeki sürekli nüfus artışının aksine ilçenin toplam nüfusu giderek azalmakta, başka şehirlere çok kısa zaman dilimlerinde meydana gelen ve oran olarak gerçekten dikkat çekici olan bir göç dalgası yaşanmaktadır. 2009 yılında ilçenin toplam nüfusu 45.933 iken 2019 yılında bu sayı 39.656 'ya düşmüştür. Yani sadece son 10 yılda nüfusun yaklaşık %14'ü Havza'yı terk etmiştir (TÜİK, 2019).

Araştırma sahasındaki kırsal mahallelerde de bu durum açık bir şekilde görülebilmektedir. Sahada 1970 yılında 5.505 olan kırsal nüfus 2019 yılında 2.516'ya gerilemiş, %50'den fazla nüfus kaybı yaşanmıştır (Tablo 2.48. Şekil 2.101).

Tablo 2.48. Havza Depresyonu'ndaki kırsal yerleşmelerin nüfuslarının zaman içerisinde değişimi.

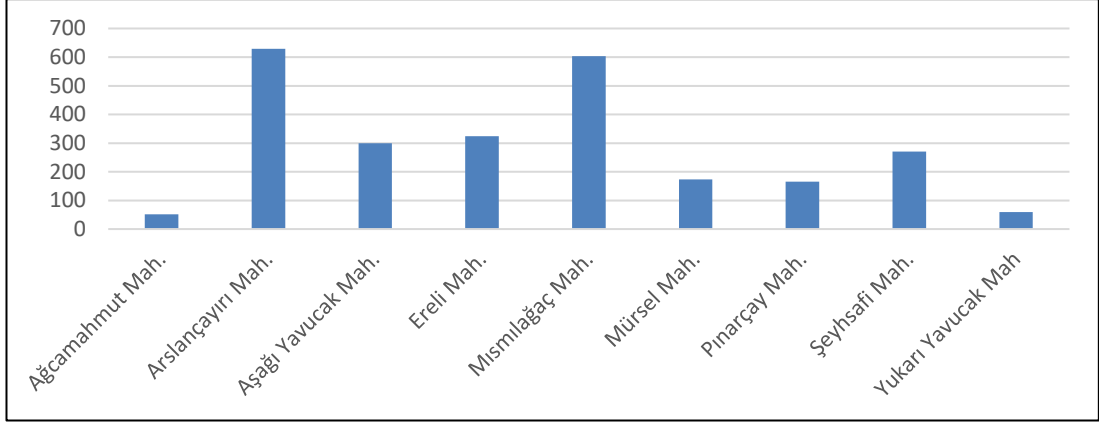
Yıllar	1970	1980	1990	2000	2010	2019
Ağcamahmut Mah.	280	278	159	89	42	52
Arslançayırı Mah.	803	914	985	800	675	629
Aşağı Yavucak Mah.	582	627	573	451	349	299
Ereli Mah.	1.006	1.106	1.012	567	329	324
Mısımlağaç Mah.	1.269	1.477	1.383	1.042	775	603
Mürsel Mah.	390	399	405	267	223	173
Pınarçay Mah.	285	292	237	195	162	166
Şeyhsafı Mah.	756	739	638	487	382	270
Yukarı Yavucak Mah	134	67	52	38	19	59
Toplam	5.505	5.899	5444	3.936	2956	2.516

Kaynak: www.tuik.gov.tr



Şekil 2.101. Havza Depresyonu'ndaki kırsal mahallelerde nüfusun yıllar içerisindeki değişimi.

Mısımlağaç, Ereli ve Arslançayırı gibi KAF'a en yakın kırsal yerleşmelerin aynı zamanda sahada bulunan en yoğun nüfuslu kırsal yerleşmeler olduğu da dikkati çekmektedir (Şekil 2.102). Bu da KAF kaynaklı olası bir depremden etkilenecek insan sayısının fazlalığı anlamına gelmektedir.



Şekil 2.102. Havza depresyonu'nda bulunan kırsal nüfusun kırsal mahallelere göre dağılımı.

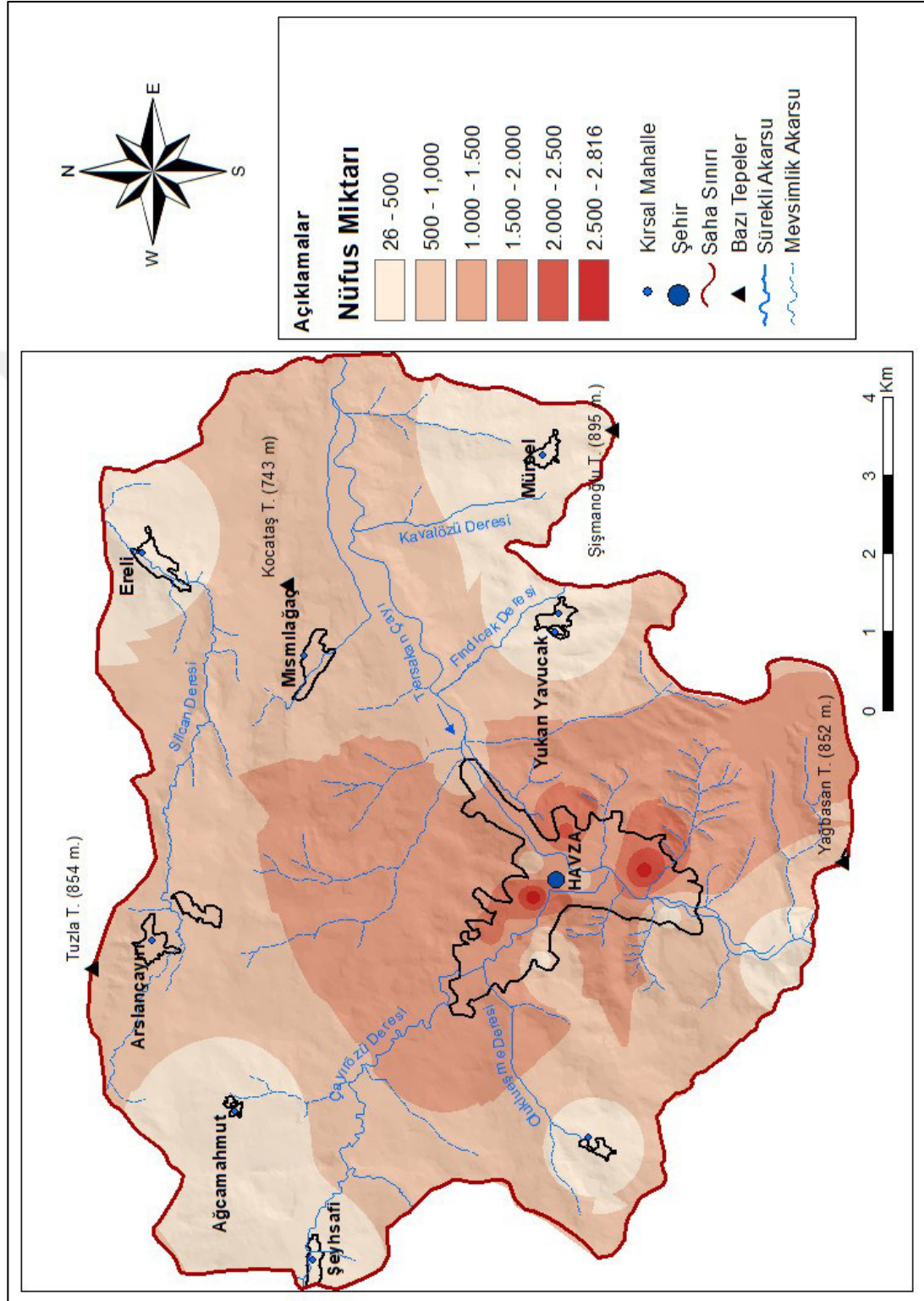
Araştırma sahasının aritmetik nüfus yoğunlukları da hesaplanmıştır. Saha genelinde km^2 'ye 281 kişi düşmektedir. Bu rakam 106 olan Türkiye ortalamasının çok üzerindedir. Bunda çalışma alanının geniş alanlı olmamasının yanında ilçe merkezini de kapsamı etkilidir. Sahada nüfusun yaklaşık %89'u Havza ilçe merkezinde yaşayan şehir nüfusudur. Şehir merkezini oluşturan 17 mahallenin idari sınırları içerisinde nüfus yoğunluğu km^2 'ye 861 kişi iken, $4,06 \text{ km}^2$ olan ilçe merkezindeki yerleşim alanında nüfus yoğunluğu 5.087 'ye ulaşmaktadır. Kırsal 9 mahallede nüfus yoğunluğu ise km^2 'ye 43 kişidir (Tablo.2.49). Şehir nüfusundaki yoğunluk dikkat çekicidir. Bu durum şehirsal alandaki beşeri baskıyı ve olası afetler karşısında şehir nüfusunun zarar görebilirliğini arttırmaktadır.

Tablo 2.49. Havza Depresyonu'nun aritmetik nüfus yoğunlukları.

	Nüfus (kişi)	Alan (km^2)	Nüfus Yoğunluğu (kişi)
Merkez mahalleler	20.655	24,0	860
Kırsal Mahalleler	2.516	58,4	43
Toplam	23.171	82,4	281

Araştırma sahası oluşturulurken idari sınırlar değil doğal sınırlar (su bölümü hatları) kullanılmıştır. Havza ilçe merkezinde bulunan mahallelerin tamamı saha içerisinde kalmış fakat kırsal mahallelerden bazılarının merkezleri saha dışında kalmıştır. Nüfus ile ilgili veri tabanı ve dağılım haritası oluşturulurken yalnızca mahalle merkezi sahada ise nüfusu değerlendirmeye alınmıştır. Merkezleri saha dışında kalan yerleşmelerin nüfusu dikkate alınmamış, buralarda nüfus yok kabul edilmiştir. Arazi çalışmalarında ve Google Earth üzerinden yapılan kontrollerde de buraların mera, tarım alanı veya koruluk olduğu gözlemlenmiştir. Nüfus dağılım haritasında merkez mahallelerin nüfusları ayrı ayrı dikkate alınmış fakat mahalle isimleri haritanın okunmasını zorlaştırdığı için mahalle isimlerine yer verilmemiştir.

Nüfus dağılışı haritasının oluşturulmasında interpolasyon (IDW) yöntemi kullanılmıştır. Havza ilçe merkezinden çevreye doğru nüfus yoğunluğunun azaldığı görülmektedir (Şekil 2.103).



Şekil 2.103. Havza Depresyonu'nda yerleşmelere göre nüfus dağılışı haritası.

2.2.1.2. Yerleşme Özellikleri

Havza ilçe merkezinin bulunduğu alanda ilk yerleşmelerin çok eskilere, MÖ 2000’li yıllara dayandığı düşünülmektedir. Sırasıyla Hititler, İyonyalılar, Miletliler, Kimmerler, Persler, Makedon İmparatorluğu hüküm sürmüştür. Saha MÖ I. yüzyılda Roma istilasına uğramış sonrasında Bizans İmparatorluğuna dahil olmuştur. Nihayet 1071 Malazgirt Savaşı’ndan sonra Anadolu’nun kapılarının Türklere açılması sonrası Havza XIII. Yüzyılda Selçuklar’ın egemenliğine girmiştir. Selçuklu Hanedanlığı’nın çöküşünün ardından Canik Beyliği’nin yönetimine sonrasında ise Osmanlı İmparatorluğu egemenliği altına girmiştir. Havza, Osmanlı egemenliğinde 1881 yılına kadar kadı ve müftü tarafından yönetilen bir yerleşme iken bu yıldan sonra kaymakam ve belediye başkanı tarafından yönetilen bir ilçe olmuştur. Havza ilçesi 1925 yılında Amasya’dan ayrılarak Samsun’a bağlanmıştır (Yücel, 2001).

Havza isminin Hititler’in Amasya valisi Kavuzhan’dan kaynaklandığı halk arasında zamanla değişerek Havza’ya dönüştüğü düşünülmektedir. 1174 tarihinden itibaren yazılan vesikalarda Havize ve Hevize, 1524’ten itibaren yazılan yazılarda Havza adının kullanıldığı görülmektedir (Havza Kaymakamlığı, 2019). Yakın zamana kadar köylerde Havza yerine “Kavza” kelimesi kullanılmıştır, bu da ismin Kavuzhan’dan geldiği fikrini kuvvetlendirmektedir (Uyaroğlu, 1975). 1919 yılında çekilen ve Samsun Valiliği internet adresinde Atatürk’ün Samsun günlerinin ele alındığı sayfada bulunan Fransızca metinli fotoğrafta da “Kavza” kelimesi kullanılmıştır (Şekil 2.104). Ayrıca fotoğrafta şehrin o dönemde doğal afetlere karşı daha güvenli bir alana konumlandığını da belirtmek gerekir.



Şekil 2.104. 1919 yılı tarihli Havza fotoğrafı. Kaynak: <http://www.samsun.gov.tr/Ataturk-ve-Samsun2>

Araştırma sahasındaki şehir ve kır yerleşmelerinde eski, ağaç sütunlarla desteklenmiş kerpiç veya yığma tuğlalı yapılara sıkça rastlanmaktadır (Şekil 2.105). Bahsi geçen geleneksel yapıların çok azı aktif olarak kullanılmakla birlikte çoğunun artık kullanılmadığı, yapıların büyük çoğunluğunun betonarme olduğu görülmüştür.



Şekil 2.105. Bahçelievler Mahallesi'nde yığma tuğlalı geleneksel mimari örnekleri bulunmaktadır.

Sahada idari birim olarak bir ilçe merkezi (17 mahalle) ve 9 kırsal mahalle yer almaktadır. Eski yerleşmelerin çoğunda görüldüğü gibi Havza ilçe merkezi de muhtemelen su kaynağına yakın olabilmek için Tersakan Çayı ve onun bir kolu olan Çayırözü Deresi boyunca konumlanmıştır. İlçe Merkezi jeomorfolojik özelliklerin de müsaade ettiği şekilde bu akarsu vadilerinin uzanış şekillerine uygun olarak lineer (çizgisel) bir uzanış göstermektedir. Samsun-Ankara yolunun Tersakan vadisi boyunca uzanması da bu çizgiselliği pekiştirmiştir.

Şeyhsafi Mahallesi'nde çizgisel fakat yol boyu, Ereli Mahallesi'nde de akarsu boyu uzanış görülür. Akarsu boyunca kurulmamış diğer kırsal yerleşmelerde dairesel yerleşme görülmekle birlikte bu yerleşmelerde de yol boyu uzantılar dikkati çekmektedir. İnsanların ulaşımı kolay olan yerlerde yaşamlarını sürdürmek istemeleri

bunda etkili olmuş olmalıdır. Sahada yer alan yerleşmelerin tamamının su kaynaklarının kenarlarında kurulduğu görülmüştür.

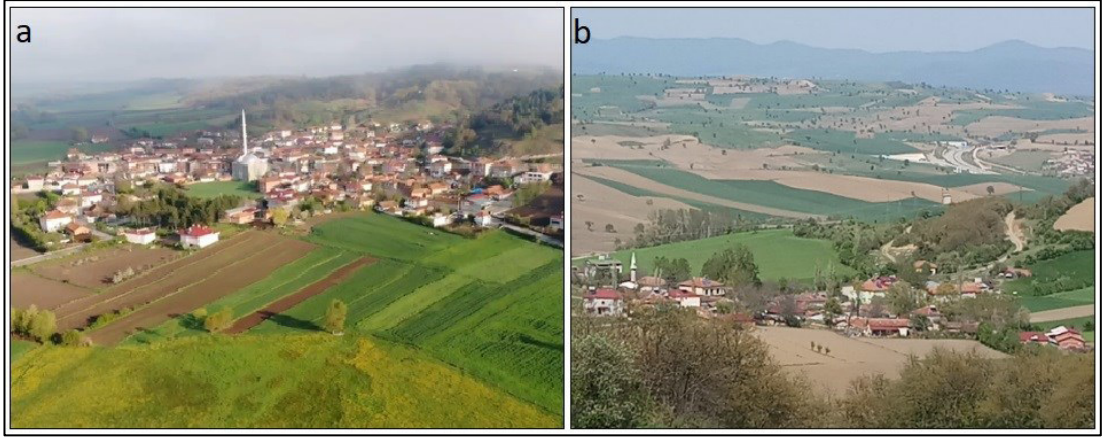
Nüfusun büyük çoğunluğunun akarsu boyu yerleşmelerde bulunması alüvyal zeminlerin yerleşim alanı olarak kullanılmasına neden olmuştur. KAF'ın saha içerisinden geçtiği ve tarihte bu yörede büyük depremlerin meydana geldiği dikkate alınmalıdır. Bilindiği gibi alüvyal zeminlerin gevşek yapılarına bağlı olarak sıvılaşma kapasiteleri yüksektir. Bu durum olası bir şiddetli depremde beklenenden fazla zarara neden olabileceği gibi taşkınlar için de büyük risk arz etmektedir (Şekil 2.106).

Ayrıca alüvyal sahaların arazi kullanım kabiliyeti sınıflamasına göre 1. derece tarım alanı olduğu da bilinmektedir. Yerel yönetimlerce şimdiye kadarki yerleşmelerin yerleri değiştirilemese de bundan sonraki yerleşmelerin vadi yamaçlarındaki jeolojik etüdü yapılmış sağlam zeminli alanlara yönlendirilmeleri yerinde olacaktır.



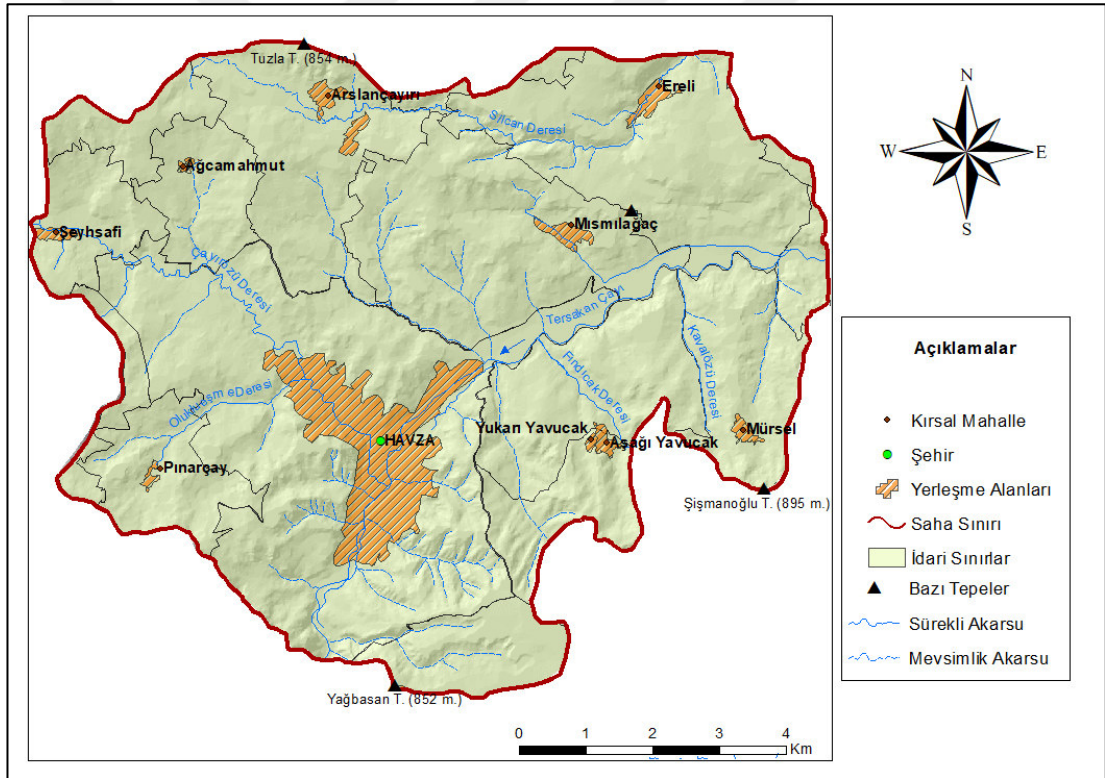
Şekil 2.106. Havza ilçe merkezinde alüvyal zeminli depresyon tabanı yoğun olarak yerleşmede ve diğer beşeri etkinliklerde kullanılmaktadır. Alüvyal zemin üzerinde yerleşim alanları dikkati çekmektedir. - Kuzeydoğuya bakış (Drone Çekim).Kaynak: <https://www.youtube.com/watch?v=Ac5H4--npac>

Sahada yer alan kırsal mahallelerde Karadeniz kıyı kesimindeki kırsal yerleşmelerden farklı olarak arazi şartlarının daha düz olmasından dolayı toplu yerleşmeler kurulduğu görülmektedir (Şekil 2.107). Toplu kırsal yerleşmelerden olan Arslançayırı Mahallesi KAF'ın tam üzerinde konumlanmıştır (Şekil 2.107a). Su kaynaklarının yetersizliğinin, toplu yerleşmeler kurulmasında etkili olmuş olabileceğini akla getirmektedir.



Şekil 2.107. Araştırma sahasındaki kırsal yerleşmelerde dokularına göre toplu yerleşme görülmektedir. a)Arslançayırı Mahallesi KAF üzerinde konumlanmıştır. (Drone çekim) Kaynak: https://www.youtube.com/watch?v=rUjP_sNZTKM b) Kırsal mahallelerde toplu yerleşme örneği: Pınarçay Mahallesi.

Sahada bulunan toplam 10 yerleşim birimi haritalanmıştır (Şekil 2.108).



Şekil 2.108. Havza Depresyonu'ndaki yerleşmelerin dağılışı haritası.

2.2.2. İktisadi Coğrafya Özellikleri

2.2.2.1. Tarım

İlçede hakim olan tarımsal faaliyet tahıl tarımıdır. İlçenin sahip olduğu iklim şartlarına bağlı olarak bu durum ortaya çıkmıştır. Tahıllarda da başı buğday çekmektedir. Buğday dışında arpa diğer önemli üründür. İnceleme alanında ayçiçeği

ve fiğ de yoğun olarak üretilmektedir. Verilerine ulaşılabilen tarım ürünlerinin araştırma sahasındaki yerleşim birimlerine göre dağılımları aşağıda sunulmuştur (Tablo 2.50).

Tablo 2.50. Havza Depresyonu'nda yetiştirilen tarım ürünleri ve miktarları.

Yerleşme	Buğday (da)	Ayçiçeği (da)	Fiğ (da)	Toplam Tarım Alanı (da)
Havza Merkez	3.470,00	2.084,00	238,00	7.250
Ağcamahmut Mah.	836,86	894,26	50,58	2.894
Arslançayırı	1.643,66	1.988,11	21,70	5.977
Aşağıyavucak	3.347,83	1.902,30	728,05	9.564
Ereli	2.186,62	2.182,48	308,64	8.392
Mısmılağaç	3.382,58	1.871,93	249,21	9.068
Mürsel	1.728,76	1.357,35	697,01	4.214
Pınarçay	1.352,26	1.042,87	25,21	2.870
Şeyhsafı	3.032,31	1.937,46	18,47	6.464
Toplam	20.980,88	15.260,76	2.336,87	56.693

Kaynak: HGTHİM, 2015

Havza Gıda Tarım Hayvancılık İlçe Müdürlüğü'nden (HGTHİM) araştırma sahasındaki mahalleler özelinde edinilen bilgilere göre sahada ayrıca silajlık mısır, yonca, şekerpancarı, tütün, ceviz yetiştiriciliği de yapılmaktadır.

2020 haziran ayı itibariyle yapılan arazi incelemelerinde yapılan gözlemler ve görüşmeler çiftçilerin daha çok buğday ve ayçiçeği ekimini tercih ettiğini göstermektedir (Şekil 2.109).



Şekil 2.109. Havza Depresyonu'nun güneydoğusunda 1. Seviye aşımın yüzeyi üzerinde yoğun olarak buğday ve ayçiçeği tarımı yapılmaktadır (Haziran, 2020).

Çiftçiler ürettikleri ürünleri Toprak Mahsulleri Ofisi (TMO) Havza Ajans Amirliği'ne satmaktadır (Şekil 2.110).



Şekil 2.110. Toprak Mahsulleri Ofisi Havza Siloları şehir merkezinde yer almaktadır.

Arazi çalışmaları sırasında sınırlı sayıda olsa da seracılık faaliyeti gerçekleştiren işletmeler tespit edilmiştir (Şekil 2.111). Arslanbay (2018) Orta Karadeniz Kalkınma Ajansı projeleri arasında Havza'nın termal sularının seraların ısıtılmasında kullanımı ve cam seraların inşa edilmesinin de yer aldığını belirtmiştir.



Şekil 2.111. Havza ilçe merkezi kuzeyinde seracılık faaliyeti sınırlı da olsa yürütülmektedir.

2.2.2.2. Hayvancılık

Sahada besi hayvancılığı gelişmiş durumdadır. Özellikle Amasya Şeker Fabrikası'nın yakın oluşu ve buna bağlı olarak küspenin ucuz mal olması ile saha ve çevresinde un fabrikalarının fazlaca bulunması sonucu hayvan yemlerinin daha ucuz elde edilebilmesi besi hayvancılığının gelişmesinde etkili olmuştur. Cuma günleri ilçede Karadeniz Bölgesi'nin ekonomik hareketlilik bakımından en canlı hayvan pazarlarından birisi kurulmaktadır. Hayvan piyasasındaki bu hareketlilik üreticiye yansımıştır ve hemen hemen her köyde verimli kültür ırkı sığırlar yetiştirilmektedir (Havza Kaymakamlığı, 2003). Bu hayvan pazarının Cumhuriyet'in ilk yıllarında da var olduğu ve aynı gün kurulduğu bilinmektedir (Zübeyirzade, 1925; Tuzcu, 1998). Zübeyirzade (1925) hayvancılığın gelişmesinde un fabrikalarının önemine değinmiş, bazı un fabrikalarının bazı bölümlerinde hayvancılık faaliyeti de yürüttüklerini belirtmiştir. Yani yörede ticari hayvancılık faaliyetlerine bu bakış açısı en az 100 yıldır hakimdir.

Havza Gıda Tarım ve Hayvancılık İlçe Müdürlüğü (HGTHİM) verilerine göre araştırma sahasındaki büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayıları aşağıdaki gibidir (Tablo 2.51).

Tablo 2.51. Havza Depresyonu'nda büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayıları.

	Büyükbaş Hayvan	Küçükbaş Hayvan
Havza Merkez	1.860	752
Ağcamahmut Mah.	84	-
Arslançayırı	473	600
Aşağıyavucak	350	222
Ereli	497	185
Mısmılağaç	461	110
Mürsel	542	40
Pınarçay	114	70
Şeyhsafi	221	60
Toplam	4.602	2.039

Kaynak: HGTHİM, 2015

Araştırma sahasının iklim özellikleri ve buna bağlı olarak doğal bitki örtüsü büyükbaş mera hayvancılığına çok uygun değildir. Arazi çalışmalarında da meralarda küçükbaş hayvancılığın daha yaygın yapıldığı görülmüştür (Şekil 2.112a). Araştırma sahasında kümes hayvancılığı ve arıcılığın da yaygın olarak yapıldığı gözlemlenmiştir (Şekil 2.112b, Şekil 2.112c).



Şekil 2.112. Araştırma sahasında çeşitli hayvancılık türleri yürütülmektedir. Erel Mahallesi çevresi küçükbaş mera hayvancılığı yapılan alanlardandır. b) Tersakan Çayı kıyısında kaz ve ördek yetiştiriciliği yapılmaktadır. c) Karşıyaka Mahallesi doğusunda arıcılık faaliyeti.

2.2.2.3. Sanayi ve Ticaret

Çalışan nüfusun büyük çoğunluğunun tarım sektöründe yer aldığı ilçede, sanayi de buna paralel bir yapıdadır. İlçedeki sanayi tesislerinin büyük çoğunluğu tarıma dayalıdır (Şekil 2.121). Ayrıca yerel ihtiyaca yönelik diğer tesisler de bulunmaktadır. İlçede kurulum çalışmaları devam eden Organize Sanayi Bölgesi, Havza Tarımsal Ürün İşleme ve Tarım Makineleri ihtisas organize sanayi bölgesi olarak ilan edilmiştir (SGTHİM, 2017). Havza Organize Sanayi Bölgesi'nin temeli 2019 yılında atılmıştır.

Araştırma sahasında en önemli sanayi kuruluşları un fabrikalarıdır. Bugün 15 adet olan ve modern tesislerde üretim yapan un fabrikalarının, Zübeyirzade (1925) Cumhuriyet'in ilk yıllarında 10 adet olduğunu ve güçlerini Tersakan çayına kurulan su değirmenlerinden aldıklarını belirtmiştir. Saha içerisinde bir adet büyük ölçekli süt ve süt ürünleri fabrikası da bulunmaktadır (Şekil 2.113).



Şekil 2.113. Sahada tarım ve hayvancılığa dayalı sanayi üretimi yapılmaktadır. a) Arslançayırı Mahallesi yolu üzerinde bulunan un fabrikası. b) Araştırma sahasında bir adet süt ürünleri fabrikası bulunmakta olup Değirmenüstü Mahallesi’nde konumlanmıştır.

Havza Ticaret ve Sanayi Odası’na kayıtlı sanayi kuruluşlarının nitelikleri, sayıları, üretim kapasiteleri ve istihdam durumu aşağıda sunulmuştur (Tablo 2.52).

Tablo 2.52. Havza Depresyonu’ndaki sanayi tesisleri.

Sanayi Tesisi	Adet	Kapasite	İstihdam
Beton	2	268.800 ton/yıl	21
Un ve Yem İmalatı	15	434.656 ton/yıl	92
Semaver/Soba İmalatı	1	332.400 adet/yıl	35
Süt Ürünleri İmalatı	1	11.577 ton/yıl	82
Pvc İmalatı ve Montajı	4	19.200 m ² /yıl	20
Ekmek İmalatı ve Satışı	2	1.872.000 adet/yıl	10
Mobilya İmalatı	1	3.360 adet/yıl	7
Elektrik Enerjisi Üretimi	1	700,035 KW/yıl	2
Küçük sanayi esnafı	150		
Toplam	177		

Kaynak: <http://www.havzatso.org.tr/uploads/source/1sny.pdf> (Erişim: 12.11.2020)

Diğer tüm küçük ölçekli tarım şehirlerimizde olduğu gibi Havza’da da ticaretin bel kemiğini tarım ve hayvancılık oluşturmaktadır. Tarım ürünleri toptancılığı (başta buğday olmak üzere), canlı hayvan alım satımı, zirai alet, tohum, ilaç ve gübre satışı gibi ticari faaliyetlerin yanında semt pazarları, beyaz eşya mağazaları, süpermarketler, lokantalar, kasap, manav gibi günlük ihtiyaçların giderildiği ticari alanlar ile ana yol kenarında petrol istasyonları ve dinlenme tesisleri gibi işletmeler bulunmaktadır.

2.2.2.4. Ulaşım

“Havza Karadeniz Bölgesi’nin Orta ve Doğu bölümlerini ülkenin iç kısımlarıyla ve diğer bölgeleriyle bağlayan yol üzerindedir. Ladik ve Vezirköprü’ye de Havza’dan geçilerek ulaşılması, ilçeyi önemli bir kavşak noktası haline getirmiş, Samsun - Ankara karayolu üzerine yapılan tünellerle birlikte ilçenin gelişimi de hızlanmıştır” (Şahin vd. 2016: 31). Cumhuriyetin ilk yıllarında yapılan Samsun-Amasya- Sivas demiryolu da

(1950 öncesi dönemde hakim ve en iyi ulaşım şekli olmasına bağlı olarak) Havza'nın gelişiminde etkili olmuştur.

Karadeniz'e paralel uzanan Batı ve Doğu Karadeniz dağlarında ortalama yükseltinin ve engebeliğin fazlalığına bağlı olarak iç kesimlere ulaşım geçitlerle sağlanabilmektedir. Orta Karadeniz'de Canik Dağları'nın yükseltisinin nispeten az olması ulaşımı daha kolay kıldığından tarih boyunca Samsun Karadeniz'i iç kesimlere bağlayan önemli bir merkez olmuştur. Ayrıca bilinmektedir ki karayolları oluşturulurken eğim çevreye göre daha az olacağı için genellikle akarsu vadileri kullanılır. Araştırma sahası içerisinde bulunan ve kabaca kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda uzanan Tersakan Çayı vadisi morfolojik şartlar ve uzanış yönü itibari ile Karadeniz'i iç kesimlere bağlayan ana yolun geçirilmesine uygun olmuştur.

Havza ilçe merkezi Samsun-Ankara yolu olarak bilinen ve Karadeniz kıyı yerleşmelerini iç kesimlere bağlayan ana arter olan şehirlerarası yolun kenarında yer almaktadır (Şekil 2.114a). Bu durum ilçenin hinterlandının geniş olmasını sağlamıştır. Ayrıca temeli atılan organize sanayi bölgesi ve diğer girişimler hammadde ve pazara ulaşım noktasında sıkıntı yaşamayacaklardır. Havza'da bir adet Şehirlerarası Otobüs Terminali bulunmaktadır (Şekil 2.114b). Türkiye'nin herhangi bir yerine ulaşım konusunda sıkıntı bulunmamaktadır (Tablo 2.51). Ayrıca Samsun – Amasya – Sivas demiryolu araştırma sahasından geçmekte ve ilçe merkezinde bir adet tarihi tren istasyonu bulunmaktadır (Şekil 2.114c, Şekil 2.114d).



Şekil 2.114. Havza Depresyonu'na karayolu ve demiryolu ile kolaylıkla ulaşım sağlanabilmektedir. a) Havza Depresyonu'ndan Samsun – Ankara Karayolu geçmektedir. b) Havza Şehirlerarası Otobüs Terminali merkezi bir konumda yer almaktadır. c) Samsun- Amasya – Sivas Demir Yolu Mısımlağaç Mahallesi güneyinden geçmektedir. d) Havza Tarihi Tren İstasyonu şehir merkezinde bulunmaktadır.

Tablo 2.54. Havza Depresyonu'nda bulunan kırsal mahallelerin ilçe merkezine uzaklıkları.

Mahalle Adı	Ağcamahmut	Arslançayırı	A. Yavucak	Ereli	Mısmıllağaç	Mürsel	Pınarçay	Şeyhsafi	Y. Yavucak
Uzaklık (Km)	5,2	5,5	5	9	5,7	5,3	3,4	5,5	4,6

2.2.2.5. Turizm

Havza tarihi önemi, yüksek debili ve bol mineralli termal sularıyla turizm çekiciliği fazla olan bir ilçedir. İlçeye karayolu ve demiryolu ile kolaylıkla ulaşmak mümkündür. Konaklama olanakları bakımından da yeterli kapasiteye sahip olan Havza hak ettiği ilgiyi henüz görememektedir.

2.2.2.5.1. Kültür Turizmi

Milli mücadelemizin ilk meşalesinin yakıldığı Samsun'dan sonra ulu önder Mustafa Kemal ATATÜRK ve silah arkadaşlarının ikinci durağı olan Havza milli mücadelemizde önemli bir yere sahiptir. Atatürk tarafından 25 Mayıs–13 Haziran 1919 tarihleri arasında kullanılan ve bugün Atatürk Evi olarak bilinen yapı çok önemli bir tarihi değerdir. Geçmişte Mesudiye Oteli isimli bir işletme olan bu yapı Atatürk tarafından karargah olarak kullanılmış, Havza Genelgesi'nin yazıldığı yer olarak tarihe geçmiştir. Bugün Atatürk Evi Müzesi olarak ziyarete açıktır ve kültür turizmi açısından büyük bir potansiyele sahiptir. İçerisinde Atatürk tarafından kullanılan eşyalar orjinal olarak muhafaza edilmektedir (Şekil 2.116a).

Samsun Büyük Şehir Belediyesi tarafından yürütülen, Atatürk ve silah arkadaşlarının Samsun'dan Amasya'nın Suluova ilçesine kadar olan (98 km) yolculuklarında kullanılan güzergahı esas alan ve önemli bölümü ilçe sınırları içerisinde bulunan "Kurtuluş Yolu" isimli proje ile Havza'nın tarihi değerinin daha ön plana çıkması beklenmektedir (Şekil 2.116b).

Havza Belediyesi 2000 yılında Bursa'da 52 belediyenin katılımıyla kurulan bugün 455 üyesi bulunan ve tarihi kent dokularının ve kentsel-kültürel mirasın korunmasını amaçlayan "Tarihi Kentler Birliği (TKB)" üyesidir (TKB, 2020).



Şekil 2.116. Havza'nın milli mücadelemizde önemli bir yeri bulunmaktadır. a) Atatürk Evi Müzesi Medrese Mahallesi'nde yer almaktadır. b) Kurtuluş Yolu araştırma sahasından geçmektedir.

Atatürk Evi Müzesi dışında, araştırma sahasında bulunan ve kültür turizmine konu olabilecek yapılar şunlardır (Havza Kaymakamlığı, 2003):

- 1911 yılında açılan ve milli mücadele yıllarında Havza halkının birlik ve beraberlik toplantılarını yaptığı daha sonrasında Havza Müdafaa-i Hukuk Cemiyeti'nin kuruluş yeri olan Taş Mektep (Merkez İlköğretim Okulu) merkez Medrese Mahallesi'nde bulunmaktadır.
- Atatürk'ün Havza'da bulunduğu günlerin bazılarında kaldığı bilinen Ali Osman Ağa Konağı merkez Bahçelievler Mahallesi'nde yer almaktadır.
- İmaret mahallesinde bulunan ve 1429 yılında Amasya Valisi Yörgüç Paşazade Mustafa Bey tarafından yaptırılan "İmarethane" de önemli bir tarihi değerdir.
- Kaplıcalar bölgesinde bulunan Kızıgözü – Aslanağzı Hamamı, Maarif Hamamı ve Küçük Hamam tarihi hamamlardır.
- Yine kaplıcalar bölgesinde bulunduğu için kaplıcalar camii olarak anılan ve Selçuklu mimarisini yansıtan Yörgüç Mustafa Bey Camii görülmesi gereken mekanlar arasındadır.
- Ayrıca ilçe merkezinde bulunan Emir El-Hac Veliüddin Bin Berakat-Şah Türbesi ile Mustafa Bey Türbesi ve Şeyhsafi Mahallesi'nde bulunan Şeyh Savcı Türbesi tarihi önemi olan dini mekanlardır.

2.2.2.5.2. Doğal Turistik Çekicilikler

Türkiye'de aktif fayların geçtiği güzergahta yer alan pek çok yerleşmede olduğu gibi Havza'da da termal su kaynakları bulunmaktadır. Suyun sıcaklığının yüksek

olması (53°C) ve mineral içeriğinin zengin olması Havza Kaplıcaları'nı ön plana çıkartmaktadır. Bu termal suların pek çok hastalığa iyi geldiği düşünülmektedir.

Havza'da kaplıcalardan antik çağlardan beri yararlanılmaktadır. “Tarihi kayıtlarda Havza kaplıcaları ile ilgili en eski bilgiler Amasyalı olan Strabon'un eserlerinde yer almaktadır. Strabon, Romalıların “Thermae Phosemonitarum” adını verdikleri Havza kaplıcalarının çok eskilerden beri ünlü olduğunu ve ününün Doğu Roma zamanında da sürdüğünü belirtmektedir” (Özbey, 1979; Kuzucu, 2013).

Havza kaplıcalarının yaklaşık 2000 yıldır bilindiği tahmin edilmektedir (Yılmaz, 2013). Genel olarak iç turizme hitap eden kaplıca tesisleri, çoğunluğu yakın çevreden ve günübirlikçilerden oluşmak üzere, ülkenin her tarafından ziyaretçi ağırlamaktadır. Kaplıcaları yılda 250.000-300.000 arasında kişi ziyaret etmektedir (Havza Kaymakamlığı, 2020). Mustafa Kemal Atatürk de Havza'da kaldığı günlerde bu kaplıcalardan faydalanmış ve memnuniyetini dile getirmiştir (Uyaroğlu, 1975)

İlçedeki otel ve motellerin yatak sayısı 1000 olup, kaplıcalar bölgesinde özel şahıslara ait 300 yatak kapasitesi olan pansiyonlarla birlikte toplam yatak kapasitesi 1300'dür (Yılmaz, 2013). Bütün tesislerde kaplıca suyu bulunmamaktadır. Kaplıca suyu olan otel ve motellerin bilgileri aşağıda verilmiştir (Tablo 2.55).

Tablo 2.55. Havza ilçe merkezinde kaplıca suyu olan otel ve hamamlar.

Otel – Motel	Oda Sayısı	Yatak Sayısı	Özel Banyo Sayısı	Havuzu
Ancere Thermal Hotel	80	170	10	Var(3ad)
Maarif Oteli	24	50	8	Var
Tuğra Otel	34	68	-	Yok
Modern Türk Hamam	-	-	9	Var
Vakıf Hamamı (200 kişi umumi)	-	-	10	Var
Toplam	138	288	37	

Kaynak: <http://havza.gov.tr/havzada-bulunan-termal-tesisler-ve-kaplıca-isletmeleri> (02.11.2020)

Kaplıca suyu bulunan oteller, İmaret Mahallesi'nde kaplıcalar bölgesi diye bilinen bölümde yer almaktadır (Şekil 2.117, Şekil 2.118).

Araştırma sahasında kaplıcalar dışında Tersakan Çayı kıyısında sınırlı da olsa rekreasyon alanları bulunmaktadır. Tersakan Çayı'na denize göre konumu itibarıyla benzer olan akarsuların büyük bölümü kuzeye (Karadeniz'e) doğru ilerlemektedir. Tersakan Çayı'nın güneye ilerleyişi zaman zaman medya organları tarafından haberleştirilmektedir. Geliştirilecek uygulanabilir projelerle bu durum turistik çekiciliğe dönüştürülebilir. Bunun dışında yerel ölçekte ilgi gören piknik alanları,

parklar ve bahçeler bulunmaktadır. Havza Depresyonu topraklarının yoğun tarım baskısı altında olması (%82) doğal çekicilikleri sınırlandırmaktadır.



Şekil 2.117. İmaret Mahallesi'nde yer alan jeotermal alanda (kaplıcalar bölgesi) pek çok otel turistlere hizmet vermektedir.



Şekil 2.118. Havza jeotermal alanı (Drone çekim) Kaynak: https://www.youtube.com/watch?v=4MDY_dd2wgg

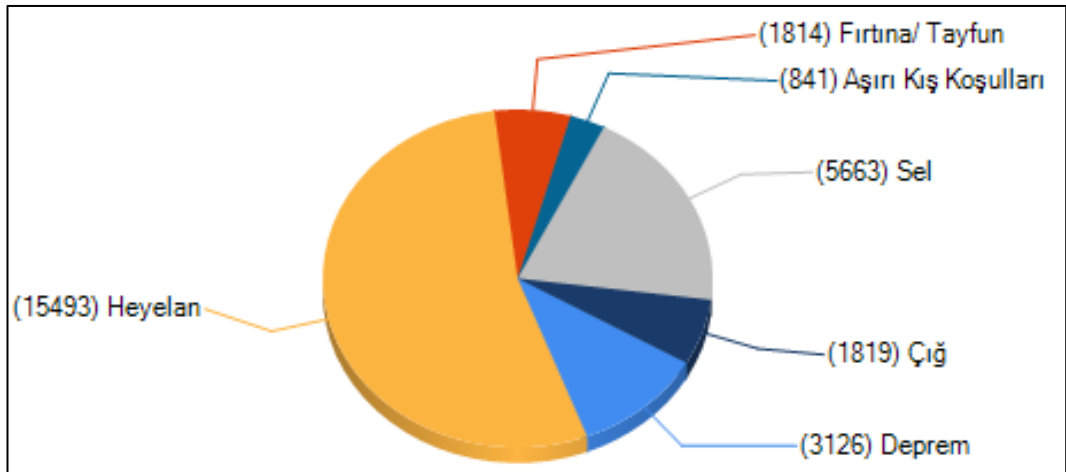
3. DOĞAL AFETLER

3.1. Türkiye’de Doğal Afetler

Türkiye, tektonik geçmişi, jeolojik yapısı, jeomorfolojisi ve meteorolojik özellikleri gibi nedenlerle, afetlerin sıkça görüldüğü bir ülkedir. Doğal olaylar büyük can kayıpları, yaralanmalar ve mal kayıplarına yol açarak afet boyutuna ulaşabilmektedir. Türkiye’de başlıca doğal afetler depremler, heyelanlar, su baskınları, erozyon, kaya ve çığ düşmeleri, kuraklık olarak sıralanabilir. Ormanların tahribi erozyon, heyelan, sel ve taşkın duyarlılığını arttırmaktadır (Ergünay, 2007). Ülkemizde en çok zarara neden olan afet deprem olmakla birlikte, bulunduğu coğrafi konum ve atmosfer şartlarına karşı hassasiyetinden dolayı afete neden olabilen bütün doğal tehlikelerin (yersel, atmosferik, biyolojik) çok sık ve yaygın olarak görüldüğü bir ülkedir.

Türkiye’de gerçekleşen doğal afetlerin istatistiki verileri AFAD tarafından sunulan interaktif bir hizmet olan “Türkiye Afet Bilgi Bankası (TABB)” ve “Uluslararası Afet Veritabanı (EM-DAT)”’ndan sağlanmıştır. Sağlanan verilere göre doğal afetlerde ve zarar gören insan sayısında özellikle günümüze yaklaştıkça artış görülmektedir. Bu artışta nüfusun artışı etkili olmuş olabileceği gibi haberleşme, bilgi ve iletişim teknolojilerinde kat edilen yol da etkili olmuş olmalıdır.

TABB verilerine göre 1900-2017 yılları arasında Türkiye’de 28.756 doğal afet gerçekleşmiştir (heyelan, fırtına, aşırı kış koşulları, sel, çığ, deprem). Bu afetlerin meydana gelme sayıları aşağıda sunulmuştur (Şekil, 3.1).



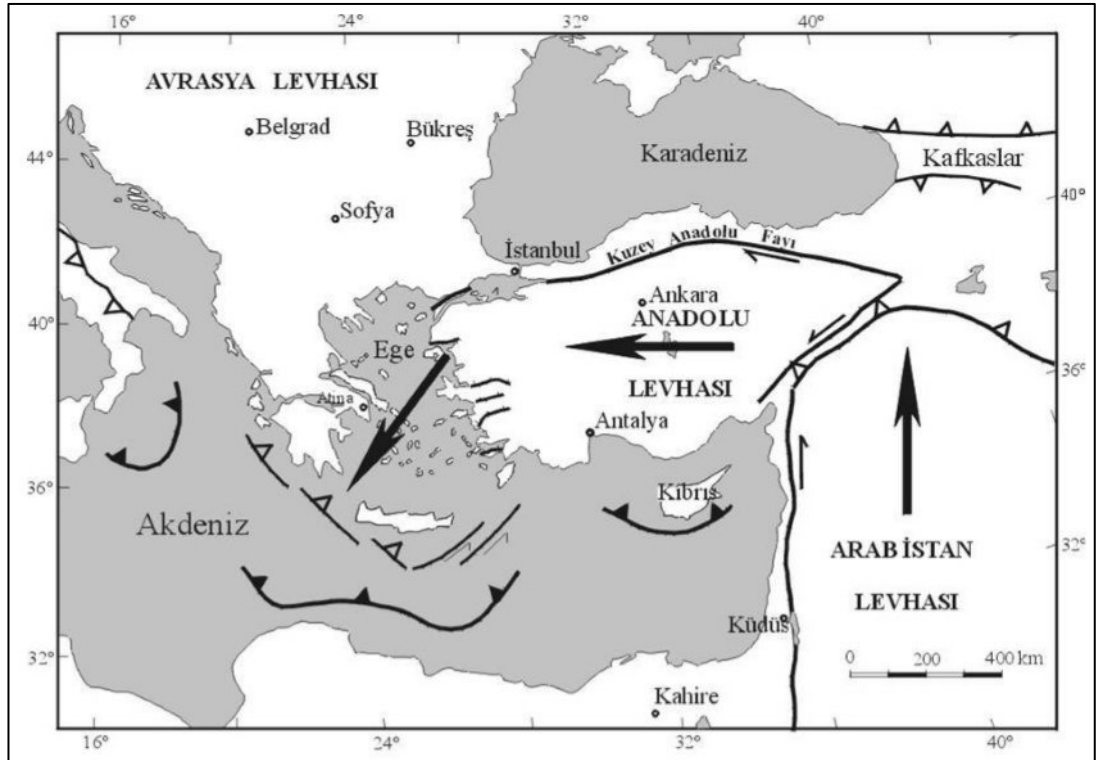
Şekil 3.1. Türkiye’de 1900-2017 yılları arasında meydana gelen doğal afet sayıları grafiği (TABB, 2020).

Yukarıda belirtilen doğal afetlerde 96.345 kişi hayatını kaybetmiştir. Ayrıca bu afetlerde 48.918 kişi yaralanmış, 108.439 bina yıkılmış ve 1.325.400 bina hasar almıştır (TABB, 2020). Sayıca en fazla gerçekleşen afetin heyelan olduğu görülmekte, onu sel izlemektedir. Ölüm miktarı ve oranı en fazla olan doğal afet bilindiği gibi depremdir.

3.1.1. Türkiye’de Depremler

Türkiye ateş çemberi olarak adlandırılan Pasifik Okyanusu çevresinden sonra en fazla deprem üreten kuşak olan Alp-Himalaya kıvrım kuşağı üzerinde yer almaktadır. Anadolu Levhası kuzeyde sabit Avrasya levhası ile güney ve güney doğudan baskılayan Afrika ve Arabistan levhaları arasında sıkışmaktadır (Ergünay, 2007). Anadolu levhasının doğusunda (Bingöl Karlıova çevresi) KAF ile Doğu Anadolu Fay Hattını (DAF) kesiştiren bir makas oluşmuştur. 15 Haziran 2020 tarihinde Karlıova da 5,7 M_w büyüklüğünde bir deprem gerçekleşmiş, dikkatleri yine bu bölgeye çekmiştir.

Sağ yanal (dekstral) karakterli bir yırtılma fayı olan KAF boyunca üç büyük levha arasında sıkışan Anadolu levhası batıya doğru her yıl 12 mm ilerlerken, Kuzey Anadolu bloğu ise 5 mm/yl ile doğuya doğru ilerlemektedir (Erinç, 2002) (Şekil 3.2).

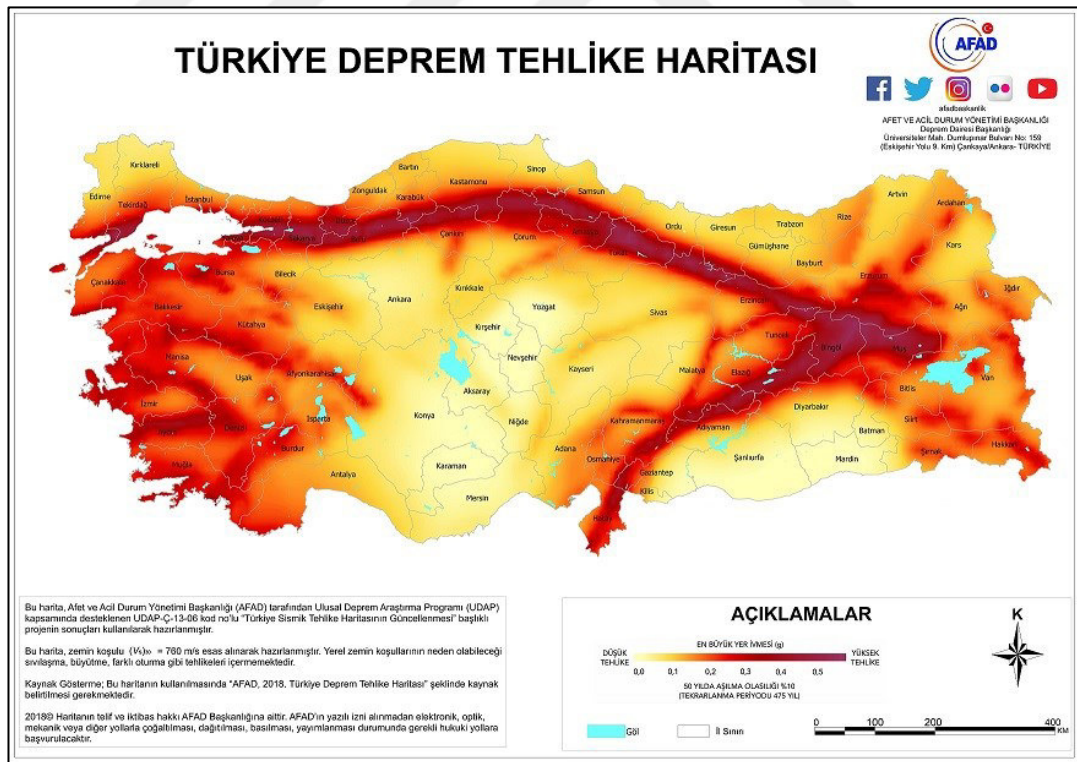


Şekil 3.2. Avrasya ,Afrika ve Arap Plakaları arasındaki Göreceli Hareketler (Okay, 2000; Ergünay, 2007).

Yırtılma fayları üzerinde biriken enerji zaman zaman deprem olarak ortaya çıkmakta ve üzücü can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Ülkemizin yüzey alanının büyük bölümünde deprem tehlikesi yüksektir (Şekil 3.3).

Türkiye’de 1900-2017 yılları arasında 3.126 4.0 M_w üzeri deprem meydana gelmiştir. 95.544 kişi hayatını kaybetmiş, 47.411 kişi yaralanmıştır. Ayrıca 104.136 bina yıkılırken, 1.236.826 bina hasar almıştır (TABB, 2020). Ülkemizde en çok can ve mal kaybına neden olan afetin deprem olduğu açık bir şekilde görülmektedir.

1996 yılında hazırlanan ve Türkiye’de deprem tehlikesine maruz kalabilecek alanları gösteren “Deprem Bölgeleri Haritası” 2018 yılında AFAD Deprem Dairesi Başkanlığı tarafından güncellenmiş ve yeni harita 30.364 sayılı (mükerrer) Resmi Gazete’de yayınlanarak 1 Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bu yeni haritayla birlikte deprem bölgesi kavramı ortadan kalkmış, en büyük yer ivmesi değerleri kullanılarak deprem tehlikesi yüksek olan alanlar gösterilmiştir (AFAD, 2019c). Araştırma sahasının deprem tehlike analizinde de yer ivmesi ve azalım ilişkileri irdelenmiştir.



Şekil 3.3. Türkiye deprem tehlike haritası.
Kaynak: <https://deprem.afad.gov.tr/deprem-tehlike-haritasi>

Ülkemizde en yıkıcı depremler KAF üzerinde meydana gelmektedir. 1939 ve 1992 Erzincan depremleri, Araştırma sahasında da yıkıma neden olan 1943 Tosya-Ladik Depremi, 1999 Gölcük ve Düzce depremleri gibi depremler KAF'ın ürettiği ve ülkemizin yaşadığı en çok can ve mal kaybına neden olan depremlerdir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. KAF üzerinde meydana gelen bazı önemli depremler.

Tarih	Yer	Magnitüd	Ölüm	Hasarlı Ev
1939	Erzincan	7,9 M _s	32.768	116.720
1942	Niksar	7,0 M _s	3.000	32.000
1943	Tosya-Ladik	7,2 M _s	4000	25.000
1944	Bolu-Gerede	7,3 M _s	3.959	20.865
1966	Muş-Varto	6,9 M _s	2.394	20.007
1992	Erzincan	6,8 M _s	653	31.194
1999	Gölcük	7,4 M _w	17.480	244.383
1999	Düzce	7,1 M _w	782	133.496

Kaynak: <https://tabb-analiz.afad.gov.tr/Genel/Sorgulama.aspx> 'den güncellenerek.

TABB (2020) verilerine göre 1935-2000 yılları arasında Samsun'da 16 deprem meydana gelmiştir. Bu depremler içerisinde yer alan 1943 Tosya-Ladik depreminde etkili olduğu alanda 4000 kişi hayatını kaybetmiştir. Samsun'da meydana gelen depremlerde 25 bina yıkılırken, 25.515 bina hasar almıştır.

3.1.2. Türkiye'de Heyelanlar

Heyelan her ne kadar yamaç dengesinin bozulması sonucu toprak kütlelerinin yerçekimine bağlı olarak aşağıya doğru hareket etmesi olarak tanımlanabilirse de aslında bu kadar basit ve tek düze bir olgu değildir. Oluşumunda toprağın derinliği, tekstürü, strüktürü, yağış miktarı, yamacın eğim değeri, heyelanı tetikleyen herhangi bir doğal ve beşeri müdahalenin olup olmadığı gibi pek çok duruma bağlı olarak gelişen kompleks bir olaydır.

Ortalama yükseltisi 1.100 metrenin üzerinde olan Türkiye dağlık ve engebeli yer şekillerine bağlı olarak sayısız eğim değeri yüksek yamaca sahiptir. Heyelanlar ülkemizde ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde yağış ve ilkbahar mevsimlerindeki kar erimelerine bağlı olarak oluşabildikleri gibi yamaç dengesini bozan insan faaliyetleri (yol, ev, köprü, tünel, viyadük yapma gibi) sonucu da oluşabilirler.

Ülkemizde 1930-2017 yılları arasında 15.495 heyelan meydana gelmiştir (TABB, 2020). Can kaybı da görülen büyük çaplı heyelanlarda 1976-2020 yılları arasında 243 kişi hayatını kaybetmiştir (EM-DAT, 2020). Türkiye'de heyelan tehlikesi en yüksek olan iller sırası ile Trabzon, Kastamonu, Zonguldak, Kahramanmaraş ve

Erzurum'dur (Afetlere Hazırlık ve Kentsel Risk Yönetimi Komisyonu (AHKRYK), 2009).

Samsun'da ise 1968-2015 yılları arasında kayıtlara geçen 295 heyelan meydana gelmiştir. Bu heyelanlarda can kaybı yaşanmazken, 2 bina yıkılmış 166 bina hasar almıştır (TABB, 2020).

3.1.3. Türkiye'de Erozyon

Çok yavaş ilerleyen fakat sonuçları itibariyle dikkate değer bir afet olan erozyon bilindiği gibi rüzgar, su ve buzul erozyonu olmak üzere üç şekilde gerçekleşmektedir. Ülkemizde coğrafi konumu itibariyle en etkili olan erozyon türü su erozyonudur. Rüzgar erozyonu iç bölgelerde ve Suriye sınırına yakın kesimlerde sınırlı alanlarda daha baskın hale gelebilmektedir. Dağlarımızın yüksek kesimlerinde küçük ölçekli olsa da buzul erozyonundan söz edilebilir.

Türkiye'nin % 79.4'ünde orta ve üzeri şiddette erozyon görülmektedir. Yılda yaklaşık bir milyar ton toprak erozyona uğramakta ve taşınan toprağın neredeyse yarısı ülkemizin önemli barajları olan Keban, Karakaya ve Atatürk barajlarında toplanarak, barajların dolmasına neden olmaktadır (Ergünay, 2007). "Türkiye'de bir kilometre karelik birim alandan taşınan toprak miktarı, Afrika'dan 22 kat, Avrupa'dan 17 kat, Kuzey Amerika'dan 6 kat fazladır. Bu oranlar Türkiye'deki erozyonun şiddeti hakkında yeterli fikir vermektedir" (Ergünay, 2007: 11).

3.1.4. Türkiye'de Sel ve Taşkınlar

Çeşitli nedenlerle su kütlesi ve hızı artan bir akarsuyun çevresindeki şehir, kasaba ve yerleşim yerlerine , altyapı ve endüstri tesislerine, tarım ve turizm alanlarına zarar vererek, sosyal ve ekonomik yönden sorunların yaşanmasına neden olabilecek ölçüde akış büyüklüğü oluşturması olayına sel adı verilmektedir (Şahin ve Sipahioğlu, 2013). Dünyanın bir çok bölgesinde aşırı yağışlardan, kar erimelerinden, göl ve deniz taşmalarından, barajlardan fazla miktarda bırakılan sulardan, taban suyunun yükselmesinden ve daha bir çok nedenden dolayı akarsuyla ilişkili olmadan da sel ortaya çıkabilmektedir.

Taşkın, bir akarsuyun yukarıdaki nedenlerden dolayı yatağından taşarak çevresindeki düz ve çukur alanlar ile yerleşim alanlarına yayılması sonucu, canlı-cansız çevreye ve kültürel çevreye büyük zarar vermesi durumudur. Başka bir tanımla, taşıdığı su miktarı, katı yükü ve hızı artan akarsuyun yatağına sığmayıp, oluşan

sellenmeyle taşkın yatağına veya daha yukarılara doğru taşması olarak da tanımlanabilir. Taşkın için en uygun yerler az eğimli alanlar olmakla birlikte, taşkınlara çoğu zaman yukarı çığırlarda meydana gelen seller neden olmaktadır.

Sel ve taşkın oluşumunda iklim (kısa süreli ama güçlü yağışlar, kar erimeleri, toprak nemi), bitki örtüsü, fizyografik özellikler (jeolojik-litolojik özellikler, orografik durum, yükselti, eğim, toprak özellikleri, denize yakınlık-uzaklık vb.) ve beşeri faktörler (su akışını engelleyecek müdahaleler, sel ve taşkına duyarlı alanların yerleşime açılması, taşkın kontrol sistemlerinin yetersizliği, doğal bitki örtüsünün tahribi, yol yapımı gibi) etkili olmaktadır. İnsan faaliyetleri ile havzaların jeomorfolojik ve hidrolojik dengesi bozulmaktadır.

Sel ve taşkın olayları ile kütle etkisi, erozyon etkisi, su baskını ve taşıntı baskını gibi zararlı durumlar ortaya çıkmaktadır. Taşıntı baskını sonucunda, taşınan malzemelerin tarım alanlarını kaplaması, göllerin ve barajların dolması, enerji üretiminin kesintiye uğraması ve ulaşımın aksaması gibi olumsuzluklar ortaya çıkabilmektedir.

Ülkemiz coğrafi konumu, jeolojik, jeomorfolojik ve klimatolojik özellikleri ile sel ve taşkın oluşumu için uygun şartlara sahiptir. Özellikle ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde meydana gelip can ve mal kaybına sebep olan sel ve taşkın olayları bunun göstergesidir. Sel ülkemizde depremden sonra en fazla can ve mal kayıplarına neden olan afettir.

“Aslında sel ve taşkın doğanın kendi dengesini koruma mekanizması sınırları içerisinde kaldığı sürece normal bir hidrometeorolojik olay olarak kabul edilmektedir. Ancak çeşitli nedenlerle doğanın dengesinin bozulmasına bağlı olarak ortaya çıkan olumsuzlukların da etkisiyle bu olay zaman zaman bir afete dönüşebilmektedir” (Şahin ve Sipahioğlu, 2013: 123).

Yüzbinlerce yılda kendilerine optimum şartları sağlayan yataklar ve vadiler kazan akarsularımızda sel ve taşkın olaylarının yaşanmasında insan müdahalelerinin etkisi de inkar edilemez.

1948-2017 yılları arasında Türkiye’de 5.663 sel ve taşkın meydana gelmiştir (TABB, 2020). 1948-2019 yılları arasında meydana gelen 44 büyük sel felaketinde toplam 1.377 kişi hayatını kaybetmiştir (EM-DAT, 2020). Sel, maddi zararlara yol açma ve insanları etkileme açısından en sık görülen doğal afettir. Türkiye’de en çok

sel tehlikesine maruz kalan iller sırası ile İzmir, Rize, Kahramanmaraş ve Trabzon'dur. (AHKRYK, 2009).

Samsun ilinde taşkınların geçmişi incelendiğinde 1962-2017 yılları arasında 75 sel ve taşkın yaşanmıştır. Bu afetlerde 14 kişi hayatını kaybetmiş, 21 kişi yaralanmıştır. Ayrıca bu afetler sonucu 37 bina yıkılırken, 1491 bina hasar almıştır (TABB, 2020).

3.1.5. Türkiye'de Fırtınalar

Türkiye coğrafi konumu ve doğal ortam özellikleri nedeniyle fırtına sistemlerinin etkisi altında kalmaktadır. Türkiye'de Orta kuşağın cephesel siklonik fırtınaları, şimşekli gök gürültülü fırtınaları ve hortumlar görülebilmektedir (Şahin ve Sipahioğlu, 2003). Ayrıca ülkemizde etkili olan yerel rüzgarlar olan karayel, poyraz ve lodos fırtınaları da zaman zaman afet boyutuna ulaşabilmektedir.

1936-2017 yılları arasındaki zaman diliminde Türkiye'de 1.816 fırtına afeti yaşanmıştır. Bu afetlerde 264 kişi hayatını kaybetmiş, 326 kişi yaralanmıştır. 23 bina yıkılırken 3.648 bina hasar almıştır. Samsun'da ise 1988-2017 yılları arasında meydana gelen 17 adet fırtınada 4 kişi hayatını kaybetmiş, 3 kişi yaralanmış ve 72 bina hasar almıştır (TABB, 2020).

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü kayıtlarına göre kuvvetli rüzgarlar ve fırtınaların en çok görüldüğü iller sırasıyla Balıkesir, İzmir, Konya, Kayseri, Kars ve Elazığ olurken, çok azı kayıtlara geçmiş olan hortumlar ise sırasıyla Antalya, Mersin, Hatay, Ankara, Zonguldak ve Ardahan'da görülmektedir. Türkiye'de esen en hızlı rüzgar ölçümü ise 176 km/s hızla 1 ocak 1978 tarihinde Tokat'ta ölçülmüştür. Son yılların en hızlı rüzgarı ise 22 ocak 2004 tarihinde 166 km/s hızla Bozcaada'da ölçülmüştür (Anadolu Ajansı, 2012).

3.1.6. Türkiye'de Diğer Bazı Doğal Afetler

Çığ olayı da heyelana benzer bir mekanizmayla işlemektedir. Çığlar aşırı kar yağışı alan eğimli yamaçlarda yamaç dengesinin bozulması sonucu oluşur. Çok aşırı kar yağışı veya deprem gibi doğal durumlar dışında yamaç dengesinin bozulmasında insanların da payı bulunmaktadır (ormansızlaşma, çeşitli yapı ve yol yapımı gibi). Çığ düşmeleri ülkemizde kar yağışlarının yoğun olduğu Doğu ve Güneydoğu Bölgeleri ile Karadeniz Bölgesinin iç kesimlerinde daha sık görülmektedir. 1958 – 2017 yılları arasında 1851 çığ olayı meydana gelmiş, 180 kişi hayatını kaybetmiş ve 81 kişi yaralanmıştır (TABB, 2020).

30 Ekim 2020 tarihinde Ege Denizi'nde Seferihisar (İzmir) açıklarında (17,26 km) üzücü can kayıplarına ve yaralanmalara, beraberinde büyük maddi hasara neden olan bir deprem ve beraberinde tsunami yaşanmıştır (AFAD, 2020b). Deniz ve okyanus tabanlarında meydana gelen tektonik olaylar ve geniş çaplı kütle hareketleri Tsunami dalgalarına neden olabilmektedir (Şahin ve Sipahioğlu, 2013). Tsunami her ne kadar okyanuslarla özdeşleşmiş bir afet olsa da Ege Denizi gibi küçük sayılabilecek bir iç denizde de oluşması ve insan hayatını olumsuz etkileyebilecek düzeye ulaşması, tehlikenin daha geniş alanlı dikkate alınması gerektiğini ortaya koymuştur. Tsunaminin bu kadar etkili olmasında Ege Denizi kıyılarının diğer denizlerimizin kıyılarına oranla daha sığ olması etkili olmuştur. Zira sığ kıyılarda dalga boyu yüksek seviyelere daha kolay ulaşabilmektedir.

2020 yılında yaşanan olağanüstü gelişmeler için bir paragraf açmak gerekmektedir. Çin'in Hubei Eyaleti'ne bağlı Vuhan şehrinde ortaya çıktığı düşünülen ve Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından da "Pandemi" olarak ilan edilen salgın hastalık tüm dünyayı ve ülkemizi etkisi altına almıştır. Bir tür coronavirüs olan ve bilim dünyasında Covid-19 olarak adlandırılan virüs grip benzeri belirtiler göstermekle birlikte akciğeri hedef almakta ve solunum yetersizliği ile çoklu organ yetmezliğine varan sonuçlar doğurabilmektedir. 2021 yılı ocak ayı sonu itibariyle bu virüs sebebiyle dünya genelinde yaklaşık 100.000.000 kişi enfekte olmuş, 2.100.000'den fazla kişi hayatını kaybetmiştir (<https://www.worldometers.info/coronavirus/>).

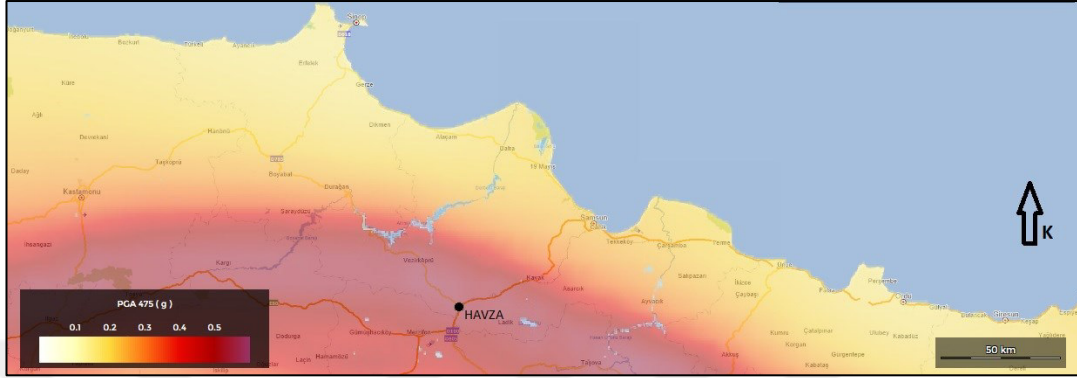
Türkiye'de ise 2020 kasım ayı ortası itibariyle resmi rakamlara göre yaklaşık 2.400.000 kişi virüs ile enfekte olmuş, yaklaşık 25.000 kişi virüse bağlı nedenlerle hayatını kaybetmiştir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2020).

3.2. Araştırma Sahasında Doğal Afetler

Araştırma sahası KAF Zonu üzerinde tektonik bir depresyon içerisinde yer almaktadır. Burada jeolojik yapı ve bu yapının da belirleyiciliğinin baskın bir şekilde hissedildiği jeomorfolojik özellikler iklim elemanlarının da etkisiyle bir takım afetlere zemin hazırlamaktadır.

3.2.1. Depremler

Samsun ilinin güneyde yer alan ilçelerinin (Havza, Vezirköprü ve Ladik) alanlarının büyük bölümünde ve araştırma sahasının tamamında yüksek deprem tehlikesi bulunmaktadır (AFAD, 2019c) (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Havza ve çevresinin deprem tehlike haritası. Kaynak: <https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml>

Araştırma sahasının kuzeyinden (Mısımlağaç-Arslançayırı mahalleleri ve güzergahından) KAF geçmektedir. Sahada sıcak su kaynaklarının varlığı ve mevcut literatür KAF'ın aktif bir fay olduğunu ortaya koymaktadır.

1943 yılında 27 Kasım'da gece yarısı saat 1:30 civarında KAF Zonu'nun orta kesiminde, Ladik ile Tosya arasında M_w 7.2 büyüklüğünde çok yıkıcı bir deprem meydana gelmiştir. Depremde 265 km yüzey kırığı oluşmuştur. Batıda Erbaa'dan doğuda Ilgaz'a kadar uzanan 300 km uzunlukta ve 20 km genişlikte bir zon içerisinde bulunan yerleşim alanlarının büyük yıkıma uğradığı belirtilmiştir. Bahsi geçen zonda yapıların %75'inin yıkıldığı veya ağır hasar aldığı, kamu binalarının zarar gördüğü, kara ve demiryollarında ağır tahribat olduğu vurgulanmıştır. Deprem sonrası yangınlar çıkmış, toplamda 2300'e yakın insan yaşamını yitirmiş 5.000 kişi yaralanmıştır. Kırıklar, sağ yanal doğrultu atımlı karakterde gelişmiş ve kuzey tarafları düşmüştür. Deprem dış-merkezinde en büyük şiddet $MSK=XI$ olarak belirlenmiştir (AFAD, 2020a).

