

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ARTVİN İLİ (MERKEZ İLÇE) İÇİN BÜTÜNLEŞİK DOĞAL KAYNAKLI
AFET DUYARLILIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

Servet ÇELEBİ

OCAK 2021

TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ARTVİN İLİ (MERKEZ İLÇE) İÇİN BÜTÜNLEŞİK DOĞAL KAYNAKLI AFET
DUYARLILIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

Servet ÇELEBİ

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“DOKTOR (JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ)”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 09.12.2020
Tezin Savunma Tarihi : 13.01.2021

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Aykut AKGÜN

Trabzon 2021

ÖNSÖZ

Çalışma alanı olarak, Artvin İli (Merkez İlçe) seçilmiştir. Karadeniz Bölgesi heyelan, taşkın sel vb. Doğal Kaynaklı Afetler ile uzun yıllardır anılmaktadır. Çalışma alanı olarak seçilen Artvin Merkez bölgesi yerleşim alanı seçilmesinde, son zamanlarda etkin faaliyet gösteren heyelan ve taşkın gibi doğal olayları ve bunların yaratmış olduğu afet etkisi etken olmuştur. Çoruh havzası boyunca birçok baraj yapılmış ve uzun yıllar akar vaziyette olan Çoruh Nehri tutularak havzada milyarlarca metreküp su depolanmıştır. Yamaçlarda yer alan ayrışma potansiyeli yüksek magmatik kökenli kayalar, şevlerde kaya düşmeleri, küçük ve orta ölçekli heyelanlara sebep olmaktadır. Tez çalışmasına konu alanda daha önce bu kapsamda bir çalışma yapılmamış olması tezin özgün değerini oluşturmaktadır. Alanda, heyelan duyarlılık değerlendirmesi çoklu parametre kullanılarak analiz edilmiştir. Yapılan bu tez çalışmasında sadece heyelan duyarlılık değerlendirmesi ile sınırlı kalınmayıp, taşkın-sel ve Deprem Etkilerine Duyarlılık değerlendirmesi gibi konular eklenerek bütünlük bir Doğal Kaynaklı Afet duyarlılık değerlendirmesi yapılmıştır. Dolayısıyla, bölgede bundan sonra yapılacak mühendislik çalışmalarında kullanılacak önemli bir altlık olacağı düşünülmektedir. Bu anlamda, çalışmanın gerek akademik hayata gerekse ilgili mühendislik çalışmalarına ışık tutmasını, can ve mal güvenliğini korumada proaktif bir yaklaşım sağlayacağı düşünülmektedir.

Tezin her aşamasında gerek teknik konularda gerekse manevi olarak destek ve emeğini eksik etmeyen çok değerli hocam, Sayın Prof. Dr Aykut AKGÜN'e çok teşekkür ediyorum. Doktora yolculuğumda daha 4 yaşında iken, şefkatim ile büyüttüğüm, sevgisi ve kokusu ile büyüdüğüm, tezimin analiz aşamasında AHS yönteminde Excell tablolarında bana yardımcı olan, Canım oğlum, Kayra Emir ÇELEBİ'ye çok teşekkür ediyorum. Tezimin analiz aşamasında, Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımları ile çalışmalarımda bilgi ve desteğini esirgemeyen çok kıymetli arkadaşım, dostum, Harita Yüksek Mühendisi, Sayın Temel Tahir TURGUT'a teşekkürü bir borç bilirim.

Servet ÇELEBİ
Trabzon, 2021

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum ‘‘Artvin İli (Merkez İlçe) İçin Bütünleşik Doğal Kaynaklı Afet Duyarlılığının Değerlendirilmesi’’ başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Aykut AKGÜN’nün sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı, analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 13/01/2021

Servet ÇELEBİ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET.....	VIII
SUMMARY	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
TABLolar DİZİNİ.....	XII
SEMBOLLER DİZİNİ	XIV
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	1
1.3. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu	2
1.4. Tez Konusuyla İlgili Literatürde Yapılmış Önceki Çalışmalar	4
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	11
2.1. İnceleme Alanının Genel Jeolojisi	11
2.1.1. Çağlayan Formasyonu (Kça)	11
2.1.2. Kızılkaya Formasyonu (Kk).....	12
2.1.3. Madenler Formasyonu (Jm)	13
2.1.4. Hamurkesen Formasyonu (Jh)	14
2.1.5. Artvin Granitoyidi (Pza)	15
2.1.6. Alüvyon (Qal)	15
2.2. Yapısal Jeoloji.....	18
2.3. Veri Üretimi	18
2.3.1. Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesi İçin Veri Üretimi	19
2.3.2. Deprem Etkilerine Duyarlılık Değerlendirmesi İçin Veri Üretimi	19
2.3.3. Taşkın Duyarlılık Değerlendirmesi İçin Veri Üretimi	20
2.4. Kullanılan Yöntemler.....	21
2.4.1. Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesinde Kullanılan Yöntemler	21
2.4.1.1. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS).....	21
2.4.1.2. Lojistik Regresyon (LR)	23
2.4.1.3. Frekans Oranı Yöntemi	25

3.	BULGULAR.....	26
3.1.	Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesi	26
3.1.1.	Verilerin Elde Edilmesi ve Hazırlanması.....	26
3.1.1.1.	Litoloji.....	26
3.1.1.2.	Yamaç Eğimi.....	27
3.1.1.3.	Yamaç Yönelimi	29
3.1.1.4.	Topoğrafik Yükseklik	31
3.1.1.5.	Akarsuya Yakınlık	32
3.1.1.6.	Yamaç Eğriselliği.....	33
3.1.2.	AHS Yöntemiyle ile Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesi	35
3.1.3.	Lojistik Regresyon Yöntemi ile Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesi.....	40
3.1.4.	Frekans Oranı Yöntemi (FO) ile Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesi.....	44
3.1.5.	Benzerlik Oranında Kullanılan Parametrelere Ait Piksel Sayıları.....	45
3.2.	Deprem Etkilerine Duyarlılık Değerlendirmesi	48
3.2.1.	Materyal ve Yöntem.....	49
3.2.1.1.	Materyal	49
3.2.1.2.	Yöntem.....	49
3.2.2.	Deprem Etkilerine Duyarlılık Haritaları İçin Tasarlanan Parametreler	50
3.2.2.1.	Fay Hatlarına Olan Uzaklık (Km).....	50
3.2.2.2.	Litoloji.....	54
3.2.2.3.	Maksimum Yer İvmesi.....	56
3.2.2.4.	Deprem Etkilerine Duyarlılık Değerlendirmesinde V_{s30} Hızı.....	61
3.2.2.5.	Deprem Etkilerine Duyarlılık Değerlendirmesinde P-dalga Hızının, S- Dalga Hızına Oranı (VP/VS) Parametresi	67
3.2.2.6.	Deprem Etkilerine Duyarlılık Değerlendirmesinde Eğim Parametresi.....	76
3.2.2.7.	Deprem Etkilerine Duyarlılık Değerlendirmesinde Yükselti Parametresi.....	77
3.3.	Çalışma Alanının Deprem Etkilerine Duyarlılık Haritası.....	79
3.4.	Taşkın Tehlike Değerlendirmesi	82
3.4.1.	Topografya (Yer Şekilleri ve Genel Arazi Dağılışı).....	82
3.4.2.	İklim.....	82
3.4.3.	Proje Yeri Taşkın Hesapları	82
3.4.4.	Taşkın Tekerrür Debileri.....	83
3.4.5.	İki Boyutlu Modelleme	87
3.4.6.	Sayısal Yükseklik Modelinin Oluşturulması	87

3.4.7.	Arazinin Fiziki Durum ve Kullanım Türüne Göre Manning Pürüzlülük Katsayılarının Belirlenmesi.....	88
3.4.8.	Çözümleme Alanındaki Yapıların Sisteme Girilmesi.....	89
3.5.	Elde Edilen Haritalar.....	89
4.	TARTIŞMA	96
4.1.	Giriş.....	96
4.2.	Parametre Seçimi	96
4.3.	Yöntem Seçimi.....	97
4.4.	Duyarlılık Haritalarının Doğruluk Değerlendirmesi.....	98
4.5.	Doğruluk Analiz Sonuçları	99
4.5.1.	AHS Yöntemi Doğruluk Testi	100
4.5.2.	Lojistik Regresyon Doğruluk Testi.....	100
4.5.3.	Frekans Oranı Doğruluk Testi.....	101
4.6.	Deprem Etkilerine Duyarlılık Değerlendirmesi	101
4.6.1.	Yöntem ve Parametre Seçimi.....	101
4.7.	Taşkın Tehlike Değerlendirmesi.....	102
4.7.1.	Yöntem ve Parametre Seçimi.....	102
5.	SONUÇLAR	103
5.1.	Artvin İli Merkez İlçe Heyelan Duyarlılığı.....	103
5.2.	Artvin İli Merkez İlçe Heyelan Duyarlılığı Yüzdeleri.....	103
5.3.	Yöntemlerin Karşılaştırılması	104
5.4.	Artvin Merkez Yerleşim Alanı İçin Deprem Duyarlılığı.....	107
5.5.	Artvin İli Merkez İlçe İçin Taşkın Tehlike Değerlendirmesi	109
6.	KAYNAKLAR	112
ÖZGEÇMİŞ		

Doktora Tezi

ÖZET

ARTVİN İLİ (MERKEZ İLÇE) İÇİN BÜTÜNLEŞİK DOĞAL KAYNAKLI AFET DUYARLILIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Servet ÇELEBİ

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Aykut AKGÜN
2021, 115 Sayfa

Türkiye, geçmişte olduğu gibi başta depremler olmak üzere, sel-taşkın heyelan gibi Doğal Kaynaklı Afetlerle sık sık karşılaşmış ve karşılaşmaya devam edecektir. Bu nedenle yaşanan afetlerin yarattığı can ve mal kayıplarının yanında ekonomik kayıpların da en aza indirgenmesi, ancak etkin ve sürdürülebilir bir afet risk yönetim sisteminin oluşturulması ile mümkündür. Buradan hareketle tez çalışma alanı olarak son yıllarda özellikle heyelan ve sel olaylarından ciddi anlamda olumsuz etkilenen ve önemli ölçüde can-mal kaybının yaşandığı Artvin ili seçilmiş, İlin Merkez İlçe yerleşim alanı sınırları içerisinde kalan alanda bütünleşik, Doğal Kaynaklı Afet duyarlılık değerlendirmesinin yapılması amaçlanmıştır.

Çalışma alanında; heyelan duyarlılık, deprem etkilerine duyarlılık değerlendirmesi ve taşkın tehlike değerlendirmesi çalışmaları yapılmıştır. Söz konusu bu değerlendirmelerden elde edilen sonuçlar bir araya getirilerek çalışma alanına ait bütünleşik bir Doğal Kaynaklı Afet duyarlılık değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir. Heyelan ve taşkın duyarlılık değerlendirmelerinde sayısal veri üretimleri ve konumsal analizler Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) araçları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Üretilen sayısal veriler (heyelan envanteri, sayısal yükseklik modeli, yamaç eğimi, litoloji, akarsuya yakınlık, yamaç yönelimi vb.) konumsal istatistiksel (frekans oranı, lojistik regresyon) modeller yardımıyla değerlendirilerek heyelan ve sel duyarlılık haritaları üretilmiştir. Sismik risk analizleri için alanda ve alana belirli mesafede meydana gelmiş eski depremler dikkat alınarak “en büyük yatay yer ivmesi” (a_{max}) değerinin belirlenmesi ve bu değer alandaki litolojik birimlere ve yamaçlara duraysızlık problemi yaratması noktasındaki etkileri irdelenmiştir. Bu etkilerin değerlendirilmesi aşamasında alandan elde edilen, dinamik elastik jeofizik mühendisliği parametreler (boyuna- V_p ve enine dalga- V_s hızları, V_p/V_s hız oranları, 30 m derinlik için ortalama kayma dalgası hızı- V_{s30}) kullanılmıştır. Çalışmada farklı üç konu başlığı altında belirlenen yöntemler kullanılarak duyarlılık haritaları elde edilmiştir. Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesinde, AHS yöntemi, Lojistik Regresyon ve Frekans Oranı yöntemleri uygulanmıştır. Farklı üç yöntem ile heyelan duyarlılık değerlendirmesi irdelenmiştir. Elde edilen duyarlılık sonuç haritalarına doğruluk testleri uygulanarak doğruluk değerlendirmesi yapılmıştır. Deprem etkilerine duyarlılık değerlendirmesinde, parametreler belirlendikten sonra, AHS yöntemi ile deprem etkilerine duyarlılık haritası elde edilmiştir. Taşkın tehlike değerlendirmesi aşamasında ise, parametreler belirlenerek çalışma alanı taşkın tehlike alanları belirlenerek bu alanların duyarlılık sınıflandırması yapılmıştır.

Heyelan Duyarlılık değerlendirmesi, Deprem etkilerine duyarlılık değerlendirmesi ve taşkın tehlike değerlendirmesi konu başlıkları altında çalışma alanına ait duyarlılık haritaları elde edilmiştir. Elde edilen duyarlılık haritaları, “Çok Düşük”, “Düşük”, “Orta”, “Yüksek” ve “Çok Yüksek” şeklinde beş duyarlılık sınıfına ayrılarak derecelendirilmiştir. Herbir duyarlılık sınıfının çalışma alanı içerisindeki yüzde değerleri ve kapladıkları alanlar belirlenmiştir.

Elde edilen duyarlılık sonuç haritaları uygun çakıştırma yöntemleri (basit çakıştırma, ağırlıklandırılmış çakıştırma gibi..) kullanılarak bir araya getirilmiş ve alan için nihai bir bütünleşik Doğal Kaynaklı Afet duyarlılık haritası elde edilmesi mümkün olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Doğal Kaynaklı Afet, Heyelan, Duyarlılık, Mühendislik Jeolojisi, Sismik Risk

PhD. Thesis

SUMMARY

THE ASSESMENT OF INTEGRATED NATURAL DISASTER SUSCEPTIBILITY FOR ARTVIN PROVINCE (CENTRAL DISTRICT)

Servet ÇELEBİ

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Geological Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Aykut AKGÜN
2020, 115 Pages

Turkey, as it was in the past, have often encountered natural disaster, earthquakes especially, as landslide, flood, and it will continue to encounter. This natural disasters are not only damage to life but also damage to economic factors. So it is very important to consider effective maintain disaster risk assesment for decreasing the negative factors as life safety and economic aspect to. For this reason, in this thesis Artvin central residential area was chosen. Because in recent years so many natural disasters were occured in this region. So, in this thesis in Artvin province as residential area boundaries were considered integrated natural disaster susceptibility assessment. In the working area landslide susceptibility assessment, flood risk assessment and susceptibility to earthquake effects had applied. The results obtained from these evaluations will be brought together and the integrated natural disaster susceptibility assessment of the study area will be made.

In the evaluation of landslide and flood susceptibility, numerical data production and positional analysis will be performed using Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing (UA) tools. Numerical data to be produced (landslide inventory, digital elevation model, slope inclination, lithology, proximity to stream, etc., are evaluated with spatial statistics (frequency ratio, logistic regression) and landslide and flood susceptibility maps will be produced. For seismic risk analysis, the effects of maximum horizontal ground acceleration (amax) value by taking into account the old earthquakes in the area and at a certain distance to the area and the effects of this value on the lithological units and slopes in the area will be evaluated. In the evaluation of these effects, geophysical measurements (seismic refraction and reflection) will be used. Results to be achieved all these results will be combined using appropriate registration methods (such as simple registration, weighted registration, etc.) and it will be possible to obtain an integrated natural disaster susceptibility map for the site. Landslide susceptibility assesment, susceptibility to earthquake effects and flood hazard assesment for the study area, susceptibility maps have obtained. These susceptibility maps have been classified into five classes which are, ‘‘very low’’, ‘‘low’’, ‘‘middle’’, ‘‘high’’ and ‘‘very high’’. Each of the susceptibility classes percentage values in the study area were calculated.

Key Words: Natural Disaster, Landslide, Susceptibility, Engineering geology, Seismic risk

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.	İnceleme alanına (Artvin İli Merkez İlçe) ait genel görünüm..... 2
Şekil 2.	İnceleme alanının 1/5000 ölçekli haritalarının paftası 3
Şekil 3.	İnceleme alanının yer bulduru haritası 3
Şekil 4.	Çağlayan formasyonuna ait bazaltlardan görünüm 12
Şekil 5.	Kızılkaya formasyonuna ait görünümler 13
Şekil 6.	Hamurkesen formasyonunun yarmalardaki görünümü 14
Şekil 7.	Artvin Granitoyidlerin yarmalardaki görünümü 15
Şekil 8.	İnceleme alanı litoloji haritası 16
Şekil 9.	Çalışma alanı ve çevresinin stratigrafik kesiti..... 17
Şekil 10.	Çalışma alanı litoloji haritası..... 27
Şekil 11.	Çalışma alanına ait yükselti haritası (SYM) 28
Şekil 12.	İnceleme alanının yamaç eğimi haritası 29
Şekil 13.	Çalışma alanı yamaç yönelim haritası..... 30
Şekil 14.	Çalışma alanının yükseklik haritası..... 31
Şekil 15.	Akarsuya yakınlık haritası..... 32
Şekil 16.	Çalışma alanı plan yamaç eğriselliği..... 34
Şekil 17.	Çalışma alanı profil yamaç eğriselliği..... 35
Şekil 18.	AHS yöntemi ile elde edilen çalışma alanı heyelan duyarlılık haritası..... 39
Şekil 19.	Lojistik regresyon yöntemiyle elde edilen heyelan duyarlılık haritası 43
Şekil 20.	FO yöntemiyle elde edilen heyelan duyarlılık haritası..... 47
Şekil 21.	Çalışma alanı çevresindeki fay hatları ile noktasal verileri gösteren harita..... 52
Şekil 22.	Kriging yöntemi ile elde edilen faya yakınlık raster haritası 54
Şekil 23.	Çalışma alanı litoloji haritası..... 56
Şekil 24.	Çalışma alanında yer alan noktasal ($M \geq 5.0$) ve çizgisel kaynakların konumu..... 59
Şekil 25.	Çalışma alanı maksimum yer ivme haritası (Idw) 60
Şekil 26.	Çalışma alanı maksimum yer ivme haritası (Kriging) 61
Şekil 27.	Kriging yöntemi ile elde edilen çalışma alanına ait V_{s30} dağılım değeri haritası 66
Şekil 28.	Çalışma alanına ait V_p/V_s dağılım değerleri haritası..... 72

Şekil 29.	Çalışma alanı eğim haritası	77
Şekil 30.	Çalışma alanı yükselti haritası.....	78
Şekil 31.	AHS ile elde edilen deprem etkilerine duyarlılık haritası	80
Şekil 32.	AHS ile elde edilen depreme duyarlılık haritası	81
Şekil 33.	Artvin İli taşkın hidrografi	86
Şekil 34.	Şehir içi deresi taşkın modellemesinde kullanılan 500 yıllık taşkın debisi Artvin ili taşkın hidrografi (DSİ 2018 Taşkın Risk Haritası Raporu).....	87
Şekil 35.	Deriner barajı sayısal yükseklik modeli	88
Şekil 36.	Deriner barajı manning pürüzlülük katsayıları.....	88
Şekil 37.	Deriner barajı çözümleme alanındaki sisteme girilen yapılar	89
Şekil 38.	Deriner Barajı 500 yıllık tekerrür debisi - FLO2D taşkın haritası	89
Şekil 39.	Deriner Barajı: 500 yıllık tekerrür debisi - HecRAS taşkın haritası	90
Şekil 40.	Deriner Barajı: 500 yıllık tekerrür debisi - FLO2D ve HecRAS kıyaslamalı taşkın haritası	90
Şekil 41.	Deriner Barajı mansabı taşkın risk haritası (1D boyutlu), 1/5000 (Ölçek).....	90
Şekil 42.	Taşkın tehlike haritası	91
Şekil 43.	(a) 50 ile 100 m, (b) 100 ile 150 m, (c) 150 ile 200 m, (d) 200 ile 250 m, (e) 250 ile 300 m, (f) 300 ile 350 m, (g) 350 ile 400 m, (h) 400 ile 450 m, (i) 450 ile 500 m, (j) 500 ile 550 m, (k) 550 ile 600 m, (l) 600 ile 650 m, (m) 650 ile 700 m, (n) 700 ile 750 m ve 750 metreden uzak yapı noktaları ArcGIS ortamında sınıflandırılarak taşkın alanına yakınlık analizi haritaları.....	93
Şekil 44.	Taşkın tehlike haritası (su altında kalması muhtemel senaryo)	94
Şekil 45.	Çalışma alanı taşkın tehlike haritası.....	94
Şekil 46.	AHS doğruluk testi için elde edilen ROC eğrisi	100
Şekil 47.	Lojistik regresyon doğruluk testi ile elde edilen ROC eğrisi	100
Şekil 48.	Frekans Oranı doğruluk testi ile elde edilen ROC eğrisi	101
Şekil 49.	Bütünleşik doğal kaynaklı afet duyarlılık haritası.....	105
Şekil 50.	Bütünleşik doğal kaynaklı afet duyarlılık haritası.....	106

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Yerleşmeler arası karayolu uzaklıkları.....	2
Tablo 2. Deprem etkilerine duyarlılık haritası için elde edilen veriler ve kullanılan parametreler.....	20
Tablo 3. Taşkın tehlike haritası için veri türü, veri kaynağı ve üretilen veri tablosu	21
Tablo 4. AHS yönteminde kullanılan ikili karşılaştırma tercih ölçeği.....	22
Tablo 5. Katmanlara ait ikili karşılaştırma matrisi ve katman ağırlıkları.....	37
Tablo 6. Heyelan duyarlılık değerlendirmesinde dikkate alınan parametrelerin her birinin kendi içinde puan değerleri ile ağırlıklarını ve tutarlılık oranını gösteren tablo	37
Tablo 7. AHS yöntemi ile elde edilen duyarlılık sınıflarına ait alanların km ² olarak kapladığı alan	40
Tablo 8. Regresyon katsayıları	42
Tablo 9. Regresyon istatistikleri	42
Tablo 10. İnceleme alanı için lojistik regresyon yöntemi ile elde edilen duyarlılık haritasında heyelana duyarlı alanların km ² olarak kapladığı alanı gösteren tablo	43
Tablo 11. Litoloji parametresine ait heyelanlı/heyelansız piksel değerleri ile heyelanlı/heyelansız yüzde piksel değerleri ve frekans oranı değerlerini gösteren tablo	45
Tablo 12. Eğim parametresine ait heyelanlı/heyelansız piksel değerleri ile heyelanlı/heyelansız yüzde piksel değerleri ve frekans oranı değerlerini gösteren tablo	45
Tablo 13. Akarsuya yakınlık parametresine ait heyelanlı/heyelansız piksel değerleri ile heyelanlı/heyelansız yüzde piksel değerleri ve frekans oranı değerlerini gösteren tablo.....	46
Tablo 14. Bakı parametresine ait heyelanlı/heyelansız piksel değerleri ile heyelanlı/heyelansız yüzde piksel değerleri ve frekans oranı değerlerini gösteren tablo	46
Tablo 15. Yükselti parametresine ait heyelanlı/heyelansız piksel değerleri ile heyelanlı/heyelansız yüzde piksel değerleri ve frekans oranı değerlerini gösteren tablo	46
Tablo 16. Frekans oranı ile elde edilen duyarlılık haritasında duyarlılık sınıflarına ait alanların km ² olarak kapladığı alanı gösteren tablo	47
Tablo 17. Katmanların birbirileri ile önem puanlarını gösteren AHS tablosu	50
Tablo 18. Fay hatlarına km cinsinden uzaklıklar ve AHS ile atanan puan ve ağırlık değerleri.....	51

Tablo 19.	ArcGIS ortamında faya yakınlık mesafeleri ve atanan ağırlık değerlerini gösteren öznitelik tablosu.....	53
Tablo 20.	Jeolojik formasyonlar ve AHS ile atanan puan ve ağırlık değerleri	55
Tablo 21.	Çalışma alanı ve çevresinde tespit edilen noktasal özellikteki sismik kaynaklar	59
Tablo 22.	Sismik kaynakların (M1-M9) inceleme alanına uzaklıkları ve buna karşılık hesaplanan pik ivme değerleri tablosu	60
Tablo 23.	Zemin sınıfları ve AHS ile atanan puan ve ağırlık değerler tablosu	62
Tablo 24.	Çalışma alanında ölçülen V _{s30} hız değerleri ve litolojileri gösteren tablo.....	63
Tablo 25.	Deprem yönetmeliğinde ifade edilen zemin sınıfları ve S-dalga hız değerleri.....	67
Tablo 26.	Türkiye Bina ve Deprem Yönetmeliği Zemin sıklık durumu ile AHS yöntemi ile atanan puan ve ağırlık değerleri	67
Tablo 27.	ArcGIS 10,0 yazılımına aktarılan V _p /V _s hız değerleri ve AHS ile atanan tehlike katsayıları.....	68
Tablo 28.	İller Bankası Anonim Şirketi, Mekânsal Planlama Daire Başkanlığının çalışma alanındaki V _p /V _s ölçüm değerleri	73
Tablo 29.	V _p /V _s oranına göre zemin durumu (Ercan,2001).	75
Tablo 30.	Eğim parametresi için AHS ile verilen puan değerleri ile elde edilen ağırlıklar	76
Tablo 31.	Yükselti parametresi, AHS atanan puan ve ağırlık değeleri	79
Tablo 32.	Duyarlılık dereceleri ve kapladıkları alanlar	80
Tablo 33.	Duyarlılık dereceleri ve kapladıkları alanlar ile yüzde değerler tablosu.....	81
Tablo 34.	Taşkın tekerrür debileri (DSİ 2018 Taşkın Risk Haritası Raporu)	83
Tablo 35.	Şehir içi deresi taşkın modellenmesinde kullanılan 500 yıllık taşkın debisi	86
Tablo 36.	Bina ve yapıların taşkın tehlike alanına uzaklıkları mesafeleri.....	92
Tablo 37.	Taşkın tehlike haritasında ki duyarlılık dereceleri ile piksel sayıları.....	95
Tablo 38.	Heyelanlı ve heyelansız piksel sayıları ile yüzde piksel değerleri	98
Tablo 39.	Heyelanlı ve heyelansız piksel sayıları ile yüzde piksel değerleri	99
Tablo 40.	Heyelanlı ve heyelansız piksel sayıları ile yüzde piksel değerleri	99
Tablo 41.	Lojistik Regresyon, Benzerlik Oranı ve AHS ile elde edilen heyelan duyarlılık sınıfları ve yüzde değerleri.	104
Tablo 42.	Çalışma alanının duyarlılık sınıflarına göre kapladığı alan ve yüzdeleri.....	105
Tablo 43.	Çalışma alanının duyarlılık Sınıflarına göre kapladığı alan ve yüzdeleri	106
Tablo 44.	Çalışma alanı faya yakınlık mesafe değerleri ile ağırlıkları tablosu	108

SEMBOLLER DİZİNİ

CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
TO	: Tutarlılık Oranı
CR	: Consistency Ratio
LR	: Lojistik Regresyon
FO	: Frekans Oranı
BO	: Benzerlik Oranı
MTA	: Maden Tetkik Arama
İLBANK	: İller Bankası
AHS	: Analitik Hiyerarşi Proses
OLS	: Ordinary Least Square (Olağan en küçük kareler yöntemi)
WLC	: Weighted Doğrusal Combination(Ağırlıklı Doğrusal Kombinasyon)
MASW	:(Multichannel Analysis of Surface Waves) Çok Kanallı Yüzey Dalgası Yöntemi
PGA	:Maksimum Yer İvme Değeri (The Peak Ground Acceleration)

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Artvin İli Merkez İlçe yerleşim alanı için bütünleşik Doğal Kaynaklı Afet duyarlılık değerlendirmesi bu çalışmada planlanmıştır. Heyelan, Taşkın ve Deprem Etkilerine Duyarlılık değerlendirmesi olmak üzere üç temel başlık altında çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Elde edilen duyarlılık haritaları Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında basit çakıştırma, ağırlıklı çakıştırma vb. yöntemler kullanılarak bir araya getirilerek alana ait bütünleşik bir Doğal Kaynaklı Afet duyarlılık haritası elde edilmiştir.