Uyaroğlu (1975) de Havza'nın eski çağlardan beri pek çok kere depremlere sahne olduğunu bunlardan sonuncusunun 1943 Tosya-Ladik Depremi olduğunu belirtmiştir. Depremde Havza yöresinde pek çok köy yerle bir olmuştur. Araştırmacı Havza'da can ve mal kaybına neden olan depremin büyük bir şans eseri ilçe merkezini yıkmadığını, bu durumun yıkılan köylere yardım götürme bakımından büyük kolaylık sağladığını vurgulamıştır. Kitapta çalışma sahasında yer alan Mısımlağaç köyünün de

içlerinde bulunduğu pek çok köyde can ve mal kaybı olduğunu belirtmiştir. Ağcamahmut köyünden başlayıp Arslançayırı, Ereli köylerinden Yenice köyüne kadar uzanan sahada yer kabuğunu adeta ikiye ayıran ve hasar gören yerlere ulaşımı zorlaştıran bir çatlak oluşmuştur. Esere göre Havza yöresinde en çok hasar gören yerleşmeler içerisinde aynı zamanda araştırma sahası içerisinde de bulunan Ereli, Mısmılağaç ve Arslançayırı köyleri de bulunmaktadır. Bu yerleşmelerin KAF'a göre konumları da bu bilgiyi doğrular niteliktedir. Havza ilçesi ve köylerinde pek çok can ve mal kaybı olduğu bilinmekle birlikte net bir rakama ulaşılammıştır.

Depremden sonraki 3 güne ait Cumhuriyet Gazetesi manşetlerine gazetenin elektronik arşivlerinden ulaşılmış, depremin boyutları ve etkileri irdelenmiştir. Gazetede, Taşova'dan Tosya'ya kadar geniş boyutlu bir tahribatın olduğu görülmekte, can ve mal kayıplarının fazlalığı dikkati çekmektedir (Şekil 3.5a, Şekil 3.5b). Havza – Ladik arasında demir yolunun 30 km'lik bölümünde tahribat söz konusu olduğundan bahsedilmiştir. Bu durum AFAD (2020a)'ı ve Uyaroğlu (1975)'nu desteklemektedir (Şekil 3.5c). Demiryolu, Karayolu ve akarsu yatağı gibi doğrusal uzanan yapılarda doğrultu atımlı fayların etkisiyle bu tip deformasyonlar oluşabilmektedir.



Şekil 3.5. Deprem sonrasına ait Cumhuriyet Gazetesi manşetlerine ulaşılmıştır. a) 28 Kasım 1943 b)30 Kasım 1943 c)29.Kasım 1943.

3.2.2. Heyelanlar

Araştırma sahası MTA'nın interaktif yerbilimleri verileri sorgulama ve görüntüleme sistemi olan Yer Bilimleri Harita Görüntüleyici'ye göre çevresindeki genişçe bir alan içerisinde heyelanların odaklandığı nadir alanlardan birisi olarak görülmektedir. Saha çalışmaları sırasında da bu durum teyit edilmiştir.

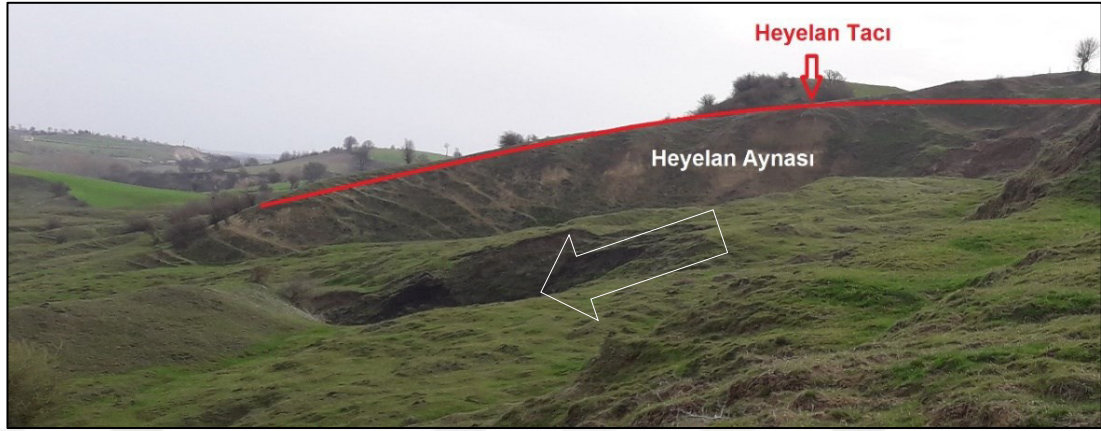
AFAD tarafından sağlanan jeolojik etüt raporlarına göre Havza merkez Boyalıca, İmaret, İcadiye ve Medrese Mahallelerinde muhtelif alanlarda aktif heyelanlar bulunmaktadır. Yine sahada yer alan Mısmılağaç Mahallesi heyelanları da AFAD kayıtlarına geçmiştir. Jeolojik etüt raporları daha çok talep doğrultusunda hasar tespiti amacıyla düzenlenmektedir. Arazi çalışmaları ile sahada meskun mahalde yer almayan pek çok heyelan sahası da belirlenmiştir. Sahanın kuzeydoğusunda, Samsun-Ankara karayoluna cephe iki adet genişçe heyelan sahası bulunmaktadır. Bunlardan birisi Üniversite Mahallesi'nde Havza MYO, diğeri ise Mısmılağaç Mahallesi karşısında Tersakan Çayı vadisinin sol yamacında bulunmaktadır. Ayrıca Havza ilçe merkezinin kuzeyinde ve batısında, Şeyhsafi Mahallesi'nin kuzeyinde genişçe heyelan sahaları bulunmaktadır. Meskun mahal sınırları içerisinde bulunmayan daha pek çok yerde irili ufaklı heyelan alanı arazi çalışmaları sırasında tespit edilip fotoğraflanmıştır. Sahada bu kadar yoğun heyelan varlığı yamaçların tesviye sürecinin hızla devam ettiğini ve yamaç denge profilinden henüz uzak olduklarını göstermektedir.

Sahada kütle hareketlerinin ağırlıklı Tersakan Çayı ve onun kollarının kazdığı vadilerin yamaçlarında yaşandığı görülmektedir (Şekil 3.6). Bunda yamaç topuklarının Tersakan ve kolları tarafından aşındırılması etkili olmakta, bu durum yamaç dengesini bozmaktadır. Fotoğrafta topuk aşındırması ile başlayan bir heyelan sahasındaki taşınma görülmektedir (Şekil 3.7).

Literatürde heyelanların çeşitli şekillerde sınıflandırıldığı görülmüştür. Şahin ve Sipahioğlu (2013) kütle hareketlerinin esas olarak akma, kayma ve düşme olarak üç şekilde gerçekleştiğini belirtmiştir. Kayma yoluyla gerçekleşen kütle hareketleri ise düzlemsel ve dairesel olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Sahadaki heyelanların daha çok içbükey yamaçlarda görülen dairesel kayma tipi heyelan olduğu görülmüş olmakla birlikte, sınırlı alanlarda diğer türlere de rastlanmıştır. Özellikle Tersakan vadisindeki heyelan alanlarında daha yoğun görülen

içbükey yamaçlar ve dairesel heyelanlar, sahadaki diğer akarsulara göre daha olgunluk evresine daha yakın olan Tersakan Çayı'nın yana aşındırmalarının bir sonucu olmalıdır.



Şekil 3.6. Havza Depresyonu'nun doğusunda, Tersakan Çayı'nın güneyinde meskun mahalde bulunmayan dairesel bir heyelan.



Şekil 3.7. Havza Depresyonu'nun kuzeydoğusunda bulunan bir heyelan sahasında yamaç topuğunun Tersakan Çayı tarafından aşındırılması ve tesviyesi.

Ayrıca saha içerisinden geçen KAF da heyelanlar üzerinde etkili bir faktördür.

“ Zira Türkiye'deki heyelanların yarısından fazlası aktif faylar çevresinde 60 km

genişliğindeki kuşaklar içerisinde gözlenmektedir” (Çan vd, 2013; Özşahin, 2014a: 174).

5 Nisan 2011 tarihinde Havza ilçe merkezi İmaret Mahallesi Kazım Paşa Caddesi üzerinde bulunan bir inşaatın istinat duvarının çökmesi ve meydana gelen toprak kayması sonucu kayan toprak yandaki binaya kadar ulaşmış ve binanın ikinci katından içeri girmiştir (Şekil 3.8a, Şekil 3.8b). AFAD bu afet sonrası 6 Bina, 36 konut ve 11 ticarethanenin nakledilmesi gerektiğini yerel yönetime bildirmiştir. İlerleyen aylarda bölgede teraslama ve ağaçlandırma çalışmaları yapılmıştır (Şekil Şekil 3.8c).



Şekil 3.8. Heyelanların araştırma sahasındaki yerleşim alanlarında da yıkıcı etkileri görülmektedir. a) İmaret Mahallesi Kazım Paşa Caddesi’nde yıkılan istinat duvarı ve toprak kayması. b) İmaret Mahallesi Kazım Paşa Caddesi’nde heyelan sonucu toprağın girdiği ev. Fotolar: Özgür Uyaroğlu c) Kazım Paşa Caddesi Heyelanı’nda yapılan teraslama çalışmasının uydu görüntüsü. Kaynak: <http://www.yandex.com/harita>

Havza merkez Boyalıca Mahallesi’nde yerleşim alanında bir heyelan meydana gelmiştir (Şekil 3.9a). 06.02.2012 tarihinde AFAD tarafından jeolojik etüt çalışmaları yapılan heyelan, sonucu 11 ev, iki samanlık ve dört depo riskli görülmüştür (Şekil 3.9b, Şekil 3.9c). Vatandaşların kendi olanaklarıyla heyelanı engelleme çalışmaları başarılı olmamıştır. AFAD tarafından yamaçta biriken suyun uygun drenaj sistemiyle

tahliye edilmesi, yapıların arka (heyelana bakan) yamaçlarında bulunan ahşap istinat duvarının yerine uygun betonarme istinat duvarının yapılması uygun görülmüştür .



Şekil 3.9. Boyalıca Mahallesi'nde yerleşim alanına ulaşmış bir heyelan bulunmaktadır. a)Dairesel kayma tipi heyelan olan Boyalıca Mahallesi heyelanı yerleşim alanına kadar ulaşmıştır. b) Vatandaşlar kendi olanakları ile heyelanı engellemeye çalışmışlardır. b)Boyalıca heyelanının geldiği durum. Kaynak: AFAD Samsun İl Müdürlüğü, 2012

Araştırma sahasında krip, akma, kayma gibi sığ heyelan alanları da fazlaca bulunmaktadır (Duman vd, 2011). Derinliği 1,5 m'ye kadar olan kütle hareketleri yüzeysel kayma, 1,5 – 5 m arası olanlar sığ heyelan, 20 m'ye kadar olanlar derin heyelan, daha derinliklerdeki ise çok derin heyelan olarak adlandırılır (Anaçali ve Şirin, 2015).

Köy Deresi, Sıtmapınar Deresi, Oluklueşme Deresi, Çorak Dere ve Çayırözü Deresi'nin muhtelif kesim lerindeki yamaçlarda akma ve sığ heyelanlar ve etkileri arazi çalışmaları sırasında gözlemlenmiştir. Havza ilçe merkezi ile Pınarçay, Mürsel, Aşağı Yavucak ve Yukarı Yavucak Mahalleleri arasındaki heyelan alanlarında bulunan yollarda sığ heyelan alanları üzerinde uzunca çatlaklar ve kot farkı dikkati çekmektedir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Pınarçay Mahallesi ile Havza ilçe merkezi arasındaki yolda akmaya bağlı olarak uzunca çatlaklar oluşmuştur.

Ülkemizde sıkça rastlanan yol yarmalarında gerçekleşen heyelanlar sahada da gözlemlenmiştir. Araştırma sahasının güneydoğusunda Yağbasan Mahallesi yakınlarında bir yol yarmasında ileri boyutlara ulaşmış bir heyelan bulunmaktadır (Şekil 3.11) . İnsan Faaliyetleri sonucu tetiklenen heyelanlar da her ne kadar insan etkisiyle oluşsa da sürecin işleyişi bakımından doğal afet olarak nitelendirilmektedir.



Şekil 3.11. Yağbasan Tepesi yakınlarında yol yarmasında gelişen bir heyelan bulunmaktadır.

Duman vd. (2011) baz alınıp MTA tarafından <http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx> internet adresinde sunulan interaktif

Erozyon doğal erozyon ve insan faaliyetlerinin de etkili olduğu hızlandırılmış erozyon olmak üzere sınıflandırılabilir (Şahin ve Sipahioğlu, 2013). Ormansızlaşma başta olmak üzere sahada erozyon sürecini hızlandıran faaliyetlere rastlanmıştır. Büyük bir kısmı Tersakan Çayı tarafından drene edilen sahanın fazla suyu ve erozyon ürünleri Amasya il sınırları içerisinde Yeşilirmak'a katılmakta ve nihayet Çarşamba Delta'sından Karadeniz'e dökülmektedir. Sahanın kuzeyindeki daha küçük bir alanın erozyon ürünleri ise Silcan Deresi vasıtasıyla Kızılırmak'a ve nihayet barajlara veya Karadeniz'e ulaşmaktadır. Erozyonla taşınan malzemenin büyük kısmının barajlarda kalma ihtimalini de belirtmek gerekir (Yedikır Barajı, Altinkaya ve Derbent Barajı).

Sahada çok sınırlı bir alanda erozyonu önlemeye yönelik teraslama ve ağaçlandırma çalışması gözlemlenmiş, başka örneğine rastlanmamıştır (Şekil 3.13)



Şekil 3.13. Havza şehri güney girişinde sınırlı bir alanda erozyon önleyici tedbir alınmıştır.

Sahada yüzey, yarıntı, oluk erozyonu gözlemlenmiştir (Şekil 3.14a, Şekil 3.14b, Şekil 3.14c, Şekil 3.14d). Meteorolojik verilere göre yağışlı olduğu görülen dönemlerin büyük çoğunluğunda sahanın büyük bölümünü oluşturan tarım alanlarının genellikle boş olduğu dikkate alındığında damla erozyonunun da dikkate değer bir etkiye sahip olabileceği değerlendirilmiştir. Özellikle eğim değerlerinin arttığı alanlarda yarıntı erozyonuna sıklıkla rastlanmıştır. Eğimin arttığı alanlarda ağaçların kökleri de yüzeye çıkmaktadır (Şekil 3.14e).

Araştırma sahasındaki tarım alanları çoğunlukla derin olmayan vadilerin eğim değerleri düşük yamaçlarında yer almaktadır. Arazi çalışmalarında sahadaki tarım alanlarının neredeyse tamamının eğim doğrultusunda sürüldüğü görülmüştür. Sahanın neredeyse %82'sini tarım alanlarının oluşturduğu düşünüldüğünde saha özelinde bu durumun erozyonu nasıl etkileyebileceği daha iyi anlaşılacaktır (Şekil 3.14f). Yüzey erozyonu da sahada belirgindir (Şekil 3.14g).



Şekil 3.14. Havza Depresyonu'nda gözlemlenen erozyon türleri. a) Mısımlağaç Köyü yakınlarında 6 Mayıs 2015'te aşırı yağışlar sonrası ormansızlaşmanın da etkisiyle tarım alanlarında gelişen yüzey akışı ve erozyonu (selinti) Foto: Özgür Uyaroğlu b) Havza Depresyonu'nun kuzeyinde Arslançayırı Mahallesi yakınlarda yarıntı erozyonu. c) Silcan Deresi vadisi yamacında, Ereli Mahallesi yakınlarında yarıntı erozyonu. d) Yukarı Yavucak Mahallesi kuzeyinde oluk erozyonu örneği. e) Şeyhsafi Mahallesi yakınlarında erozyona bağlı olarak ortaya çıkmış ağaç kökleri. f) Kuşkonagi Gölleti kıyısında eğim doğrultusunda sürülmüş bir tarım alanı. g) Mendufiye Deresi vadisinde yüzey erozyonu.

3.2.4. Sel ve Taşkınlar

Sel ve taşkın kavramları çoğu kez aynı anlamda kullanılsa da aralarında farklar bulunmaktadır. Şahin ve Sipahioğlu (2013), sellerin genellikle havzaların yukarılarında aşırı erozyonla (aşındırma) birlikte, ağaçlara, yapılara, insanlara ve hayvanlara zarar verdiğini, akarsu yatağı ve çevresindeki daha sınırlı alanı etkilediğini belirtmiştir. Taşkında ise yukarıdan taşınan yükün birikimi ile birlikte suyun çok daha geniş alana (düz ve çukur alanlara) yayılımının söz konusu olduğuna değinilmiştir. Taşkınlarda tarım alanları, yerleşmeler, alt yapı, üst yapı gibi pek çok unsur geniş alanlı olarak zarar görebilmektedir. Bu çalışmada taşkın duyarlılık analizi yapılmış, selle ilgili tespitlerde bulunulmuştur.

Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su İşleri Genel Müdürlüğü (2015a) tarafından hazırlanan YHTYP'de Yeşilirmak havzasında 21 riskli (sıcak) taşkın potansiyeli olan akarsu belirlenmiştir. Bunlardan ikisi Tersakan Çayı ve Hacıosman (Çayırözü) yan koludur. Plana göre Tersakan Çayı yatağı 273.1 m³/s maksimum akış debisini taşıyamamaktadır. 50 yıl yinelemeli periyota göre (Q₅₀) 3m taşkın derinliği oluşmakta ve 66 ha alanı kaplamaktadır. 100 yıl yinelemeli periyota göre 3m'yi aşmakta ve 73 ha alanı kaplamaktadır. 500 yıl yinelemeli periyota göre taşkın derinliği 4 m'yi aşmakta ve 88 ha alanı kaplamaktadır. Sonuç olarak Tersakan Çayı için 50, 100 ve 500 yıl yineleme periyotlarının tamamında taşkın koruma duvarını da içeren nehir seddeleri her iki taraftan da aşılmakta ve nehir yatağında taşkın oluşturma riski bulunmaktadır.

Araştırma sahasında taşkın riski oluşturan önemli faktörlerden biri akarsu yataklarında köprülerin ve menfezlerin bulunması ve şehir merkezinde akarsu yataklarının üzerinin kapatılarak beşeri faaliyetler için alan kazanılmasıdır. Aşırı yağışlar sonucunda hızla yüzeysel akışa geçen sular moloz, çeşitli atıklar ve ağaç parçalarını beraberinde sürükleyebilmekte ve bu daraltılmış akarsu yatağı bölümlerini tıkayabilmektedir. Bu durum da taşkınla sonuçlanabilmektedir.

Havza ilçe merkezinden geçerek Tersakan'a bağlanan Çayırözü Deresi'nin yaklaşık 900 metrelik bölümünün üzeri kapalı durumdadır (Şekil 3.15a). Bahçelievler Mahallesi'nde başlayan bu kapalı bölümün ilk 250 metrelik kısmının üzeri boştur ve herhangi bir şekilde kullanılmamaktadır. Geri kalan kısmında ise yol, bina vb. bulunmakta, şehir hayatı devam etmektedir. Herhangi bir amaçla kullanılmayan ilk

bölümün tavanı ile yol arasında kot farkı bulunmakta, herhangi bir önlem de bulunmamaktadır. Zeybek (1998) bu bölümün koku ve görüntü kirliliğini engellemek amacıyla üzerinin kapatıldığını belirtmiştir (Şekil 3.15b, Şekil 3.15c).

94 km²'lik bir su toplama havzasına sahip olan Çayırözü Deresi'nin havzası eğim değerlerinin düşük olmasına bağlı olarak tarım alanı açmak için meydana gelen ormansızlaşma sonucu ağaç varlığı yok olma düzeyindedir. Bu durum da Çayırözü havzasında meydana gelen aşırı yağışlar sonucu çok büyük olmayan yatağın hızla sel sularıyla dolmasına neden olmaktadır (Zeybek, 1998). Bu durum üzerinde Çayırözü Deresi havzasının genel olarak ormansızlaşmaya uğramış olması da etkili olmaktadır.



Şekil 3.15. Çayırözü Deresi'nin şehir içindeki 900 m'lik bölümünün üzeri kapalı durumdadır. a) Çayırözü Deresi'nin üstü kapalı bölümünün başlangıcı. b) Çayırözü Deresi'nin üzeri kapalı bölümü ile yol arasında kot farkı bulunmaktadır. c) Çayırözü Deresi'nin üzeri kapalı bölümünün büyük kısmı herhangi bir amaçla kullanılmamaktadır.

Hacı Osman Deresi olarak bilinen Çayırözü Deresi daha önceden ıslah edilmiş, seddeler oluşturulmuş ve akarsuyun şehir merkezini betonarme bir zemin üzerinden geçmesi sağlanmıştır. Fakat bu betonarme zemin zamanla akarsuyun yukarılarından

getirdiği alüvyal malzeme ve bilinçsizce dere yatağına atılan molozlar ve diğer atıklarla kaplanmış, bu birikintiler üzerinde çeşitli ot ve çalılar gelişmiştir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Bahçelievler Mahallesi'nde Çayırözü Deresi'nin yatağı 2020 haziran ayı itibariyle alüvyal malzeme ve bitki örtüsü ile kaplanmış durumdadır.

Dere tabanında oluşan ekosistemin mahalle sakinlerini de rahatsız ettiği tespit edilmiştir. Nitekim mahalle sakinleri çevrede yılanlar görüldüğünü ayrıca derenin kötü kokular yaydığını belirtmişlerdir. Bu durum şehir içindeki yatak boyunca (üstü açık bölümde) gözlenmiştir (Şekil 3.17).



Şekil 3.17. İcadiye Mahallesi'nde Çayırözü Deresi'nin mansap kısmı yakınlarında akarsu yatağında alüvyal malzeme ve bitkiler bulunmaktadır.

Dere yatağını daraltan bu durum, olası bir aşırı yağış halinde taşkın ihtimalini arttırmaktadır. 2016 yılı ocak ayında bu bölümde su tehlikeli seviyelere ulaşmış, muhtemel taşkın belediye ekiplerinin çabalarıyla engellenmiştir (Şekil 3.18).

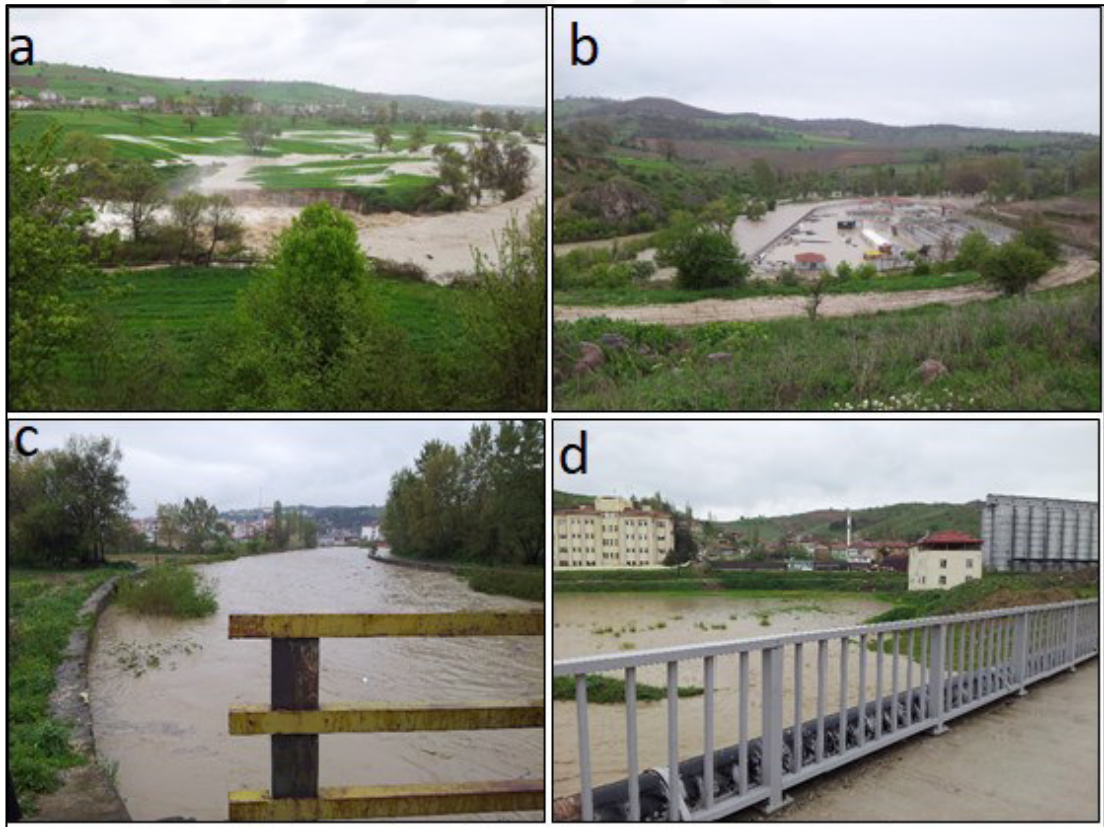


Şekil 3.18. Çayırözü Deresi üzerindeki üstü kapalı bölümün başlangıç kısmında ocak 2016'da aşırı yağışlar sonucu oluşan su seviyesi ve belediye tarafından gerçekleştirilen temizlik çalışmaları
Kaynak: Anadolu Ajansı

Zeybek (1998), 22 Mayıs 1998 'de Havza ilçe merkezinde meydana gelen sel ve taşkın felaketinin oluşumunda Çayırözü Deresi'nin üzeri kapalı olan kısmının özellikle ağaç gövde ve dallarıyla kısa sürede tıkanmış ve bu durumun taşkın oluşumunu tetiklediğini belirtmiştir. Çalışmada asıl tetikleyicinin bu tıkanma olduğu fakat Havza ilçe merkezinde o gün çok yüksek olmayan yağış değerlerinin Çayırözü havzasının yukarılarındaki köylerde çok yüksek olmasının ve uzun bir süreç olan ormansızlaşmanın da etkili olan faktörlerden olduğunu belirtmiştir. Taşkın oluşumundan sonra özellikle dere boyu konumlanmış ve yatağa çok yakın olan binaların suyu eğim doğrultusunda kanalize ederek süreci kolaylaştırdığı, artık yatak dışında akışına devam eden derenin Tersakan Çayı'na katıldığı aşağı kesimlerinde (25 Mayıs ve İcadiye Mahallelerinde) büyük bir taşkın meydana geldiği bildirilmiştir. Bu afette can ve mal kayıpları meydana gelmiştir.

Bu üstü kapalı bölümün tekrar tıkanması senaryosuna uygun bir taşkın duyarlılık analizi, sahanın genelini kapsayan taşkın duyarlılık analizine ek olarak yapılmış, "Taşkın Duyarlılık analizi" başlığı altında yer almıştır.

Sahanın ana akarsuyu olan Tersakan Çayı da büyük bir taşkın potansiyeline sahiptir. Geçmişteki kayıtlar da bunu doğrulamaktadır. Tersakan Çayı üzerinde tarih sürecinde pek çok sel afeti meydana gelmiştir. Tersakan'da 1943 yılında meydana gelen selde 3 kişi hayatını kaybetmiştir (Uyaroğlu, 1975). 10 Haziran 1971 gecesinde yine Tersakan Çayı'nda meydana gelen selde çay birden birkaç metre yükselmiş ve demir yoluna kadar uzanan sahada büyük tahribata yol açmıştır. Ladik Kaymakamlığı'nın önceden uyarısı sonucu Havza'da can kaybı yaşanmamış, 110 ev sel suları altında kalmıştır (Uyaroğlu, 1975). 17 Nisan 2013 Tarihinde Havza'da iki gün aralıksız süren sağanak yağış Tersakan Çayı'nda sel ve taşkına neden olmuş can kaybı görülmemekle birlikte pek çok ev, tarım alanı ve iş yeri zarar görmüştür (Şekil 3.19a). Atık su arıtma tesisi sular altında kalan saha içerisindedir (Şekil 3.19b). Akarsuyun ıslah edilmiş bölümünde bile su çoğu yerde taşmış veya taşmaya yaklaşmıştır (Şekil Şekil 3.19c). Otagar ve Toprak Mahsulleri Ofisi siloları çevresi de sular altında kalan alanlardandır (Şekil 3.19d).



Şekil 3.19. 17 Nisan 2013 tarihinde Tersakan Çayında büyük bir sel ve taşkın afeti yaşanmıştır. a) Tersakan Çayı'nın taşması sonucu akarsu yatağı çevresindeki tarım alanları sular altında kalmıştır. b)Sular altında kalan Atık Su Arıtma Tesisi. c) Tersakan Çayı'nın seddeli bölümünde suyun ulaştığı seviye. d) Toprak Mahsulleri Ofisi Siloları çevresinde durum. Fotoğraflar: Özgür Uyaroğlu

Tersakan Çayı'nın Havza ilçe merkezinin kuzey girişinde yer alan Değirmenüstü Mahallesi'nden İcadiye Mahallesi'ne kadar olan ve kabaca şehir merkezine karşılık gelen bölümünde daha önceden ıslah çalışması ve seddeler yapılmıştır. Akarsuyun saha içerisindeki diğer bölümleri doğal yatağının içerisinde akmaktadır. Seddelerle taşkın ve sel için önlem alınan bu bölüm eğim azlığına da bağlı olarak zaman içerisinde alüvyal malzemeler, bitki örtüsü ve beşeri atıklarla kaplanmıştır (Şekil 3.20a). Nisan 2020 itibariyle DSİ 7. Bölge Müdürlüğü Tersakan Çayının bahsi geçen bölümlerinde temizlik çalışmaları yapmıştır. Bu olumlu bir gelişmedir (Şekil 3.20b).



Şekil 3.20. Zaman içerisinde alüvyal malzeme ile kaplanan Tersakan Çayı yatağının şehir içinde kalan bölümünde temizlik çalışması yapılmıştır. a) 31 Ağustos 2019 tarihinde ilçe merkezinde Tersakan Çayı yatağı (Drone çekim).Kaynak: İhlas Haber Ajansı b) 2020 yılı nisan ayında Tersakan Çayı yatağında DSİ 7. Bölge Müdürlüğü tarafından temizlik çalışması yapılmıştır (Foto: 12 Mayıs 2020).

Araştırma sahası içerisinde Tersakan Çayı üzerinde yedi adet köprü bulunmaktadır. Bu köprülerin ayakları olası bir sel veya taşkın durumunda taşınan suyun ve yükün önünde engel teşkil etmekte ve birikim için odak noktası işlevi görmektedir. Ayrıca bu ayakların bazılarının bakımsızlığı ve dayanıksız görüntüsü suyun beraberinde getirdiği yükün oluşturacağı korrozyon kuvvetine ve suyun uzun vadeli korrozyonuna dayanıp dayanamayacakları konusunda da şüphe oluşmaktadır (Şekil 3.21a).

Saha içerisinde yer alan Çayırözü ve Silcan Dereleri üzerindeki köprülerin de akarsuların yataklarını daralttığı ve ayaklarının muhtemel sel anında taşınan yük için engel teşkil edebileceği görülmüştür. Örneğin Şeyhsafi Mahallesi yolu üzerinde bulunan köprü Çayırözü Deresi'nin yatağını daraltmaktadır (Şekil 3.21b) . Yine Ereli Mahallesi'ne geçişi sağlayan Silcan Deresi üzerindeki köprü'nün ayağı yatakta alüvyal malzeme ve moloz birikimine neden olmaktadır (Şekil 3.21c).

1998 yılı sel ve taşkın felaketinin de gerçekleştiği Çayırözü Deresi'nin üzerinde Tersakan Çayı'na katıldığı mansap kısmı yakınlarında dört adet köprü bulunmaktadır. Bunlardan ikisi Samsun- Ankara karayolu geçişini, bir tanesi şehir içi bağlantıyı sonuncusu ise Samsun-Amasya-Sivas demiryolunun geçişini sağlamaktadır (Şekil 3.21d). Demiryolu üzerinde yer alan köprü'nün dere içerisinde bulunan ayağı Çayırözü Deresi'nin aşağı çığırında yer alan ve muhtemel sel yükünün mansap yakınlarındaki odağı olması dikkat çekicidir (Şekil 3.21e).

Araştırma sahasında yer alan küçük havzalara sahip mevsimlik akarsular da sellere neden olabilmektedir. 01.10.2015 tarihinde Havza ilçe merkezi ve yakın çevresinde 3 saat aralıksız süren sağanak yağış sonrası Hamza Deresi, Mendufiye Deresi ve Karşiyaka Mahallesi'nin vadisinin yamaçlarında kurulduğu mevsimlik akarsu havzalarında toplanan aşırı yağışı ve molozu taşıyamamıştır. İcadiye, Karşiyaka ve Memduhiye Mahallelerinde 8 evi su ve çamur basmış, pek çok araç sürüklenmiş ve bu mahallelerin alt yapıları büyük oranda zarar görmüştür (Haberler, 2015) (Şekil 3.22a). Küçük havzalarda da optimum şartların oluşması durumunda sel ve taşkınların oluşabileceğini gösteren bu afet sonrası 2017 yılı içerisinde bahsi geçen dereler Samsun Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü (SASKİ) tarafından ıslah edilmiştir (Şekil 3.22b).



Şekil 3.21. Araştırma sahasında bulunan bazı köprüler.a) Havza ilçe merkezi ana girişinin karşısında Değirmenüstü Mahallesi'ne geçişi sağlayan köprünün ayakları. b) Şeyhsafı Mahallesi yolunda bulunan köprü ve yatağı daraltması. c) Ereli Mahallesi'ne Silcan Deresi'nden geçişi sağlayan köprü ve ayağı. d) Çayırözü Deresi üzerinde mansap yakınlarında bulunan köprülerin Yandex uydu görüntüsü. e) Samsun- Amasya- Sivas Demiryolu üzerinde yer alan ve ayağı dere yatağının ortasında bulunan köprü.



Şekil 3.22. Sahada küçük havzalarda da sel ve taşkınlar oluşabilmektedir. 2015 yılında meydana gelen selde Tersakan Çayı yatağına sürüklenen otomobil (Haberler, 2015). 2017 yılında Hamza Deresi'nde yapılan ıslah çalışmaları (SASKİ, 2017)

Araştırma sahasında akarsu drenajından bağımsız şekilde de su baskınları gerçekleşebilmektedir. 17.07.2018 tarihinde 1 saat aralıksız sağanak yağış sonrası depresyon tabanında yer alan Samsun-Ankara karayolunun bir bölümü, Şehirlerarası Otobüs Terminali çevresi ve küçük sanayi sitesinin de arasında bulunduğu pek çok alan sel ve sevelan sular altında kalmıştır (Samsunhaberhatti, 2018)(Şekil 3.23).



Şekil 3.23. 17/07/2018 tarihinde 1 saat aralıksız sağanak yağış sonrası şehirde pek çok alan sular altında kalmıştır. a) Otobüs terminali çevresi su altında kalan alanlardandır. b) Sağanak sonrası küçük sanayi sitesi (Samsunhaberhatti, 2018).

Saha özellikle bahar aylarında ve yaz başlarında sık sık sel ve taşkınlara maruz kalmaktadır. Taşkınlardan başta depresyon tabanında bulunan Tersakan Çayı'nın getirdiği alüvyal malzemeden oluşan düzlükler olmak üzere pek çok alan olumsuz etkilenmekte özellikle tarım alanları yer yer de yerleşmeler zarar görmektedir. Çalışma sırasında farklı zamanlara ait çok daha fazla sel ve taşkın görseli elde edilmiş olup, afetin oluş şekli ve yeri bakımından temsil niteliği olanlar seçilmiş ve yukarıda verilmiştir.

3.2.5. Fırtınalar

Saha zaman zaman fırtına haberleriyle gündeme gelmektedir. Herhangi bir can kaybının olmaması sevindirici olmakla birlikte fırtınaların yörede büyük maddi hasarlara yol açabildiği bilinmektedir.

Karadeniz kıyı kuşağı ardında bulunan araştırma sahasında etkili olan rüzgarların frekansları ve hızları incelendiğinde hem sayıca hem de hız bakımından G-GB ve K-KB sektörlü rüzgarların çok daha etkili olduğu görülmüştür. Çayırözü vadisinde, güneye bakan bir yamaçta yer alması rasatlarda etkili olmuş olmalıdır. İstasyonun verilerine göre yıllık ortalama rüzgar hızı 2 m /sn, yıllık maksimum rüzgar hızı ortalamasının ise 8,3 m/sn olduğu görülmektedir. En hızlı rüzgarların da jeomorfolojiye uygun şekilde güney, güneybatı ve kuzeybatıdan estikleri

görülmektedir. Rüzgarların Tersakan Çayı, Çayırözü Deresi vadilerinde kanalizasyon olarak hız kazanabilmektedir.

Havza’da 27 Haziran 2014 tarihinde saat 17.30 sıralarında meydana gelen fırtına ilçe merkezinde ve sahanın 8 km. kuzeyinde yer alan Kayabaşı Mahallesi’nde etkili olmuştur. Şiddetli yağışla gerçekleşen fırtına ilçe merkezinde maddi hasarla birlikte su baskınlarına neden olmuştur. Fırtına sonucunda Kayabaşı Mahallesi’nde bir evin çatısı tamamen uçmuş, pek çok ev, ahır ve garajda maddi hasar meydana gelmiştir (Şekil 3.24a). Çatılardan uçan kiremitler kontrolsüz şekilde etrafa dağılmış ve camları kırılmıştır. Bu afette can kaybının olmaması yerel halk tarafından büyük bir şans olarak değerlendirilmiştir (Haberler, 2014).

23 Aralık 2019 tarihinde gece saatlerinde meydana gelen fırtına, özellikle Havza ilçe merkezinde bulunan Boyalıca Mahallesi’nde etkili olmuş inşaat halinde bulunan evlerin çatılarını uçurmuştur. Afette araştırma sahası içerisinde can kaybı ve yaralanma olmamış, maddi hasarla atlatılmıştır. Aynı fırtınada komşu ilçe Vezirköprü’de bir kulübenin üzerine ağaç devrilmesi sonucu bir kişi hayatını kaybetmiştir (CNN Türk, 2014) (Şekil 3.24b).



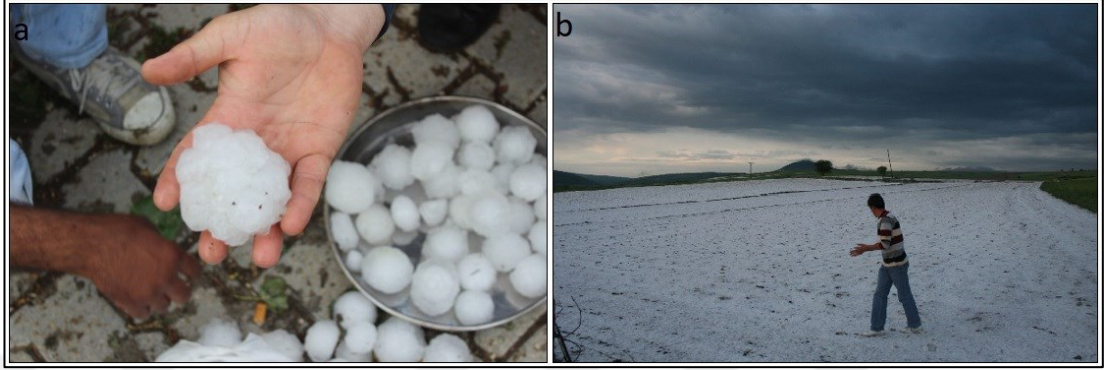
Şekil 3.24. Araştırma sahası ve çevresi dönem dönem fırtınalardan etkilenmektedir. a) 27 Haziran 2014 tarihinde meydana gelen fırtınada Kayabaşı Mahallesi’nde çatısı uçan ev. b) 2019 yılında gerçekleşen fırtınada meydana gelen hasarlardan biri. (Havza25mayıs, 2019)

3.2.6. Diğer Doğal Afetler

Araştırma sahasında dönem dönem afet boyutuna ulaşan dolu yağışları gerçekleşebilmekte beşeri ve ekonomik etkinlikleri olumsuz etkileyebilmektedir.

Dolu kararsız hava şartlarında oluşan bir yağış türüdür. Türkiye’de afet boyutundaki dolu olayları, konvektif kararsızlığın en etkili olduğu ilkbahar sonu, yaz ve sonbahar başındaki dönemlerde görülür (Türkeş, 2010).

19 Haziran 2014 tarihinde çalışma sahası içerisinde yer alan Mısmılağaç ve Arslançayırı mahallelerinin de aralarında bulunduğu bir çok yerleşmede dolu yağışı görülmüştür. Dolu tanelerinin ceviz boyutunu aştığı dolu yağışı sonrası tarım alanları, çatılar ve otomobiller hasar görmüştür (Şekil 3.25).



Şekil 3.25. 19 Haziran 2014 tarihinde meydana gelen şiddetli dolu yağışı sonrası yerleşmelerde ve tarım alanlarında maddi hasar oluşmuştur.a) Dolu taneleri daha önce görülmemiş boyutlara ulaşmıştır. b) Dolu tarım alanlarını tamamen kaplamış, kullanılamaz hale getirmiştir. Fotoğraflar: Ö. Uyaroğlu

4. DOĞAL AFET DUYARLILIK ANALİZLERİ

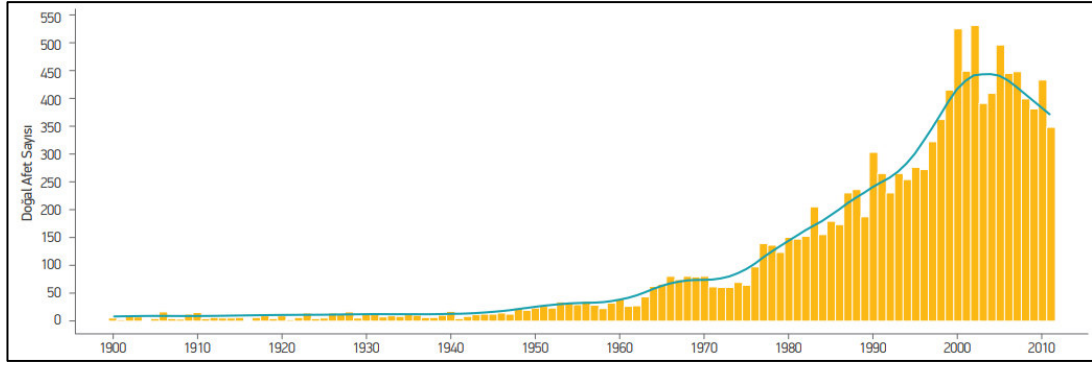
4.1. Doğal Afet Duyarlılık Analizine Genel Bakış

Doğal afet duyarlılık analizi, risk yönetiminde riskin çeşitli boyutlarıyla tanımlanmasından sonra en önemli aşamadır. Yapılan doğru tespitlere bağlı olarak zarar görülebilirlik azalabilmektedir.

Risk yönetimi, üç aşamalıdır. Bunlar tanımlanma, analiz ve risk miktarının belirlenmesidir. . “Risk yönetimi çalışmalarında tehlike ve riskler belirlenmekte, risk senaryoları hazırlanmakta, korunma ve zarar azaltma önlemleri seçilmekte, sonuçlar ortaya konmakta, kullanılabilir kaynak ve imkânlar belirlenmekte, afetten korunma ve afet müdahalesi için en uygun seçenek ve öncelikler hakkında kararlar elenip, uygulamaya geçilmektedir” (Ahmed ve Anwar, 2012; Özşahin, 2012: 2632).

Duyarlılık analizleri afetlerin tanımlanmasında ve yayılışlarının ortaya konmasında önemli bir aşamadır. Deprem, sel, heyelan, fırtına vb. doğal olaylar her meydana geldiğinde afet olarak nitelendirilememektedirler. Bu olaylar meydana geldikten sonra beşeri sistemlerin bunlardan olumsuz etkilenmesi durumu afet olarak nitelenmektedir.. O yüzden bu doğal olaylar temelde tehlike olarak nitelendirilebilir.

Doğal afetlerle ilgili çeşitli veri kaynakları incelendiğinde, özellikle 1950-1960’lı yıllardan başlayan bir süreçte, doğal afetlerin sayısında önemli bir artışın olduğu gözlenmektedir, etkilenen insan sayıları ve maddi kayıplarda da, önemli artışların ortaya çıktığı görülmektedir. Temelde yerkürenin “doğasında” var olan bu olayların sayısındaki artışın ana nedenleri, nüfus artışı, sanayileşme ve bunlara bağlı olarak, afetlerin gerçekleşme potansiyelinin yüksek olduğu/olabileceği alanlarda yerleşimlerin gelişmesi olarak değerlendirilebilir. Ayrıca, belirli bir zaman diliminden sonra meydana gelen afetlerin kayıt altına alınması, bunların veri tabanlarında saklanıp kullanıcılara sunulmasının, bu artışın görünür hale gelmesinde önemli bir etkisi olduğu bilinmektedir (AFAD, 2015: 14) (Şekil 4.1).



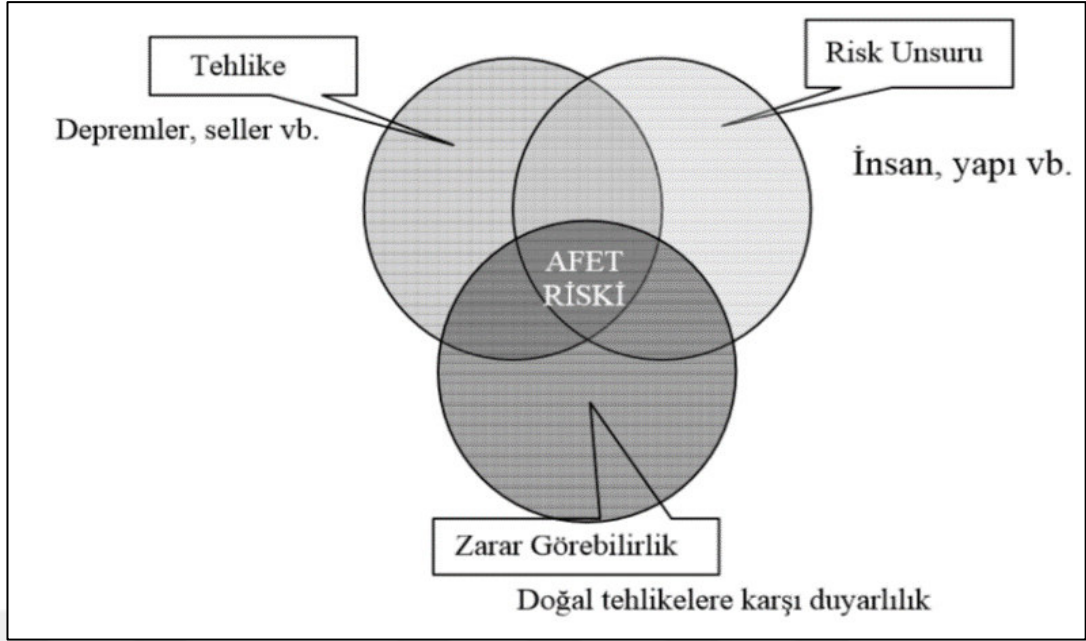
Şekil 4.1. Dünya genelinde 1900-2011 yılları arasında meydana gelen doğal afet sayıları. Kaynak: EM-DAT, 2014 ; AFAD 2015

Doğal afet sayılarında gözlemlenen bu büyük artışta zaman içerisinde teknolojik gelişmelerle beraber doğal afetlerin kayıt altına alınma şansının artmasının yanında geçmişte yalnızca tehlike olan olayların nüfus artışı ve yerleşmelerin hızla büyümesiyle birlikte doğal afet niteliği kazanması durumu da belirleyici olmuş olmalıdır.

Risk, bir tehlikenin gerçekleşmesi durumunda oluşabilecek kayıplar olarak nitelendirilebilir. Nüfus, yapılar, kamusal hizmetler, sistemler ve sosyo-ekonomik etkinlikler risk altındaki unsurlardır. “Birleşmiş Milletler Afet Yardım Koordinatörlüğü (UNDRO) 1979 yılında düzenlenen toplantısında riskin tanımı yapılmıştır. Buna göre; Herhangi bir coğrafi alanda belirli bir zaman diliminde belirli bir tehlike kaynaklı olarak, tehlikenin ortalama tekrar dönemi veri olarak alındığında, beklenen kayıp düzeyleri riski oluşturmaktadır” (Akbulut ve Ayfer, 2005; Özkul ve Karaman, 2007: 253). Afet riski tehlike, risk ve zarar görülebilirlik unsurlarının bir araya gelmesiyle oluşmaktadır (Şekil 4.2).

Dünyada ve Türkiye’de doğal afet risk yönetimi ile ilgili farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Afet risk yönetimi bütüncül anlamda bakıldığında afetten önceki süreçleri ifade etmekte, bunun en önemli aşamalarından birisini risk ve duyarlılık analizleri oluşturmaktadır.

Bu çalışmada da Havza Depresyonu’nda varlığı bilinen risklerin bulunduğu alanlar duyarlılık analizleriyle ortaya konmaya çalışılmıştır.



Şekil 4.2. Afet riski oluşma süreci (Akbulut ve Ayfer, 2005; Özkul ve Karaman, 2007)

4.1.1. Türkiye’de Doğal Afet Duyarlılık Analizi

“Risk yönetimine, diğer bir söylemle afet öncesi çalışmalara gereken önem verilmedikçe, afet anı ve sonrası yapılacak çalışmalar, kısaca afet yönetimi başarıyla yürütülemeyecektir” (Uzunçubuk, 2005: 206). Afet sonrası kriz odaklı müdahale anlayışından ziyade, afet öncesi alınabilecek tedbirlerin (Risk Yönetimi) değerlendirilmesi ve uygulamaya geçilmesi yerleşim alanlarının ve diğer insan etkinliklerinin sürdürülebilir bir şekilde devam edebilmesi için bir gereklilik durumundadır. Afet öncesi süreçte duyarlılık analizlerinin büyük önemi vardır. Günümüz teknolojisiyle etkili bir şekilde duyarlılık analizleri yapılabilmektedir.

Türkiye’de doğal afet duyarlılık analiziyle ilgili çalışmalar çeşitli yerbilimi branşlarında ve özellikle coğrafyada yoğun olarak yürütülmektedir. CBS ortamında afet duyarlılık analizi yapılan çalışmalardan bazıları şöyle sıralanabilir.

- Deprem tehlike analizi, Tağl, (2004), Akbulut ve Ayfer (2005), Erdik vd. (2006), Dipova ve Cangir (2011), Erdem (2013), Özmen (2013), Ersöz vd. (2016), Yılmazoğlu, (2016) gibi pek çok araştırmacı tarafından, farklı alanlar için farklı yöntem ve tekniklerle ele alınmıştır.
- Heyelan duyarlılık analizi, Erener ve Lacasse(2007), Özdemir (2007), Yalçın (2007), AFAD (2012), Dağ ve Bulut (2012), Akıncı vd. (2010), Akıncı vd. (2011), Özşahin (2014), Akıncı ve Kılıçoğlu (2015), Avcı

- (2016), Arca ve Kutoğlu (2017), Sayın vd. (2017) gibi pek çok araştırmacı tarafından farklı yöntemlerle farklı alanlara uygulanmıştır.
- Erozyon duyarlılık analizi, Demirci vd. (2009), Karaburun vd. (2009), Gülşen (2014), Özşahin (2014), İmamoğlu (2016), Özdemir ve Tatar (2016), Tüfekçioğlu ve Yavuz (2016), Uludağ ve Fıçıcı (2018) gibi araştırmacılar tarafından farklı yöntemlerle irdelenmiştir.
 - Taşkın duyarlılık analizi, Yürekli ve Kurunç (2001), Turoğlu (2005), Özdemir (2007), Özcan vd. (2009), Erdem (2013), Özşahin, (2013), Sargin (2013), şahin (2013), Oğuz vd. (2016), Özcan (2017), Tokgözlü ve Özkan (2018) gibi araştırmacılar tarafından farklı sahalarda farklı yöntemlerle uygulanmıştır.
 - Fırtına duyarlılık analizi için ölkemizde yalnızca Özşahin (2012) tarafından yapılan çalışmaya ulaşılabilmıştir. Farklı şekillerde fırtına risklerinin işlendiği kaynaklar bulunmakla birlikte CBS ortamında analiz yapılan başka çalışmaya rastlanmamıştır.

4.2. Araştırma Sahasında Doğal Afet Duyarlılık Analizleri

Araştırma sahası KAF üzerinde yer aldığı için ve uygun klimatolojik ve jeomorfolojik özelliklere sahip olduğu için çeşitli doğal afetlerin görölme olasılığının bulunduğu bir alandır. Tarihsel ve güncel kayıtlar da buna işaret etmektedir.

Her ne kadar sahada yaşayan nüfus çok fazla değilse de (23.284 kişi), sahanın aritmetik nüfus yoğunluğuna bakıldığında durumun sanılan kadar önemsiz olmadığı görölmektedir. Sahada kilometrekareye 282 kişi düşmektedir. Bu da 106 olan Türkiye ortalamasının çok üzerindedir. Bu veri sahada doğal afet duyarlılık analizinin önemini ortaya koymaktadır.

4.2.1. Deprem Tehlike Analizi

Ölkemizde depremleri oluşum zamanına göre tarihsel ve aletsel dönem depremleri olarak ikiye ayırmak mümkündür. Tarihsel dönem depremleri, hakkındaki veriler tarihi kaynaklara dayanan fakat magnitüd olarak ölçümü yapılmamış beşeri hayat ve doğa üzerindeki etkilerine bağlı olarak şiddeti hesaplanmış depremlerdir. Aletsel dönem depremleri ise profesyonel teknik donanım ile ölçölmüş, kantitatif sonuçları olan depremlerdir. AFAD Deprem Kataloğu'na göre ölkemizde aletsel dönem depremleri 1900 yılı ile başlamaktadır.

Samsun ili yüzölçümünün yarıdan fazlası, araştırma sahasının da tamamı yüksek deprem tehlikesi olan alanlardır (AFAD, 2019c). Araştırma sahasının kuzeyinden (Mısmılağaç - Arslançayırı mahalleleri güzergahından) KAF’ın ana kırık sistemi geçmektedir. Şiddetli depremler üretebilen aktif faylardan birisi olan KAF’ın sahadan geçmesi deprem tehlike analizi çalışmasını kaçınılmaz kılmaktadır. Deprem tehlike analizi için daha önce de değinildiği gibi olasılıksal (probabilistik) yöntemler içerisinde en sık tercih edildiği görülen “Poisson Yöntemi” tercih edilmiştir.

4.2.1.1. Deprem Veritabanı

Öncelikle fikir vermesi açısından araştırma sahasının çevresinde gerçekleşen tarihsel depremler irdelenmiştir. Araştırma sahasında gerçekleşen veya konum itibarıyla araştırma sahasını etkileme potansiyeli olan (100 km yarıçap) tarihsel depremler AFAD verilerinden faydalanılarak aşağıda sıralanmıştır (Tablo 4.1.).

Tablo 4.1. Havza Depresyonu’nun 100 km yarıçapında gerçekleşen tarihsel depremlerden bazıları.

	Milad	Yıl	Enlem (°)	Boylam (°)	Yer	Şiddet
1.	MS	968	41	35	ÇORUM	IX
2.	MS	1075	41	35	ÇORUM	VIII
3.	MS	1509	41	35	ÇORUM	VIII
5.	MS	1598	40	35	ÇORUM	IX
6.	MS	1844	41	35	ÇORUM	VIII
7.	MS	1668	41	36	KAVAK	IX
8.	MS	528	41	36	KAVAK	VII
9.	MS	551	41	36	KAVAK	VI
10.	MS	968	41	35	ÇORUM	IX
11.	MS	1050	41	36	AMASYA	VIII
12.	MS	1415	41	36	AMASYA	VII
13.	MS	1513	41	36	AMASYA	VI
15.	MS	1585	41	36	AMASYA	VII
16.	MS	1598	40	35	AMASYA	IX
17.	MS	1668	41	36	AMASYA	IX
18.	MS	1684	41	36	AMASYA	VIII
19.	MS	1870	41	36	AMASYA	V
20.	MS	1877	41	36	AMASYA	VI

Kaynak: <https://deprem.afad.gov.tr/tarihseldepremler>

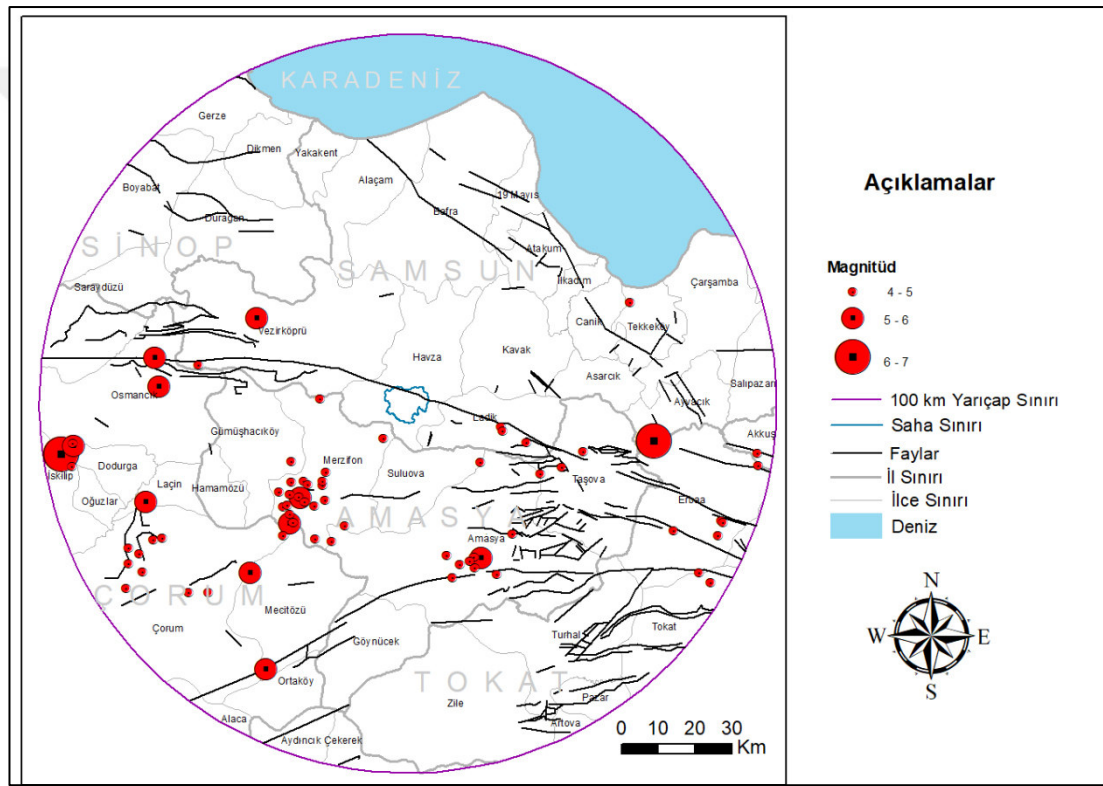
Depremlerin şiddet ve magnitüdüleri arasında birtakım ampirik bağıntılar çıkarılmıştır. Bu bağıntılardan şiddet ve magnitüd değerleri arasındaki dönüşümleri aşağıdaki gibi verilebilir (AFAD, 2019b) (Tablo 4.2). Richter Magnitüdü (M_I) lokal magnitüd olarak adlandırılır.

Tablo 4.2. Deprem şiddet ve büyüklük dönüşümü.

Şiddet	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Richter Magnitüdü	4	4.5	5.1	5.6	6.2	6.6	7.3	7.8	8.4

Kaynak: <https://www.afad.gov.tr/tr/4389/Deprem-Buyuklugu-ve-Siddeti-Ayni-Kavramlar-midir>

Aletsel dönemde (1900 – Günümüz) sahanın 100 km yarıçapında kalan dairesel alanda AFAD Deprem Kataloğuna Göre 71 adet deprem gerçekleşmiştir. AFAD Deprem Kataloğu'nda magnitüdü 4 ve üzeri olan depremleri paylaşmaktadır. Bu depremler analiz kısmında tablo olarak verilmiştir. Bu depremlerin alansal dağılışı aşağıdaki gibidir (Şekil 4.3). Bir sonraki bölümde bu depremler liste olarak yer almıştır.



Şekil 4.3. AFAD Deprem Kataloğu'na göre 1900-2019 döneminde (aletsel dönem) Havza Depresyonu'nun 100 km yarıçapındaki alanda meydana gelen tüm depremler ($M \geq 4.0$).

4.2.1.1.1. Çalışmanın Deprem Veritabanının Oluşturulması

Türkiye için en kapsamlı deprem verisi AFAD tarafından sunulmakta ve deprem kataloğu şeklinde interaktif olarak yayınlanmaktadır. ABD Jeoloji Kurumu (USGS)'da dünya genelinde deprem verisi sağlasa da AFAD verileriyle küçük de olsa uyumsuzluklar olabilmektedir. Ayrıca istenilen magnitüd aralıklarında sorgulama yapma olanağı daha kısıtlıdır.

Çalışmada AFAD deprem kataloğu verileri kullanılmıştır. AFAD Deprem Kataloğuna göre aletsel dönemde (1900 – Günümüz) araştırma sahasının 100 km yarıçapında yer alan dairesel alanda farklı magnitüd ölçeklerine göre hesaplanmış $M \geq 4,0$ 71 adet deprem gerçekleşmiştir. Çalışmada hesaplamaların Moment Magnitüdü (M_w)'ne göre yapılması ve diğer magnitüd türlerinin Moment Magnitüdüne dönüştürülmesi, artçı ve öncü depremlerin ayıklanması gibi elemeler yapılmıştır. Son olarak ise 4.5 ve da büyük magnitüde sahip depremlerin baz alınmasından dolayı elemeler yapılmıştır. AFAD deprem kataloğunda yer alan $M \geq 4,0$ tüm depremlerin değerlendirmeye alınmasının nedeni ise magnitüd dönüşümleri sonrası bazı depremlerin 4,5 M_w olabilme ihtimalidir.

4.2.1.1.1. Magnitüd Dönüşümleri

Depremlerin büyüklüklerini hesaplayabilmek için pek çok magnitüd türü kullanılmaktadır (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Magnitüd türlerinin açılımları.

Magnitüd Kısaltması	Açılımı
M_l	Lokal Magnitüd
M_b	Cisim dalgası magnitüdü
M_s	Yüzey dalgası magnitüdü
M_d	Süreye bağlı magnitüd
M_w	Moment magnitüd
M_e	Enerji magnitüdü

Kaynak: <http://www.koeri.boun.edu.tr/bilgi/buyukluk.htm>

Kandilli Rasathanesi (2019) Moment Magnitüdü (M_w)'nün, diğerlerine göre en güvenilir magnitüd türü olduğunu, eğer bir deprem için moment büyüklüğü hesaplanabilmişse, diğer büyüklük türlerine gerek kalmadığının düşünüldüğünü belirtmiştir. Ayrıca uygulamada, sadece $M \geq 4,0$ depremler için moment magnitüdünün hesaplanabileceği belirtilmiştir.

Yapılan literatür çalışmalarında da, analizlerde araştırmacılar tarafından en çok kullanılan magnitüd türünün Moment Magnitüdü (M_w) olduğu görülmüştür. Deprem tehlike analizi çalışmasında Moment Magnitüdü (M_w) kullanılması kararlaştırılmıştır. Yüceyan (2011) da Moment Magnitüdü'nün (M_w) analiz çalışmalarında esas alınmasının uygun olacağını belirtmiş, Farklı magnitüd ölçeklerinde sunulan magnitüd verilerinin deprem veri tabanı oluşturulurken tek bir türe dönüştürülmesinin tavsiye edildiğini vurgulamıştır. İlgili literatür taramalarında bu durumun çoğu kez göz ardı edildiği görülmüştür.

“Farklı deprem istasyon merkezlerinin farklı ölçeklerde sundukları deprem magnitüdlerinin M_w ölçeğine çevrilmesi için ortogonal regresyon yöntemi kullanılmaktadır” (Yılmazoğlu, 2016: 3).

Yücecan, (2011), Deniz ve Yücecan (2010)’ın ortogonal regresyon yöntemini ve son yüzyıl içerisinde ülke çapında meydana gelmiş bütün depremlerden oluşan bir veri tabanını kullanarak bir dizi dönüşüm ilişkileri elde ettiğini, bu ilişkilerin aşağıdaki gibi olduğunu belirtmiştir. Magnitüd dönüşümleri bu çerçevede gerçekleştirilmiştir.

$$\begin{aligned}M_w &= 2,25 * M_b - 6,14 \\M_w &= 1,27 * M_d - 1,12 \\M_w &= 1,57 * M_L - 2,66 \\M_w &= 0,54 * M_s + 2,81\end{aligned}\tag{14}$$

4.2.1.1.1.2. Artçı ve Öncü Depremlerin Ayıklanması

Yücecan (2011) Poisson Yöntemi’nde depremlerin zaman ve mekan açısından birbirlerinden bağımsız gerçekleştiğinin var sayıldığını bu bağımsızlığı analiz sürecine yansıtılabilmek için deprem öbeklerinin ayıklanarak ana şokların değerlendirmeye alınması gerektiğini belirtmiştir.

Artçı ve öncü depremlerin ayıklanmasında zaman ve mekan ilişkileri konusunda pek çok araştırmacı çalışmalar yapmıştır. Bunlar arasında Deniz (2006) tarafından yapılan çalışma ön plana çıkmaktadır. Çalışmada Van Dyck (1985), Utsu, v.d. (1995), Savage ve Rupp (2000) ve Kagan (2002)’in çalışmaları göz önünde bulundurularak zaman ve mekan pencerelerinin boyutlarını hesaplamıştır. Bahsi geçen dört çalışmadaki veriler ışığında artçı şoklar için uzaklık penceresi boyutlarını, Gardner ve Knopoff (1974) ve Savage ve Rupp (2000) tarafından verilen değerlerin ortalamasını alarak da zaman pencerelerinin boyutlarını tespit etmiştir (Tablo 4.4). Tabloda yer almayan ara değerlerin hesabında, zaman için doğrusal, uzaklık için de log-doğrusal enterpolasyon kullanılması önerilmiştir. Tabloda yer alan değerlerin kısıtlı bir çalışma ile elde edildiğinin ve öneri niteliğinde olduğunun altı çizilmiştir (Yücecan, 2011).

Çalışmada öncü ve artçı depremler belirlenirken aynı zaman serisinde (çok yakın zamanda) gerçekleşen depremlerden en büyük magnitüde sahip olan deprem ana şok kabul edilmiştir. Daha geniş zaman dilimlerinde ve büyük uzaklıklarda gerçekleşen

depremlerin ayıklanmasında Deniz (2006) tarafından önerilen uzaklık ve zaman ilişkileri dikkate alınmış, bu sınır değerler içerisinde kalan depremler ayıklanmıştır.

Tablo 4.4. Öncü ve artçı depremlerin ayırt edilmesinde kullanılacak olan uzaklık ve zaman pencerelerinin boyutları.

Magnitüd	Uzaklık (km)	Zaman (gün)
4,5	35.5	42
5,0	44.5	83
5,5	52.5	155
6,0	63.0	290
6,5	79.4	510
7,0	100.0	790
7,5	125.9	1.326
8,0	151.4	2.471

Kaynak: Deniz, 2006; Yücecan, 2011

AFAD Deprem Kataloğu'na göre araştırma sahası merkez olmak üzere 100 km yarıçaplı alanda meydana gelen $M \geq 4.0$ büyüklüğe sahip 71 adet deprem aşağıda listelenmiştir. Bu depremler farklı magnitüd türlerini içerdiği için Deniz ve Yücecan (2010) tarafından önerilen magnitüd dönüşüm denklemleri dikkate alınarak magnitüdü Moment Magnitüdü'ne (M_w) dönüştürülmüş ve tabloda bu değerler yer almıştır. Pek çok depremin belirtilen magnitüd değeri 4 ve üzeri olmasına rağmen dönüşüm sonrası 4 M_w 'nin altında kaldığı görülmektedir. Bu depremler başta olmak üzere 4,5 M_w altında kalan depremlerin tamamı elenmiştir. Buna ek olarak 4,5 M_w üzerinde olmasına rağmen öncü veya artçı olduğu belirlenen depremler de süreç dışı bırakılmıştır. Asıl magnitüdü M_w olup 4,5 M_w üzeri olan ana şoklar ile dönüşümden sonra 4,5 M_w olan depremler (gri olanlar) çalışmada kullanılacak depremler olarak elde kalmıştır. Bu depremler 16 adettir. Tablodaki renklendirmelerin anlamları tablonun altında verilmiştir (Tablo 4.5).

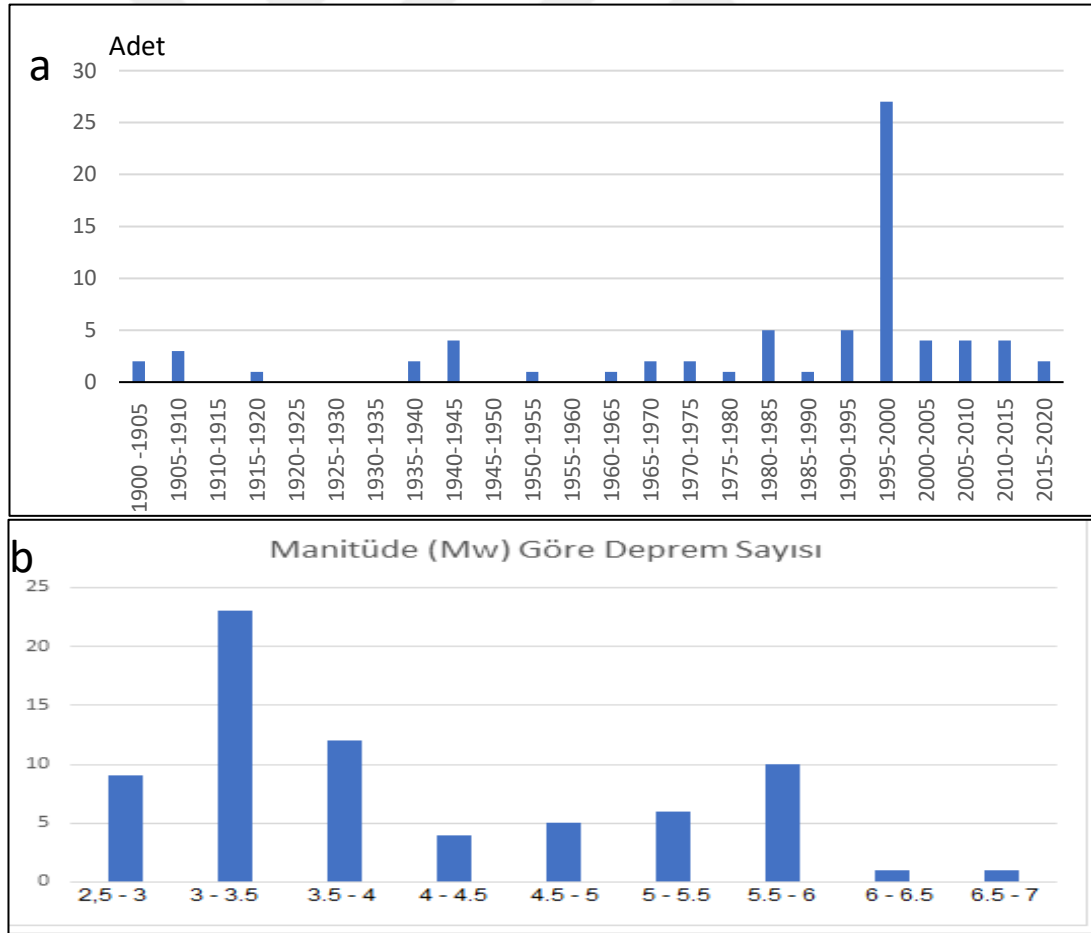
Tablo 4.5. Çalışmada kullanılan deprem veri tabanının oluşturulması ($M \geq 4.0$ tüm depremler).