1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Ülkemizde son yıllarda Doğal Kaynaklı Afetler kapsamında birçok afet meydana geldiği gözlemlenmektedir. Özellikle Karadeniz Bölgesinde; Hopa, Arhavi, Artvin Merkez olmak üzere birçok lokasyonda can ve mal kayıpları yaşadığımız Doğal Kaynaklı Afetler meydana gelmiştir. Bu çalışmada, Artvin İli Merkez İlçe yerleşim alanı için Doğal Kaynaklı Afet değerlendirmesi yapılarak duyarlılık haritalarının üretilmesi amaçlanmıştır. Bu anlamda, heyelan, taşkın ve Deprem Etkilerine Duyarlılık değerlendirmesi başlıkları altında kapsamlı bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu tez çalışmasında, bütünleşik bir yaklaşım ile doğal kaynaklı afet duyarlılık değerlendirmesi yapılmıştır.

Çalışmada heyelan, taşkın ve deprem etkilerine duyarlılık değerlendirmesi konu başlıkları ayrı olarak irdelenmiştir. İrdelenen konu başlıklarına ait duyarlılık haritaları belirlenen yöntemler kullanılarak elde edilmiştir. Bu kapsamda çalışma alanına ait heyelan, deprem ve taşkın konuları açısından birçok sayısal haritalar elde edilmiştir. Heyelan duyarlılık değerlendirmesi, deprem etkilerine duyarlılık değerlendirmesi ve taşkın tehlike değerlendirmesi neticesinde elde edilen sayısal haritalar, CBS ArcGIS yazılımında ağırlıklı çakıştırma vb yöntemler ile analiz edilmiştir. Bu sayede incelenen alana ait bütünleşik doğal kaynaklı afet duyarlılık sonuç haritası elde edilmiştir. Çalışma alanına ait elde edilen bütünleşik doğal kaynaklı afet duyarlılık haritası, beş duyarlılık sınıfına ayrılarak çalışma alanındaki her duyarlılık sınıfına ait yüzde değerler ve duyarlılık sınıflarının kapladığı

alanlar hesaplanmıştır. Çalışmada CBS yazılımı, IDRISI Selva, NETCAD yazılımları kullanılmıştır.

1.3. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu

İnceleme alanı Artvin İli Merkez İlçesi olup; $40^{\circ} 35'$ ile $41^{\circ} 32'$ kuzey enlemleri ve $41^{\circ} 07'$ ile 42° doğu boylamları arasında yer alan, 7367000 m^2 yüzölçümünde, Karadeniz Bölgesi'nin bir ilidir. İl alanı Türkiye yüzölçümünün (783577 km^2) %0,9' u kadardır. Doğusunda Ardahan, güneyinde Erzurum, batısında Rize, Kuzeyinde Gürcistan ile komşudur. Kuzey-batısında Karadeniz vardır ve kıyı uzunluğu 34 km 'dir. İnceleme alanı, 1089000 m^2 'dir.

Tablo 1.Yerleşmeler arası karayolu uzaklıkları

Güzergâh	Mesafe (km)
Artvin-Hopa	69
Artvin-Murgul	48
Artvin-Ardanuç	40
Artvin-Ankara	980



Şekil 1. İnceleme alanına (Artvin İli Merkez İlçe) ait genel görünüm



Şekil 2. İnceleme alanının 1/5000 ölçekli haritalarının paftası



Şekil 3. İnceleme alanının yer bulduru haritası (Google Earth 2015)

1.4. Tez Konusuyla İlgili Literatürde Yapılmış Önceki Çalışmalar

İlbank (2015), Artvin Merkez belediyesinin imar planına esas olmak üzere bir jeolojik-jeoteknik rapor hazırlamıştır. Bu çalışma bünyesinde; gerekli saha gözlemleri, sondaj çalışmaları, jeofizik ölçümler, laboratuvar verileri ile jeolojik-jeoteknik değerlendirmeler sonucu, inceleme alanının yerleşime uygunluk değerlendirmesi yapılarak rapor tamamlanmıştır. İLBANK tarafından 2015 yılında bölgede sondaj kuyuları açılmış, birçok jeofizik ölçümler yapılmıştır. 134 adet 6,00-30,0 m derinliğinde sondaj, 95 m açılımlı 100 adet çok kanallı yüzey dalgası analizi – sismik kırılma, 30 adet çok elektrotlu rezistivite ve 30 adet mikrotremör ölçüm çalışmaları yapılmıştır. Ayrıca inceleme alanında derinliği 1.50-2.50 m olan 15 adet araştırma çukuru açılarak örselenmiş el örnekleri alınmıştır. Yapılan çalışmalar neticesinde çalışma alanındaki jeolojik sakıncalı alanlar bulunmuştur.

Akıncı vd. (2015) AHS yöntemi vasıtası ile Artvin Belediyesi'nin imar planına esas hazırlanan raporda belirlenen alan için heyelan duyarlılık çalışması gerçekleştirilmiştir. Duyarlılık analizinde, heyelanı etkileyen faktörler belirlenerek, duyarlılık sınıfları oluşturulmuştur. Elde edilen duyarlılık haritası, “çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek derecede duyarlı” alanlar olmak üzere 5 kategoride sınıflandırılmıştır. Elde edilen heyelan duyarlılık haritası, çalışma alanı mahalle sınırları ve yapı adaları ile karşılaştırılmak sureti ile heyelan duyarlılık dereceleri elde edilmiştir. Çalışmada Çamlık ve Balcıoğlu mahalleleri ile Seyitler köyü arazilerinin yarısından fazlasının ve mevcut imar planındaki yapı adalarının takriben %68 'inin çok yüksek veya yüksek derecede heyelana duyarlı olduğu neticesine varılmıştır.

Akgün vd. (2008) Rizenin Fındıklı İlçesinde yapmış olduğu çalışmada, benzerlik oranı ve ağırlıklı doğrusal birleştirme yöntemlerini kullanarak çalışma alanında heyelan duyarlılık değerlendirmesi yapmışlardır. Heyelan duyarlılık değerlendirmesinde, eğim, bakı, drenaj ağlarına yakınlık, yola yakınlık, litoloji parametrelerini dikkate almışlardır. İki yöntem karşılaştırılmış ve WLC (ağırlıklı doğrusal kombinasyon) yönteminin diğer yöntemlere göre üstünlüğü görülmüştür. WLC yönteminde daha fazla detay haritalandığı, her iki yöntemle elde edilen duyarlılık haritasında çok yüksek duyarlılıkta heyelan meydana gelmediği, buna rağmen yüzde 79 oranında yüksek ve çok yüksek duyarlılık alanlarında WLC yönteminde heyelan tespit edildiği, bu oranın LRM yönteminde yüzde 49 olduğu bulunmuştur. Bu sonuca göre WLC yönteminin daha sağlıklı sonuç verdiği anlaşılmıştır.

Oğuz vd. (2016) Çalışmalarında, CBS yöntemi vasıtasıyla, Artvin İlinin taşkın potansiyel risk sahaları belirlenmiştir. Modelleme aşamasında, Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemi uygulanmıştır. Yağış, jeoloji, eğim, bakı, toprak ve arazi kullanım haritaları gibi sayısal olan diğer haritalardan faydalanmışlardır. Bu haritalara uygun ağırlık değerleri atanmış ve çakıştırma yöntemi kullanılarak sonuçta taşkın risk alanları elde edilmiştir. Buna ek olarak, çalışma alanının drenaj yoğunluğu, akarsu ağı çatallanma oranları hesaplanmıştır. Yapılan çalışmada, Artvin İlinin Hopa, Arhavi, Murgul ilçelerini, Fındıklı ve Borçka ilçelerinin de bir kesimi değerlendirmeye alınarak taşkın alanları belirlenmiştir.

Çalışmada dikkate alınan parametreler; eğim, bakı, arazi kullanımı, toprak, jeoloji, maksimum yağış ve akarsuya olan uzaklıktır. Bu parametreler CBS ortamında, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemine göre derecelendirilerek taşkın alanları belirlenmiştir. Elde edilen risk haritasına göre, yerleşim alanlarının çok yüksek ve yüksek taşkın riskine sahip alanlar içinde kaldığı görülmüştür. Eğimin düşük, yağışın fazla olduğu denize yakın kesimlerde yine taşkın riskinin yüksek olduğu görülmüştür.

Özşahin vd. (2019), Erzincan kentinde yerel zemin koşullarının deprem duyarlılığına etkisini Frekans Oranı (FO) yöntemi kullanılarak CBS ortamında değerlendirmiştir. Beş farklı temel zemin parametresi; litoloji, fay hatlarına olan uzaklık, yer altı su seviyesi, zemin kayma hızı ve büyütme oranı parametreleri kullanılmıştır. Deprem Etkilerine Duyarlılık analizi sonucunda, Erzincan kentinin genel olarak orta ve yüksek duyarlılık sınıflarında yer aldığı tespit edilmiştir. Düşük ölçekte deprem duyarlılığının hiç görülmediği alanda çok yüksek ölçekte duyarlılığın yüzde 9,39 olduğu bulunmuştur.

Akgün (2007), CBS ve uzaktan algılama sistemleri yardımıyla, Ayvalık ve yakın çevresine ait 424 km²'lik bir bölgenin heyelan ve erozyon bakımından duyarlılık değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, benzerlik oranı (B.O), lojistik regresyon yöntemi (LR) ve çok ölçütlü karar analizi yöntemleri kullanılarak değerlendirme yapılmıştır. Topoğrafik haritalar sayısallaştırılarak elde edilen sayısal topoğrafik veriden yamaç eğimi, yamaç yönelimi, akarsu güç indeksi, topoğrafik ıslaklık indeksi, drenaj yoğunluğu ve drenaj hatlarına uzaklık verileri üretilmiştir. İnceleme alanındaki heyelanlı alanların %58'i, %42'si ve %8'i sırasıyla ÇÖKA, BO ve LR yöntemleriyle belirlenen yüksek ve çok yüksek hassiyet sınıflarına karşılık gelmiştir. Bu veriler ışığında, Çok Ölçütlü Karar Analizi yönteminin heyelan duyarlılık analizleri içinde en makul ve gerçeğe en uygun yöntem olduğu sonucuna varılmıştır.

Maji et al. (2001), Hindistan-Arunachal Pradesh eyaletinin toprak bilgi sistemini belirlemek amacıyla çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada, 1/250.000 ölçekli topoğrafik paftaların CBS yazılımı vasıtasıyla sayısallaştırılarak yapılacak çalışma için hazır hale getirmişlerdir. Arazi çalışmaları kapsamında, toprak örnekleri alınarak, kimyasal özelliklerinin analiz edilerek belirledikleri toprakların sınıflandırmasını ve haritalama çalışmasını gerçekleştirmişlerdir. Toprak örneklerinin morfolojik ve fizyografya ile olan ilişkileri de değerlendirilmiştir. Çalışma bünyesinde, arazi kullanım, toprak kaynağı bilgilerini ihtiva eden çeşitli tematik haritalar üretilmiştir.

Bhaskar et al. (1992), CBS kullanımının, havza akımını modellemede gerekli olan hidrolojik parametreleri sağlayabileceğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, gerekli olan jeomorfolojik ve uzaysal veri tabanlarının akım modellemede CBS kullanımının faydalı ve dezavantajlı yanlarını ortaya koymuşlardır.

Shih (1990), yağış verilerinin su kaynakları ilişkili problemlerde önemli bir parametre olduğunu belirterek, uzaktan algılama teknikleri yardımıyla hızlı bir şekilde yağış miktar ve dağılımının belirlenebileceğini öne sürmüştür. GOES (Geostationary Operational Environmental Satellite) verileri ve Scofield-Oliver metodunun CBS’de birleştirilmesiyle Florida’ya ait yağış verileri incelenmiştir. CBS’deki hücre büyüklüğü 48 km² olarak seçilmiş, çalışmaya 26 yağış istasyonu dâhil edilmiştir. Sonuç olarak uydu verileri ile ölçüm sonuçları arasındaki ilişki (r^2) 0.81 olarak bulunmuştur.

Stuebe and Johnston (1990), yağıştan kaynaklanan yüzey akışı 6 havzada CBS yardımıyla ve CBS yardımı olmaksızın klasik yöntemle (SCS) metoduna göre hesaplanmışlardır. CBS, modelleme aşamalarının hepsinde (havza sınırlarının, yüzey akış yönü ve yolu, yükseklik, toprak özellikleri ve arazi örtüsü) kullanmışlardır. Havza sınırlarında %0,4-%37,6, yüzey akış tahmininde %0,9-%32,8 kadar farklılık saptamışlardır. İki yöntemin karşılaştırılmasında düz arazilerde CBS yardımını, klasik yöntem yerine kabul edilebilir bir alternatif olduğunu ortaya koymuşlardır.

Raji (2003), Nijerya’nın Kadawa bölgesinde sulama yapılan alanlar için arazi kullanımını belirlemişlerdir. Potansiyel arazi kullanım sınıfları ile çevresel özelliklerin arazi kullanımına etkileri karşılaştırmışlardır. Bu kapsamda, çalışma alanına ait 1/25.000 ölçekli toprak haritaları ile 1/50.000 ölçekli topoğrafik paftalar sayısallaştırılarak, arazi uygunluk değerlendirmesi için toprak derinliği, eğim, bünye ve drenaj özelliklerini belirlemişlerdir. Yapılan çalışmada, sulama yapılan ürünlerin alandaki lokasyonları GPS ile belirlenerek,

2003 yılına ait uydu görüntüleri üzerinde sınıflama yapılmıştır. Sulak tarım arazilerinin tüm alana oranı yüzde beş olarak tespit edilmiştir.

Addeo et al. (2001), İtalya'nın güneyinde yaptıkları çalışmada, toprak ve sulama suyu sınıflaması üzerine çalışmışlardır. Bunun için, toprak parametrelerinden fiziksel, kimyasal ve biyolojik kriterler belirlenmiştir. Topoğrafik unsurları saha çalışmaları ve mevcut verilerden derlemiştir. Elde edilen veriler, bilgisayar ortamında Arc View 3.1 vasıtasıyla aktarım yapılarak uygun sınıflamaya tabi tutulmuştur. Yaptıkları sınıflamada en önemli etken olarak drenaj özellikleri olarak belirlemiştir. CBS yardımı ile toprak ve drenaj durumu ile ilgili haritaların üretimini gerçekleştirmişlerdir.

Gorsevski ve ark. (2000), heyelan tehlikesini belirlemek amacı ile lojistik regresyon ve GIS kullanarak bir çalışma yapmışlardır. İncelenen sahada heyelan tehlike haritalarının üretimi için birçok parametreyi dikkate almışlardır. Sayısal yükseklik modeli, yükseklik, plan ve profil eğriliği, eğim, akış yolu uzunluğu gibi heyelana etki edebileceği düşünülen parametreleri çalışmada kullanmışlardır. İstatistiksel yöntemlerden biri olan mantıksal regresyon, en sıklıkla kullanılan çok değişkenli istatistik yöntemlerin başında gelmektedir (Süzen ve Doyuran 2004; Yeşilnacar ve Topal, 2005; Tunusluoglu vd., 2007; Akgün vd. 2008; Nefeslioğlu vd., 2008; Kıncal vd., 2009). Heyelan duyarlılık değerlendirmesinde yeni bir yaklaşım olarak kabul edilen bulanık mantık, yapay sinir ağları, karar ağacı gibi veri madenciliği yöntemleri de son yıllarda sıklıkla kullanılan yöntemler arasında yerini almaktadır (Ercanoğlu ve Gökçeoğlu 2002; Nefeslioğlu vd., 2010; Akgün ve Türk, 2010). Heyelan duyarlılık haritalarının oluşturulmasında birçok araştırmacı (Akgün, 2007; Yeon, et al., 2010) eğim faktörünü heyelanı hazırlayıcı faktörlerden biri kabul ederek önemli bir veri altlığı olarak heyelan duyarlılık analizlerinde kullanmışlardır. Farklı yapısal özelliklere sahip litolojik birimler, aktif jeomorfolojik süreçler (heyelan, toprak kayması vb.) için farklı duyarlıklara sahiptir. Litoloji türlerinin geçirgenliği, zemin yapısının zayıflamasına ve yüksek eğimli yamaçlarda toprak direncinin azalmasına neden olmaktadır. Yer yüzeyinin sahip olduğu litolojik formasyon özellikleri, heyelan olaylarının oluşumuna sebep olan en önemli etmenlerden biridir. Arazi örtüsü türünün kısa dönemli yağış koşullarında çok etkili olmayacağı söylenebilmekle beraber, özellikle uzun yağış alan dönemlerde önemli etkilere yol açabileceği ifade edilmektedir. Böylelikle önemli değişim süreçlerine sahip toprak hidrolojisini içinde barındıran arazi örtüsü katmanı heyelan duyarlılığının analizinde dikkate alınması gereken bir faktördür (Yalçın et al., 2011).

Ayalew ve Yamagishi (2005), Orta Japonya’da heyelan duyarlılık haritaları üretimi için, GIS tabanlı lojistik regresyon yöntemini kullanmışlardır. Bu kapsamda 87 heyelan alanı belirleyerek, bu alanlarda ki litoloji, yamaç eğimi, eğim, çizgisel yapılar, bakı, yükseklik ve yol ağı gibi parametreleri kullanmışlardır. Heyelanlı alanlara bağımlı değişken olarak (1), heyelanın meydana gelmediği alanlar için bağımlı değişken (0) atanarak değerlendirmeye alınmıştır. Lojistik regresyon yöntemi çalıştırılarak, regresyon katsayıları elde edilmiş ve yorumlamışlardır. Bu şekilde yol ağının heyelana etkisi üzerinde önemli bir rol oynadığı anlaşılmıştır. Yine yamaç eğimi ve bakının da heyelan duyarlılığında önemli etkenler olduğu ve ayrıca bu parametrelerin yükseklik parametresinden daha önemli bir rol oynadığı sonucu ortaya konulmuştur.

Zhu ve Huang (2006), bölgesel ölçekte heyelan duyarlılık haritalaması için GIS esaslı lojistik regresyon metodu isimli çalışmada çift lojistik regresyon analizi uygulaması yapılmıştır. İncelenen alana uygulanan lojistik regresyon sonucunda yükseklik, yollara nehirlerle ve yerleşim alanlarına yakınlık heyelanı tetikleyen ana faktörler olduğu tespit edilmiştir. İlk analizde %80 yakınlıkla duyarlılık haritası elde edilmiştir. Yol ve yerleşim alanları tüm inceleme alanında yüksek heyelan duyarlılıkta olan bölgelerdir.

Tezel (2015) tarafından çalışma kapsamında, Artvin barajının (Yusufeli-Artvin) su tutmasıyla topuk kısmı gölalanı içerisinde kalacak olan paleo-heyelan malzemenin stabilitesi araştırılmıştır. Çalışmada, derinlikleri 40-120 metre arasında değişen 22 adet sondaj kuyusu açılmış, 11 profilde çok elektrotlu elektrik özdirenç tomografi çalışmaları yapılmıştır. 4 kuyuda 126 adet presiyometre deneyi uygulanmış ve yeraltı suyu gözlemi için 2 adet gözlem kuyusu tesis edilmiştir. Çalışmada Janbu yöntemi uygulanarak suyun işletme seviyesinde ve deprem yatay yer ivmesinin 0,25g olması durumunda dairesel-düzlemsel kayma analizleri yapılmış, 0,5-1,5 güvenlik sayısına sahip olası kayma yüzeylerinin 840 metreden aşağı kotlarda olduğu anlaşılmıştır. Analizlerle kaymanın gerileyen şekilde devam edeceği tespit edilmiş, gerileyen kaymalar sonucunda olası heyelan sınırının 640 m kotuna ulaştığı görülmüştür. Tekrarlayan her kayma sonucunda gelişecek yeni kaymada, kayan malzemenin boyutları ve hacmi azalmıştır. Bu durum baraj inşası sonucunda rezervuar suyunun işletme kotuna ulaşması durumunda tüm heyelan malzemesinin etkileneceği bir yenilmenin olmayacağı, daha küçük boyutlarda ve gerileyen nitelikte tekrarlı kütle hareketi riskinin olduğu sonucunu ortaya koymuştur.

Gürsoy (2011) çalışmasında, Artvin’in Arhavi İlçesi ve çevresinin heyelan duyarlılık analizi gerçekleştirmiştir. Arhavi ve çevresinin 1/25 000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanarak,

yaşlıdan gence doğru Kızılkaya Formasyonu (Santoniyen-Kampaniyen), Çağlayan Formasyonu (Kampaniyen-Mestiştien) ve Alüvyon (Kuvaterner) şeklinde sıralanan Litostratigrafi birimleri tanımlanmıştır. İklimsel koşulların ön plana çıktığı çalışma alanındaki kayaçlarda yüzeysel ayrışma büyük öneme sahiptir. Bölgede gerçekleşen aşırı ve şiddetli yağışların tetikleme ile özellikle yüksek derecede ve tamamen ayrılmış kayaçlarda çok sayıda heyelan meydana gelmiştir. Bu heyelanlara ait envanter haritası arazi çalışmaları neticesinde hazırlanmıştır. Çalışmada, heyelan duyarlılık haritaları üretilmiştir. Üretilen duyarlılık haritalarında, çok az duyarlı, duyarlı, yüksek duyarlı ve çok yüksek duyarlı olmak üzere farklı duyarlılık alanları ayırtlanmıştır.

Barut (2010)'un yaptığı çalışmada, suyun toprak erozyonu üzerindeki etkilerini araştırmışlar ve arazide bu etki ile toprak dokusunda nasıl bir değişimin meydana geldiği üzerine çalışma yapmışlardır. Yaptıkları çalışma erozyon ile mücadelede önemli bir yer teşkil etmektedir. Erozyonu önlemek için, toprağın dokusunda meydana gelen değişimlerin gözlenmesi ve değerlendirilmesi erozyon çeşidi açısından önemlidir. Toprak dokusunda meydana gelen bir değişiklik durumunda, erozyon önlemlerinin de buna bağlı olarak farklılık gösterebileceği anlaşılmıştır. Dolayısıyla erozyona karşı alınacak tedbirler belirlenirken, toprağın nitelikleri, erozyon eğilimleri açısından önemli olduğu anlaşılmaktadır. Çalışma amacına uygun olarak, kumtaşı ve marn ana kayalarından örnekleme yaparak, erozyona uğrayan ve erozyona uğramayan parseller üzerinde çalışmışlardır. Seçilen parseller üzerinden toprak numuneleri alınmış, çizgi ve oyuntu erozyon kesit alanları ölçmüşlerdir. Araştırmada kumtaşı ana kayasından türeyen topraklar ile marn ana kayasından türeyen toprakların su erozyonuna karşı gösterdikleri davranışların birbirinden farklı olduğu sonucuna varmışlardır. Dolayısıyla, erozyon önleme ve kontrol çalışmaları projelerinde, kumtaşı ve marn ana kayasından türeyen topraklar için alınacak önlemlerinde değişiklik göstereceği ortaya konmuştur.

Özdemir vd. (2011) Çokal Barajı (Çanakkale) çökme modeli ve taşkın risk analizi çalışmasında, Çokal Barajı'nın sahanın tektonik özellikleri de göz önünde tutularak, olası çökmesinin tek boyutlu (1D) hidrolik modellemesi yapılmış ve buna bağlı taşkın risk analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, topoğrafik eş yükselti eğrilerinden, uydu görüntülerinden, hidrolik toprak verilerinden, 30 yıllık yağış ve akım verileri kullanılarak ve bu veriler CBS, Hec-GeoRAS ve HECRAS modellemeleri ile analiz edilmiştir.

Özşahin (2014), CBS vasıtasıyla, Hatay İlinde heyelan duyarlılık çalışması yapmışlardır. Bu kapsamda, Mora ve Vahrson (1994) tarafından tasarlanan heyelan duyarlılık modelini kullanmışlardır. Kullandıkları bu modelde, uygulama aşamasında heyelana etkisi olabilecek tetikleyici parametreleri belirledikten sonra formüle edilmiştir. Analiz sonucunda heyelana etkili olan temel etmenler belirlenmiştir. Bu etmenler; eğim, litoloji, stratigrafi ve toprağın nemlilik indeksi olarak bulunmuştur. Analiz sonucunda heyelana neden olan temel etmenlerin yanı sıra, tetikleyici faktörler de belirlenmiştir. Bunlar, en yüksek aylık ortalama yağış ile sismik tehlike olarak belirlenmiştir.



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. İnceleme Alanının Genel Jeolojisi

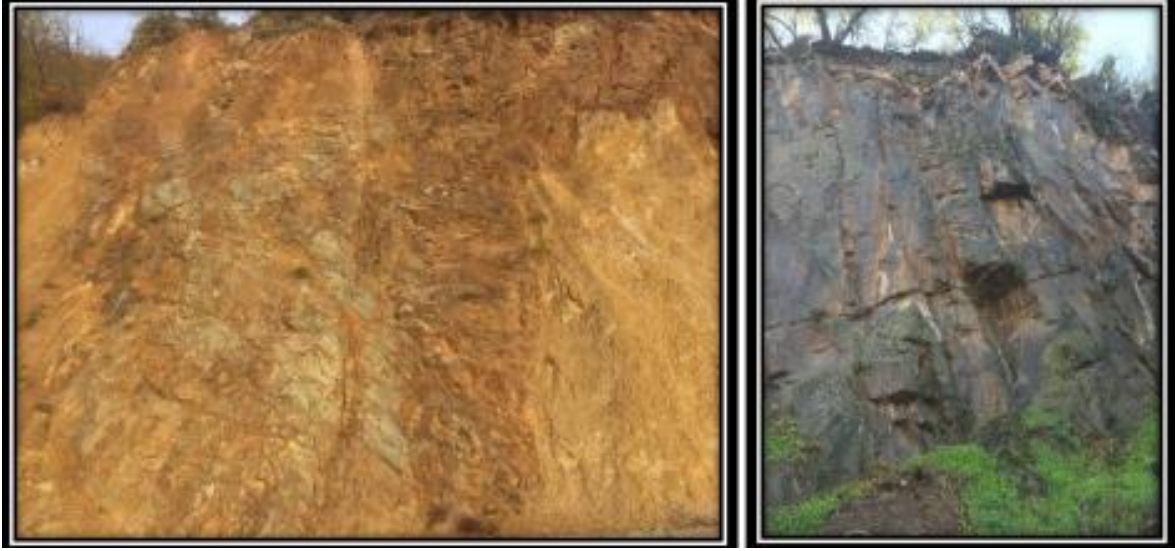
Çalışma alanında farklı altı litolojik birim yüzlek vermektedir. Söz konusu litolojik birimler ile ilgili bilgiler, İller Bankası Anonim Şirketi Mekânsal Planlama Daire Başkanlığı tarafından hazırlanan, Artvin Merkez Belediyesi'nin İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporunda ki bilgilerden (İLBANK,2015) ve MTA'nın bölgede yapmış olduğu çalışmalardan faydalanılarak elde edilmiştir.

Söz konusu bu birimler yaşlıdan gence doğru olmak üzere aşağıda sunulmuştur. İnceleme alanına ait litoloji haritası, Şekil 4'de sunulmaktadır.

2.1.1. Çağlayan Formasyonu (Kça)

Gülibrahimoğlu (1986) tarafından andezit lav ve piroklastları (B2) olarak tanımlanan bu birime ait kayaçlar, Güven (1990) tarafından Maçka kuzeyindeki Çağlayan köyü çevresinde en iyi şekilde izlendiğinden "Çağlayan formasyonu" olarak adlandırılmıştır. İzlenen bazik volkano-tortul seri bu çalışmada da Çağlayan formasyonu adı altında incelenmiştir. Çağlayan formasyonu'na ait kayaçlar genelde yeşilimsi-gri, siyahımsı-gri ve koyu yeşil renkli olup andezit-bazalt lav ve bunların piroklastlarından oluşmaktadır. Lav ve piroklastik kayaçlarda kumtaşı-marn kireçtaşı ara seviyeleri bulunmaktadır. Lavlar genelde boşluklu yapıdadır ve yer yer yastık lav özelliği belirgindir. Tüf ve breşler ise iyi tabakalanmalıdır. Çağlayan formasyonu, Kızılkaya formasyonu üzerine uyumlu olarak gelir, Bakırköy formasyonu tarafından uyumlu olarak üzerlenir. Birimin görünür kalınlığı 1000 m civarındadır. Çağlayan formasyonu'nun yaşı, içerisinde yer alan sedimanter seviyelerde tespit edilen Globotruncana Arca (Gushman), Globotruncana Lapparenti- Tricarinata (Quereau), Globotruncana Sp. Bulloides Vogler, Globotruncana coronata Bolli, Globigerine Sp ve Gümbelina Sp. fosil türlerine göre Kampaniyen- Maastrichtiyen olarak saptanmıştır (Güven, 1990). Çağlayan formasyonunu oluşturan volkanik birimlerde yaygın kloritleşme, killeşme, yer yer silisleşme, piritleşme ve epidotlaşma gözlenir.

Trabzon il merkezine bağlı ağlayan beldesi civarında tipik yüzeylemeleri izlenen Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşı bazik volkano tortul karakterli bir istif ilk olarak (Güven, 1993) tarafından ağlayan formasyonu olarak isimlendirilmiştir. Formasyon genellikle gri yeşil renkli andezitik bazalt, bazalt lav ve piroklastları ile birlikte aratabakalı olarak bulunan kırmızı bordo renkli çamurtaşı, gri renkli marn ve kumtaşlarından oluşur. Formasyon içindeki tabakalarda güney dokanaktaki bindirmenin etkisiyle gelişmiş, dalgalı kıvrım yapıları görülür. Bazaltlarda yastık lav yapıları gelişmiştir. ağlayan formasyonu riyodasit dastik lav ve piroklastlarından oluşan Kızılkaya formasyonu üzerinde uyumlu olarak bulunmaktadır.



Şekil 4. ağlayan formasyonuna ait bazaltlardan görünüm

2.1.2. Kızılkaya Formasyonu (Kk)

Kızılkaya birimi çalışma alanında kapsamlı bir dağılım göstermektedir. Dasitler inceleme alanında ana kayayı temsil etmektedir. Kızılkaya birimi, asidik özellikteki riyodasit ve piroklastiklerden meydana gelmektedir. Birim gri beyaz, açık yeşil renklidir. Birimde yoğun bir ayrışma vardır. Birimin en alt katmanlarında çatlaklı ve kırıklı yapılar gözlemlenmektedir. Çatlak açıklıkları 3mm ile 2cm aralığında değişim göstermektedir (İLBANK, 2015).

Giresun Espiye ilçesinin güneyinde yer alan Kızılkaya yöresinde tipik olarak yüzeylenen riyodasit dastik lav ve piroklastları ilk olarak (Güven,1993) tarafından

Kızılkaya formasyonu olarak tanımlanmıştır. Aşağı Madenler' in doğusunda yer alan formasyon K-G doğrultusuna yakın bir doğrultu boyunca yüzeylenir. Formasyon gri-beyaz renkli riyodasitik-dasitik karakterli lav ve piroklastlardan oluşur. Hidrotermal gelişmeler sonucu sülfürlü mineralizasyon oluşumları ve buna bağlı olarak da yan kayaçlarda yer yer hidrotermal ayrışmalar (silisleşme, serizitleşme, killeşme) görülür. Kızılkaya formasyonu bazik-volcano tortul karakterli Çatak formasyonunun üzerinde uyumlu olup, yine bazik volkano-tortul karakterli Çağlayan formasyonu ile de uyumlu olarak üstlenir. Formasyon kalınlığı yaklaşık 400 m. kadardır.



Şekil 5. Kızılkaya formasyonuna ait görünüşler

2.1.3. Madenler Formasyonu (Jm)

Birim, Artvin Merkezinin jeolojisini büyük ölçüde temsil etmektedir. Formasyon renk olarak bakıldığında, kırmızı ve mor renkli konglomeradan oluşmaktadır. İlâveten bazaltik birimlerden de meydana gelmektedir. Birim masif bir görünüme sahip olup koyu renklerde

gözlenmektedir. Birimin üst seviyelerinde altere olmuş kesimler var olup, kalınlıkları 3 ile 14 metre kalınlığında değişim göstermektedir. Birimin altere olmuş kısımları bloklu kumlu çakıl ihtiva etmektedir (İLBANK, 2015).

2.1.4. Hamurkesen Formasyonu (Jh)

Formasyonun adlandırılması ilk olarak Bayburt Demirözen çevresinde gözlenen Liyas yaşlı Volkano tortul karakterli birim için Açar (1977) tarafından kullanılmıştır. Hamurkesen formasyonu, Yusufeli ilçesinin KD 'sundaki Narlık beldesi civarında, Yusufeli-Aşpişen köyü civarında ve Kılıçkaya beldesi güney yörelerinde, Kaçkar dağları, Altıparmak dağları, Marsis tepe ve Güngörmez dağları yörelerinde yaygın olarak izlenir.

Formasyon, bazalt andezit lav ve piroklastların kumtaşı, çamurtaşı, silttaşı, radyolarit ve şeyl aratabakalarıyla birlikte ardalanmasından oluşur. Birim volkano-tortul yapısında, esmer bir renk sergilemektedir. Hamurkesen formasyonu kuzey zon alt ünitesinde tortul içerikleri itibariyle güney zona oranla daha derin denizel bir ortamı yansıtır. Doğu Pontid kuzey zon ünitesi içerisinde yer alan bindirmeler kuzey-güney alt ünitelerini ayıran büyük bindirme hattı üzerinde birbirleriyle kesişen mekik şekilli bir bindirmeler zinciri oluşturur.

Birimi, genel olarak bakıldığında bazalt, andezit gibi kayalar ile dasit ve piroklastikler oluşturmaktadır. İlaveten kumtaşı marn, ammonitiko-rosso fasiyesinde çökelmiş kırmızı renkli kireçtaşı ve volkano tortul istiflerden oluşmaktadır. Birim zayıf bir dayanım göstermekte olup, ayrılmış kesimler ihtiva etmektedir. Ayrılmış kesimler parçalı ve çokça kırıklı niteliktedir (İLBANK, 2015).



Şekil 6. Hamurkesen formasyonunun yarmalardaki görünümü

2.1.5. Artvin Granitoyidi (Pza)

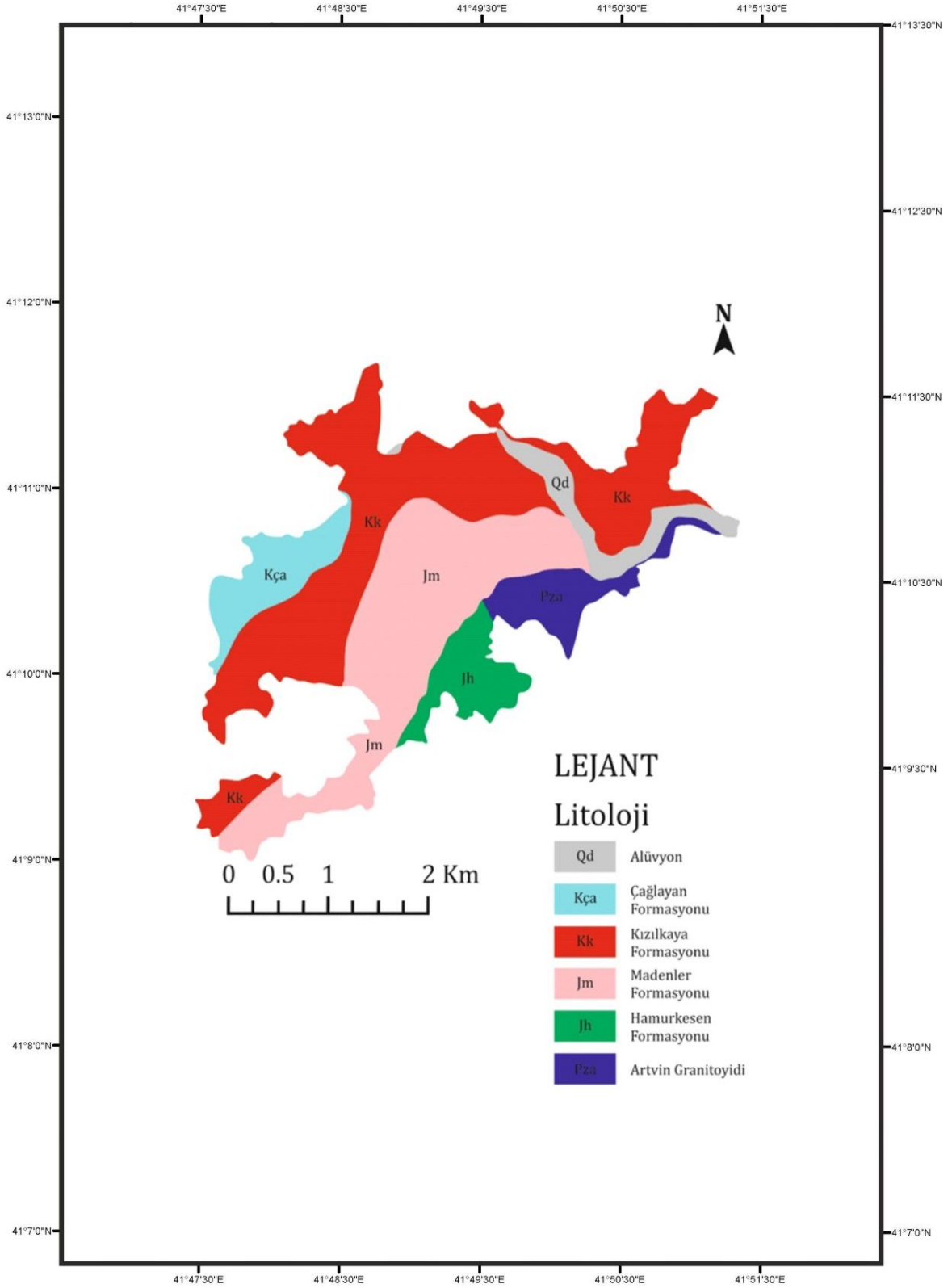
Birim, granitoyid'den oluşmaktadır. Paleozoyik yaşlı olup genel olarak gri renklidir. Çalışma alanında yüzeylenen birim üst kesimlerinde 1 ile 4 metre kalınlığında ayrıışmış zonlar içermektedir. Birim yer yer andezit-bazalt- diyabaz daykları tarafından kesilmektedir. Birimde kırıklı ve çok çatlaklı yapılar bulunmaktadır. Gözlemlenen kırık ve çatlaklıkların açıklıkları 1 ile 5 mm arasında değişkenlik göstermektedir (İL BANK, 2015).



Şekil 7. Artvin Granitoyidlerin yarmalardaki görünümü

2.1.6. Alüvyon (Qal)

İnceleme alanında Çoruh nehrinin çevresindeki düz alanlarda gözlemlenmektedir. Temel jeolojik birimlerin üst seviyelerinde gözlemlenmektedir. Birim temel olarak adlandırılan kayalardan türeyen kum çakıl ve az ölçekte ince taneli zeminlerin çökmesi ile meydana gelmektedir. Birim iri boyutta bloklı siltli ve kumlu çakıllardan oluşmaktadır (İL BANK, 2015).



Şekil 8. İnceleme alanı litoloji haritası (İlbank, 2015'den düzenlenmiştir)

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	KAT	FORMASYON	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
SENOZOYİK	TERSİYER	EÖSEN ORTA	ÜST	Hornblent Andazit	Tekça	Hornblend Andezit
				PALÖSEN	DANIYEN	Cankurtaran Formasyonu
MESOZOYİK	KRATESE	ÜST	MALSTRÖMİYEN	Çağlayan Formasyonu	Kça	Çalayan Formasyonu Bazaltik, andezitik lav ve proklastikler, çamurtaşı, kumtaşı tuf
			KAMPAZYEN	Kızılkaya Formasyonu	Kk	Kızılkaya Formasyonu Riyodasitik, dasitik ve piroklastikler
			SANTONİYEN	Çatak Formasyonu	Kç	Çatak Formasyonu Bazaltik, andezitik ve piroklastikler, killi kireçtaşı, marn, silttaşı, kiltası
			KONIASİYEN	Madenler Formasyonu	Jm	Madenler Formasyonu Kırmızı renkli Konglomera, kumtaşı, bazaltik lav
			TURONİYEN	Hamurkesen Formasyonu	Jh	Hamurkesen Formasyonu Bazaltik, andezitik, dasitik ve piroklastikler, kumtaşı, marn, kırmızı kireçtaşı, şeyl
JURA	DOĞGER					
	LİYAS					
PALEOZOYİK				Artvin Gronitoyidi	Pza	Artvin Gronitoyidi granit, granodiyorit, tonalit, lökogradit, plajiyogradit, metagranit, granit-gnays

Şekil 9. Çalışma alanı ve çevresinin stratigrafik kesiti (MTA, 2013'den düzenlenmiştir).

2.2. Yapısal Jeoloji

Doğu Karadeniz, mağmatik ark özelliğinde olup, adayı volkanizmasının etkili olduğu bir bölgedir. Alçak alanlarda ve platolarda flüviyal süreçler, okyanusal iklim şartlarını yansıtan bir yağış etkinliği ile sahayı hızla aşındırırken, yüksek kesimlerde de son buzul çağının morfolojik izleri hala görülebilmektedir. İnceleme alanı Doğu Pontid tektonik birliği içinde yer alır. Artvin ili ve civarındaki kayaç birimleri Alp Orojenezinin etkisi altında kalmıştır. Bu orojenik hareketlere bağlı olarak Üst Kimmernik, Anadolu, Pirenik ve Atik fazları etkili olmuştur. Adı geöen dağ oluşum hareketleri sonucunda yörede; uyumsuzluklar, kıvrımlı ve kırıklı yapılar; blok faylanmalar ve bindirmeler gelişmiştir. Paleozoyik ile Jura, Jura ile Üst Kretase, Paleosen ile Eosen, Eosen ile Miyosen, Miyosen ile Pliyosen arasında uyumsuzluk vardır. İnceleme sahasında etkili olan Alp Orojenezi nedeniyle, kıvrım ve kırık tektoniği iyi gelişmiştir. Sahada kıvrımlı yapılar Paleosen yaşı flislerde ve Eosen yaşı volkanotortul kayaçlarda belirgin olarak izlenmektedir. Yine aynı kuvvetlerin etkisiyle formasyonlar kırılmış ve faylanmışlardır. Kırılmaların daha çok yaygın olduğu hemen her tür kayaçta kırık ve çatlakların gelişmesi ile belirgindir. Bu kırık ve çatlakların genel doğrultusu KB-GD ve D-B'dır. İnceleme alanında bazı yörelerde izlenen bindirmeler (düşük eğimli ters faylar) bölgenin bir sıkışma etkisi altında olduğunu göstermektedir (MTA, 2013).

2.3. Veri Üretimi

Çalışma alanı için bütünleşik Doğal Kaynaklı Afet duyarlılık haritalarının üretilmesi amacı ile heyelan duyarlılık değerlendirmesi, deprem etkilerine duyarlılık değerlendirmesi ve taşkın tehlike değerlendirmesi olmak üzere üç başlık altında irdelenmiştir. Her bir konunun değerlendirilmesinde kendi içerisinde farklı veri grupları ve yöntemsel yaklaşımlara ihtiyaç duyulduğu için bu verilerin elde edilme ve yöntemsel yaklaşımların kavramsal özellikleri ile ilgili bilgiler aşağıda verilen bölümlerde sunulmuştur.

2.3.1. Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesi İçin Veri Üretimi

Bu tez çalışması kapsamında yapılan heyelan duyarlılık değerlendirme için veri olarak, litoloji, yükseklik, yamaç eğimi, yamaç yönelimi, akarsuya yakınlık ve yamaç eğriselliği olmak üzere toplamda altı parametre kullanılmıştır.

Litoloji haritası, çalışma alanında yapılan revize imar planında ki sayısal haritalardan yararlanılarak üretilmiştir. NetCAD CBS yazılımı kullanılarak düzenlenen harita ArcGIS CBS yazılımında istenilen formata dönüştürülerek analizde kullanılır hale getirilmiştir.

Çalışma alanına ait sayısal yükseklik modeli (SYM) ise, çalışma alanına ait 1:1000 ölçekli sayısal topoğrafik haritalardan yararlanılarak üretilmiştir. Çalışma alanına ait SYM verisi elde edildikten sonra, ArcGIS ortamında ikincil topoğrafik veriler olan yamaç eğimi, yamaç yönelimi, haritaları elde edilmiştir. Yine SYM verisi üzerinden akarsu ağları verisi elde edilmiş, buradan itibaren de akarsulara yakınlık haritası üretilmiştir. Çalışma alanına ait yamaç eğriselliği haritası SYM verisi üzerinden elde edilmiştir.

2.3.2. Deprem Etkilerine Duyarlılık Değerlendirmesi İçin Veri Üretimi

Bu tez çalışması kapsamında yapılan Deprem Etkilerine Duyarlılık değerlendirme, gerek uluslararası gerekse ulusal kaynaklardan elde edilen veriler dikkate alınarak yapılmıştır. Bu veriler; litoloji, fay hatlarına uzaklık, en büyük yer ivmesi katsayısı(a_{max}), yer şekilleri, yamaç eğimi, dinamik elastik jeofizik mühendisliği parametreler (boyuna- V_p ve enine dalga- V_s hızları, V_p/V_s hız oranları, 30 m derinlik için ortalama kayma dalgası hızı- V_{s30}). Bu faktörlere ait haritaların oluşturulmasında farklı kaynaklardan yararlanılmıştır. Tablo 2’de veri türü, veri kaynağı ve üretilen veriler gösterilmektedir. Çalışmada faktör haritalarının üretilmesinde ve görüntü analizlerinde CBS yazılımlarından ArcGIS 10 yazılımı kullanılmıştır.

Tablo 2. Deprem etkilerine duyarlılık haritası için elde edilen veriler ve kullanılan parametreler

Veri Türü	Veri Kaynağı	Elde Edilen/Üretilen Veri
Litoloji Haritası	İller Bankası Anonim Şirketi Mekânsal Planlama Daire Başkanlığınca yapılan revize imar planı (İLBANK,2015)	ArcGIS ortamında raster veri formatında litoloji haritası
Eğim Haritası	SYM (sayısal yükseklik modeli)	ArcGIS ortamında raster veri formatında yamaç eğim haritası
Maksimum Yer İvme Haritası	İller Bankası Anonim Şirketi Mekânsal Planlama Daire Başkanlığınca yapılan Jeofizik ölçümler (İLBANK,2015)	ArcGIS ortamında Kriging metodu ile elde edilen raster veri formatında maksimum yer ivmesi, (a_{max}) haritası
Fay Hatlarına Uzaklık Haritası	M.T. A. tarafından hazırlanan Fay haritası	Sayısal raster veri formatında fay hatlarına uzaklık haritası
V _{s30} Haritası	İller Bankası Anonim Şirketi Mekânsal Planlama Daire Başkanlığınca yapılan Jeofizik ölçümler (İLBANK,2015)	Çalışma alanını kapsayan raster veri formatında V _{s30} haritası
Yer şekilleri	Eşyüksekti eğrilerinden yararlanılarak elde edilmiştir.	ArcGIS ortamında raster veri formatında SYM Haritası
V _p /V _s Haritası	İller Bankası Anonim Şirketi Mekânsal Planlama Daire Başkanlığınca yapılan Jeofizik ölçümler (İLBANK,2015)	ArcGIS ortamında elde edilen raster veri formatında V _p /V _s haritası

2.3.3. Taşkın Tehlike Değerlendirmesi İçin Veri Üretimi

Çalışma alanı için planlanan taşkın tehlike değerlendirme çalışmasında, D.S.İ 26. Bölge Müdürlüğünün, Artvin Merkez ve İlçeleri için yapılan taşkın tehlike değerlendirme çalışmasından ve verilerinden faydalanılmıştır. Veriler kullanılarak, ArcGIS ortamında taşkın olması durumunda etkilenecek bina ve yapılar değerlendirilerek haritalanmıştır.

Ayrıca, D.S.İ'nin çalışma alanı için uygulamış olduğu taşkın senaryoları da tez çalışmasında kaynak gösterilerek kullanılmıştır.

Tablo 3. Taşkın tehlike haritası için veri türü, veri kaynağı ve üretilen veri tablosu

Veri Türü	Veri Kaynağı	Elde Edilen/Üretilen Veri
Taşkın Tekerrür Debileri	DSİ 26. Bölge Müdürlüğü Taşkın Haritaları hazırlama işi (Taşkın Risk Raporu,2018)	FLO-2D Taşkın Tehlike Haritası
Artvin İli Taşkın Hidrografi	DSİ 26. Bölge Müdürlüğü Taşkın Haritaları hazırlama işi (Taşkın Risk Raporu,2018)	FLO-2D Taşkın Tehlike Haritası
Bina Verileri	Artvin Hâlihazır harita	ArcGIS sayısal vektör verisi
Akarsu ağı	Artvin Merkez Deriner Barajı Taşkın Risk Analizi	ArcGIS sayısal vektör akarsu ağları

İnceleme alanı Taşkın tehlike değerlendirmesinde, CBS ArcGIS yazılımının yanı sıra, FLO-2D, Hec-RAS, Civil 3D yazılımları kullanılmıştır. Sayısal yükseklik arazi modeli Civil 3D yazılımı yardımı ile oluşturulmuş olup şev altı ve şev üstleri tanıtılmıştır.

2.4. Kullanılan Yöntemler

2.4.1. Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesinde Kullanılan Yöntemler

Heyelan duyarlılık haritalarının elde edilmesinde yukarıda sözü edilen parametreler dikkate alınarak Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), Lojistik Regresyon (LR) ve Frekans Oranı (FO)yöntemleri kullanılmıştır. Kullanılan bu yöntemlerin kavramsal içeriklerine ilişkin bilgiler aşağıdaki bölümlerde sunulmuştur.

2.4.1.1. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemi, Thomas L. Saaty tarafından 1977 yılında çok ölçütlü karar verme problemlerinin çözümünde kullanılmak amacıyla geliştirilmiştir (Kavas 2009). AHS yöntemi karar verme aşamasında, çok ölçütlü analiz çalışmalarında yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir. Bir problemin çözümünde, birden fazla parametre söz konusu olduğunda AHS yöntemi kullanılmaktadır. Problemin çözümünde

dikkate alınan parametreler belirlendikten sonra bu parametrelerin ağırlık değerleri de AHS yöntemi ile belirlenebilmektedir. AHS yönteminde problemin çözümü için dikkate alınan parametreler ve alt kriterler ve seçeneklerden oluşan bir hiyerarşik bir modelden faydalanılır. (Özcan vd. 2009).

Hiyerarşik bir yapı meydana getirildikten sonra, hiyerarşiyi oluşturan kriterlerin ağırlıkları hesaplanabilmektedir. Problemin çözümü için dikkate alınan parametrelerin kendi aralarında ki üstünlükleri puan değerleri atanmak suretiyle verilerek değerlendirilir. Saaty (1980) tarafından önerilen tercih ölçeğinden (Tablo 3) faydalanılarak kriterlere puan değerleri verilerek ikili bir karşılaştırma matrisi oluşturulur.

Tablo 4. AHS yönteminde kullanılan ikili karşılaştırma tercih ölçeği (Saaty, 1980).