	Tarih	Magnitüd	Dönüştürülmüş Magnitüd	Enlem	Boylam
1.	18.05.2018	4,1 (M_w)	4,10 (M_w)	40,6888	35,4666
2.	6.01.2018	4,0 (M_w)	4,00 (M_w)	40,5446	36,5975
3.	9.10.2015	4,0 (M_w)	4,00 (M_w)	40,6681	36,6735
4.	9.10.2015	4,9 (M_w)	4,90 (M_w)	40,6643	36,6810
5.	7.03.2013	4,3 (M_i)	4,09 (M_w)	40,8147	36,1693
6.	20.02.2011	4,4 (M_i)	4,24 (M_w)	40,5883	34,8145
7.	2.04.2010	4,3 (M_b)	3,53 (M_w)	40,5354	35,0245
8.	2.04.2008	4,3 (M_b)	3,53 (M_w)	40,6100	34,7700
9.	29.03.2008	4,2 (M_b)	3,31 (M_w)	40,6335	34,8041
10.	14.01.2008	4,3 (M_i)	4,09 (M_w)	40,5500	34,7600
11.	30.04.2005	4,8 (M_w)	4,80 (M_w)	40,6660	34,8520
12.	3.02.2004	4,1 (M_b)	3,08 (M_w)	40,6500	36,5200
13.	27.09.2003	4,0 (M_b)	2,86 (M_w)	40,6036	35,8771
14.	3.05.2001	4,1 (M_b)	3,08 (M_w)	40,6340	36,6610

15.	30.05.2000	4,0 (M _b)	2,86 (M _w)	40,6700	34,8800
16.	5.04.1999	4,1 (M _b)	3,08 (M _w)	40,7400	35,2700
17.	12.01.1998	4.2(M _b)	3,31 (M _w)	40,7761	35,2596
18.	28.02.1997	4.8(M _b)	4,66 (M _w)	40,7530	35,4070
19.	8.12.1996	4.1(M _b)	3,08 (M _w)	40,7200	35,2900
20.	22.11.1996	4.1(M _b)	3,08 (M _w)	40,7691	35,2929
21.	25.09.1996	4.1(M _b)	3,08 (M _w)	40,7900	35,4000
22.	11.09.1996	4.1(M _b)	3,08 (M _w)	40,8000	35,3400
23.	9.09.1996	4.0(M _b)	2,86 (M _w)	40,7624	35,3204
24.	27.08.1996	4.0(M _b)	2,86 (M _w)	40,6694	35,2669
25.	25.08.1996	4.0(M _b)	2,86 (M _w)	40,7428	35,2844
26.	25.08.1996	4.1(M _b)	3,08 (M _w)	41,0000	35,4000
27.	21.08.1996	4.1(M _b)	3,08 (M _w)	40,8200	35,4100
28.	21.08.1996	4.0(M _b)	2,86 (M _w)	40,7500	35,3400
29.	20.08.1996	4.0(M _b)	2,86 (M _w)	40,7400	35,3700
30.	19.08.1996	4.1(M _b)	3,08 (M _w)	40,6600	35,3700
31.	14.08.1996	4.1(M _b)	3,08 (M _w)	41,0900	35,0100
32.	14.08.1996	4.1(M _b)	3,08 (M _w)	40,7000	35,3000
33.	14.08.1996	4.0(M _b)	2,86 (M _w)	40,8500	35,3000
34.	14.08.1996	4.1(M _b)	3,08 (M _w)	40,8000	35,3000
35.	14.08.1996	4.1(M _b)	3,08 (M _w)	40,8000	35,4000
36.	14.08.1996	5.1(M _b)	5,33 (M _w)	40,3450	35,2020
37.	14.08.1996	5.6 (M _w)	5,60 (M _w)	40,7600	35,3280
38.	14.08.1996	4.5 (M _b)	3,98 (M _w)	40,7912	35,3506
39.	14.08.1996	5,7 (M _w)	5,70 (M _w)	40,6980	35,2900
40.	30.07.1996	4.1 (M _b)	3,08 (M _w)	40,8500	36,2400
41.	17.03.1996	4.2(M _b)	3,31 (M _w)	40,6510	35,4240
42.	12.06.1993	4.4(M _b)	3,76 (M _w)	40,5764	35,8796
43.	3.06.1993	4.2(M _b)	3,31 (M _w)	40,9190	35,9797
44.	13.05.1992	4.4(M _b)	3,76 (M _w)	40,8341	35,9081
45.	12.02.1992	4.9(M _b)	4,88 (M _w)	40,5590	35,9490
46.	12.02.1992	4.3(M _b)	3,53 (M _w)	40,5855	35,8332
47.	1.06.1988	4.1(M _b)	3,08 (M _w)	40,6476	34,7712
48.	3.09.1985	4.0(M _b)	2,86 (M _w)	40,8490	34,5928
49.	10.06.1985	4.4(M _b)	3,76 (M _w)	40,5557	35,8079
50.	10.06.1985	4.8(M _b)	4,66 (M _w)	40,5930	35,8630
51.	7.04.1984	4.1(M _b)	3,08 (M _w)	40,5204	36,6322
52.	8.12.1981	4.5(M _b)	3,98 (M _w)	40,6569	36,0030
53.	6.12.1978	4.6(M _b)	4,21 (M _w)	40,5360	34,9600
54.	16.07.1975	4.7(M _b)	4,43 (M _w)	40,8780	36,0580
55.	1.08.1973	4.2(M _b)	3,31 (M _w)	40,9061	34,5975
56.	17.10.1970	4.2(M _b)	3,31 (M _w)	40,6100	35,7900
57.	10.07.1970	4.5(M _b)	3,98 (M _w)	40,9090	35,9830
58.	1.04.1962	4.7 (M _s)	5,34 (M _w)	40,8000	36,1000
59.	19.08.1954	4.8 (M _s)	5,40 (M _w)	41,2100	36,4100
60.	30.09.1944	5.5(M _s)	5,78 (M _w)	41,1100	34,8700
61.	20.12.1942	7.0(M _s)	6,59 (M _w)	40,8700	36,4700
62.	11.12.1942	5.9(M _s)	5,99 (M _w)	40,7600	34,8300
63.	2.12.1942	5.4(M _s)	5,72 (M _w)	41,0400	34,8800
64.	28.12.1939	4.9(M _s)	5,45 (M _w)	40,8300	36,8000
65.	27.12.1939	4.5(M _s)	5,24 (M _w)	40,8000	36,8000
66.	29.08.1918	5.3(M _s)	5,67 (M _w)	40,5800	35,1600
67.	25.06.1910	6.1(M _s)	6,10 (M _w)	40,8800	34,5600
68.	21.05.1910	5.2(M _s)	5,61 (M _w)	40,9000	34,6000
69.	21.06.1908	5.2(M _s)	5,61 (M _w)	40,6000	35,9000
70.	27.04.1903	4.1(M _s)	5,02 (M _w)	40,9000	35,6000
71.	25.06.1902	5.0(M _s)	5,51 (M _w)	41,2000	35,2000

- $M_w < 4.5$ depremler, -Dönüştürme sonrası $M_w < 4.5$ olan depremler - $M_w < 4.5$ artçı ve öncü depremler ve ana şoklar - Uzaklık ve zaman pencerelerine istinaden elenen depremler	- $M_w \geq 4.5$ olmasına rağmen öncü olan depremler	- $M_w \geq 4.5$ olmasına rağmen artçı olan depremler	- $M_w \geq 4.5$ olan ana şoklar, tekil depremler, -Dönüştürme sonrası $M_w \geq 4.5$ olan ana şoklar, tekil depremler

Belirlenen alanda bulunan 71 depremin ($M_w \geq 4.0$) yıllara göre dağılışına bakıldığında 1995-2000 yılları arasında sayıca çok daha fazla deprem gerçekleştiği görülmektedir (Şekil 4.4a). Bu depremlerin (71 deprem) magnitüde (M_w) göre dağılımına bakıldığında M_w 3-3,5 arası depremlerin en fazla sayıda gerçekleştiği görülmektedir. Etkili olabilecek depremler olan M_w 5-5,5 arası depremler 10 kez gerçekleşmiştir (Şekil 4.4b).



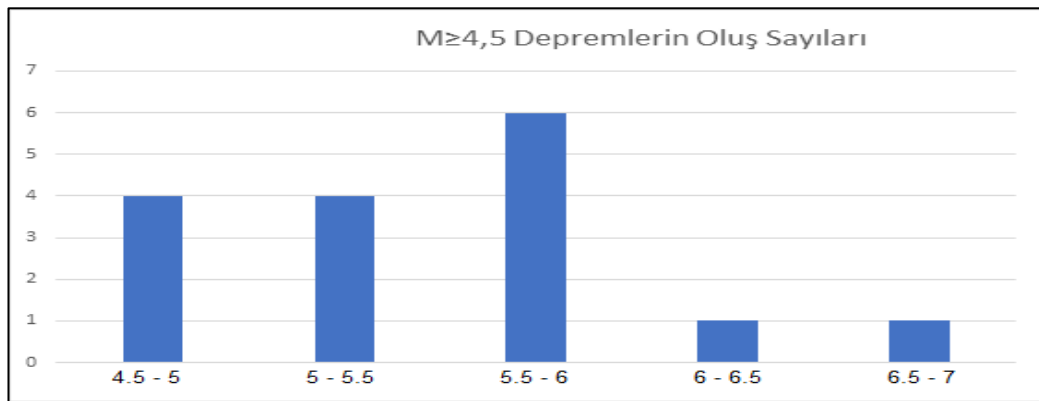
Şekil 4.4. Yıllara göre deprem sayıları ve magnitüde göre deprem sayıları. a) Havza Depresyonu'nun 100 km yarıçapında aletsel dönemde yıllara göre tüm depremler. b) Havza Depresyonu'nun 100 km yarıçapında, aletsel dönemde gerçekleşen depremlerin magnitüde (M_w) göre dağılımı.

4.2.1.1.1.3. Tehlike Analizinde Kullanılacak Depremler

$M < 4,5$ depremlerin, öncü ve artçı depremlerin, magnitüd dönüşümü sonrası $M_w < 4,5$ olan depremlerin ayıklanması sonucunda deprem tehlike analizi çalışmasında kullanılacak veri tabanı oluşturulmuştur. Veri tabanında 16 adet deprem yer almaktadır. Bu depremler içerisinde magnitüdü en büyük olan 20.12.1942 tarihinde gerçekleşen Erbaa Depremi (M_w 6,59), magnitüdü en küçük olan ise 10.6.1985 tarihinde gerçekleşen Amasya Depremi (M_w 4,66) 'dir (Tablo 4.6). AFAD verilerine göre 7,2 M_w olan ve araştırma sahasında geçmişte bilinen en yıkıcı etkiyi yapan Tosya-Ladik Depremi'nin merkez üssü (episantr) Çankırı'nın Ilgaz ilçesine bağlı Cömert Köyü (41.05 – 33.72) olarak kabul edildiği için çalışma sınırları dışında kalmıştır. Dönüştürme işlemi sonrası M_w 4,5 ve üzeri olduğu belirlenen 16 depremin magnitüde göre dağılımları aşağıda verilmiştir (Şekil 4.5).

Tablo 4.6. Havza Depresyonu'nun 100 km yarıçapında gerçekleşen $M_w \geq 4,5$ depremlerin magnitüde göre dağılımı.

	Tarih	İlk Magnitüd	Dönüştürülmüş Magnitüd	Enlem (°)	Boylam (°)	Derinlik (km)
1.	25.6.1902	5,0 M_s	5,51 M_w	41,20	35,20	10
2.	27.4.1903	4,1 M_s	5,02 M_w	40,90	35,60	10
3.	21.6.1908	5,2 M_s	5,61 M_w	40,60	35,90	10
4.	25.6.1910	6,1 M_s	6,10 M_w	40,88	34,56	10
5.	29.8.1918	5,3 M_s	5,67 M_w	40,58	35,16	10
6.	28.12.1939	4,9 M_s	5,45 M_w	40,83	36,8	10
7.	11.12.1942	5,9 M_s	5,99 M_w	40,76	34,83	40
8.	20.12.1942	7,0 M_s	6,59 M_w	40,87	36,47	10
9.	30.9.1944	5,5 M_s	5,78 M_w	41,11	34,87	10
10.	19.8.1954	4,8 M_s	5,40 M_w	41,21	36,41	30
11.	1.4.1962	4,7 M_s	5,34 M_w	40,80	36,10	10
12.	10.6.1985	4,8 M_b	4,66 M_w	40,593	35,863	11,6
13.	12.2.1992	4,9 M_b	4,88 M_w	40,559	35,949	5,6
14.	14.8.1996	5,7 M_w	5,70 M_w	40,698	35,29	25,7
15.	30.4.2005	4,8 M_w	4,80 M_w	40,666	34,852	25,1
16.	9.10.2015	4,9 M_w	4,90 M_w	40,6643	36,681	20,17



Şekil 1 Havza Depresyonu'nun 100 km yarıçapında $M_w \geq 4,5$ depremlerin magnitüd dağılımı.

4.2.1.1.1.4. Magnitüd Frekans İlişkisi

Gutenberg ve Richter (1954), verilen bir zaman aralığında magnitud (buyukluk) ile N deprem sayısı arasında

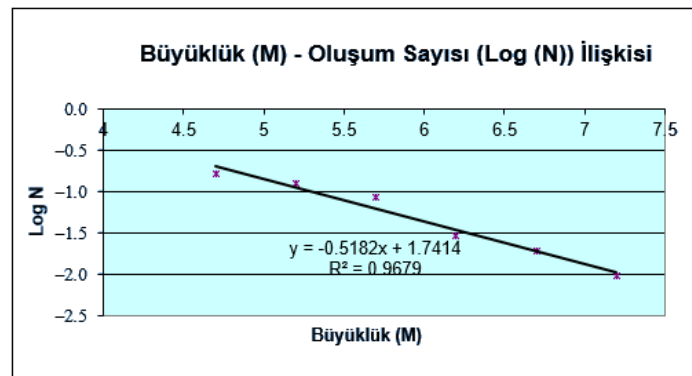
$$” \text{Log } N = a - bM “ \quad (15)$$

şeklinde bir ilişkinin bulunduğunu ifade etmektedir. “ Bu eşitlikte, a parametresi inceleme alanının genişliğine, gözlem dönemine ve deprem düzeyine bağlıdır. “a” regresyon sabiti ve “b” regresyon katsayısı ve “N” ise bir yıl içinde magnitudu M veya daha büyük olan deprem sayısıdır” (Ersöz vd., 2016: 360) . Yılmazoğlu (2016) bu bağıntının Gutenberg ve Richter (1954) tarafından Güney Kaliforniya depremlerine ait veriler kullanılarak geliştirilmiş olan ampirik yinelenme ilişkisiyle bulunduğunu belirtmiştir. Çalışmada Özçep (2005) ile hesaplanan a ve b değerleri aşağıdaki gibidir.

a	0.162636019
b	-0.266468119

Yücecan (2011) Bu doğrusal tekrar ilişkisinin küçük ve orta magnitudlü depremlerin sıklığının tahmininde yeterli olmakla birlikte büyük magnitudlü ($M \geq 7$) depremlerin oluş sıklığını abarttığının belirtmiştir.

Magnitud – frekans ilişkisinin belirlenmesi amacıyla basit doğrusal regresyon modeli ve katsayılarının hesaplamasında “En Küçük Kareler Yöntemi (EKK)” kullanılmıştır. Bu amaçla; Özçep (2005) tarafından hazırlanan programdan faydalanılmıştır. Hesaplamalarda Magnitudü (M_w) = 4.5 ve üzeri olan depremler dikkate alınmıştır (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Havza Depresyonu'nun 100 km yarıçapında meydana gelen depremlerin Özçep 2005 yazılımı ile hesaplanan büyüklük oluşum sayısı ilişkisi.

“Bulunan belirlilik katsayısı (R^2), bağımsız değişken değerlerindeki değişimlerin ne kadarının (%) kurulan model ile açıklandığını gösterir. Değer 0 ile 1

arasında değişmektedir. 1'e yaklaştıkça analizin uygunluğu artmaktadır” (Ersöz vd., 2016: 360) . Elde edilen R² değeri 0,9679 olduğundan, bağımsız değişkenin, bağımlı değişkeni % 96,79’unu açıkladığı görülmüştür.

4.2.1.1.2. Poisson Yönteminin Uygulanması

Dipova ve Cangir (2011) Poisson Modeli’ne göre belirli bir T periyodunda büyüklüğü verilen bir M değerinden daha büyük bir ya da daha fazla depremin meydana gelme olasılığının aşağıdaki formülle hesaplandığını belirtmişlerdir.

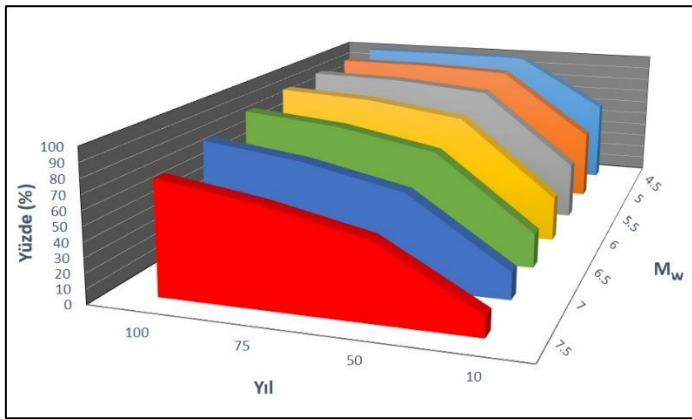
$$R(M)=1 - e^{-n(M)T}$$

Burada; R(M) : Yıllık Risk n(M) : Yılda deprem olma sayısı (16)
T : Gelecekte göz önüne alınacak periyot

Deprem tehlike analizi için Özcep (2005) tarafından hazırlanan excel tabanlı yazılımdan faydalanılmıştır (Tablo 4.7, Tablo 4.8.). Hesaplamalarda Magnitudu (M_w) = 4.5 ve üzeri olan 16 deprem dikkate alınmıştır. Elde edilen sonuçların kapsamlı değerlendirmesi “Sonuç ve Öneriler” bölümünde yer almaktadır. Magnitud küçüldükçe deprem oluşma olasılığının arttığı görülmektedir (Şekil 4.8).

Tablo 4.7. Havza Depresyonu’nun Poisson olasılık dağılımı.

R (M) = 1 - e ^{-(n(M)*D)}					
		D (Yıl) için Olasılık (%)	D (Yıl) için Olasılık (%)	D (Yıl) için Olasılık (%)	D (Yıl) için Olasılık (%)
N(M)	Büyükük (M _w)	10	50	75	100
0.091945	4.5	60.1	99.0	99.9	100.0
0.067654	5	49.2	96.6	99.4	99.9
0.049781	5.5	39.2	91.7	97.6	99.3
0.036629	6	30.7	84.0	93.6	97.4
0.026952	6.5	23.6	74.0	86.8	93.2
0.019832	7	18.0	62.9	77.4	86.2
0.014592	7.5	13.6	51.8	66.5	76.8



Şekil 4.8. Magnitud - deprem oluşma olasılığı ilişkisi grafiği

Tablo 4.8. Havza Depresyonu’nda depremlerin magnitudü (M_w) göre ortalama tekrarlanma periyotları.

Büyükük (M _w)	Ortalama Tekrar Periyodu
4.5	11
5	15
5.5	20
6	27
6.5	37
7	50
7.5	69

4.2.1.1.3. Deprem İvmesi ve Azalım İlişkileri

Deprem ivmesi deprem hasarlarını etkileyen önemli parametrelerden birisidir. Deprem dalgaları yayılım yönlerinde kat ettikleri ortamların yapısal, jeolojik ve fiziksel özelliklerinden de etkilenirler ve bu sırada başlangıçta ortaya çıkan ivme de değişikliğe uğrar. Deprem ivmesi, azalım ilişkilerinde, maksimum yer ivmesi, büyüklük (M), uzaklık (R) ve yerel zemin koşullarına bağlı eşitliklerle verilmektedir. Azalım ilişkilerinde kullanılan uzaklık parametresi (R), odak noktasına, merkez üstüne, fay yüzeyine ve fay uzantısına olan uzaklık olarak alınmaktadır (Dipova ve Cangir, 2011: 108).

Araştırma sahasının ivme azalım ilişkisi Özçep (2005) excel yazılımı ile hesaplanmıştır (Tablo 4.9).

Tablo 4.9. Çeşitli araştırmacılara göre araştırma sahasının 100 km yarıçapında gerçekleşmiş depremlerin sahada oluşturacağı yer ivmesi değerleri.

	Tarih	Mw	Derinlik (km)	R (km)	Donavan (1973 c)	Oliviera (1974)	Joyner ve Boore (1981)	Campbell (1997)	Ortalama
1.	25.06.1902	5.51	10	45	0,05	0,02	0,07	0,06	0,05
2.	27.04.1903	5.02	10	13	0,08	0,04	0,19	0,09	0,10
3.	21.06.1908	5.61	10	47	0,06	0,02	0,07	0,06	0,05
4.	25.06.1910	6.1	10	95	0,04	0,01	0,03	0,05	0,03
5.	29.08.1918	5.67	10	62	0,05	0,02	0,05	0,05	0,04
6.	28.12.1939	5.45	10	96	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02
7.	11.12.1942	5.99	40	75	0,04	0,01	0,05	0,05	0,04
8.	20.12.1942	6.59	10	70	0,07	0,03	0,07	0,10	0,07
9.	30.09.1944	5.78	10	69	0,04	0,01	0,05	0,05	0,04
10.	19.08.1954	5.4	30	67	0,03	0,01	0,04	0,03	0,03
11.	1.04.1962	5.34	10	41	0,06	0,02	0,07	0,06	0,05
12.	10.06.1985	4.66	11.6	47	0,03	0,01	0,04	0,03	0,03
13.	12.02.1992	4.88	5.6	52	0,03	0,01	0,04	0,03	0,03
14.	14.08.1996	5.7	25.7	45	0,05	0,02	0,08	0,06	0,05
15.	30.04.2005	4.8	25.1	78	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
16.	9.10.2015	4.9	20.17	90	0,02	0,00	0,02	0,02	0,01

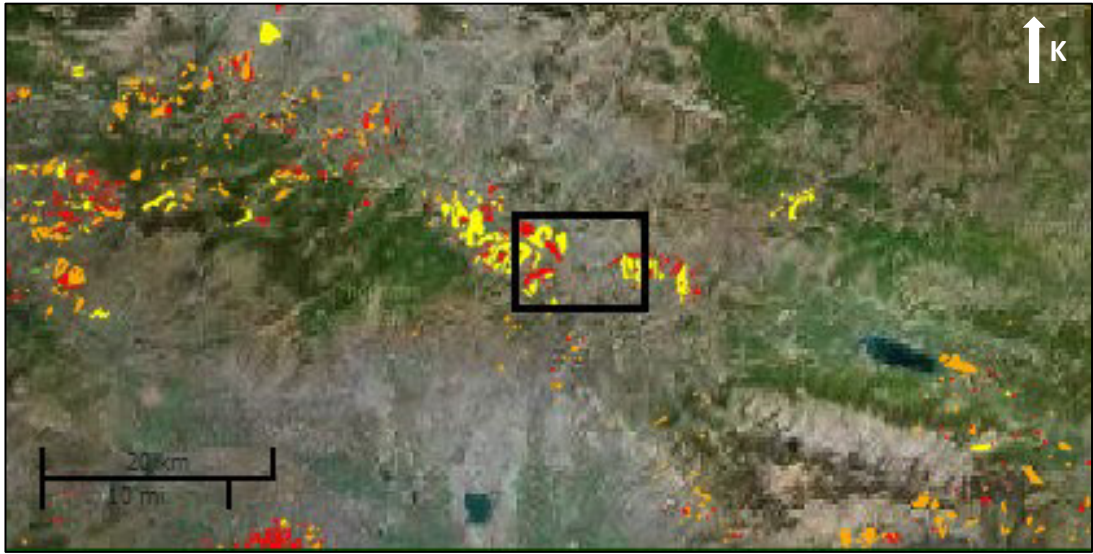
Elde edilen azaltılmış ivmeler kaya zemin için olup, elde edilen bu ivme değerinin yumuşak zeminler için büyütme hesabı yapılarak yüzeye taşınması gerekecektir (Dipova ve Cangir, 2011). Literatürde ESC'nin belirttiği değerlerin yer ivmesi ve tehlike düzeyi tahmininde kullanıldığı görülmüştür (Tablo 4.10).

Tablo 4.10. European Seismological Commission'a (ESC) göre ivme değerleri ve tehlike düzeyleri.

Tehlike Düzeyi	İvme Değeri
Düşük Tehlike	< 0,08g
Orta Tehlike	0,08g - 0,24g
Yüksek Tehlike	> 0,24g

4.2.2. Heyelan Duyarlılık Analizi

Literatürde farklı tanımlamaları yapılan heyelanlar, genel anlamda yerel jeolojik, hidrolojik, jeomorfolojik koşulların ürünü olarak bitki örtüsü, arazi kullanımı, insan aktiviteleri tarafından etkilenen, yağış ve sismik olayların sıklığı ve şiddeti tarafından kontrol edilen yapay ve doğal şev duraysızlıklarıdır (Souters ve Van Westen, 1996; Dağ ve Bulut, 2012). Araştırma sahasının çevresine göre heyelan başta olmak üzere çeşitli kütle hareketlerinin yoğunlaştığı bir alan olması dikkati çekmektedir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Havza Depresyonu ve çevresindeki heyelanlar (Duman vd., 2011).

Sahada kütle hareketlerinin ağırlıklı Tersakan Çayı ve onun kollarının kazdığı vadilerin yamaçlarında yaşandığı görülmektedir. Ayrıca yamaçlarda açılan yollar, ve içerisinde geçen KAF da heyelanlar üzerinde etkili faktörlerdir.

Araştırma sahasının Heyelan duyarlılığını ortaya koyabilmek için daha önce “Doğal Afet Duyarlılık analizi Yöntemleri” bölümünde detayları ve hesap tablosu verilen “Frekans Oranı Yöntemi” kullanılmıştır.

4.2.2.1. Heyelan Üzerinde Etkili Olan Parametreler

İlgili literatürün taranması ve arazi çalışmalarında yapılan gözlemler sonucu heyelan duyarlılık analizinde eğim, yamaç eğim yönü, yükseklik, jeoloji, jeomorfoloji, yağış, akarsuya uzaklık, yola uzaklık, faya uzaklık, toprak özellikleri, bitki örtüsü parametrelerinin kullanılmasına karar verilmiştir.

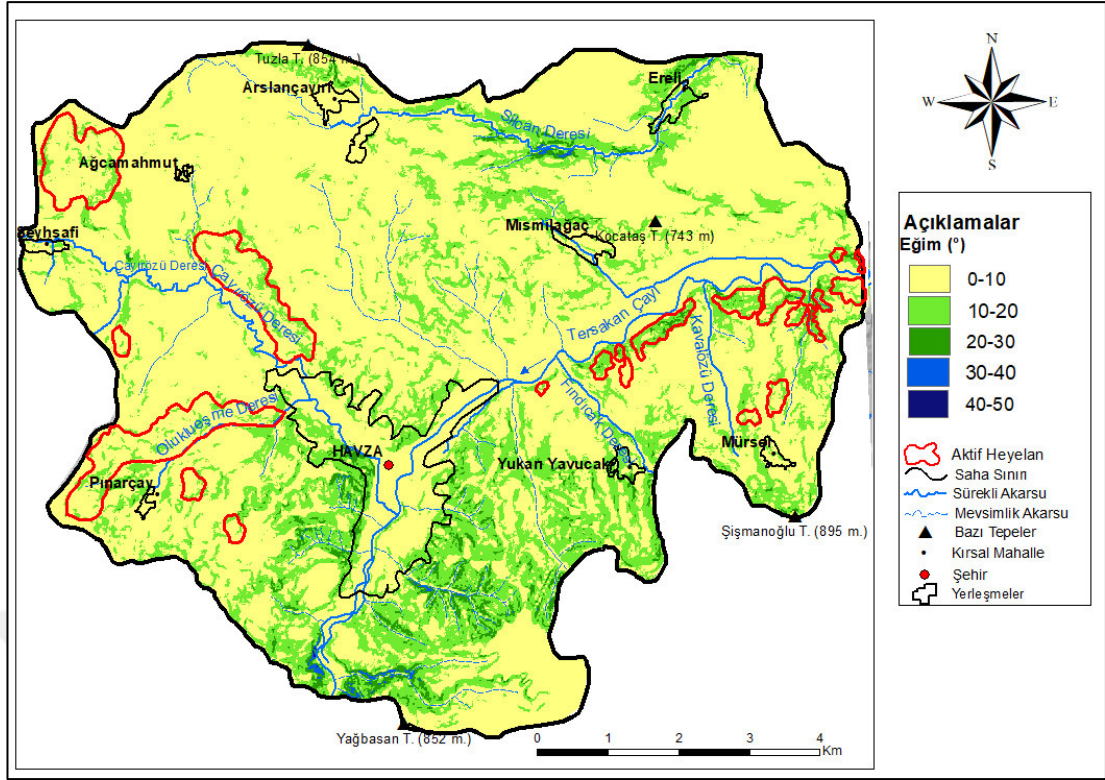
4.2.2.1.1. Eğim

“Eğim değerlerinin yüksek olduğu vadi yamaçlarında litoloji etkisiyle büyük heyelanlar görülmektedir.” (Avcı, 2016b: 889). Normal şartlarda eğim ile doğru orantılı olarak heyelan ihtimalinin de artması beklenir fakat araştırma sahasında eğim durumu daha kompleks haldedir. Eğimin çevresine göre az olduğu sahalarda çok daha geniş alanlı heyelanlar gözlemlenebilmektedir. Bu durum heyelan duyarlılık çalışmasında kullanılan “Frekans Oranı Yöntemi”nin diğer karar verme yöntemlerine göre daha doğru sonuçlar vereceğini düşündürmektedir.

Araştırma sahasındaki heyelanların %71’i sahanın %75’ini oluşturan eğim değerlerinin 0° -10° arasında olduğu alanlarda görülmektedir. Eğimin 20° ve üzerinde olduğu ve genellikle sahanın güney kesimlerinde bulunan çok eğimli yamaçlarda heyelanların yalnızca % 1,5’i görülmektedir. Bu durumun oluşmasında litoloji etkili olabileceği gibi, akarsu vadilerinin derin olmaması ve heyelanların topuk aşındırmasına bağlı olarak vadi tabanına daha yakın az eğimli sahalarda gerçekleşmesi, eğimin fazla olduğu alanlarda ağaç formasyonunun daha yaygın olması ve az eğimli alanların tarımda kullanım amacıyla ormansızlaşmaya uğraması gibi faktörlerden söz edilebilir. Arazi çalışmaları sırasında bahsi geçen heyelan alanlarının büyük çoğunluğunda beşeri etkinliklerin devam ettiği görülmüş, az eğimli olan bu sahalarda heyelanların yavaş ilerlediği değerlendirilmiştir. En geniş alanlı heyelanların 0° -10° eğim değerleri arasında bulunmasına rağmen frekans oranının nispeten daha eğimli olan 10° -20° arasında eğim değerine sahip alanlarda daha yüksek (1.237844703) olduğunu da belirtmek gerekir. Bu alanlar bir alt sınıfa göre daha az olmasına rağmen heyelan görülme oranları fazladır (Tablo 4.11, Şekil 4.10).

Tablo 4.11. Havza Depresyonu’nda heyelan duyarlılık analizinde kullanılan eğim alt sınıfları, piksel sayıları ve frekans oranları.

Parametre	Alt Sınıf	Alt Sınıf Heyelanlı Piksel Sayısı	Alt Sınıf Heyelanlı Piksel % (PLO)	Alt Sınıf Piksel Sayısı	Alt Sınıf Piksel % (PIF)	FR (PLO/PIF)
Eğim	0 -10	37.719	71,1102313	621.932	75,46189061	0,942333021
	10-20	14.512	27,3589352	182.158	22,10207397	1,237844703
	20-30	792	1,4931282	18.792	2,28012041	0,654846213
	30-40	20	0,0377052	1.248	0,15142562	0,249001838
	40-50+	0	0	37	0,00448938	0
	Toplam :		53043	100	824167	100



Şekil 4.10. Havza Depresyonu’nda heyelan duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış eğim haritası.

4.2.2.1.2. Yamaç Eğriselliği

“Yamaç eğrisellikleri ile ortaya konan yamaç şekillerinin iç bükey veya dış bükey olması durumu, heyelanların oluşumu üzerinde etkili olmaktadır. Yamaçlardaki topografik düzensizlikler gerilim dağılımını olumsuz yönde etkilemekte ve bu da duraysızlara sebep olabilmektedir” (Gökçeoğlu ve Ercanoğlu, 2001; Avcı, 2016a: 54).

Avcı (2016a), dışbükey yamaçlarda kayma, içbükey yamaçlarda dairesel kayma şeklinde heyelanların görüldüğünü belirtmiştir. Herhangi bir eğriselliği bulunmayan düz yamaçlarda diğer faktörlere (yağış, toprak türü-kalınlığı, eğim durumu vb.) bağlı olarak farklı türlerde heyelanlar gelişebilmektedir.

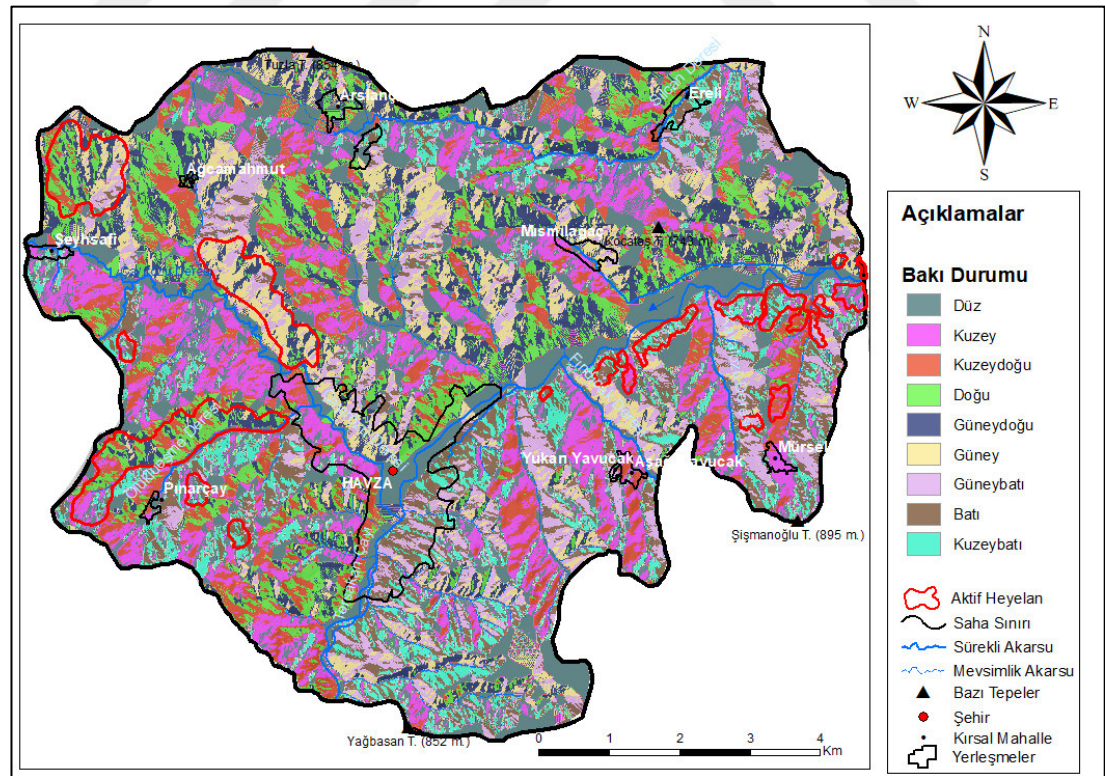
Yamaç eğriselliğinin heyelan duyarlılık değerlendirmesi ile ilgili yapılan pek çok çalışmada bir parametre olarak değerlendirildiği görülmüştür. Araştırma sahasında düz yamaçların içbükey ve dışbükey yamaçlara göre daha fazla olduğu görülmektedir (% 39). Aktif heyelan alanları ise yamaç eğriselliği sınıflarına dengeli dağılmakla birlikte %35 ile dış bükey yamaçlarda daha fazladır. Dışbükey yamaçların frekans oranı 1.237844703’tür (Tablo 4.12, Şekil 4.11).

üzerinde etkili oldukları düşünüldüğünde bakının dolaylı da olsa heyelan oluşumu üzerinde etkili olduğu anlaşılmaktadır.

Araştırma sahasındaki heyelanların neredeyse yarısının (% 49,9) doğu (%16,9), güneydoğu (%16,5) ve güney(%16,5) yamaçlarda bulunduğu görülmektedir. Her ne kadar en geniş alanlı heyelanlar doğu yamaçlarda görülse de frekans oranı en fazla olan yamaçlar güney yamaçlardır (1.822105453) (Tablo 4.14, Şekil 4.13).

Tablo 4.14. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizinde kullanılan yamaç eğim yönü alt sınıfları, piksel sayıları ve frekans oranları.

Parametre	Alt Sınıf	Alt Sınıf Heyelanlı Piksel Sayısı	Alt Sınıf Heyelanlı Piksel % (PLO)	Alt Sınıf Piksel Sayısı	Alt Sınıf Piksel % (PIF)	FR (PLO/PIF)
Yamaç Eğim Yönü (Bakı)	Düz	4.684	8,83057142	183.043	22,20945512	0,397604145
	Kuzey	3.658	6,89629168	102.515	12,43861984	0,554425794
	Kuzeydoğu	5.139	9,68836604	88.747	10,76808462	0,899729746
	Doğu	8.962	16,89572611	90.514	10,98248292	1,538424984
	Güneydoğu	8.745	16,48662406	84.412	10,24209899	1,609691927
	Güney	8.778	16,54883774	74.853	9,082261241	1,822105453
	Güneybatı	5.125	9,66197236	72.720	8,82345447	1,095032835
	Batı	3.908	7,36760741	66.255	8,039026071	0,916480099
	Kuzeybatı	4.044	7,62400316	61.108	7,414516718	1,028253554
	Toplam :		53.043	100	824.167	100

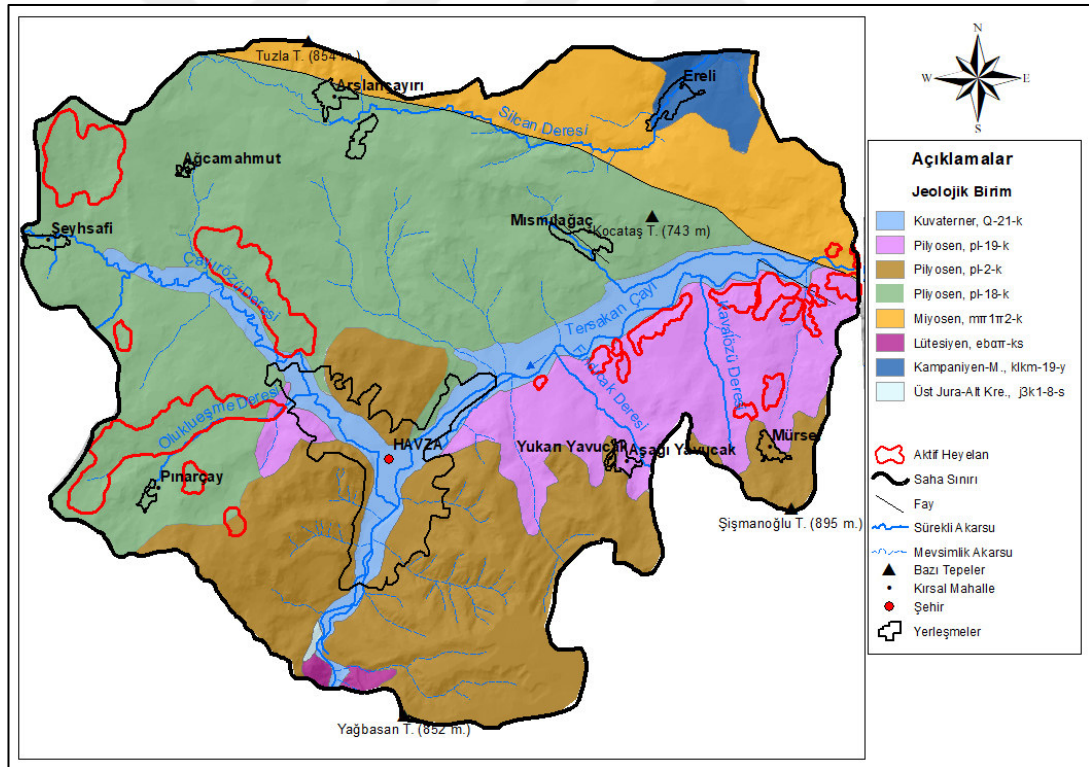


Şekil 4.13. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış yamaç eğim yönü haritası.

4.2.2.1.5. Jeoloji

“Litoloji, heyelan oluşumunu etkileyen önemli parametrelerden bir tanesidir (Kumtepe vd., 2009) ve heyelan duyarlılık çalışmalarında önemli rol oynar. Çünkü farklı litolojik birimler, heyelanlar gibi aktif jeomorfolojik süreçler için farklı duyarlılıklara sahiptir” (Çevik ve Topal, 2003; Akıncı ve Kılıçoğlu, 2015: 5).

Araştırma sahasında aktif heyelanların %98,7’sinin Pliyosen yaşlı kumtaşı, çakıltaşı ve çamurtaşı ihtiva eden Neojen çökelleri üzerinde gerçekleştiği görülmektedir. Aynı formasyon sahanın %78’ini kaplamaktadır. Miyosen yaşlı aglomera ve tüflerden oluşan sahanın kuzey kesiminde toplam heyelanların yalnızca %0,6’sı, Kuvaterner yaşlı alüvyal alanlarda heyelanların %0,7’si bulunmakta diğer jeolojik birimlerde aktif heyelan bulunmamaktadır (Tablo 4.15). Frekans oranı en fazla 1.802936557 ile aynı zamanda sahanın batısında genişçe bir alanı işgal eden (%41) Pliyosen yaşlı çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı içerikli formasyona aittir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Havza Depresyonu’nda heyelan duyarlılık analizinde kullanılan jeoloji haritası.

Tablo 4.15. Havza Depresyonu’nda heyelan duyarlılık analizinde kullanılan jeoloji alt sınıfları, piksel sayıları ve frekans oranları.

Parametre	Alt Sınıf	Alt Sınıf Heyelanlı Piksel S.	Alt Sınıf Heyelanlı P.%(PLO)	Alt Sınıf Piksel Sayısı	Alt Sınıf P. % (PIF)	FR (PLO/PIF)
-----------	-----------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------	----------------------	--------------

Jeoloji	Pliyosen	598	1,127387214	197.751	23,9940449	0,046986126
	Pliyosen	39.291	74,0738646	338.610	41,08511988	1,802936557
	Kuvaterner	381	0,718285165	65.226	7,914172734	0,090759349
	Pliyosen	12.453	23,47717889	107.545	13,04893304	1,799164638
	Miyosen	320	0,603284128	96.975	11,76642598	0,051271655
	Kampan.- Maest.	0	0	14.110	1,712031663	0
	Lütesiyen	0	0	3.379	0,409989723	0
	Üst Jura -Alt Kret.	0	0	571	0,069282075	0
	Toplam :	53.043	100	824.167	100	

4.2.2.1.6. Toprak Kil Oranı (%)

Heyelan oluşum ve gelişimini toprağın kil içeriğinin etkilediği bilinmektedir (Öztürk, 2002). Yağışlar sonrası şişen kil yamaç yükünü arttırdığı gibi, toprak ile anakaya arasında kayganlaşarak süresiz bir yüzey oluşturup yamaç dengesinin bozulmasına yardımcı da olabilmektedir. Bu bağlamda daha önce sahanın toprak özelliklerini ortaya koyabilmek için 80 noktadan toprağın ilk 20 cm'sinden alınan toprak örneklerinin laboratuvar ortamında Hidrometre Yöntemi ile (Bouyocous, 1951) analizi sonucu elde edilen kil oranlarının dağılışı da bir parametre olarak kullanılmıştır. Her ne kadar heyelanda toprak profilinin tamamının ve anakayanın kil içeriği de önemli ise de fikir vermesi açısından bu değerlendirme yapılmıştır. Literatür taramalarında toprak kil dağılımının heyelan risk ve duyarlılık çalışmalarında bir parametre olarak kullanıldığına pek rastlanmamaktadır. Kil oranı dağılışı haritasının, heyelan envanter haritasıyla karşılaştırılması sonucu ortaya çıkan sonuçlar ise anlamlıdır.

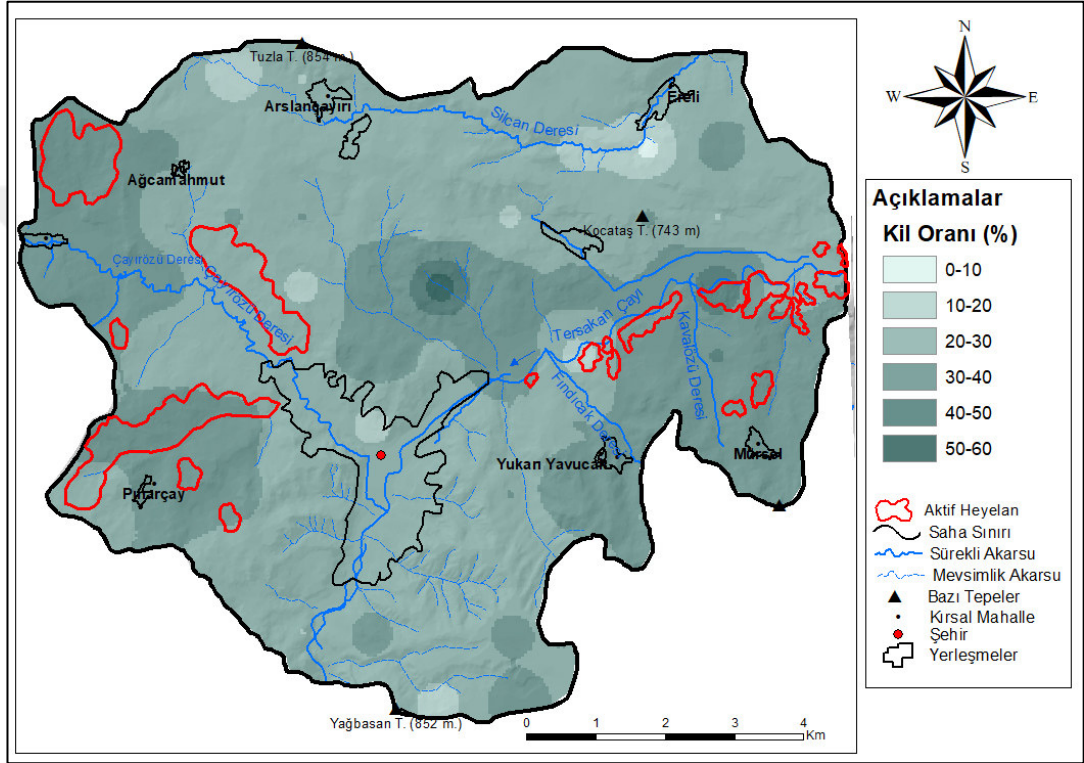
Her ne kadar kil oranının %0 -10 arasında ve %50'nin üzerinde olduğu alanlarda herhangi bir heyelan bulunmasa da bahsi geçen alanların çok küçük olduğu görülmektedir. Zira %0 -10 arasında olan alanlar toplam saha alanının %0,07'sine %50'nin üzerinde kil oranına sahip olan alanlar toplam saha alanının %0,15'ine karşılık gelmektedir. Fakat diğer alt sınıflarda kil oranı arttıkça frekans oranının da düzenli olarak artması dikkati çekmektedir (Tablo 4.16). Bu durum kil oranının da her ne kadar belirleme süreci zahmetli olsa da, heyelan duyarlılık analizlerinde etkili sonuçlar alınabilecek bir parametre olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.16. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizinde kullanılan kil oranı (%) alt sınıfları, piksel sayıları ve frekans oranları.

Parametre	Alt Sınıf	Alt Sınıf Heyelanlı Piksel Sayısı	Alt Sınıf Heyelanlı Piksel % (PLO)	Alt Sınıf Piksel Sayısı	Alt Sınıf Piksel % (PIF)	FR (PLO/PIF)
Kil Oranı (%)	0- 10	0	0	651	0,078988846	0
	10-20	589	1,110419848	25.715	3,120120073	0,355890101
	20-30	19.463	36,69287182	513.679	62,32705265	0,588715016

	30-40	31.484	59,35561714	274.401	33,29434447	1,78275374
	40-50	1.507	2,84109119	8.480	1,028917683	2,761242456
	50-60+	0	0	1.241	0,150576279	0
	Toplam :	53.043	100	824167	100	

Araştırma sahasında en fazla alanı kil oranı %20-30 arasında olan alanlar kaplarken (%62,3), frekans oranı en fazla olan alanlar kil oranı %40-50 arasında olan alanlardır. Sahada en geniş alanı kil oranı %20 – 30 arasında olan alanların kapladığı görülmektedir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış kil dağılımı haritası.

4.2.2.1.7. Yağış

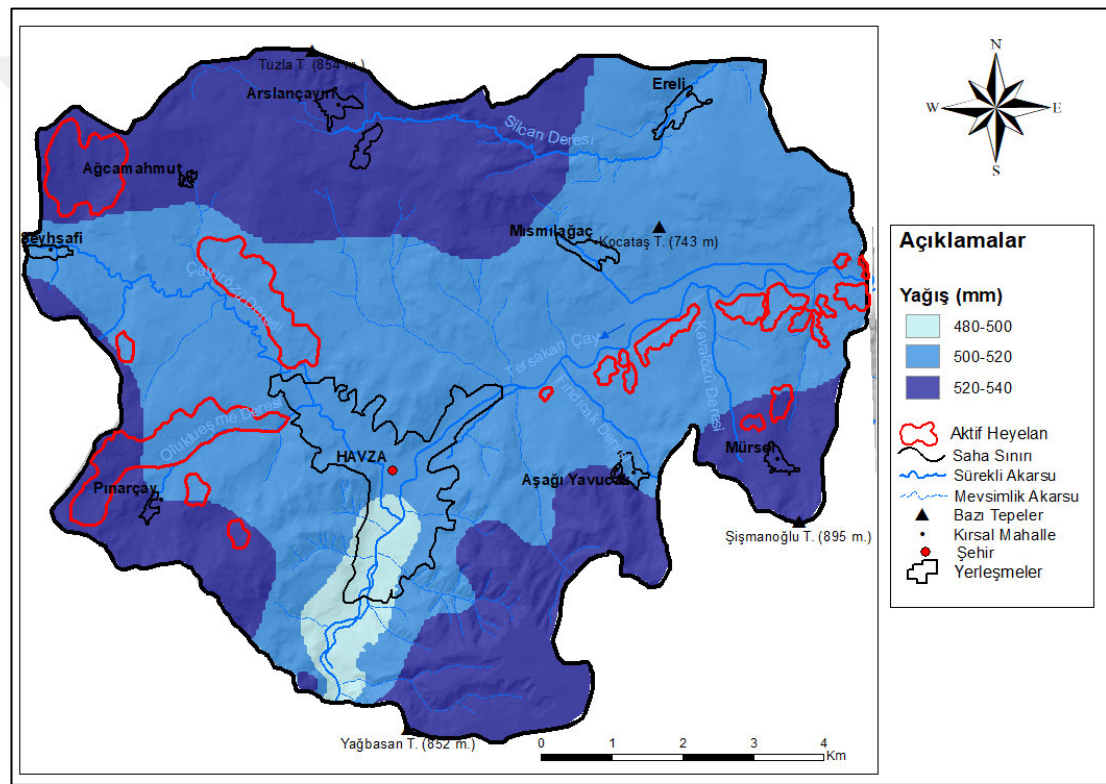
Yağış kütlelerin hacim ağırlıklarının artmasında ve yamaç dengesinin bozulmasında önemli bir faktördür. Ayrıca yağış kil-mil içeriği fazla olan toprakların ana kayadan ayrılarak yerçekimine bağlı olarak eğim doğrultusunda ve kayma yüzeyi boyunca harekete geçmelerini tetikler.

Türkiye Heyelan Envanteri Haritası'na göre araştırma sahasında en fazla heyelan (%62,5) ile yine araştırma sahasında en geniş yayılış alanına sahip yağış basamağı olan (%60,1) 500-520 mm aralığında yağış alan alanlarda görülmektedir. Aynı alt sınıfın frekans oranı 1.039187735'tir (Tablo 4.17).

Araştırma sahasının küçük olması ve saha içi yükselti farkının az olmasından dolayı yağış parametresi için Schreiber metodu ile üç alt parametre oluşturulmuştur (Şekil 4.16).

Tablo 4.17. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizinde kullanılan yağış (mm) alt sınıfları, piksel sayıları ve frekans oranları.

Parametre	Alt Sınıf	Alt Sınıf Heyelanlı Piksel Sayısı	Alt Sınıf Heyelanlı Piksel % (PLO)	Alt Sınıf Piksel Sayısı	Alt Sınıf Piksel % (PIF)	FR (PLO/PIF)
Yağış (mm)	480-500	0	0	25.546	3,09961452	0
	500-520	33.166	62,52662934	495.891	60,16875221	1,039187735
	520-540	19.877	37,47337066	302.730	36,73163327	1,020193422
	Toplam :	53043	100	824.167	100	



Şekil 4.16. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış yağış dağılışı haritası.

4.2.2.1.8. NDVI

“Arazi örtüsü, yamaçların stabilite halinde olduğunun dolaylı bir ifadesidir. Kıraç ve nadir arazi örtüsü ile kaplı alanlar daha hızlı erozyon ve ormanlara göre daha büyük duraysızlıklar göstermektedir” (Yalçın, 2007b; Reis vd., 2009; Akıncı ve Kılıçoğlu, 2015: 6).

Bitki örtüsü heyelan oluşumu üzerinde olumlu ve olumsuz etkilere sahiptir. Bitkilerin kökleri ve hacim ağırlıkları toprağın duraylılığını artırarak heyelan oluşumunu önleyebilir veya geciktirebilir. Fakat köklerin suyun toprağa infiltre olmasını kolaylaştırarak heyelan oluşumunu desteklemesi ihtimali de söz konusudur. Yine de ormanlık alanlarda diğer arazi kullanım sınıflarına göre heyelanların daha az etkili olduğunu belirtmek gerekir (Dağ, 2007; Dağ ve Bulut, 2012).

Ağaçların kök sistemleri toprağı çalı ve otlara göre daha iyi tutabilecek kapasitededir. Her ne kadar NDVI bitki formasyonları ve türleri (ağaç, çalı, ot) hakkında detaylı bilgi vermeyip, yalnızca kapalılık bilgisi verse de, literatür taramalarında yerli ve yabancı araştırmacıların NDVI'ı büyük çoğunlukla bir değerlendirme kriteri olarak kabul ettiği görülmüştür. Sahada NDVI tespiti için 18/04/2020 tarihli Landsat/ L8 OLI/TIRS uydu görüntüsü kullanılmıştır. Bu uydu görüntüsünün 4. Ve 5. bantları kullanılarak sahanın bitki yoğunluğu haritası üretilmiştir.

$$NDVI = \frac{\text{Yakın Kızılötesi (NIR)} - \text{Kırmızı/Yakın Kızılötesi(NIR)}}{\text{Kırmızı} + \text{Kırmızı}}$$

Özetle

$$NDVI = \frac{\text{Bant5} - \text{Bant4}}{\text{Bant5} + \text{Bant4}}$$

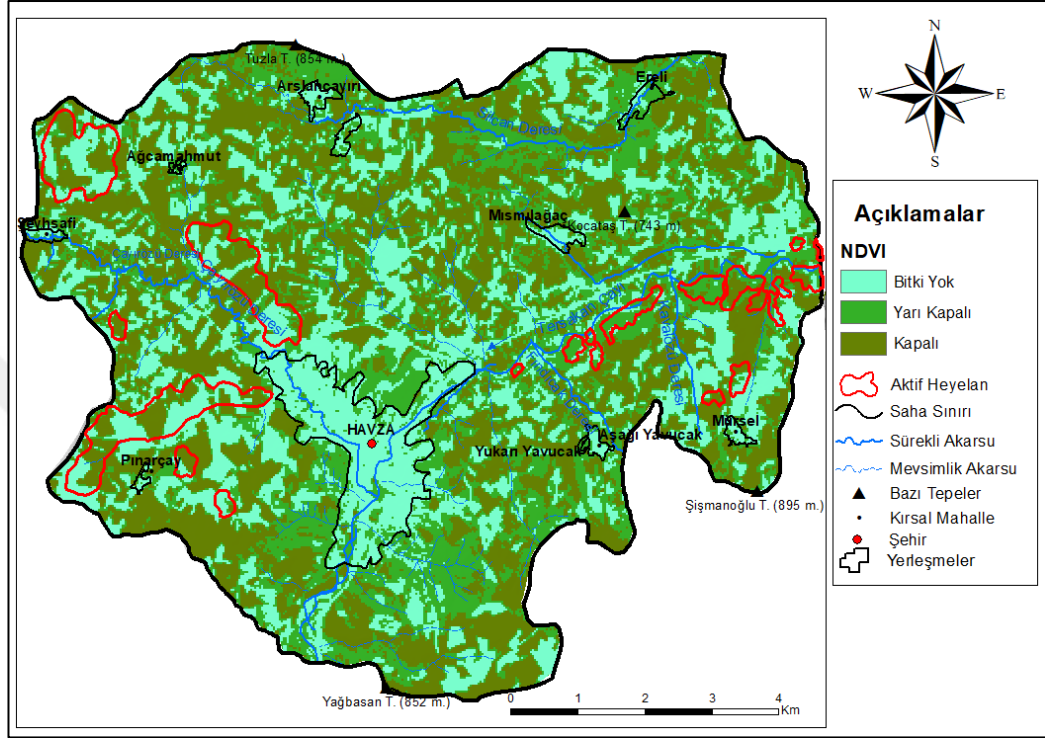
Daha sonra “Natural Breaks (Jenks)” metoduyla bitki yoğunluğu üç alt sınıfa ayrılarak bitki olmayan, yarı kapalı olan ve kapalı olan alanlar olmak üzere sınıflandırılmıştır.

Her ne kadar sahadaki bitki ile kaplı alanlarda heyelanlı alanların oranı diğer alanlarda daha fazla ise de (%38,2) bitki bulunmayan alanların frekans oranının daha yüksek olduğu görülmektedir (1.219543259) (Tablo 4.18). Bitki ile kapalı alanlarda heyelanların bulunmasında yarı-nemli iklim şartlarına bağlı olarak sahanın baskın bitki formasyonunun ot olmasının etkili olabileceği düşünülmektedir (Şekil 4.17).

Tablo 4.18. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizinde kullanılan NDVI alt sınıfları, piksel sayıları ve frekans oranları.

Parametre	Alt Sınıf	Alt Sınıf Heyelanlı Piksel Sayısı	Alt Sınıf Heyelanlı Piksel % (PLO)	Alt Sınıf Piksel Sayısı	Alt Sınıf Piksel % (PIF)	FR (PLO/PIF)
NDVI	Bitki Yok	19.950	37,61099485	254.175	30,8402302	1,219543259
	Yarı-Kapalı	12.783	24,09931565	255.535	31,0052453	0,777265763
	Kapalı	20.310	38,2896895	314.457	38,15452451	1,003542568
	Toplam :	53043	100	824167	100	

Yerleşim alanları ve diğer beşeri unsurlar da (yol, köprü, fabrika, mandıra, sera vb.) bitki olmayan alanlar dahilinde kaldığından arazi kullanımı parametresinin heyelan duyarlılık analizinde kullanılmasına ihtiyaç duyulmamıştır. Bitki olmayan alanların fazlalığında tarih itibariyle boş olan tarım alanlarının etkisi de bulunmaktadır.



Şekil 4.17. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış NDVI haritası.

4.2.2.1.9. Akarsuya Uzaklık

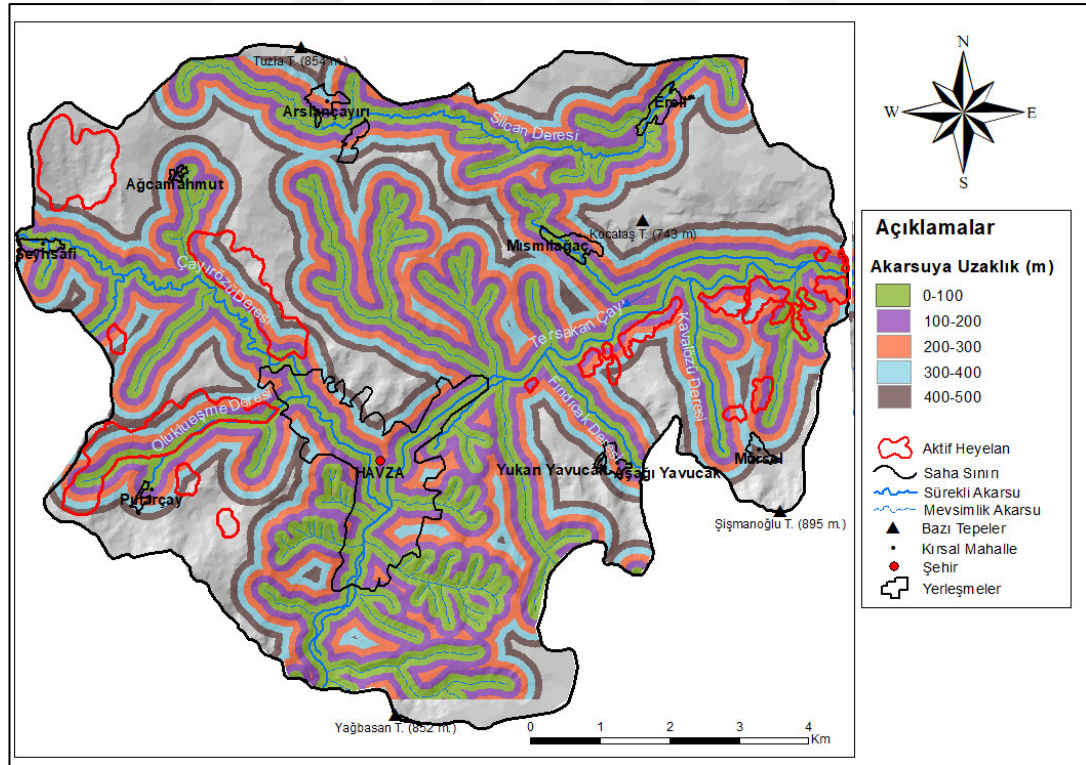
Pek çok araştırmacı heyelan duyarlılık analizlerinde akarsuya uzaklık parametresini kullanmaktadır (Dağ ve Bulut, 2012). Akarsular, kazdıkları vadilerin yamaçlarının genellikle çevresine göre eğim değeri yüksek alanlar olması, ayrıca yamaçların topuklarını aşındırarak yamaç dengesini bozmaları ve heyelan yükünü tesviye ederek heyelanın devamlılığını sağlamaları gibi pek çok nedenle heyelan duyarlılık analizinde dikkate alınması gereken bir parametredir.

Araştırma sahasında heyelanlarının gelişimine akarsuyun yamaç topuğunu aşındırması neden olsa bile heyelan tacının çok daha yukarılarda yer aldığı gözlemlenmiştir. 50'şer metre aralıklarla oluşturulacak tamponların akarsuların heyelanlar üzerindeki etkisini tam anlamıyla temsil etmeyeceği değerlendirilmiş, Arcmap ortamında Euclidian Distance (Öklid Uzaklığı) fonksiyonu kullanılarak 100'er metre aralıklı 5 tampon bölge oluşturulmuştur. Aynı fonksiyon farklı mesafe

aralıklarında olmak üzere faya ve yola uzaklık haritaları oluşturulurken de kullanılmıştır. Sahadaki toplam heyelanların %73,1'i akarsulara 500m mesafede bulunan alanlar içerisinde gerçekleşmektedir. Analiz sonucu akarsulara en yakın sınıf olan 0-100 m arasındaki heyelanların oranı %17,6 iken 100-200 m arası uzaklıktaki alanların heyelan oranı %26,8'dir (Tablo 4.19). Daha sonraki uzaklık sınıflarında heyelan oranı kademeli bir şekilde azalmaktadır. En fazla frekans oranı ise akarsulardan 200-300 m uzaklıkta bulunan alanlara aittir (1.270759552) (Şekil 4.18).

Tablo 4.19. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizinde kullanılan akarsuya uzaklık (m) alt sınıfları, piksel sayıları ve frekans oranları.

Parametre	Alt Sınıf	Alt Sınıf Heyelanlı Piksel Sayısı	Alt Sınıf Heyelanlı Piksel % (PLO)	Alt Sınıf Piksel Sayısı	Alt Sınıf Piksel % (PIF)	FR (PLO/PIF)
Akarsuya Uzaklık (m)	0-100	6.826	17,60231053	207.782	29,55310918	0,595616198
	100-200	10.393	26,80058795	167.346	23,80184332	1,125987916
	200-300	9.398	24,23476624	134.085	19,07108722	1,270759552
	300-400	7.287	18,79109827	107.342	15,26739489	1,230799256
	400-500	4.875	12,57123701	86.525	12,3065654	1,021506538
Toplam :		38.779	100	703.080	100	



Şekil 4.18. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizi için oluşturulmuş ve sınıflandırılmış akarsuya uzaklık haritası.

4.2.2.1.10. Faya Uzaklık

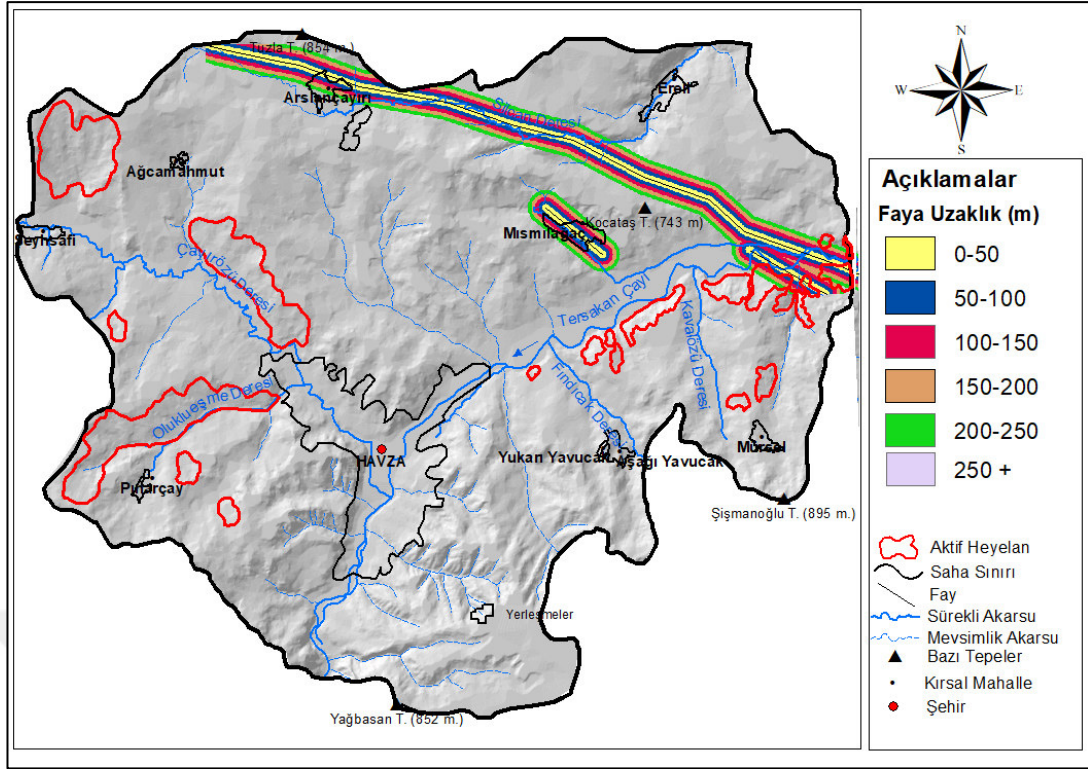
Herhangi bir sahada fay hatlarının varlığı heyelan oluşumu için önemli parametrelerden birini oluşturmaktadır. Fay hatları boyunca uzanan fay diklikleri heyelanlar için uygun zemin (eğim) hazırlamaktadır. Ayrıca depremler sırasında oluşan sarsıntılar da heyelanları tetikleyebilmektedir.

Deprem sonrası hasar alan fay zonu ve çevresinde (göreceli mesafelerde) meydana gelen tektonik deformasyonlar, yeni eğim değeri yüksek alanlar oluşturabilmektedir. “Türkiye’deki heyelanların yarısından fazlası aktif faylar çevresinde 60 km genişliğindeki kuşaklar içerisinde gözlenmektedir.” (Çan ve ark., 2013, s. 4; Özşahin, 2014a: 174).

Araştırma sahasının KAF’a en uzak noktası 8 km kadardır. Bu durum fayın geniş alanlı etkilerini değerlendirilmesini kısıtlamaktadır. Fayın yakın çevresindeki etkilerini değerlendirmek adına 50’şer metre aralıklarla oluşturulan 5 tampon bölge değerlendirmeye alınmıştır. Faylara 250 m. mesafedeki alanda sahadaki toplam heyelanların 5,49’unun gerçekleştiği görülmüştür. Bu heyelan alanlarının büyük çoğunluğunun faya 150-200 m mesafelerde bulunduğu görülmüştür (%26,14). En büyük frekans oranı da yine aynı mesafe aralığındadır. (1.352711235) (Tablo 4.20). Faylara 250 m’den daha uzak olan alanlar tek sınıf olarak kabul edilmiştir (Şekil 4.19).

Tablo 4.20. Havza Depresyonu’nda heyelan duyarlılık analizinde kullanılan faya uzaklık (m) alt sınıfları, piksel sayıları ve frekans oranları.

Parametre	Alt Sınıf	Alt Sınıf Heyelanlı Piksel	Alt Sınıf Heyelanlı Piksel % (PLO)	Alt Sınıf Piksel	Alt Sınıf Piksel % (PIF)	FR (PLO/PIF)
Faya Uzaklık (m)	0-50	444	15,23678792	13.240	21,59517208	0,705564552
	50-100	526	18,05078929	12.491	20,37351166	0,885993028
	100-150	525	18,0164722	12.376	20,1859403	0,892525784
	150-200	762	26,14962251	11.852	19,33126733	1,352711235
	200-250	657	22,54632807	11.351	18,51410863	1,217791714
	Toplam :	2.914	100	61.310	100	



Şekil 4.19. Havza Depresyonu’nda heyelan duyarlılık analizi için oluşturulmuş faya uzaklık haritası.

4.2.2.1.11. Yola Uzaklık

Yollar oluşturulurken topoğrafya şartlarının daha çok izin verdiği akarsu vadileri gibi doğal oluklar tercih edilmektedir. Akarsu vadi yamaçlarının potansiyel heyelan alanları olmalarının yanı sıra yol yapımı sırasında açılan yol yarmaları yamaç sürekliliğini ve dengesini bozabilmektedir. Bu yüzden yollara uzaklık heyelan duyarlılık analizlerinde önemli bir parametredir.

“Yamaçlarda açılan yollar hem topoğrafyada hem de yamaç topuğunda yük azalmasına neden olmaktadır. Topoğrafyanın değişmesi ve yük azalması yamaç gerisinde gerilme artışlarına sebep olmakta ve bu gerilme çatlaklarının gelişmesine neden olmaktadır. Yol açılmadan önce dengede olan yamaçta, daha sonra dışarıdan gelebilecek su girişi gibi negatif etkilerle duraysızlıklar meydana gelmektedir“ (Yalçın, 2007: 8).