Önem Derecesi	Açıklama
1	Ölçütler eşit öneme sahip
3	1.ölçüt 2.ölçüte göre biraz daha önemli
5	1.ölçüt 2.ölçüte göre fazla önemli
7	1.ölçüt 2.ölçüte göre çok fazla önemli
9	1.ölçüt 2.ölçüte göre en kuvvetli (aşırı derecede fazla) öneme sahip
2,4,6,8	Ara değerler

AHS yöntemi ile bir problemin çözümü için, belirlenen parametrelerin ikili karşılaştırmaları ve kendi aralarındaki ağırlık değerleri ile hesaplanabilirken, alt kriterlerin kendi içindeki ağırlıkları yine puan değerleri ile matris oluşturularak hesaplanabilmektedir. İkili karşılaştırma matrisleri normalize edilerek “normalleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisi” elde edilir. Bunun için, matrisin sütün elemanları her bir sütün toplamına bölünmek suretiyle elde edilmektedir. Elde edilen matrisin satır elemanları toplandıktan sonra toplam değer satırdaki eleman sayısına bölünür. Bu şekilde ağırlık vektörü elde edilmiş olur. Ağırlıklar 0 ile 1 aralığında olup toplamları 1’dir. AHS yöntemi ile problem çözümü yapılırken, parametrelerin ikili karşılaştırmalarından kaynaklı hatalar ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle ikili karşılaştırmaların doğruluğunun test edilmesi için mantıksal tutarlılığının kontrol edilmesi gerekir. İkili karşılaştırma yargılarının tutarlılığını ölçmek için Saaty (1980) tarafından önerilen tutarlılık oranı (Consistency Ratio - CR) kullanılmaktadır. İkili karşılaştırma matrisi için tutarlılık oranı hesaplanır. Saaty tarafından önerilen tutarlılık oranı maksimum 0.10’dur. Tutarlılık oranı 0.1’in altında çıkması durumunda, yargıların yeterli bir tutarlılık gösterdiği ve değerlendirmeye devam

edilebileceği kabul edilir. Tutarlılık oranının 0.1'in üzerinde olması durumunda, yargıların tutarsız olduğu kabul edilmektedir. Böyle bir durumda yargıların tutarlı hale getirilmesi için iyileştirme yapılması gerekir. Tutarlılık oranı, yargıların tekrar değerlendirilmesi ile düşürülerek istenilen seviyeye getirilebilir.

Çalışma bünyesinde ikili karşılaştırma matrislerinin belirlenmesinde ve dikkate alınan parametrelerin ağırlıklarının belirlenmesinde literatürden faydalanılmıştır. Elde edilen ikili karşılaştırma matrisleri kullanılarak her bir kriterin ve alt kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlılık oranları 0.10'un altında bir değer bulunmuştur. Elde edilen ağırlıklar ArcGIS 10.3 yazılımı vasıtası, uygun karşılaştırma yöntemleri kullanılarak inceleme alanının AHS yöntemi ile heyelan duyarlılık haritası elde edilmiştir.

Oluşturulan ikili karşılaştırma matrisleri kullanılarak her bir parametrenin birbirleri ile olan ilişkileri ve kendi katman ilişkileri arasında değerlendirme yapılmıştır. Elde edilen ağırlık değerleri, ArcGIS 10.3 CBS yazılımında üretilen parametrelerin raster veri formatındaki haritalarına atanmış, böylelikle ağırlıklandırılmış parametre haritaları üretilmiştir.

2.4.1.2. Lojistik Regresyon (LR)

Lojistik regresyon, bir problemin çözümüne ilişkin olarak, bağımlı bir değişken ile incelenen olayın meydana gelme olasılığını etkileyen birden çok bağımsız değişkenin birbiri arasında bir regresyon ilişkisi kurulmasına dayanan bir yöntemdir.

Lee ve. Min, (2001), Atkinson ve Masari, (1998), ve Dai vd. (2001)'e göre, incelenen değişken 0 ve 1 gibi bir yapıya sahip olduğunda, lojistik regresyon en iyi yöntem olarak kabul edilmektedir. Heyelana duyarlı sahaların tespiti çalışmalarında bağımlı değişkenin girdi verisi 0 veya 1 olmalıdır. Bu yöntem ile yapılan çalışmalarda öncelikli olarak bağımlı değişken ve bağımsız değişkenlerin, problemin çözümüne yönelik doğru bir şekilde tayin edilmesi gerekmektedir.

LR yöntemi aşağıdaki formüle dayanarak uygulanmaktadır.

$$Y=b_0+b_1x_1+b_2x_2+\dots+b_nx_n \quad (1)$$

Bu eşitlikteki Y ; 0 ve 1 aralığındaki bağımlı değişkeni, b_0 bağımsız değişkenlerin sıfır değerini aldıklarındaki bağımlı değişken değeri ya da sabiti, b_1, \dots, b_n bağımsız değişkenlerin regresyon katsayılarını ve x_1, \dots, x_n ise bağımsız değişkenleri göstermektedir. Heyelan envanter haritasındaki heyelan alanları bağımlı değişkenleri, heyelan olayına neden olan parametreler ise bağımsız değişkenleri göstermektedir.

LR yönteminin avantajı, değişkenlerin sürekli, kesikli veya her ikisinin birleşimi şeklinde olabilmesi, bu değişkenlerin normal dağılıma sahip olmama zorunluğunun olması ve uygun bir bağlayıcı fonksiyonun olağan bir doğrusal regresyon modeline bağlanması yoluyla gerçekleştirilmesi olarak ifade edilmektedir (Lee, 2005; Ayalew ve Yamagishi, 2005).

Lojistik regresyonun başarılı sonuç vermesi konusunda farklı görüşler bulunmaktadır. (Afifi ve Clark, 1998)'e göre; ikili sıralı veya çok sayıda kategorize edilen veri içeren bağımsız değişkenin doğru veya yanlış sınıflandırılıp sınıflandırılmadığını açıklayan sınıflandırma tablosunun kullanılmasıdır. Menard (1995) lojistik regresyon yönteminin veri setine uygunluğunun belirlenmesinde $1 - (\ln L / \ln L_0)$ değerinden hesaplanan pseudo R^2 değerini kullanmayı önermiştir. Bu denklemdaki \ln logaritmik bir fonksiyonu, L değeri tüm modele ait benzerlik oranını açıklamaktadır. L_0 ile gösterilen değer ise, sadece sabit parametreye ait benzerlik oranını göstermektedir. Pseudo R^2 değerinin 1'e eşit olma durumunda mükemmel bir uyumun olduğu, 0'a eşit olması durumunda ise hiçbir ilişkinin olmadığı göstermektedir.

(Clark ve Hoskin, 1986)'a göre; Pseudo R^2 'değerinin 0,2'den büyük olma durumu genel olarak iyi bir uyumu ifade etmektedir. Bu yöntemlere farklı bir yaklaşım ise, bağımlı değişkenin gerçek manada model tarafından nasıl tahmin edildiğidir. Bu durum, bu çalışmada lojistik regresyon yönteminin gerçekleştirildiği IDRISI CBS ve Uzaktan Algılama yazılımının da kullandığı "Göreceli Çalıştırma Özellikleri (Relative Operating Characteristic (ROC))" yöntemi ile de değerlendirilebilmektedir. Bu yöntem, heyelan var veya heyelan yok haritası ile olasılık haritasının karşılaştırma ilkesine dayanmaktadır. ROC değeri 0,5 ile 1 arasında değişmektedir. ROC değerinin 1'e eşit olması durumu mükemmel bir uyumu göstermektedir. ROC değerinin 0,5 olması durumu ise rastgele bir uyumu göstermektedir. Bu çalışmada lojistik regresyon metoduyla elde edilen heyelan duyarlılık tahmin haritasının değerlendirilmesinde de pseudo R^2 ve ROC değerleri kullanılmıştır.

2.4.1.3. Frekans Oranı Yöntemi

(Chung ve Fabbri, 1999)'a göre; geçmişte heyelana neden olduğu tahmin edilen faktörlerden dolayı meydana gelmiş olan bir heyelan, gelecekte meydana gelmesi muhtemel bir heyelan olması durumunda, geçmişte heyelana neden olduğu düşünülen faktörlerin, gelecekte meydana gelebilecek olan heyelana ışık tutacağını belirtmişlerdir. Bu yaklaşımdan yola çıkarak, (Lee, Choi ve Min, 2004)' a göre; heyelanın olduğu alanlar ile heyelan oluşan alanlarda ki heyelana neden olan faktörler arasında ki ilişki, geçmişte heyelan olmamış alanlar ile heyelan neden olan faktörler arasındaki ilişkilerden ayırt edilebileceğini açıklamışlardır. Sayısal olarak bu ayrımı göstermek için, bu tez kapsamında frekans oranı yöntemi de kullanılmıştır. (Bonham-Carter, 1994)'a göre bu oran, bir doğal olayın meydana gelmesinin, aynı olayın meydana gelmeme durumuna oranının olasılığını açıklamaktadır. Söz konusu doğal olay heyelan olduğunda, heyelan olma olayını B ve heyelan neden olduğu düşünülen parametreleri de D olarak kategorize edilirse, D'deki frekans oranı, şartlı olasılık olacaktır. Eğer bu oran 1'den büyük olursa, heyelan ve heyelana neden olan parametre arasındaki ilişki o kadar yüksek, tersine, 1'den ne kadar küçük olursa bu ilişki o kadar düşük olacaktır (Akgün, 2007).

Her bir parametreye ait alt parametre sınıfındaki piksel sayıları ve bunların yüzde değerleri (a) ile bu alt parametrelerin alt sınıflarında meydana gelen heyelanlı alanlara ait piksel sayıları ve bunların yüzde değerleri (b) hesaplanarak elde edilen a ve b değerlerinden frekans oranı $[(b/a)]$ değerleri hesaplanmıştır. Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesi için belirlenen parametreler ve bu parametrelerin alt kriterleri dikkate alınmıştır. MTA'dan elde edilen sayısal heyelan envanter haritası ile her bir parametreye ait alt kriterler karşılaştırılmıştır. Herbir duyarlılık sınıfında yer alan heyelanlı piksel sayıları, heyelansız piksel sayıları ile heyelanlı ve heyelansız yüzde piksel değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen değerler Excel ortamında tablo halinde verilmiştir. Heyelanlı yüzde piksel değerinin heyelansız yüzde piksel değerine bölünmesi $[(b/a)]$ ile frekans oranı elde edilmiştir. Elde edilen bu olasılık-benzerlik değerleri her bir parametre için toplanmış ve ait oldukları parametre haritaları için parametre puanı olarak kullanılmıştır.

3. BULGULAR

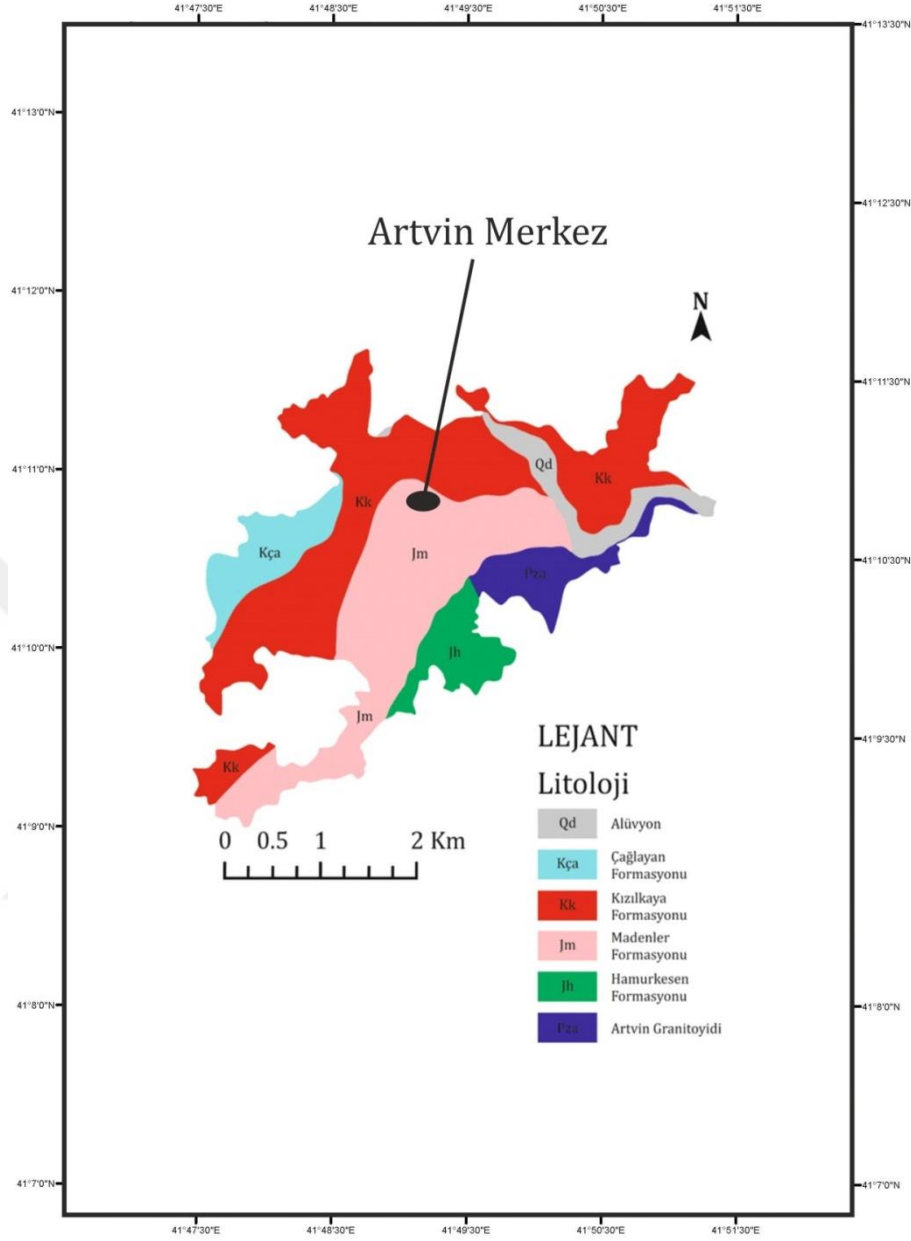
3.1. Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesi

3.1.1. Verilerin Elde Edilmesi ve Hazırlanması

Bu çalışmada; litoloji, yükseklik, yamaç eğimi, yamaç yönelimi, akarsuya yakınlık ve yamaç eğriselliği olmak üzere toplamda altı parametre kullanılarak heyelan duyarlılık değerlendirmeleri gerçekleştirilmiştir.

3.1.1.1. Litoloji

Heyelan oluşumunda etkili parametrelerden birisi litolojidir. Heyelan duyarlılık analizlerinde litoloji parametresi önemli bir yere sahiptir. Farklı litolojik birimlerin farklı duyarlılık özellikleri olduğundan, heyelan duyarlılık çalışmalarında litoloji parametresi kullanılmaktadır. Ayrıca, jeomorfolojik süreçler litolojiyi meydana getiren ana malzemelerin ayrışma özellikleri ile de yakından bağlantılıdır. Dolayısıyla, yapılacak olan heyelan duyarlılık analiz çalışmalarında etkin bir şekilde litoloji parametresi kullanılmaktadır.

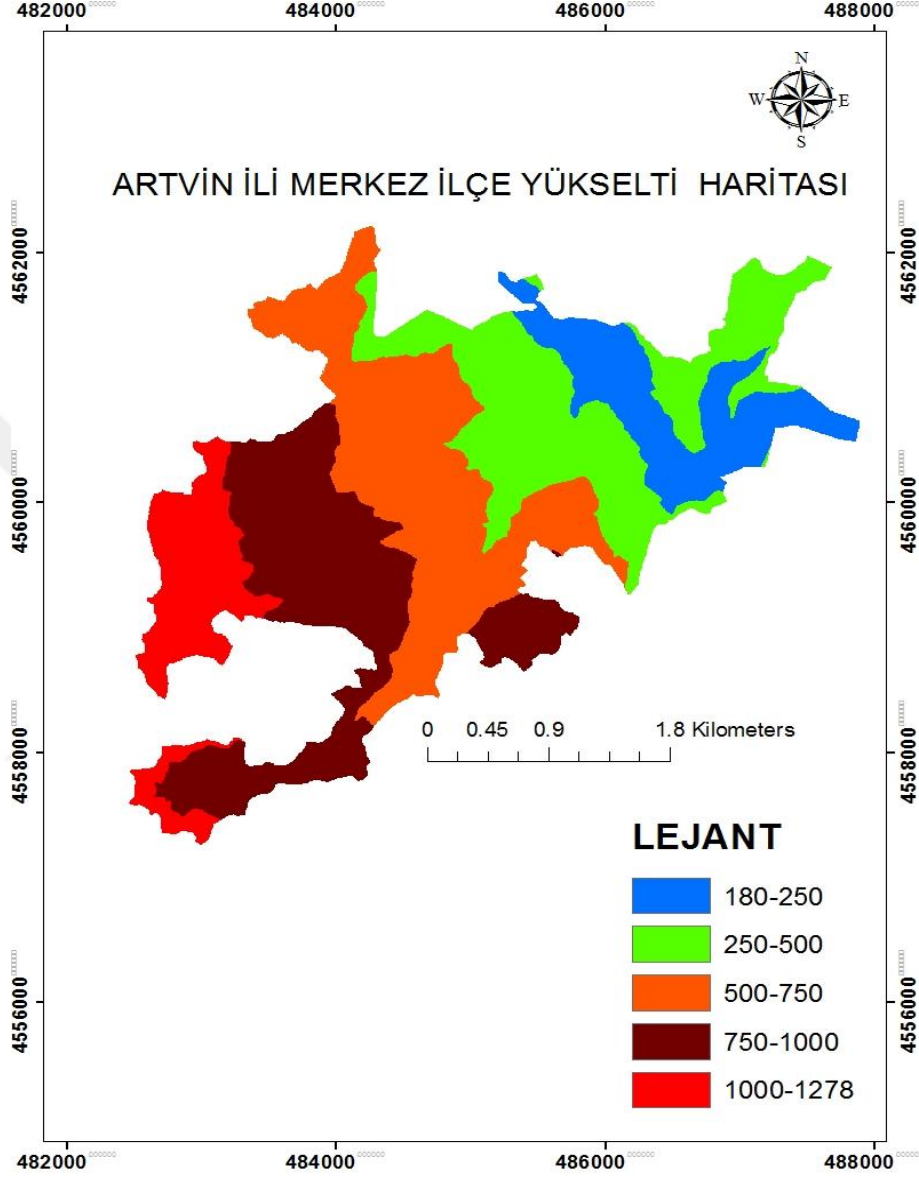


Şekil 10. Çalışma alanı litoloji haritası

3.1.1.2. Yamaç Eğimi

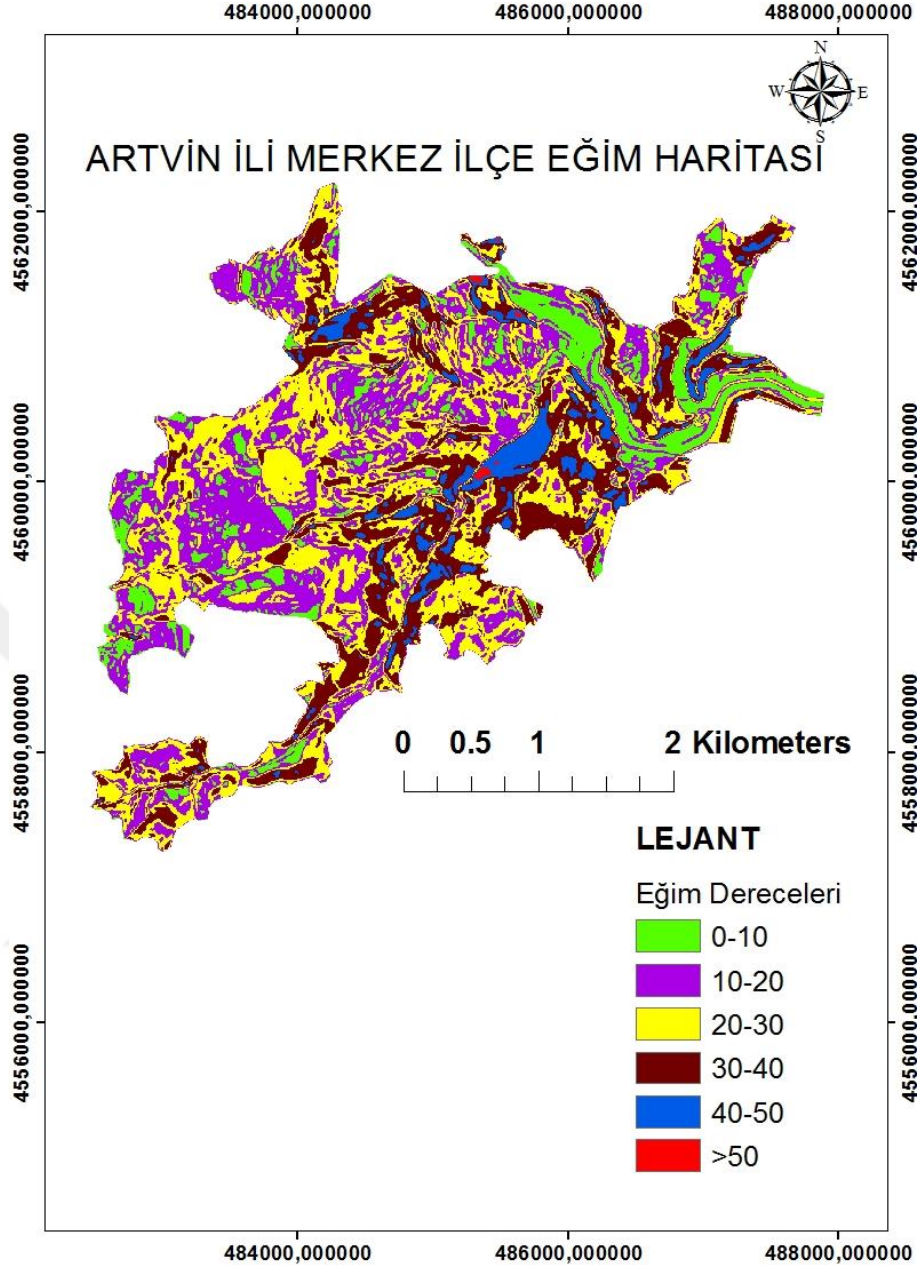
Heyelan duyarlılık analizlerinde önemli parametrelerden bir diğeri ise yamaç eğim açısıdır. Heyelan duyarlılık haritalarının elde edilmesine yönelik çalışmalarda, yamaç eğim açısı çok kez dikkate alınarak duyarlılık analizlerinde kullanılmıştır. Önceden yapılan incelemeler ve saha gözlemlerine dayalı olarak genel anlamda artan yamaç eğimi ile heyelana karşı duyarlılığın da arttığını söylemek mümkündür. Dolayısıyla, ArcGIS 10.3

CBS yazılımı kullanılarak, eşyüksekti eğrilerinden faydalanılmak suretiyle inceleme alanının sayısal yükseklik modeli (SYM) elde edilmiştir.



Şekil 11. Çalışma alanına ait yükselti haritası (SYM)

Sayısal Yükseklik Modeli üretildikten sonra, ArcGIS yazılımı vasıtası ile SYM'den inceleme alanı için eğim haritası elde edilmiştir (Şekil 12).

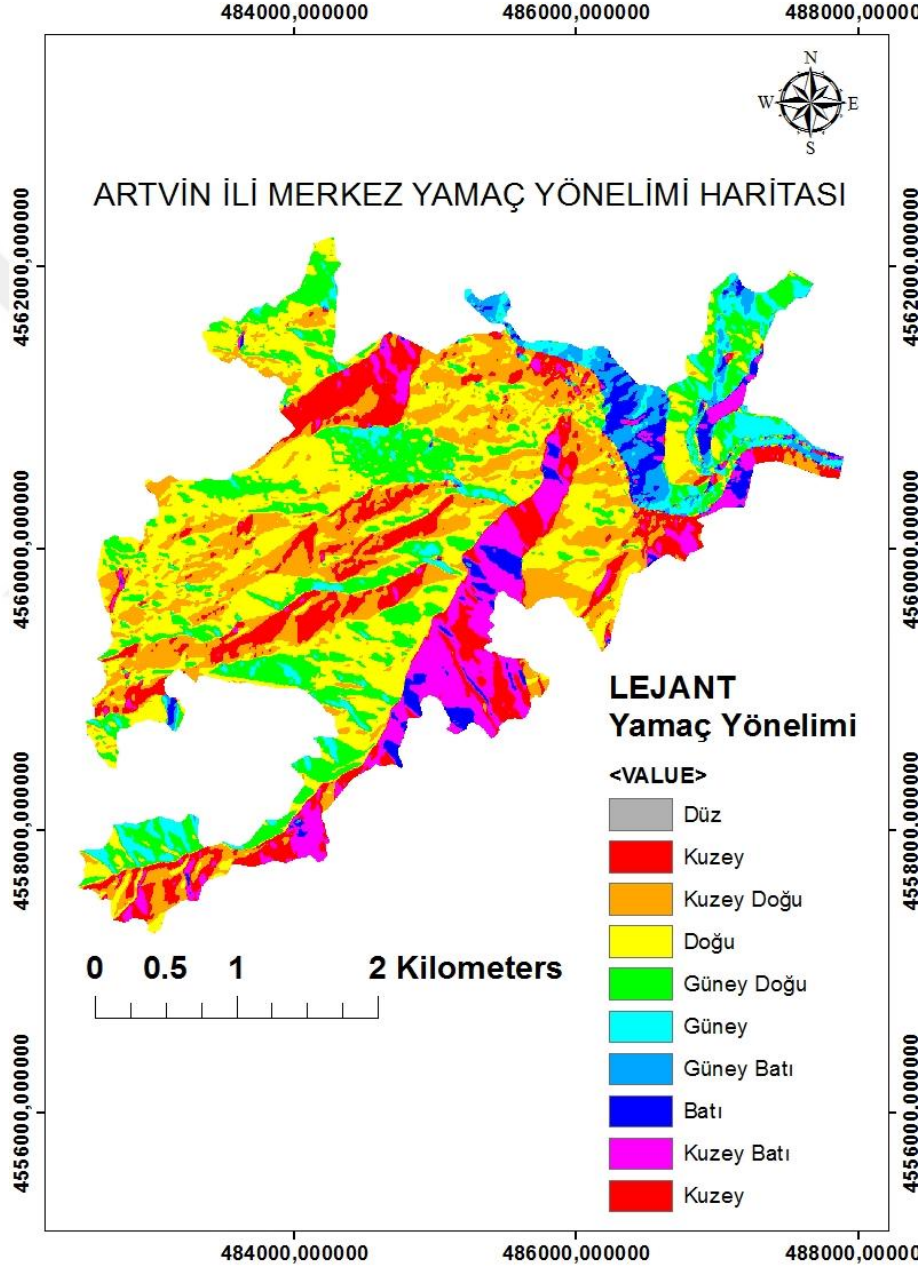


Şekil 12. İnceleme alanının yamaç eğimi haritası

3.1.1.3. Yamaç Yönelimi

Heyelan duyarlılık analizlerinde, heyelan duyarlılık haritalarının üretilmesinde yamaç eğimi gibi, yamaç yönelimi de önemli parametrelerden biridir. Heyelan duyarlılık analizlerinde bu parametre dikkate alınarak çalışmalar yapılmıştır. Yamaçlara fazla miktarda düşen yağış, eğim, zeminin sınıfı, geçirimsizlik, gözenek yapısı nem gibi faktörlere bağlı olarak hâkim bakı yönüne sahip yamaçlardaki malzeme, diğer yamaçlara kıyasla daha hızlı

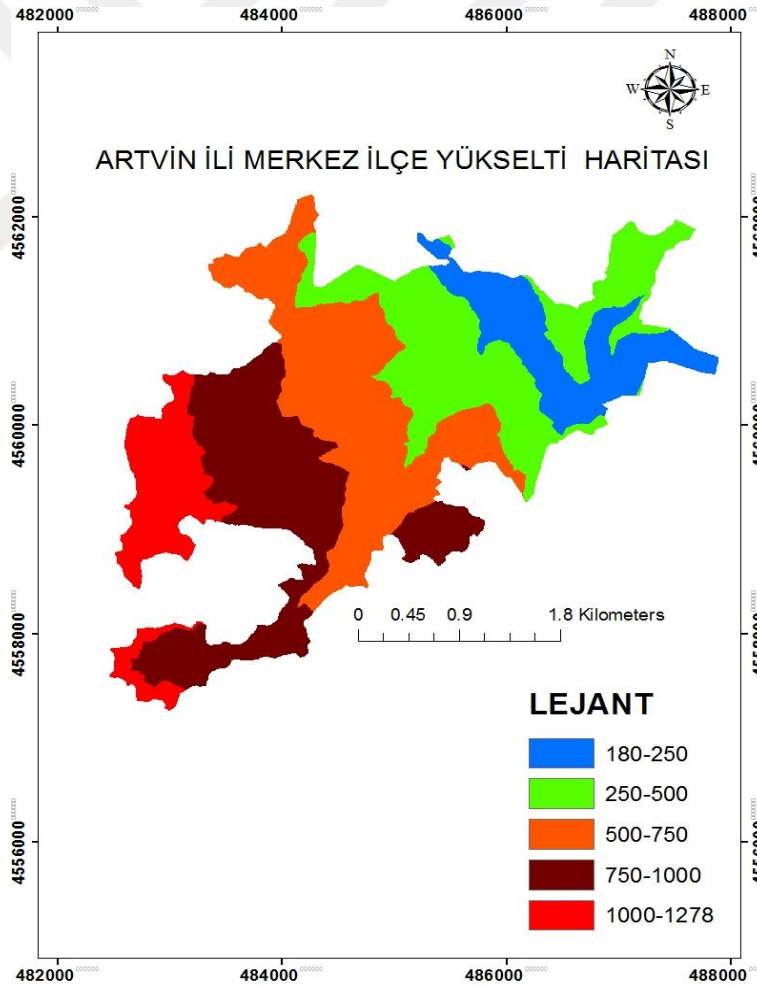
doğru hale gelebilmektedir. Heyelanın belli bir yönelime sahip yamaçlarda yoğun olarak gözlemlenmesinde, çalışma alanının morfolojik özellikleri de etkili olmaktadır. Heyelan duyarlılık haritalarının elde edilmesi çalışmasında yamaç yönelimi (bakı) parametresi dikkate alınmıştır. Sayısal Yükseklik Modeli elde edildikten sonra, ArcGIS yazılımı kullanılarak, bakı haritası üretilmiştir. (Şekil 13).