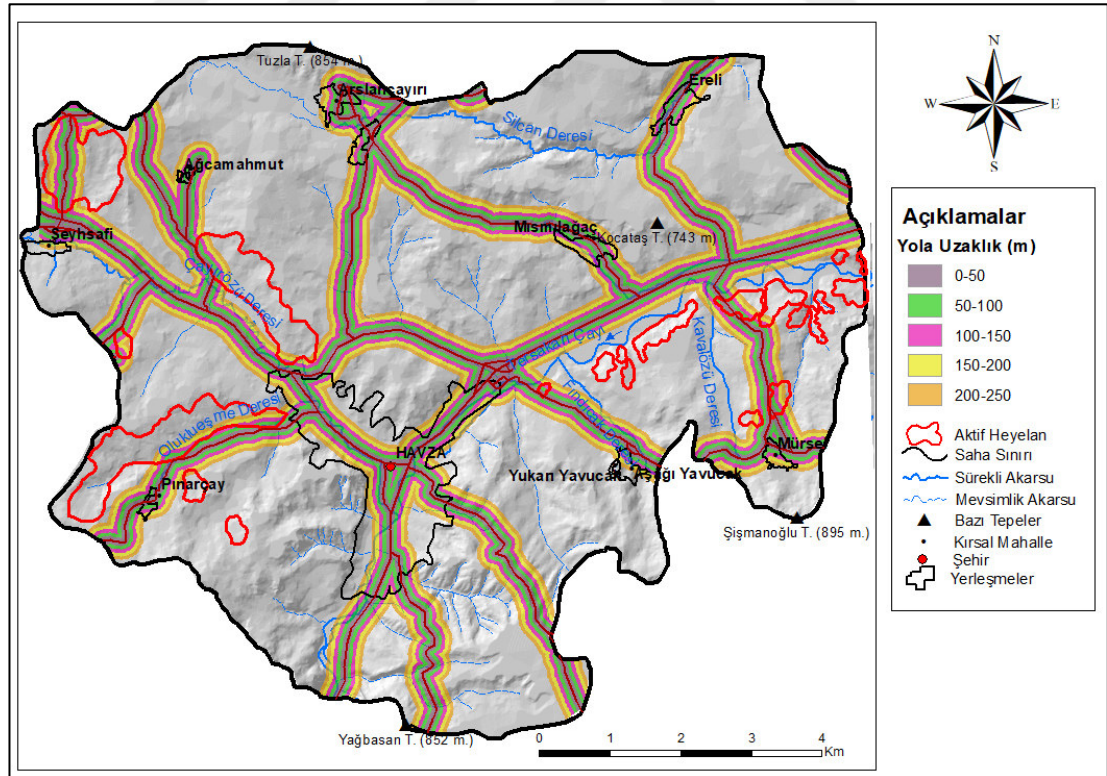
Çalışmada yola uzaklık parametresi için 50 metre aralıklara 5 uzaklık sınıfı oluşturulmuştur (Şekil 8). Bu alt sınıflar oluşturulurken yalnızca karayolları dikkate alınmış, sahanın büyük bölümünde Samsun-Ankara karayoluna yakın mesafede ve paralel bir şekilde uzanan Samsun-Amasya-Sivas demiryolu analizler sırasında hücre çakışmalarına neden olduğu için dikkate alınmamıştır. Araştırma sahasındaki

heyelanların %28,61'inin yollara 250 m mesafede bulunan alanlarda gerçekleştiği görülmektedir. Oluşturulan tampon bölgeler içerisinde en fazla heyelan alanı %22,47 ile 200-250 m uzaklık sınıfında yer almaktadır. Yine benzer şekilde en büyük frekans oranı da 1.21756834 ile bu mesafe aralığına aittir (Tablo 4.21).

Tablo 4.21. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizinde kullanılan yola uzaklık (m) alt sınıfları, piksel sayıları ve frekans oranları.

Parametre	Alt Sınıf	Alt Sınıf Heyelanlı Piksel Sayısı	Alt Sınıf Heyelanlı Piksel % (PLO)	Alt Sınıf Piksel Sayısı	Alt Sınıf Piksel % (PIF)	FR (PLO/PIF)
Yola Uzaklık (m)	0-50	2.705	17,82184741	71.406	23,17353376	0,769060411
	50-100	2.743	18,07220978	61.944	20,10281175	0,898989157
	100-150	3.006	19,80498089	59.792	19,40441883	1,020642827
	150-200	3.312	21,82105679	58.103	18,85628424	1,157229946
	200-250	3.412	22,47990513	56.891	18,46295142	1,21756834
	Toplam :		15.178	100	308.136	100

Heyelan duyarlılık analizi için oluşturulan yola uzaklık haritası aşağıda sunulmuştur (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık analizi için oluşturulmuş yola uzaklık haritası..

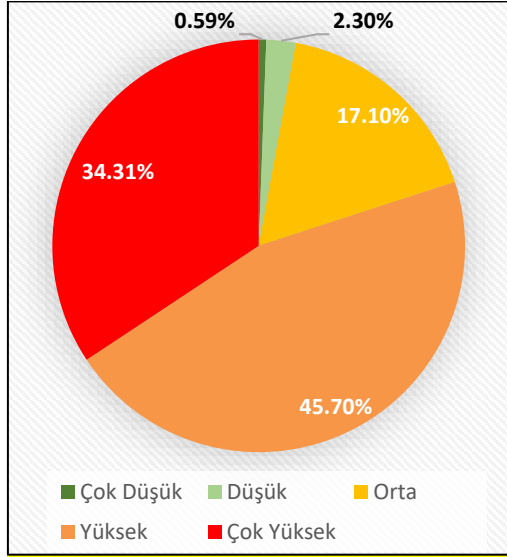
4.2.2.2. Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesi

.Yapılan heyelan duyarlılık analizi sonucu heyelan olayına yüksek ve çok yüksek duyarlılığa sahip alanların (31,27 km²) toplam çalışma alanına (82,4 km²) oranı %37,95 iken bu alanda mevcut aktif heyelan oranı %80,01'dir. Kontrol heyelanı olarak değerlendirilen sığ heyelanların yüksek ve çok yüksek duyarlılığa sahip alanlardaki oranı %73,63'tür.

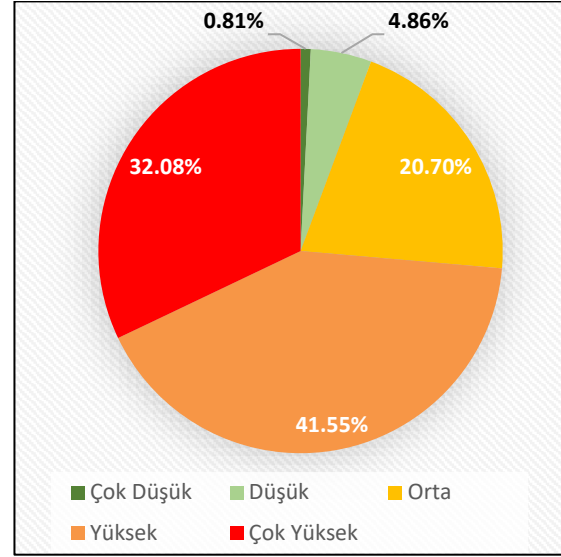
Aktif heyelanların %97,11 'i, kontrol grubunda yer alan sığ heyelanların ise %94,33'ü heyelana orta, yüksek ve çok yüksek duyarlılığa sahip alanlarda görülmektedir (Tablo 4.22, Şekil 4.21). Bu veriler ışığında yapılan heyelan duyarlılık analizinin güvenilirliğinin yüksek olduğu değerlendirilmiştir (Şekil 4.22). Analiz sonucunda araştırma sahasında heyelana karşı orta, yüksek ve çok yüksek duyarlı olduğu belirlenen alanların toplam çalışma alanının (82,4 km²) %62,53'üne (51,53 km²) karşılık geldiği görülmüştür (Şekil 4.23). Araştırma sahasının heyelan duyarlılık haritası (Şekil 4.24) ve kontrol heyelanlarının da yer aldığı karşılaştırmalı heyelan duyarlılık haritası aşağıda sunulmuştur (Şekil 4.25).

Tablo 4.22. Havza Depresyonu'nun detaylı heyelan duyarlılık durumu.

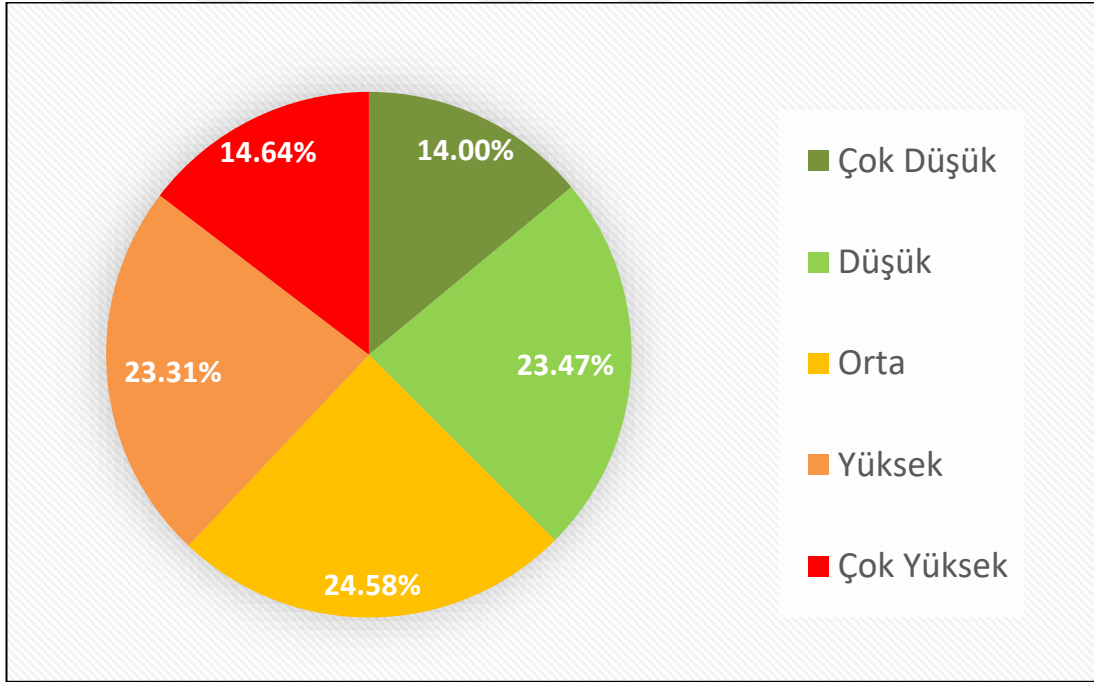
Heyelan Duyarlılık Sınıfları	Araştırma Sahası			Heyelan			Krip, Akma, Kayma (Sığ Heyelan)		
	Alan (km ²)	Piksel Sayısı	%	Alan (km ²)	Piksel Sayısı	(%)	Alan (km ²)	Piksel Sayısı	(%)
Çok Düşük	11,53	115.356	14,00	0,03	311	0,59	0,08	751	0,81
Düşük	19,34	193.415	23,47	0,12	1.220	2,30	0,45	4.463	4,86
Orta	20,26	202.611	24,58	0,91	9.071	17,10	1,90	18.997	20,70
Yüksek	19,21	192.155	23,31	2,42	24.235	45,70	3,81	38.140	41,55
Çok Yüksek	12,06	120.630	14,64	1,82	18.194	34,31	2,94	29.444	32,08
Toplam :	82,4	824.167	100	5,3	53.031	100	9,2	91.795	100



Şekil 4.21. Havza Depresyonu'nda aktif heyelanların, heyelan duyarlılık sınıflarına dağılımı.



Şekil 4.22. Havza Depresyonu'nda kontrol heyelanı olarak ayrılan sığ heyelanların heyelan duyarlılık sınıflarına dağılımı.

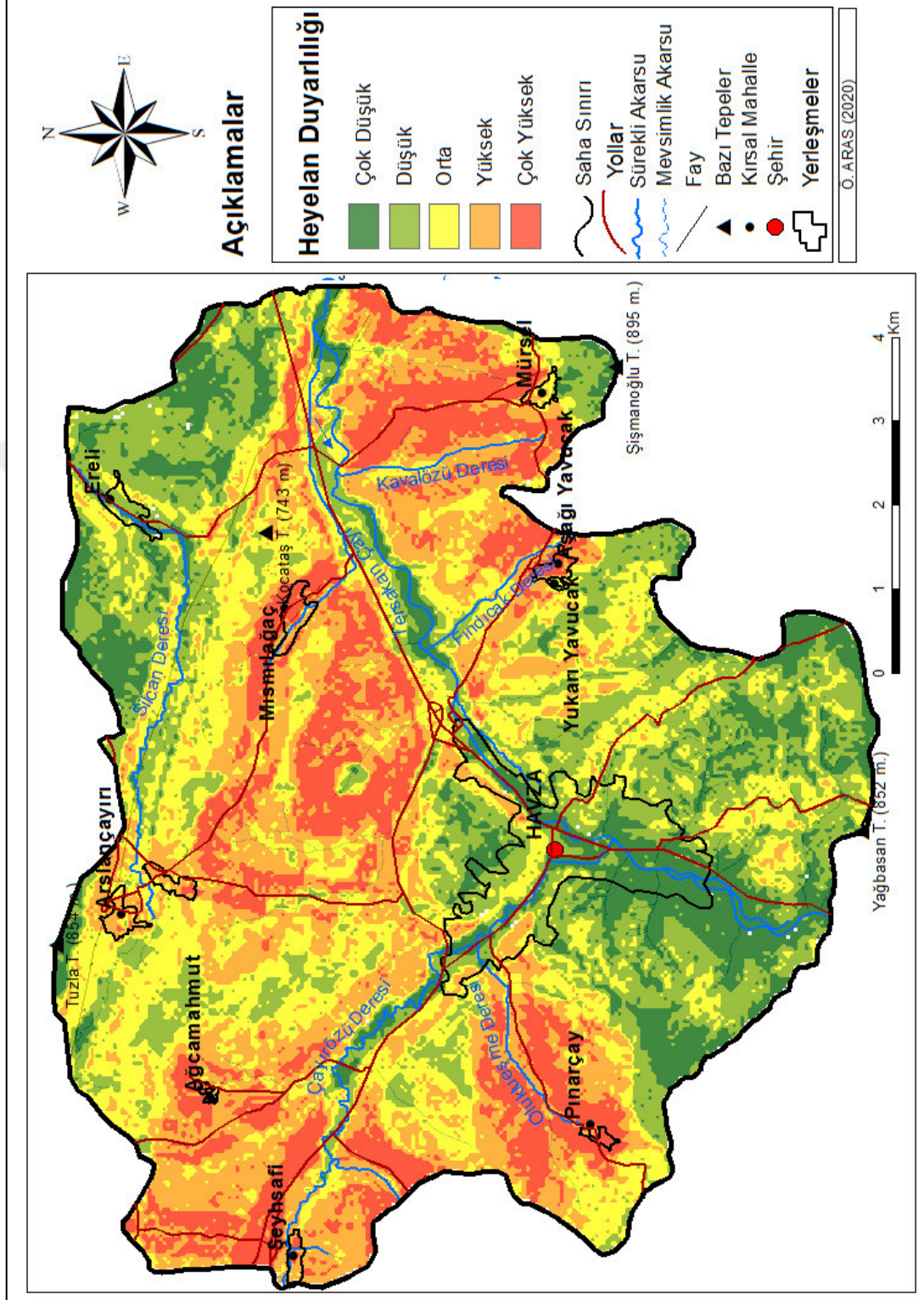


Şekil 4.23. Havza Depresyonu'nda heyelan duyarlılık sınıflarının araştırma sahası alanına oranı.

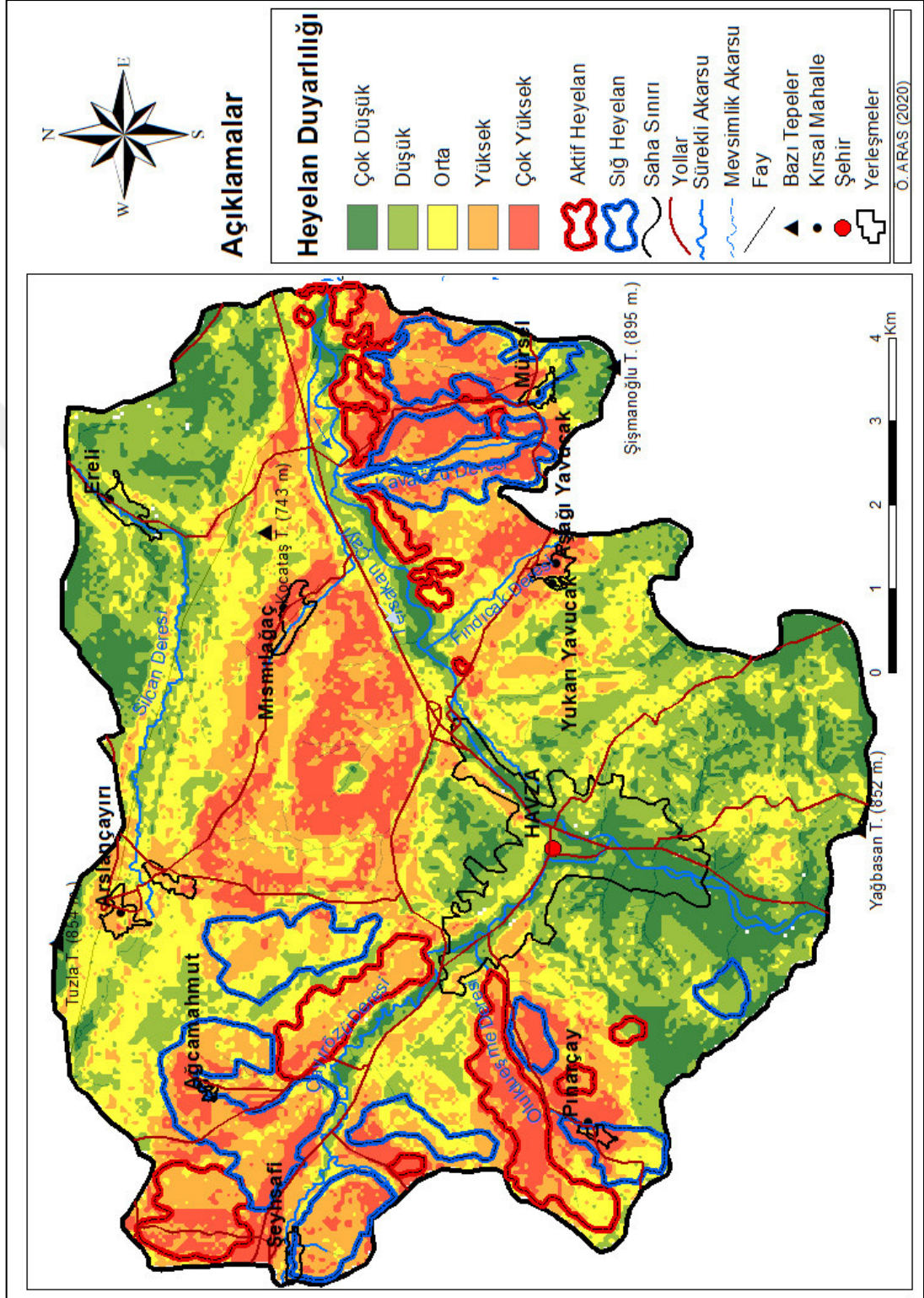
Araştırma sahasında yerleşme alanlarında heyelan duyarlılığı yüksek/çok yüksek olan yerleşme alanları 1,7 km² iken, tarım alanları 18,9 km²'dir. (Tablo 4.23).

Tablo 4.23. Heyelan duyarlılığı yüksek ve çok yüksek alanların arazi kullanım şekillerine dağılımı.

Heyelan Duyarlılığı	Yüksek	Çok yüksek
Yerleşme	1,1 km ²	0,6 km ²
Orman Mera	0,05 km ²	0,5 km ²
Tarım	17,8 km ²	11,1 km ²



Şekil 4.24. Havza Depresyonu'nun heyelan duyarlılık haritası.



Şekil 4.25. Havza Depresyonu'nda aktif heyelanların ve kontrol amacıyla ayrılan siğ heyelanların, heyelan duyarlılık haritasındaki konumları.

4.2.3. Erozyon Duyarlılık Analizi

Çalışmada erozyon duyarlılık analizinde RUSLE (Renard vd. 1991) yöntemi kullanılmıştır. Yöntemin detaylarına “Doğal Afet Duyarlılık Analizi Yöntemleri” bölümünde değinilmiştir. Burada ise faktör haritalarının oluşturulma aşamaları ile sonuç haritasının üretilerek erozyon etki değerlendirilmesinin yapılması aşamaları yer almaktadır.

4.2.3.1. RUSLE Yöntemi'nin Uygulanması

RUSLE yöntemi aşağıdaki formülle uygulanmaktadır (Renard vd., 1997):

$$A = R * K * LS * C * P \quad (17)$$

Formülde;

A: Toprak Kaybı (ton/ha/yıl)

R: Yağış erozif faktörü

K: Toprağın dayanıklılığı faktörü

LS: Yamaç eğim uzunluğu ve derecesi faktörü

C: Zemin örtüsü faktörü

P: Erozyon önleyici önlemler

Uygulamanın detayları Doğal Afet Duyarlılık analizi Yöntemleri bölümünde Erozyon Duyarlılık analizi Yöntemleri başlığında yer almaktadır.

4.2.3.1.1. R Faktörü (Yağış Erozif Faktörü) :

R Faktörü bir bölgede yağmurun erozyon üzerinde etkili olan aşındırmasını ifade etmektedir. Yağışın artışıyla birlikte R Faktörü değeri de arttırmaktadır (Karaburun vd. 2009). Literatür taramalarında R değeri hesabı için çeşitli formüllere rastlanmıştır.

Daha önce USLE'de (Wischmeier ve Smith, 1978) de kullanılan ve RUSLE eşitliğinde de aynen geçerli olan yağış erozif faktörü (R) hesabında aylık ve yıllık yağış ortalamalarını dikkate alan ve ilk kez Fournier (1960) tarafından ortaya atılıp, Arnoldus (1980) tarafından modifiye edilen Modified Fournier Index (MFI) kullanılmıştır.

$$MFI = \frac{\sum_{i=1}^{12} P_i^2}{P_1} \quad (18)$$

Burada;

P_i: Aylık yağış (mm)

P_j: Yıllık yağışların ortalaması (mm) dir.

$$\text{Yağış Eroziyon Faktörü (R): } (4.17 MFI) - 152 \quad (19)$$

Hesaplamalar Havza Meteoroloji İstasyonu verileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla sahanın en sağlıklı uzun yıllar verisi olan 1986-1999 yılları arasına ait aylık yağış verileri kullanılmıştır. Yükseltiye göre aylık ve yıllık yağış dağılımında Schreiber formülü esas alınmıştır . Schreiber Formülü şu şekildedir:

$$P_h = P_o + (54h) \quad (20)$$

P_h: Bilinmeyen yağış değeri (mm),

P_o: Havza Meteoroloji İstasyonu Yağış Değeri (mm)

h: P_h ile P_o arasındaki yükselti farkı (hektometre)

“Yağış değeri bulunmak istenen yükselti basamağı, yağış değeri bilinen yükselti basamağından aşağıda yer alıyorsa formülde toplama yerine çıkarma işlemi yapılır” (Çiçek ve Ataol, 2009: 57) (Tablo 4.24).

Tablo 4.24. Schreiber formülüne göre Havza Depresyonu’nda yağışın yükseltiye bağlı olarak değişimi.

Yükseklik (m)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık (mm)
610	31,7	27,1	25,0	44,3	56,3	59,3	30,7	2,6	15,7	44,6	48,8	50,8	436,9
650	33,5	28,9	26,8	46,1	58,1	61,1	32,5	4,4	17,5	46,4	50,6	52,6	458,5
750	38,0	33,4	31,3	50,6	62,6	65,6	37,0	8,9	22,0	50,9	55,1	57,1	512,5
850	42,5	37,9	35,8	55,1	67,1	70,1	41,5	13,4	26,5	55,4	59,6	61,6	566,5
870	43,4	38,8	36,7	56	68	71	42,4	14,3	27,4	56,3	60,5	62,5	577,3

Havza Meteoroloji İstasyonunun bulunduğu yükseklik olan 750 m için Yıllık yağış ortalaması ise 512.5 olarak hesaplanmıştır. Veriler formülde yerine koyulduğunda MFI değeri **49,05**, R değeri **52,5** olarak hesaplanmıştır. Diğer yükselti basamaklarında MFI ve R değerleri de ayrı ayrı hesaplanmış, R Faktörü haritası oluşturulmuştur (Tablo 4.25, Şekil 4.26).

Tablo 4.25. Havza Depresyonu'nda yükseltiye bağlı MFI ve R Faktörü değerleri.

Yükseklik	MFI	R Faktörü değeri
610	43,85	30,85
650	45,30	36,90
750	49,05	52,53
850	52,95	68,80
870	53,74	72,09

4.2.3.1.2. K Faktörü (Toprak Direnç Faktörü - Erodibilite)

“K faktörü araziye oluşturan toprak sınıflarının fiziksel özelliklerine bağlı olarak ayrışma ve taşınmaya gösterdiği direnç özelliklerini ifade eder” (Balcı, 1996; Özdemir ve Tatar, 2016: 10).

Araştırma sahasının K Faktörü değerleri Türkiye Toprak Erozyon Tahmin Modeli (TURTEM) (Özden ve Özden, 1997)'nde yer alan ve Rosewell (1993) tarafından geliştirilen sınıflamaya göre hesaplanmıştır (Tablo 4.26). Hesaplama kullanılan (tekstür) bünye sınıfı verileri, araştırma sahasında belirlenen 80 noktadan alınan toprak örneklerinin laboratuvar ortamında hidrometre yöntemiyle (Bouyocous, 1951) yapılan analiz sonuçlarına dayanmaktadır.

Tablo 4.26. Bünye sınıflarına göre K değerleri.

Bünye sınıfları	Aşınım Değerleri	Bünye Sınıfları	Aşınım Değerleri
Kum	0,15	Killi tın	0,30
Killi kum	0,25	Siltli killi tın	0,40
Tınlı kum	0,20	İnce kumlu killi tın	0,25
Kumlu tın	0,30	Kumlu kil	0,17
İnce kumlu tın	0,35	Siltli kil	0,25
Kumlu killi tın	0,25	Hafif kil	0,25
Tın	0,40	Hafif orta kil	0,18
Tınlı ince kumlu	0,50	Orta kil	0,15
Siltli tın	0,55	Ağır kil	0,12

Kaynak: Rosewell, 1993, Özden ve Özden, 1997

Havza Depresyonu'ndan alınan toprak örneklerinin K değerlerine göre dağılımı ve erodibilite sınıfları aşağıda yer almaktadır (Tablo 4.27).

Tablo 4.27. Havza Depresyonu topraklarının aşınım değerleri (K).

Tekstür Sınıfı	Örnek Sayısı	Aşınım Değeri
Kil	3	0,30
Killi tın	5	0,15
Tın	1	0,40
Tınlı kum	1	0,20
Kumlu kil	4	0,17
Kumlu killi tın	57	0,25
Kumlu tın	9	0,30

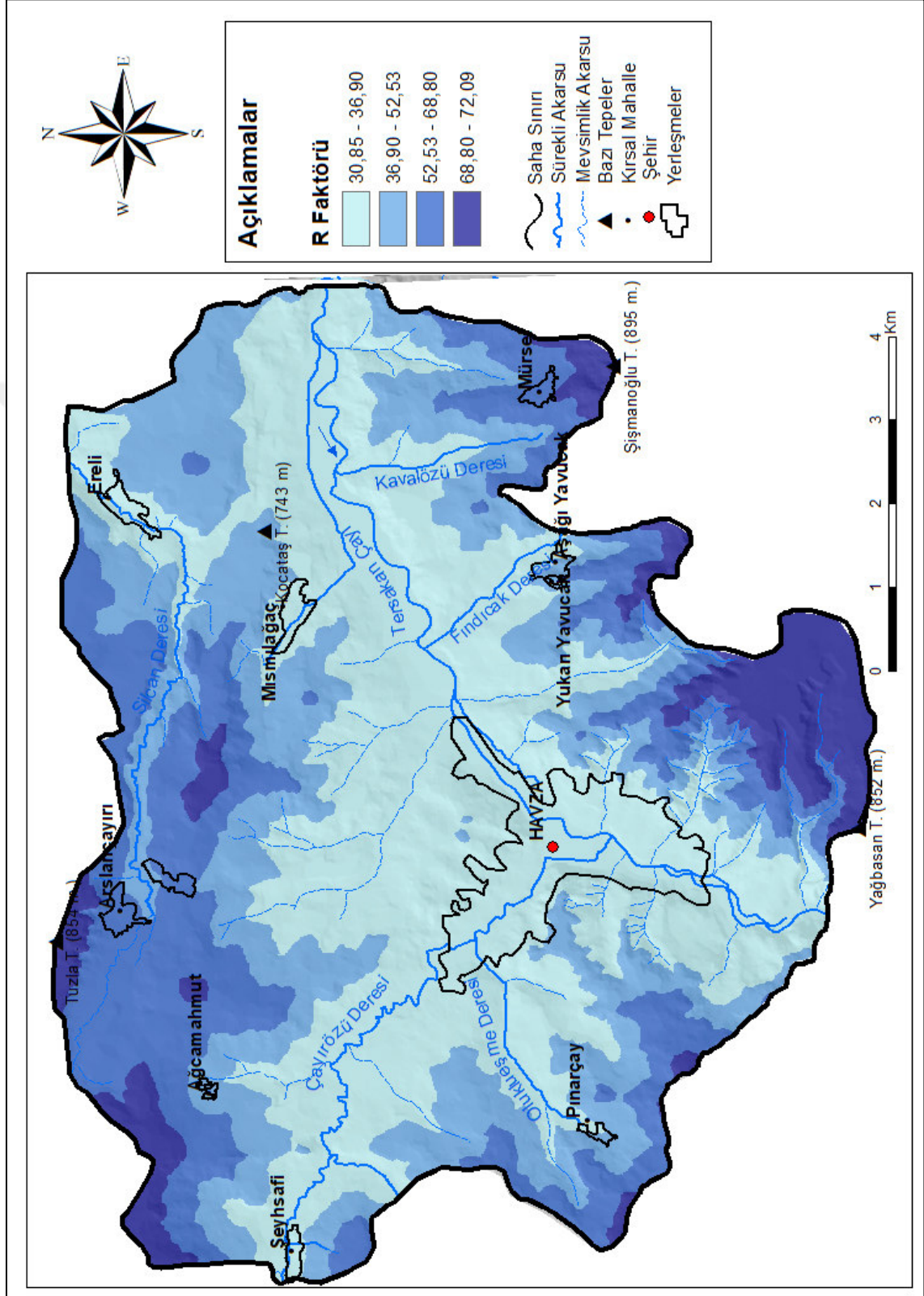
Toprakların erozyona duyarlılıklarının K faktörü değerine dayanan sınıflandırması aşağıda sunulmuştur (Tablo 4.28).

Tablo 4.28. Toprakların erodibilite (erozyona duyarlılık) dereceleri (K) ve anlamları.

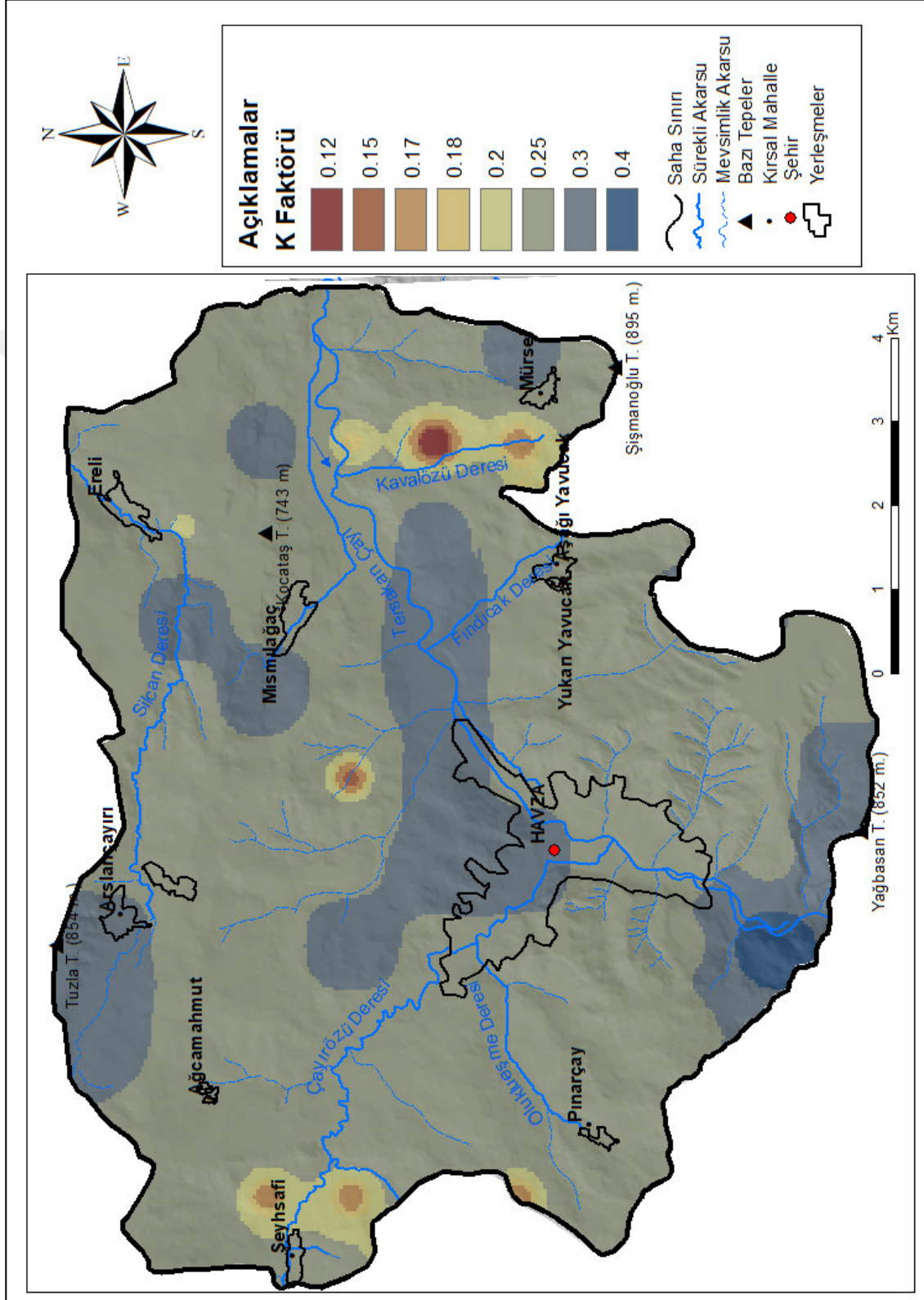
Erodibilite Faktörü (K)	Erodibilitenin anlamı ve derecesi
0,00 – 0,05	Çok az aşınabilir toprak
0,05 – 0,10	Az aşınabilir toprak
0,10 – 0,20	Orta derecede aşınabilir toprak
0,20 – 0,40	Kolaylıkla aşınabilir toprak
0,40 – 0,60	Çok kolaylıkla aşınabilir toprak
> 0,60	Aşırı derecede kolay aşınabilir toprak

Kaynak: Doğan ve Güçer 1976; Balcı 1996; Tüfekçioğlu ve Yavuz, 2016

Belirlenen K değerlerine göre saha topraklarının çok büyük bir bölümünün (57 örnek) “kolaylıkla aşınabilir toprak” sınıfında yer aldığı görülmektedir. Toprakların çok küçük bir kısmı ise “orta derecede aşınabilir toprak sınıfında yer almaktadır. Elde edilen K değerleri noktalara atanarak interpolasyon uygulanmış ve harita üretilmiştir (Şekil 4.27).



Şekil 4.26. Havza Depresyonu'nda R Faktörü dağılımı haritası.



Şekil 4.27. Havza Depresyonu'nda K Faktörü dağılımı haritası.

4.2.3.1.3. LS Faktörü

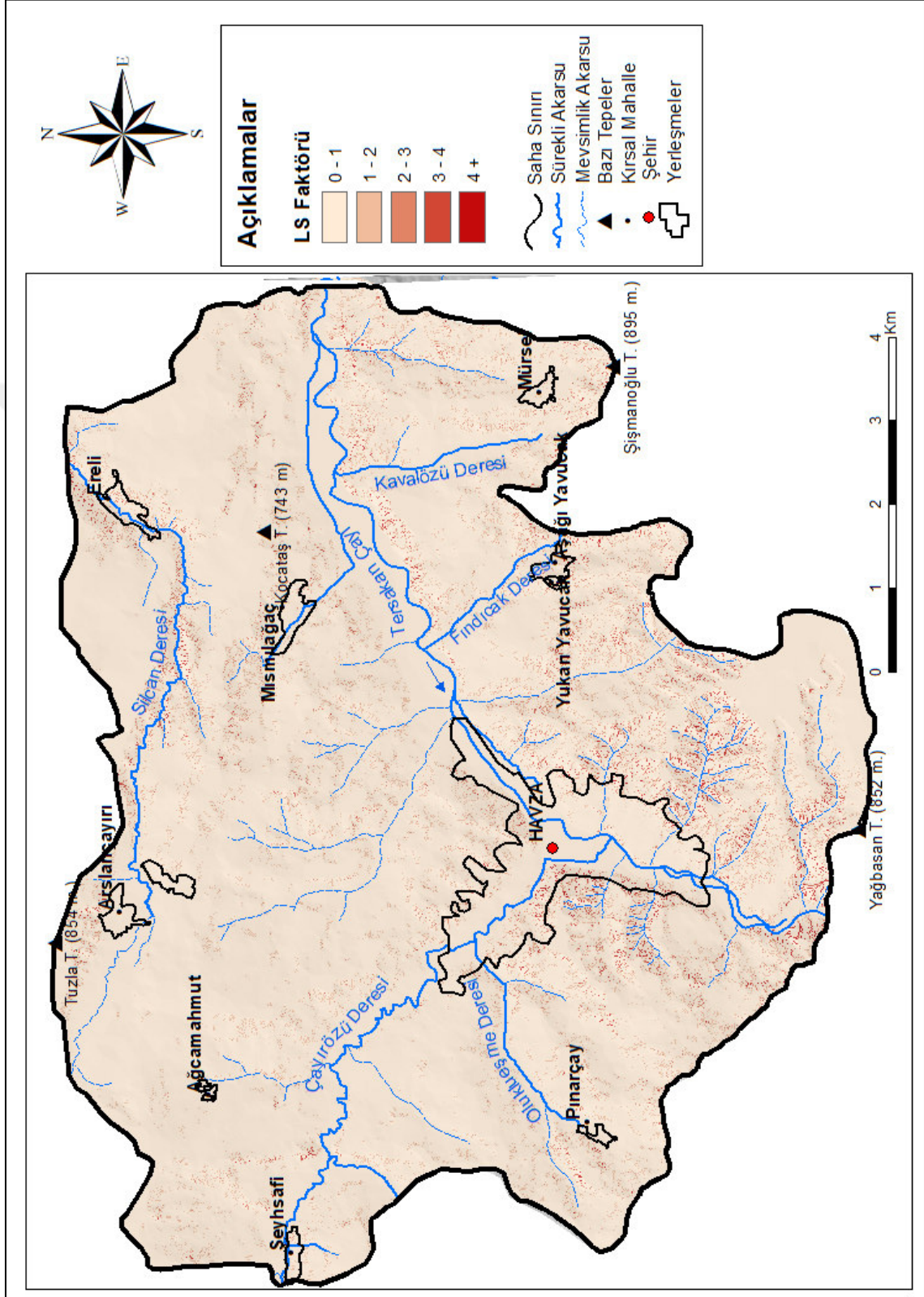
Yüzeysel akışın başladığı noktadan kanala veya akarsuya kadar olan yatay uzaklık eğim uzunluğu (L) olarak ifade edilmektedir. Eğim derecesi faktörü (S) ise % 9 eğimli bir yamaçta meydana gelecek toprak kaybını gösterir. “LS Faktörü 22,13 m uzunluğu ve %9 eğimi olan bir alanda meydana gelen toprak kaybı oranını ortaya koymaktadır. Bu özelliklerdeki bir yamacın LS değeri 1 olarak kabul edilir” (Özden ve Özden, 1997: 12).

Raster calculator ile aşağıdaki formül uygulanmasıyla LS Faktörü haritası ortaya çıkarılmıştır (Desmet ve Govers 1996, Mitasova vd. 1996; Tağıl, 2007).

$$\text{"LS} = 1.6 * \text{Pow} (\text{"Face"} * \text{çözünürlük} / 22.1, 0.6) * \text{Pow} (\text{Sin}(\text{"eğim"} * 0.01745) / 0.09, 1.3) \text{"} \quad (21)$$

Formülün uygulanabilmesi için öncelikle eğim haritası oluşturulmaktadır. Arc HydroTools eklentisiyle sırasıyla fill sinks fonksiyonu kullanılarak yeni bir DEM oluşturulmakta, bu DEM kullanılarak flow direction (akış yönü) raster verisi üretilmekte, o kullanılarak da flow accumulation (akış yoğunluğu) haritası elde edilmektedir.

Araştırma sahası ortalama eğimin çok fazla olmadığı bir alandır (7,5 °). Akarsu ağı da ağırlıklı kısa mesafelerde başka bir kola bağlanan mevsimlik akarsulardan oluşmakta, bu akarsular ise su toplama alanı küçük havzacıklardan beslenmektedir. Yani genel itibariyle yamaç eğimi düşük, eğim uzunluğu çok fazla olmayan bir alandır. Buna bağlı olarak araştırma sahasında LS değeri 0-1 arasında bulunan alan oranı oldukça fazladır. Eğimin arttığı vadi ve tepe yamaçlarında LS değeri artmakta, vadi tabanlarında ve aşınım yüzeylerinde azalmaktadır. LS değerinin arttığı alanlar güneydeki nispeten yüksek bölüm ile kuzeyde yer alan KAF çevresidir. Araştırma sahasının LS değeri 0-13 arasında değişmekle birlikte harita sınıflandırılırken piksel yığılmasına uygun bir sınıflandırma yapılmaya çalışılmıştır (Şekil 4.28).



Şekil 4.28. Havza Depresyonu'nda LS Faktörü dağılımı haritası.

4.2.3.1.4. C Faktörü (Zemin Örtüsü Faktörü)

“Zemin örtüsü özellikle yağış, yağışla birlikte düşen yağmur damlalarının etkisi ve sızma miktarı üzerinde etkilidir” (Karabulut ve Küçükönder, 2008: 16; Özşahin, 2014: 51). Türkiye’de farklı çalışmalarda çeşitli arazi kullanım şekilleri için farklı “C Faktörü” değerleri kullanılmıştır (Tablo 4.29). Çalışmada İmamoğlu (2015)’nun kullandığı C Faktörü değerlerinden yararlanılmıştır.

Tablo 4.29. Arazi kullanımı kodları ve C değerleri.

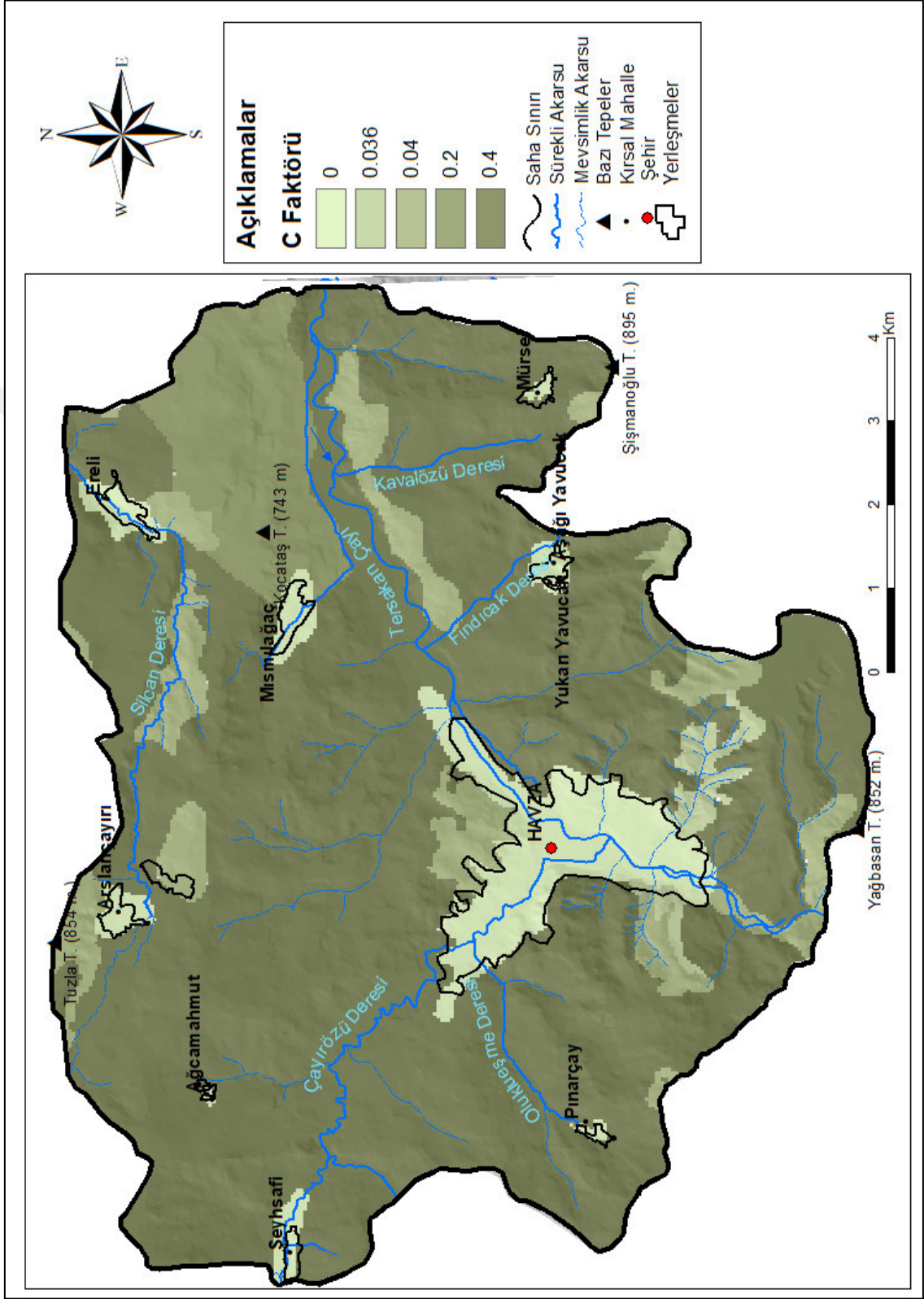
Arazi Kullanım Kodu	Arazi Kullanımı	C FAKTÖRÜ
M	Otlak (Mera)	0,040
F	Meşelik (Funda. maki vd.)	0,040
Bs	Sulu Tarım	0,200
O	Bozuk Orman (Seyreltilmiş bitki örtüsü)	0,036
K	Kuru Tarım	0,400
KM	Doğal Bitki Örtüsü-Tarım karışık	0,040
OM	Orman-Mera	0,040
ÇK	Çıplak Kaya	0,036
Y	Yerleşmeler	0,000

Kaynak: İmamoğlu, 2015

Araştırma sahasının zemin örtüsü özelliklerini belirlemek için , Orman ve Su İşleri Bakanlığı (günümüzde Tarım ve Orman Bakanlığı) tarafından yürütülen CORINE Projesi (2017) interaktif haritaları kullanılmıştır. Sahanın zemin örtüsü öğeleri Arcmap ortamında yeniden koordinatlandırılmış ve zemin örtüsü haritası oluşturulmuştur. Oluşturulan haritadaki zemin örtüsü tipleri yukarıdaki sınıflamaya göre gruplandırılmış (Tablo 4.29) ve yeniden haritalanmıştır (Şekil 4.29).

Tablo 4.30. Havza Depresyonu zemin örtüsünün C faktörü değerlerine göre sınıfları.

0,036	0,040	0,200	0,400
-Çıplak Kayalık	-Ormanlar	-Sürekli Sulanan	-Sulanmayan Ekilebilir
-Bitki Örtüsü Az Ya da Olmayan Alanlar	-Doğal Bitki Örtüsü İle	Alanlar	Alanlar
-Seyrek Bitki Alanları	-Karışık Tarım Alanları	-Sulanan Karışık Tarım Alanları	-Sulanmayan Karışık Tarım Alanları
	-Maki veya Otsu Bitkiler		
	-Meralar		



Şekil 4.29. Havza Depresyonu'nda C Faktörü dağılımı haritası.

4.2.3.1.5. P Faktörü

Erozyon çeşitli uygulamalarla büyük oranda engellenebilen bir afettir. “Mevcut bitki örtüsünü korumak ve ağaçlandırma çalışmaları alınabilecek başlıca tedbirlerdendir. Hayvan otlatma ve mera kullanımını konusunda halkın bilinçlendirilmesi, eğimli arazilere taraçalar yapmak, tarlaları eğim doğrultusunda sürmemek, ürünleri nöbetleşe ekmek, anız örtüsünü yakmamak gibi diğer önlemler de alınabilir” (Özdemir ve Tatar, 2016: 16).

“P faktörü, arazide erozyon önleyici tedbirler uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonraki toprak kayıpları oranlanarak hesaplanır. P değerleri 0 ile 1 arasında değişir. En yüksek değer arazi örtüsü bulunmayan çorak arazilerde bulunur” (Blanco ve Lal, 2008; Özdemir ve Tatar, 2016: 16). İnceleme alanında yapılan arazi çalışmalarında Havza ilçe merkezi güney girişinde çok sınırlı bir alanda erozyon önleyici tedbirler gözlemlenmiş olmakla birlikte, saha geneli düşünüldüğünde mikro düzeyde olan bu tedbirin puanlama üzerinde etkili olmayacağı değerlendirilmiştir. Bu durumda pek çok çalışmada olduğu gibi bu çalışmada da P değeri “1” olarak kabul edilmiştir.

4.2.3.2. Erozyon Duyarlılık Değerlendirmesi

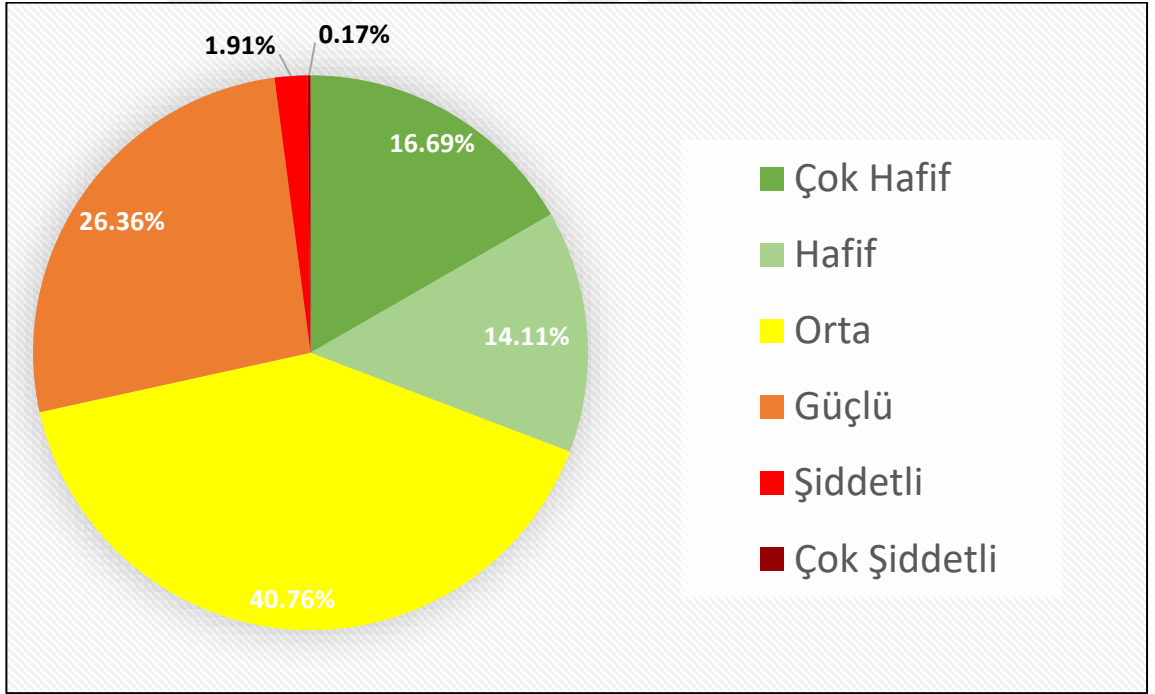
Erozyon duyarlılık değerlendirme için RUSLE yönteminin ana formülü olan $A=R \times K \times L \times S \times C \times P$ formülü kullanılmıştır. Formülün Raster Calculator ile uygulanması sonucu erozyon duyarlılık haritası meydana gelmektedir. Her parametrenin haritası ve sonuç haritasında hücre boyutu 10x10'dur. Yani her piksel 100 m²'ye karşılık gelmektedir. Erozyon duyarlılık haritasının sınıflandırılmasında Natural Breaks (Jenks) Yöntemi kullanılmış sınıflararası farklar azami düzeye çıkarılırken, sınıf içi tutarlılık da korunmuştur.

Erozyon duyarlılık sınıflandırmasında kullanımına sık rastlanan Bergsma vd. (1996) tarafından geliştirilen sınıflandırma öne çıkmaktadır (Tağıl, 2007) (Tablo 4.31). Bu çalışmada da aynı sınıflandırma kullanılmıştır.

Tablo 4.31. Havza Depresyonu erozyon duyarlılık sınıflandırması.

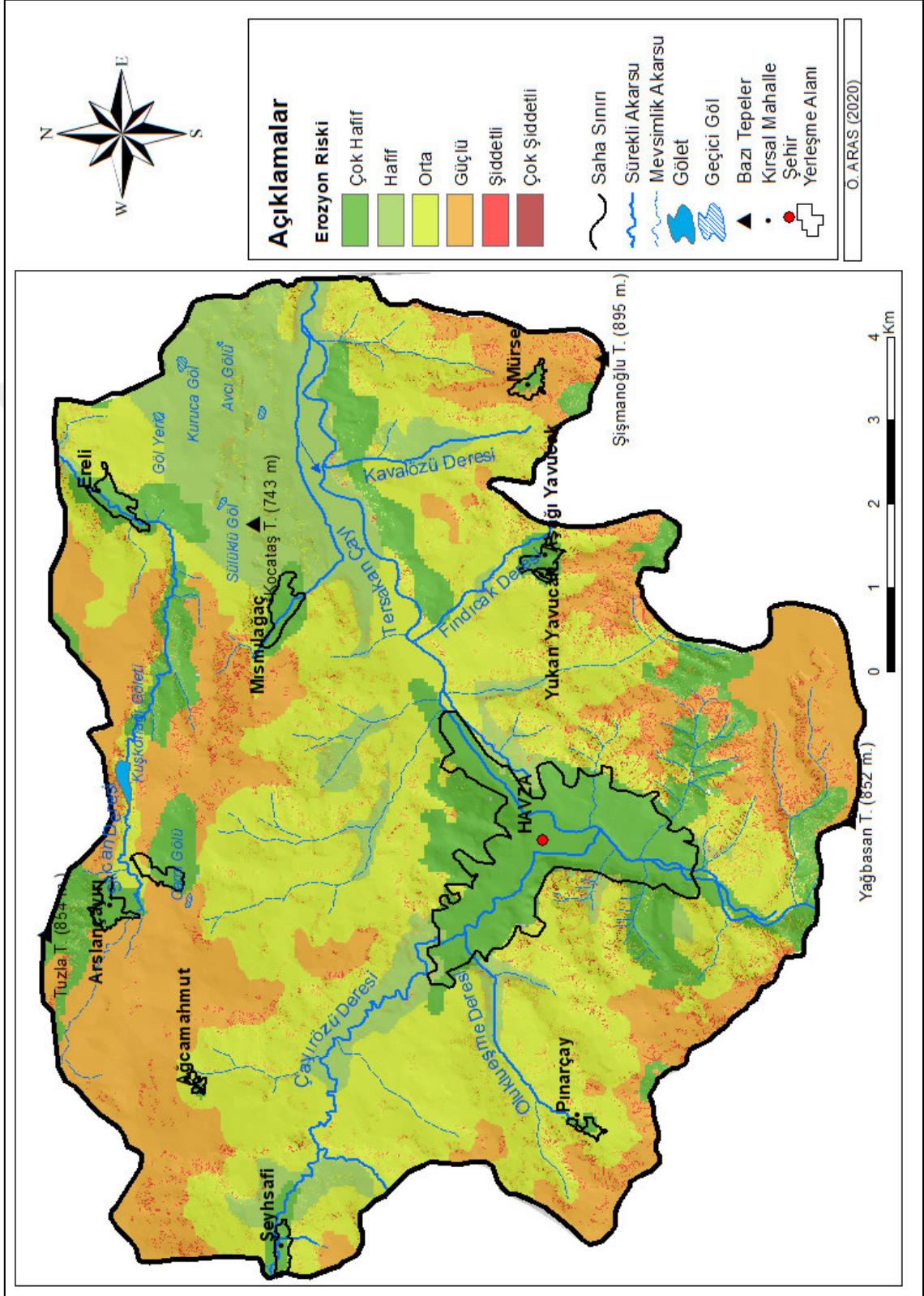
Erozyon Duyarlılığı	Km ²	Yüzde (%)	t ha ⁻¹ yıl ⁻¹
Çok Hafif	13,75	16,69	0-5
Hafif	11,63	14,11	5-12
Orta	33,59	40,76	12-35
Güçlü	21,72	26,36	35-60
Şiddetli	1,57	1,91	60-150
Çok Şiddetli	0,14	0,17	150>
Toplam	82,40	100	

Erozyon sınıfları içerisinde en geniş alanı % 40,76 ile orta derecede erozyon duyarlılığı bulunan alanlar oluşturmaktadır. Bu alanlarda toplam toprak kaybı 12-35 ton/hektar/yıl olarak belirtilmektedir. Yükseltinin, eğimin ve yağış değerlerinin arttığı alanlara karşılık gelen güçlü erozyon alanları sahanın %26,36' sını oluşturmaktadır (Şekil 4.30). Erozyon duyarlılık değerlendirmesinin sonuçları ve getirilen çözüm önerileri “Sonuç ve Öneriler” kısmında kapsamlı olarak ele alınmıştır.



Şekil 4.30. Havza Depresyonu'nda erozyon duyarlılığının duyarlılık sınıflarına dağılımı.

Su erozyonunu havza bazlı değerlendirmek daha tutarlı sonuçlar verecekse de, araştırma sahasının sınırları kabaca yerel su bölümü çizgilerine karşılık gelen zirvelerden geçirildiği için kabul edilebilir sonuçlar elde edildiği düşünülmektedir (Şekil 4.31).



Şekil 4.31. Havza Depresyonu'nun erozyon duyarlılık haritası.

4.2.4. Taşkın Duyarlılık Analizi

Taşkın duyarlılığı olan yerlerde yapılaşma olmasının taşkın zararlarını arttıracığı aşikârdır. Bu nedenle taşkınların insan sağlığına, çevreye, altyapı ve yatırımlara olan zararların azaltılması esastır. Taşkın anında su altında kalabilecek yerlerin önceden belirlenmesi ve buna göre tedbir alınması zararları en aza indirmektedir (Sargın, 2013: ii).

Araştırma sahasının en büyük yerleşim birimi olan Havza ilçe merkezi Tersakan Çayı vadisinin tabanı ve Çayırözü deresinin vadisinin tabanının mansap bölümünde kurulmuştur. Bu durum beşeri etkinliklerin olası bir taşkından etkilenme ihtimalini arttırmaktadır. Ayrıca araştırma sahasında bulunan kırsal yerleşmelerin de akarsu kenarlarında veya yakınlarında konumlandıklarını belirtmek gerekir. Taşkın üzerinde etkili olan parametrelerin puanlanmasında göz önünde bulundurulmuş literatür “Taşkın Duyarlılık Analizi Yöntemi” başlığı altında yöntemler bölümünde yer almıştır.

4.2.4.1. Taşkın Üzerinde Etkili Olan Parametreler

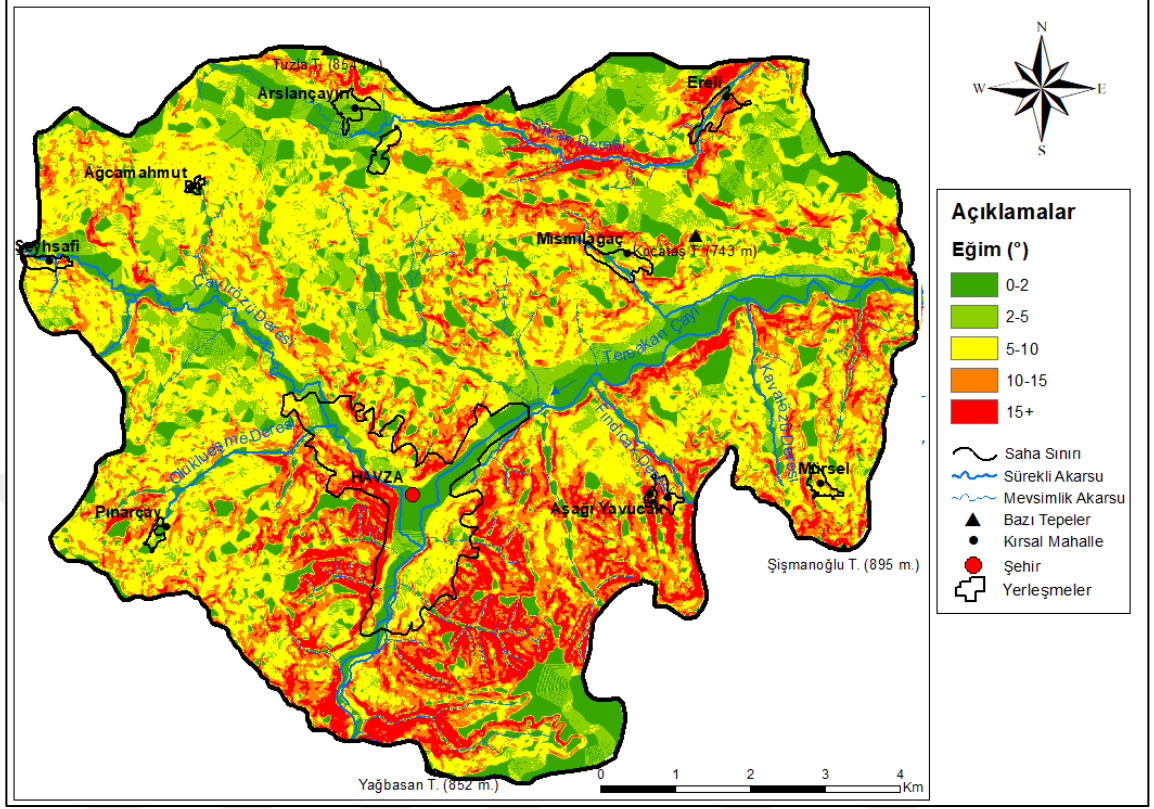
4.2.4.1.1. Eğim

Eğim, taşkın üzerinde etkili olan parametrelerin önemlilerinden birisidir. Eğimin azaldığı alanlar yer şekillerinin daha çok sade olduğu alanlardır ve akarsuların hızları buralarda azalmaktadır. Bu durum da akarsuyun yatağından taşmasına zemin hazırlamaktadır. Yani eğim ile akarsuyun yataktan taşma ihtimali arasında ters orantı bulunmaktadır. Ormansızlaşma ve betonlaşma gibi olumsuz faktörler de bir araya geldiğinde eğimin taşkın oluşumu üzerindeki etkisi katlanmaktadır.

Eğimin 0° - 2° olduğu alanlara 9 etki değeri atanmıştır (Tablo 4.32). Toplam ağırlık değeri ise tüm parametreler içerisinde en yüksek değer olan %20 olarak belirlenmiştir. Araştırma sahasının eğim özellikleri 5 kademeli olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 4.32).

Tablo 4.32. Havza Depresyonu’nda taşkın duyarlılık analizi için sınıflandırılmış eğim sınıfları ve taşkın etki değerleri.

Eğim ($^{\circ}$)	Alan (Km ²)	Alandaki Oran (%)	Atanan Etki değeri
0 – 2	14,31	17,36	9
2 – 5	11,55	14,02	7
5-10	32,47	39,41	5
10-15	15,29	18,56	3
15+	8,78	10,65	1
Toplam	82,4	100	



Şekil 4.32. Havza Depresyonu'nun taşkın duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış eğim sınıfları haritası.

4.2.4.1.2. Bakı

Araştırma sahası iklim özellikleri bakımından her ne kadar Karadeniz iklimi ile karasal iklim arasında geçiş özellikleri gösterse de Karadeniz'e yakınlığı ve daha çok kuzey sektörlü hava kütlelerinin etkisinde kalması kuzey yamaçların daha çok yağış alma ihtimalinin olduğunu göstermektedir. Sahadaki hakim rüzgarların kuzey – kuzeydoğu yönünden esmesi de bu durumu desteklemektedir.

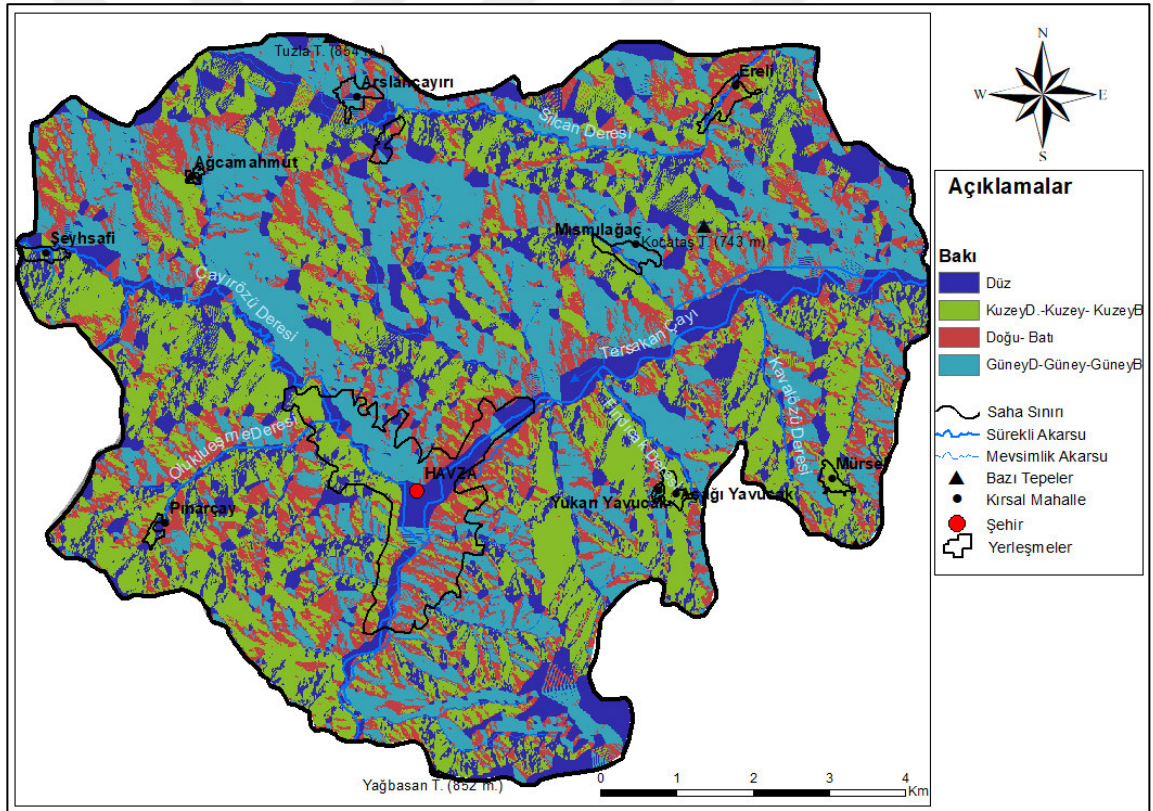
Bakı analizinde düz alanların belirlenmesi taşkın analizi için önemlidir. Düz alanlar taşkınlar için optimum şartları sağlar. Bu bağlamda düz alanlara analiz sırasında 9, Kuzey, kuzeydoğu ve kuzeybatı yönlerine 6 etki değeri atanmıştır (Tablo 4.33). Bakının toplam ağırlık değeri ise % 5 olarak belirlenmiştir.

Türkiye'de genel olarak dağların ve tepelerin güney yamaçları kuzey yamaçlarına göre daha fazla güneş radyasyonuna maruz kalmakta bu durum da kuzey ve güney yamaçlar arasında toprak nemliliği ve taban suyu özellikleri bakımından farklar

oluşturabilmektedir. Bu durum da yamaçlarda infiltrasyon farkını ortaya çıkararak, taşkın oluşumunu etkileyebilmektedir. Araştırma sahasında daha çok kuzey ve güneye bakan yamaçların yer alması ülkemiz dağlarının ana hatlarıyla doğu-batı doğrultusunda uzanmasına bağlanabilir (Mater, 1998; Turoğlu 2005; Özşahin 2013a) (Şekil 4.33).

Tablo 4.33. Havza Depresyonu'nda taşkın duyarlılık analizi için sınıflandırılmış bakı sınıfları ve taşkın etki değerleri.

Yön	Alan (Km ²)	Alandaki Oran (%)	Atanan Etki değeri
Kuzey – Kuzeydoğu - Kuzeybatı	25,44	30,87	6
Doğu – Batı	15,57	18,90	2
Güney – Güneydoğu – Güneybatı	23,29	28,26	2
Düz	18,10	21,97	9
Toplam	82,4	100	



Şekil 4.33. Havza Depresyonu'nun Taşkın duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış bakı haritası.

4.2.4.1.3. Yükseklik

Her ne kadar yüksek sahalarda da eğimin az olduğu ve taşkın gelişimine uygun alanlar bulunabiliyorsa da genel olarak yükselti arttıkça eğimin de arttığı bilinmektedir. Yani taşkınlar doğası gereği çoğunlukla havzaların aşağı çığırlarında gerçekleşmektedir.