Şekil 13. Çalışma alanı yamaç yönelim haritası

3.1.1.4. Topoğrafik Yükseklik

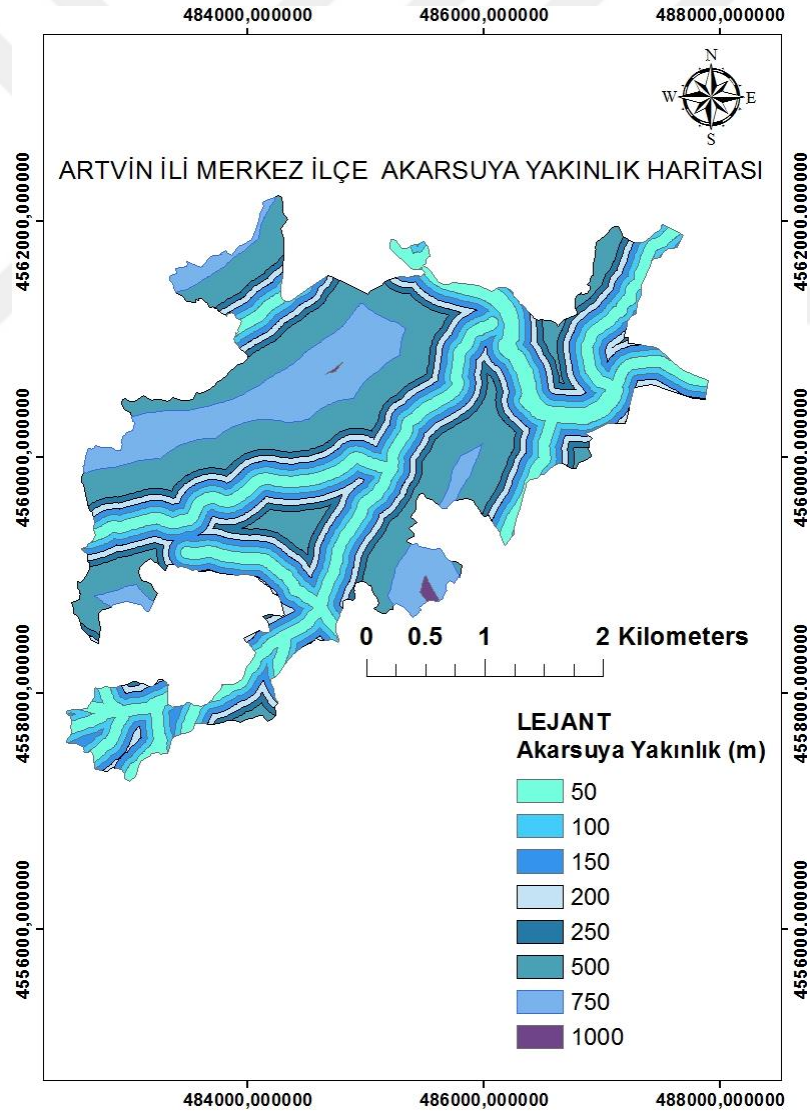
Heyelan duyarlılık analizi çalışmalarında, topoğrafik yükseklik parametresi de dikkate alınmaktadır. Arazi yüksekliği, heyelan oluşumunu etkileyen faktörlerden birisidir. Arazi yüksekliği, deniz seviyesinden olan yüksekliğe bağlı topoğrafik yükselti, yamaçlardaki yenilmelere etki edebilecek niteliklere sahiptir. Topoğrafik yükseklik, biyolojik etmenler ile doğal ve doğal olmayan unsurlara etki edebilmektedir. Dolayısıyla, şev yenilmelerine etkisi gibi nedenlerden heyelan duyarlılık analizlerinde ve heyelan duyarlılık haritalarının üretilmesi çalışmalarında etkin bir parametre olarak dikkate alınmaktadır. İnceleme alanında topoğrafik yükseklik haritası, Sayısal Yükseklik Modeli haritası üretildikten sonra, ArcGIS yazılımı vasıtası ile çalışma alanı için yükselti haritası üretilmiştir (Şekil 14).



Şekil 14. Çalışma alanının yükseklik haritası

3.1.1.5. Akarsuya Yakınlık

Yamaçlarda ki malzemelerin doygunluk derecesi, yamaçların duraylılığını etkileyen önemli parametrelerden birisidir. Ayrıca, yamaçların akarsu, dere gibi drenaj ağlarına uzaklığı da yamaçların duraylılığı bakımından önemli faktörlerden biridir. Akarsular, yamaçları ve şevleri aşındırarak satabilitesini bozmaktadır. Ayrıca, akarsular yamaçları meydana getiren malzemelerin akarsu seviyesine kadar olan bölümünü suya doygun hale getirmek suretiyle etkileyerek yamaç ve şevlerin stabilitesini bozmaktadır. Çalışma alanındaki akarsular, CBS ortamına sayısal olarak aktarıldıktan sonra, ArcGIS yazılımı ile analiz edilerek akarsulara ait yakınlık haritası elde edilmiştir (Şekil 15).



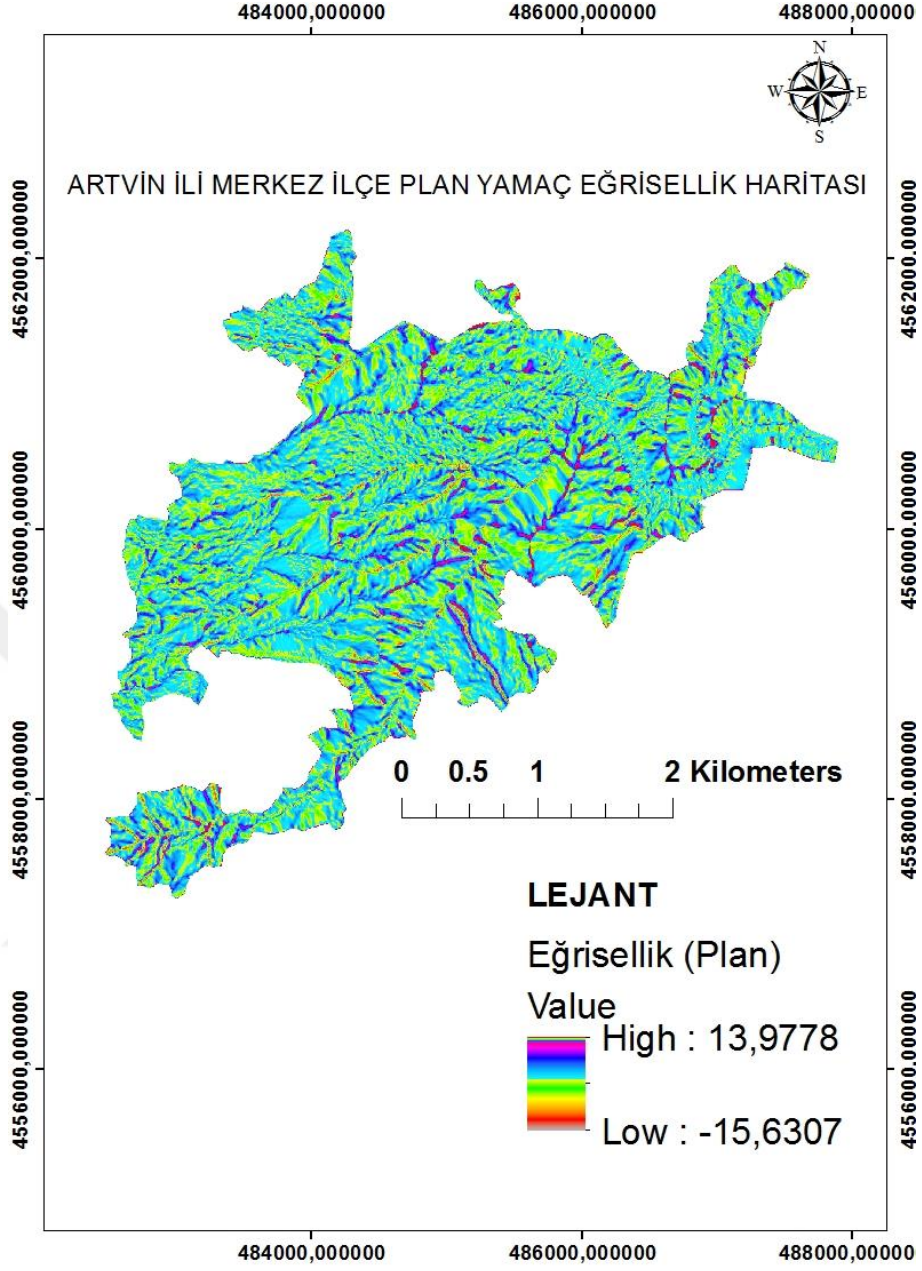
Şekil 15. Akarsuya yakınlık haritası

3.1.1.6. Yamaç Eğriselliği

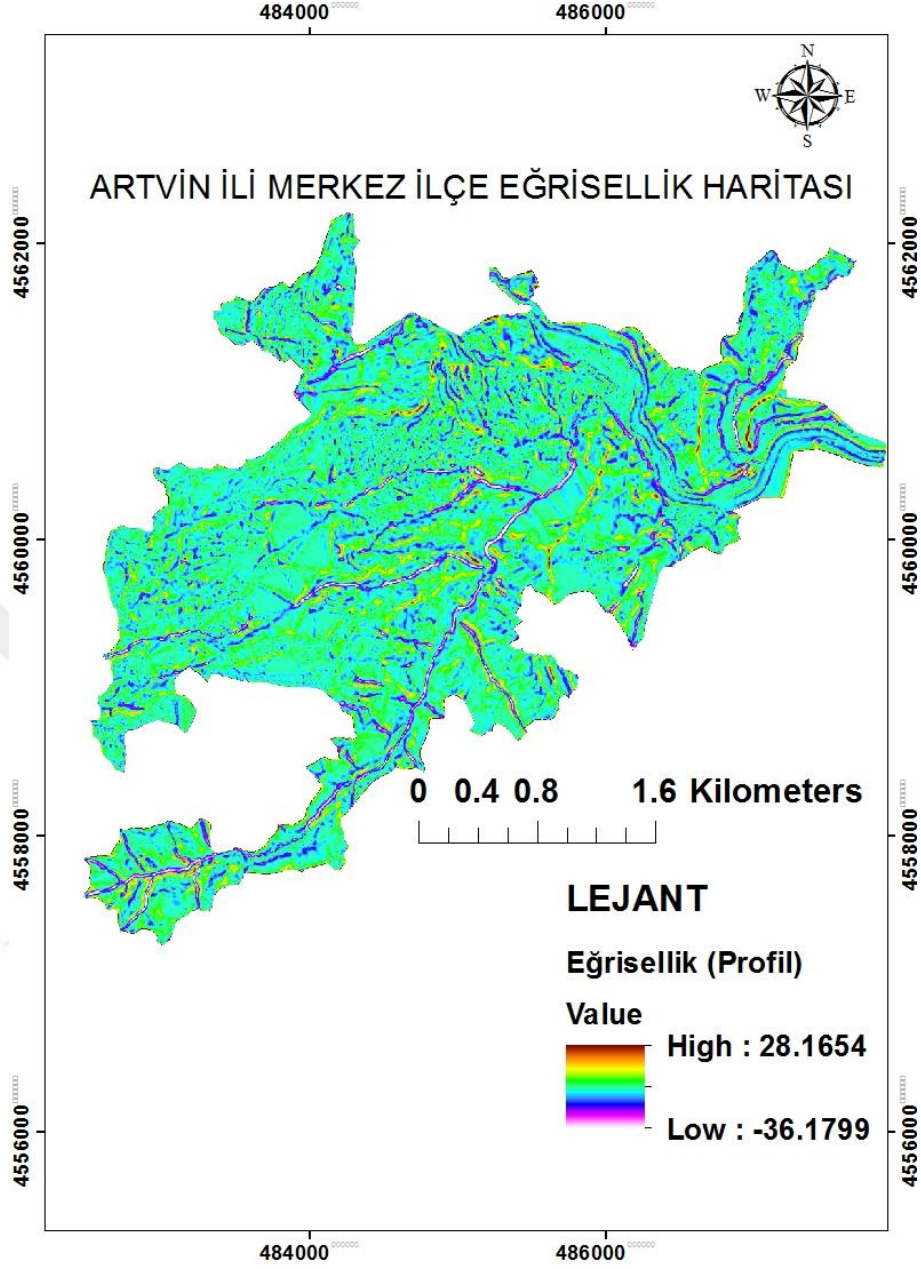
Wilson and Gallant (2000) plan yamaç eğriselliğini, yatay düzlemle yüzeyin kesişmesiyle ortaya konduğunu ve belirli konturlar boyunca yönelim oranı olarak da ifade etmişler; profil yamaç eğriselliğini ise, düşey düzlemde eğim yönüne paralel eğrisellik olarak tanımlamışlardır. Çalışma alanına ait plan ve profil yamaç eğrisellik değerleri ArcGIS yazılımı vasıtası ile, sayısal yükseklik modelinden itibaren elde edilmiştir.

Plan yamaç eğrisellik değerlerinin saha içerisindeki genel dağılımı incelendiğinde en küçük ve en büyük plan yamaç eğrisellik değerlerinin -15.63 ile 13.98 arasında değiştiği; profil yamaç eğrisellik değerlerinin ise, -25.18 ile 13.97 arasında değiştiği görülmektedir.

Bu değerlerden negatif değerler o yamacın iç bükey olduğunu, pozitif değerler ise yamacın dış bükey olduğunu göstermektedir. “0” eğrisellik değeri ise düz yamaçları ifade etmektedir. Buradaki iç bükey “vadi”, dış bükey “tepe” ve sıfır “düzlük” görünümünü ifade etmektedir. Van Westen and Alzate Bonilla (1990); Carrara et al. (1991), Guzzetti et al. (1999) yaptıkları çalışmalarında dış bükey yamaçların iç bükey yamaçlara göre heyelana karşı daha duyarlı olduğunu söylemişlerdir. Çalışma alanı içerisindeki plan yamaç eğrisellik değerlerine bakıldığında, heyelanların çoğunlukla düz yamaçlarda meydana geldiği; profil yamaç eğrisellik değerlerine bakıldığında ise, heyelanların daha çok iç bükey yamaçlarda meydana geldiği görülmektedir.



Şekil 16. Çalışma alanı plan yamaç eğriselliği



Şekil 17. Çalışma alanı profil yamaç eğriselliği

3.1.2. AHS Yöntemiyle ile Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesi

Bu tez çalışmasında heyelan duyarlılık değerlendirmesinde üç farklı yöntem kullanılmıştır. Kullanılan yöntemlerden bir tanesinde AHS yöntemidir. Tez çalışmasında, bütünleşik doğal kaynaklı afet duyarlılık değerlendirmesinde kullanılan yöntemler kısmında AHS yöntemi anlatılmıştır. AHS yöntemi bir probleminin çözümüne yönelik olarak problemin parametrelerinin ve alt kriterlerinin, önem derecelerine göre puanlama mantığına

dayanan ve ikili karşılaştırma matrisleri ile değerlendirerek parametrelerin ağırlıklı değerlerini bulmayı sağlayan bir yöntemdir. Heyelan duyarlılık değerlendirme aşamasında, heyelan duyarlılığına etkili olabilecek parametreler öncelikle belirlenmiştir. Belirlenen bu parametreler AHS yönteminde ana katman parametrelerini oluşturmaktadır. Belirlenen ana katman parametreleri, ilk önce kendi aralarında AHS yöntemi ile önem durumuna göre derecelendirilmiştir. Bu derecelendirme yapılırken katmanların heyelan duyarlılık bakımından etki ağırlıklarına göre puanlama yapılmıştır. İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra AHS yöntemi ile katmanların ağırlıklı değerleri elde edilmiştir. Katmanların ağırlıklarının hesaplanmasında atanan puan değerleri arasında tutarlılık olması gerekmektedir. AHS yöntemi çalıştırıldığında tutarlılık oranının 0.1'in altında bir değer olarak bulunması gerekmektedir. Değerlendirmeye alınan ana parametreler AHS yöntemi ile analiz edildiğinde tutarlı bir güven aralığı vermek durumundadır.

Tez çalışmasında, litoloji parametresinin heyelan duyarlılığına etkisi bakımından diğer ana parametrelere göre daha önemli olduğu düşünülmüştür. Heyelan duyarlılığına etki bakımından, en büyük öneme sahip olarak litoloji parametresinin seçilmesinin nedeni, kayaçların ayrışma potansiyellerinin olması ve kayaçların farklı yapısal özellikler göstermesidir. Kayaçlarda ayrışma farklı derecelerde meydana gelebilmektedir. Artvin İlinde özellikle sahil kesimlerde aşırı yağışa bağlı olarak, bitki örtüsündende kaynaklı ayrışmalar meydana gelebilmektedir. Kayaçların göstermiş oldukları farklı ayrışma dereceleri, direnç, kohezyon gibi özelliklerini azaltmaktadır. Kayaçlarda artan boşluk oranı nedeni ile boşlukların su ile dolmasıyla yamaç ve şevlerin duraylılığı etkilenmektedir. Dolayısıyla bu tez çalışmasında, heyelan duyarlılık değerlendirmesi aşamasında litoloji parametresinin diğer parametrelere göre daha önemli olduğuna karar verilmiştir.

Heyelan duyarlılığına etki eden bir diğer parametre ise eğimdir. Litoloji parametresinden sonra, ikincil öneme sahip parametre olarak eğim dikkate alınmıştır. AHS yöntemi ile ağırlıklı değeri hesaplanmıştır. Yamaç yönelimi, yükselti ve akarsuya yakınlık parametreleride AHS yöntemi ile değerlendirilerek ağırlıklı değerler elde edilmiştir. Birincil parametreler elde edildikten sonra, herbir parametreye ait alt kriterler belirlenmiştir. Alt kriterler AHS yöntemi ile analiz edilerek herbir alt kriterin ağırlıklı değerleri yine bulunmuştur. Birincil parametreler, alt kriterleri ve AHS yöntemi ile hesaplanan ağırlıklı değerleri aşağıdaki tablolarda sunulmaktadır.

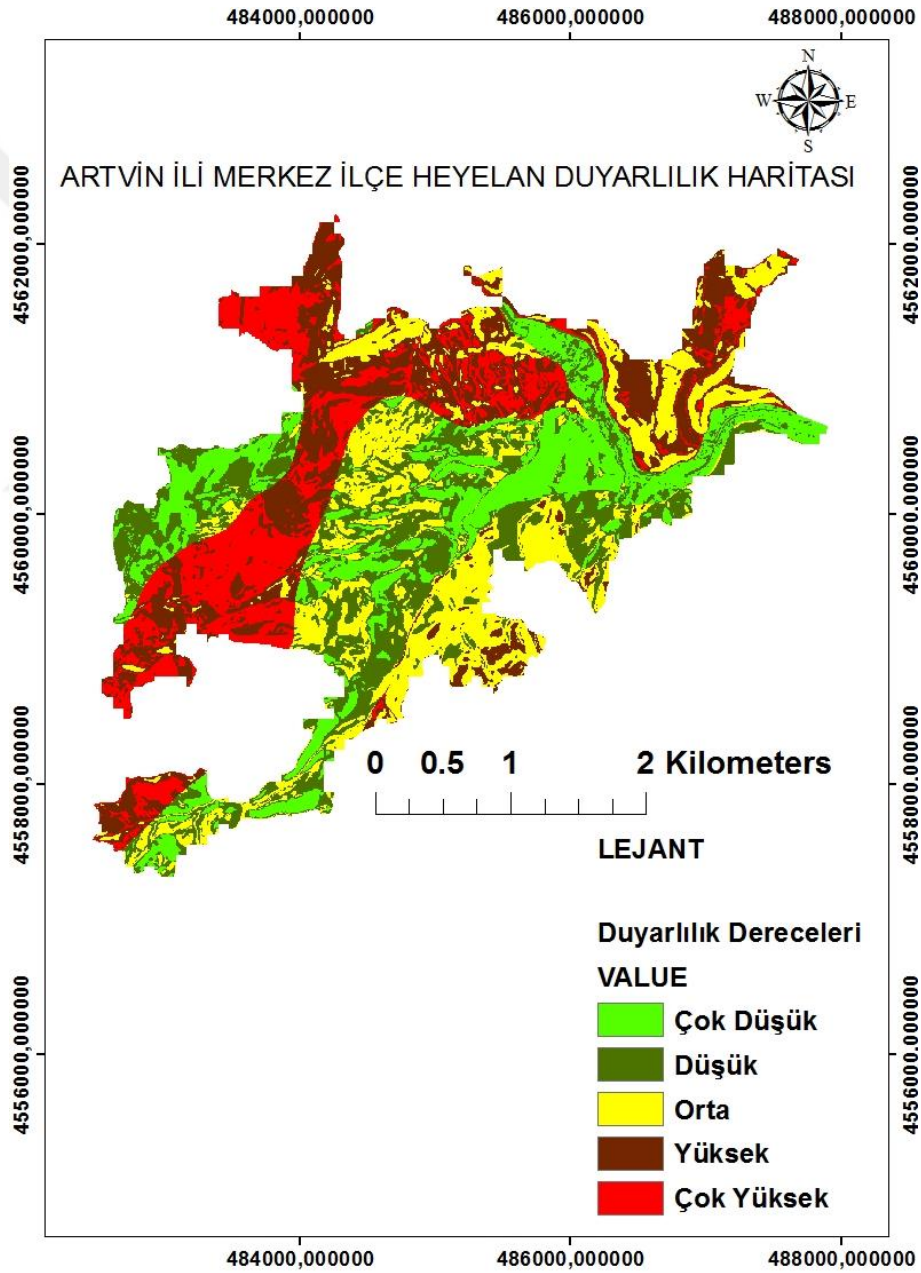
Tablo 5. Katmanlara ait ikili karşılaştırma matrisi ve katman ağırlıkları

Katmanlar	Litoloji	Eğim	Bakı	Yükseklik	Akarsuya yakınlık	Ağırlıklar
Litoloji	1					0.41
Eğim	1/2	1				0.30
Bakı	1/3	1/3	1			0.13
Yükseklik	1/6	1/5	1/2	1		0.08
Akarsuya yakınlık	1/4	1/4	1/2	1/2	1	0.07
Tutarlılık Oranı 0.040						

Tablo 6. Heyelan duyarlılık değerlendirmesinde dikkate alınan parametrelerin her birinin kendi içinde puan değerleri ile ağırlıklarını ve tutarlılık oranını gösteren tablo

Katmanlar	180-250	250-500	500-750	750-1000	1000-1278	Ağırlıklar
Yükseklik (m)						
180-250	1					0.04
250-500	2	1				0.07
500-750	5	6	1			0.41
750-1000	6	5	1/2	1		0.28
1000-1278	5	4	1/3	1/2	1	0.17
Tutarlılık Oranı 0.0563						

Çalışma bünyesinde ikili karşılaştırma matrislerinin belirlenmesinde ve dikkate alınan parametrelerin ağırlıklarının elde edilmesinde literatürden faydalanılmıştır. Elde edilen ikili karşılaştırma matrisleri kullanılarak her bir kriterin (Tablo 5) ve alt kriterlerin (Tablo 6) ağırlıkları hesaplanmıştır. Oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlılık oranları 0.10'un altında bir değer bulunmuştur. Elde edilen ağırlıklar ArcGIS 10.3 yazılımı ve uygun karşılaştırma yöntemleri kullanılarak inceleme alanının AHS yöntemine dayalı heyelan duyarlılık haritası elde edilmiştir.