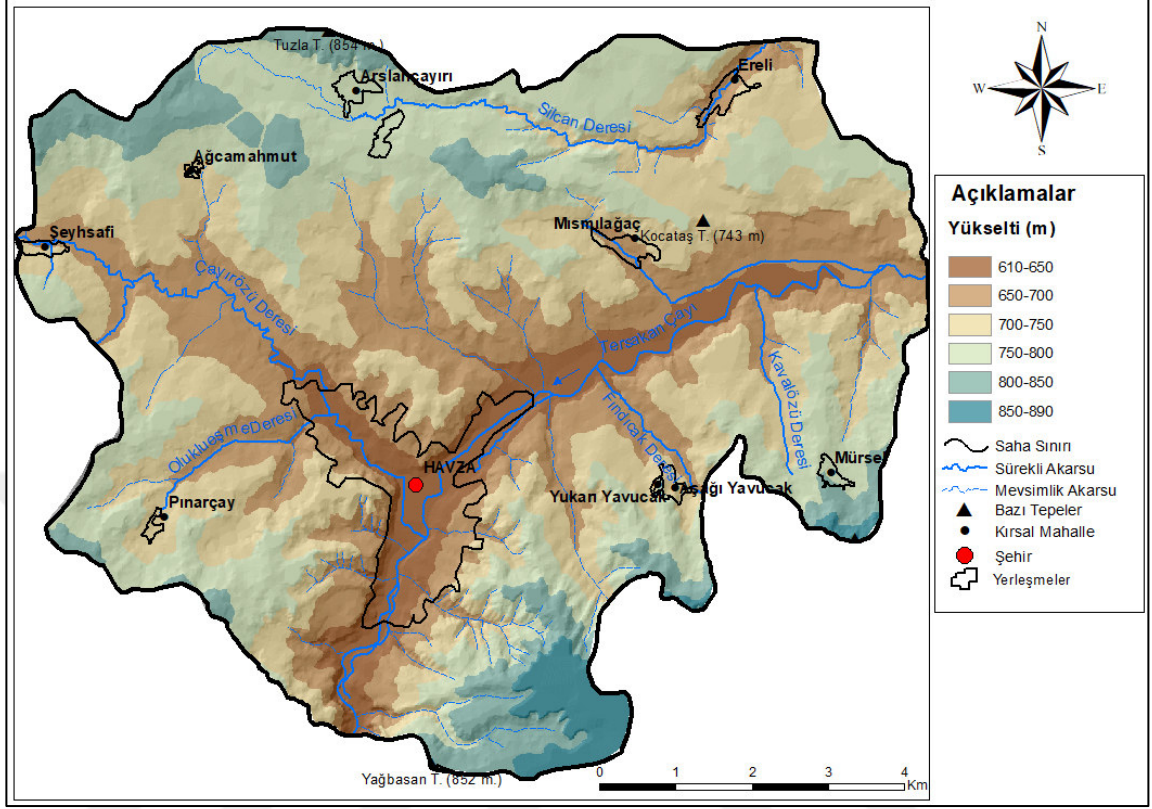
Yüksek kesimlerde yağışlar sonucu oluşan yüzey akışı eğimin fazlalığının ve diğer faktörlerin (bitki örtüsü, arazi kullanımı, toprak özellikleri gibi) etkisiyle hızlanabilmekte, aşağı çığırlarda yatağın ve köprülerin ayaklarının genişliği bu yoğun suyu drene edemeyebilmektedir.

Yükseklerde eğim değerlerine bağlı olarak toprak kalınlığının azalması, infiltre olan suyun anakayaya ulaşmasını hızlandırıp taban suyunun yüzeylemesini kolaylaştırıcı etki yaparak infiltrasyonu sınırlandırmaktadır. Yükseldikçe yağışta meydana gelen (Schreiber'a göre 100 metrede 54 mm) artış da bunlara eklendiğinde aşağı çığırlarda ve özellikle akarsuyun ana akarsuya bağlandığı mansap bölümünde stresi arttırmakta, beşeri müdahaleler de bunu destekleyebilmektedir.

Tüm bunlar ışığında yükselti azaldıkça taşkın ihtimalinin arttığı değerlendirilmiş, ilgili literatür de dikkate alınarak puanlama yapılmıştır. Depresyon tabanına karşılık gelen 610-650 m yükselti aralığında kalan alana 9 etki değeri, en yüksek yükselti basamağı olan 850-870 m yükseltilerine karşılık gelen alana 4 etki değeri atanmıştır (Tablo 4.34). Etki değerinin yükseklerde minimize edilmemesinin (1 olarak atanmamasının) nedeni yüksek sahalarda da yerel eğim, jeoloji, toprak ve bitki örtüsü özellikleri gibi nedenlerle taşkın gelişebilme ihtimalinin varlığıdır. Yükseklik parametresinin toplam ağırlık değeri %10'dur. Elde edilen harita aşağıda sunulmuştur (Şekil 4.34).

Tablo 4.34. Havza Depresyonu'nda taşkın duyarlılık analizi için sınıflandırılmış yükselti basamakları ve taşkın etki değerleri.

Yükseklik (m)	Alan (Km ²)	Alandaki Oran (%)	Atanan Etki değeri
610-650	6,74	8,18	9
650-700	19,40	23,54	8
700-750	25,94	31,48	7
750-800	21,79	26,44	6
800-850	6,67	8,10	5
850-870	1,86	2,26	4
Toplam	82,40	100	



Şekil 4.34. Havza Depresyonu'nda taşkın duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış yükselti basamakları haritası.

4.2.4.1.4. Jeolojik Özellikler

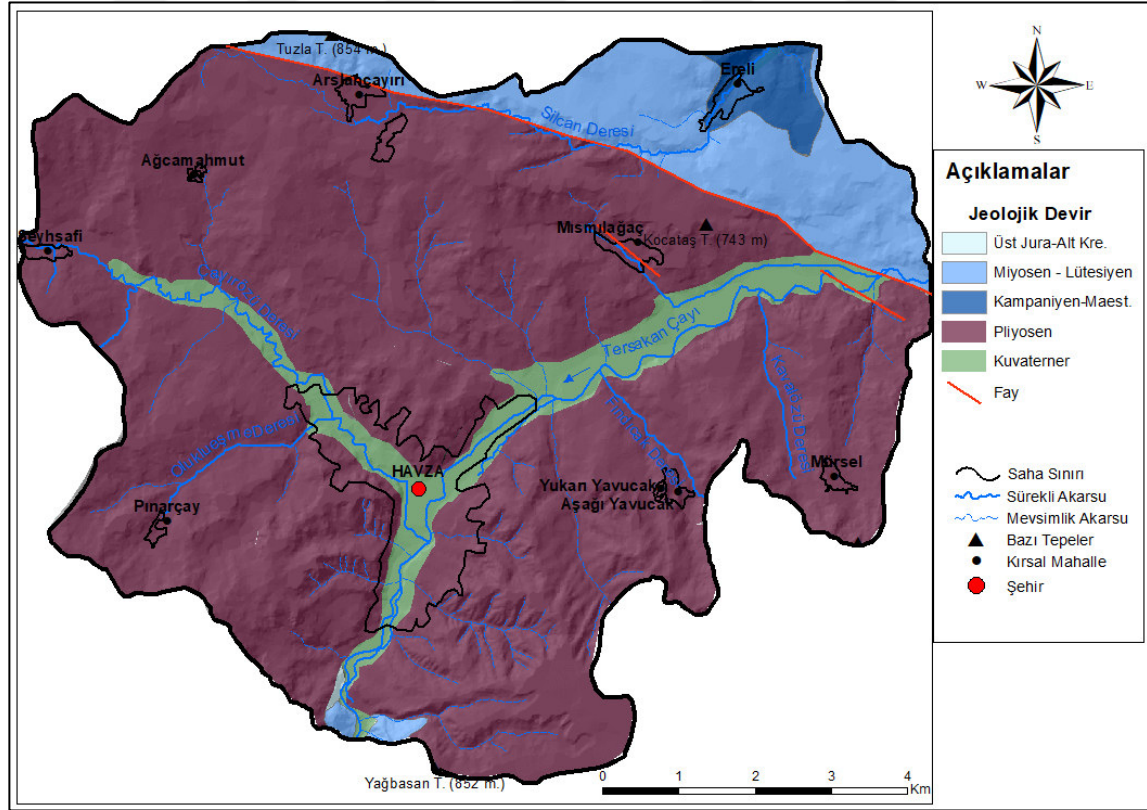
Jeoloji taşkın duyarlılığının belirlenmesinde önemli parametrelerden birisidir (Özşahin, 2013a). Bilindiği gibi infiltrasyon kapasitesi kayacın geçirgenliğiyle doğru orantılıdır. Çatlaklı ve porozite oranı yüksek olan kayalarda geçirgenliğin daha fazla olduğu bilinmektedir. Taşkın oluşumu ile geçirgenlik arasında ise ters orantı bulunmaktadır. Kayaçların infiltrasyon kapasiteleri göz önünde bulundurularak jeolojik birimler sınıflandırılmış ve etki değeri atanmıştır.

Araştırma sahasında bulunan Kuvaterner ve Pliyosen yaşlı arazilerin kumtaşı, çakıltaşı, çökelkaya ve alüvyon gibi infiltrasyon kapasitesi yüksek olması beklenen granüler yapılu jeolojik formasyonlardan oluştuğu görülmektedir. Bu formasyonlar içerisinde bulunan Kuvaterner yaşlı alüvyonlar oluşum süreci gereği taşkınlar gibi vadi tabanlarında buldukları için her ne kadar infiltrasyon kapasiteleri yüksek olsa da 8 etki değeri atanmıştır (Tablo 4.35). Pliyosen yaşlı geçirgenliği diğerlerine göre daha fazla olması beklenen sedimenter kayalara ise 1 etki değeri atanmıştır. Sahanın kuzeyinde yer

alan Miyosen ve Lütésiyen yaşlı volkanik alanlara ise daha az geçirgen olmalarına bağlı olarak 7 etki değeri atanmıştır. Sahanın kuzeyinde yer alan Kampaniyen – Maestrihtiyen yaşlı kumtaşı çamurtaşı ardalanması görülen alana 3, güneyde çok küçük bir alan kaplayan Üst Jurasik – Alt Kretase yaşlı kireçtaşı içerikli bölüme de 4 etki değeri atanmıştır. Jeoloji parametresinin ağırlıklı çakıştırılmaya etkisi %10 olarak değerlendirilmiştir. Puanlamada ilgili literatür dikkate alınmıştır. Sahada Pliyosen yaşlı arazilerin fazlalığı dikkati çekmektedir (Şekil 4.35).

Tablo 4.35. Havza Depresyonu’nda taşkın duyarlılık analizi için sınıflandırılmış jeoloji sınıfları ve taşkın etki değerleri.

Jeolojik Dönem	Alan (Km ²)	Alandaki Oran (%)	Atanan Etki değeri
Kuvaterner	6,48	7,86	8
Pliyosen	64,46	78,23	2
Miyosen ve Lütésiyen	9,99	12,12	7
Kampaniyen - Maestrihtiyen	1,41	1,71	3
Üst Jurasik – Alt Kretase	0,06	0,007	4
Toplam	82,4	100	



Şekil 4.35. Havza Depresyonu’nda taşkın duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış jeoloji haritası.

4.2.4.1.5. Yağış

Yağış, sel ve taşkın olaylarının meydana gelmesinde ana parametrelerden birisi olarak değerlendirilmektedir. Yağış parametresi havza bazlı değerlendirmelerde daha tutarlı sonuçlar verecektir. Araştırma sahasının en önemli hidrolojik birimlerini oluşturan Tersakan Çayı ve onun kolu olan Çayırözü Deresi'nin su toplama havzalarının çok büyük bir kısmı saha dışında kalmaktadır. Yeşilirmak'ın bir kolu olan Tersakan Çayı'nın Çayırözü havzasını da içeren toplam havza alanı 2684 km² iken, aynı havzanın saha içerisinde kalan bölümü 70 km²'dir. Araştırma sahasının 12,4 km²'lik bölümünü de Kızılırmak Havzasına bağlı Silcan Deresi drene etmektedir. Sonuç olarak araştırma sahasında gerçekleşmeyen bir yağış etkinliği sahada taşkın veya sele neden olabileceği gibi, sahada gerçekleşen dar alanlı yağışlar herhangi bir hidrolojik probleme yol açmayabilir. Bu bağlamda yağış parametresi saha içerisindeki küçük havzalarda (geçmiş örneklerde olduğu gibi) ani meydana gelen sağanak yağışlar sonucu oluşabilecek su baskını ve taşkınları etkileyeceği için sürece dahil edilmiştir.

“Yağıştan sonra bir miktar su toprak ve bitkiler tarafından tutulur. Toprak ne kadar kuru ise, akış oluşmadan önceki tutulma o kadar fazla olur. Toprağın yağış başladığındaki nem içeriği, süzülme ve yüzeysel akış mekanizmasında son derece önemlidir. Yağışla birlikte toprağın nem içeriği arttıkça süzülme hızı azalır ve en sonunda sabit bir değere ulaşır. Bu değer, toprağın en düşük süzülme kapasitesidir” (Özcan, 2017: 18).

Toprağın maksimum neme ulaşması (doyması) taşkın meydana gelebilmesi için önemli parametrelerden birisidir. Burada jeolojik özellikler, toprak türü, toprağın nemlilik durumu, toprak derinliği ve taban suyu seviyesi gibi pek çok parametre ile yağış arasındaki ilişkiler kompleks bir durum ortaya çıkarmaktadır. Sonuç olarak benzer miktarda yağışlar bir yerde taşkın ve sellere neden olabilecekken, başka bir yerde herhangi bir afet durumu oluşmayabilir. Bu durum yağış miktarı ile bahsedilen parametrelerin dinamikleri arasındaki bütçeye bağlıdır.

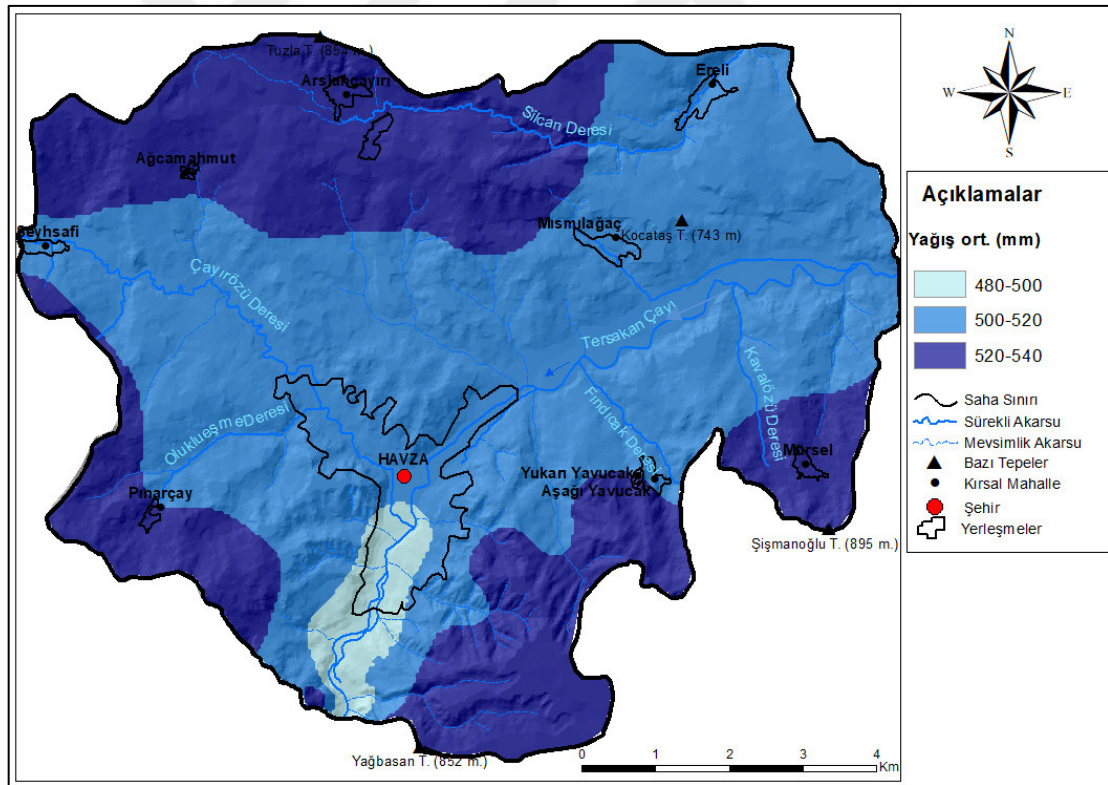
Araştırma sahası çok geniş olmadığı için, taşkın duyarlılık analizinde kullanmak üzere üretilen yağış haritasında izohiyet eğrileri 20 mm aralıklarla oluşturulmuştur. Bu sınıflandırma sonucu üç yağış basamağı ortaya çıkmıştır. 478 – 500 mm aralığında yağış alan alanlara 3, 520 – 542 mm aralığında yağış alan alanlara 7 etki değeri atanmış, sahada

yağış arttıkça (her ne kadar havza bazlı değerlendirmek gerekse de) aynı yerde taşkın riskinin de arttığı kabul edilmiştir. (Tablo 4.36).

Tablo 4.36. Havza Depresyonu'nda taşkın duyarlılık analizi için sınıflandırılmış yağış sınıfları ve taşkın etki değerleri.

Yağış (mm)	Alan (Km ²)	Alandaki Oran (%)	Atanan Etki değeri
478 – 500	2,55	3,09	3
500 – 520	49,51	60,08	5
520 - 542	30,34	36,83	7
Toplam	82,4	100	

Araştırma sahasının taşkın duyarlılık analizinde kullanılmak üzere daha önce Schreiber formülü esas alınarak hazırlanan yağış dağılımı haritası yeniden sınıflandırılarak (reclassify) raster formatına çevrilmiştir (Şekil 4.36). Yağış parametresinin toplam ağırlığı %10 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.36. Havza Depresyonu'nda taşkın duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış yağış haritası.

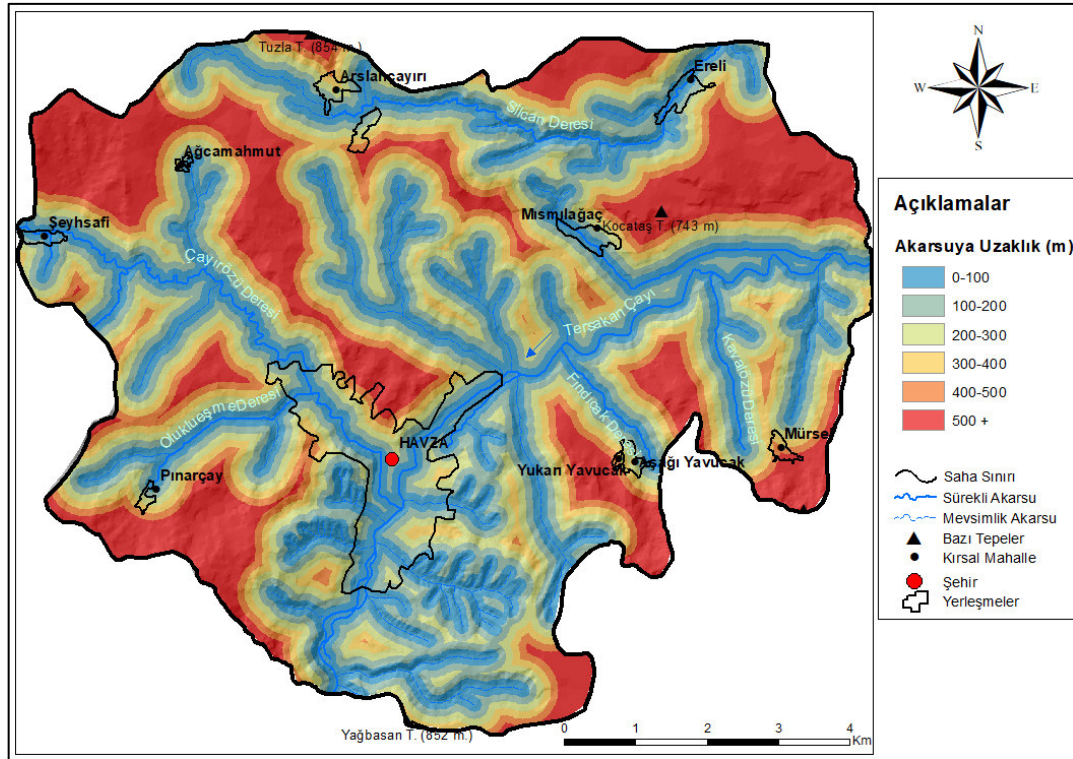
4.2.4.1.6. Akarsuya Uzaklık

Taşkın akarsu merkezli bir hat boyunca başlayıp sonra alansal yayılış gösteren

bir afet türüdür. Akarsuya yakın olan alanlar taşkından her zaman ilk önce ve en fazla etkilenen alanlar olmaktadır. Bu etki durumunu ortaya koyabilmek için ArcMap 10.5 “Euclidean Distance (Öklid Mesafesi)” özelliği kullanılarak akarsulara 100’er metre aralıklı 5 adet tampon bölge oluşturulmuştur. Bu harita oluşturulurken mevsimlik akarsular da dikkate alınmıştır. Akarsuya 100 m’ye kadar olan mesafedeki alanlara 9 etki değeri atanırken, mesafe uzadıkça etki değeri düşürülmüştür (Tablo 4.37). Puanlamada ilgili literatür dikkate alınmıştır. Akarsuya uzaklık haritası taşkın duyarlılık analizi sürecinin en önemli girdilerinden birisini oluşturmaktadır (Şekil 4.37).

Tablo 4.37. Havza Depresyonu’nda taşkın duyarlılık analizi için sınıflandırılmış akarsuya uzaklık sınıfları ve taşkın etki değerleri.

Akarsuya Uzaklık (m)	Alan (Km ²)	Alandaki Oran (%)	Atanan Etki değeri
0-100	20,42	24,78	9
100-200	16,19	19,65	8
200-300	12,75	15,47	7
300-400	9,68	11,75	6
400-500	7,22	8,76	5
500 +	16,14	19,59	3
Toplam	82,40	100,00	

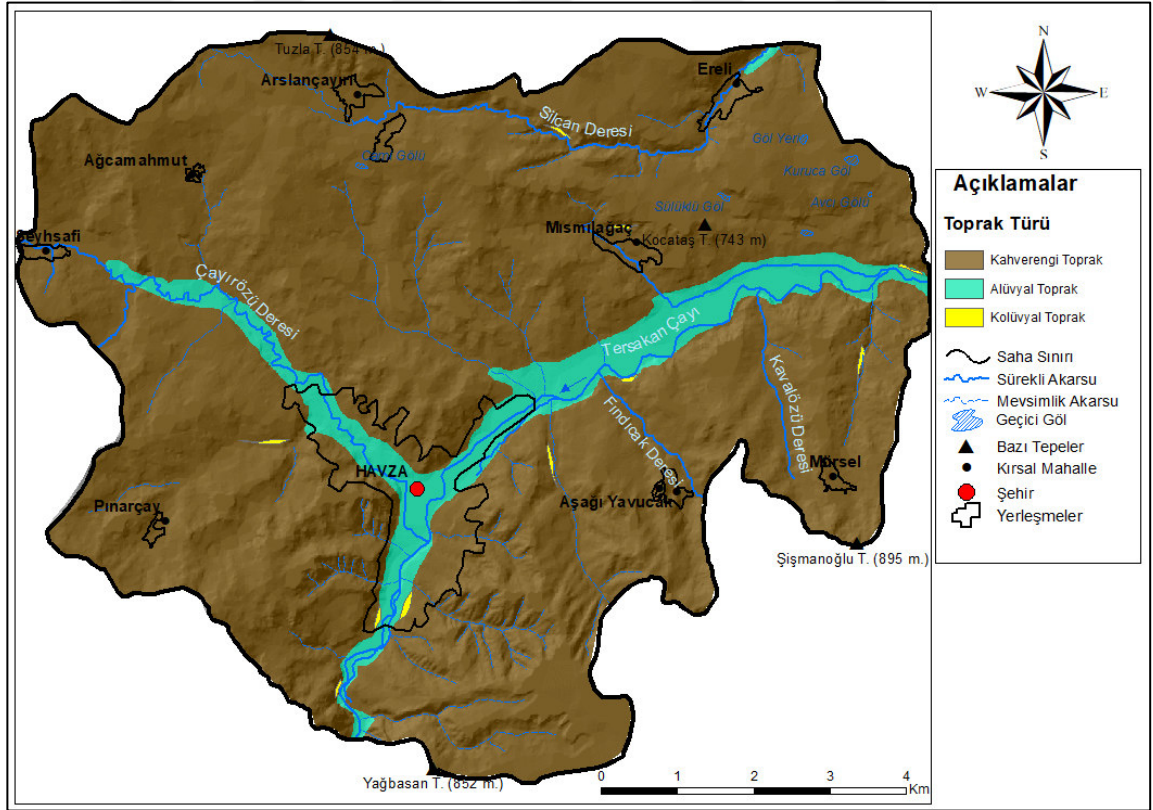


Şekil 4.37. Havza Depresyonu’nun akarsuya uzaklık haritası.

4.2.4.1.7. Toprak Türleri

Toprağın türü, tekstürü, strüktürü, derinliği, porozite ve nemlilik durumu gibi pek çok değişken bir havzada taşkın afetinin oluşumunda etkilidir.

Araştırma sahasında kahverengi topraklar ve alüvyal topraklar olmak üzere iki tür toprak bulunmaktadır (SGTHİM, 2013). Arazi çalışmalarında kolüvyal topraklara da kısmi alanlarda rastlanmıştır (Şekil 4.38). Alüvyal topraklar her ne kadar kumlu ve çakıllı yapılarıyla sızdırma kapasitesi yüksek topraklar olsa da vadi tabanlarında yer almaları ve taşkın olayının buralarda meydana gelme şansı bulmasından dolayı etki değeri yüksektir. Bu nedenle taşkın risk çalışmasında alüvyal topraklara 9 etki değeri atanmıştır. Ayrıca geçmişteki az yağışlı dönemlerde taşınan malzemenin incelmeye bağlı olarak alüvyal depolar içerisinde killi ve milli bantlar oluşabilmekte bunlar da toprağın infiltrasyonunu azalttığı gibi taşkın oluşumunu kolaylaştırabilmektedir. Kahverengi orman topraklarına ise yapılan literatür çalışmaları da dikkate alınarak 2 etki değeri atanmıştır.



Şekil 4.38. Havza Depresyonu'nda taşkın duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış toprak haritası.

Kolüvyal topraklar ise doğaları gereği yamaç eteklerinde ve çoğunlukla vadi tabanlarında yer alırlar. Bu durum akarsu yatağına da göreceli olarak yakınlığa neden olduğundan kolüvyal topraklara 5 etki değeri atanmıştır (Tablo 4.38). Toprak türlerinin toplam ağırlık oranı %10'dur.

Tablo 4.38. Havza Depresyonu'nun toprak sınıfları ve taşkın etki değerleri.

Toprak Türü	Alan (Km ²)	Alandaki Oran (%)	Atanan Etki değeri
Alüvyal Toprak	6,49	7,88	9
Kahverengi Toprak	75,91	92,12	2
Kolüvyal Toprak	0,08	0,011	5
Toplam	82,40	100,00	

4.2.4.1.8. Toprak Kum Oranı (%)

Daha önce sahadan 80 noktadan alınan toprak örneklerinin tekstür de dahil olmak üzere jeostatistiksel analizleri yapılmıştır. Hidrometre yöntemiyle (Bouyocous, 1951) yapılan tekstür analizine göre "Toprak Özellikleri" bölümünde araştırma sahası topraklarının tekstür sınıflarına dağılımları belirlenmiştir. Toprakların büyük çoğunluğunun (57 örnek) tekstür sınıfı kumlu killi tın olarak belirlenmiş, kum oranı %50-60 arasında olan toprakların araştırma sahasının %66,5'ini kapladığı görülmüştür.

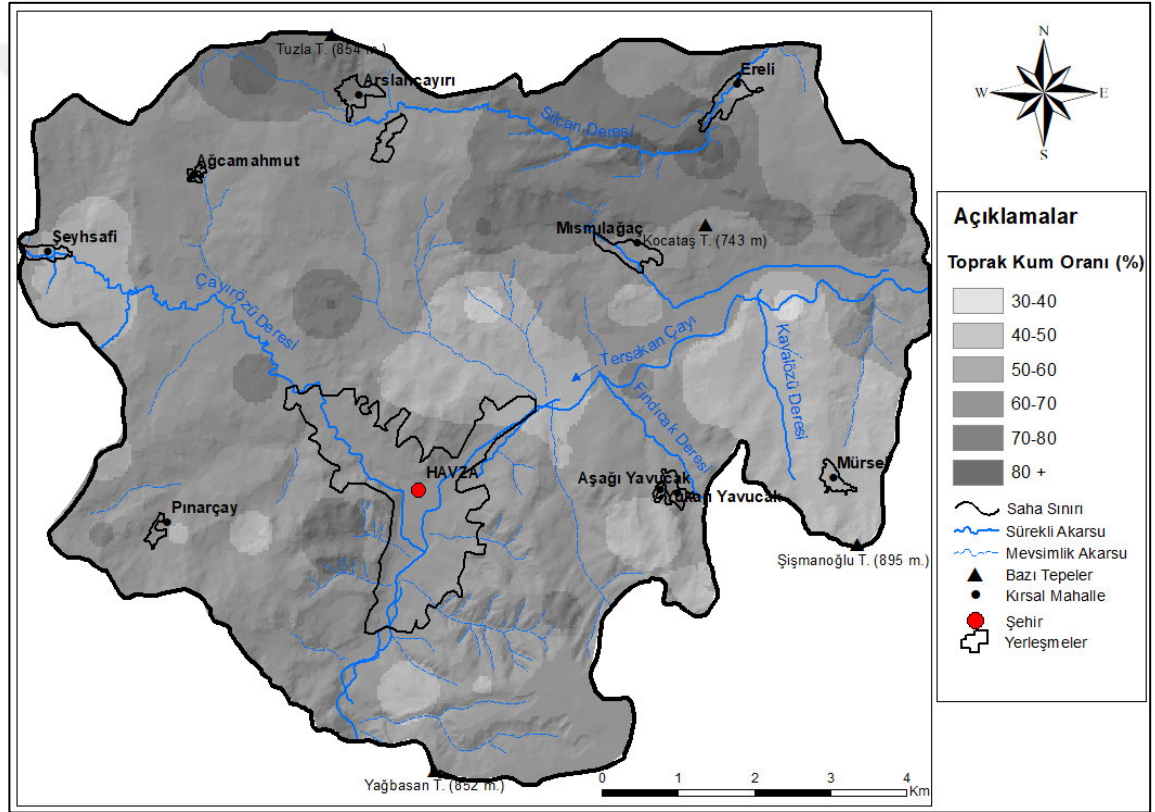
Kumlu toprakların infiltrasyon kapasitesinin çok yüksek olduğu bilinmektedir. Killi topraklar için ise tam tersi söz konusudur. Yani kumlu topraklar ile killi topraklar arasında infiltrasyon farkı bulunmaktadır. Kumlu ve killi topraklar orman örütüsü altında bulduklarında bu infiltrasyon farkı büyük oranda ortadan kalkmakta, orman alanları eğer insan müdahalesi yoksa yüzey akışı oluşmayan, infiltrasyon hızının yağış miktarında fazla olduğu alanlar olarak karşımıza çıkmaktadır (Hoover, 1950; Görçelioğlu, 1996). Yoğun bir şekilde ormansızlaşmaya uğrayan ve çok büyük bölümü ormandan yoksun olan araştırma sahasında bu farkın yüksek düzeye ulaşması beklenmekte, toprağın kum oranı infiltrasyonu ve orantılı olarak taşkın ve sel gelişimini etkileyen önemli bir parametre haline gelmektedir. Literatür taramalarında toprak kum oranının taşkın analizinde bir parametre olarak kullanıldığına rastlanılmamıştır.

Kum oranının toplam ağırlığa etkisi %5 olarak belirlenmiştir. Kum oranı fazla olan alanlardan az olan alanlara doğru etki değeri artırılmıştır (Tablo 4.39).

Tablo 4.39. Havza Depresyonu'nun kum oranı sınıfları ve taşkın etki değerleri.

Toprak Kum Oranı (%)	Alan (Km ²)	Alandaki Oran (%)	Atanan Etki değeri
30-40	0,32	0,39	9
40-50	14,54	17,65	7
50-60	54,81	66,52	5
60-70	11,67	14,16	3
70-80	0,98	1,19	2
80 +	0,08	0,09	1
Toplam	82,40	100,00	

Kum oranlarının dağılımı enterpolasyonla haritalanmıştır (Şekil 4.39).



Şekil 4.39. Havza Depresyonu'nda taşkın duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış kum oranı haritası.

4.2.4.1.9. Arazi Kullanımı

“Arazi kullanımının uygunsuz, bitki örtüsünden yoksun ve eğim değerlerinin yüksek olduğu arazilerde yağmur suları direkt akışa geçerken, arazi kullanımının uygun, bitki örtüsünün ise yoğun olduğu alanlarda akış daha azdır” (Schultz ve Engman, 2000; Özdemir, 2007a; Özşahin 2013a: 99).

“Doğal bitki örtüsünün değişime uğraması, tutma, terleme ve sızma kayıplarını etkileyebilmekte ve bunun sonucunda da yüzeysel akış değişmektedir. Şehirleşmenin sızma kayıplarını azaltması da yüzeysel akış üzerinde etkili olmaktadır. Bu durum da düşen yağışın hızla akışa geçmesine ve etkili taşkınların oluşmasına neden olmaktadır” (Bayazıt 2011; Özcan 2017: 13).

İnsanlar yerleşmelerini kurmak ve ekonomik etkinliklerini sürdürmek için eğimin az olduğu düz alanları daha sık seçmektedir. Türkiye gibi engebeli ve yüksek arazi yapısına sahip olan ülkelerde insanlar deniz kenarlarına, kara içlerindeki depresyonlara ve vadi tabanlarındaki düz alanlara yerleşmelerini kurmakta ve ekonomik etkinliklerini sürdürmektedir. Nitekim araştırma sahasının en büyük yerleşim birimi olan Havza şehri de Çayırözü Deresi ve Tersakan Çayı vadilerinin birleşim noktasında konumlanmıştır.

Araştırma sahasının daha önceden oluşturulan arazi kullanım haritası taşkın duyarlılık analizinde kullanılmak üzere 4 bölge olmak üzere yeniden sınıflandırılmıştır. Sahada en geniş alanı %82,79 ile tarım alanlarının kapladığı görülmektedir (Tablo 4.40). İlgili literatür doğrultusunda orman ve mera alanları, yerleşmeler, açık alanlar ve tarım alanları başlıklarında dört bölge oluşturulmuştur. Bitki örtüsünden yoksun açık alanların ve yerleşmelerin bulunduğu alanların infiltrasyon becerileri azalmakta, taşkın oluşumuna elverişli ortamlar oluşabilmektedir.

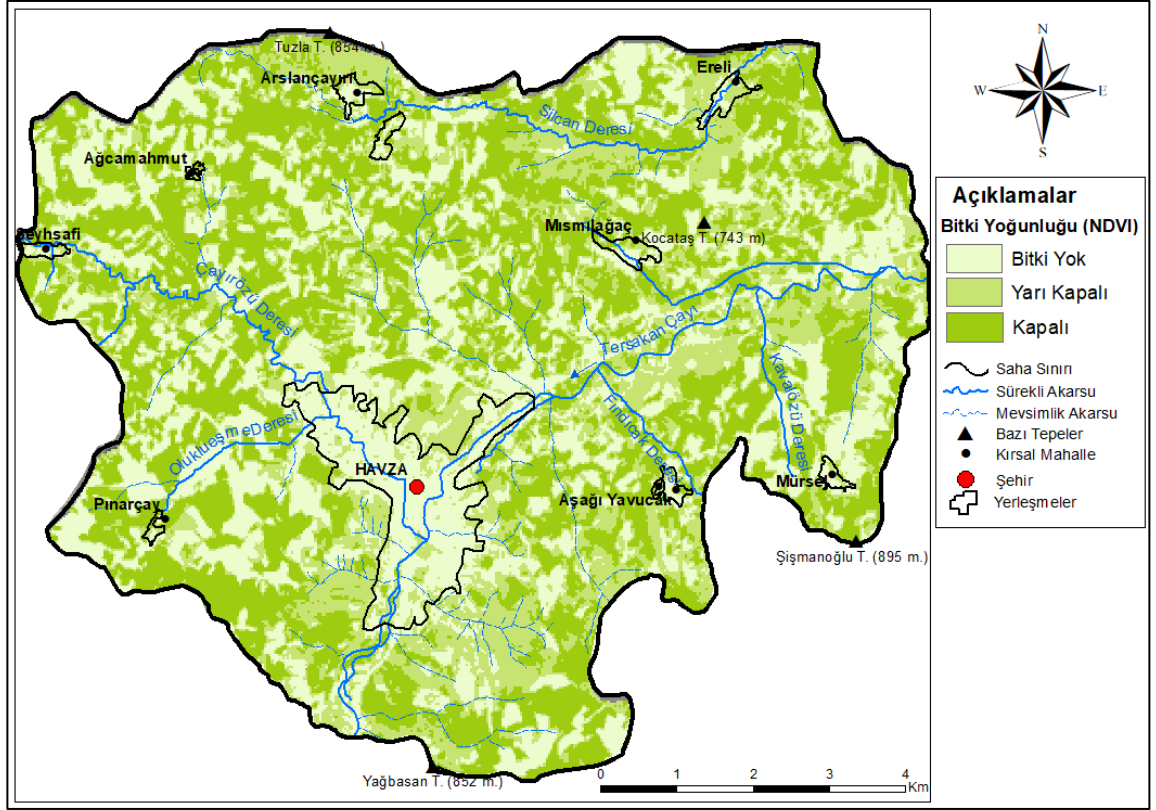
Yerleşmeler, yüzeyin neredeyse tamamen beşeri yapılarla kaplı olduğu alanlardır. Su buralarda kolaylıkla yüzeysel akışa geçebilmekte, alt yapının yetersiz kalması durumunda küçük bir mazgalın bile tıkanması taşkın ve su baskınlarına neden olabilmektedir. Yerleşme alanlarında infiltrasyon da minimum düzeydedir. Bu yüzden yerleşmelere 9 etki değeri atanmıştır. Açık alanlar da benzer şekilde bitki örtüsünden yoksun, çıplak sahalar olsa da en azından beşeri baskıdan daha uzak olduklarından dolayı buralara 7 etki değeri verilmiştir. Araştırma sahasının %82,79'unu kaplayan ve arazi çalışmaları sırasında neredeyse tamamının eğim doğrultusunda sürüldüğü görülen tarım alanlarının erozyonda olduğu gibi taşkın oluşum ve gelişimi üzerindeki etkisi de göz ardı edilemez. Eğim doğrultusunda oluşturulan kanalcıklar yüzey akışını kolaylaştırdığı gibi hızlandırmaktadır da. Bu bağlamda tarım alanlarına 5 etki değeri atanmıştır. Puanlamada ilgili literatür göz önünde bulundurulmuş olup arazi kullanımının toplam ağırlık oranı

azımsanmayacak kadar fazla olduğunu göstermektedir. Sahada yalnızca ağaçlar tarla sınırlarında ve yüksek kesimlerde küçük kümeler halinde sınırlı alanlarda bulunmaktadır (%4,75). Her ne kadar sahanın baskın bitki örtüsü ot formasyonu olsa da, bitki örtüsünün hiç olmadığı alanlara göre bu alanların taşkına daha az duyarlı olacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda sahanın NDVI haritası taşkın duyarlılık analizi sürecine dahil edilmiştir.

Bitki örtüsü için daha önceden hazırlanan bitki yoğunluğu (NDVI) haritası “Natural Breaks (Jenks)” yöntemi ile yeniden sınıflandırılarak üç sınıflı raster veriye dönüştürülmüş, bitki örtüsünden tamamen yoksun, yarı kapalı ve kapalı olarak sınıflandırılmış, etki değeri atamaları aşağıdaki gibi yapılmıştır (Tablo 4.41, Şekil 4.41).

Tablo 4.41. Araştırma sahasının bitki yoğunluğu sınıfları ve taşkın etki değerleri.

Bitki Yoğ. (NDVI)	Alan (Km ²)	Alandaki Oran (%)	Atanan Etki değeri
Bitki Yok	25,38	30,80	9
Yarı Kapalı	25,53	30,98	6
Kapalı	31,49	38,22	3
Toplam	82,40	100,00	



Şekil 4.41. Taşkın Duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış bitki yoğunluğu (NDVI) haritası.

4.2.4.2. Taşkın Duyarlılık değerlendirmesi

Tarih sürecinde verimli tarım alanları ve su kaynaklarına sahip oldukları için sıklıkla yerleşmelere tanık olan vadi tabanları, taşkınların da meydana gelmesi için optimum şartları sağlayan alanlardır. Araştırma sahasının en büyük yerleşim birimi olan Havza ilçe merkezi ve bağlı mahalleler de benzer şekilde Çayırözü deresi ve Tersakan Çayı'nın vadileri içerisinde konumlanmıştır. Bu nedenle özellikle aynı zamanda depresyon tabanına karşılık gelen Havza ilçe merkezinin büyük bölümünde yüksek ve çok yüksek taşkın riski bulunmaktadır. Kırsal mahallelerde özellikle eğim ve akarsuya uzaklık parametrelerine bağlı olarak çok yüksek taşkın riski bulunmamaktadır.

Oluşturulan taşkın duyarlılık haritasının doğruluğunu kontrol edebilmek amacıyla geçmişte yaşanmış , taşkın olaylarına ait konumsal kayıtlar temin edilmiş bazı taşkın ve su baskını sahaları sonuç haritasında işaretlenmiştir (Tablo 4.42). Bu taşkınlar tarihleri ve yer bilgileriyle aşağıda tablo halinde belirtilmiş olup fotoğrafları “Araştırma Sahasında Sel ve Taşkınlar” bölümünde yer almaktadır.

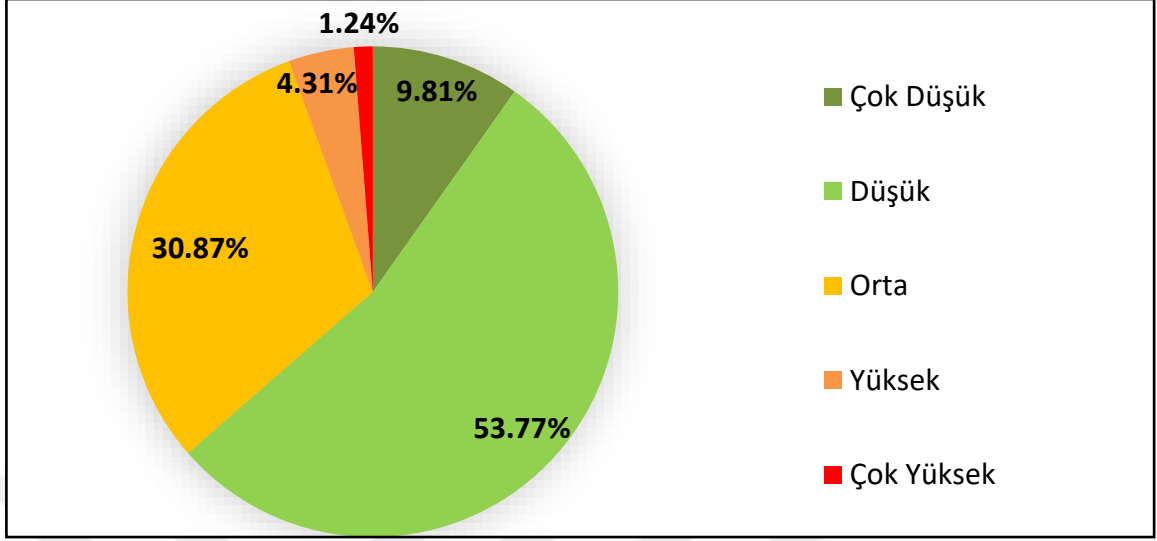
Tablo 4.42. Havza Depresyonu'nda taşkın duyarlılık haritasının doğruluğunu kontrol edebilmek için seçilen kontrol taşkınları.

Taşkın	Tarih	Yer
T 1	22 Mayıs 1998	Havza ilçe merkezi.
T 2	17 Nisan 2013	Atık su arıtma tesisi.
T 3	17 Nisan 2013	İlçe merkezi doğusu.
T 4	17 Nisan 2013	Toprak Mahsulleri Ofisi Siloları çevresi.
T 5	17 Temmuz 2018	Küçük Sanayi Sitesi
T 6	17 Temmuz 2018	Şehirlerarası Otobüs Terminali

Taşkınların risk sınıflarına ve alana dağılışı aşağıdaki gibidir (Tablo 4.43, Şekil 4.42).

Tablo 4.43. Havza Depresyonu'nda taşkın riskinin risk sınıflarına ve alana dağılımı.

Risk Sınıfı	Alan(km ²)	Yüzde (%)
Çok Düşük	8,08	9,81
Düşük	44,31	53,77
Orta	25,44	30,87
Yüksek	3,55	4,31
Çok Yüksek	1,02	1,24
Toplam	82,40	100,00



Şekil 4.42. Havza Depresyonu'nda taşkın riskinin risk gruplarına dağılım grafiği.

Havza ilçe merkezinde, özellikle Çayırözü Deresi'nin Tersakan Çayına katıldığı (mansap) bölüm ve çevresinde yer almaktadır (Şekil 4.43). Ayrıca yine ilçe merkezinde Çayırözü Deresi vadisinin tabanında da çok yüksek taşkın riski bulunan alanlar vardır. Samsun-Ankara Karayolu, Şehirlerarası Otobüs Terminali, Toprak Mahsülleri Ofisi, İtfaiye Müdürlüğü, Tren Garı gibi pek çok önemli yapı bu alanda yer almaktadır. Bu bölüm Yenimescit, Bahçelievler, İcadiye, 25 Mayıs, İnönü ve Üniversite mahallelerinde çok yüksek taşkın riski olan alanlar yoğunlaşmaktadır.

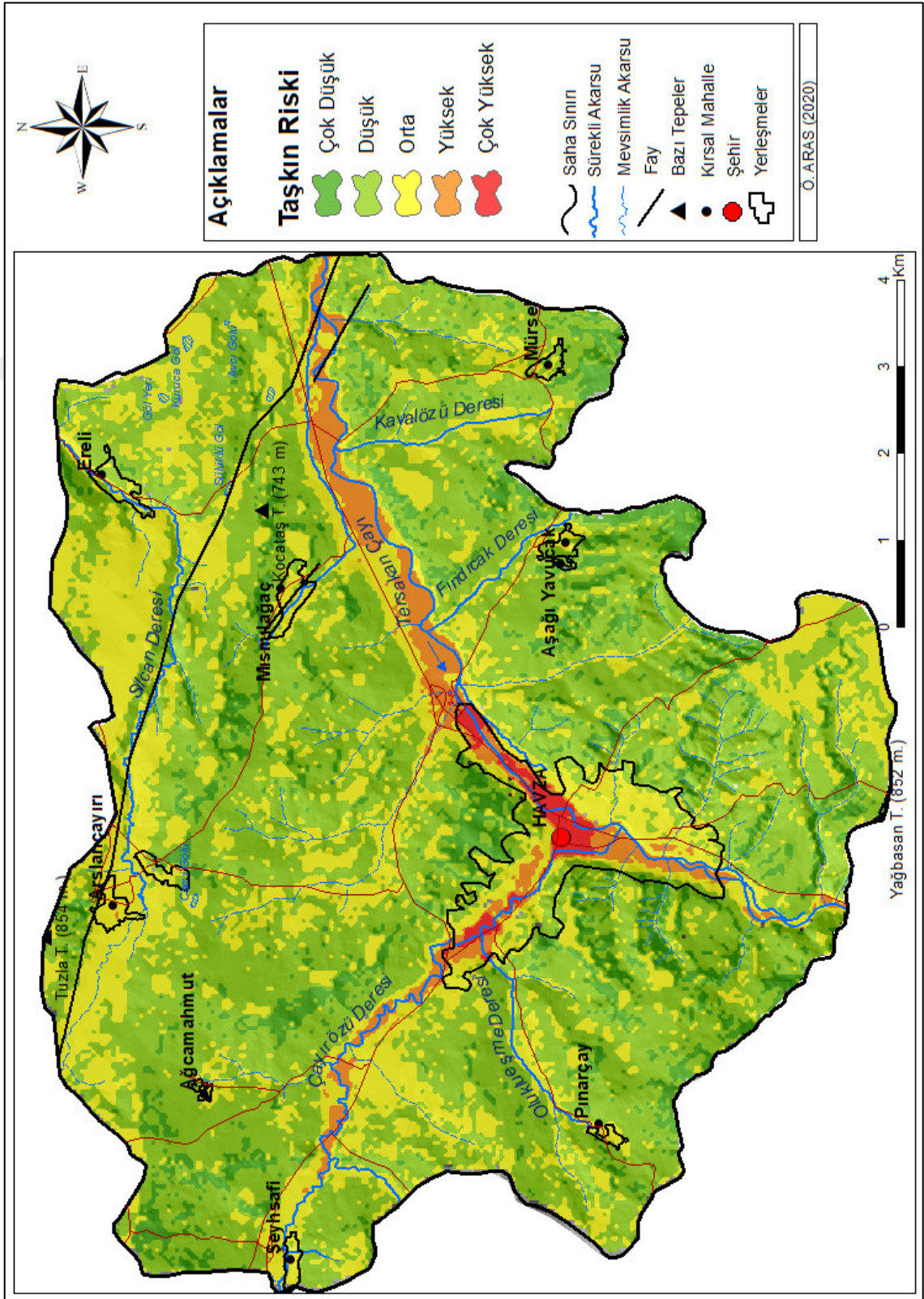
Araştırma sahasında taşkın riski çok yüksek olan alanların tamamı yerleşme alanlarında (Havza ilçe merkezinde) bulunmaktadır (Tablo 4.44).

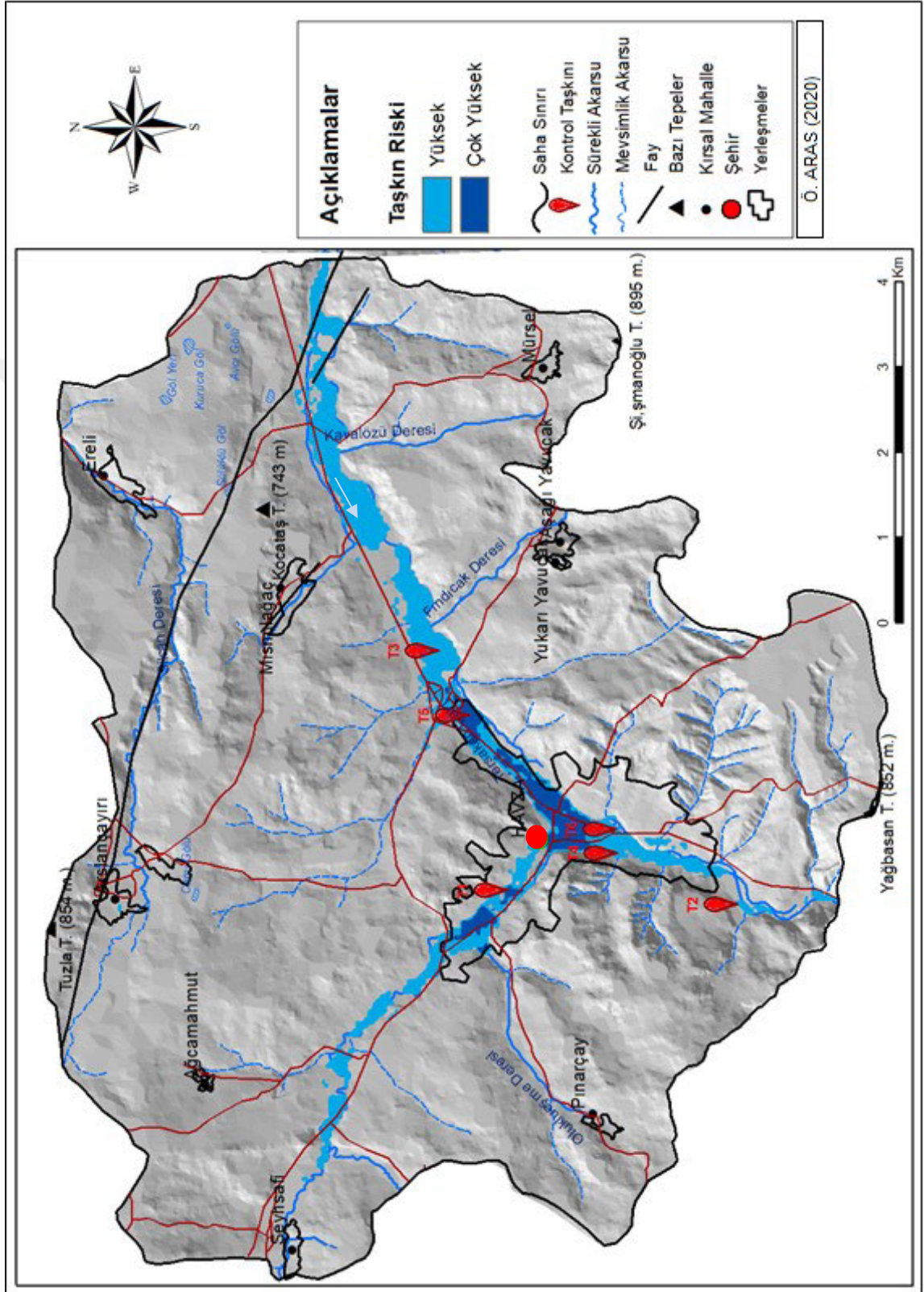
Tablo 4.44. Araştırma sahasında taşkın riski yüksek ve çok yüksek olan alanların arazi kullanım türlerine göre dağılımı.

Taşkın Riski	Yüksek	Çok Yüksek
Yerleşme	2,06 km ²	0,63 km ²
Orman- Mera	0,31 km ²	0 km ²
Tarım alanı	5,65 km ²	0 km ²

Kontrol taşkınlarının dört tanesinin yüksek, iki tanesinin çok yüksek taşkın riski bulunduğu belirtilen yerlerde olduğu görülmektedir (Şekil 4.44).

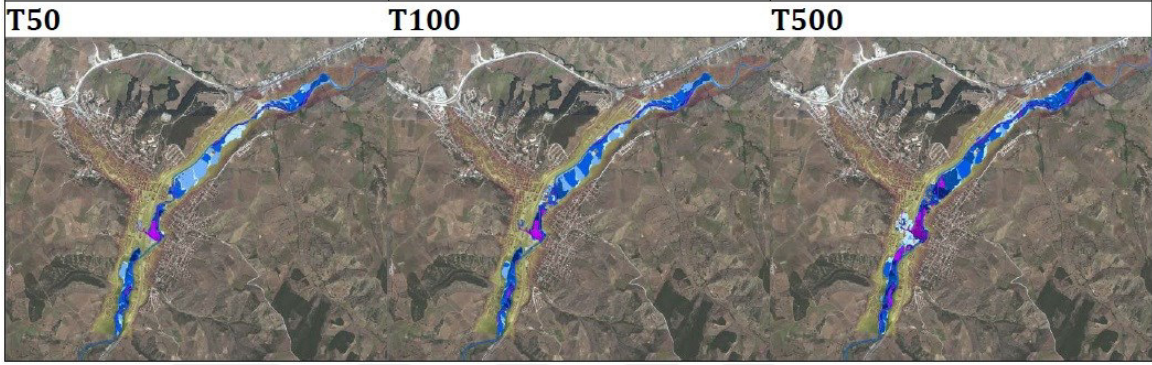
Geriye kalan yüksek ve çok yüksek taşkın riski bulunan alanların ise neredeyse tamamı tarım alanlarıdır. Elde edilen sonuçların yer aldığı kapsamlı değerlendirme "Sonuç ve Öneriler" bölümünde yer almaktadır.





Şekil 4.44. Havza Depresyonu'nda yüksek ve çok yüksek taşkın riski bulunan alanlar ile kontrol taşkınlarını gösterir harita.

Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (2015a) tarafından hazırlanan YHTYP’ de Havza şehir merkezi ve yakın çevresi için 50, 100 ve 500 yıl yinelemeli taşkın risk haritaları oluşturulmuştur (Şekil 4.45). Oluşturulan haritalarda büyük risk arz eden Çayırözü Deresi’nin etkisiz kabul edildiği, yalnızca Tersakan Çayı’nın baz alındığı görülmektedir.



Şekil 4.45. Havza ilçe merkezinde 50, 100 ve 500 yıl yineleme periyotlu taşkın risk haritaları.(Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2015a)

Ayrıca 50, 100 ve 500 yıl yinelemeli olası taşkınlarda oluşabilecek tahribatlar planda listelenmiştir (Tablo 4.45). Alınması gereken fiziksel tedbirler de planda yer almakta, tedbirlerden sorumlu kurumun 5216 numaralı Büyükşehir Belediyesi Kanunu ve 6200 numaralı DSİ Kuruluş Kanuna dayandırılarak Samsun Büyükşehir Belediyesi olduğu belirtilmektedir.

Tablo 4.45. Tersakan Çayı ve Hacıosman yan kolunda 50, 100 ve 500 yıl yineleme periyotlu taşkınlarda oluşabilecek zararlar.

	Q50	Q100	Q500
Etkilenen Kişi Sayısı	315	387	589
Nüfus Yoğunluğu (Kişi/Ha) (Ort.)	43	44	52
Etkilenen Sosyal / Toplumsal Öğe Sayısı	4	5	36
Kirlilik Kaynakları (Adet)	0	0	4
Yeşil Alanlar (Ha)	12,66	12,87	16,25
Şahsi Mülkler (Adet)	64	104	360
Ekonomik Öğe (Adet)	3	4	8
Etkilenebilir Yollar (Km)	9,9	12,72	28,32

Kaynak: Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2015b

4.2.4.3. Farklı Bir Taşkın Senaryosu: Çayırözü Şehir Taşkını

Araştırma sahasında taşkına neden olabilecek faktörler arasında yatağın herhangi bir şekilde daraltılmasının da yer aldığı daha önce belirtilmiştir. Buralar sahada köprülere, menfezlere, seddelere ve Çayırözü Deresi'nin üzeri kapalı bölümüne karşılık gelmektedir. Ayrıca kontrolsüz bir şekilde dere yataklarına atılan molozlar ve diğer katı atıklar ile yatak içerisine yapılan köprüleri destekleyici sütunlar da bu durumu perçinlemektedir.

22 Mayıs 1998'da Çayırözü Deresi'nin üstü kapalı bölümünün sel sularıyla gelen katı yükü tıkanması sonucu su yataktan taşmış önce eğimi düşük alanları doldurmuş, daha sonra eğim doğrultusunda ilerleyerek eğimin ve yükseltinin daha da azaldığı 25 Mayıs ve İcadiye Mahallelerinde çok daha büyük bir sele ve su baskınına neden olmuştur (Zeybek, 1998).

1998 yılındaki şartlar bugün de aynı olup, akarsu yatağında üstü kapalı bölüm aynı şekilde durmaktadır. Ayrıca akarsuyun havzasında arazi çalışmalarında ve uydu görüntülerinde yapılan değerlendirmelerde taşkın önleyici herhangi bir önleme de rastlanmamıştır (gölet yapımı, ağaçlandırma vb). Daha önce ıslah çalışması yapılmış olan Çayırözü Deresi'nin şehir içindeki yatağının tabanında eğim azlığına bağlı olarak yukarılardan taşınan alüvyal malzeme birikmiş üzerinde bitki örtüsü gelişmiştir. Ayrıca beşeri atıklar da dere yatağında gözlemlenmiştir. Yağış dışında aynı koşulların devam ettiği sahada, Çayırözü havzasının özellikle yukarı kesimlerinin benzer miktarda yağış alması durumunda yeni bir taşkın gelişmesi ihtimali yüksek olduğu görülmektedir.

4.2.4.3.1. Çayırözü Taşkın Duyarlılık Analizi Yöntemi

Bu küçük alanlı çalışmada da bir önceki taşkın duyarlılık değerlendirmesindeki gibi ArcMap 10.5. yazılımının Spatial Analyst eklentisinde yer alan Weighted Overlay (Ağırlıklı Çakıştırma) fonksiyonu kullanılarak "Çok Katmanlı Ağırlıklı Çakıştırma Yöntemi" uygulanmıştır. Belirlenen parametrelerin haritaları oluşturulurken saha geneline ait jeoloji haritasına kesme (clip) işlemi uygulanarak yeniden sayısallaştırılmış, diğer haritalar DEM verisi ve Yandex uydu görüntüsü yardımıyla saha özelinde sayısallaştırılmıştır. Elde edilen parametre haritaları raster formatına dönüştürülüp sınıflandırılmıştır. Çalışmada elle sayısallaştırılan parametrelerde (jeoloji, akarsuya uzaklık, noktaya uzaklık, arazi kullanımı) hücre boyutu (cell size)

olarak “1” belirlenmiştir. DEM verisini orijinal hücre boyutu “10” olduğu için eğim ve yükseklik haritalarına “Resample (Yeniden örnekleme)” işlemi uygulanarak hücre boyutları diğer haritalara eşitlenmiş (1’e), oluşabilecek hata oranı minimuma indirilmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak her pikselin 1 m²’ye karşılık geldiği çözünürlüğü yüksek parametre ve sonuç haritaları elde edilmiştir.

Araştırma sahasının tamamında uygulanan bir önceki çalışmada parametre olarak kullanılan fakat bu bölümdeki küçük sahada doğal ve beşeri ortam koşullarında anlamlı bir değişim göstermeyen parametreler bu çalışmada kullanılmamıştır. Ayrıca o çalışmada olmayan bir parametre olan “noktaya uzaklık” ise bu çalışmada dikkate alınmıştır. Burada olası afetin kaynak noktası olarak değerlendirilen derenin üstü kapalı bölümünün başlangıç noktasından çevreye doğru etki değeri azalacak şekilde noktaya uzaklık haritası üretilmiştir. 600 m çapındaki alana uyarlanabilecek parametreler eğim, akarsuya uzaklık, noktaya uzaklık, yükseklik, arazi kullanımı ve jeoloji olarak belirlenmiştir. Alt parametre aralıkları olabildiğince minimize edilerek hassasiyet arttırılmaya çalışılmıştır. Literatür çalışmaları ve arazi gözlemlerine dayanarak parametre ve alt parametrelerin puanlaması gerçekleştirilmiştir. Puanlamada hassasiyeti arttırmak için 9’lu etki değeri değerlendirmesi kullanılmıştır. Puanlama sonucu ortaya çıkan ağırlıklandırma ölçeği aşağıda sunulmuştur (Tablo 4.46).

Tablo 4.46. Çayırözü taşkın duyarlılık analizi parametreleri ve etki değerleri.

Parametreler	Alt Parametreler	Etki değeri	Toplam Ağırlık (%)
Eğim (°)	0 - 2	9	20
	2 - 3	7	
	3 - 4	6	
	4 - 5	4	
	5 - 6	2	
	6 +	1	
Akarsuya Uzaklık (m)	0-50	9	20
	50-100	8	
	100-150	7	
	150-200	6	
	200-250	5	
	250-300	3	
Noktaya Uzaklık (m) (Çayırözü Deresi’nin üstü kapalı bölümünün başlangıcına uzaklık)	0-50	9	15
	50-100	9	
	100-150	8	
	150-200	7	
	200-250	4	
	250-300	3	
Yükseklik (m)	620-622	9	15

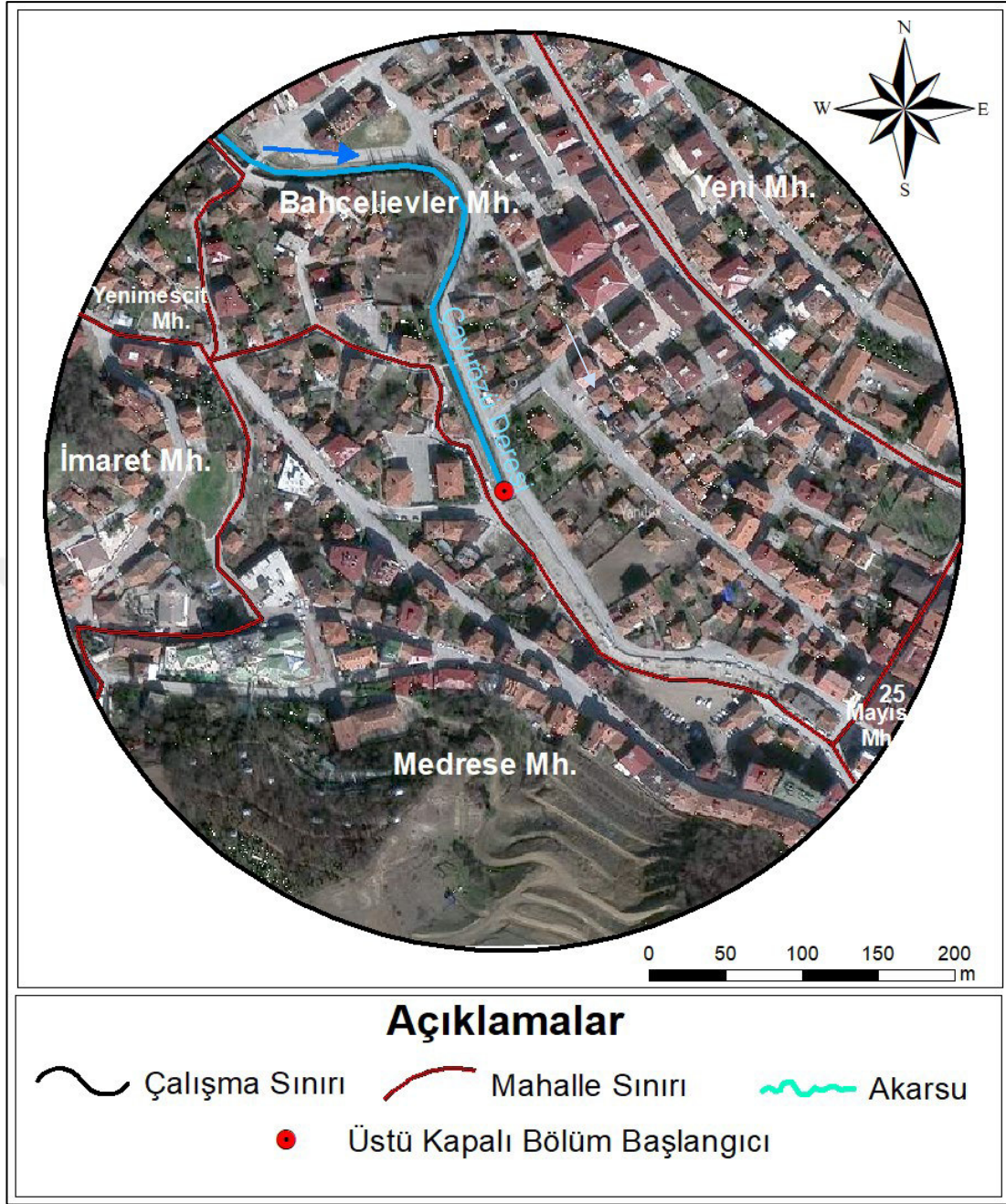
	622-624	8	
	624-626	7	
	626-628	5	
	628-630	4	
	630 +	4	
Arazi Kullanımı	Açık Alanlar	6	20
	Yapılar	3	
	Ağaçlık	2	
	Yollar	7	
	Akarsu	9	
	Üstü kapalı akarsu yatağı	0	
Jeoloji	Kuvaterner	9	10
	Pliyosen	1	

4.2.4.3.2. Çayırözü Taşkın Duyarlılık analizi Çalışmasının Lokasyonu

Şehir hayatını kesintiye uğratan can ve mal kayıplarına neden olan bu afetin tekrarlaması durumunda taşkın olayından etkilenebilecek alanlar CBS ortamında haritalanmaya çalışılmıştır. Bu çalışmanın sınırı olarak taşkın gelişimi için en kritik nokta olan Çayırözü Deresi'nin üstü kapalı bölümünün başlangıcı merkez olmak üzere 600 m çapındaki alan belirlenmiştir. Bu belirlenen alan çok geniş olmamasına rağmen Bahçelievler, Medrese, İmaret, Yenimescit, Yeni ve 25 Mayıs Mahallelerinin (6 mahalle) kesişiminde yer almaktadır (Şekil 4.46).

İhtiyaç duyulan uydu görüntüsü alan için diğerlerine göre daha yüksek çözünürlüklü veri sağlayan "Yandex Harita" interaktif uygulamasından sağlanmıştır. Çalışmada tüm hesaplamalarda birim olarak m² kullanılmıştır. Çalışma alanı 282.740 m²'dir (~ 0,28 km²).

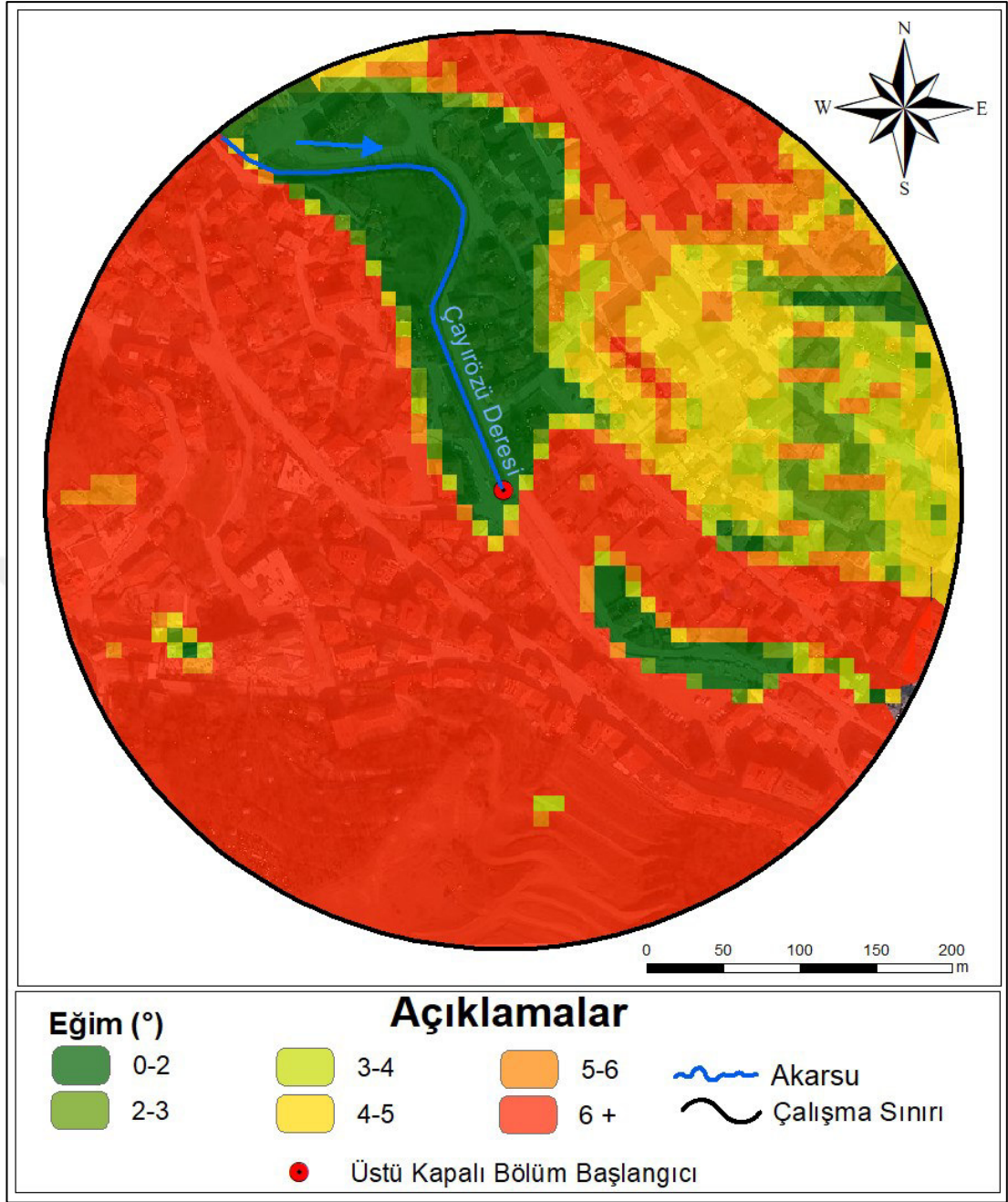
Çalışmanın böyle dar alanlı sınırlandırılmasında taşkın kaynak noktasındaki karakterini daha iyi ortaya koyabilme çabası ve genel nitelikli bir değerlendirmeden ziyade bu büyük potansiyelin bulunduğu alanın binalar, caddeler ve diğer beşeri unsurlar özelinde çalışabilme düşüncesi etkili olmuştur. Bu sayede bu taşkın alanı için yüksek çözünürlüklü bir taşkın haritası oluşturulabilmiştir. Ayrıca alanda taşkın belli bir olgunluğa ulaşmış ve daha aşağılara (25 Mayıs ve İcadiye Mahalleleri) ulaşabilmesi durumunda su baskını potansiyeli yüksek olan alanlar bir önceki çalışma olan ve sahanın tamamını kapsayan taşkın duyarlılık analizinde ele alınmış ve haritalanmıştır.



Şekil 4.46. Çayırözü taşkını çalışma alanı.

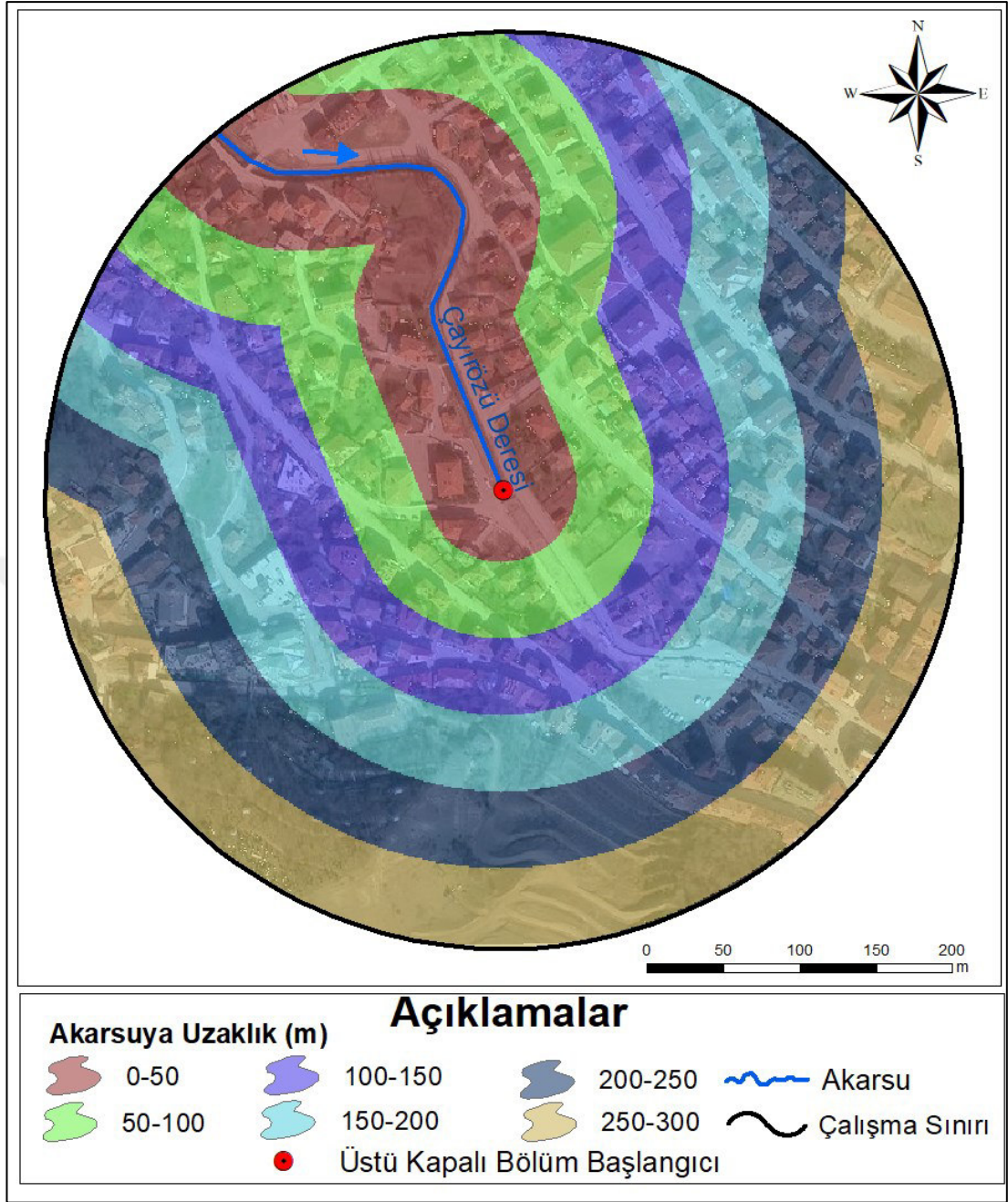
4.2.4.3.3. Çayırözü Taşkın Duyarlılık analizi Çalışmasında Kullanılan Parametrelerin Özellikleri

Sahada eğimin en düşük değerde bulunduğu alanların (0 -2 °) toplam alanı 35.300 m²'dir (Şekil 4.47). Bu da toplam alanın %12,5'ine karşılık gelmektedir. Eğim değeri % 6'nın üzerinde olan alanlar 169.600 m² alan kaplarken, toplam alanın %60,21'ini oluşturmaktadır. Eğim değeri yüksek olan yerler büyük oranda vadinin yamaçlarına karşılık gelmektedir. Eğim değeri 0 -2 ° arasında olan alanlara etki değeri olarak 9, 6 ° ve üzeri olan alanlara 1 atanmıştır.



Şekil 4.47. Çayırözü taşkın duyarlılık analizi eğim sınıfları.

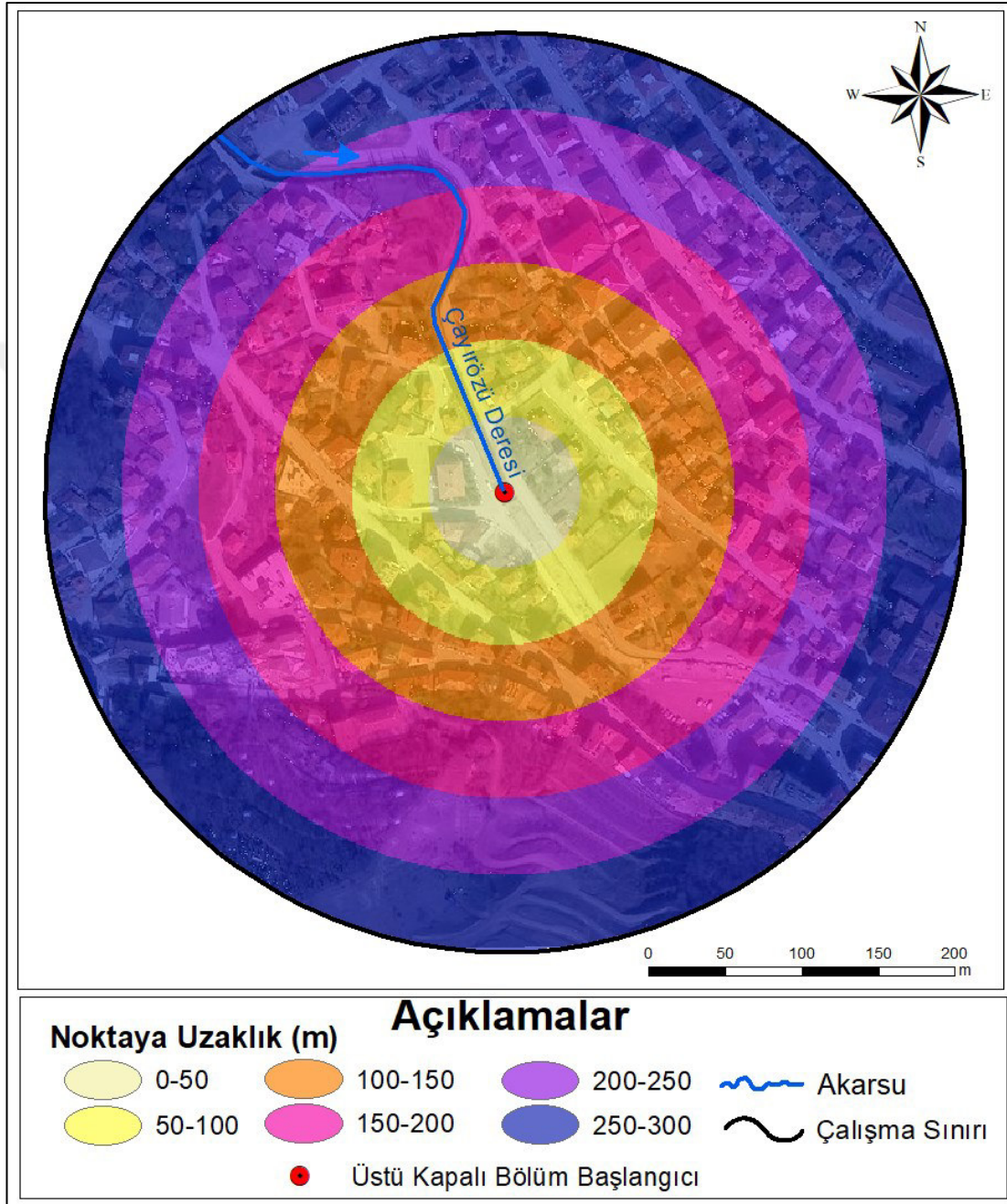
Taşkın akarsu merkezli gelişen bir afet olduğu için akarsuya uzaklık taşkın risk analizlerinin en önemli parametrelerinden birisidir. Çalışma alanı boyunca Çayırözü Deresi fiziken devam etmektedir fakat yarısında üstü kapalıdır. Bu bölümden su taşamayacağı için, duyarlılık değerlendirmesinde akarsuyun yalnızca üzeri açık bölümü değerlendirmeye dahil edilmiştir (Şekil 4.48). Etki değerleri akarsudan uzaklaştıkça azalacak şekilde atanmıştır. En geniş alanı 51.667 m² ile akarsudan 250-300 m uzaktaki alanlar kaplar.



Şekil 4.48. Çayırözü taşkın duyarlılık analizi akarsuya uzaklık sınıfları.

Daha önceki bölümlerde Çayırözü Deresi'nin üstü kapalı bölümünün başlangıcının çalışma alanında meydana gelebilecek bir taşkın kaynak noktası olduğu belirtilmiştir. Doğaları gereği çizgisel uzanan akarsularda taşkınlar da buna uygun olarak ilk aşamada alana çizgisel odaklı bir yayılım sergilerler. Zira akarsuya uzaklık parametresinin risk analizlerinde önemli bir yer tutması da bu yüzdendir. Fakat bu çalışma alanında taşkın akarsu uzanışına uygun yayılma ihtimalinin yanında suyun önce tıkanma ihtimali bulunan noktada yığılarak noktadan çevreye doğru bir yayılım da gösterebileceği değerlendirilmiştir. Bu nedenle bu nokta merkez olmak

üzere çevreye doğru 50 m. aralıklarla noktaya uzaklık haritası oluşturulmuştur. En geniş alan kaplayan uzaklık sınıfı 85.851 m² ile 250-300 m uzaklıkta bulunan alanlardır. Bu alanların sahanın toplam alanına oranı %30,36'dır. Bu alanlara 3 etki değeri atanmıştır (Şekil 4.49).



Şekil 4.49. Çayırözü taşkın duyarlılık analizi noktaya uzaklık haritası.

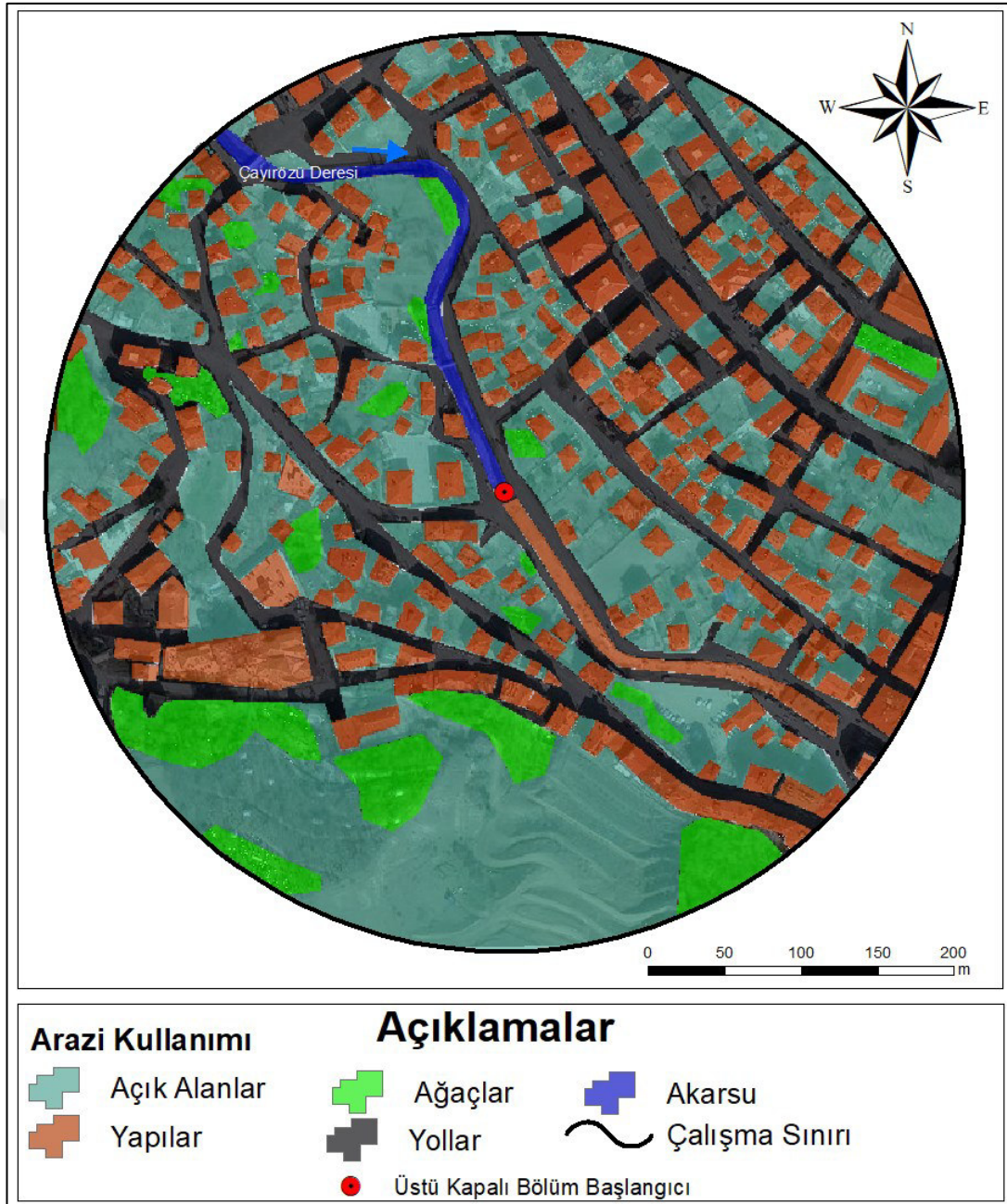
Taşkınların hem oluşumlarında hem de etkilerinin boyutları üzerinde arazi kullanımının önemli bir payı vardır (Şekil 4.50). Özellikle şehrsel alanlarda bu etki tartışılmazdır. Bitki örtüsünün oldukça seyrek olduğu şehir merkezlerinde infiltrasyon minimum düzeydedir. Taşkınla taşınan su ile kentsel altyapı arasında bir bütçe söz

konusudur. Taşan su altyapının kaldırabileceği seviyeyi aştığında büyük boyutlu su baskınları kaçınılmaz olmaktadır.

Sahanın %7,32'sinde ağaç varlığı belirlenmiştir. Açık alanlar yer yer otla kaplı olmakla birlikte genellikle çıplak haldedir. Şehirselle kullanım altındaki bu açık alanların aktif kullanımına bağlı olarak toprak sıkışmakta, strüktürel olarak deforme olmaktadır. Yani bu alanlar doğal ortamdaki açık alanlarla benzer infiltrasyon kapasitesine sahip olamayacaklardır. Açık alanlar çalışma alanındaki en geniş arazi kullanımını sınıfıdır (%41,92). Bu alanlara 5 etki değeri atanmıştır.

Her ne kadar yapılar taşkınlardan etkilense ve bu çalışmanın en önemli amaçlarından birisi onların etkilenme derecelerini ortaya koymak olsa da taşkın üzerinde etkilerinin diğer faktörlere göre sınırlı olduğu değerlendirilmiştir. Bu etkiler arasında taşkın çanağında hacimsel olarak yer kapladıkları için su seviyesinin yükselmesinde etkili olmaları, suyun kanalizasyon olmasına neden olabilmeleri, kapladıkları alandan dolayı infiltrasyon üzerindeki olumsuz etkileri ile bodrum ve zemin katların su baskınına uğrayabilme ihtimali sayılabilir. Bu bağlamda yapılar 3 etki değeri atanmıştır. Yapılar toplam 67.454 m² 'lik bir alanda yayılım göstermekte ve toplam alanın %23,86'ini oluşturmaktadır olup toplam 366 adet yapı belirlenmiştir.

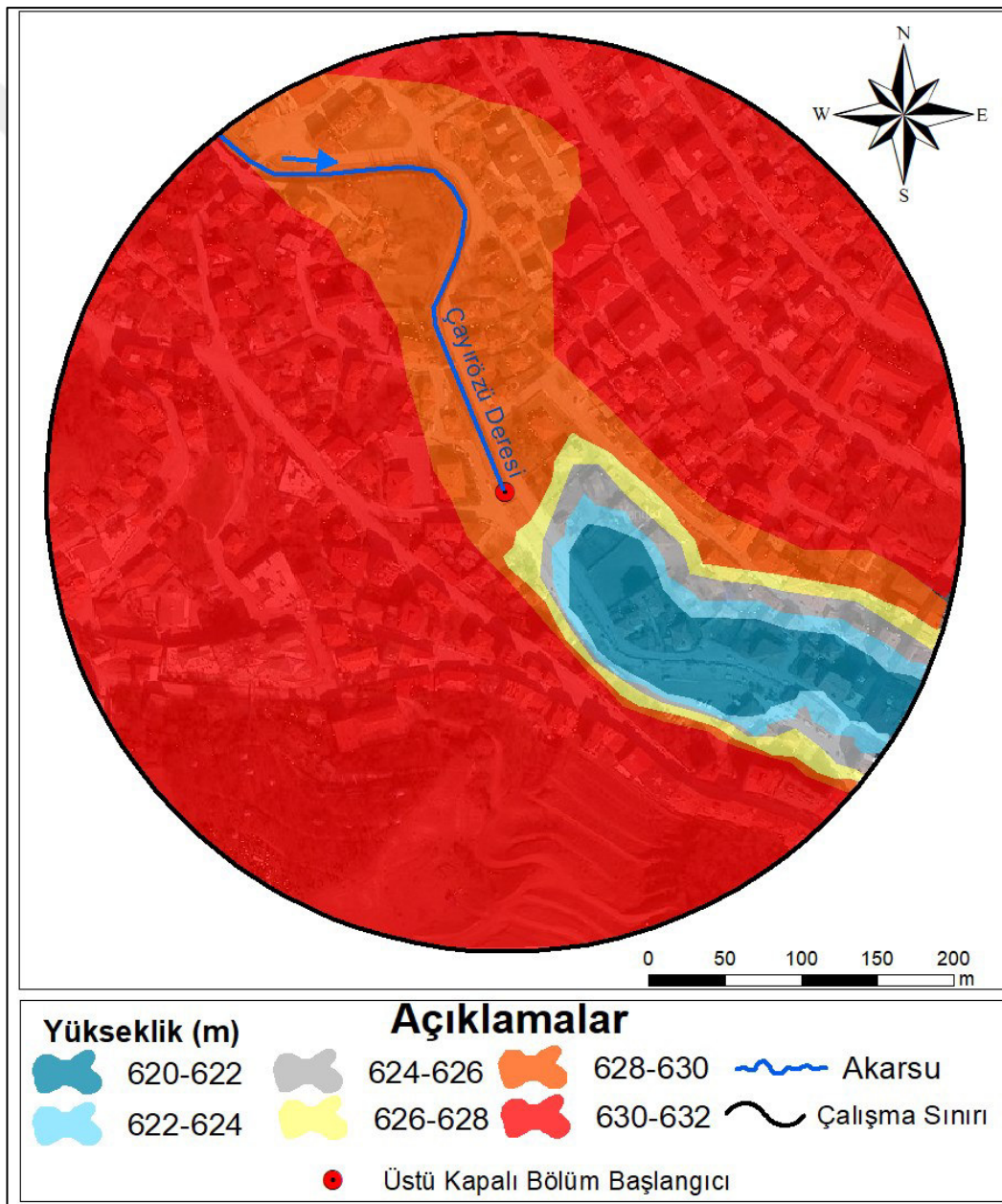
Şehirselle alanlarda taşkın sularının yayılabileceği alanların başında gelen yollar sahanın %23,35'ini kaplamaktadır. İnfiltrasyonun neredeyse hiç olmadığı (parke taş yollar hariç) yollara 7 etki değeri atanmıştır. Yolların kenarlarında şehiriçi altyapı unsurları (mazgallar gibi) bulunmaktadır. Bu durum duyarlılık değerlendirmesinde dikkate alınmıştır.



Şekil 4.50. Çayırözü taşkın duyarlılık analizi arazi kullanımı haritası.

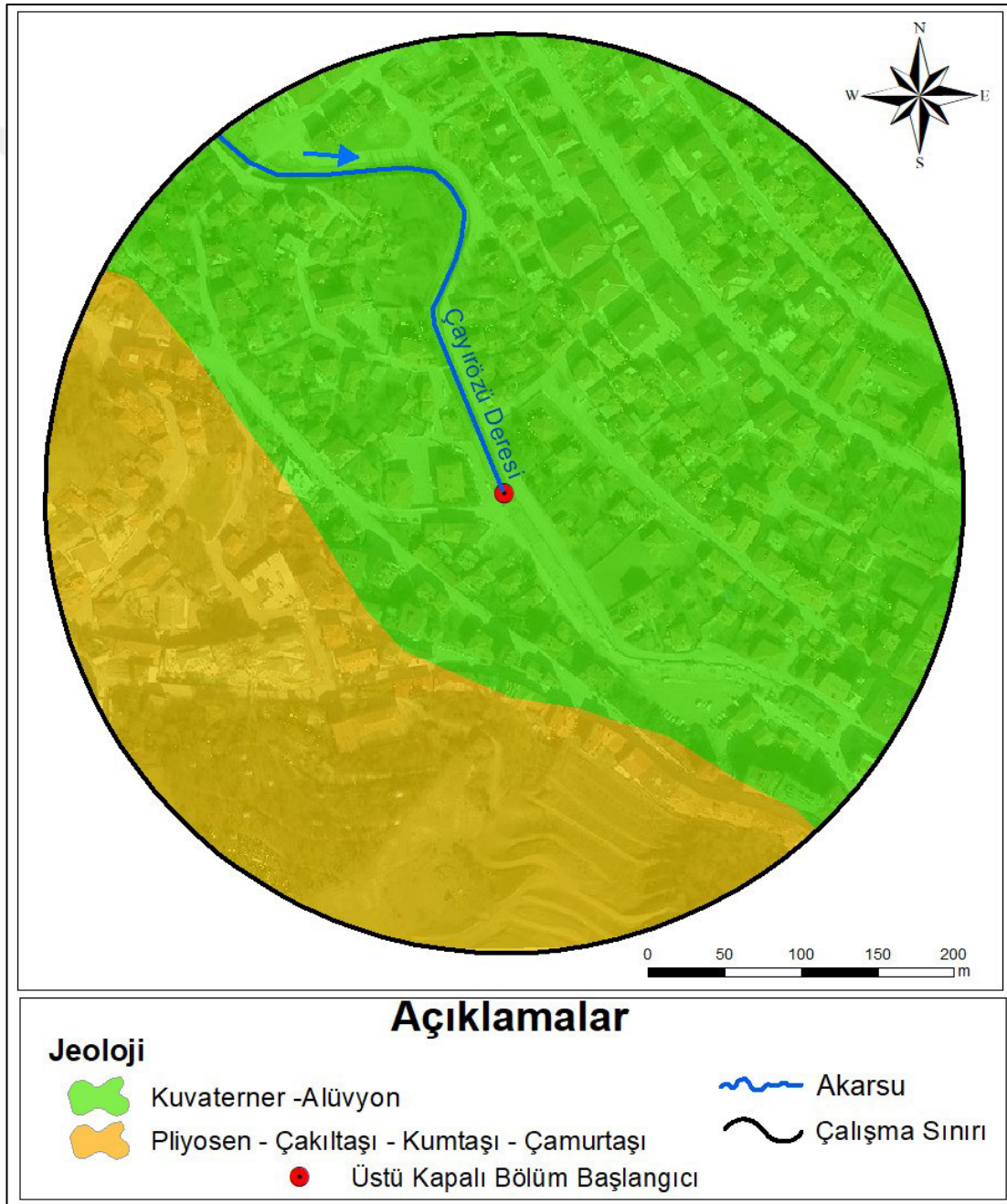
Taşkın risk analizlerinde önemli bir parametre olarak değerlendirilen yükseklik bu lokal çalışmada da bir parametre olarak değerlendirilmiştir (Şekil 4.51). Yükseklik parametresinin alt parametreleri olan yükselti basamakları olabildiğince minimize edilerek, çalışmanın hassasiyeti artırılmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda yükselti basamak aralığı saha için oluşturulabilecek minimum değer olan 2 m olarak belirlenmiştir. 1 m olarak da denenmiş fakat piksel kayıpları yaşanmıştır.

Her ne kadar yükseltinin fazla olduğu alanlarda da eğim değeri düşük olabileceks de yerçekiminden dolayı akışı olan su kütlesi alçak alanlarda toplanma eğilimindedir. Araştırma sahasının yükselti basamaklarına etki değeri atanırken her iki durum da göz önünde bulundurulmuş etki değeri yükselti arttıkça azaltılmış olmakla birlikte saha için belirlenen en yüksek yükselti sınıfı olan 630 m ve üzeri olan alanlar için bile etki değeri minimum değer olan 1'e çok fazla yaklaştırılmamaya çalışılmış bu alanlara 4 etki değeri atanmıştır. Araştırma sahasında en geniş alanı 630 m ve üzerindeki alanlar oluşturmaktadır (205.800 m²). En yüksek etki değeri (9) atanan 620-622 m yükselti aralığının kapladığı alan ise 13.900 m²'dir.



Şekil 4.51. Çayırözü taşkın duyarlılık analizi yükselti basamakları haritası.

Jeolojik özelliklerin taşkın etki değerlendirmelerinde parametre olarak kullanımına yoğun olarak rastlanmaktadır. Özellikle çalışılan sahada alüvyal malzeme içeren alanların varlığının taşkın risk alanlarının sınırlandırılmasında önemli bir parametre olduğu değerlendirilmiştir (Şekil 4.52). Bu bağlamda araştırma sahasının bu çalışma alanına karşılık gelen bölümü kesilerek yeniden sınıflandırma (reclassify) işlemi uygulanmıştır. Vadi tabanında yer alan Kuvaterner yaşlı alüvyal malzeme her ne kadar infiltrasyon kapasitesi Pliyosen yaşlı araziden daha yüksek olsa da taşkın doğası gereği vadi tabanında gerçekleştiği için bu alana 9 etki değeri atanmıştır.



Şekil 4.52. Çayırözü taşkın duyarlılık analizi jeoloji haritası.

Pliyosen yaşlı araziler ise vadinin yamacına karşılık geldiği için 1 etki değeri atanmıştır. Çalışma alanının büyük bölümünü kaplayan Kuvaterner yaşlı alüvyonlar 185.700 m² yayılış alanına sahip iken, Pliyosen yaşlı alanlar 97.000 m²'dir.

Araştırma sahasında alüvyal alanlar aynı zamanda alüvyal topraklara karşılık geldiği için ve haricindeki topraklar yamaçlarda yayılış gösterdiği için çalışma alanı özelinde jeoloji ve toprak haritalarının benzer özelliklere sahip olduğu görüldüğünden toprak özellikleri bir parametre olarak değerlendirilmemiştir.

4.2.4.3.4. Çayırözü Deresi Taşkın Duyarlılık değerlendirmesi

Bu çalışma Çayırözü Deresi'nin Havza ilçe merkezindeki yatağının üstü kapalı bölümünün başlangıcının tıkanması sonucu oluşabilecek bir taşkın boyutlarını ortaya koyabilmek adına yapılmıştır. Risk haritalamasında taşkın senaryosuna uygun şekilde Çayırözü Deresinin yatak içerisindeki akışını bahsi geçen noktada durdurabilmek adına akarsu bu noktada sonlandırılarak akarsuya uzaklık parametre haritası üretilmiştir. Ayrıca akarsuyun yatak içerisindeki akışının bu noktada sonlanmasının etkilerini sahaya daha iyi yansıtılabilmek için bu nokta merkez olmak üzere noktaya uzaklık parametresi sürece eklenmiş ve haritalanmıştır. Bu durumu pekiştirmek için ise bu noktanın aşağısında kalan üstü kapalı akarsu yatağı ağırlıklı olarak etkisiz kabul edilerek su yayılışının yatak dışında gerçekleşmesi sağlanmıştır. Bu üzeri kapalı bölümün ortalama yüksekliğinin yer yer değişmekle birlikte 1,5 m kadar olduğu gözlemlenmiştir. akarsuyun havza büyüklüğü de göz önünde bulundurulduğunda yataktan taşarak serbest kalmış olan suyun vadi tabanında bu seviyeye yükselmeden daha aşağılara ilerleyeceğinin değerlendirilmesi de bu değer atamasında etkili olmuştur. Bu durumu destekler nitelikte olan 1998 yılı taşkınının Zeybek (1998) tarafında ortaya konulan sonuçları da taşan suyun bu sahada birikmekle birlikte belli bir seviyeden sonra caddeler boyunca ilerleyerek bir sele dönüştüğünü ve daha aşağıda yer alan 25 Mayıs ve İcadiye Mahallelerinde daha büyük bir su baskınına yol açtığını ortaya koymaktadır.

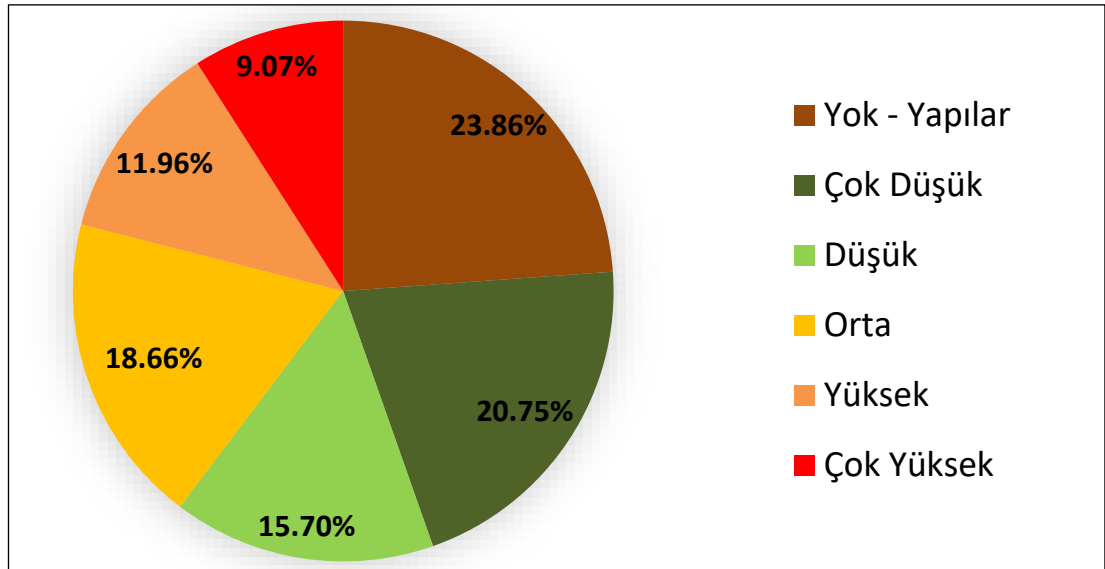
Taşkın riski sonuç haritasında ilgili kısımda bahsedilen nedenlerle 3 etki değeri atanan yapılar (binalar) her ne kadar su baskınına uğrayabilecekse de haritacılığın temel kurallarından birisi olan "kuşbakışı çizim" zorunluluğu ve su seviyesi yapıların yüksekliğini aşamayacağına değerlendirilmesi sonucu taşkın riski olmayan alanlar içerisinde yer almıştır. Yine daha önce belirtilen nedenlerle akarsuyun üstü kapalı

bölümü de bu kapsamdadır. Çalışma alanında yer alan diğer arazi kullanımı alt parametrelerinin ise oluşabilecek taşkına karşı duyarlılıkları sonuç haritasında yer almıştır.

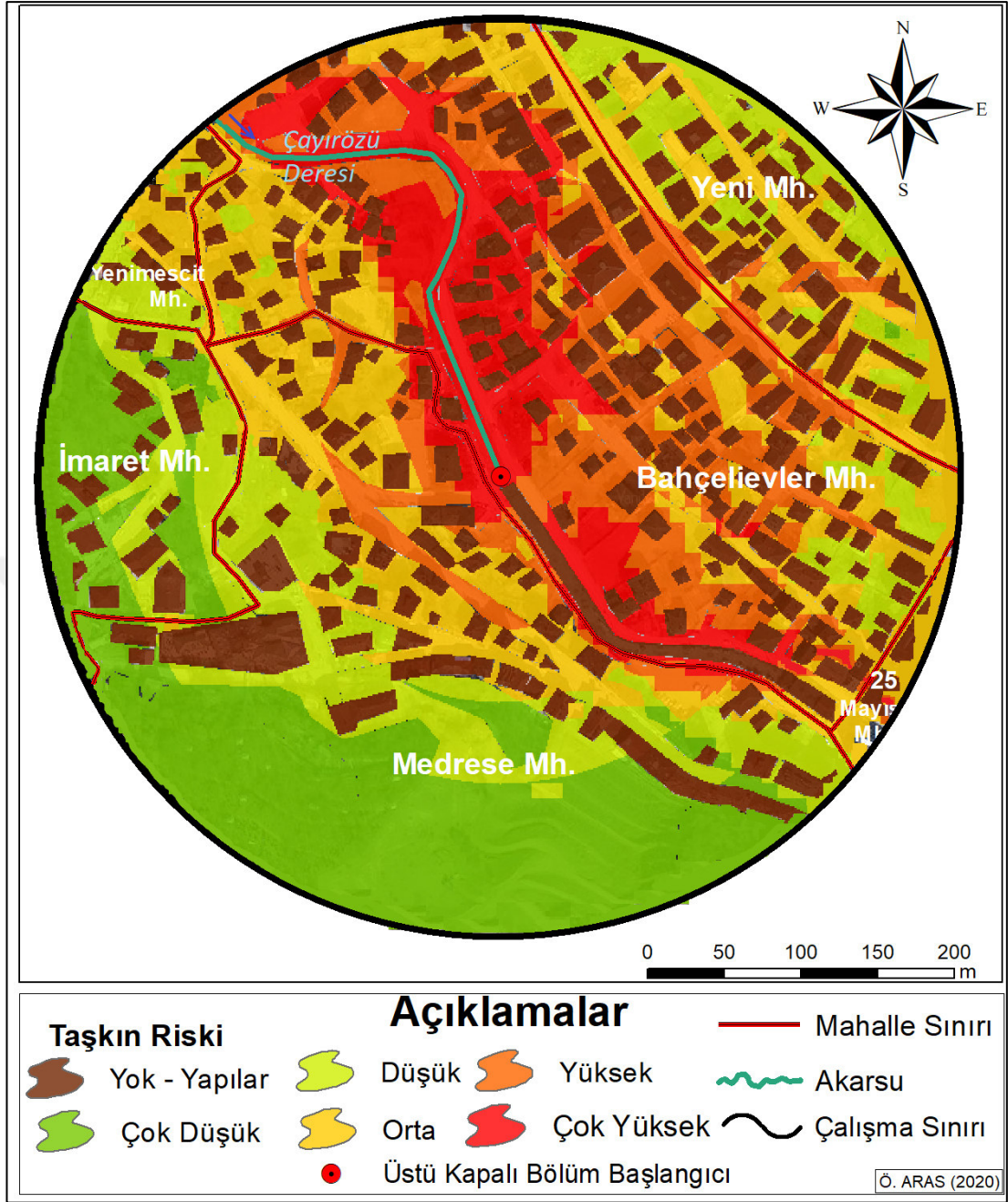
Taşkın risk sınıfları ve alanısal dağılımları aşağıda sunulmuştur (Tablo 4.47, Şekil 4.53). Taşkın duyarlılık analizi sonuçlarına göre çalışma alanı içinde oluşabilecek bir taşkın en büyük sonuçlarının Bahçelievler Mahallesi'nde hissedileceği görülmüştür. Medrese Mahallesi ve Yeni Mahalle kısmen etkilenebilecekken diğer mahallelerde önemli bir etkisinin görülme ihtimalinin düşük olduğu değerlendirilmiştir (Şekil 4.54). Olası taşkın uydur görüntüsü üzerinden de haritalaması yapılmıştır (Şekil 4.55). Kapsamlı değerlendirme “Sonuç ve Öneriler” bölümünde yapılmıştır.

Tablo 4.47. Çayırözü taşkın duyarlılık analizi duyarlılık sınıfları ve alanısal dağılımları.

Taşkın Riski	Alan (m ²)	Alan Yüzde (%)
Yok - Yapılar	67.454	23,86
Çok Düşük	58.679	20,75
Düşük	44.398	15,70
Orta	52.738	18,66
Yüksek	33.826	11,96
Çok Yüksek	25.645	9,07
Toplam	282.740	100

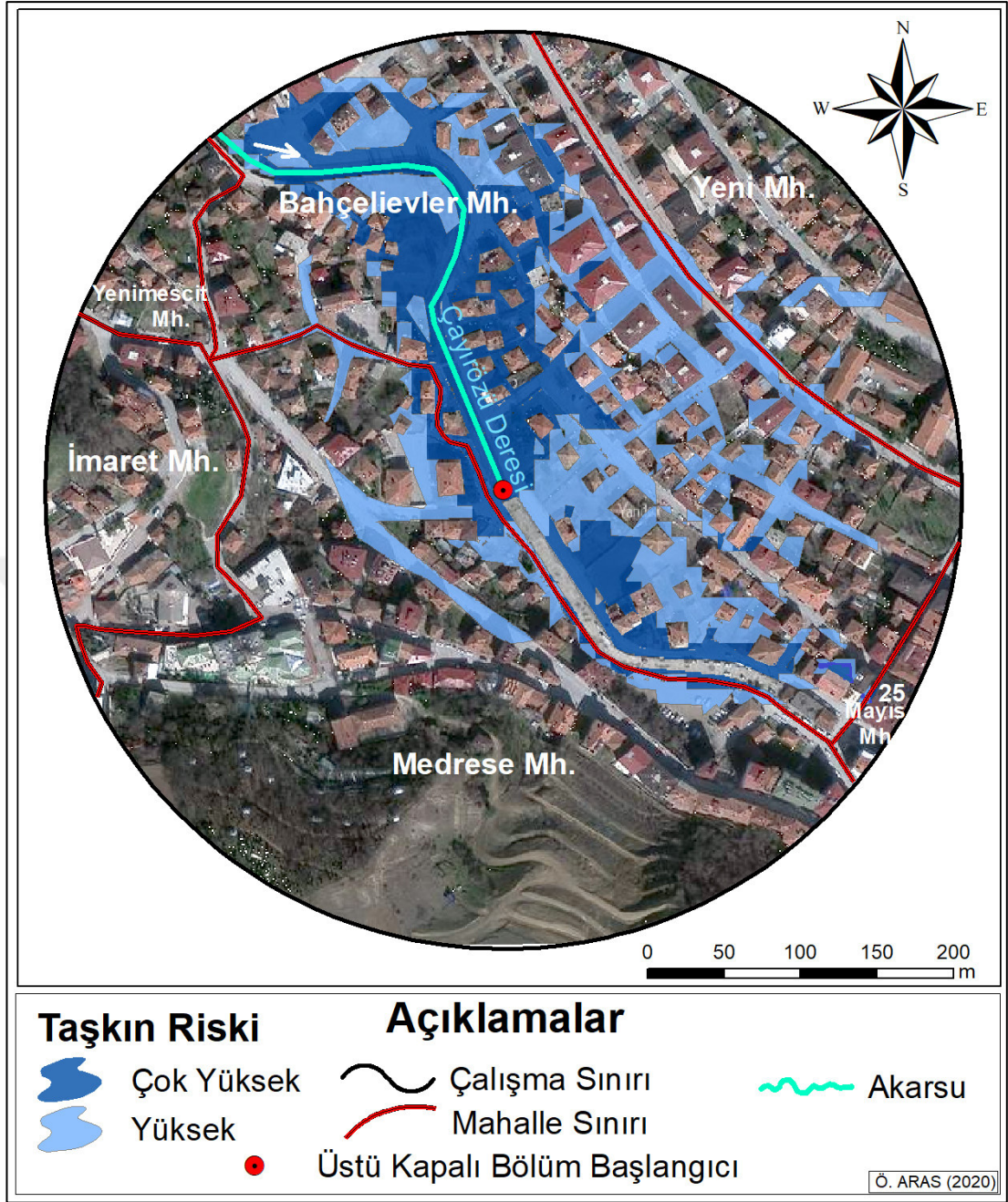


Şekil 4.53. Çayırözü taşkın duyarlılık sınıfları grafiği.



Şekil 4.54. Çayırözü taşkın duyarlılık haritası.

Daha önce de belirtildiği gibi bu çalışma derenin üstü kapalı bölümünün tıkanması durumunda bu bölümün başlangıcı ve yakın çevresindeki etkilerini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Burada başlayan taşkın sonrasında eğim doğrultusunda harekete geçen suyun daha aşağılarda oluşturacağı geniş boyutlu etkilerle ilgili değerlendirme ve haritalama bir önceki bölümde yer alan ve sahanın genelini kapsayan taşkın duyarlılık analizi çalışmasında yer almıştır.



Şekil 4.55. Çayırözü taşkın senaryosu sonucu oluşan çok yüksek ve yüksek taşkın duyarlılığı bulunan alanları Yandex uydu görüntüsü üzerinde gösterir harita.

4.2.5. Fırtına Duyarlılık Analizi

Yapılan Literatür çalışmalarında fırtına riskinin CBS ortamında yerli ve yabancı araştırmacılar tarafından çok fazla değerlendirilmediği görülmüştür. Türkiye’de yalnızca Özşahin (2012) tarafından “Koşullara Bağlı Ağırlıklı Çakıştırma Yöntemi” ile jeomorfoloji, yükseklik, bakı, basınç, rüzgar hızı, arazi kullanımı parametreleri kullanılarak yapılan çalışmaya ulaşılabilmektedir. Bu çalışmada kullanılan parametreler sahanın mevcut veri setine de uygun olduğu için fırtına duyarlılık değerlendirmesinde aynı parametreler kullanılmış, kullanılan puanlama cetveli de dikkate alınmıştır.

Fırtına duyarlılık analizinde “Analytic Hierarchy Process (AHP)” (Analitik Hiyerarşi Yöntemi) kullanılmış, yöntemin detayları ve puanlaması “Fırtına Duyarlılık analizi Yöntemi” bölümünde verilmiştir.

4.2.5.1. Fırtına Duyarlılığı Üzerinde Etkili Olan Parametreler

4.2.5.1.1. Rüzgar Hızı

Sahada bulunan meteoroloji istasyonunun uzun yıllık verilerine göre (1986 – 1999) araştırma sahasında ortalama rüzgar hızı 2 m/sn, maksimum rüzgar hızlarının yıllık ortalaması 8,3 m/sn’dir. Rüzgar hızının jeomorfolojik birimler, yükselti, bakı, arazi kullanımı vb. parametrelere göre dağılımının yapılabileceği herhangi bir formül veya yöntem bulunmadığı için sahanın tamamında bu parametre eşit kabul edilmiştir.

AHP değerlendirmesi yapılabilmesi için en az üç kriter bulunması gerekmektedir (Saaty, 1980). Rüzgar her ne kadar yükselti ve basınç gibi faktörlere bağlı olarak yükseldikçe değişse de sahanın jeomorfolojik özellikleri ve rüzgar hareketinin yatay olması 8,3 m/sn olan maksimum yıllık rüzgar hızı ortalamasının sahaya enterpole edilmesini engellemektedir. Bu nedenle rüzgar hızı sahanın tamamında eşit kabul edilip alt kriterlere ayrılamamıştır. Fakat rüzgar hızı parametresi ağırlığı yüksek bir ana kriter olarak (0.409) genel değerlendirmede yer almıştır. Sürecin detayları “Fırtına Duyarlılık analizi Yöntemi” bölümünde yer almaktadır.

4.2.5.1.2. Bakı

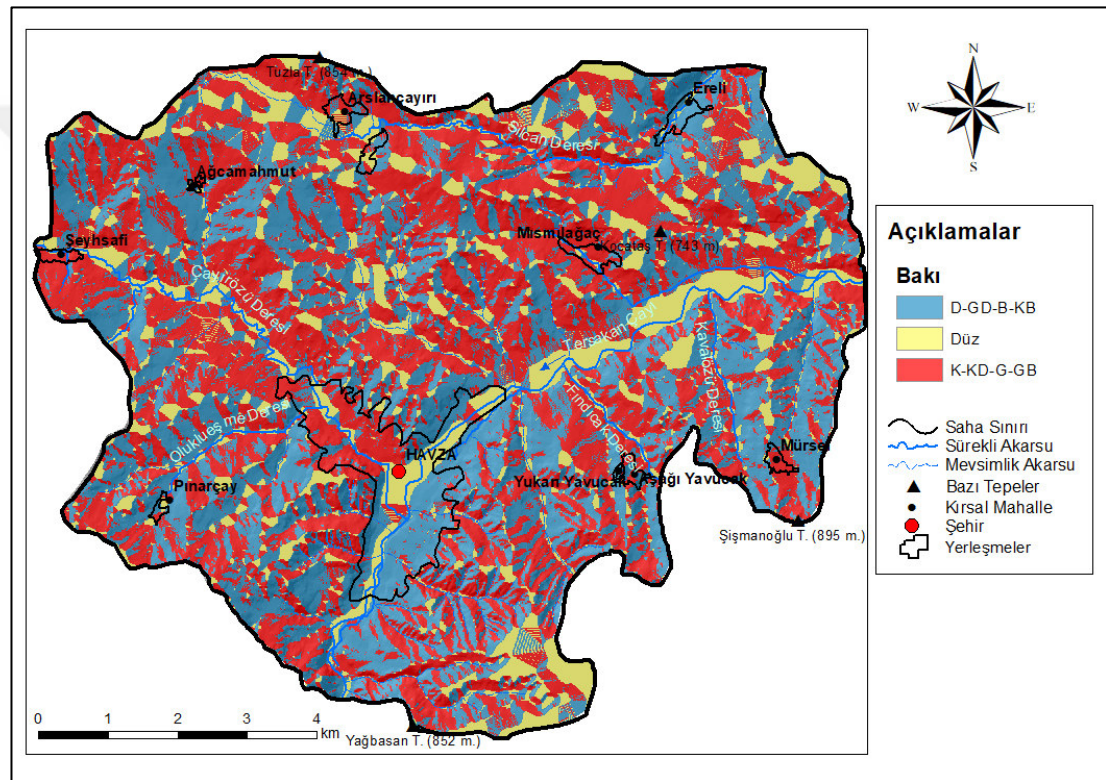
Sahanın hakim rüzgar yönlerinin kuzey, kuzeydoğu, güney ve güneybatı olduğu görülmektedir. Jeomorfolojik duruma uygunluk gösteren bu duruma bağlı olarak bu yönlere bakan yamaçlar fırtına konusunda daha duyarlıdır. İkili karşılaştırma matrisi oluşturulurken bu duruma uygun puanlama yapılmıştır. Bakı kriterinin ikili

karşılaştırma ve normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisleri ve ağırlık değerleri ve oluşturulan harita aşağıda sunulmuştur (Tablo 4.48, Şekil 4.56).

Tablo 4.48. Havza Depresyonu'nda fırtına duyarlılık analizi bakı kriteri karşılaştırma matrisleri ve normalize edilmiş karşılaştırma matrisleri.

Bakı*		a	b	c		a	b	c	Ağırlık
	a	1	5	8	a	0.754	0.789	0.666	0.737
	b	0.200	1	3	b	0.150	0.157	0.250	0.186
	c	0.125	0.333	1	c	0.094	0.052	0.083	0.076
Tutarlılık Oranı = CR= CI/RI = 0.0387/0.58 = 0.066									

* a: K-KD-G-GB b: Düz c: D-GD-B-KB



Şekil 4.56. Havza Depresyonu'nda fırtına duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış bakı haritası.

4.2.5.1.3. Jeomorfoloji

Jeomorfolojik birimlerin rüzgarın hızı ve yönü üzerinde büyük bir etkisi vardır. Düz sahalar ve platolar rüzgarın engellenmeden estiği, sürtünmenin minimum düzeyde olduğu sahalar iken, dağlık ve engebeli alanlar set görevi görmeyen yanında sürtünmeyi arttıran, jeomorfolojik yapılarıyla rüzgarın hızını belirleyen önemli faktörlerdendir. Ayrıca türbülans oluşumunda da rol oynarlar.

Havza ilçe merkezi gibi vadi boyu olan yerleşmelerde ise vadiler boyunca rüzgarın kanalize olması hızını arttırırken , vadinin uzanış yönü ise yerelde rüzgarın

esiş yönünü tayin eden en önemli faktörlerdendir. Nitekim Havza ilçe merkezinin uzun yıllar rüzgar frekans diyagramına bakıldığında da jeomorfolojiye (Tersakan Çayı vadisine) uygun bir desen görülür. Bu durumun oluşmasında meteoroloji istasyonunun konumu da önemli rol oynamaktadır.

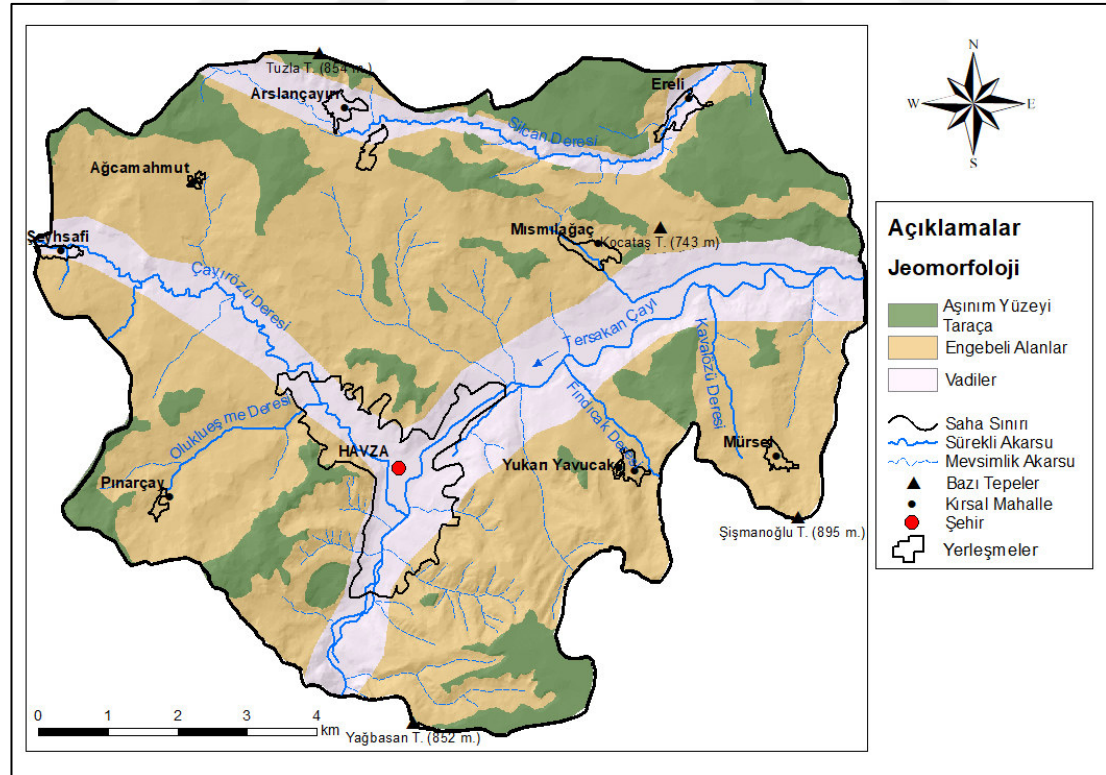
Jeomorfoloji kriterinin ikili karşılaştırma ve normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisleri ile aynı zamanda alt kriterlerin ağırlık değerlerine karşılık gelen öncelik vektörü değerleri aşağıda verilmiştir (Tablo 4.49).

Araştırma sahasında rüzgarın hızı ve yönü üzerinde etkili olabilecek üç adet jeomorfolojik birim sınıflandırılmıştır. Bunlar; vadiler, aşınım yüzeyleri ve diğer alanlara karşılık gelen engebeli alanlardır (Şekil 4.57).

Tablo 4.49. Havza Depresyonu'nda fırtına duyarlılık analizi jeomorfoloji kriteri karşılaştırma matrisleri ve normalize edilmiş karşılaştırma matrisleri.

Jeomorfoloji*		a	b	c		a	b	c	Ağırlık
	a	1	3	7	a	0.677	0.714	0.538	0.643
	b	3.333	1	5	b	0.225	0.238	0.384	0.282
	c	0.142	0.200	1	c	0.096	0.047	0.076	0.073
Tutarlılık Oranı = CR= CI/RI = 0.0484/0.58 = 0.083									

*a: vadi b: aşınım yüzeyi c: engebeli alanlar



Şekil 4.57. Havza Depresyonu'nun fırtına riski üzerinde etkili olan jeomorfolojik birimler.

4.2.5.1.4. Arazi Kullanımı

Arazi kullanımı açısından bakıldığında açık alanlar, tarım alanları, mera sahalarında rüzgarın hızını kesecek veya sürtünmeyi arttıracak bir engel bulunmadığı için fırtınalar bu sahalarda daha etkili olabileceklerdir. Yerleşme sahaları ve ormanlık alanlar kısmen engel teşkil ettikleri için fırtınalar daha az etkili olabilirler. Beşeri setler oluşturan binalar rüzgarı engelleyip hızını azaltabilecekken, caddeler, istinat duvarları, sedde gibi yapısal faktörler şehir içlerinde rüzgarı kanalize ederek etkisini arttırabilirler. Ormanlık alanlar da rüzgar için engel teşkil edip sürtünmeyi arttırarak hızı üzerinde etkili olabileceklerdir.

Çalışmada arazi kullanımının bir parametre olarak alınıp, bitki yoğunluğunun (NDVI) değerlendirmeye alınmamasının sebebi, sahadaki bitki varlığının yalnızca %4,75’ni ormanların oluşturması, baskın olan ot formasyonu ve çok sınırlı yayılış gösteren çalı formasyonunun rüzgar hızını etkileme potansiyeli bulunmamasının değerlendirilmesi ve aynı zamanda ot ve çalı formasyonunun yayılış gösterdiği alanların arazi kullanımı kriterindeki “Açık Alanlar”’a karşılık gelmesidir.

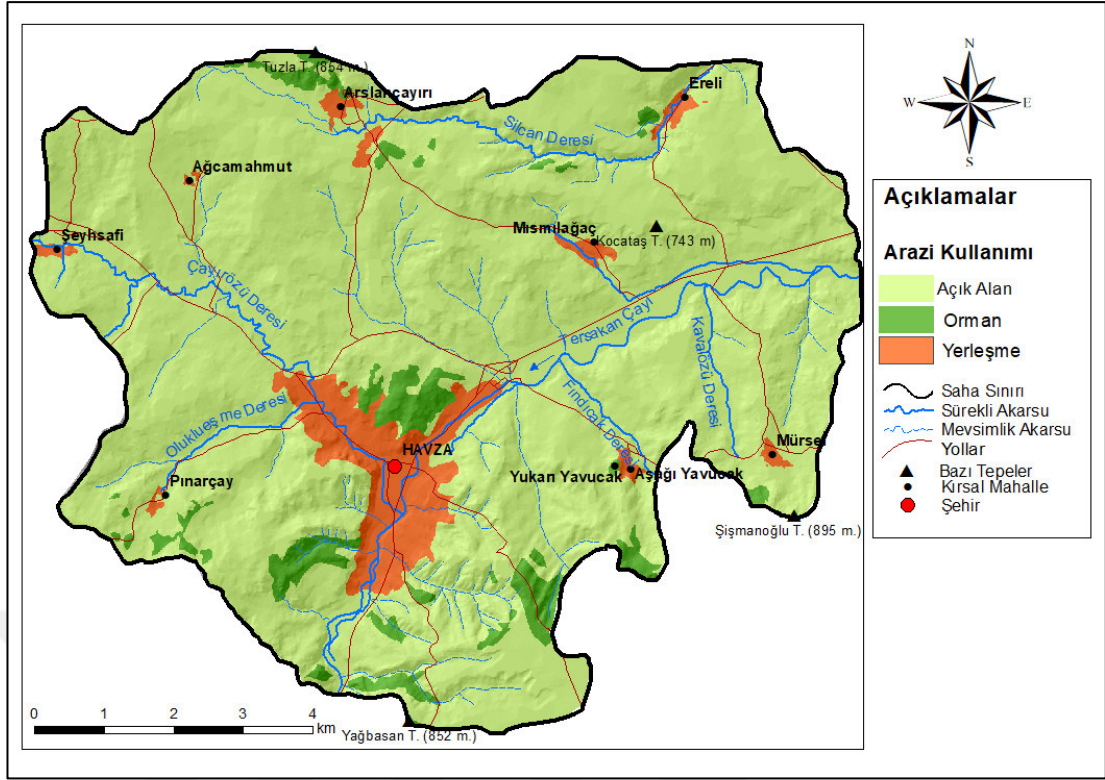
Arazi kullanımı kriterinin ikili karşılaştırma ve normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisleri ile ağırlık değerine karşılık gelen öncelik vektörü değerleri aşağıda sunulmuştur (Tablo 4.50).

Tablo 4.50. Havza Depresyonu’nda fırtına duyarlılık analizi arazi kullanımı kriteri karşılaştırma matrisleri ve normalize edilmiş karşılaştırma matrisleri.

Arazi Kullan.		a	b	c		a	b	c	Ağırlık
	a	1	3	4	a	0.631	0.692	0.500	0.608
	b	0.333	1	3	b	0.210	0.230	0.375	0.272
	c	0.25	0.333	1	c	0.157	0.076	0.125	0.119
Tutarlılık Oranı = CR= CI/RI = 0.0506/0.58 = 0.087									

* a: açık alan b: yerleşme c: orman

Sahanın fırtına duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış arazi kullanımı haritası aşağıda yer almaktadır (Şekil 4.58).



Şekil 4.58. Havza Depresyonu’nda fırtına duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış arazi kullanımı haritası.

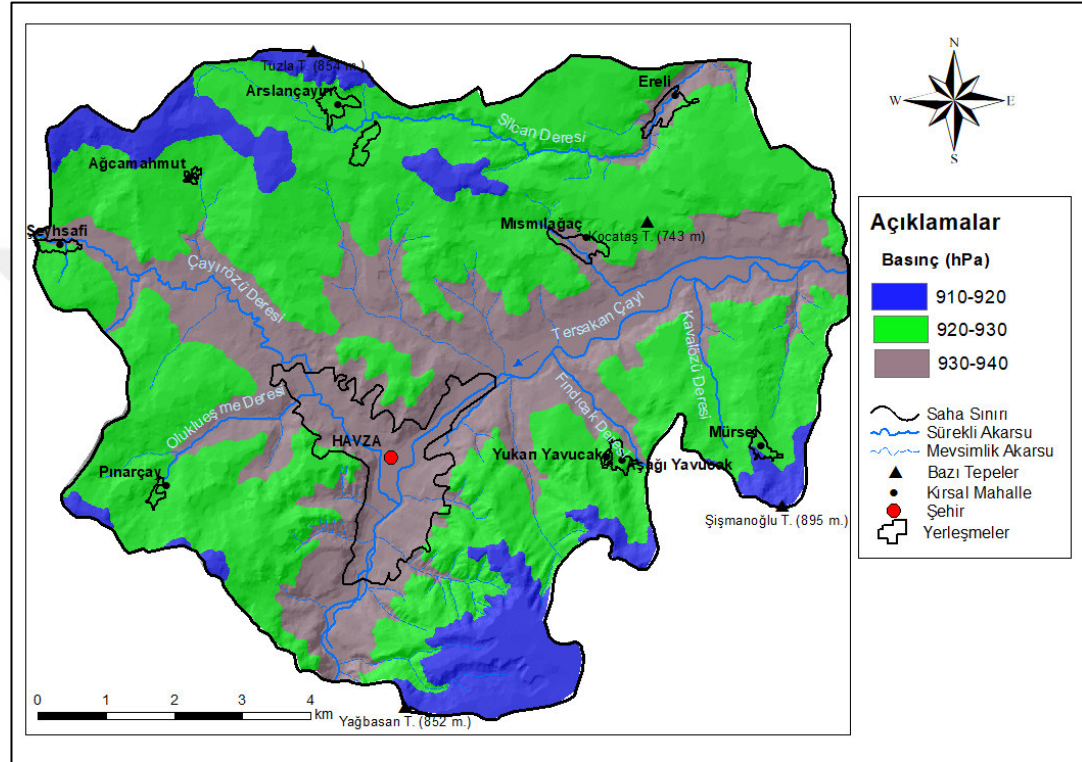
4.2.5.1.5. Basınç

“Fırtına riski açısından basınç kriteri ele alındığında en riskli alanların basınç değerlerinin yüksek olduğu sahalarda olduğu görülmektedir” (Özşahin, 2012: 2637). Rüzgar hareketi yüksek basınç alanlarından alçak basınç alanlarına doğru gerçekleşmektedir. Her ne kadar rüzgar hızını belirleyen ana faktör basınç merkezleri arası basınç farkı olsa da, merkezlerin birbirlerine uzaklıkları, yeryüzü şekilleri ve arazi kullanımı da rüzgar hızını etkilemektedir. Bu faktörlere bağlı olarak yüksek basınç alanlarından kaynağını alan rüzgarların kat ettikleri yol uzadıkça hızlarının da azaldığı bilinmektedir. Kaynak noktası olan yüksek basınç alanlarına doğru hız azaltıcı bu etmenlerin de azalması, basıncı yüksek olan sahalarda rüzgarın daha hızlı esmesi fikrini desteklemektedir. Samsun Meteoroloji İstasyonu verileri baz alınarak ve yükseltiye göre basınç değişim formülü kullanılarak oluşturulan üç basınç sınıfının ikili karşılaştırma matrisleri ve öncelik vektörü değerleri aşağıda verilmiştir (Tablo 4.51). Basıncı yükseltiye bağlı olarak azalışı haritada görülebilmektedir (Şekil 4.59).

Tablo 4.51. Havza Depresyonu'nda Fırtına duyarlılık analizi basınç kriteri karşılaştırma matrisleri ve normalize edilmiş karşılaştırma matrisleri.

Basınç *		a	b	c		a	b	c	Ağırlık
	a	1	3	5	a	0.652	0.692	0.555	0.633
	b	0.333	1	3	b	0.217	0.230	0.333	0.260
	c	0.200	0.333	1	c	0.130	0.076	0.111	0.106
Tutarlılık Oranı = CR= CI/RI = 0.0277/0.58 = 0,047									

* a: 930-940 hPa b: 920-930 hPa c: 910-920 hPa



Şekil 4.59. Havza Depresyonu'nda fırtına duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış basınç haritası.

4.2.5.1.6. Yükseklik

Yükseklik de fırtına risk analizinde dikkate alınmalıdır. “Yükseltiye bağlı olarak sürtünme azalır için rüzgâr doğrusal olarak ve daha hızlı eser” (Özşahin, 2012: 2636).

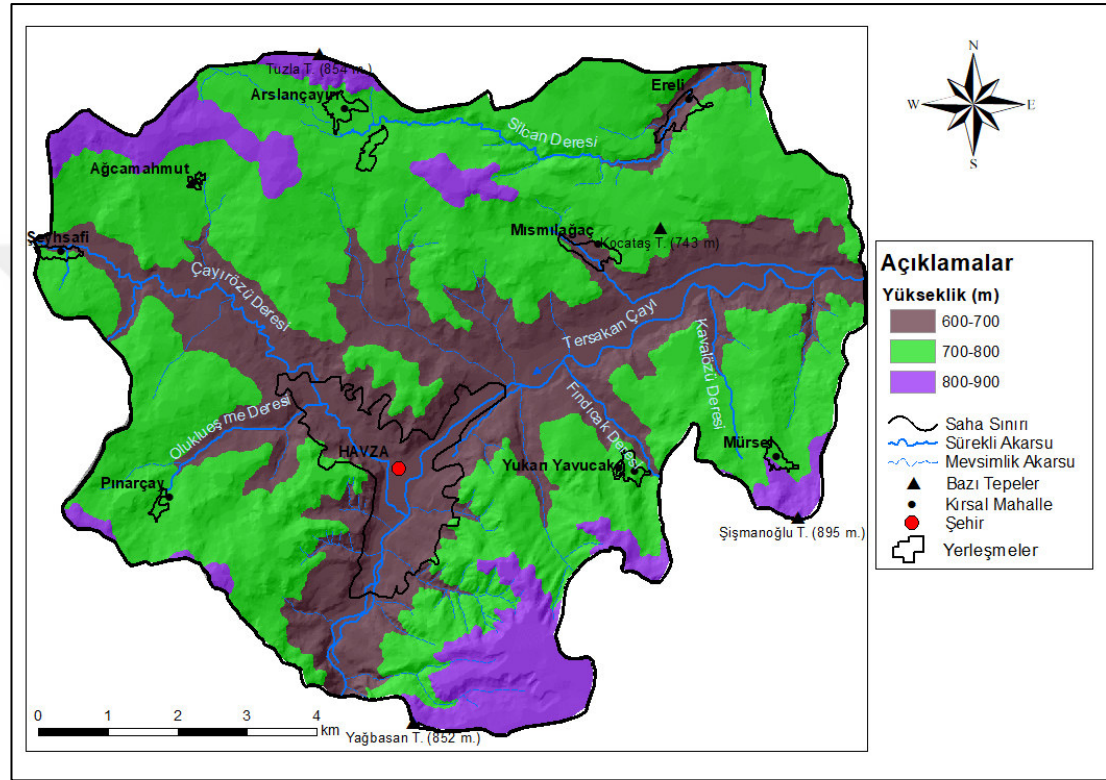
Araştırma sahası için 3 alt kriter belirlenmiş, AHP karşılaştırma matrisi oluşturulmuş, ağırlık değerleri elde edilerek raster formatında bir yükselti basamakları haritası üretilmiştir. Yükseklik parametresinin karşılaştırma matrisleri aşağıda verilmiştir (Tablo 4.52).

Farklı birimler (hPa ve m) ve değerler aynı yükseklik basamağına atandığı için, yükselti ve basınç haritalamalarında benzer haritalar ortaya çıkmıştır. Fakat hem temsil ettikleri unsurlar hem de ağırlıklandırılmaları farklı olmuştur (Şekil 4.60).

Tablo 4.52. Havza Depresyonu'nda fırtına duyarlılık analizi yükseklik kriteri karşılaştırma matrisleri ve normalize edilmiş karşılaştırma matrisleri.

Yükseklik*		a	b	c		a	b	c	Ağırlık
	a	1	3	4	a	0.631	0.692	0.500	0.608
	b	0.333	1	3	b	0.210	0.230	0.375	0.272
	c	0.25	0.333	1	c	0.157	0.076	0.125	0.119
Tutarlılık Oranı = CR= CI/RI = 0.0506/0.58 = 0.087									

*a: 800-870 m b: 700-800 m c: 610-700 m



Şekil 4.60. Fırtına Duyarlılık analizi için yeniden sınıflandırılmış yükselti basamakları haritası.

4.2.5.2. Fırtına Duyarlılık Değerlendirmesi

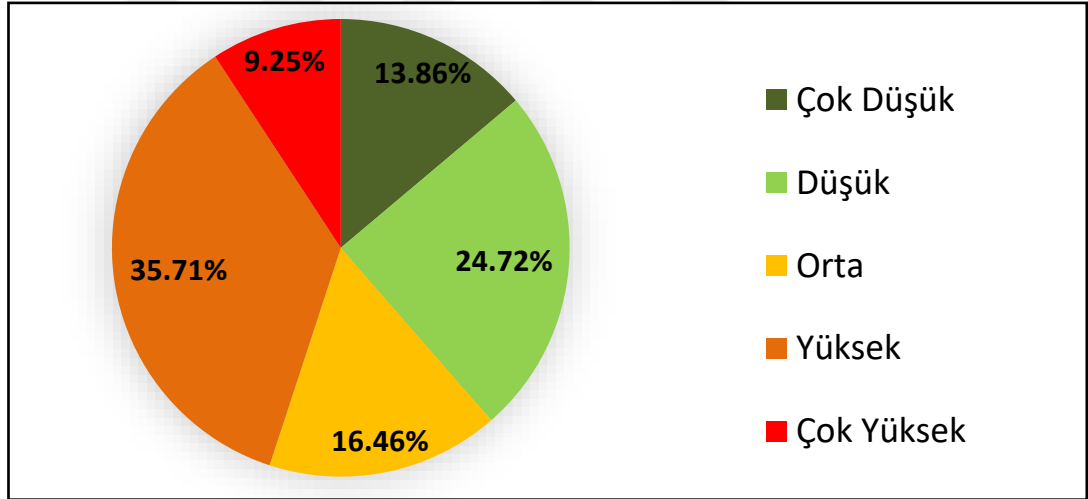
Araştırma sahasının yer şekillerinin genel itibariyle basık olması (toplam yükselti farkı 260 m) ve yamaç eğimlerinin düşük olması pürüzlülüğü ve bağlantılı olarak sürtünmeyi azaltmaktadır. Ayrıca saha genelinde ormansızlaşmaya (başta tarım alanı açmak amacıyla) bağlı olarak açık alanların fazlalığı da rüzgar etkinliğini arttırıcı bir faktördür. Ülkemizde önemli sıradağların genel itibariyle doğu batı doğrultusunda uzanmasına bağlı olarak sahada kuzey ve güneye bakan yamaçların fazla olmasını sağlamış, hakim rüzgarların da bu yönlerden esmesi rüzgarın etki alanını arttırmıştır. Tersakan Çayı ve Çayırözü Deresi'nin vadileri rüzgarın kanalize olmasında etkilidir.

Tüm bunların bir sonucu olarak sahada fırtına riskinin yüksek ve çok yüksek olduğu alanların azımsanmayacak kadar çok bulunduğu görülmektedir (Tablo 4.53,

Şekil 4.61). Fırtına riskinin özellikle Havza ilçe merkezinin Çayırözü Deresi'nin vadisinde konumlanan bölümünde çok yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca sahadaki diğer yerleşmelerde de fırtına riskinin oldukça yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Nispeten düz olan alanlara karşılık gelen aşınım yüzeyleri de fırtına riski yüksek olan alanlardandır (Şekil 4.62). Fırtına riskinin düşük olduğu alanlar ise daha çok hakim rüzgarlara bakmayan ve engebenin fazla olduğu alanlardır. Fırtına duyarlılık analizi sonuçları “Sonuç ve Öneriler” bölümünde kapsamlı olarak ele alınmıştır.

Tablo 4.53. Havza Depresyonu'nda fırtına riskinin alansal dağılışı.