Şekil 18. AHS yöntemi ile elde edilen çalışma alanı heyelan duyarlılık haritası

Tablo 7. AHS yöntemi ile elde edilen duyarlılık sınıflarına ait alanların km² olarak kapladığı alan

Duyarlılık Dereceleri	Km ²	Yüzde
Çok Düşük	1.87	17.78
Düşük	2.35	22.34
Orta	2.31	21.98
Yüksek	2.26	21.50
Çok Yüksek	1.72	16.40

3.1.3. Lojistik Regresyon Yöntemi ile Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesi

Artvin İli Merkez İlçe heyelan duyarlılık değerlendirme çalışmasında kullanılan yöntemlerden bir diğeri Lojistik Regresyon (LR) yöntemidir. İnceleme alanı için planlanan bütünleşik doğal kaynaklı afet duyarlılık değerlendirme çalışmasında uygulanan yöntemler, tez çalışmasının yöntemler kısmında açıklanmıştır. Lojistik Regresyon yöntemi ile heyelan duyarlılık değerlendirmesinde, heyelan olayına etki edebilecek parametreler öncelikle belirlenmiştir. Bu parametreler; litoloji, eğim, akarsuya yakınlık, eğrisellik, yamaç yönelimi ve yükseltilerdir. LR yöntemi ile çalışırken IDRISI Selva yazılımı kullanılmıştır. Lojistik Regresyon yöntemi, bir problemin çözümüne yönelik olarak, bağımlı bir değişken ve incelenen olayın meydana gelme olasılığını etkileyen birden çok bağımsız değişkenler arasında regresyon ilişkisi kuran istatistiksel bir yöntemdir. Bu anlamda inceleme alanı için heyelan duyarlılık değerlendirme aşamasında, LR yöntemine göre bağımlı değişken heyelan olayı, bağımsız değişkenler ise, heyelan duyarlılığına etki edebileceği düşünülen ve dikkate alınan parametrelerdir.

İkili (Binominal) lojistik regresyon bağımlı değişkenin ikili bir sınıfta olması ve bağımsız değişkenlerin herhangi bir türde olması durumunda kullanılan regresyon türüdür. Multinomial lojistik regresyon ise bağımlı değişkeninin ikiden fazla sınıfa sahip olması durumunda kullanılmaktadır. Bağımlı değişkenin sınıfları derecelendirilebildiği zaman sıra belirten (ordinal) lojistik regresyon multinomial lojistik regresyona tercih edilmektedir (Hosmer ve Lemeshow, 1989). Lojistik regresyon, bağımlı değişkenin bir logaritmik değişkene (bağımsız değişkenin olup olmayacağı ihtimalinin doğal logaritması) dönüşümünden sonra en fazla benzerlik tahmini yöntemini uygular. Bu sayede lojistik regresyon belirli bir olayın olup olmayacağı ihtimalini tahmin eder. Burada dikkat edilmesi gereken bir husus da lojistik regresyonun, “Olağan En Küçük Kareler (OLS-Ordinary Least

Square)” regresyonu yönteminde olduğu gibi bağımlı değişkendeki değişimleri değil, logaritmik olasılık değerindeki değişimleri hesapladığı konusudur (Hosmer ve Lemeshow, 1989). Lojistik regresyonun, çoklu regresyona göre üstünlüğü değişkenlerin ya sürekli veya kategorik olabilmesi ya da bu iki türün karışımı olabilmesinden kaynaklanmaktadır (Lee, 2005). Genelde lojistik regresyonun çoklu regresyon ve diskriminant analizi gibi çok değişkenli istatistiksel yöntemlere göre üstünlüğü, bağımlı değişkenin yalnızca iki değer alabilmesi ve tahmin edilen değerlerin 0 ile 1 arasında bir aralığa düşerek sınırlandırıldığı için olasılık değerleri olarak yorumlanabilmesidir (Kleinbaum, 1991).

Lojistik regresyon, pek çok açıdan En Küçük Kareler regresyonu yöntemine benzerlik göstermesine karşın farklılıklarda göstermektedir. Örneğin, lojistik regresyon bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusallığını varsaymaz, normal dağılım gösteren değişkenler gerektirmez, tahmin edici değişkenin tüm değerleri için regresyon hattı çevresindeki değişim değerlerinin aynı olduğunu varsaymaz ve genel olarak daha az katı gereksimlere sahiptir. Heyelan duyarlılık değerlendirmesinde dikkate alınan bağımsız değişkenlere (parametreler) ait haritalar IDRISI Selva yazılımı aracılığıyla üetilmiştir. IDRISI Selva yazılımı formatında gerekli dönüşüm parametreleri uygulanarak, yazılımda analiz edilebilir duruma getirilmiştir. IDRISI Selva yazılımında lojistik regresyon analizi için parametreler yazılıma girilerek çalıştırılmıştır. Analiz neticesinde elde edilen program çıktıları ve regresyon sonucu tablolar halinde sunulmaktadır.

Lojistik Regresyon Sonucu:

Regresyon denklemi:

$$\begin{aligned} \text{Logit (heyelan} &= -1.1133 - 0.002082 * \text{bakı} + 0.040215 * \text{litoloji} - 0.002566 \\ \text{duyarlılık)} & * \\ & \text{akarsuya yakınlık} + 0.000306 * \text{eğim} + 0.000000 * \text{yükselti} \\ & - 0.029408 * \text{eğrisellik} \end{aligned} \quad (2)$$

Tablo 8. Regresyon katsayıları

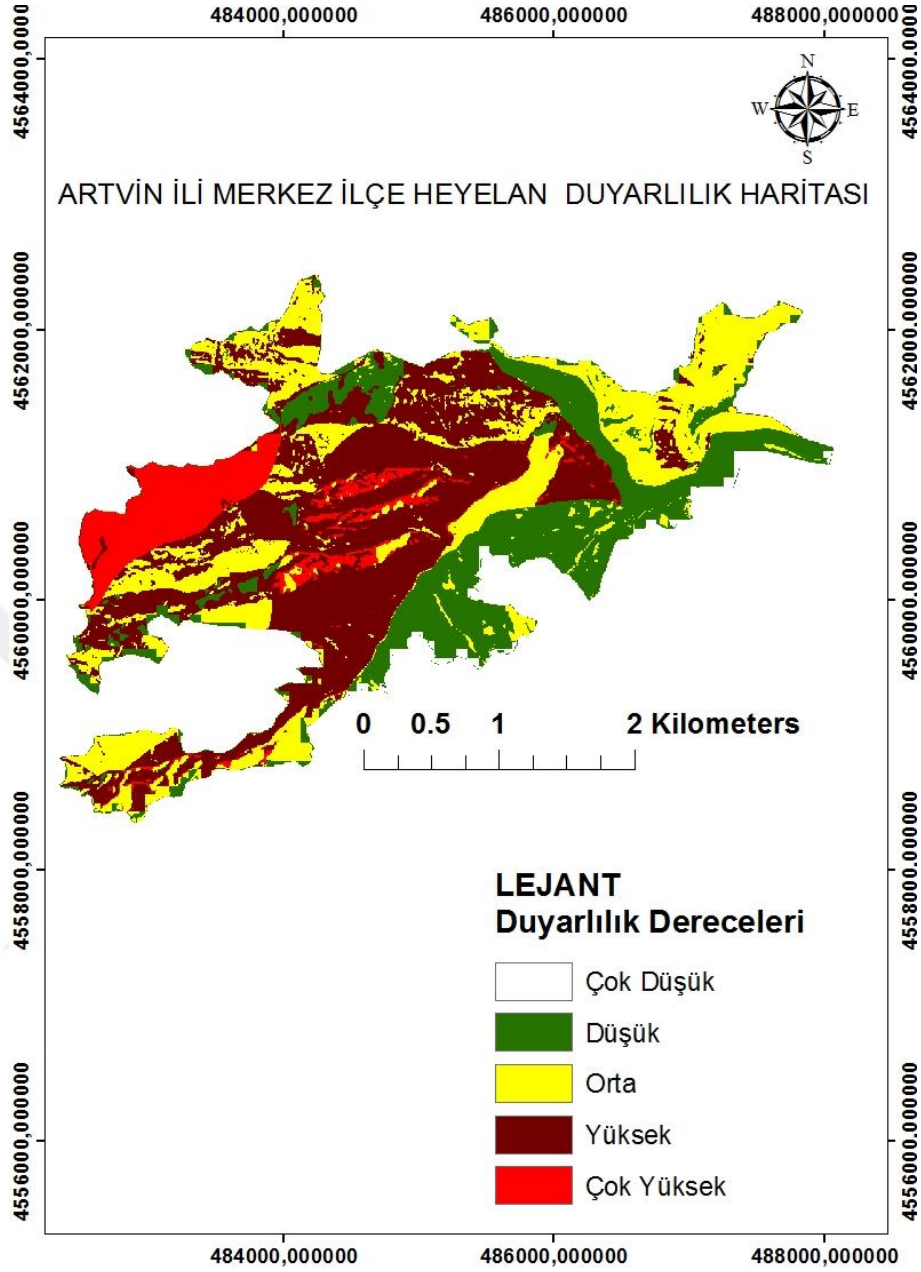
Değişkenler (Parametreler)	Katsayılar
Regresyon Katsayısı	-1.11327167
Bakı	-0.00208160
Litoloji	0.04021487
Akarsuya yakınlık	-0.00256601
Eğim	0.00030613
Yükselti	0.00000000
Eğrisellik	-0.02940757

Tablo 9. Regresyon istatistikleri

Regresyon İstatistikleri	
Toplam gözlem sayısı	1102218
İnceleme alanında ki 0 sayısı	919956
İnceleme alanında ki 1 sayısı	182262
İnceleme alanındaki 0 Yüzdesi (%)	83.4641
İnceleme alanındaki 1 Yüzdesi (%)	16.5359
Otomatik gözlemlenmiş örnekleme sayısı	105662
Örnekleme alanındaki 0 sayısı	88216
Örnekleme alanındaki 1 sayısı	17446
Örnekleme alanındaki 0 Yüzdesi (%)	83.4889
Örnekleme alanındaki 1 Yüzdesi (%)	16.5111
-2logL0	94683.5835
-2log(likelihood)	75886.5257
Pseudo R_square	0.1985
Goodness of Fit	105612.7857
ChiSquare(6)	18797.0578

Lojistik regresyon analizi Idrisi Selva yazılımı vasıtası ile gerçekleştirilmiştir. Heyelan bağımlı değişkeni ile bağımsız değişkenler (bakı, akarsuya yakınlık, litoloji, eğrisellik, sayısal yükseklik modeli, eğim) dikkate alınarak logistik regresyon analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda ROC değeri 0,7972 olarak hesaplanmıştır. Bu değer dikkate alındığında elde edilen sonucun tutarlı olduğu anlaşılmaktadır.

Lojistik Regresyon analizi ile elde edilen heyelan duyarlılık haritası ise aşağıda sunulmaktadır.



Şekil 19. Lojistik regresyon yöntemiyle elde edilen heyelan duyarlılık haritası

Tablo 10. İnceleme alanı için lojistik regresyon yöntemi ile elde edilen duyarlılık haritasında heyelana duyarlı alanların km² olarak kapladığı alanı gösteren tablo

Duyarlılık Dereceleri	Km ²	Yüzde
Çok Düşük	1.44	13.41
Düşük	2.17	20.21
Orta	2.58	24.05
Yüksek	3.62	33.64
Çok Yüksek	0.93	8.69

3.1.4. Frekans Oranı Yöntemi (FO) ile Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesi

(Chung ve Fabbri, 1999)'a göre; geçmişte heyelana neden olduğu tahmin edilen faktörlerden dolayı meydana gelmiş olan bir heyelan, gelecekte meydana gelebilecek bir heyelan olması durumunda, geçmişte heyelana neden olduğu düşünülen faktörlerin, gelecekte meydana gelebilecek olan heyelana ışık tutacağını belirtmişlerdir.

Bu yaklaşımdan yola çıkarak, (Lee, Choi ve Min, 2004)' a göre; heyelanın oluştuğu alanlar ile, heyelan oluşan alanlarda ki heyelana neden olan faktörler arasında ki ilişki, geçmişte heyelan olmamış alanlar ile heyelan neden olan faktörler arasındaki ilişkilerden ayırt edilebileceğini açıklamışlardır. Sayısal olarak bu ayrımı göstermek için, bu tez kapsamında frekans oranı yöntemi de kullanılmıştır. (Bonham-Carter, 1994)'a göre bu oran, bir doğal olayın meydana gelmesinin, aynı olayın meydana gelmeme durumuna oranının olasılığını açıklamaktadır.

Söz konusu doğal olay heyelan olduğunda, heyelan olma olayını B ve heyelan neden olduğu düşünülen parametreleri de D olarak kategorize edilirse, D'deki frekans oranı, şartlı olasılık olacaktır. Eğer bu oran 1'den büyük olursa, heyelan ve heyelana neden olan parametre arasındaki ilişki o kadar yüksek, tersine, 1'den ne kadar küçük olursa bu ilişki o kadar düşük olacaktır (Akgün, 2007).

Her bir parametreye ait alt parametre sınıfındaki piksel sayıları ve bunların yüzde değerleri (a) ile bu alt parametre alt sınıflarında meydana gelen heyelanlı alanlara ait piksel sayıları ve bunların yüzde değerleri (b) hesaplanarak elde edilen a ve b değerlerinden frekans oranı $[(b/a)]$ değerleri hesaplanmıştır.

Elde edilen bu olasılık-benzerlik değerleri her bir parametre için toplanmış ve ait oldukları parametre haritaları için parametre puanı olarak kullanılmıştır.

Elde edilen bu parametre puanları, ilgili oldukları parametre haritaları ile çarpılmış, puanlandırılmış parametre haritaları elde edilmiştir. Her bir parametreye ait benzerlik oranı haritaları, üzerine oran değerleri atanmış olarak ArcGIS ortamında duyarlılık analizi için hazır hale getirilmiştir. Tüm parametre haritaları hazırlandıktan sonra, ArcGIS 10.3 yazılımı vasıtası ile çarpılarak heyelan duyarlılık indeksi haritası elde edilmiştir (Şekil 20). Elde edilen heyelan duyarlılık indeks haritasının görsel yorumlamasının yapılabilmesi için harita kategorik sınıflara ayrılmıştır. Buna göre indeks haritası çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek duyarlılık alanlarına göre yeinden sınıflandırılmış ve Şekil 20'de sunulan heyelan duyarlılık haritası elde edilmiştir.

3.1.5. Benzerlik Oranında Kullanılan Parametrelere Ait Piksel Sayıları

Tablo 11. Litoloji parametresine ait heyelanlı/heyelansız piksel değerleri ile heyelanlı/heyelansız yüzde piksel değerleri ve frekans oranı değerlerini gösteren tablo

Litoloji	Heyelansız Piksel	%Piksel (Heyelansız)	Heyelanlı Piksel	%Piksel (Heyelanlı)	FO (Frekans Oranı)
Qd/Qa	24046.00	5.52	2229.00	1.42	0.26
Pza	29695.00	6.80	0.00	0.00	0.00
Jh	28208.00	6.47	0.00	0.00	0.00
Kk	188407.00	43.23	86564.00	55.15	1.28
Jm	132165.00	30.33	37529.00	23.91	0.79
Kça	33311.00	7.64	30634.00	19.52	2.55
Toplam	435832.00	100.00	156956.00	100.00	

Tablo 12. Eğim parametresine ait heyelanlı/heyelansız piksel değerleri ile heyelanlı/heyelansız yüzde piksel değerleri ve frekans oranı değerlerini gösteren tablo

Eğim (Derece)	Heyelansız Piksel	% Piksel	Heyelanlı Piksel	% Piksel	BO (Benzerlik Oranı)
0-10	49284.00	11.31	16499.00	10.51	0.93
10-20	132894.00	30.49	66976.00	42.67	1.40
20-30	137839.00	31.63	55298.00	35.23	1.11
30-40	93227.00	21.39	16145.00	10.29	0.48
40-50	21866.00	5.02	1794.00	1.14	0.23
>50	722.00	0.17	244.00	0.15	0.94
Toplam	435832.00	100.00	156956.00	100.00	

Tablo 13. Akarsuya yakınlık parametresine ait heyelanlı/heyelansız piksel değerleri ile heyelanlı/heyelansız yüzde piksel değerleri ve frekans oranı değerlerini gösteren tablo

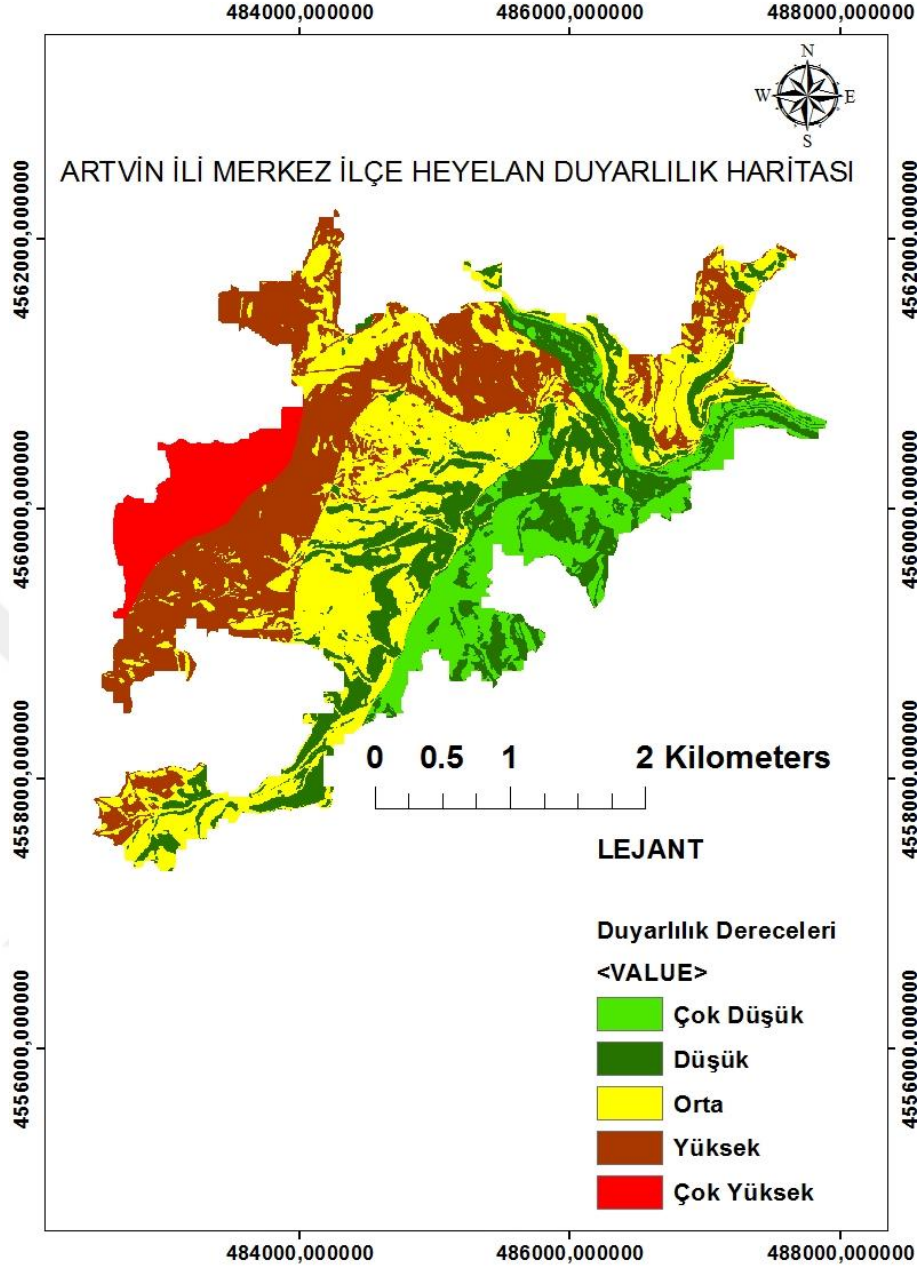
Akarsuya Yakınlık(m)	Heyelansız Piksel	% Piksel	Heyelanlı Piksel	% Piksel	BO (Benzerlik Oranı)
0-50	73909.00	16.96	10126.00	6.45	0.38
50-100	59241.00	13.59	11243.00	7.16	0.53
100-150	55133.00	12.65	14656.00	9.34	0.74
150-200	39875.00	9.15	11370.00	7.24	0.79
200-250	33772.00	7.75	10719.00	6.83	0.88
250-500	115332.00	26.46	56701.00	36.13	1.37
500-750	57593.00	13.21	42141.00	26.85	2.03
750-1000	977.00	0.22	0.00	0.00	0.00
>1000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	435832	100.00	156956	100.00	

Tablo 14. Bakı parametresine ait heyelanlı/heyelansız piksel değerleri ile heyelanlı/heyelansız yüzde piksel değerleri ve frekans oranı değerlerini gösteren tablo

Bakı	Heyelansız piksel	%Piksel (heyelansız)	Heyelanlı Piksel	%Piksel (heyelanlı)	BO (Benzerlik oranı)
Düz	53859.00	12.36	22375.00	14.26	1.15
Kuzey	69129.00	15.86	34928.00	22.25	1.40
Kuzeydoğu	81568.00	18.72	43851.00	27.94	1.49
Doğu	72155.00	16.56	33077.00	21.07	1.27
Güneydoğu	45984.00	10.55	15077.00	9.61	0.91
Güney	35814.00	8.22	3431.00	2.19	0.27
Güneybatı	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Batı	30786.00	7.06	595.00	0.38	0.05
Kuzeybatı	46536.00	10.68	3622.00	2.31	0.22
	435832.00	100.00	156956.00	100.00	

Tablo 15. Yükselti parametresine ait heyelanlı/heyelansız piksel değerleri ile heyelanlı/heyelansız yüzde piksel değerleri ve frekans oranı değerlerini gösteren tablo

Yükselti(m)	Heyelansız Piksel	%Piksel (Heyelansız)	Heyelanlı Piksel	%Piksel (Heyelanlı)	BO (Benzerlik Oranı)
180-250	55855.00	12.82	5917.00	3.77	0.29
250-500	104666.00	24.02	39108.00	24.92	1.04
500-750	119997.00	27.53	51538.00	32.84	1.19
750-1000	107148.00	24.58	36056.00	22.97	0.93
1000-1278	48166.00	11.05	24337.00	15.51	1.40
	435832.00	100.00	156956.00	100.00	



Şekil 20. FO yöntemiyle elde edilen heyelan duyarlılık haritası.

Tablo 16. Frekans oranı ile elde edilen duyarlılık haritasında duyarlılık sınıflarına ait alanların km^2 olarak kapladığı alanı gösteren tablo

Duyarlılık Dereceleri	Km^2	Yüzde
Çok Düşük	1.25	11.95
Düşük	2.23	21.27
Orta	3.39	32.26
Yüksek	2.83	26.96
Çok Yüksek	0.79	7.56

3.2. Deprem Etkilerine Duyarlılık Değerlendirmesi

Artvin İli Merkez İlçe için bütünleşik Doğal Kaynaklı Afet duyarlılık değerlendirmesi çalışmasının bir diğer bileşeni ise, alanın deprenselliğini ortaya koyacak olan, Deprem Etkilerine Duyarlılık değerlendirmesidir.

Depremler, toplum üzerinde ciddi bir etkiye sahip, meydana gelmesi durumunda ciddi derecede can ve mal kayıplarına yol açabilecek Doğal Kaynaklı Afetlerdendir. Depremlerin nerelerde meydana gelebileceği bilinsede, oluş zamanı henüz günümüz teknolojisi ile belirlenememektedir. Depremlerin öngörülmesi mümkün olsada, meydana geldiğinde ekonomik olarak da ciddi zararlara yol açan Doğal Kaynaklı Afetlerdendir. Dolayısıyla bu Doğal Kaynaklı Afet türü ile ilgili deprem tehlike ve deprem etkilerine duyarlılık çalışmalarının yapılması zorunlu hale gelmektedir. Deprem tehlike ve deprem etkilerine duyarlılık çalışması ile önceden tahmin edilemeyen bu Doğal Kaynaklı Afete ilişkin proaktif bir yaklaşım sergilenerek Doğal Kaynaklı Afetin olmadan evvel risk analizi çalışmalarının yapılmasını içermektedir.

Bu tür çalışmalarla deprem ve bağlı tehlikelerin önceden belirlenmesi, değerlendirilmesi ve ortaya çıkabilecek problemlerin çözümü için gerekli tedbirlerin alınmasını kapsamaktadır. Ayrıca, yapılacak olan tehlike ve risk analizi çalışmaları neticesinde, uygun yer seçimine de karar verilmesine olanak sağlayacaktır. Tehlike ve buna bağlı olarak doğabilecek riskler belirlendiğinde, uygun olmayan alanlarda, deprem açısından riskli alanlarda her türlü yapılaşmadan kaçınılması mümkün hale gelecektir. Dolayısıyla, önceden alınan bu ve benzeri tedbirler ile can ve mal kayıpları en az düzeye indirilebilecektir. İlaveten bu çalışmalar yardımıyla yerel zemin koşullarını açıklayan parametreler belirlenebilmekte ve analizi sonucu elde edilen veri tabakalarının birleştirilerek aralarındaki ilişkilerin anlaşılması daha rahat ve hızlı olmaktadır.

Deprem etkilerine duyarlılık çalışmasında CBS yazılımı kullanılmıştır. Depreme etki ettiği düşünülen parametreler belirlendikten sonra, AHS yöntemi vasıtası ile dikkate alınan parametrelerin birbiri ile olan ilişkileri değerlendirilerek her bir katmana ait ağırlık değerleri elde edilmiştir. Her bir parametrenin içerdiği alt özellikler de yine AHS yöntemi ile analiz edilerek ağırlık değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen ağırlık değerleri, ArcGIS yazılımında, deprem risk analizi için dikkate alınan parametrelerin sayısal haritalarına aktarılacak suretiyle yeniden sayısal haritalar üretilmiştir. ArcGIS yazılımı aracılığıyla, ağırlık değerleri atanan sayısal haritalar uygun çakıştırma yöntemleri kullanılarak analiz edilerek, inceleme

alanı için AHS yöntem ile deprem etkilerine duyarlılık haritası elde edilmiştir. Elde edilen heyelan duyarlılık haritasında, problemlili alanlar sayısal olarak görülebilmektedir.