Risk Sınıfı	Alan(km ²)	Yüzde (%)
Çok Düşük	11,42	13,86
Düşük	20,37	24,72
Orta	13,56	16,46
Yüksek	29,43	35,71
Çok Yüksek	7,62	9,25
Toplam	82,40	100,00

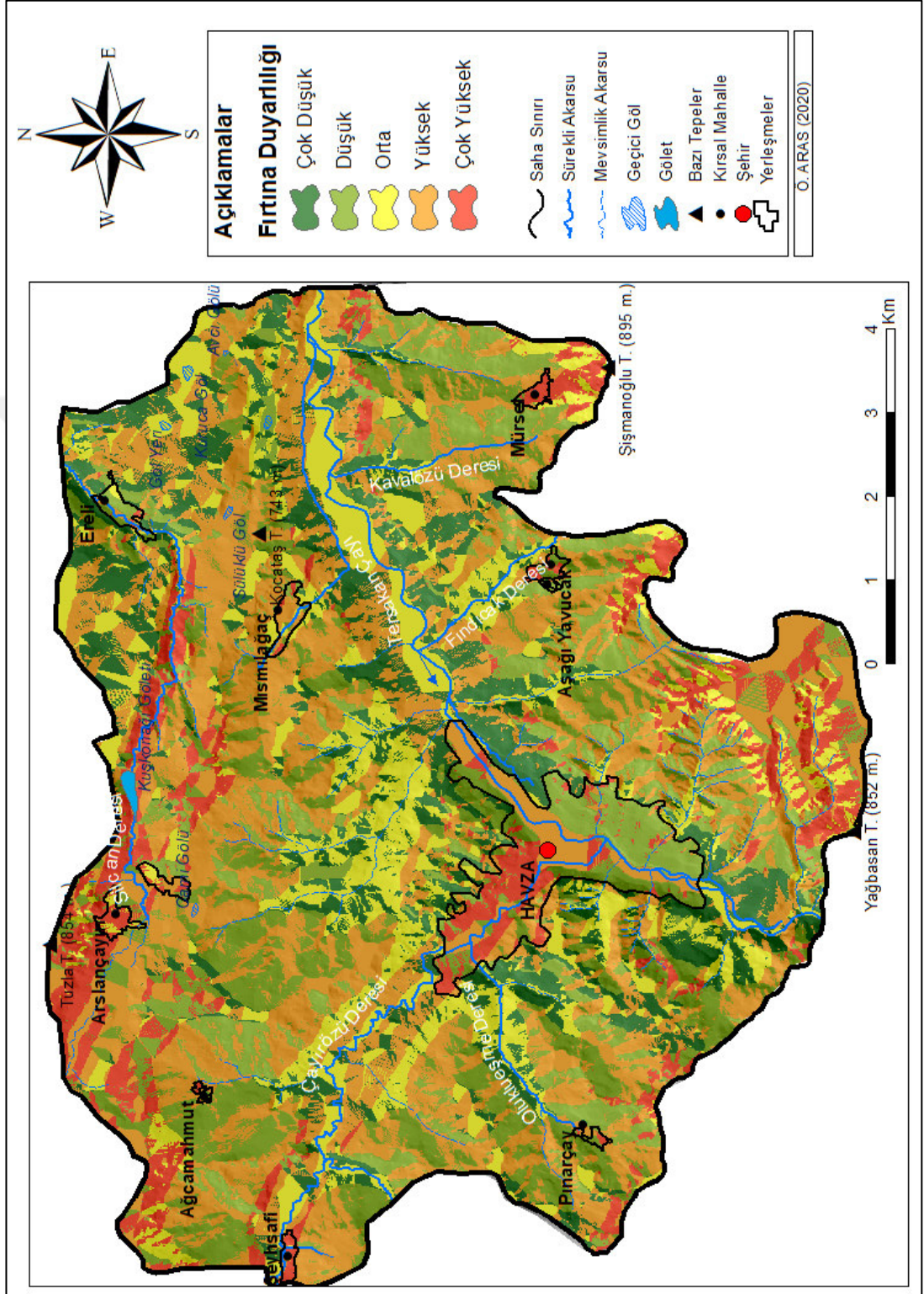


Şekil 4.61. Havza Depresyonu'nda fırtına riskinin risk gruplarına dağılım grafiği.

Araştırma sahasında en geniş alanı kaplayan arazi kullanım sınıfı olan tarım alanları aynı zamanda yüksek ve çok yüksek fırtına riskinin fazla olduğu alanlardır (Tablo 4.54). Sahada en çok yetiştirilen tarım ürünü olan buğdayın şiddetli rüzgarlara karşı duyarlılığı bilinmektedir. Ayrıca ilçe merkezi ve diğer kırsal mahallelerdeki yüksek fırtına riski de dikkati çekmektedir .

Tablo 4.54. Havza Depresyonu'nda fırtına riskinin yüksek ve çok yüksek olduğu alanların arazi kullanım sınıflarına dağılımı.

Fırtına Riski	Yüksek	Çok Yüksek
Yerleşme	1,72 km ²	1,33 km ²
Orman- Mera	17,85 km ²	1,62 km ²
Tarım Alanı	25,47 km ²	4,60 km ²



4.2.6. Bütünleşik Yüksek Duyarlılık Değerlendirmesi

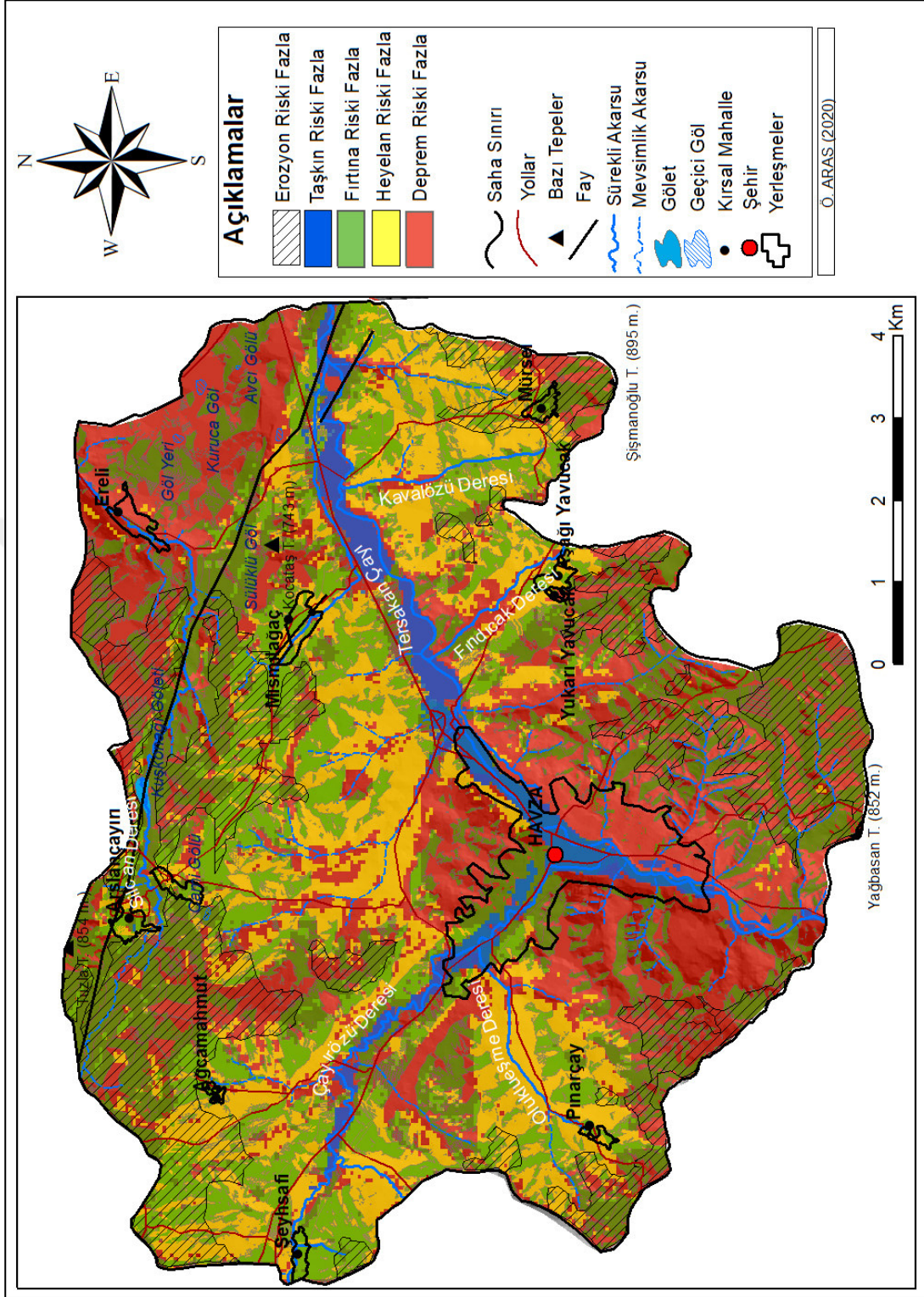
Araştırma sahasında analiz edilebilir verilerine ulaşılabilen ve CBS analizleri için parametreler oluşturularak duyarlılık haritaları oluşturulabilen beş adet doğal afet belirlenmiştir. Tez çalışmasında çeşitli yöntemler kullanılarak bu doğal afetlerin risklerinin alansal dağılışı ortaya konmuştur. Bu bölümde ise bu afetlerin tamamının yüksek ve çok yüksek duyarlılığa sahip olan alanlar tek bir haritada toplanmıştır.

Araştırma sahasında pek çok afetin birlikte görülmesi ve tez çalışmasının çıkış noktası olan doğal afetlerin son bölümde birlikte yorumlanması ihtiyacı oluşması nedeniyle analiz edilen afetlere yüksek ve çok yüksek duyarlılığa sahip alanlar bir araya getirilerek bütünleşik yüksek duyarlılık haritası üretilmiştir (Şekil 4.63). Uygulanan aşamalar “Çoklu Duyarlılık Analizi Yöntemleri” bölümünde yer almaktadır.

Sahanın tamamının deprem tehlikesinin çok yüksek olduğu bilinmektedir. Ayrıca bütünleşik yüksek duyarlılık değerlendirmesi sonucu sahanın %82'sinin deprem dışındaki herhangi bir afete de yüksek ve duyarlılığa sahip olduğu belirlenmiştir.

Farklı doğal afetler için sahanın farklı kısımları yüksek duyarlılığa sahip olabildiği gibi aynı alanın birden fazla afet için de yüksek duyarlı olabildiği görülmektedir. Kabaca bakıldığında su bölümü hatları yakınlarında depresyon tabanı çevresine göre birden çok afete yüksek duyarlılık alanlarının daha fazla olduğu görülmektedir. Örneğin araştırma sahasının doğusunda yer alan Mürsel Mahallesi ve yakın çevresinde aynı anda deprem, erozyon, heyelan ve fırtına duyarlılığı yüksek seviyededir.

Bütünleşik yüksek duyarlılık değerlendirmesinin bir sonraki başlıkta yer alan multirisk değerlendirmesinden farkı yalnızca yüksek riskli alanların gösterilmesi ve farklı afetlere yüksek duyarlılık gösteren alanların kesişimlerinin belirlenerek aynı alanda hangi afetlerin birlikte yüksek risk barındırdığının net bir şekilde ortaya konulabilmesidir. Multirisk değerlendirmesinde ise afetler özelinde değerlendirme yapılamamakta, afetlerin tamamına duyarlı/duyarsız alanlar görülebilmektedir.



Şekil 4.63. Havza Depresyonu'nun bütünleşik doğal afet yüksek duyarlılık haritası.

4.2.7. Multi (Çoklu) Risk Değerlendirmesi

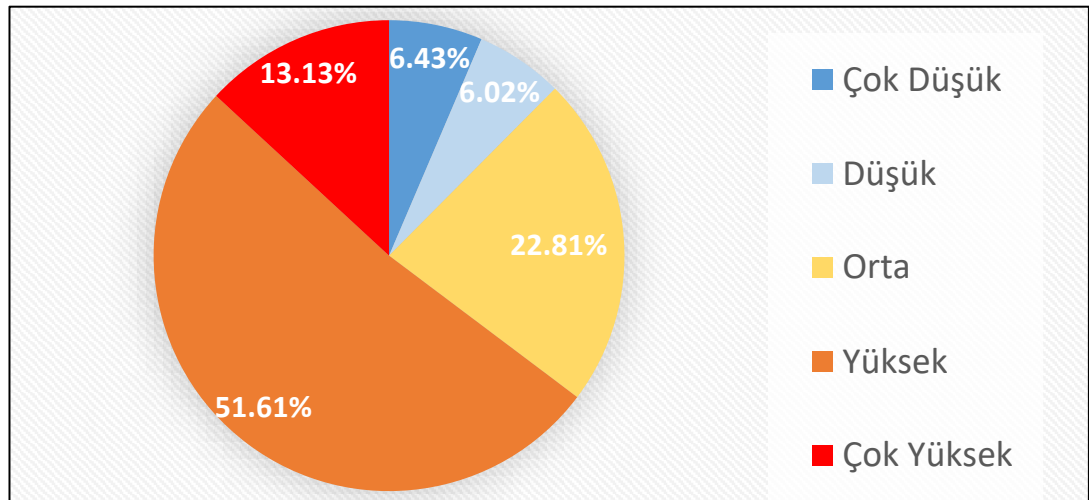
Son olarak sahada belirlenen ve analiz edilebilen afetlerin tümüne birden daha duyarlı/duyarsız olan bölümleri kantitatif bir şekilde ortaya koyabilmek için multirisik analizi yapılmıştır. Haritanın oluşturulmasında sahadaki doğal afet risklerinin ortaya konmasında kullanılan duyarlılık analizlerinin sonuç haritaları kullanılmıştır. Multirisik değerlendirilmesinin uygulama aşamaları “Çoklu Duyarlılık Analizi Yöntemleri” başlığı altında yer almıştır.

Taştan ve Aydınoglu (2015), bazı afet risklerinin birlikte görülebildiğini ve çoklu afet riski oluşabildiğini ayrıca afetlerin birbirlerini tetikleyebildiklerini bu noktada multirisik değerlendirmesine ihtiyaç duyulabildiğini belirtmişlerdir.

Sahanın %13,13'ünün değerlendirmeye alınan afetlerin tamamına çok yüksek duyarlılığa, %51,61'inin ise yüksek duyarlılığa sahip olduğu görülmüştür (Tablo 4.55, Şekil 4.64). Havza ilçe merkezinde de doğal afet duyarlılığı yüksek olmakla birlikte yükseltinin arttığı kırsal mahallelerde en yüksek düzeye ulaşmaktadır. Sonuçların ayrıntılı değerlendirilmesi “Sonuç ve Öneriler” bölümünde yer almaktadır.

Tablo 4.55. Havza Depresyonu'nda, multi doğal afet riskinin alansal dağılışı.

Risk Sınıfı	Alan(km ²)	%
Çok Düşük	5,30	6,43
Düşük	4,96	6,02
Orta	18,79	22,81
Yüksek	42,53	51,61
Çok Yüksek	10,82	13,13
Toplam	82,40	100,00



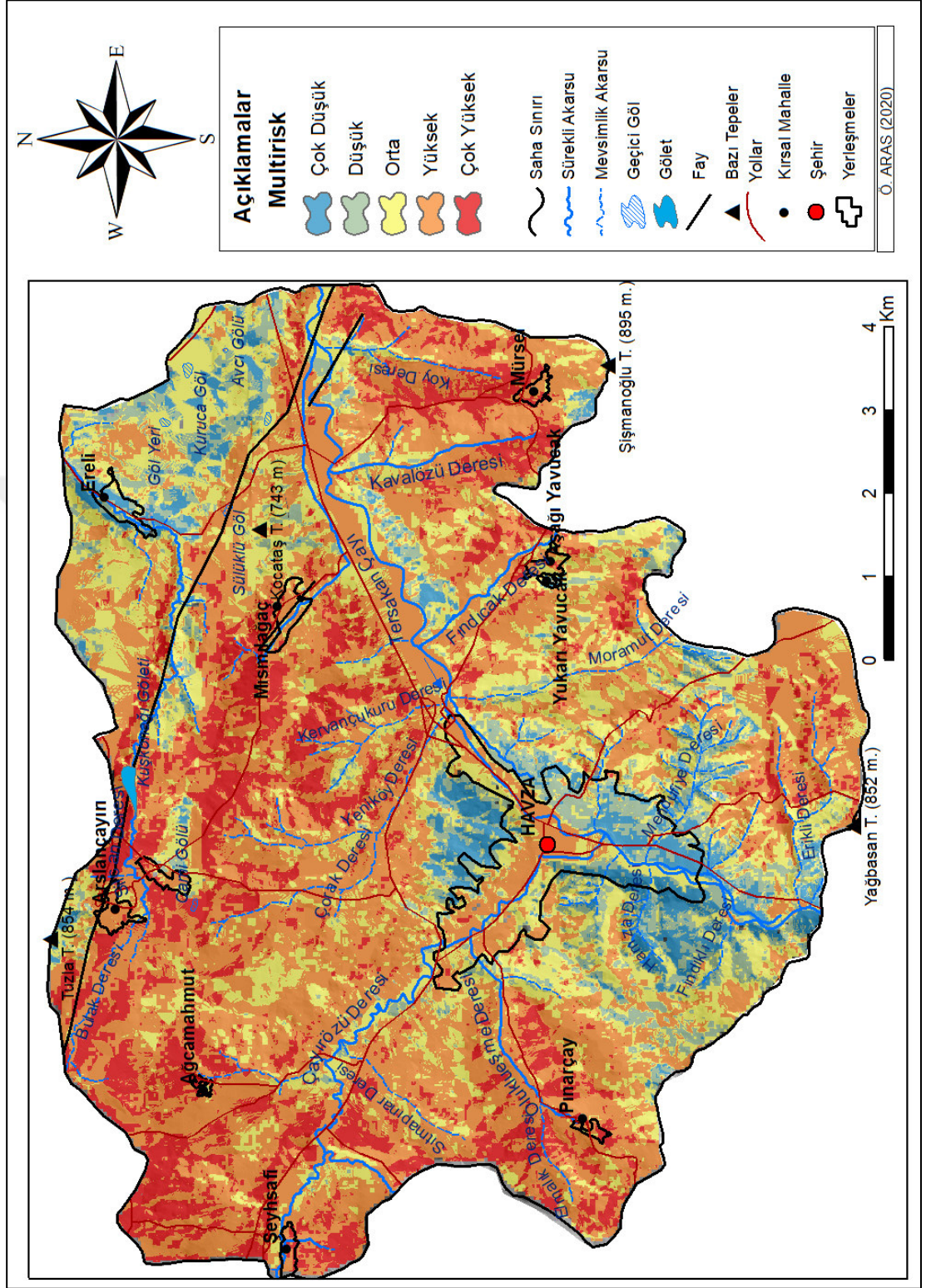
Şekil 4.64. Havza Depresyonu'nda doğal afetlerin multirisik dağılımı grafiği.

Arazi kullanım sınıflarında doğal afetlere karşı duyarlılığı yüksek olan alanlara bakıldığında saha içerisinde doğallığı kısmen de olsa korunmuş nadir alanlar olan orman-mera alanlarında doğal afet riskinin daha düşük olduğu görülmüştür (Tablo 4.56). Multirisk değerlendirmesiyle tekrar anlaşılmıştır ki, doğal bitki örtüsünün ve özellikle ağaç formasyonunun korunduğu alanlar doğal afetlere karşı çok daha az duyarlıdır.

Tablo 4.56. Havza Depresyonu'nda doğal afet duyarlılığının arazi kullanım sınıflarına göre dağılımı

Doğal Afet Duyarlılığı	Yüksek km ²	Çok Yüksek km ²	Toplam km ²	Yüzde %	
Yerleşmeler	6,21 km ²	2,57	0,06	2,63	41
Orman- Mera	6,93 km ²	1,36	0,0061	1,366	19
Tarım Alanları	68,22 km ²	38,60	10,73	49,33	72

Bu çoklu duyarlılık değerlendirmesinde belirlenen düşük ve çok düşük riskli alanlar aynı zamanda yerleşme ve diğer beşeri etkinlikler için yer seçimi konusunda fikir verebilecektir. Yani bu multirisk analizini yalnızca yüksek doğal afet riski olan alanların belirlenmesi olarak değil aynı zamanda doğal afetlerden uzak yaşam için uygun yer analizi olarak da değerlendirilebilir. Mekânsal olarak büyüme ihtimali olan Havza ilçe merkezinin yakın çevresinin (özellikle güneyinin) afet duyarlılığının oldukça düşük olduğu görülmektedir. İlçe merkezi mücavirinde yer alan özellikle ilçe merkezinin kuzeyi, Hamza Deresi, Fındıklı Deresi ve Mendufiye Deresi vadileri doğal afet riskleri açısından bakıldığında yerleşme ve diğer insan etkinliklerine uygun görünmektedir. Fakat Hamza Deresi vadisinin ve ilçe merkezinin kuzeyindeki düşük duyarlılıklı alanın orman sahaları olduğunu belirtmek gerekir. Ayrıca mevcut yerleşim alanları olan Değirmenüstü, Karşıyaka ve Memduhiye Mahalleleri'nin doğal afet duyarlılığının diğer mahallelere göre daha düşük olduğunu belirtmek gerekir (Şekil 4.65).



Şekil 4.65. Havza Depresyonu'nun doğal afetler için hazırlanmış multirisik haritası.

4.2.8. Havza İlçe Merkezindeki Yerleşim Alanının Doğal Afet Duyarlılığı

Araştırma sahası özelinde olası afet durumlarında fiziksel, sosyal ve ekonomik zarar görebilirliği en yüksek olan yerleşim birimi Havza ilçe merkezidir. İlçe merkezindeki yerleşim alanı için heyelan, taşkın, fırtına ve multirisk değerlendirmeleri yapılmıştır. RUSLE Yöntemi'nde yerleşim alanlarına C Faktörü değeri olarak "0" atandığından bu alan için erozyon duyarlılık değerlendirmesi yapılamamıştır. Ayrıca çalışmada deprem tehlike analizinde kullanılan Poisson Yöntemi'nin çıktısı bir harita olmadığı için depreme karşı duyarlılık değerlendirmesi de yapılamamıştır.

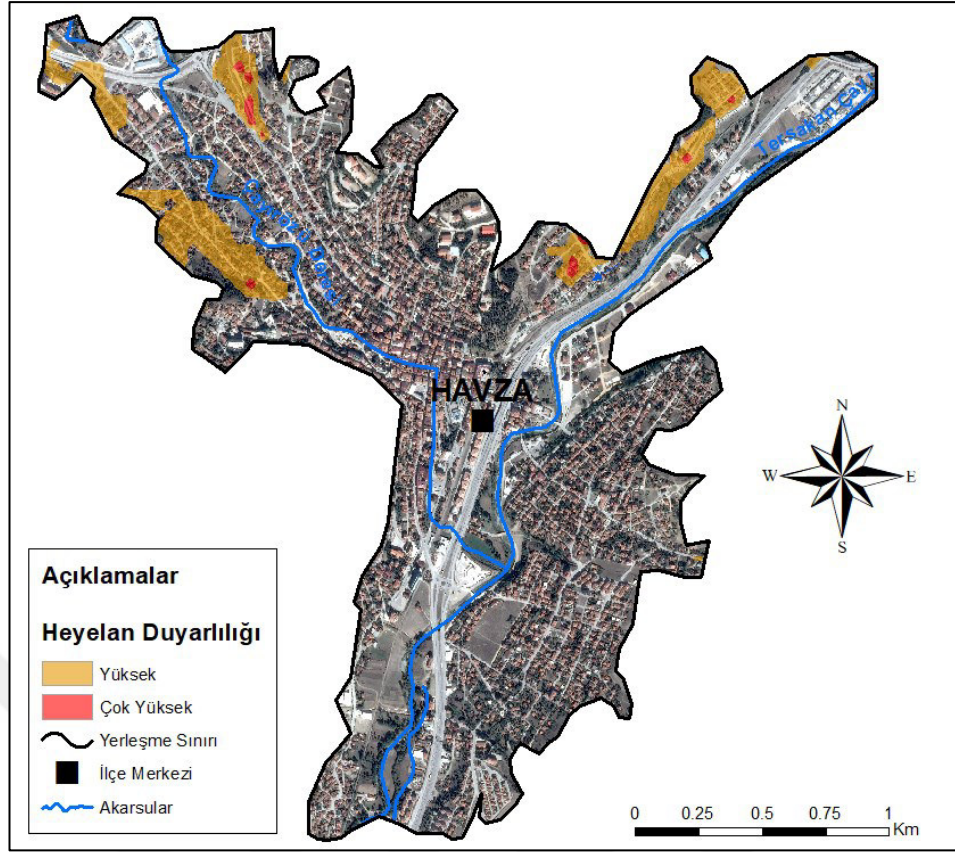
Araştırma sahasındaki nüfusun %89'u Havza ilçe merkezinde bulunmaktadır. Havza ilçe merkezinde 4,06 km²'lik alanda 20.655 kişi yaşamaktadır. Araştırma sahası genelinde km²'ye 281 kişi olan aritmetik nüfus yoğunluğu ilçe merkezindeki yerleşim alanında 5.087'ye ulaşmaktadır.

Havza ilçe merkezinde yüksek ve çok yüksek heyelan duyarlılığı olan alanlar toplam 0,33 km²'dir (Tablo 4.57). Bu alanlar toplam yerleşim alanının %9'una karşılık gelmekte, İmaret Mahallesi, Çay Mahallesi 19 Mayıs Mahallelerinde yoğunlaşmaktadır (Şekil 4.66). Taşkın duyarlılığı yüksek ve çok yüksek olan alanlar taşkın doğası gereği depresyon tabanında yoğunlaşmaktadır. Toplam 1,41 km² olan bu alanlar çoğunlukla İnönü, İcadiye, 25 Mayıs ve Bahçelievler Mahallelerinde yer almaktadır (Şekil 4.67). İlçe merkezinde en geniş yüksek ve çok yüksek duyarlılık alanına sahip olan afet fırtınadır. 2,21 km² duyarlılık alanına sahip olan fırtına duyarlılığı yüksek ve çok yüksek olan alanlar Özellikle Çayırözü Deresi vadisinde yoğunlaşmakla birlikte Tersakan Çayı vadisi tabanında da bulunmaktadır (Şekil 4.68).

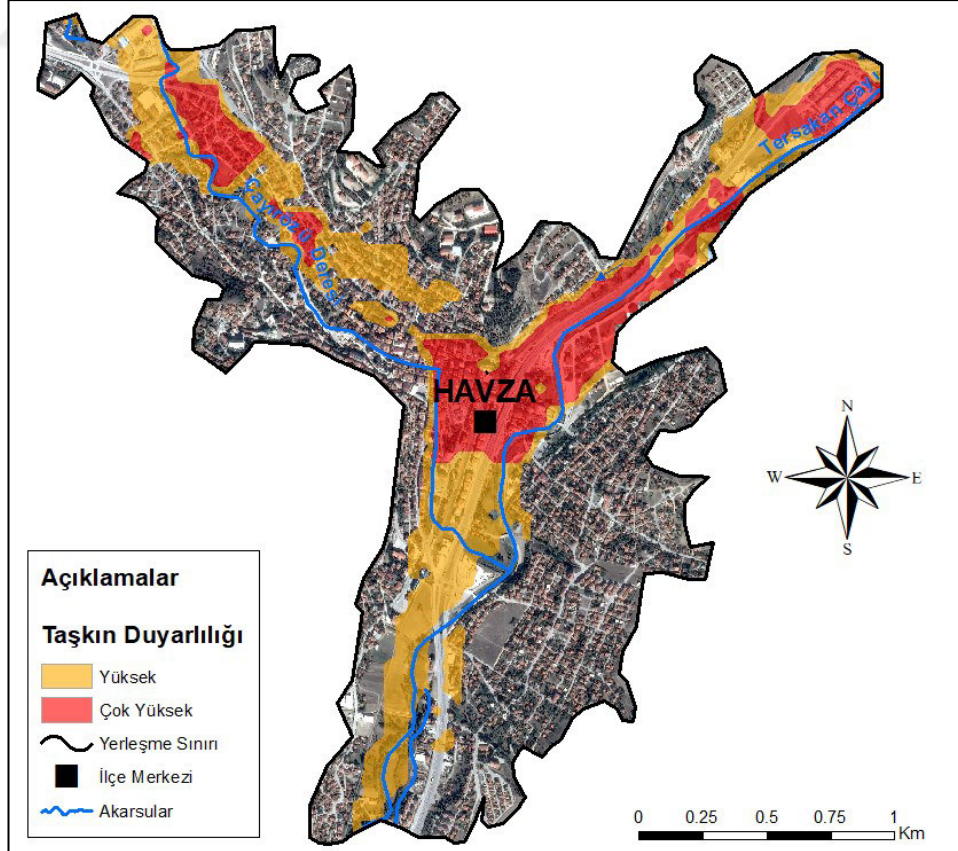
Multirisk değerlendirmesinde ise ilçe merkezindeki yerleşim alanlarının %39'unun çoklu afet risklerine duyarlı olduğu görülmüştür. Özellikle Çayırözü Deresi vadisinde doğal afet riskleri artarken Değirmenüstü, Karşıyaka, Memduhiye ve Boyalıca Mahallelerinde doğal afet risklerinin azaldığı görülmektedir (Şekil 4.69).

Tablo 4.57. Havza ilçe merkezinin doğal afet duyarlılık sınıfları ve kapladıkları alanlar.

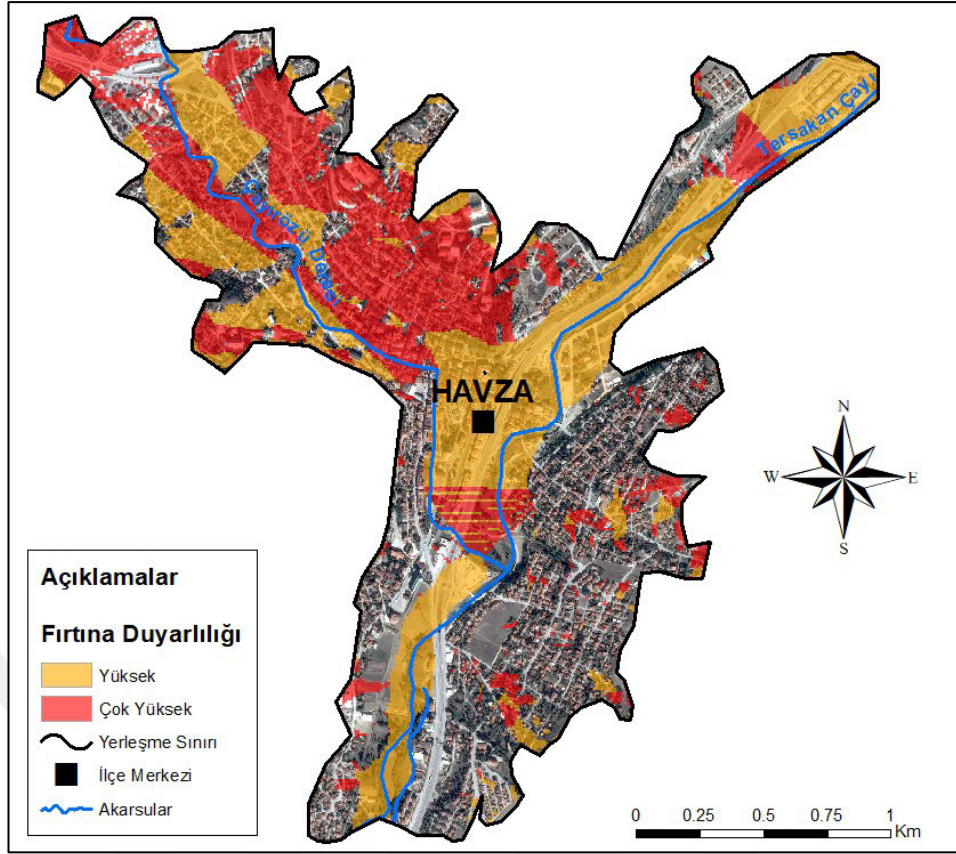
	Heyelan Duyarlılığı (km ²)	Taşkın Duyarlılığı(km ²)	Fırtına Duyarlılığı (km ²)	Multirisk (km ²)
Çok yüksek	0.02	0.58	0.98	0.19
Yüksek	0.31	0.83	1.21	1.39
Orta	0.62	0.64	0,03	1.06
Düşük	1.51	1.10	1.81	1.24
Çok düşük	1.60	0.91	0.03	0.18
Toplam	4.06	4.06	4.06	4.06



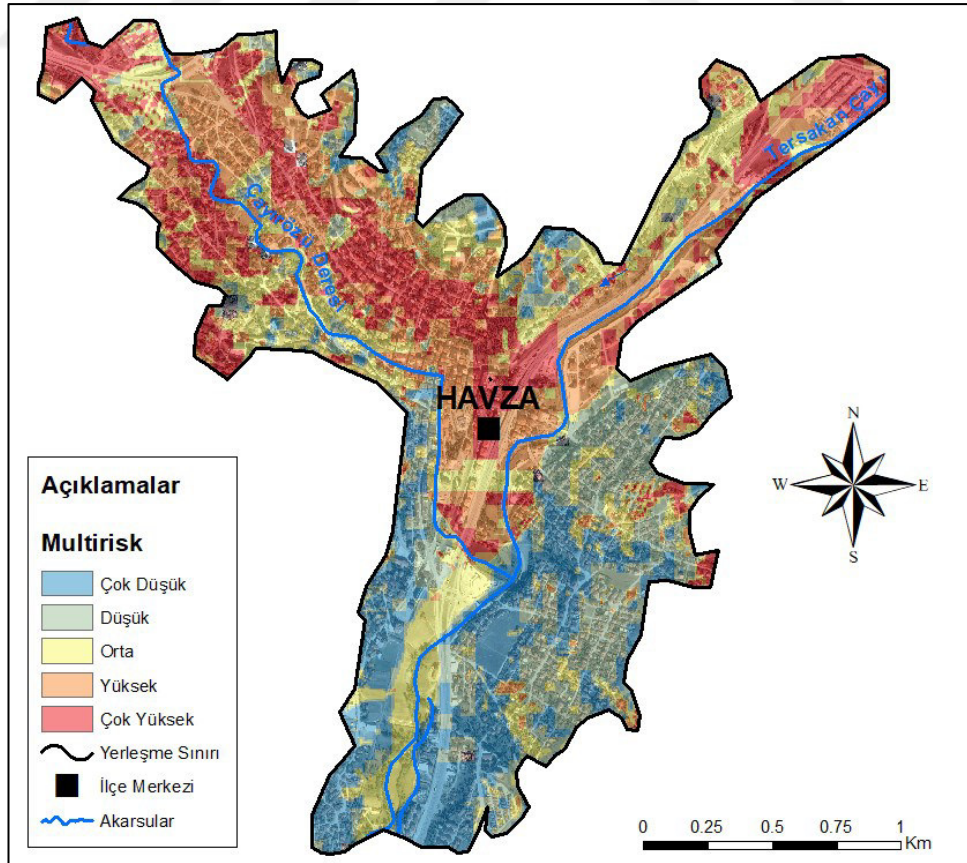
Şekil 4.66. Havza ilçe merkezinde heyelan duyarlılığı yüksek ve çok yüksek olan alanlar haritası.



Şekil 4.67. Havza ilçe merkezinde taşkın duyarlılığı yüksek ve çok yüksek olan alanlar haritası.

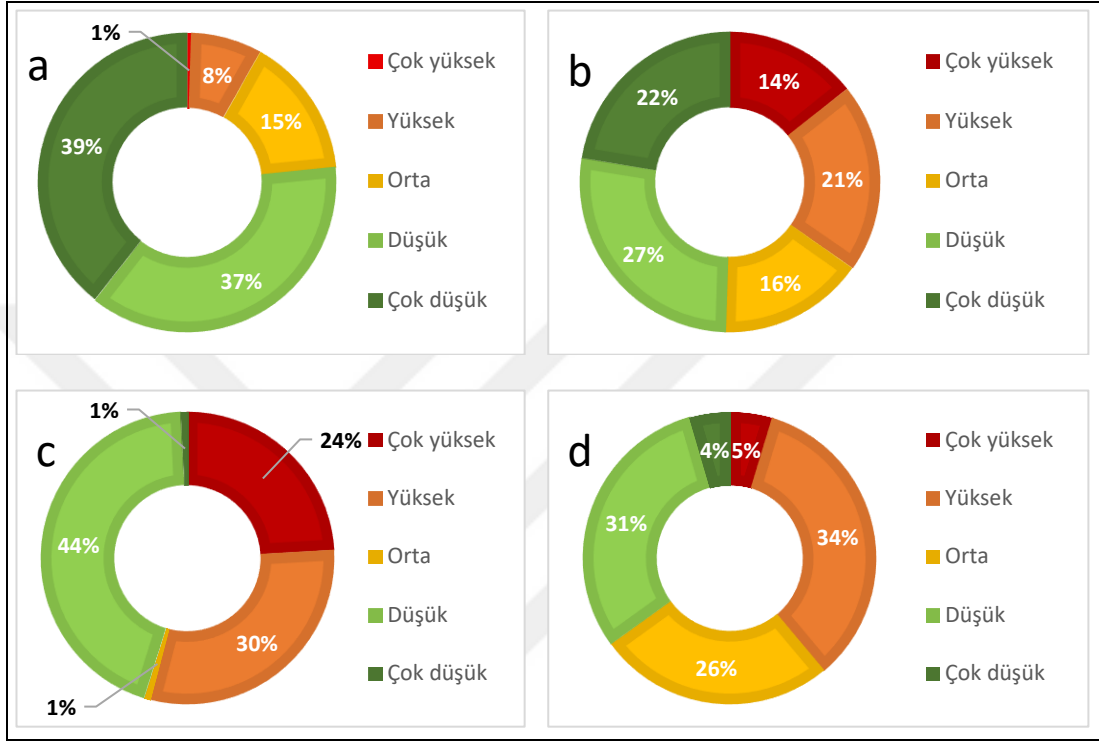


Şekil 4.68. Havza ilçe merkezinde fırtına duyarlılığı yüksek ve çok yüksek olan alanlar haritası.



Şekil 4.69. Havza ilçe merkezinde multirisk sınıflarının alansal dağılım haritası

Haritaların daha iyi okunabilmesi ve duyarlılığı yüksek olan konumların daha iyi anlaşılabilmesi için haritalarda yalnızca yüksek ve çok yüksek duyarlılığı olan alanlar gösterilmiştir. Havza ilçe merkezindeki yerleşim alanı için değerlendirmeye alınan doğal afetlerin duyarlılık sınıflarının tamamına dağılım yüzdeleri aşağıda sunulmuştur (Şekil 4.70).



Şekil 4.70. Havza ilçe merkezinin doğal afet duyarlılık değerlendirmesi sonucu oluşan duyarlılık sınıfları ve yüzdeleri. a) Heyelan Duyarlılığı b) Taşkın Duyarlılığı c) Fırtına Duyarlılığı d) Multirisk durumu.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Afete dönüştüğü durumlarda son derece acımasız olan tehlikeli doğa olaylarının çoğunun önceden tahmin edilmesi ve önlenmesi mümkün değildir. Bugün için afete neden olan bu doğal olaylarını iyi tanımak, oluşumlarını önceden tespit edebilmek için yeterli çalışmaları yapmak ve muhtemel zararlarının azaltılabilmesi için gerekli önlemleri almak mümkün olabilmektedir.

Araştırma sahası Karadeniz Bölgesi'nin Orta Karadeniz Bölümü'nde batı ve doğudaki yüksek dağ silsilelerine göre nispeten alçak yükselti değerlerine sahip Canik Dağları silsilesinin bir unsurunu oluşturan Tavşan Dağı'nın kuzeydoğu kesiminde yer almaktadır.

Havza Depresyonu'ndaki verilerine ulaşılabilen doğal afetlerin tanımlanmasını ve duyarlılık analizlerinin yapılarak risklerin haritalanmasını amaçlayan bu çalışmada doğal afetleri daha iyi anlayabilmek ve sonuçlarını daha doğru ortaya koyabilmek için öncelikle doğal ortam özelliklerinin ayrıntılı biçimde ortaya konması gerekliliği duyulmuştur. Zira doğal afetler doğal ortam özelliklerinin müsaade ettiği ölçüde etkili olabileceklerdir. Bu bağlamda sahanın jeolojik, jeomorfolojik, iklimik, hidrografik, toprak ve bitki örtüsü özellikleri sağlanabilen veriler, arazi gözlemleri ve CBS tekniklerinden yararlanılarak ortaya konmaya çalışılmıştır.

Jeolojik olarak saha genelinde çeşitli litolojiye sahip Pliyosen yaşlı çökellerin sahanın %75'inden fazlasını kapladığı, vadi tabanlarının da Kuvaterner alüvyonlarıyla örtülü olduğu görülmüştür. Kuzeyde genişçe bir alanda Miyosen yaşlı volkanik çökeller (aglomera, tüf), dar bir sahada ise Kampaniyen-Maestrihtiyen yaşlı çamurtaşı-kumtaşı istifleri bulunur.

Nispeten küçük olan (82,4 km²) ve tabandan zirveye 280 m yükselti farkı bulunan sahada jeomorfolojik birimlerin çeşitliliği dikkati çekmiştir. Bunda sahadan geçen KAF'a bağlı gelişen tektonizmanın ve Kuvaterner'de gerçekleşen östatik hareketlerin büyük rolü olmuştur. Tektonizmaya bağlı olarak depresyon ve içerisindeki lokal çöküntüler (geçici göl çukurları gibi), tektonik ve östatik hareketler ile dış kuvvetlere bağlı olarak aşınım yüzeyleri ve akarsu gençleşmelerine bağlı olarak taraçalar gelişebilmiştir. Yamaçların heyelan, erozyon ve fırtınaya, depresyon tabanının ise deprem ve taşkına karşı yüksek duyarlılık gösterdiği görülmüştür. KAF'ın varlığına bağlı olarak basınç sirtları ve akarsu ötelenmeleri, ortalama yatak

eğiminin az olmasına bağlı olarak ırmak adaları ve geniş tabanlı vadiler gelişebilmiştir. Pliyosen ve Miyosen yaşlı çökellerin temel araziyi diskortant olarak örttüğü sahada sürempozisyon gelişmiş, sonucunda epijenik vadiler (boğaz vadiler) oluşmuştur.

Tektonik özelliklerle birlikte doğal süreçleri şekillendiren en önemli unsurlardan birisi iklimdir. Sahada, kıyı kuşağına göre günlük ve yıllık sıcaklık farkı fazladır. Bu durum afetler üzerinde etkili olan pek çok sonuç ortaya çıkarmıştır. Rüzgarlar sahada daha çok güney-güneybatı ve kuzey-kuzeydoğu yönlerinden esmekte olup, bunda istasyonun Çayırözü vadisi içerisindeki konumu da rol oynamıştır. Zira yakında yer alan Kavak ve Ladik istasyonlarının rüzgar frekans gülleri farklı desenlere sahiptir. Sahada nüfusun büyük bölümünün bu vadi tabanı ve yamaçlarında yaşaması bu veriyi etkili ve afet değerlendirmeleri için kabul edilebilir kılmıştır. Araştırma sahasında en şiddetli rüzgarların güneybatıdan estiğini yani lodosun sahada etkili bir rüzgar olduğunu belirtmek gerekir. Sahada nemin en yüksek seviyede olduğu aylarla yağışın en yüksek seviyede olduğu aylar birbirine paralel değildir. Bu da gerçekleşen yağışların daha geniş çaplı sistemlere bağlı olarak meydana geldiğini ortaya koymaktadır. Nem oranının düşüklüğü doğrudan veya dolaylı etkide bulunarak kuraklık ve erozyonda artışa neden olabileceken, fazlalığı ise evapotranspirasyonu kısıtlayarak taşkın, sel ve heyelan riskini arttırmaktadır. Kara iklimi ile Karadeniz İklimi arasında geçiş özelliği gösteren bir iklime sahip olan sahada yağış ortalamasının en fazla olduğu aylar mayıs ve hazirandır. En yağışlı ayın yaz başına kaymasında karasallık ve yükselti etkilidir. Sahada görülen taşkınlar da büyük oranda bu aylarda gerçekleşmektedir. Sahada kış ayları boyunca kar yağışı görülürken, özellikle ilkbahar-yaz mevsim geçişinde etkili dolu yağışlarına rastlanmaktadır. Kar erime hızının taşkın, sel ve heyelan üzerinde etkisi bulunmaktadır. Erime yavaş geliştiğinde heyelan duyarlılığı artarken, hızlı gerçekleştiğinde taşkın riskinde belirgin artış görülmesi beklenir. Yapılan iklim tipi analizlerinin sonuçlarına göre saha genel itibariyle yarı-nemli özellikler göstermektedir. Araştırma sahası Erinç İndisi'ne göre yarı-nemli, De Martonne sınıflandırmasına göre step-nemli arası, Thornthwaite sınıflandırmasına göre ise istasyonu "C1" derecesinde kurak - az nemli , "B'1" derecesinde Mezotermal (Orta sıcaklıklardaki iklim), "d" derecesinde su fazlası olmayan veya pek az olan "b'4" derecesinde denizel etkili iklime sahiptir.

Konsekant olarak genel eğim doğrultusunda kabaca güneye doğru akan Tersakan Çayı sahanın ana akarsuyudur. İnsekant olarak Tersakan'a bağlanan sürekli

ve mevsimlik akarsular ve subsekant olarak KAF üzerinden akıp bir yarma vadi ile sahayı terk eden Silcan Deresi başlıca akarsulardır. Tersakan Çayı Yeşilirmak Havzası dahilinde iken, Silcan Deresi Kızılırmak Havzasına bağlıdır. Araştırma sahasında sürekli doğal göl bulunmamakla birlikte beş adet geçici göl bulunmaktadır. Yağışlı dönemde su toplayabilen bu göllerin en büyüğü Ereli Mahallesi yakınlarında ve 760 m yükseklikte yer alan Kurucagöl'dür. Mayıs ayı itibariyle diğer göllerde su görülmemişken Kurucagöl'de 15-20 cm yüksekliğinde su gözlemlenmiştir. Yapay olmakla birlikte sahanın tek sürekli su kütlesi olan Kuşkonağı Göleti Arslançayırı Mahallesi yakınlarında yer almaktadır. Sulama amaçlı olarak Silcan Deresi üzerinde kurulan gölet yaklaşık 1,5 ha 'dır.

Büyük toprak gruplarına göre bakıldığında sahada üç tür toprak bulunmaktadır. Bunlar Kahverengi topraklar, alüvyal topraklar ve kolüvyal topraklardır. Toprakların büyük bir çoğunluğunun (%82) tarımda değerlendirildiği görülmüştür. Bu da bulunduğu coğrafi şartlar gereği kısmen de olsa ormanlarla kaplı olması gereken sahadaki ormansızlaşmanın da durumunu ortaya koymaktadır. Ormansızlaşmanın afetler açısından da büyük sonuçları olmuştur. Arazi kullanım sınıflarına göre en geniş alanı işlemeli tarıma kısmen elverişli olan 4. Sınıf araziler kaplamaktadır (% 47). Tekstür üçgenine göre yapılan bünye sınıflandırmasına göre sahadan alınan 80 toprak örneğinin 57'si "kumlu killi tın" tekstür sınıfında yer almaktadır. Bünye analizine göre kil dağılımına bakıldığında saha topraklarının 51,4 km²'sinde kil oranı %20-30, 54,81 km²'sinde kum oranı % 50-60 aralığındadır. Saha topraklarının pH metre ile yapılan ölçümlere göre %52,21'inde pH 6,5-7,5 aralığındadır. Elektriksel kondüktivite aleti ile yapılan EC analizlerine göre toprakların tamamı tuzsuz (<4 dS/m) çıkmıştır. Topraklarda kireç oranının fazlalığı dikkati çekmektedir. Zira saha topraklarının %41,2 'sinde kireç çok fazla (%25 +) çıkmıştır. Bu tarımı ve infiltrasyonu olumsuz etkileyebilecek bir durumdur. Etüvde kurutma yoluyla yapılan nem tayinine göre toprakların %84,8'inde nem oranı %5-10 arasında çıkmıştır. Organik maddece zengin topraklar kuzeyde yoğunlaşmaktadır. %74 ile en geniş alanı organik madde içeriği %2-3 aralığında olan topraklar kaplamaktadır.

Bitki formasyonları açısından bakıldığında sahanın baskın formasyonu ot formasyonudur. Bunda beşeri müdahaleler önemli şekilde etkili olmuştur. Bozkırlara ait pek çok tür sahada tespit edilip kayıt edilmiştir. Çalılar daha çok dere boylarında ve tarla sınırlarında yayılışa sahip olup çalılarının içerisinde en fazla görülen adi alıçtır.

Sahanın az miktarda bulunan ormanlık alanlarında (%4,5) baskın olan ağaç türleri meşe türleridir. NDVI analizi sonucunda inceleme alanının yaklaşık %30'unda bitki olmadığı belirlenmiştir. Fakat bunda tarih itibariyle boş olan tarlaların varlığı da dikkate alınmalıdır.

Havza ilçe merkezinde toplam 17 merkez mahallede TÜİK 2019 verilerine göre 20.655 kişi, 9 kırsal mahallede ise 2.575 kişi yaşamakta olup toplam nüfus 23.230'dur. Sahada kilometrekareye 283 kişi düşmektedir ve bu sayı Türkiye ortalamasının (106) çok üzerindedir. Nispeten küçük alanlı sahada bu nüfus yoğunluğunun bulunması doğal afet duyarlılık analizini daha da anlamlı kılmaktadır. İlçe merkezinde en yoğun nüfuslu mahalle 25 Mayıs Mahallesi (2816), kırsal mahalleler içerisinde en yoğun nüfuslu olanı ise 629 kişi ile Arslançayırı Mahallesi'dir.

İlçe merkezi doğal ve beşeri imkanların nispeten uygun olduğu depresyon tabanında bulunmakta olup aynı zamanda taşkın ve deprem riskinin en yüksek olduğu alanda konumlanmıştır. İlçe merkezinde yerleşmelerin uzanışında Çayırözü Deresi ve Tersakan Çayı vadilerine bağlı olarak çizgisellik söz konusudur. Kırsal yerleşmelerde de yol boyu ve dere boyu çizgisel uzanışlar ile dairesellik gözlemlenmekle birlikte, yerleşmelerin tamamı topludur.

İlçede hakim olan ekonomik faaliyet tarımdır ve sahanın %82'si tarım alanlarıyla kaplıdır. Ormansızlaşma sonucu sahanın çok büyük bölümüne yayılan tarım alanlarında eğim yönünde sürülen araziler erozyon riskini arttırmaktadır. Tarımsal üretimde en çok tahıl üretimi gerçekleştirilmektedir. En çok tercih edilen tahıllar buğday ve fiğdir. Bir sanayi bitkisi olan ayçiçeği de diğer önemli tarım ürünüdür. Yörede az sayıda da olsa seracılık faaliyeti yapan işletmeler bulunmaktadır. Sahada besi hayvancılığı gelişmiş durumdadır, bunda şeker ve un fabrikalarına yakınlık faktörü etkili olmuştur. Ayrıca çevresine göre en hareketli hayvan pazarlarından birisinin Havza'da kurulması da bu durumu etkilemiştir. Sahanın bitki örtüsüne (bozkır) uygun olarak mera hayvancılığı için daha çok küçükbaş hayvancılık tercih edilmektedir.

Sahada bulunan sanayi tesislerinin de genel ekonomik etkinliklere uygun olarak tarıma dayalı olduğu görülmektedir. Özellikle un, süt ve ete dayalı tesisler gelişmiş durumdadır. Ticaret hacmi büyük olan ticari etkinlikler de tarım ekseninde gelişmiş olmakla birlikte, diğer etkinlikler daha çok nüfusun genel ihtiyaçlarını karşılamaya

yöneliktir. Sahada ulaşım etkinliklerinin merkezinde Samsun-Ankara karayolu ve Samsun-Amasya-Sivas demiryolu bulunmaktadır. Havza Şehirlerarası Otobüs Terminali ile Havza Tren İstasyonu bu alana yönelik genel ihtiyaçları karşılamaktadır. Ayrıca yol kenarı hizmet veren petrol istasyonları ve dinlenme tesisleri de ekonomik hareketlilikte etkilidir. Sahadaki tüm kırsal yerleşmelere asfalt yol ile ulaşım sağlanabilmekte, en uzak kırsal yerleşme olan Ereli Mahallesi ilçe merkezine 9 km uzaklıkta yer almaktadır.

Fay güzergahında veya zonunda yer alan yerleşmelerin çoğunda olduğu gibi Havza da jeotermal açıdan büyük bir potansiyele sahiptir. Yaklaşık 2000 yıldır bilindiği tahmin edilen kaplıcalar önemli turizm çekiciliği oluşturmaktadır.

Ülkemiz tektonik, jeolojik, jeomorfolojik ve klimatik özelliklerine bağlı olarak tarih sürecinde ve yakın geçmişte doğal afetlerle karşı karşıya gelmiştir. Bu afetler büyük can ve mal kayıplarına neden olabilmektedir. Bu zararları en aza indirebilmek için insanlara belli bir yaştan itibaren afet kültürünün ve afetle mücadele bilincinin verilmesi çok önemlidir. Bu sayede her seviyedeki fert, en azından yaşadığı bölgede oluşabilecek doğal tehlikeleri bilebilecek, ilgililerin koyduğu kurallara uyabilecek ve kendi üzerine düşen görevleri yerine getirebilecektir. Burada eğitim kurumlarına, mülki idareye ve yerel yönetimlere büyük görevler düşmektedir. Aslında yeterli olmasa da doğal afetler konusu her kademedeki eğitim programına konmuş, ulusal ve uluslararası seviyede yapılan araştırmalara büyük önem verilmiştir. Ülkemizde TÜBİTAK, Üniversiteler, AFAD, DMİGM, DSİ, TCK, MTA ve OGM gibi birçok kurum ve kuruluş afetlerle ilgili çalışmalar yapmaktadır.

Samsun ilinin güney kesiminde KAF üzerinde yer alan araştırma sahasının ise tamamında deprem tehlikesi en yüksek düzeydedir. Saha en son 26 Kasım 1943'te meydana gelen depremden büyük oranda etkilenmiş, çok büyük can ve mal kayıpları yaşanmıştır. Çalışmada tercih edilen Poisson Yöntemi'nin uygulanması ile sahanın 100 km yarıçapındaki alanda olasılık dağılımına bakıldığında sahada 7 M_w bir deprem 100 yıl içerisinde gerçekleşme olasılığı %86.2, 7.5 M_w bir depremin 100 yıl içerisinde gerçekleşme olasılığı % 76.8 olarak hesaplanmıştır. Olasılık hesabına göre 4.5 M_w bir deprem ise 100 yıl içerisinde mutlaka (% 100) oluşacaktır. Kısa vadede (10 Yıl) 4.5 M_w bir depremin gerçekleşme olasılığı %60.1 olarak hesaplanırken, 7 M_w bir depremin gerçekleşme olasılığı %18, 7.5 M_w bir depremin gerçekleşme olasılığı %13.6 olarak hesaplanmıştır. Ortalama tekrarlama periyotlarına göre bakıldığında 7.0 M_w bir

depremin 50 yılda bir tekrarlanma olasılığı öngörülürken, 4.5 M_w bir depremin 11 yılda bir tekrarlanma olasılığı öngörülmüştür. İlçe merkezinin çok büyük bir bölümünün kabaca depresyon tabanına da karşılık gelen alüvyal dolgu üzerinde yer alması deprem açısından büyük risk teşkil etmektedir. Temellerin anakayaya oturmaması ve zemin sıvılaşması ihtimali riski arttırmaktadır. Araştırma sahasının %80'ini, ilçe merkezinin bulunduğu alanın ise alüvyon dışında kalan bütün alanlarını Pliyosen yaşlı kumtaşı, çakıltaşı, çamurtaşı gibi sedimenter kayalar oluşturmaktadır. Bu kayalar granüler yapılarıyla volkanik ve metamorfik kayalara göre depreme karşı daha az dayanım sağlayacaklardır.

Araştırma sahası ve çevresinde oluşabilecek bir depremden daha az etkilenmek için öneriler şöyle sıralanabilir;

- Günlük hayatın karmaşası ve yoğunluğu içerisinde bulunan insanlarda deprem tehlikesi yüksek bir bölgede yaşadıkları algısı oluşturulmalıdır.
- Binaların kaya zemine oturmaması, sıvılaşma ihtimali ve birinci derece tarım alanı olması nedeniyle depresyon tabanındaki alüvyal sahalardaki mevcut binalar yıkılamayacaksa da, bu alanlara yeni yerleşim kurulmasına müsaade edilmemelidir. Yeni yerleşim alanları için Hamza Deresi, Fındıklı deresi ve Mendufiye Deresi vadilerinin yamaçları gibi alüvyal zemine göre daha dayanıklı olduğu bilinen Pliyosen yaşlı sedimenter kayalardan oluşan ve aynı zamanda heyelan ve taşkın duyarlılığı düşük olan alanlar tercih edilebilir.
- Binaların “Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği”ne uygunluğu ilgili kurumlarca sıkı denetlenmelidir.
- İlgili kurumlarca binalarda karot örnekleri alınarak lavboratuvar ortamında içerik ve dayanım bakımından analiz edilmelidir.
- Depreme dayanıksız olduğu ve kullanım ömrünü doldurduğu belirlenen binaların ilgili kanun ve yönetmelikler çerçevesinde yıkılarak yerlerine, jeolojik etütler sonrası uygunluğu tasdik edilen alanlarda kentsel dönüşüm projeleri gerçekleştirilmelidir.
- Ruhsatsız olan ve herhangi bir yapı denetimi uygulanmamış binaların yasal prosedüre uygun olarak kayıt altına alınması ve yapı denetimlerinin yapılması önemlidir.
- Yeni yapılan binaların deprem yönetmeliğine ve yapı denetimi ilkelerine uygunlukları sıkı bir şekilde denetlenmelidir.

- Yapı denetimi firmalarının belli standartlara sahip olmaları, onların da denetiminin sıkı yapılması gerekmektedir.

- Altyapı birimlerinin (doğalgaz, elektrik, su, kanalizasyon) oluşabilecek şiddetli bir depreme karşı dayanımları ilgili kurumlarca sürekli kontrol edilmeli, yenileme çalışmaları yapılmalıdır.

- Yeni yerleşim alanları Kuvaterner alüvyal dolgu alanlarından ziyade, ilçe merkezi civarındaki Pliyosen yaşlı sedimenter kayaların bulunduğu ve sahada daha çok yamaçlara karşılık gelen alanlara kaydırılmalıdır.

- Deprem anında, sırasında ve sonrasında yapılması gerekenlerle ilgili eğitimler verilmeli, broşürler ve afişler hazırlanmalıdır.

- Caddeler, mahalleler ve ilçe bazında toplanma alanları belirlenmeli, halk bu konuda bilgilendirilmelidir.

Heyelanların tamamen durdurulması mümkün görünmemektedir. Yapılacak çalışmalar lokal ölçekli ve kısmen heyelanı önlemeye yönelik olabileceksede asıl amaç, insanı ve etkinliklerini heyelandan korumak ve heyelan potansiyeli olan alanları belirleyerek buralarda insan faaliyetlerinin yürütülmesini engellemektir. Ayrıca insan faaliyetleri (yol yarmaları, su depoları vb) sonucu da heyelanlar gelişebileceği gibi insanların heyelan oluşumunu kolaylaştırabileceği (ormansızlaşma gibi) de belirtilmelidir. Ağaçların da sızmayı arttırarak kütlenin ağırlaşmasına yol açabileceğini, bu durumun ise diğer şartlar da uygunsa heyelanı destekleyebileceğini göz önünde bulundurmada gerekmektedir.

Araştırma sahası çevresine göre heyelanların yoğunlaştığı bir alandır. Heyelanların %99,4'ünün Pliyosen yaşlı diskordant örtülü yapı üzerinde geliştiği görülmüştür. Sahada çok daha eğimli alanlar bulunmasına rağmen heyelanların %71'inin eğimin 0-10° arasında olduğu alanlarda yer aldığı görülmektedir. Araştırma sahasındaki aktif heyelanların %97,11'i, sığ heyelanların ise %94,33'ünün analiz sonucu orta, yüksek ve çok yüksek duyarlı olduğu belirlenen alanlara karşılık geldiği görülmüştür. Yüksek ve çok yüksek duyarlılığı olduğu tespit edilen alanlara bakıldığında ise aktif heyelanların %80,01'i, sığ heyelanların ise %73,63'ünün bu alanlarda yer aldığı görülmüştür.

Yerleşmeler bazında değerlendirme yapıldığında, Havza ilçe merkezinde yer alan Çayırözü Vadisinin batı yamacında bulunan İmaret Mahallesi'nde yüksek heyelan duyarlılığı olan alanlar bulunmaktadır. Özellikle termal tesislerin bulunduğu kaplıcalar

bölgesi olarak bilinen alanın doğusunda vadi tabanına doğru uzanan sahada yüksek duyarlılık belirlenmiştir. Aynı bölgede yer alan ve komşu mahalle olan Medrese Mahallesi'nde bulunan ve teraslama ve ağaçlandırma çalışması yapılan Kazım Paşa Caddesindeki heyelan bahsi geçen bölgede kalmaktadır. Yine İmaret Mahallesi'nin batısındaki yamaçlar yüksek duyarlılığa sahiptir. Yenimescit Mahallesinde Oluklueşme Deresi ve Çayırözü Dersinin birleşim alanında yer alan yamaç ve sırtlarda yüksek duyarlılık bulunmaktadır. Yenimescit Mahallesi sınırlarında yer alan Çayırözü Deresi boyunca uzanan Vezirköprü yolunun da bulunduğu vadinin batı yamacı orta ve yüksek duyarlılıklı heyelan alanları durumundadır. İcadiye Mahallesi Heyelanı orta derecede duyarlılığa sahip alanda kalırken, çok dar alanlı olan Boyalıca Mahallesi Heyelanı düşük duyarlılık alanında kalmıştır. İlçe merkezinin kuzeydoğusunda yer alan ve Çayırözü Deresi vadisinin yamacında bulunan Çay Mahallesi'nde çok yüksek ve yüksek heyelan duyarlılığı bulunan sahalarda bulunmaktadır. Merkez Mahalleler olan Yeni Mahalle ve 25 Mayıs Mahalleleri de Çayırözü Deresi vadisinin yamaçlarında konumlanmıştır. Bu mahallelerin vadi tabanına yakın bölümleri orta derecede duyarlılığa sahiptir. 19 Mayıs Mahallesi'nin Samsun-Ankara karayolu, Samsun-Amasya-Sivas Dermiryolu'na bakan ve Tersakan Çayı vadisi yamacında konumlanan bölümünde yüksek ve kısmen de çok yüksek heyelan duyarlılığı belirlenmiştir. 19 Mayıs Mahallesi'ne komşu olarak vadi boyunca kuzeybatıya uzanan Üniversite Mahallesi'nde de yüksek duyarlılıklı yamaçlar dikkati çekmektedir. İlçe merkezinin doğusunda yer alan ve yüksek nüfus barındıran Memduhiye, Karşıyaka ve Değirmenüstü Mahallelerinde orta ve düşük heyelan duyarlılığı olan alanlar yoğun olarak bulunmaktadır.

Sahada bulunan kırsal mahallelerin de büyük çoğunluğunda çok yüksek ve yüksek heyelan duyarlılığı bulunmaktadır. Şeysafi Mahallesi'nin büyük çoğunluğu yüksek duyarlılığa sahip iken Vezirköprü yolunun da geçtiği kuzey yamaçta çok yüksek heyelan duyarlılığı bulunmaktadır. Pınarçay Mahallesi Oluklueşme Deresi vadisinin tabanında yer almaktadır ve çok yüksek ve yüksek heyelan duyarlılığına sahip bir alanda konumlanmıştır. Aynı vadinin yamaçları Çayırözü Deresi ile birleşene kadar benzer özellikleri sürdürmektedir. Fındıcak Deresi vadisinin güney yamacında konumlanan Aşağı Yavucak ve Yukarı Yavucak mahallelerinin büyük bölümünde çok yüksek ve yüksek ve dar alanlarda orta duyarlılıkta olan bölümler belirlenmiştir. Havza ilçe merkezi'nin kuzeybatısında yer alan ve sahanın en yüksek nüfuslu kırsal

yerleşmelerinden birisi olan Mısımlağaç Mahallesi ve yakın çevresinde çok yüksek ve yüksek heyelan duyarlılığı bulunan alanlar yoğunluktadır. Mahallenin güneyinde AFAD tarafından belirtilen 1974 tarihli bir heyelan bulunmaktadır. Arslançayırı Mahallesi'nin bulunduğu bölge yüksek heyelan duyarlılığına sahiptir. Diğer yerleşmelerden farklı olarak buradan KAF'ın geçtiğini belirtmek gerekir. Ağcamahmut Mahallesi ve yakın çevresinde çok yüksek ve yüksek heyelan duyarlılığının yoğunlaştığı görülmektedir. Ereli Mahallesi ve çevresinde genel olarak heyelan duyarlılığı diğer kırsal yerleşmelere göre düşüktür.

Sadece yerleşme alanları ve yakın çevresinde değil, sahanın büyük bölümünde heyelanların insan etkinliklerini kesintiye uğratabileceği ve hatta bazı alanlarda tamamen engelleyebileceği görülmektedir. Araştırma sahasının büyük çoğunluğunu tarım alanları oluşturduğu gibi sahada Samsun-Ankara karayolu, Havza-Bafra karayolu, Havza-Vezirköprü karayolu ve mahallelere bağlantıyı sağlayan pek çok yol ve ayrıca yerleşim alanlarından uzakta bulunan pek çok sanayi tesisi ve diğer ticari birimler bulunmaktadır. Yani heyelan afetini yalnızca yerleşim alanları çevresinde değil sahanın tamamında bütüncül olarak değerlendirmek gerekir.

Havza ilçe merkezi kuzeyinde yer alan Havza-Bafra karayolunun doğusu ile Mısımlağaç Mahallesi arasında, mevsimlik akarsular olan Yeniköy ve Kervançukuru Dereleri ve sürekli akarsu olan Mısımlağaç Deresi'nin yamaçlarını da kapsayan genişçe bölgeye, Aşağı Yavucak ve Yukarı Yavucak Mahallelerinin de yamaçlarında kurulu olduğu Fındıcak Deresi vadilerine ve KAF üzerinde yer alan Arslançayırı Mahallesi çevresine özellikle dikkat çekmek gerekmektedir. Bu alanlar çok yüksek ve yüksek duyarlılığa sahip olmalarına rağmen henüz aktif ve sığ heyelanlar geniş alanlı ve insan faaliyetlerini etkileyecek düzeyde olmadığından veya çoğu bölümde henüz heyelan hareketliliği başlamadığından literatürde yer almamaktadır.

Sahada çok geniş alan kaplayan heyelanların etkilerini en aza indirebilmek için şu önerilerde bulunulabilir:

- Özellikle yerleşme alanları ve çevresinde belirlenen heyelana duyarlı noktalarda inklinometre yardımıyla şev stabilitesi belli aralıklarla denetlenmelidir.
- Heyelana duyarlı olduğu belirlenen yerleşim alanlarının jeolojik özellikleriyle, buralarda yer alan binaların yapısal özelliklerinin afet

gerçekleşmeden ortaya konulması ve riskli görülen yerleşim alanlarının tahliyesi yerinde olacaktır.

- Heyelanın başladığı yerleşim veya tarım alanlarında taraçalandırma çalışmaları yapılmalıdır.

- Ağaçalandırma çalışmaları özellikle sığ heyelanları durdurma veya hızını yavaşlatma noktasında etkili olabilecektir.

- Yerleşim yerlerinin yakınlarında özellikle kırsal mahallelerde şebeke suyunun yetersizliğine bağlı olarak yüksek kesimlerde su depoları yer alabilmektedir. Bu tip depolarda meydana gelebilecek sızıntılar uzun vadede heyelanla sonuçlanabilmektedir. Bu depoların kontrol ve bakımları yapılmalıdır.

- Yine benzer şekilde şehir içi su şebekelerindeki kaçaklar da heyelanı destekleyeceğinden bu konuda da kontroller sağlanmalıdır.

- Havza'da yer alan kaplıcalar çevresinde bulunan sıcak su sondajları çevrelerinde ve bu suyun taşınması sırasında oluşabilecek sızıntılara dikkat edilmelidir.

- Sahada yol yarmalarında da heyelanlar gözlemlenmiştir. Mevcut yol yarması kaynaklı heyelanlar taraçalama veya ağaçalandırma gibi yöntemlerle ıslah edilmeye çalışılmalı, yeni yol yarmaları açmadan önce toprak özellikleriyle (kil içeriği, hidrolik iletkenliği vb.) jeolojik ve jeomorfolojik özellikler ortaya konmalıdır.

- Bu çalışmada hazırlanan heyelan duyarlılık haritası yeni beşeri yapıların inşaatı noktasında veri kaynağı olabilecektir.

- Doğal olarak gerçekleşen heyelanların yamaç gerilemesinin ve jeomorfolojik gelişimin bir parçası olduğu, eğer insan ve faaliyetlerinden uzakta gerçekleşiyorsa olayı afet tanımı dışına da çıkardığı unutulmamalıdır.

Araştırma sahasında yüzey, yarıntı, oluk erozyonu gibi çeşitli erozyon türleri belirlenmiştir. Erozyon duyarlılığının değerlendirilmesi neticesinde elde edilen sonuç haritasında yükseltinin ve eğim değerlerinin arttığı sahanın kuzey ve güney kesimlerinde erozyonun daha şiddetli gerçekleştiği görülmektedir. Araştırma sahasında en geniş alanı %40,76 ile orta derecede erozyon duyarlılığı olan alanlar kaplamaktadır. Erozyonun güçlü olduğu değerlendirilen alanların oranı %26,36, şiddetli ve çok şiddetli erozyon alanları ise toplam %2 kadardır. Bu alanlar daha çok lokal ölçekli yüksek eğimli sahalara karşılık gelmektedir. Erozyonun hafif ve çok hafif

düzyeyde olduğu alanlar ise %30,80 oranında alan kaplamakta ve buralar yerleşmelere, ormanlık alanlara, meralara ve sulu tarım alanlarına karşılık gelmektedir. Tersakan Çayı, Çayırözü Deresi ve Silcan Deresi vadi tabanlarında ve aşınım düzlükleri üzerinde erozyon duyarlılığı daha düşük iken vadi ve tepelerin yamaçlarında duyarlılık artmaktadır. Depresyon tabanından yükseltinin fazla olduğu alanlara doğru eğimin ve yağışın artışına paralel olarak erozyon duyarlılığının da kabaca arttığı görülmektedir. Kullanılan yöntemde jeolojik özelliklerin parametreler içerisinde yer almaması bir eksiklik olarak sayılabilir. Zira heyelanlarla jeolojik yapı arasında anlamlı ilişkiler tespit edilmiş olup, erozyonla da ilişkilendirilmeleri doğru sonuçlar ortaya koyabilecektir.

Ülkemizde ve araştırma sahasında en önemli doğal sorunlardan birisi olan erozyona duyarlı olan alanlar için aşağıdaki öneriler getirilmiştir.

- Sahanın en büyük problemlerinden birisi olan ormansızlaşma ile mücadele edilmeli, özellikle eğim değerlerinin ve erozyonun arttığı sahalarda ağaçlandırma çalışmaları yapılmalıdır. Hamza Deresi vadisindeki meşelikler, ilçenin doğusunda yer alan meşe ve kara çam ormanı, sahanın kuzeyi ve güneyinde yer alan sınırlı meşelik alanlar korunmalıdır.
- Eğim değeri yüksek olan alanlarda taraçalar ve setler yapılarak süreç geciktirilebilir.
- Sahada sık rastlanan nadas uygulaması yerine, toprak analizleriyle elde edilebilecek veriler ışığında saha topraklarına ve iklimine uygun tarım ürünleri belirlenip toprak yıl boyu boş kalmayacak şekilde nöbetleşe ekimin uygulanmasının teşvik edilmesi yerinde olacaktır. Bu durum kökler yoluyla infiltrasyonu arttıracığı gibi, damla erozyonunu da azaltabilir.
- Eğim değerlerinin yüksek olduğu alanlarda eğime dik şekilde tarlaların sürülmesi risk oluşturmaktadır. Fakat ortalama eğim değeri 7,5° olan sahada eğimin çok düşük olduğu alanlarda bile tarlaların eğim doğrultusunda sürüldüğü görülmüştür. Bu durumun önüne geçebilmek için çiftçileri bilinçlendirme çalışmaları yapılmalıdır.
- Araştırma sahasının çok büyük bir bölümünü (%82) kaplayan tarım alanlarının sınırlarında küçük su yollarıyla bir drenaj sistemi kurulması erozyon gerçekleşen alanda süreksizlikler oluşturarak süreci sınırlandırabilir.