3.2.1. Materyal ve Yöntem

3.2.1.1. Materyal

Bu tez çalışması kapsamında yapılan Deprem Etkilerine Duyarlılık değerlendirmesi, hem uluslararası hemde ulusal kaynaklardan elde edilen veriler dikkate alınarak yapılmıştır. Bu veriler; litoloji, fay hatlarına uzaklık, en büyük yer ivmesi katsayısı(a_{max}), yer şekilleri, yamaç eğimi, dinamik elastik jeofizik mühendisliği parametreler (boyuna- V_p ve enine dalga- V_s hızları, V_p/V_s hız oranları, 30 m derinlik için ortalamada kayma dalgası hızı- V_{s30}) parametreleridir. Bu parametrelere ait haritaların elde edilmesinde farklı kaynaklardan yararlanılmıştır. Tablo 2’de veri türü, veri kaynağı ve üretilen veriler gösterilmektedir. Çalışmada haritalarının elde edilmesinde ve üretilen haritaların analizlerinde CBS yazılımlarından ArcGIS yazılımı kullanılmıştır.

3.2.1.2. Yöntem

Çalışma alanı için Deprem Etkilerine Duyarlılık haritalarının elde edilmesi amacıyla AHS yöntemi uygulanmıştır. Deprem Etkilerine Duyarlılık değerlendirmesi için parametreler belirlendikten sonra, kullanılacak olan parametrelerin birbirileri ile olan önem puanları verilerek birbirleri ile ilişkisini gösteren ilişki tablosu AHS yöntemi vasıtası ile elde edilmiştir. AHS yöntemi ile değerlendirme yaparken irdelenen konuya bağlı olarak ilişkili parametreler belirlenmektedir. Deprem etkilerine duyarlılık değerlendirmesi konusu ele alındığından, depreme etki edebileceği düşünülen parametreler seçilmiştir. Bu parametreler belirlendikten sonra, parametrelerin birbirlerine göre önem dereceleri AHS yöntemi ile değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme yapılırken, belirlenmiş olan parametrelerin deprem etkisi dikkate alınarak önem sırasına göre puan değerleri verilmiştir. Bu kapsamda tez çalışmasında, fay hatlarına uzaklığın diğer parametrelere göre daha önemli bir kriter olarak değerlendirilmiştir. Fay hatlarına uzaklık parametresinden sonra ikincil öneme sahip parametre olarak V_{s30} hızı dikkate alınmıştır. Üçüncül öneme sahip parametre ise a_{max}

olarak ifade edilen maksimum yer ivmesidir. Bu şekilde parametrelerin kendi aralarındaki önem dereceleri ve ağırlıkları hesaplandıktan sonra, herbir parametrenin alt kriterle içinde aynı işlem yapılmıştır.

Deprem Etkilerine Duyarlılık Haritalarının elde edilmesi için kullanılacak her bir parametre için yine AHS yöntemi ile belli kriterler dikkate alınarak önem puan değerlerini gösteren ilişki tabloları elde edilmiştir. Her katman ve parametrenin kendi içindeki ağırlık değerlerini içeren matris hesaplamaları aşağıda sunulduğu şekildedir.

Tablo 17. Katmanların birbirileri ile önem puanlarını gösteren AHS tablosu

Kriterler	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	Ağırlıklar
(1) Fay Hatlarına Uzaklık	1							0.36
(2) Litoloji	1/7	1						0.04
(3) Amax	1/5	8	1					0.20
(4) V_{s30}	1/8	7	5	1				0.21
(5) V_p/V_s	1/7	6	1/3	1/3	1			0.09
(6) Eğim	1/6	5	1/5	1/4	1/3	1		0.05
(7) Yer şekilleri	1/5	1/3	1/9	1/5	1/4	3	1	0.05
Tutarlılık Oranı	0.073							

3.2.2. Deprem Etkilerine Duyarlılık Haritaları İçin Tasarlanan Parametreler

3.2.2.1. Fay Hatlarına Olan Uzaklık (Km)

Bunun için, Çalışma Alanının 100 km çapını göreceğ şekilde çalışma alanı çevresinde ki faylar ArcGIS ortamında çizilerek hazırlanmıştır. Çalışma alanı çevresinde belirlenen çaptaki geçmiş yıllarda meydana gelmiş depremler AFAD'ın deprem kayıtları verisinden girilerek elde edilmiştir. Enlem ve Boylam değerleri belli, magnitüde değeri 4 ve üzerinde ki depremler noktasal olarak ArcGIS ortamına aktarılmıştır. Sayısal ortamda çalışma alanı çevresinde noktasal olarak konumlarını gözlemleyebildiğimiz bu değerler kullanılarak ve çalışma alanı çevresinde çizgisel fay hattı dikkate alınarak ArcGIS ortamında yakınlık analizi yapılmıştır.

Yakınlık Analizi neticesinde her bir noktasal deprem konumlarının fay hattına olan mesafeleri elde edilmiştir. 18 Mart 2018 tarihli, Türkiye Bina Ve Deprem Yönetmeliği

kapsamında fay hatlarına uzaklığın değerlendirilmesi anlamında faya yakınlık katsayısı dikkate alınarak bir sınıflandırma yapılmıştır. Bu sınıflama aşağıda gösterilen şekildedir;

Tablo 18. Fay hatlarına km cinsinden uzaklıklar ve AHS ile atanan puan ve ağırlık değerleri

Kriterler (Km)	0-15	15-25	25-50	>50	Ağırlıklar	Dönüştürülmüş Ağırlıklar
0-15	1				0.06	1.2
15-25	2	1			0.11	1
25-50	5	4	1		0.28	0.8
>50	7	5	3	1	0.55	0.5
Tutarlılık Oranı	0.0074					

18 Mart 2018 tarihli, Bina Ve Deprem Yönetmeliği Madde 2.3.3 Faya Yakınlık Katsayısı şu şekilde açıklanmıştır.

Mesafesi on beş kilometreden küçük olan faylar ($L_f < 15$ km) için faya yakınlık katsayısı **1,2** olarak önerilmektedir. Faya yakınlığı 15 km ile 25 km arasında olması durumunda ($15\text{km} < L_f \leq 25\text{km}$), faya yakınlık katsayısı için şu formül ile hesaplanması öngörülmüştür.

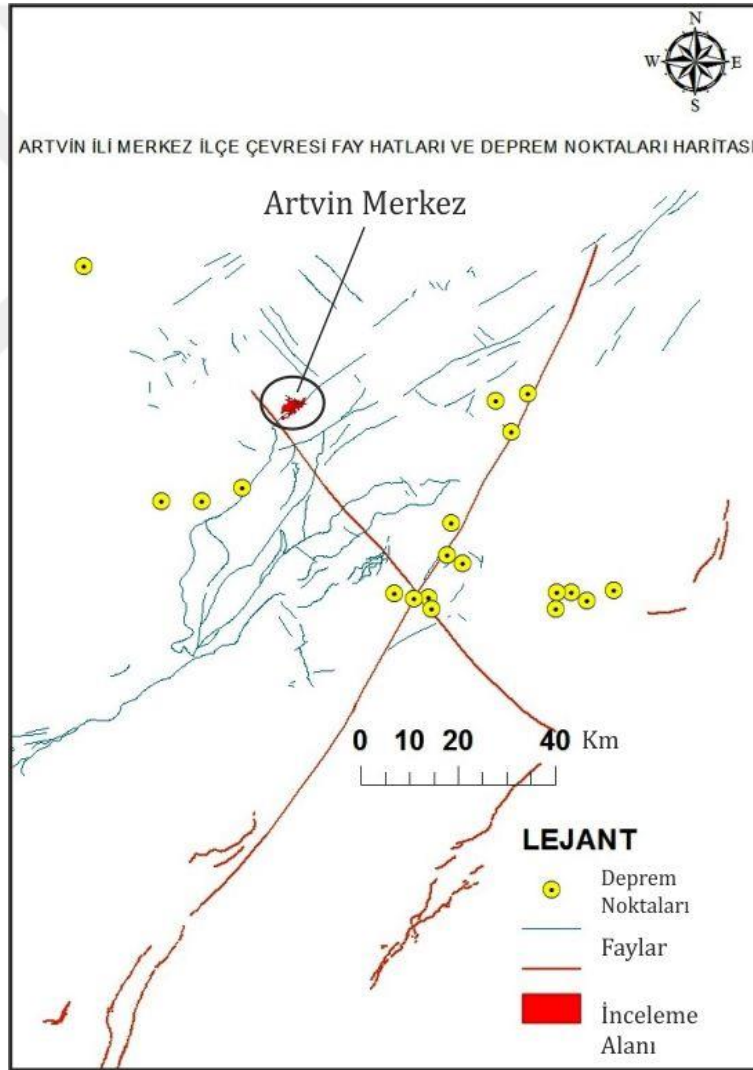
$$\lambda_f = 1,2 - 0,02(L_f - 15) \quad (3)$$

Deprem Yönetmeliğinde öngörülen formüller kullanılarak belirlenmiş olan dönüştürülmüş ağırlıklar yukarıda ki tabloda sunulmaktadır. Çalışma alanının 100 km merkez çaplı çemberi içinde kalan faylar çizilerek ArcGIS ortamına aktarılmıştır.

Çalışma alanı çevresinde meydana gelmiş olan büyüklüğü 4 ve üzerindeki depremler AFAD deprem kayıtları verisinden koordinatlı bir şekilde alınarak ArcGIS ortamına aktarılmıştır. 4 büyüklüğünde ve daha büyük depremler nokta olarak aktarıldıktan sonra, bu noktalara en yakın deprem üreten çizgisel bir fay yeniden ArcGIS ortamında çizilerek değerlendirmeye alınacak olan potansiyel fay belirlenmiştir. Aşağıdaki haritada sarı noktalar daha evvel meydana gelmiş olan 4 ve >4 depremleri göstermektedir. ArcGIS ortamında yakınlık analizi yapılarak her bir noktanın, belirlenmiş olduğumuz potansiyel depremi tetikleyen çizgisel faya olan uzaklıkları belirlenmiştir. Deprem yönetmeliğinde belirlenmiş olan yakınlık sınıfları dikkate alınarak, yapmış olduğumuz yakınlık analizi neticesindeki mesafe değerleri uygun sınıflara düşecek şekilde öznitelik tablosunda yeni bir tablo

oluşturulmuştur. Dönüştürülmüş ağırlıklar uygun sınıf değerlerine atanarak raster veri formatında harita elde edilmiştir.

Fay hatlarına (km) cinsinden uzaklıklar AHS yöntemi ile değerlendirilerek ağırlıklı değerler elde edilmiştir. Ağırlıklı değerler elde edildikten sonra, 18 Mart 2018 tarihli, Türkiye Bina ve Deprem Yönetmeliği Madde 2.2.3'e göre faya yakınlık katsayıları formülize edilerek yeni ağırlık değerlerine dönüştürülmüştür. Faya yakınlık mesafeleri ve dönüştürülmüş ağırlık değerleri, elde ettiğimiz raster haritada ki öznetelik tablosuna aktarılmıştır. ArcGIS yazılımı kullanılarak, interpolasyon yöntemlerinden krigging yöntemi ile analiz edilerek raster formatında faya yakınlık haritası elde edilmiştir.

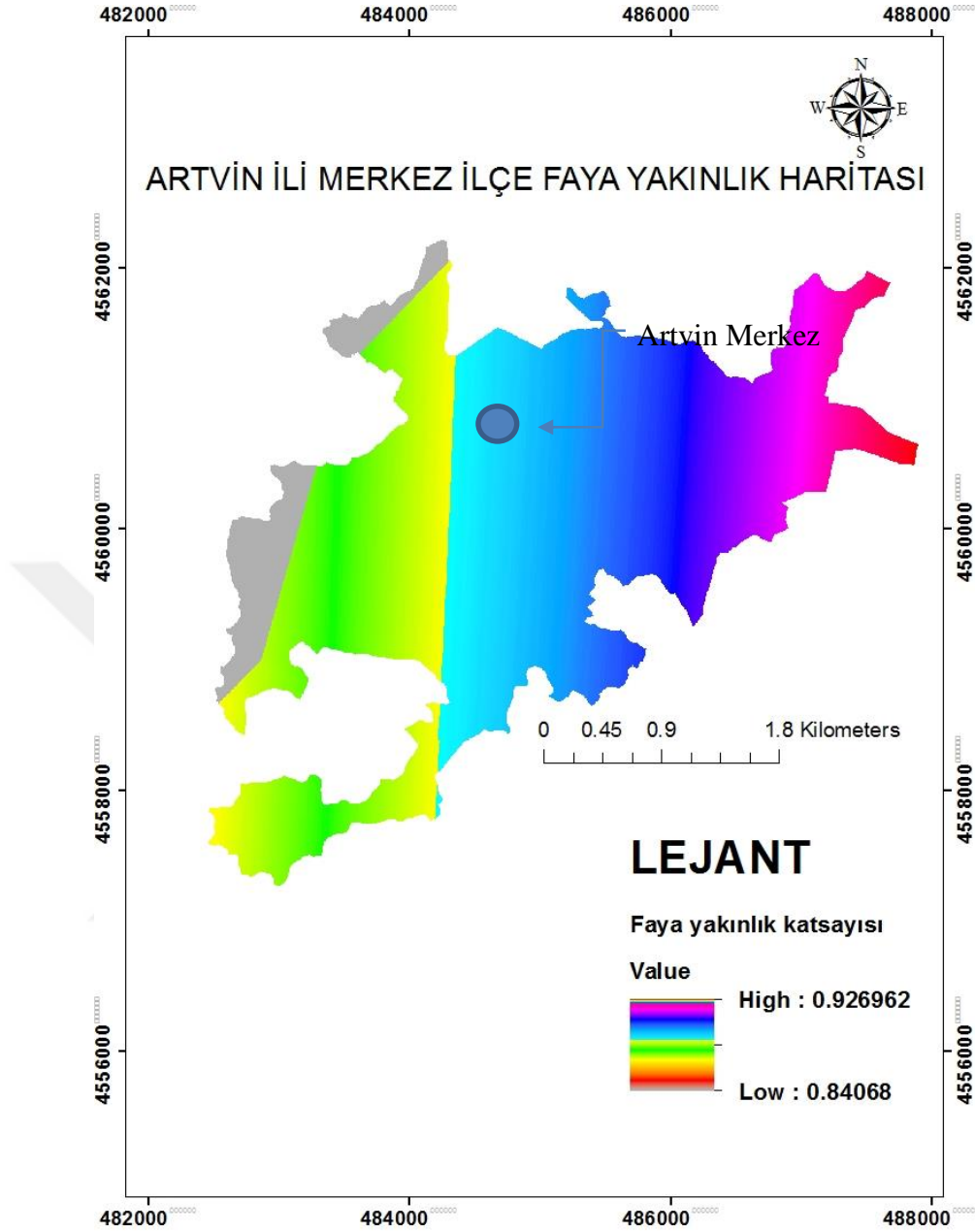


Şekil 21. Çalışma alanı çevresindeki fay hatları ile noktasal verileri gösteren harita

Haritada gösterilen noktasal veriler çalışma alanı civarında meydana gelmiş magnitüt değeri 4 ve 4'ten büyük depremleri göstermektedir.

Tablo 19. ArcGIS ortamında faya yakınlık mesafeleri ve atanan ağırlık değerlerini gösteren öznitelik tablosu

Katman Adı	YAKINLIK MESAFESİ(km)	AGIRLIK DEĞERİ
Deprem Lokasyon	93.67	0.5
Deprem Lokasyon	55.19	0.5
Deprem Lokasyon	34.28	0.8
Deprem Lokasyon	25.77	0.8
Deprem Lokasyon	42.00	0.8
Deprem Lokasyon	30.48	0.8
Deprem Lokasyon	26.86	0.8
Deprem Lokasyon	47.81	0.8
Deprem Lokasyon	24.13	1
Deprem Lokasyon	6.25	1.2
Deprem Lokasyon	12.54	1.2
Deprem Lokasyon	4.50	1.2
Deprem Lokasyon	2.62	1.2
Deprem Lokasyon	1.73	1.2
Deprem Lokasyon	4.242	1.2
Deprem Lokasyon	0.78	1.2
Deprem Lokasyon	0.92	1.2
Deprem Lokasyon	4.03	1.2
Deprem Lokasyon	0.19	1.2



Şekil 22. Kriging yöntemi ile elde edilen faya yakınlık raster haritası

3.2.2.2. Litoloji

Her bir Litolojik birimin farklı davranışlar sergilediği düşünüldüğünde deprem tehlikesi açısından da dikkate alınması gerektiğine karar verildi. Kitlelerin dengesinde litoloji önemli bir kriterdir. Bu manada, kayaçların bileşiminde yer alan tanelerin boyutu, şekli, dizilimleri önemlidir. Farklı litolojik birimlerin farklı fiziksel ve mekanik özelliklerde göstermektedirler. Kayaçlardaki porozite, boşluk oranı gibi fiziksel özellikler duyarlılık

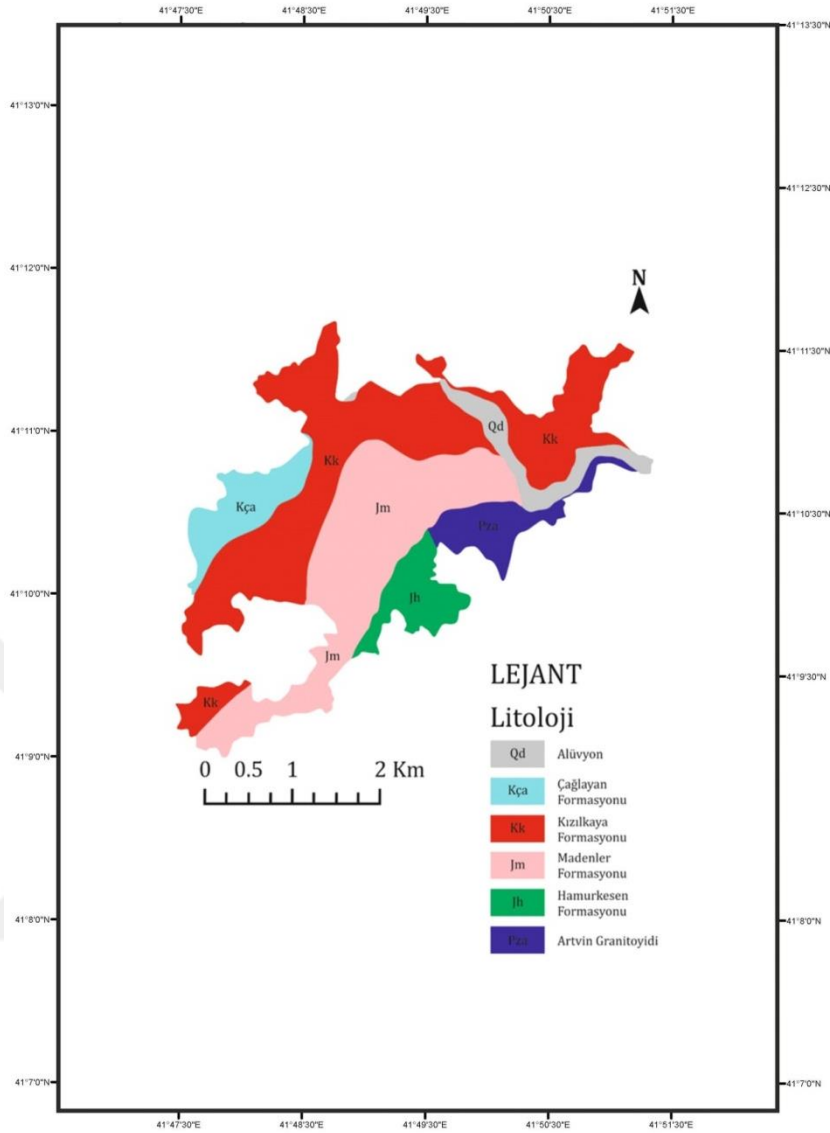
bakımından önemlidir. Kayaçların içerdikleri mineraller ve bu minerallerin göstermiş olduğu farklı davranışlar bu kapsamda duyarlılık bakımından önem arz etmektedir.

Artvin Deriner Barajı sağ ve sol sahillerindeki yamaçlar kayaç türü olarak granit ve granodiyoritlerden oluşmaktadır. Granit bileşiminde Feldispat olarak isimlendirilen mineral grubu ihtiva etmektedir. Feldispat su ile reaksiyona girerek killeşme özelliği göstermektedir. Deriner Barajı sağ ve sol sahil yamaçlarda yapılan enjeksiyon çalışmalarında bu litolojik özellik dikkate alınarak, enjeksiyon çalışmaları bir metodoloji dahilinde kapsamlı olarak ele alınarak uygulanmıştır. Dolayısıyla litoloji parametresinin deprem etkilerine duyarlılık çalışmasında kullanılmasına karar verilmiştir.

İller Bankası Anonim Şirketi Mekânsal Planlama Daire Başkanlığının çalışma alanında yapmış olduğu Jeofizik ölçümlere bakıldığında her bir litolojik birimde ölçülen değerlerin farklılık gösterdiği görülmektedir. Ancak sismik hızlar farklı litolojilerde aynı değer aralıklarında olabilmektedir. Litoloji parametresi için AHS ile elde edilen değerler aşağıda ki tabloda sunulmaktadır.

Tablo 20. Jeolojik formasyonlar ve AHS ile atanan puan ve ağırlık değerleri

Kriterler	Jm	Jh	Kk	Kça	Pza	Qal	Qd	Ağırlık
Jm	1.00							0.02
Jh	3	1.00						0.03
Kk	5	3	1.00					0.06
Kça	6	5	2	1.00				0.11
Pza	7	7	3	2	1.00			0.13
Qal	9	9	7	5	3	1.00	1.00	0.32
Qd	9	9	7	5	3	1.00	1.00	0.32
Tutarlılık Oranı	0.085							



Şekil 23. Çalışma alanı litoloji haritası

3.2.2.3. Maksimum Yer İvmesi

Deprem etkilerine duyarlılık değerlendirmesinde inceleme alanı için dikkate alınan bir diğer parametre maksimum yer ivme değeridir. Depreme karşı dayanıklı yapıların ve işletmelerin gerekli şekilde tasarlanabilmesi için, yapı ve tesislerin maruz kalacakları yer sarsıntı düzeyinin hesap edilmesi gerekmektedir. Bir bölgede ki deprem tehlikesini ve buna bağlı olarak meydana gelebilecek deprem riskini gösteren en önemli etkenlerden biri, yer hareket ivmesidir. Buna karşılık Magnitüd depremin büyüklüğünü tanımlayan bir ölçü olması ile birlikte, bir bölgede ki deprem tehlikesinin belirlenmesinde tek başına bir ölçüt olarak değerlendirilmemektedir. Bu sebeple, bir depremin yeryüzünün herhangi bir

noktasında meydana getireceği en büyük yer ivme değerini veren zemin hareketi azalım ilişkilerine gereksinim vardır.

(Ulutaş vd.2003)'a göre; deprem kaynağından çalışma alanına olan uzaklığına bağlı olduğunu ifade etmişler ve ivme azalım ilişkisi olarak adlandırmışlardır.

İller Bankası Anonim Şirketi, Mekânsal Planlama Daire Başkanlığının, Artvin Merkez İmar Planına esas kapsamlı Jeolojik-Jeoteknik etüt raporunda, koordinatları verilen sismik kaynaklar dikkate alınarak sismik kaynakların inceleme alanına uzaklıkları hesaplanmıştır. Koordinatları, enlem ve boylam dereceleri şeklinde verilen sismik kaynaklar ArcGIS ortamına uygun dönüşüm parametreleri uygulanarak aktarıldıktan sonra, ArcGIS yazılımı vasıtasıyla sismik kaynakların inceleme alanına uzaklıkları, yakınlık analizi ile hesaplanmıştır. Çalışma alanını merkez kabul eden 100 km çaplı çember içinde kalan sismik kaynakların inceleme alanına uzaklıkları (km) olarak belirlendikten sonra PGA (maksimum yer ivme) değeri her bir sismik kaynağın, inceleme alanına uzaklığına göre hesaplanmıştır. İller Bankası Mekânsal Planlama Daire Başkanlığının inceleme alanı için hazırlamış olduğu raporda, sismik kaynaklar inceleme alanına uzaklığına göre üç gruba ayrılarak 7.4 büyüklüğünde olabilecek depremler için farklı pik ivme değerleri önerilmiştir. Sismik kaynakların çalışma alanına uzaklıkları dikkate alınmış, fakat herhangi bir matematiksel hesaplama yapılmaksızın, kaynakların uzaklığına göre PGA değeri önerilmiştir. Buradan yola çıkılarak, bu tez çalışmasında sismik kaynakların inceleme alanına uzaklıkları ve depremin magnitüt büyüklüğü dikkate alınarak matematiksel bir denklem ile PGA değerleri hesaplanmıştır.