- Tarım alanları ve yerleşim alanları dışında kalan sahaların büyük bölümünü oluşturan meraların hem sürdürülebilir kullanımı için hem de bitki varlığının devamı için hayvancılık faaliyetlerinin kontrollü bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekir.

Araştırma sahası da özellikle Mayıs ve Haziran aylarında aldığı aşırı yağışlar yağışlar ve uygun jeomorfolojik özelliklerin bir sonucu olarak büyük bir sel ve taşkın potansiyeline sahiptir. Neredeyse her yıl Tersakan Çayı'nda veya Çayırözü Deresi'nde birkaç kez su ya tehlikeli seviyelere ulaşmakta ya da taşmaktadır. Aşırı ve uzun yağışlar sonrası Hamza Deresi ve Mendufiye Deresi gibi mevsimlik akarsuların küçük havzalarında bile afet boyutunda sel ve taşkınlar yaşanmıştır. Aşırı yağışlar sonrası menfezlerin, köprülerin ve Çayırözü Deresi'nin üstü kapalı bölümünün sel yüküyle tıkanması, akarsu yataklarının alüvyal malzeme, bitki örtüsü ve beşeri atıklarla daralması gibi nedenlerle sahada pek çok sel ve taşkın gerçekleşmiştir.

Tersakan Çayı vadisi tabanında bugün ağırlıklı tarımda kullanılan genişçe bir taşkın düzlüğü yer almaktadır. Düzlük şehir merkezinde yoğun yerleşmeye de konu olmaktadır. Çayırözü Deresi'nin şehiriçi yatağının çevresi de yoğun yerleşme alanıdır ve 1998 yılında büyük bir sel ve taşkın afetine konu olmuştur. Ayrıca sahada akarsu drenajından bağımsız şekilde betonlaşma ve ormansızlaşma sonucu şehrin kurulu olduğu yamaçlardan aşağı inen suların sebep olduğu su baskınları da yaşanmaktadır.

Havza ilçe merkezinin Tersakan Çayı ve Çayırözü deresi vadi tabanları boyunca uzanan kısımlarında çok yüksek taşkın riski olan alanlar 1,02 km² (100 ha) olarak hesaplanmıştır. Yüksek taşkın riski olan alanlar ise 3,55 km² (355 ha)'dir. Çok yüksek ve yüksek taşkın riski bulunan alanlar toplam alanın %5,55'ine karşılık gelmektedir. Depresyon tabanında yer alan Yenimescit, Bahçelievler, İcadiye, 25 Mayıs, İnönü ve Üniversite mahallelerinde çok yüksek taşkın riski olan alanlar yoğunlaşmaktadır. Yerleşim alanlarının yanı sıra Samsun-Ankara karayolu, şehirlerarası otobüs terminali, tren istasyonu, küçük sanayi sitesi, Toprak Mahsülleri Ofisi, İtfaiye, çeşitli fabrikalar ve üretim tesisleri ve atık su arıtma tesisi gibi stratejik önemi olan yapılar çok yüksek ve yüksek taşkın riski bulunan sahalarda yer almaktadır.

Kırsal mahallelere bakıldığında yalnızca Silcan Deresi vadisinin yamaçlarında konumlanan Ereli Mahallesi'nde akarsu yatağı çevresinde çok sınırlı bir alanda yüksek taşkın riski bulunmaktadır. Yatak çevresinde kısmi alanlarda orta derecede taşkın riski bulunmaktadır. Mısmılağaç, Arslançayırı, Şeyhsafi ve Pınarçay Mahallelerinde de orta

derecede taşkın riski söz konusudur. Diğer kırsal yerleşmelere göre akarsu yatağından daha uzakta yamaçlarda konumlanan Ağcamahmut, Yukarı Yavucak, Aşağı Yavucak ve Mürsel Mahallelerinde orta derecede riskli alanlar bulunmakla birlikte genel olarak düşük taşkın riski olduğu değerlendirilmiştir.

Çayırözü Deresi'nin üstü kapalı bölümünün tıkanması sonucu oluşabilecek bir taşkın için duyarlılığın çok yüksek olduğu alanlar 25.645 m²'dir. Bu da çalışma alanının %9,07'sine karşılık gelmektedir. Taşkın riskinin çok yüksek ve yüksek olduğu değerlendirilen alanda aralarında Havza İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü'nün de bulunduğu toplam 76 adet yapı bulunmaktadır. Yüksek Taşkın riski bulunduğu değerlendirilen alanlar 33.826 m² ile çalışma alanının %11,96'sıdır. Yani çalışma alanının yaklaşık %21'inin yüksek ve çok yüksek taşkın duyarlılığı bulunduğu sonucuna varılmıştır. Çok düşük taşkın riski bulunan alanlar 58.679 m²'dir ve toplam alanın %20,75'ini kaplamaktadır.

Araştırma sahasında neredeyse her yıl yaşanan sel ve taşkın afetleri tamamen önlenemese de oluşabilecek zararları azaltabilmek için şu önerilerde bulunulmuştur:

- Sahada belirgin olan ormansızlaşmanın sel ve taşkın üzerindeki olumsuz etkisini azaltmak için uygun olan sahalarda (başta aktif heyelan alanları ve antropjen bozkır sahaları olmak üzere) ağaçlandırma çalışmaları yapılmalıdır.
- Şehir içinde ve akarsuların orta ve yukarı çığırlarında yataklar su akışının yüksek debilerde bile sağlanabileceği şekilde periyodik olarak temizlenmelidir. 2020 yılı içerisinde Tersakan Çayında yapılan temizlik çalışması örnek bir çalışma olup benzerinin Çayırözü Deresi yatağı için de yapılması ve bu işlemlerin belli periyotlarla tekrarlanması gerekmektedir.
- Çayırözü Deresi'nin üstü kapalı bölümünün başlangıç kısmı başta olmak üzere, üstü kapalı kısmın tamamında yatak temizleme çalışması yapılması yerinde olacaktır. Her ne kadar üstü kapalı bölüm güneş almadığı için bitki örtüsü gelişmeyecekse de, eğim değerlerinin düşüklüğüne bağlı olarak alüvyal malzeme ve beşeri atık birikiminin gerçekleşmiş olması muhtemeldir.
- Arazi çalışmalarında akarsular üzerinde küçük setler gözlemlenmiştir. Bu setlerin sayıları artırılarak yukarıdan hızla gelen sel sularının hızı yavaşlatılmalı, enerjisi azaltılmalıdır.
- Özellikle Çayırözü deresi üzerinde oluşturulacak tersib bentleri alüvyal malzemeyi tutarak akarsu yatağında gerçekleşen alüvyal birikimi azaltabilir.

- Mmkmnse Silcan Deresi'nde olduğu gibi Şehir içinden geçerek Tersakan ayı'na bağlanan ayırz Deresi zerine de bir sulama göleti yapılması yerinde olacaktır. Zira sel suları burada oyalanıp aşırı yağışlardan sonra kontrollü bir Şekilde serbest bırakılabilir. Ayrıca bu durum yöre tarımını da destekleyebilir. Bu gölet için TavŐandaĐı yamaçlarında, ayırz Deresi'nin yukarı çığırlarında uygun vadi özellikleri bulunmaktadır.

- Avrupada sık taşkın yaşanan alanlarda bulunan akarsuların yerleşmelerden uzak yukarı kesimlerinde, akarsu yatağı yakınlarında yapay gl çanakları(rezervuar) oluŐturulmasına yönelik örnekler bulunmaktadır (bkz. Reservebecken Alfhausen-Rieste/Osnabrück/Almanya). Bu anaklara taşkın suyu yönlendirilerek aşağı çığırlarda oluşabilecek olumsuz etkileri absorbe edilmekte, taşkın sonrası oluşturulan göller rekreasyon amacıyla kullanılabilir. Bunun için jeolojik, jeomorfolojik ve klimatik özelliklerin kantitatif yöntemlerle titiz bir Şekilde ele alınması gerekmektedir. Bu rnek mmkmnse ayırz Deresi'ne uyarlanıp, lkemizde öncü bir projeye imza atılabilir. Bu taşkın çanağı/çanakları için Şeyhsafi Mahallesi ile Havza ilçe merkezi arasında kalan bölüm hem eğim değerleri hem de rekreasyon faaliyeti için yerleşmelere yakınlığı bakımından uygun görünmektedir.

- Elbetteki eski yerleşmeler ve buralardaki insan faaliyetleri taşkınlardan korumalı ve önlemler olarak taşkınlara nlenmeye çalıŐılmalıdır. Fakat taşkınlarda heyelan gibi doğal bir olay olduğu, eğim değeri düşük alanlarda normal yatağın yanında bir de taşkın yatağı bulunduğu ve bunun da gelecekteki kaçınılmaz taşkınlara bir habercisi olduğunun unutulmaması, doğanın çizdiği bu sınıra riayet edilmesi gerektiği unutulmamalıdır. Kıyı kanununun i sularla ilgili hükümlerine uygun Şekilde davranılıp akarsu yatakları çevresinde korunması gereken alanlarda yeni yerleşmeler sınırlandırılmalıdır.

- Orman ve Su İŞleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (2015a) tarafından hazırlanan Yeşilirmak Havzası Taşkın Yönetim Planı'nda ayırz Deresi'nin yüksek taşkın potansiyelinin dikkate alınarak oluşturulan taşkın risk haritalarının güncellenmesi önerilebilir.

- Bundan sonraki yerleşme alanları planlanırken akarsu taşkın üst sınırları dikkate alınmalı, akarsu yataklarını yerleşmeye aılmamalıdır.

- Karadeniz’de mimaride subasman seviyesini yüksek tutmak gerekmektedir. En az 100 yıllık taşkın debileri hesaplanıp, subasman seviyeleri belirlenmelidir.

- Akarsu yatakları ve yakın çevreleri betonlaşma ve asfaltlanmadan uzak tutulmalıdır.

- Akarsu havzalarında yeterli sayıda ve sıklıkta meteorolojik ve hidrolojik gözlem istasyonu kurulmalıdır.

- Sel ve taşkın erken uyarı sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.

- Doğal bitki örtüsü korunmalı, arazi kullanım ilkelerine uyulmalı, gerekli yerlerde akarsularda ıslah çalışmaları yapılmalıdır.

- Günümüz teknolojisi kullanılarak mevcut ayaklı köprüler yerine, su ve katı yük akışını engellemeyecek köprüler inşaa edilebilir.

Araştırma sahasında da fırtınalar zaman zaman yıkıcı etkiler ortaya koyabilmektedir. Kuzey ve Güney sektörlü rüzgarların hem esme sayıları (frekansları) hem de hızları bakımında sahada en etkili rüzgarlar olduğu bilinmektedir. Fırtına tehlike/duyarlılık değerlendirmesine göre sahanın %35,71’inde yüksek fırtına riski olduğu değerlendirilmiştir. Çok yüksek risk olan alanlar sahanın %9,25’idir. Çok düşük ve düşük fırtına riski olan alanların toplam oranı ise %38,58’dir. Ereli Mahallesi haricinde Havza ilçe merkezi de dahil olmak üzere tüm yerleşmelerde yüksek ve çok yüksek fırtına riski bulunana alanlar yer almaktadır. Havza ilçe merkezinde özellikle İmaret, Yenimescit, Bahçelievler, İcadiye ve 25 Mayıs mahalleleri ve Yeni Mahalle’de fırtına riskinin çok yüksek olduğu değerlendirilmiştir. Kırsal yerleşmelerde ise özellikle Arslançayırı, Şeyhsafi ve Mürsel mahallelerinde fırtına riski çok yüksek olan alanlar geniş yayılışa sahiptir. Bunda yerleşmelerin daha çok vadi içlerinde yer alması da etkili olmuştur.

Fırtınaların olumsuz etkilerini azaltmak için şu önerilerde bulunulmuştur:

- Fırtınalar depremlere benzer şekilde herhangi bir tedbirle önlenemeyecek doğal olaylardır. Yapılabilecek çalışmalar etki azaltmaya yönelik olabilir.

- Fırtına duyarlılık değerlendirmesi saha genelinde yapılmış olup en büyük etkileri yerleşme alanlarında görülmektedir. Bu bağlamda yerleşim planları üzerinden hangi yönden esen rüzgarın, ne yöne doğru kanalizasyon olup, nereyi nasıl etkileyebileceğinin ortaya konulduğu, dar alanlı fakat büyük ölçekli

haritalama çalışmaları fırtınaların insan ve tarım dışındaki faaliyetleri üzerindeki etkilerini daha iyi ortaya koyacaktır.

- Fırtına riski yüksek olan alanlarda başta çatı olmak üzere yapı elemanları sağlam şekilde inşaa edilmiş olmalıdır.

- Yine bu alanlarda yapılarda düşme, savrulma ve uçma ihtimali olan diğer unsurların (tabela, saksı, kiremit vb) iyi sabitlendiğinden emin olunması toplum sağlığının yararınadır.

- Riskli alanlarda enerji ve iletişim hatlarının yer altından geçirilmesi olumsuzlukları azaltacaktır.

- Fırtına riski fazla olan yerlerde yüksek boylu ve hacimli ağaçların devrilme veya enerji hatlarına temas etme ihtimallerine karşı budanması, bu yeterli olmazsa uygun bir yere taşınması gerekebilir.

- Fırtınaların korunaksız yüzeyler olan tahıl tarımı alanlarında olumsuz etkilerinin oluşup ekonomik zararlar ortaya çıkabileceğini belirtmek gerekir. Bu bağlamda fırtına riski yüksek olan alanlarda çok yıllık meyve tarımı (ağaç), düşük olan alanlarda dönemlik tarla tarımı tercih edilebilir.

Bütünleşik bir yaklaşımla analizi yapılabilen doğal afetlere duyarlılığı yüksek ve çok yüksek olan alanların tek bir haritada toplanarak genel bir değerlendirme yapılması düşünülmüştür. Böylelikle aynı alanda farklı afetlerin yüksek/çok yüksek duyarlılığa sahip olabilme durumlarını görebilmek hedeflenmiştir. Bu değerlendirme sonucunda sahanın %82'sinin deprem dışındaki herhangi bir afete yüksek veya çok yüksek duyarlılığı bulunduğu görülmüştür. Halihazırda sahanın tamamının deprem duyarlılığının çok yüksek olduğu bilinmektedir. Sahada deprem dışında en geniş yüksek ve çok yüksek duyarlılık alanına sahip olan afet heyelan (%38) olup, onu %28 ile erozyon takip etmektedir. En dar yüksek ve çok yüksek duyarlılık alanına sahip olan afetin taşkın olduğu görülmüştür (% 4,5).

Bütünleşik yüksek duyarlılık değerlendirmesi sonuçlarına göre şu önerilerde bulunulmuştur:

- Sahada heyelanları kısıtlamak için yapılan taraçalar, akarsulardaki setler, dere ıslahları gibi doğal afetlere karşı önlemler görülmüştür. Fakat oluşturulan bütünleşik değerlendirme sonucu bu önlemlerin artırılması ve yaygınlaştırılması gerektiği görülmektedir. Zira bu önlemler sınırlı alanlardadır.

- Özellikle heyelan duyarlılığı fazla olan alanlarla erozyon duyarlılığı fazla olan alanların kesiştiği alanlarda toprak kayıplarının en yüksek seviyeye çıkabileceği düşünülmektedir. Buralarda toprak kayıplarını önleyici çalışmalar yoğunlaştırılmalıdır.

- Taşkın riski fazla olan alanlarla heyelan duyarlılığı fazla olan alanların kesişimleri potansiyel yamaç topuğu aşınım sahalarıdır. Daha önceden ulaşmadığı seviyeye ulaşan su yamaç topuklarında oyalanacağı ve aynı zamanda eğim doğrultusunda hareket edeceği için zaten yağış sonrası yükü artan yamaçlarda heyelan oluşumunu tetikleyebilecektir. Buralardaki yerleşmeler ve diğer insan etkinlikleri için tedbirler alınması yerinde olacaktır.

- Sahanın tamamı birinci derece deprem bölgesindedir ve oluşabilecek bir depremin heyelanları tetikleme ihtimali çok yüksektir. Heyelan potansiyeli olduğu belirtilen yamaçların sürdürülebilir kullanımı için bu durum dikkate alınmalıdır.

Afetlerin tamamı için oluşturulan risk haritalarının birleştirilmesiyle yapılan multirisik değerlendirme sonucuna göre en geniş alanı %51,61 ile yüksek doğal afet riski olan alanlar oluşturmaktadır. Çok yüksek doğal afet riski olan alanlar ise sahanın %13,13'ünü kaplamaktadır. Doğal afet riskinin çok düşük ve düşük olduğu alanlar sahanın %12,45'ine karşılık gelmektedir. Genel olarak bakıldığında sahanın güney kesiminde depresyon tabanı ve yakın çevresine karşılık gelen alanda doğal afet riskleri daha az iken, kuzeyde yer alan sahalarda riskin arttığı görülmektedir. Ereli Mahallesi ve Havza ilçe merkezinin güney kesimi haricindeki yerleşmelerde yüksek ve çok yüksek afet duyarlılığı olan alanların fazlalığı dikkat çekmektedir.

Sahadaki yerleşme alanlarının doğal afet riskinin oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Doğal afet odaklı planlama ve oluşabilecek zararları azaltma çalışmalarında öncelikli olarak yerleşmelerin kuruldukları alanlara ve jeomorfolojik birim olarak da yamaçlara odaklanmak yerinde olacaktır. Zira yamaçlarda doğal afet duyarlılığı üst seviyededir. Oluşturulan multirisik haritası aynı zamanda uygun yer analizi haritası olarak değerlendirilip, düşük doğal afet duyarlılığı bulunan alanlar yeni yerleşim alanları için yer seçimi noktasında fikir verici olacaktır. İlçe merkezi mücavirinde yer alan Fındıklı Deresi ve Mendufiye Deresi vadileri yeni yerleşim alanları oluşturulurken dikkate alınması gereken düşük doğal afet duyarlılığı bulunan ve orman varlığı kısıtlı olan alanlardır.

KAYNAKÇA

- Ackerson, J. P. (2018). *Soil Sampling Guidelines*. 12 12, 2020 tarihinde Purdue University Extension: <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/AY/AY-368-w.pdf> adresinden alındı
- AFAD. (2015). *Bütünleşik Tehlike Haritalarının Hazırlanması HEYELAN-KAYA DÜŞMESİ TEMEL KILAVUZ*. Ankara: AFAD.
- AFAD. (2019a). *Doğal Afetler*. 12 12, 2019 tarihinde AFAD: <https://www.afad.gov.tr/afadem/dogal-afetler> adresinden alındı
- AFAD. (2019b). *Depremın Büyüklüğü ve Şiddeti Aynı Kavramlar mıdır?* Nisan 4, 2019 tarihinde AFAD : <https://www.afad.gov.tr/tr/4389/Deprem-Buyuklugu-ve-Siddeti-Ayni-Kavramlar-midir> adresinden alındı
- AFAD. (2019c). *AFAD Deprem Kataloğu*. 06 12, 2019 tarihinde AFAD: <https://deprem.afad.gov.tr/depremkatalogu> adresinden alındı
- AFAD. (2019d). *Türkiye Deprem Tehlike Haritası*. 10 25, 2020 tarihinde <https://deprem.afad.gov.tr/deprem-tehlike-haritasi> adresinden alındı
- AFAD. (2020a). *Ladik - Tosya Depremi*. 01 16, 2020 tarihinde AFAD web sitesi: <https://deprem.afad.gov.tr/tarihteBuAy?id=51> adresinden alındı
- AFAD. (2020b). *30 Ekim 2020 Ege Denizi, Seferihisar (İzmir) Açıkları (17,26 km) Mw 6.6 Depremine İlişkin Ön Değerlendirme Raporu*. T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. Ankara: AFAD, Deprem Dairesi Başkanlığı.
- AFAD Samsun İl Müdürlüğü. (2012). *Boyalıca Heyelanı Jeolojik Etüt Raporu*. Samsun: AFAD.
- Ahmed, M., ve Anwar, R. (2012). Risk Assessment of Storm Surge of Kutubdia Islve Using GIS. *2012 IACSIT Coimbatore Conferences IPCSIT* (s. 179). Singapore: IACSIT Press.
- Akbulut, M. T., ve Aytuğ, A. (2005). Deprem Hasar Görebilirlik Riskinin Gözleme Dayalı Belirlenmesine Yönelik Öneri Değerlendirme Yaklaşımı. *YTU Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 90.
- Akıncı, H., ve Kılıçoğlu, C. (2015). Atakum (Samsun) İlçesinin Heyelan Duyarlılık Haritasının Üretilmesi. *MÜHJEO'2015* (s. 98 - 105). Trabzon: KTÜ.
- Akıncı, H., Doğan, S., ve Kılıçoğlu, C. (2011). Frekans Oranı Metodu Kullanılarak Samsun İl Merkezinin Heyelan Duyarlılık Haritasının Üretilmesi. *13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22 Nisan 2011*. Ankara: TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası.
- Akıncı, H., Doğan, S., Kılıçoğlu, C., ve Temiz, M. S. (2011). Production of landslide susceptibility map of Samsun (Turkey) City Center by using frequency ratio method. *International Journal of the Physical Sciences*, 1015 - 1025.
- Akıncı, H., Kılıçoğlu, C., ve Doğan, S. (2010). Samsun İl Merkezinin Heyelan Duyarlılık Haritasının Üretilmesi. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*(3), 13-27.
- Alkan-Çeviker, S., Günal, Ö., ve Kılıç, S. S. (2019). 2011-2018 Yılları Arasında Samsun İlindeki Tularemi Olgularının İncelenmesi. *Klimik Dergisi*, 32, 62-66. doi:10.5152/kd.2019.14
- Altındağ, M., ve Hekimoğlu, B. (2017). *Samsun İli Hayvancılık Sektörü Üretim, Sorunlar ve Çözüm Önerileri*. Samsun: Samsun Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü.

- Anaçali, İ., ve Şirin, A. (2015). *Heyelan Tanımlama ve Veri Oluşturma Klavuzu*. Ankara: Karayolları Genel Müdürlüğü, Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Jeolojik Hizmetler Şubesi Müdürlüğü.
- Anadolu Ajansı. (2012). *Fırtına Balıkesir'de, hortum Antalya'da*. 11 03, 2020 tarihinde Anadolu Ajansı: <https://www.aa.com.tr/tr/yasam/firtina-balikesirde-hortum-antalyada/311108> adresinden alındı
- Arca, D., ve Kutoğlu, Ş. H. (2017). Frekans Oranı Metodu ile Heyelan Duyarlılık Haritasının Üretilmesi. *Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 3-6 Mayıs 2017*. Ankara: TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası.
- Arnoldus, H. M. (1980). An approximation of the rainfall factor in the universal soil loss equation. M. De Boodt, ve D. Gabriels içinde, *Assessment of erosion* (s. 127-132). Chichester, England: John Wiley and Sons Ltd.
- Arslanbay, E. (2018). *Orta Karadeniz Kalkınma Ajansı Havza İlçe Raporu 2018*. OKA.
- Atalay, İ., ve Mortan, K. (2003). *Türkiye Bölgesel Coğrafyası*. İstanbul: İnkılap Yayınevi.
- Avcı, M. (1993). Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve "Anadolu Diyagonalı"ne Coğrafi Bir Yaklaşım. *Türk Coğrafya Dergisi*, 225 - 248.
- Avcı, M., ve Avcı, S. (2001). Limanların Kıyı Alanları Üzerindeki Etkilerine Bir Örnek: Filyos Limanı Projesi. *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları III. Ulusal Konferansı* (s. 421-430). Ankara: Kıyı Alanları Yönetimi Türkiye Milli Komitesi.
- Avcı, V. (2016a). Adaklı İlçesi'nde (Bingöl) Görülen Heyelanların Jeomorfolojik Faktörlere Göre Dağılışı. *Bingöl Araştırmaları Dergisi*, Ocak 2016, 31-60.
- Avcı, V. (2016b). Manav Deresi Havzası'nın (Bingöl) Heyelan Duyarlılık Analizi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9(42), 886-902.
- Avcı, V., ve Günek, H. (2015a). Karlıova Havzası'nın (Bingöl) Morfolojisi Üzerinde Kuzey Anadolu Fayı (Kaf) ve Doğu Anadolu Fayı'nın (Daf) Etkisinin Morfometrik İndislerle Belirlenmesi. *IV. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, (s. 81-98). Samsun.
- Avcı, V., ve Günek, H. (2015b). Uludere Havzası'nın (Bingöl) Jeomorfolojik Özelliklerinin Belirlenmesinde Morfometrik Analizlerin Kullanımı. *Adıyaman Üniveristesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü Dergisi*(21), 745 - 770.
- Bahadır, H., ve Uçku, R. (2018). Uluslararası Acil Durum Veri Tabanına Göre Türkiye Cumhuriyeti Tarihindeki Afetler. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 4(1), 28-33. doi:10.21324/dacd.348117
- Bahadır, M. (2013). Samsun İli İklim Özelliklerinin Enterpolasyon Teknikleriyle Analizi. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi*(4 (1)), 28 - 46.
- Balcı, A. N. (1996). *Toprak Koruması*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi.
- Baş, E., ve Anıl, H. (2013). *Samsun İli 2013-2017 Kuraklık Eylem Planı*. Samsun: Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü.
- Başar, H. (2001). Bursa İli Topraklarının Verimlilik Durumlarının Toprak Analizleri İle İncelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*(15), 69-83.
- Bayar, Z., Aksu, M., ve Yılmaz, M. (2018). Elazığ ve Çevresinde Avcılarda Tularemi Görülme Sıklığının Mikroaglutinasyon Yöntemiyle Araştırılması. *Fırat Tıp Dergisi*, 23(2), 73-77.
- Bayazıt, M. (2011). *Hidroloji*. İstanbul: Birsen Yayınevi.

- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afetlere Hazırlık ve Kentsel Risk Yönetimi Komisyonu. (2009). *Afetlere Hazırlık ve Kentsel Risk Yönetimi Komisyonu Raporu*. Ankara: Bayındırlık ve İskan Bakanlığı.
- Bayraklı, F. (1987). *Toprak ve Bitki Analizleri*. Samsun: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları.
- Bilgin, T. (2013). *Genel Kartografya 2*. İstanbul: Filiz Kitapevi.
- Blanco, H., ve Lal, R. (2008). *Principles of soil Conservation and Management*. Ohio, USA: Springer.
- Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü. (tarih yok). *Magnitüd (Büyüklik)*. 03 23, 2019 tarihinde <http://www.koeri.boun.edu.tr/bilgi/buyukluk.htm> adresinden alındı
- Bossert, I., ve Bartha, R. (1984). The Fate of Petroleum in Soil Ecosystems. R. M. Atlas içinde, *Petrolecum Microbiology* (s. 440 - 445). Newyork: Macmillan Publishing Co.
- Bouyocous, G. J. (1951). A Recalibration of the Hidrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils. *Agronomy Journal*(43), 435 - 438.
- Çağlar, K. Ö. (1949). *Toprak Bİlgisi*. Ankara: Ankara Üniveristesi Basımevi.
- Çan, T., Duman, T. Y., Olgun, Ş., Çörekçioglu, Ş., Karakaya Gülmez, F., Elmacı, H., . . . Emre, Ö. (2013). Türkiye Heyelan Veri Tabanı. *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi (11-13 Kasım 2013)* (s. 215-222). Ankara: TMMOB.
- Canadiangeographic. (2016). *Hot springs return to Haida Gwaii*. 11 23, 2020 tarihinde Canadiangeographic: <https://www.canadiangeographic.ca/article/hot-springs-return-haida-gwaii> adresinden alındı
- Çelik, H., Aşık, B. B., Turan, M. A., ve Katkat, A. V. (2012). Yapraktan Uygulanan Humik Asidin Kireçli Ve Tuzlu Toprak Koşullarında Mısır Bitkisinin Gelişimi Ve Kimi Besin Elementleri Alımı Üzerine Etkisi. *SAÜ Fen Edebiyat Dergisi*(1), 549-561.
- Çevik, E., ve Topal, T. (2003). GIS-based landslide susceptibility mapping for a problematic segment of the natural gas pipeline, Hendek (Turkey). *Environmental Geology*, 44, 949-962.
- Çiçek, İ., ve Ataol, M. (2009). Türkiye'nin Su Potansiyelinin Belirlenmesinde Yeni Bir Yaklaşım. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 7(1), 51-64.
- Çınar, A. K., Akgün, Y., ve Maral, H. (2018). Afet Sonrası Acil Toplanma ve Geçici Barınma Alanlarının Planlanmasındaki Faktörlerin İncelenmesi: İzmir-Karşıyaka Örneği. *Planlama*(28(2)), 179-200.
- CnnTürk. (2014). 10 12, 2019 tarihinde www.cnnturk.com: <https://www.cnnturk.com/haber/turkiye/firtina-teravih-cadirini-ucurdu> adresinden alındı
- Dağ, S., ve Bulut, F. (2012). Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Heyelan Duyarlılık Haritalarının Hazırlanmasına Bir Örnek: Çayeli (Rize, KD Türkiye). *Jeoloji Mühendisleri Dergisi*(36 (1)), 35-62.
- Dalgıç, S., Turgut, M., ve Kuşku, İ. (2010). Büyükçekmece ve Küçükçekmece Arasındaki Heyelanların Oluşmasında Hazırlayıcı ve Tetikleyici Parametrelerin Değerlendirilmesi. *Uygulamalı Yer Bilimleri Dergisi*(2), 56-73.
- Davis, P. H. (1965). *Flora of Turkey the East Aegean Islands Volume I*. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Demir, İ., ve Demirbağ, Z. (1999). Polisiklik Aromatik Hidrokarbonların Biyolojik Olarak Parçalanması. *Turkish Journal of Biology*, 293-302.

- Demirağ Turan, İ. (2016). Çorum Çayı Havzası'nın Uygulamalı Jeomorfolojisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Samsun.
- Demirci, A., Karaburun, A., ve Karakuyu, M. (2009). Erozyon Tahmininde CBS Tabanlı Rusle Metodunun Kullanılması: Büyükçekmece Örneği. *Bildiri Kitabı* (s. 43-49). İzmir: 3. DEÜ CBS Sempozyumu CBS ve Bilgi Teknolojileri 10-11 Aralık,.
- Dengiz, O., Erel, A., Erkoçak, A., ve Durmuş, M. (2012). Kuşkonuğu Havzası Temel Toprak Özellikleri, Sınıflandırılması ve Haritalanması. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 49(1), 71-82.
- Deniz, A. (2006). Estimation of Earthquake Insurance Premium Rates Based On Stochastic Methods, Unpublished Master Thesis. Department of Civil Engineering, Middle East Technical University (METU), Ankara.
- Deniz, A., ve Yücecan, M. S. (2010). Magnitude conversion problem for the Turkish earthquake data. *Natural Hazards*(55), 333-352.
- Dipova, N., ve Cangir, B. (2011). Antalya İli Yerleşim Alanının Depremselliğinin Araştırılması. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*(35 (2)), 93-114.
- Dirik, K. (1994). Kuzey Anadolu Transform Fay Zonunun Beşpınar-Havza Kesimindeki Neotektonik Özellikleri. *MTA Dergisi*, 37-50.
- DMİ. (1972). *Türkiye İklim Tasnifi (De Martonne Metoduna Göre)*. Ankara: Devlet Meteoroloji İşleri.
- Doğan, O., ve Güçer, C. (1976). *Su Erozyonunun Nedenleri-Oluşumu ve Universal Denklem ile Toprak Kayıplarının Saptanması*. Ankara: Köy İşleri Bakanlığı.
- Duman, T. Y., Çan, T., ve Emre, Ö. (2011). *1/1.500.000 Türkiye Heyelan Envanteri Haritası*. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Özel Yayınlar Serisi -27, ISBN: 978-605-4075-84-3, Ankara, Türkiye.
- Eken, M., Ceylan, A., Taştekin, A. T., ve Şensoy, S. (2005). *Klimatoloji II*. Ankara: DMİ Yayınları.
- EM-DAT. (2014). *Uluslararası Doğal Afet Veritabanı*. <http://public.emdat.be/data> adresinden alındı
- EM-DAT. (2020). *Uluslararası Doğal Afetler Veritabanı*. Haziran 15, 2020 tarihinde Uluslararası Doğal Afetler Veritabanı: <https://public.emdat.be/data> adresinden alındı
- Erdem, U. (2013). Yerleşimlerin Taşıdığı Deniz Taşkıını, Sel ve Deprem Afet Tehlikelerinin CBS Kullanılarak Yorumlanması: Balıkesir Örneği. *BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi*(15(2)), 40-57.
- Erdik, M., Şeşetyan, K., Demircioğlu, M. B., ve Durukal, E. (2006). *Ulaştırma Bakanlığı Demiryolları Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü, Kıyı Yapıları, Demiryolları ve Hava Meydanları İnşaatları Deprem Teknik Yönetmeliği İçin Deprem Tehlikesi Belirlemesi*. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Erener, A., ve Lacasse, S. (2007). Heyelan Duyarlılık Haritalamasında CBS Kullanımı. KTÜ, Trabzon: TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası.
- Erer, S. (1983). *Merzifon Depresyonu ve Çevresinin Jeomorfolojik Etüdü*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları No. 3100.
- Ergünay, O. (2007). Türkiye'nin Afet Profili. *TMMOB Afet Sempozyumu Bildiriler Kitabı* (s. 1-14). Ankara: TMMOB.

- Erinç, S. (1984). *Klimatoloji ve Metodları*. İstanbul: İTÜ Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü.
- Erinç, S. (2002). *Jeomorfoloji I*. (A. Ertek, ve C. Güneysu, Dü) İstanbul: DER Yayınları.
- Erkal, T., ve Değerliyurt, M. (2009). Türkiye'de Afet Yönetimi. *Doğu Coğrafya Dergisi*(22), 147-164.
- Erol, O. (1993). *Genel Klimatoloji*. Ankara: Gazi Büro Yayınevi.
- Erpul, G., ve Deviren Saygın, S. (2012). Ülkemizdeki Toprak Erozyonu Sorunu Üzerine: Ne Yapmalı? *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 1(1), 26-32.
- Ersöz, F., Ersöz, T., Kıvrak, Ö., ve Kardeş, S. (2016). Kuzey Anadolu Fay Hattı Üzerinde Yer Alan Karabük İli ve Çevresinde Meydana Gelen Depremlerin Veri Madenciliği ve İstatistiksel Yöntemlerle İncelenmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 47(9), 353-363.
- Ertek, A. (2014). *Harita Bilgisi*. İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi: https://auzefalmsstorage.blob.core.windows.net/auzefcontent/ders1/harita_bilgisi/13/index.html adresinden alındı
- Everest, T. (2015). Truva Tarihi Milli Parkı arazilerinin detaylı toprak etüt ve haritalanması ile arazi değerlendirmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Evlia, H. (1964). *Kültür Bitkilerinin Beslenmesi*. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi.
- Fournier, F. (1960). *Climat et Erosion, la Relation entre l'Erosion du Sol par l'Eau et les Precipitations Atmosphereques*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Gardner, J. K., ve Knopoff, L. (1974). Is the sequence of earthquakes in Southern California, with aftershocks removed, Poissonian? *Bulletin of the Seismological Society of America*, 64, 1363-1367.
- Genç, F. N. (2007). Türkiye'de Doğal Afetler ve Doğal Afetlerde Risk Yönetimi. *Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 201-226.
- Gökçeoğlu, C., ve Ercanoğlu, M. (2001). Heyelan Duyarlılık Haritalarının Hazırlanmasında Kullanılan Parametrelere İlişkin Belirsizlikler. *Yerbilimleri Dergisi*, 23, 189-206.
- Görcelioğlu, E. (1996). Ormanların Sel ve Taşkınlar Üzerine Etkileri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri B*, 46(1-2-3-4), 15-25.
- Gülşen, M. (2014). Eber Havzasında (Afyonkarahisar) Toprak Erozyonunun Değerlendirilmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyon.
- Günel, N. (2013). Türkiye'de İklimin Doğal Bitki Örtüsü Üzerine Etkileri. *Acta Turcica*(1), 1-22.
- Gürsoy, C. R. (1950). Samsun Gerisinde Karadeniz İntikal İklimi. *Ankara Üniversitesi Dİİ Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 8(1-2), 113-129.
- Gutenberg, B., ve Richter, C. F. (1954). *Seismicity of the Earth and Associataed Phenomena*. Princeton, NJ, USA: Princeton University Press.
- Habergazetesi. (2014). *Havza da termal sevinç*. 08 12, 2016 tarihinde <https://www.habergazetesi.com.tr/haberler/36616/havza-da-termal-sevinc> adresinden alındı
- Haberler. (2014). *Fırtına Havza'da Çatıları Uçurdu*. 9 17, 2018 tarihinde <http://www.haberler.com/firtina-havza-da-catilari-ucurdu-6202379-haberi/> adresinden alındı

- Haberler. (2015). *Samsunda Şiddetli Yağış*. Haziran 12, 2018 tarihinde Haberler: <https://www.haberler.com/samsun-da-siddetli-yagis-7734769-haberi/> adresinden alındı
- Hatfield, J. L., Kanemasu, E. T., Asrar, G., Jackson, R. D., Pinter, P. J., Reginato, R. J., ve Idso, S. B. (1985). Leaf-area estimates from spectral measurements over various planting dates of wheat. *International Journal of Remote Sensing*, 6, 167-175.
- Hatipoğlu, İ. K. (2017). Melet Irmağı Orta Ve Aşağı Çığırının Uygulamalı Jeomorfolojisi, Ordu. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Samsun.
- Havza Kaymakamlığı. (2003). *Havza, Samsun/Türkiye*. Havza: Havza İlçesi ve Köylerine Hizmet Götürme Birliği.
- Havza Kaymakamlığı. (2015). *Havza Kaymakamlığı*. 4 07, 2016 tarihinde http://www.havza.gov.tr/default_B0.aspx?content=1012 adresinden alındı
- Havza Kaymakamlığı. (2019). *Havza Kaymakamlığı*. 10 13, 2019 tarihinde Havza Kaymakamlığı: <http://www.havza.gov.tr/havzanin-tarih-iindeki-yeri-ve-adinin-kaynagi> adresinden alındı
- Havza Kaymakamlığı. (2020). *Havza'da Bulunan Termal Tesisler ve ve Kaplıca İşletmeleri*. 11 02, 2020 tarihinde Havza Kaymakamlığı: <http://havza.gov.tr/havzada-bulunan-termal-tesisler-ve-kaplica-isletmeleri> adresinden alındı
- Havza25mayis. (2019). *Havza'da Fırtınada İki Çatı Uçtu*. 05 12, 2020 tarihinde <http://www.havza25mayis.net/haber/4216/havzada-firtinada-iki-cati-uctu-video-haber.html> adresinden alındı
- Hoover, M. D. (1950). Hydrologic Characteristics of South Carolina Piedmont Forest Soils. *Soil Science Society Of America Proceedings*, 12, 353-358.
- Hoşgören, M. Y. (2007). *Jeomorfolojinin Ana Çizgileri I*. İstanbul: Çantay Kitapevi.
- İmamoğlu, A. (2016). Alaca Havzası'nda Erozyon Risk Değerlendirmesi ve Planlaması. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Samsun.
- Jackson, M. L. (1960). *Soil Chemical Analysis*. New Jersey, Englewood Cliffs, USA: Prentice-Hall, Inc.
- Kadıoğlu, M. (2008). Kuraklık Kırını Risk Yönetimi. M. Kadıoğlu, ve E. Özdamar (Dü) içinde, *Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri* (s. 277-300). Ankara: JICA Türkiye Ofisi Yayınları No:2.
- Kafalı Yılmaz, F., ve Yılmaz, Ö. (2013). Rize and Ardahan Cases in Respect of Thornthwaite Climate Classification/Thornthwaite İklim Tasnifine Göre Rize ve Ardahan Örnekleri. R. Efe, İ. Atalay, ve İ. Cürebal (Dü.), *GEOMED 2013 Bildiriler Kitabı* içinde (s. 415-428). GEOMED 2013.
- Kagan, Y. Y. (2012). Aftershock Zone Scaling. *Bulletin of the Seismological Society of America*(92:2), 641-655.
- Kaleli, O., Canpolat, O., ve Çakır, E. (1970). *Yeşilirmak Havzası Toprakları*. Ankara: Köy İşleri Bakanlığı, Toprak Su Genel Müdürlüğü.
- Kandilli Rasathanesi. (2019). *Büyüklik (Magnitüd) nedir?* 10 09, 2019 tarihinde Boğazçi Üniverstesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü. adresinden alındı
- Kapsamhaber. (2015). 06 21, 2019 tarihinde <https://www.kapsamhaber.com/samsun-un-havza-ilcesinde-sel-felaketi-resimleri,311.html> adresinden alındı

- Karaburun, A., Demirci, A., ve Karakuyu, M. (2009). Erozyon Tahmininde CBS Tabanlı Rusle Metodunun Kullanılması: Büyükçekmece Örneği, 10-11 Aralık 2009. *DEÜ CBS Sempozyumu CBS ve Bilgi Teknolojileri*. İstanbul.
- Kartal, R. F., Kılıç, T., ve Kadirioglu, F. T. (2011). Olasılık Ve İstatistik Yöntemler İle Mersin İlinin Sismik Tehlikesinin Tahmini. *1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı Bildiri Kitabı*. Ankara: ODTÜ, 11-14 Ekim 2011.
- Kayastha, P., Dhital, M. R., ve De Smedt, F. (2012). Landslide susceptibility mapping using the weight of evidence method in the Tinau watershed, Nepal. *Natural Hazards*, 63(2), 479-498.
- Keller, E. A., ve Pinter, N. (2002). *Active Tectonics: Earthquakes, Uplift, and Landscape*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Keskin, B. (1984). *Havza Sıcak Su Sondajları Hakkında Rapor, Yayınlanmamış*. Ankara: MTA Genel Müdürlüğü.
- Köksal, E. S. (2018). *Samsun İli Orman ve Su İşleri Eylem Planı*. OKA (Orta Karadeniz Kalkınma Ajansı). Samsun: OKA.
- Kumtepe, P., Nurlu, Y., Cengiz, T., ve Sütçü, E. (2009). Bolu çevresinin heyelan duyarlılık analizi. *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*.
- Kuzucu, K. (2013). Osmanlı Döneminde Havza Kaplıcaları ve Kasabanın Sosyo-Ekonomik Gelişimindeki Rolü. O. Köse (Dü.) içinde, *Tarih Boyunca Karadeniz Ticareti ve Canik Samsun* (s. 323-338). Samsun, Canik: Canik Belediyesi Kültür Yayınları.
- Lawless, A., Lewis, G., Norton, B., Hrehov, D., Arney, S., Minor, J., . . . Craig. (2013). *Society of Flight Test Engineers Reference Handbook 2013 Edition*. (L. Gardner, D. Painter, ve H. Weaver, Dü) California, Lancaster, USA: Society of Flight Test Engineers.
- Lee, S., ve Talib, J. A. (2005). Probabilistic landslide susceptibility and factor effect analysis. *Environmental Geology*, 47(7), 982-990. doi:10.1007/s00254-005-1228-z
- Lin, Q., ve Wang, X. (2006). Soil Erosion Prediction Using RUSLE with GIS: A case study in upper Chaobai River basin of China. *IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, (s. 1078-1081). Denver, CO, USA.
- Lindsay, W. L., ve Norwell, W. A. (1969). Equilibrium relationships of Zn²⁺, Fe³⁺, Ca²⁺ and H⁺ with EDTA and DTPA in soils. *Soil Science Society of American Journal*, 33, 62-68.
- Lomnitz, C. (1966). Statistical prediction of earthquakes. *Reviews of Geophysics*, 4, 377- 393.
- Louis, H. (1939). *Das natürliche Pflanzenkleid Anatoliens, geographisch gesehen*. Stuttgart.
- MAPEG. (2018). *MAPEG Standartları Kullanılarak Detay Jeoloji Haritalarının Hazırlanması*. Ankara: MAPEG.
- Mater, B. (1998). *Toprak Coğrafyası*. İstanbul: Çantay Kitapevi.
- MEB. (2015a). *Toprakta Verimlilik Analizleri*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Laboratuvar Hizmetleri.
- MEB. (2015b). *Toprakta Fiziksel Analizler*. Ankara: MEB.
- MGM. (2016). *İklim Sınıflandırmaları*. 12 15, 2016 tarihinde Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü web sitesi: https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari.pdf adresinden alındı
- MGM. (2019). *İklim Sınıflandırmaları*. 12 12, 2019 tarihinde Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Klimatoloji Şube Müdürlüğü: https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yayinlar/iklim_siniflandirmalari.pdf adresinden alındı

- MGM. (tarih yok). *Meteoroloji*. Meteor.gov.tr: <http://www.meteor.gov.tr> adresinden alındı
- Mitasova H, Hofierka J, Zlocha M, Iverson RL (1996) Modeling topographic potential for erosion and deposition using GIS. *International Journal of Geographical Information Science* 10, 629-641
- Oğuz, K., Oğuz, E., ve Coşkun, M. (2016, Kasım). "Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Taşkın Risk Alanlarının Belirlenmesi: Artvin İli Örneği". *4. Ulusal Taşkın Sempozyumu Tebliğler Kitabı*. Rize.
- Okay, A. I. (2000). Marmara Denizi'ndeki Aktif Fay Geometrisi Nasıl Araştırılmalı. *Cumhuriyet Bilim Teknik Dergisi*(683), 17-18.
- Ömürbek, N., Karaatlı, M., ve Yetim, T. (2014). Analitik Hiyerarşi Sürecine Dayalı TOPSIS ve VIKOR Yöntemleri İle ADİM Üniversitelerinin Değerlendirilmesi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Dr. Mehmet Yıldız Özel Sayısı*, 189-207.
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. (2015a). *Yeşilirmak Havzası Taşkın Yönetim Planı*. 10 13, 2019 tarihinde Tarım ve orman Bakanlığı web sitesi: <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=53> adresinden alındı
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. (2015b). *Yeşilirmak Havzası Taşkın Yönetim Planı Yönetici Özeti*. 10 14, 2019 tarihinde Tarım ve Orman Bakanlığı: http://taskinyonetimi.ormansu.gov.tr/_engine/file.axd?file=/Dokumanlar/Havzalar/yesilirmak/YESILIRMAK%20HAVZASI%20TASKIN%20YONETIM%20PLANI%20YONETICI%20OZETI.pdf adresinden alındı
- Özbey, S. (1979). *Şifalı Sularımız "Kaplıcalar ve İçmeler Rehberi"*. Ankara: Yurt Haberler Ajansı.
- Özcan, O. (2017). "Taşkın Tespitinin Farklı Yöntemlerle Değerlendirilmesi; Ayamama Deresi Örneği". *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 3(1), 9-27. doi:10.21324/dacd.267200
- Özcan, O., Musaoğlu, N., ve Şeker, D. Z. (2009). Taşkın Alanlarının CBS ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Yönetimi; Sakarya Havzası Örneği. *12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*. Ankara: TMMOB.
- Özçep, F. (2005). Zemin Jeofizik Analizi, Excel Tabanlı Program. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü.
- Özdemir, H. (2007). Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın ve Heyelan Risk Analizi. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Özdemir, H. (2011). Havza Morfometrisi ve Taşkınlar. *Fiziki Coğrafya Araştırmaları: Sistemik ve Bölgesel*. içinde İstanbul: Türk Coğrafya Kurumu Yayınları.
- Özdemir, M. A., ve Tatar, S. D. (2016). "CBS Tabanlı RUSLE Yöntemiyle Işıklı Gölü Havzasının Erozyon Risk Analizi". *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(1), 1-21. doi:10.15659/hartek.16.03.122
- Özden, Ş., ve Özden, D. M. (1997). *Türkiye Toprak Erozyon Tahmin Modeli, TURTEM*. Ankara: Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları.
- Özkan, A. (2014). Selenyumun Amik Ovası Toprak Serilerinde Tayini ve Bu Toprakların Fiziksel - Kimyasal Özellikleriyle İlişkileri, Yayınlanmamış Doktora Tezi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Özkul, B., ve Karaman, E. (2007). Doğal Afetler İçin Risk Yönetimi. *TMMOB Afet Sempozyumu Bildiriler Kitabı* (s. 251-260). Ankara: TMMOB.
- Özmen, B. (2013). "Ankara için Deprem Olasılığı Tahminleri". *Yerbilimleri*, 34(1), 23-35.

- Özşahin, E. (2012). "CBS Kullanılarak Kıbrıs'ta Fırtına Risk Duyarlılık Analizi". *Turkish Studies - International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 7(4), 2627-2642.
- Özşahin, E. (2013a). "Arnavutluk'ta Taşkın Risk Analizi". *Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(12), 91-109.
- Özşahin, E. (2013b). "Türkiye'de Yaşanmış (1970-2012) Doğal Afetler Üzerine Bir Değerlendirme". 2. *Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*. Hatay: Mustafa Kemal Üniversitesi.
- Özşahin, E. (2014a). "Tekirdağ İlinde Coğrafi Bilgi Sistemleri Ve Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanarak Heyelan Duyarlılık Analizi". *HUMANITAS Uluslararası Avrasya Sosyal Bilimler Dergisi*(3), 167-186.
- Özşahin, E. (2014b). "Tekirdağ İlinde CBS Tabanlı RUSLE Modeli Kullanarak Erozyon Risk Değerlendirmesi". *Namık Kemal Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(3).
- Özşahin, E. (2015). "Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Heyelan Duyarlılık Analizi: Ganos Dağı Örneği (Tekirdağ)". *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7(1), 47-63. doi:10.15659/hartek.15.04.68
- Öztürk, E. (2013). Organik Düzenleyicilerin Toprak Kaybı Ve Toprak Kalitesi Üzerindeki Etkilerinin Laboratuvar Koşullarında Belirlenmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Öztürk, K. (2002). Heyelanlar ve Türkiye'ye Etkileri. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(2), 35-50.
- Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., ve Porter, J. P. (1991). Revised universal soil loss equation (RUSLE). *Journal Soil Water Conservation*, 46, 30-33.
- Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., McCool, D. K., ve Yoder, D. C. (1997). *Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*, Agricultural Handbook 703. Washington D.C., USA: US Department Of Agriculture.
- Richards, L. A. (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils* (Cilt Agriculture Handbook No. 60). Washington, USA: United State Department of Agriculture.
- Rosewell, C. J. (1993). *Soilloss – A program to assist in the selection of management practices to reduces erosion* (Cilt Technical handbook no:11). New South Wales, Gunnedah, Australia: Soil Conservation Service of New South Wales, Dept. of Conservation and Land Management.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. Newyork: McGraw-Hill.
- Saaty, T. L. (1990). How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 48(1), 9-26.
- Sabuncu, A., ve Özener, H. (2019). "Uzaktan Algılama Teknikleri ile Yanmış Alanların Tespiti: İzmir Seferihisar Orman Yangını Örneği". *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 5(2), s. 317-326. doi:10.21324/dacd.511688
- Sachs, A. (2007, Mayıs 16). *Using spatial analysis to establish a relationship between hurricane attributes ve damages*. 6 23, 2019 tarihinde Harvard College Class of 2007: https://cga-download.hmdc.harvard.edu/publish_web/Fisher_Prize/2007_winners/2007_A_Sachs.pdf adresinden alındı
- Samsun Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. (2019). *Samsun İli 2018 Yılı Çevre Durum Raporu*. Samsun: Samsun Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü.

- Samsun İl Özel İdaresi. (2012). *Samsun İli Tarım Master Planı 2011*. (H. O. Eruygur, Ü. Özcan, T. Pusatlı, P. Akçagün, O. Kaya, S. Arabacı, ve D. Bilgin Mantı, Dü) Ankara: Aydan Yayıncılık.
- Samsunhaberhatti. (2018). *Havza'da 1 Saatlik Yağmur Sele Dönüştü*. 03 26, 2020 tarihinde <https://www.samsunhaberhatti.com/haber/havzada-1-saatlik-saganak-yagmur-sele-donustu/186193> adresinden alındı
- Sargın, A. H. (2013). *Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Taşkın Riski Ön Değerlendirmesi*. Ankara: DSİ, Teknoloji Dairesi Başkanlığı.
- Saski. (2017). *Havza'da Dereler Islah Ediliyor*. 07 01, 2018 tarihinde <https://saski.gov.tr/haberler/detay.aspx?Id=1628> adresinden alındı
- Savage, M. K., ve Rupp, S. H. (2000). "Foreshock probabilities in New Zealand". *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, 43(3), 461-469. doi:10.1080/00288306.2000.9514902
- Sayın, E., Balaban, B., ve Becer, M. M. (2017). Frekans Oranı Metodu Kullanılarak Heyelan Duyarlılık Haritası Hazırlanması: Gölpaazarı (Bilecik, Güney Marmara) Örneği. *MÜHJEO'2017: Ulusal Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumu, 12-14 Ekim 2017* (s. 127-134). Adana: Çukurova Üniversitesi.
- Schultz, G. A., ve Engman, E. T. (2000). *Remote Sensing in Hydrology ve Water Management*. Berlin, Heidelberg, Germany: Springer-Verlag.
- SGTHİM. (2013). *Samsun İli 2013-2017 Kuraklık Eylem Planı*. (E. Baş, ve H. Anıl, Dü) Samsun: Samsun Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü.
- SGTHİM. (2017). 2016 Yılı Çalışma Raporu, Erişim Tarihi: 19 Temmuz 2018. https://samsun.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Yayinlar/Faaliyet_raporlarımız/2016_yili_faaliyet_raporu.pdf.
- Soeters, R., ve Van Westen, C. J. (1996). Slope Instability Recognition, Analysis and Zonation. A. K. Turner , ve R. Schuster (Dü) içinde, *In Landslides: Investigation and Mitigation* (Cilt Transportation Research Board, National Research Council, Special Report-247, s. 129-177). Washington DC: National Academy Press.
- Şahin, C., ve Sipahioğlu, Ş. (2013). *Doğal Afetler ve Türkiye*. Ankara: Gündüz Eğitim ve Yayıncılık.
- Şahin, D. (2013, Nisan). Afet Yönetimi ve Sel Risk Değerlendirmesi. 3. Ulusal Taşkın Sempozyumu , İstanbul.
- Şahin, K., Bağcı, H. R., ve Sarı, E. (2016). "Havza'da (Samsun) Hava Kirliliği Algısı". *Studies Of The Ottoman Domain*, 6(11), 29-42. doi:10.19039/sotod.20161122526
- Şahin, U. (2018, Eylül 21). *ESRI*. ESRI Blog: <https://blog.esri.com.tr/2018/09/21/arcgis-proyla-birlikte-yenilenen-ve-gelistirilen-gorsellestirme-yeteneklerine-bir-bakis/> adresinden alındı
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2020). *Koronavirüs (Covid-19) Türkiye'deki Güncel Durum*. Haziran 18, 2020 tarihinde T.C. Sağlık Bakanlığı internet sitesi: <https://covid19.saglik.gov.tr/> adresinden alındı
- TABB. (2020). *Türkiye Afet Bilgi Bankası*. Haziran 25, 2020 tarihinde Türkiye Afet Bilgi Bankası: <https://tabb-analiz.afad.gov.tr/Genel/Raporlar.aspx> adresinden alındı
- Tağıl, Ş. (2004). Balıkesir Ovası ve Yakın Çevresinin Neotektonik Özellikleri ve Depremselliği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 2(1), 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.

- Tarihi Kentler Birliği. (2020). *TKB Tarihçe*. Tarihi Kentler Birliği: <https://www.tarihiKentlerBirliği.org/hakimizda/tarihce/> adresinden alındı
- Taştan, B., ve Aydınöğlu, A. Ç. (2015). Çoklu Afet Risk Yönetiminde Tehlike ve Zarar Görebilirlik Belirlenmesi İçin Gereksinim Analizi. *Marmara Coğrafya Dergisi*(31), 366-397.
- Toka, B., ve Şahin, M. (2006). Havza Jeotermal Sahasında Yapılan SH-5 ve Diğer Sondajların Genel Değerlendirmesi. *Madencilik*, 45(1), 3-14.
- Tokgözlü, A., ve Özkan, E. (2018). Taşkın Risk Haritalarında AHP Yönteminin Uygulanması: Aksu Çayı Havzası Örneği. *SDÜ Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*(44), 151-176.
- Tüfekçioğlu, M., ve Yavuz, M. (2016). "Yusufeli mikro havzasında (Artvin) yüzey erozyonu toprak kaybının tahmin edilmesi ve erozyon risk haritasının oluşturulması". *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17(2), 188-199. doi:10.17474/acuofd.47342
- Türkeş, M. (2001). Hava, İklim, Şiddetli Hava Olayları ve Küresel Isınma. *Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 2000 Yılı Seminerleri, Teknik Sunumlar, Seminerler Dizisi: 1* (s. 187-205). Ankara: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü.
- Türkeş, M. (2010). *Klimatoloji ve Meteoroloji*. İstanbul: Kriter Yayıncılık.
- Türkeş, M. (2015). Gökğürültülü fırtınalar ve oluşum düzenekleri. *Bilim ve Gelecek*(131), 84-87.
- Turoğlu, H. (2005). "Bartın'da Meydana Gelen Sel ve Taşkınlara Ait Zarar Azaltma ve Önleme Önerileri". *Türkiye Kuvaterner Sempozyumu (TURQUA-V)* (s. 104-110). İstanbul: İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü.
- Ülgen, N., ve Yurtsever, N. (1974). *Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi*. Ankara: Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Teknik Yayınlar Serisi No:28.
- Ülgen, N., ve Yurtsever, N. (1995). *Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (4. Baskı)* (Cilt Genel Yayın No: 209). Ankara: T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları.
- Uludağ, M., ve Fıçıcı, M. (2018). Saray ilçesinde (Tekirdağ) Toprak Erozyonunun RUSLE Yöntemiyle Değerlendirilmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 70, 29-36.
- USDA. (2020). *Soil Electrical Conductivity*. 12 10, 2020 tarihinde ABD Tarım Bakanlığı Web Sitesi: https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_053280.pdf adresinden alındı
- Utsu, T., Ogata, Y., ve Matsu'ura, R. S. (1995). The Centenary of the Omori Formula for a Decay Law of Aftershock Activity. *Journal of Physics of the Earth*(43), 1-33.
- Uyan, M. (2017). Güneş enerjisi santrali kurulabilecek alanların AHP yöntemi kullanılarak CBS destekli haritalanması. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(4), 343-351. doi:10.5505/pajes.2016.59489
- Uyaröğlu, A. (1975). *Havza 'mızı Tanıyalım*. Havza, Samsun.
- Uzun, A. (1994). "Erzurum Çevresindeki Sellere Bir Örneğ: 16 Ağustos 1994, Rizekent Seli". *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9, 246-260.
- Uzunçibuk, L. (2005). Yerleşim Yerlerinde Afet ve Risk Yönetimi. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Van Dyck, J. F. (tarih yok). Statistical Analysis of Earthquake Catalogs, PhD. Thesis. Civil Engineering Department, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge.

- Wikipedia. (2020). *Wikipedia*. 11 3, 2020 tarihinde Wikipedia.org: https://en.wikipedia.org/wiki/Samsun-Çarşamba_Airport adresinden alındı
- Wischmeier, W. H., ve Smith, D. D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning*. Washington, D.C: United States Department of Agriculture: Agriculture handbook, 537.
- Wischmeier, W. H., ve Smith, D. D. (1978). *Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning, Agricultural Handbook, 537*. Washington D. C., USA: US Department of Agriculture.
- Yalçın, A. (2007). "Heyelan Duyarlılık Haritalarının Üretilmesinde Analitik Hiyerarşi Yönteminin ve CBS'nin Kullanımı". *Selçuk Üniversitesi Mühendislik Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 22(3), 1-14.
- Yiğini, Y. (2014). Bozcaada topraklarının detaylı etüt-haritalanması ve sınıflandırılması, toprak-iklim-coğrafi konum (Terroir) özelliklerine göre bağcılığa yönelik arazi değerlendirmesi, Yayınlanmamış Doktora Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Yıldız, H., Mermer, A., Ünal, E., ve Akbaş, F. (2012). Türkiye Bitki Örtüsünün NDVI Verileri ile Zamansal ve Mekansal Analizi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 50-56.
- Yılmaz, C. (2013). "Dünyada ve Türkiye'de Termal Turizmin Önemi ve Havza Kaplıcaları". Yılmaz Cevdet (Dü.) içinde, *Samsun Araştırmaları (2. Kitap)* (s. 287-306). Samsun: Samsun Büyükşehir Belediyesi Kültür ve Eğitim Hizmetleri Daire Başkanlığı Yayınları.
- Yılmaz, R. (2014). Doğu Karadeniz Meşesi (*Quercus pontica* C. Koch) yayılış alanlarının flora ve vejetasyonunun saptanması, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yılmazoğlu, M. U. (2016). "Burdur İl Merkezinin Depremselliğinin Araştırılması". *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 32(2), 1-10.
- Yücel, S. (2001). *İlk Kıvılcım*. Havza/Samsun: Havza İlçesi ve Köylerine Hizmet Götürme Birliği Yayınları.
- Yücecan, M. S. (2011). "Olasılıksal Sismik Tehlike Analizi: Genel Bakış Ve İstatistiksel Modellemede Dikkat Edilmesi Gerekli Hususlar". *1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Yürekli, K., ve Kurunç, A. (2001). Tersakan Çayı Havzasında Taşkına Neden Olan Günlük En Büyük Akımların Tekrarlanma Sürelerinin Saptanması. *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1), 119-123.
- Zeybek, H. İ. (1998). "22 Mayıs 1998 Havza Sel-Taşkın Felaketi". *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 157-164.
- Zeybek, H. İ. (2002). Turhal Ovası ve Yakın Çevresinde Toprak Erozyonu. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 7(8), 99-130.
- Zeybek, H. İ. (2007). Samsun İlinde Etkili Olan Başlıca Doğal Afetler. C. Yılmaz (Dü.) içinde, *Geçmişten Geleceğe Samsun* (s. 343-366). Samsun: Samsun Büyükşehir Belediyesi, Kültür ve Sosyal İşler Daire Başkanlığı Yayınları.
- Zhuang, J., Cui, P., Hu, K., Chen, X., ve GE, Y. (2010). Characteristics of earthquake-triggered landslides and post-earthquake debris flows in Beichuan County. *Journal of Mountain Science*(7), 246-254. doi:10.1007/s11629-010-2016-0
- Zübeyirzade, M. F. (1925). *Yurdumuz Havza*. İstanbul: Vatan Matbaası.
- Zübeyirzade, M. F. (1998). *Yurdumuz Havza*. (A. Tuzcu, Dü.) Ankara: Alp Ofset Matbbacılık.

EKLER

EK – 1

Toprak Laboratuvar Analizleri Sonuçları ve Onlar Kullanılarak Elde Edilen Veriler

Örnek No.	%Nem	pH 1:1	EC μ S/cm	%Kireç	%Kum	%Silt	%Kil	Bünye	Om %	Strüktür	Geçirgenlik
1	8,77	7,48	2645	34,90	47,33	18,41	34,26	Kumlu Killi Tın	2-3	3	5
2	7,93	7,58	1106	19,58	44,71	17,08	38,21	Killi Tın	2-3	3	5
3	9,20	7,51	2202	28,01	49,34	16,59	34,07	Kumlu Killi Tın	1-2	2	5
4	11,36	7,65	1410	9,24	61,02	14,31	24,67	Kumlu Killi Tın	1-2	2	4
5	10,52	5,49	890	2,16	63,84	9,56	26,60	Kumlu Killi Tın	1-2	2	4
6	11,45	6,95	1554	3,55	57,71	14,47	27,83	Kumlu Killi Tın	1-2	2	5
7	11,19	7,71	1280	24,25	54,43	15,93	29,64	Kumlu Killi Tın	1-2	2	5
8	10,34	6,46	1571	2,89	52,07	13,02	34,91	Kumlu Killi Tın	1-2	2	5
9	5,93	7,97	1189	16,38	62,66	17,49	19,85	Kumlu Tın	2-3	3	3
10	6,06	7,71	2549	28,80	35,92	15,73	48,34	Kil	2-3	3	6
11	9,78	7,37	2839	1,46	43,20	16,43	40,37	Kil	1-2	2	6
12	8,97	7,62	2050	29,60	49,44	14,84	35,72	Kumlu Kil	1-2	2	5
13	9,05	7,6	2172	27,34	52,48	16,75	30,77	Kumlu Killi Tın	1-2	2	5
14	8,35	7,62	2038	26,17	44,93	18,79	36,28	Killi Tın	1-2	2	5
15	7,12	7,48	2231	10,70	52,68	17,32	30,00	Kumlu Killi Tın	2-3	3	5
16	9,43	6,96	1588	2,20	57,95	11,54	30,52	Kumlu Killi Tın	4+	4	5
17	17,85	7,04	1542	3,86	83,69	8,68	7,62	Tımlı Kum	4+	4	1
18	5,31	7,67	1620	58,38	54,88	21,43	23,68	Kumlu Killi Tın	1-2	2	4
19	12,14	7,46	2620	11,94	56,62	14,14	29,24	Kumlu Killi Tın	2-3	3	4
20	8,41	6,5	902	4,48	72,56	10,09	17,35	Kumlu Tın	2-3	3	3
21	5,05	7,51	1495	16,65	60,05	17,90	22,04	Kumlu Killi Tın	2-3	3	4
22	7,78	7,51	2905	18,88	46,18	20,64	33,18	Kumlu Killi Tın	2-3	3	5
23	7,04	7,61	660	21,42	64,89	20,72	14,39	Kumlu Tın	2-3	3	2
24	10,40	7,55	2393	32,51	52,00	17,97	30,03	Kumlu Killi Tın	2-3	3	5
25	5,52	7,82	1249	43,22	46,31	19,16	34,53	Kumlu Killi Tın	2-3	3	5
26	13,77	6,72	3393	3,42	54,71	12,15	33,14	Kumlu Killi Tın	2-3	3	5
27	10,88	7,53	1985	25,80	52,61	15,83	31,55	Kumlu Killi Tın	2-3	3	5
28	9,62	7,49	2304	30,74	63,29	14,55	22,15	Kumlu Killi Tın	2-3	3	4
29	7,05	7,53	882	32,89	51,12	18,84	30,04	Kumlu Killi Tın	2-3	3	5
30	7,54	7,46	2176	30,34	49,74	20,29	29,97	Kumlu Killi Tın	2-3	3	5
31	5,89	7,57	2089	41,38	44,42	19,42	36,16	Killi Tın	2-3	3	5
32	11,62	7,73	733	18,41	51,27	15,76	32,97	Kumlu Killi Tın	2-3	3	5
33	5,00	7	2302	4,76	65,40	15,97	18,63	Kumlu Tın	2-3	3	3
34	10,43	6,19	1337	17,33	63,61	11,17	25,22	Kumlu Killi Tın	4+	4	4
35	10,81	7,51	1851	6,46	60,43	12,80	26,77	Kumlu Killi Tın	4+	4	4
36	6,04	7,42	2137	7,79	71,27	5,03	23,70	Kumlu Killi Tın	2-3	3	4
37	7,78	7,41	170	35,49	34,25	10,01	55,74	Kil	2-3	3	6

38	5,56	7,7	1739	45,55	42,29	30,27	27,43	Killi Tın	2-3	3	4
39	3,67	7,42	2290	35,77	55,36	19,96	24,68	Kumlu Killi Tın	2-3	3	4
40	6,00	7,54	1983	38,96	55,05	21,24	23,71	Kumlu Killi Tın	2-3	3	3
41	6,01	7,68	1920	46,75	51,36	21,62	27,02	Kumlu Killi Tın	2-3	3	4
42	8,22	7,46	2438	47,97	49,65	22,64	27,72	Kumlu Killi Tın	2-3	3	5
43	6,52	7,8	1290	37,83	55,40	28,37	16,23	Kumlu Tın	2-3	3	3
44	7,47	7,28	2343	63,02	45,70	21,00	33,29	Kumlu Killi Tın	2-3	3	5
45	6,63	7,54	1037	28,51	59,02	15,96	25,03	Kumlu Killi Tın	2-3	3	4
46	6,47	7,38	262	34,00	53,65	21,25	25,10	Kumlu Killi Tın	2-3	3	4
47	6,09	7,57	2253	39,68	56,97	26,74	16,29	Kumlu Tın	2-3	3	3
48	10,22	7,54	2815	23,19	44,97	18,21	36,82	Killi Tın	2-3	3	5
49	14,41	7,36	2393	12,20	50,10	15,41	34,48	Kumlu Killi Tın	2-3	3	5
50	6,28	7,46	265	18,61	55,46	15,80	28,74	Kumlu Killi Tın	2-3	3	5
51	8,37	7,44	2618	8,22	51,92	22,15	25,93	Kumlu Killi Tın	4+	4	4
52	11,21	7,09	2599	4,99	57,42	12,89	29,69	Kumlu Killi Tın	4+	4	5
53	6,20	6,72	1814	5,44	62,52	17,60	19,88	Kumlu Tın	2-3	3	3
54	8,50	7,22	2637	4,48	57,09	17,03	25,88	Kumlu Killi Tın	4+	4	4
55	10,32	7,58	2255	16,64	53,54	16,40	30,07	Kumlu Killi Tın	2-3	3	5
56	7,71	7,25	2888	46,88	70,50	13,67	15,83	Kumlu Tın	2-3	3	2
57	6,72	7,82	909	32,31	53,98	17,50	28,51	Kumlu Killi Tın	2-3	3	5
58	5,48	7,49	2083	20,45	56,50	17,96	25,54	Kumlu Killi Tın	2-3	3	4
59	6,54	7,79	1742	45,54	69,76	1,64	28,60	Kumlu Killi Tın	2-3	3	5
60	5,18	7,49	2140	40,33	59,95	18,06	21,99	Kumlu Killi Tın	3-4	3	4
61	6,01	7,75	1902	28,05	51,55	28,50	19,95	Tın	2-3	3	3
62	8,03	7,71	1167	27,83	56,74	15,39	27,87	Kumlu Killi Tın	3-4	3	5
63	8,20	7,5	1207	23,24	46,44	20,56	33,01	Kumlu Killi Tın	2-3	3	5
64	10,52	7,46	2293	31,01	51,85	14,81	33,33	Kumlu Killi Tın	2-3	3	5
65	11,10	7,24	201	12,14	63,77	11,40	24,83	Kumlu Killi Tın	2-3	3	4
66	9,58	7,64	173	12,45	56,13	15,04	28,82	Kumlu Killi Tın	2-3	3	5
67	10,13	7,46	2603	17,42	56,54	13,12	30,34	Kumlu Killi Tın	2-3	3	5
68	7,37	7,5	713	28,14	56,25	15,50	28,25	Kumlu Killi Tın	4+	4	5
69	4,72	7,01	1661	1,59	76,00	8,74	15,26	Kumlu Tın	4+	4	2
70	9,66	7,37	3950	1,46	51,16	18,20	30,64	Kumlu Killi Tın	2-3	3	5
71	9,21	7,29	2954	7,37	57,55	15,02	27,43	Kumlu Killi Tın	2-3	3	4
72	8,92	7,21	2976	10,37	52,19	16,91	30,90	Kumlu Killi Tın	2-3	3	5
73	6,65	7,89	1924	39,28	55,44	19,35	25,21	Kumlu Killi Tın	2-3	3	4
74	8,41	7,53	2594	23,16	50,06	15,35	34,60	Kumlu Killi Tın	2-3	3	5
75	11,94	7,58	2046	22,55	49,61	16,09	34,30	Kumlu Killi Tın	2-3	3	5
76	9,24	7,61	2079	25,78	60,88	16,76	22,36	Kumlu Killi Tın	2-3	3	4
77	10,81	7,53	2908	2,15	47,03	14,68	38,28	Kumlu Kil	2-3	3	5
78	12,34	7,55	3837	25,90	45,24	15,87	38,89	Kumlu Kil	2-3	3	5
79	9,22	7,32	1140	16,95	45,61	18,45	35,94	Kumlu Kil	2-3	3	5
80	8,32	7,5	1816	17,96	54,94	13,65	31,40	Kumlu Killi Tın	2-3	3	5