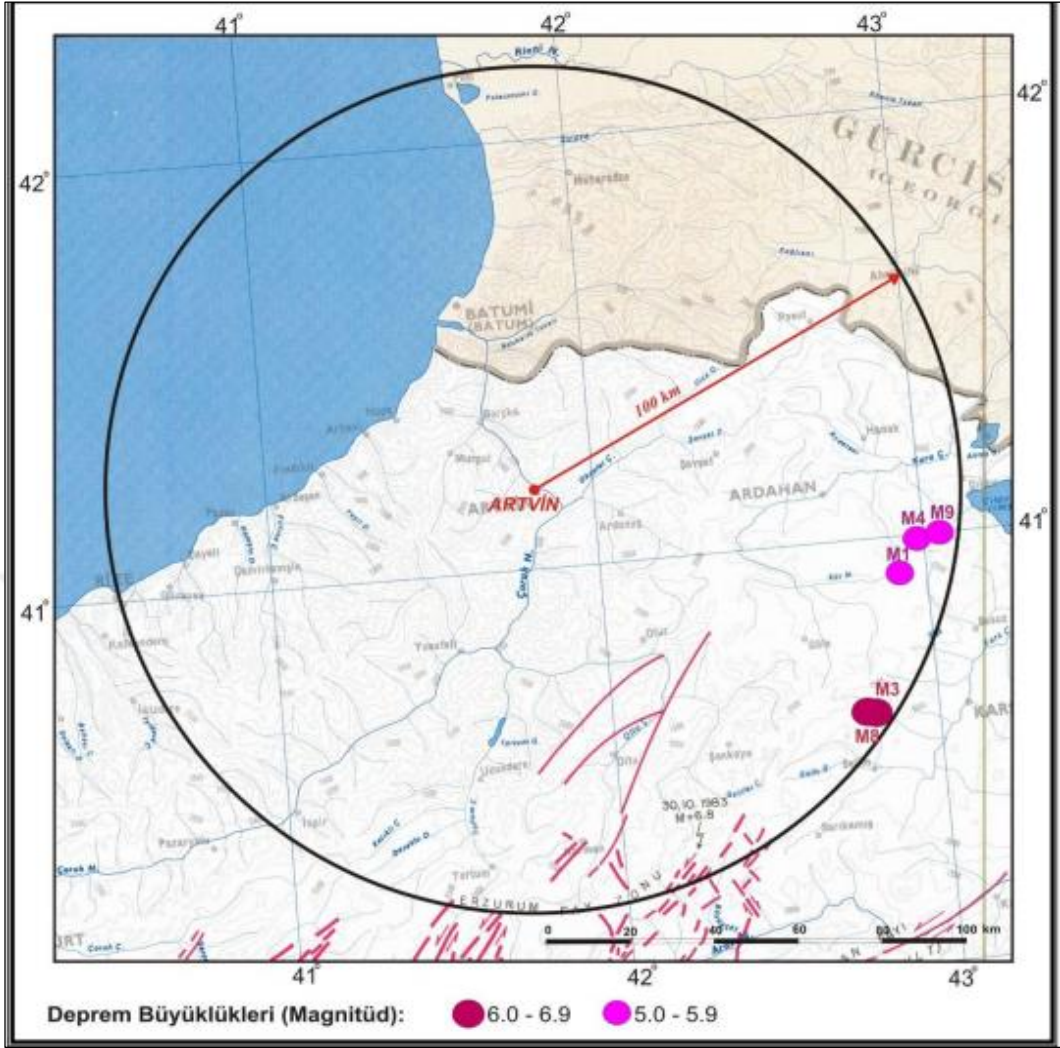
İnan vd (1996) pik ivme değerinin hesaplanması için matematiksel bir denklem önermiştir.

$$\text{LogPGA} = 0.65 * M - 0.9 * \text{logR} - 0.44 \quad (4)$$

PGA değerinin hesaplanmasında, İnan vd (1996) 'nın önerdiği yukarıda verilen matematiksel hesaplama denklemi dikkate alınmıştır. Formülde, (M) moment Magnitüd değerini, PGA, hesaplanacak pik ivme değerini, (R) ise km olarak mesafeyi göstermektedir. Yakınlık mesafeleri tablo 22'da gösterilen sismik kaynak noktaları için pik ivme değerleri formüle göre hesaplanmıştır. Koordinatları Tablo 21'de verilen sismik kaynakların inceleme alanına uzaklıkları ArcGIS yazılımında yakınlık analizi ile elde edilmiştir. ArcGIS yazılımında, maksimum yer ivme parametresinin öznitelik tablosuna, inceleme alanına

yakınlık mesafelerine göre hesaplanan pik ivme değerleri atanmıştır. Pik ivme değerleri ArcGIS ortamında girildikten sonra, yine ArcGIS ortamında interpolasyon yöntemlerinden biri olan Kriging ve Idw yöntemleri ile analiz edilmiştir. Maksimum yer ivme değerleri dağılımını ihtiva eden raster harita, inceleme alanını içine alacak şekilde ArcGIS ortamında gerekli dönüşüm parametreleri uygulanmıştır. İnceleme alanı pik ivme değerlerini içeren raster harita, deprem etkilerine duyarlılık değerlendirmesinde analiz aşamasında kullanıma hazır hale getirilmiştir. İnceleme alanı için maksimum yer ivme değerinin hesaplanmasında, 7.4 büyüklüğünde olabilecek depremlere göre değerlendirme yapılmıştır. Bu nedenle, Magnitüt büyüklüğü olarak 7.4 değeri seçilmiştir.

1 Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe giren, Türkiye deprem tehlike haritasında en büyük yer ivme değerleri, iller bazında sunulmaktadır. Haritadaki pik ivme değerlerine bakıldığında Artvin İli için hesaplanan pik ivme değerinin 0.1g ile 0.2 g arasında bir değer olduğu görülmektedir. Bu pik ivme değerine göre Artvin İli deprem tehlikesi bakımından düşük tehlike aralığında kalmaktadır. Ancak İlin Güney Doğusunda, Doğu Anadolu fay hattı üzerinde ve Kuzey Anadolu fay hattı üzerinde, Erzincan, Bingöl, Muş ve Erzurum İlleri yer almaktadır. Artvin her nekadarda deprem tehlikesi bakımından düşük tehlike aralığında yer alsada, yukarıda bahsedilen İller göz önüne alındığında, inceleme alanı için 7.4 büyüklüğünde depremler için pik ivme değerlerinin hesaplanmasına karar verilmiştir. Buna ilaveten, 7.4 büyüklüğünde bir depremin yaratacağı maksimum yer ivme değeri görülmek istenmiştir. Moment magnitüd ölçeğine göre 7.2M_w büyüklüğündeki deprem ülkemizde 2011 yılında Van depremi olarak kayıtlara geçmiştir. Dolayısıyla bu çalışmada 7.4 büyüklüğünde meydana gelebilecek depremler için maksimum yer ivme değerlerinin hesaplanmasına ve deprem etkilerine duyarlılık değerlendirmesinde kullanılmasına karar verilmiştir.



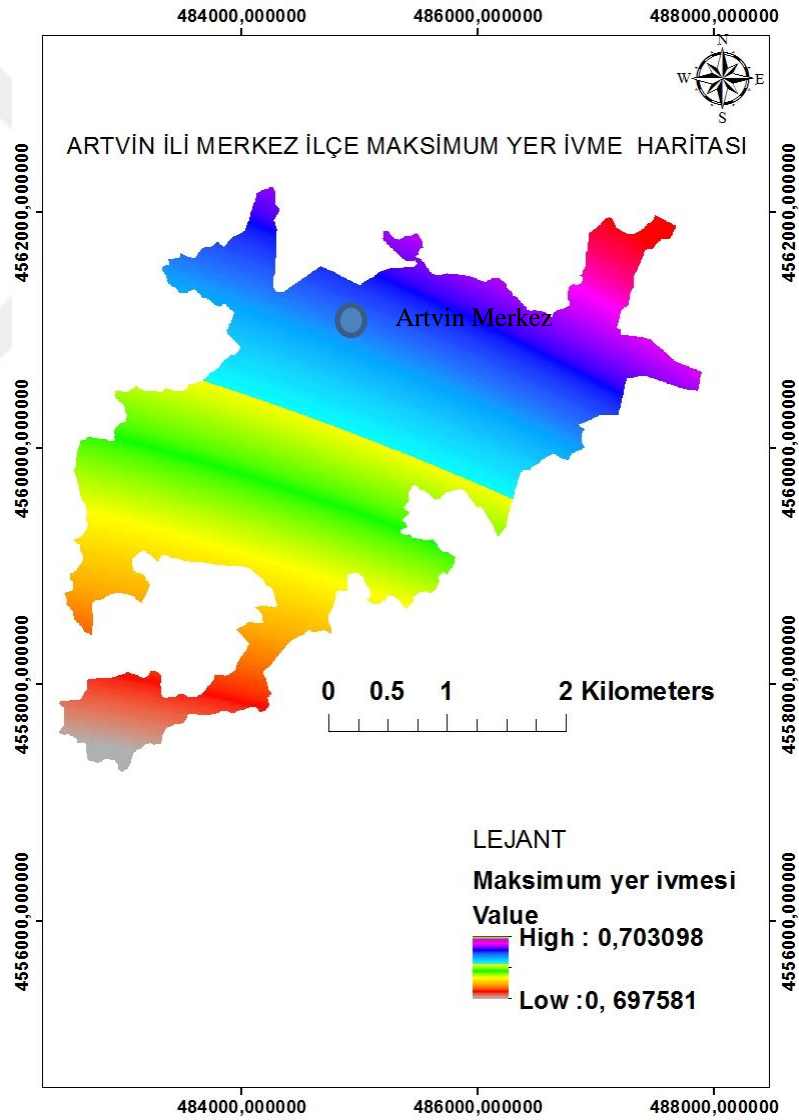
Şekil 24. Çalışma alanında yer alan noktasal ($M \geq 5.0$) ve çizgisel kaynakların konumu

Tablo 21. Çalışma alanı ve çevresinde tespit edilen noktasal özellikteki sismik kaynaklar

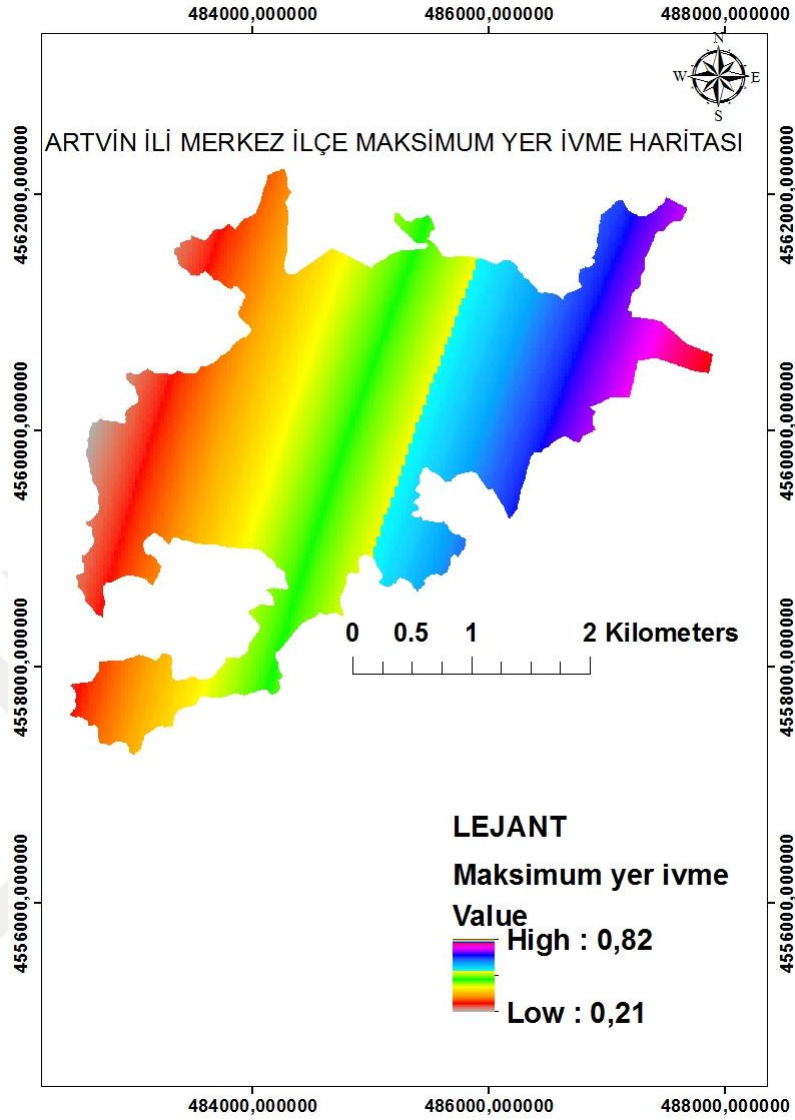
Sismik Kaynak	Tarih	Koordinat	Δ (km)	M_s	Kaynak
M1	11.09.1900	40.82N-42.12E	90	5,1	Ambraseys,1996
M2	7.1902	41,00N-39,70E	103	5,1	Gencoglu vd. 1990
M3	28.12.1906	40.50N-42.00E	95	6,0	Gencoglu vd. 1990
M4	8.01.1919	40,90N-42.20E	94	5,2	(ALSAN)
M5	30.06.1925	41.50N-40.50E	64	5,0	Gencoglu vd. 1990
M6	31.07.1931	41,50N-40.00E	96	5,6	GUTE
M7	7.03.1937	41.00N-39.70E	103	5,1	Gencoglu vd. 1990
M8	15.04.1960	40,50N-42.00N	95	6,0	Gencoglu vd. 1990
M9	18.09.1984	40,90N-42.23E	97	5,5	ISC

Tablo 22. Sismik kaynakların (M1-M9) inceleme alanına uzaklıkları ve buna karşılık hesaplanan pik ivme değerleri tablosu

Katman	NOKTA ADI	a_{max}	YAKINLIK MESAFESİ(km)
Sismik Kaynak Noktası	1	0.75	45.32
Sismik Kaynak Noktası	2	0.81	42.43
Sismik Kaynak Noktası	3	0.77	44.20
Sismik Kaynak Noktası	4	0.31	74.18
Sismik Kaynak Noktası	5	0.31	74.18
Sismik Kaynak Noktası	6	0.22	176.57
Sismik Kaynak Noktası	7	0.33	114.10
Sismik Kaynak Noktası	8	0.25	154.38
Sismik Kaynak Noktası	9	0.22	176.57



Şekil 25. Çalışma alanı maksimum yer ivme haritası (Idw)



Şekil 26. Çalışma alanı maksimum yer ivme haritası (Kriging)

3.2.2.4. Deprem Etkilerine Duyarlılık Değerlendirmesinde V_{s30} Hızı

Çalışma alanı Deprem Etkilerine Duyarlılık değerlendirme amacıyla yapılan duyarlılık haritaları için dikkate alınan parametrelerden bir diğeri ise V_{s30} hız değerleridir. İller Bankası Anonim Şirketi, Mekânsal Planlama Daire Başkanlığının, Artvin Merkez İmar Planına esas kapsamlı Jeolojik-Jeoteknik etüt raporunda, çalışma alanında yapılan jeofizik ölçümlerden bir tanesi de V_{s30} hız değerleridir.

Çalışma alanında 101 noktada ölçümler yapılarak farklı litolojilerde V_{s30} hız değerleri elde edilmiştir. 18 Mart 2018 tarihli, Türkiye Bina Ve Deprem Yönetmeliği

kapsamında zemin sınıfları dikkate alınarak, ölçümler ile elde edilen hız değerlerinin hangi zemin sınıfına düştüğü belirlenerek tablo elde edilmiştir.

Tablo 23. Zemin sınıfları ve AHS ile atanan puan ve ağırlık değerler tablosu

Kriterler (m/sn)	ZA	ZB	ZC	ZD	ZE	Ağırlıklar	Zemin Sınıfları ve hız değerleri (m/sn)
ZA	1					0.03	ZA(>1500)
ZB	3	1				0.06	ZB(760-1500)
ZC	5	3	1			0.13	ZC(360-760)
ZD	7	6	2	1		0.24	ZD(180-360)
ZE	9	8	6	3	1	0.52	ZE(<180)
Tutarlılık Oranı	0.077						

Çalışma alanında jeofizik ölçümler neticesinde elde edilen hız değerleri CBS ortamına aktarılmıştır. Bu sayede çalışma alanında ölçülen hız değerleri öz nitelik değerleri sayısal ortamda okunabilmektedir. V_s30 değerleri öz nitelik tablosunda, 18 Mart tarihli, bina ve deprem yönetmeliğinde izah edilen zemin sınıfları dikkate alınarak kendi aralarında beş kategoriye ayrılmıştır. AHS yöntemi ile elde edilen zemin sınıflarına ait ağırlıklar bu kategorilere atanarak, ArcGIS ortamında analiz durumunda kullanılacak duruma getirilmiştir. İçerisinde, 18 Mart 2018 tarihli, Türkiye Bina Ve Deprem Yönetmeliği kapsamında AHS ile elde edilen ağırlıkları ihtiva eden raster haritası bu şekilde elde edilmiştir.

Çalışma Alanında ölçülen V_s30 değerleri aşağıda tablo halinde sunulmaktadır.

Tablo 24. Çalışma alanında ölçülen V_{s30} hız değerleri ve litolojileri gösteren tablo

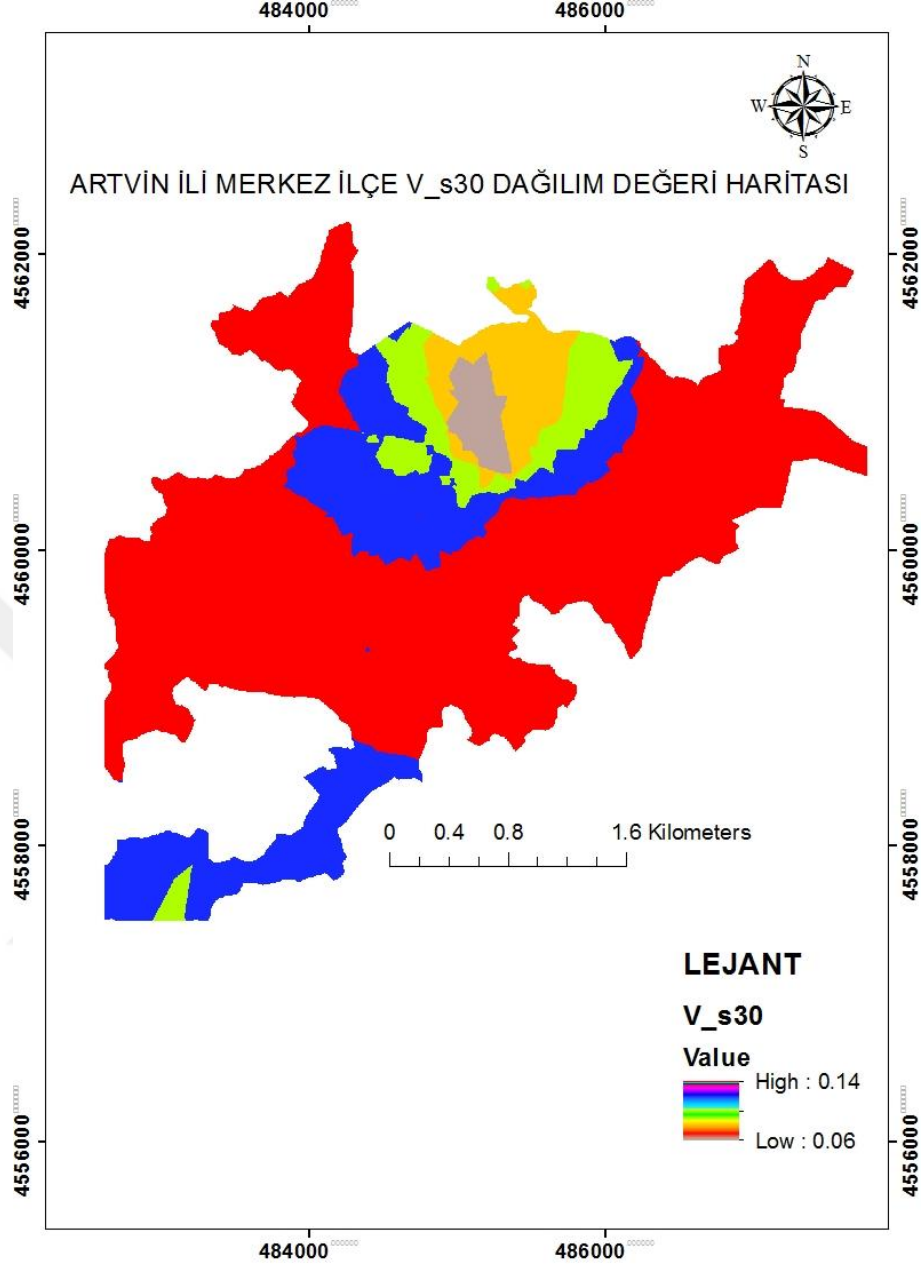
Serim No	V_{s30} (m/sn)	Litoloji_1	Litoloji_2	Formasyon
MASW1	404	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW2	412	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW3	843	Altere Bazalt	Bazalt	Kça
MASW4	627	Altere Bazalt	Bazalt	Kça
MASW5	606	Altere Kumtaşı	Kumtaşı	Jm
MASW6	630	Altere Kumtaşı	Kumtaşı	Jm
MASW7	519	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW8	669	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW9	606	Altere Bazalt	Bazalt	Kça
MASW10	543	Altere Bazalt	Bazalt	Kça
MASW11	599	Altere Kumtaşı	Kumtaşı	Jm
MASW12	599	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW13	615	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW14	369	Altere Bazalt	Bazalt	Kça
MASW15	615	Altere Kumtaşı	Kumtaşı	Jm
MASW16	582	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW17	622	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW18	1097	Altere Kumtaşı	Kumtaşı	Jm
MASW19	589	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW20	549	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW21	642	Altere Bazalt	Bazalt	Kça
MASW22	631	Altere Bazalt	Bazalt	Kça
MASW23	641	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW24	621	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW25	648	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW26	603	Altere Kumtaşı	Kumtaşı	Jm
MASW27	615	Altere Kumtaşı	Kumtaşı	Jm
MASW28	634	Altere Kumtaşı	Kumtaşı	Jm
MASW29	736	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW30	414	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW31	492	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW32	415	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW33	1005	Bazaltik lav	Bazalt	Jh
MASW34	644	Altere Kumtaşı	Kumtaşı	Jm
MASW35	515	Altere Kumtaşı	Kumtaşı	Jm
MASW36	893	Altere Kumtaşı	Kumtaşı	Jm
MASW37	583	Altere Kumtaşı	Kumtaşı	Jm
MASW38	551	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW39	540	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW40	635	Bazaltik lav	Bazalt	Jh
MASW41	662	Altere Kumtaşı	Kumtaşı	Jm

Tablo 24' ün devamı

Serim No	V_s30 (m/sn)	Litoloji_1	Litoloji_2	Formasyon
MASW42	646	Altere Kumtaşı	Kumtaşı	Jm
MASW43	668	Altere Kumtaşı	Kumtaşı	Jm
MASW44	785	Altere Kumtaşı	Kumtaşı	Jm
MASW45	688	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW46	384	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW47	418	Bazaltik lav	Bazalt	Jh
MASW48	511	Altere Kumtaşı	Kumtaşı	Jm
MASW49	605	Altere Kumtaşı	Kumtaşı	Jm
MASW50	631	Altere Kumtaşı	Kumtaşı	Jm
MASW51	519	Altere Kumtaşı	Kumtaşı	Jm
MASW52	787	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW53	597	Bazaltik lav	Bazalt	Jh
MASW54	600	Bazaltik lav	Bazalt	Jh
MASW55	575	Bazaltik lav	Bazalt	Jh
MASW56	675	Altere Kumtaşı	Kumtaşı	Jm
MASW57	576	Altere Kumtaşı	Kumtaşı	Jm
MASW58	581	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW59	958	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW60	548	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW61	418	Bazaltik lav	Bazalt	Jh
MASW62	443	Altere granitoyit	Granitoyit	Pza
MASW63	385	Altere Kumtaşı	Kumtaşı	Jm
MASW64	919	Altere Kumtaşı	Kumtaşı	Jm
MASW65	833	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW66	709	Altere granitoyit	Granitoyit	Pza
MASW67	634	Altere granitoyit	Granitoyit	Pza
MASW68	743	Altere Kumtaşı	Kumtaşı	Jm
MASW69	646	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW70	640	İri bloklu killi siltli çakıl		Qal
MASW71	402	Altere granitoyit	Granitoyit	Pza
MASW72	598	Altere granitoyit	Granitoyit	Pza
MASW73	419	Altere Kumtaşı	Kumtaşı	Jm
MASW74	688	İri bloklu killi siltli çakıl		Qal
MASW75	632	İri bloklu killi siltli çakıl		Qal
MASW76	573	Altere granitoyit	Granitoyit	Pza
MASW77	547	İri bloklu killi siltli çakıl		Qal
MASW78	552	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW79	555	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW80	628	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW81	546	Altere granitoyit	Granitoyit	Pza

Tablo 24' ün devamı

Serim No	V_s30 (m/sn)	Litoloji_1	Litoloji_2	Formasyon
MASW82	638	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW83	492	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW84	537	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW85	537	Altere Bazalt	Bazalt	Kça
MASW86	536	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW87	523	Altere Bazalt	Bazalt	Kça
MASW88	560	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW89	532	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW90	580	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW91	657	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW92	496	Altere Bazalt	Bazalt	Kça
MASW93	621	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW94	939	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW95	402	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW96	543	Altere Bazalt	Bazalt	Kça
MASW97	730	Altere Bazalt	Bazalt	Kça
MASW98	373	Altere Dasit	Dasit	Kk
MASW99	601	Altere Bazalt	Bazalt	Kça
MASW100	552	Altere Bazalt	Bazalt	Kça



Şekil 27. Kriging yöntemi ile elde edilen çalışma alanına ait V_s30 dağılım değeri haritası

İller Bankası Anonim Şirketi, Mekânsal Planlama Daire Başkanlığının, Artvin Merkez İmar Planına esas kapsamlı Jeolojik-Jeoteknik etüt raporunda, çalışma alanında ölçülen V_s30 değerleri dikkate alınmıştır. Çalışma alanımızda kalan bu değerler ArcGIS ortamına sayısal olarak atılarak, çalışma alanında ki sayısal olarak konumları belirlenmiştir. Elde edilen bu hız değerleri, 18 Mart 2018 tarihli, Türkiye Bina Ve Deprem Yönetmeliği

kriterlerine göre sınıflandırma yapılmıştır. Buna göre beş farklı sınıf ve hız değerleri tablosu çıkarılmıştır.

Tablo 25. Deprem yönetmeliğinde ifade edilen zemin sınıfları ve S-dalga hız değerleri

ZA	ZB	ZC	ZD	ZE
>1500m/sn	760-1500	360-760	180-360	<180

Bu sınıflandırma grupları dikkate alınarak, AHS yöntemi ile ağırlıklı değerler elde edilmiştir. Bu sınıflama değerleri ile, daha evvelden ArcGIS ortamına aktardığımız çalışma alanımız V_{s30} tüm değerleri arasında kalan sayısal değerlere AHS yöntemi ile verdiğimiz ağırlıklar girilerek tanımlama yapılmıştır. ArcGIS yazılımı yardımı ile interpolation yönteminden kriging seçilerek analiz yapılmıştır. Çalışma alanında ki hız değerleri ve ağırlıkları ArcGIS yazılımı ile yeniden sınıflandırılarak normalize edilmiş değerler yüzde olarak gösterilmiştir. Çalışma alanında ki bu değerler ve etkileri sayısal ortamda görülebilmektedir.

3.2.2.5. Deprem Etkilerine Duyarlılık Değerlendirmesinde P-dalga Hızının, S-Dalga Hızına Oranı (VP/VS) Parametresi

Tablo 26. Türkiye Bina Ve Deprem Yönetmeliği Zemin sıklık durumu ile AHS yöntemi ile atanan puan ve ağırlık değerleri

Kriterler	Çok gevşek >2.5	Gevşek 2.49-1.87	Sıkı-Katı 1.87-1.71	Katı 1.71-1.50	Sağlam 1.50-1.41	Ağırlıklar
Çok gevşek >2.5	1					0.50
Gevşek 2.49-1.87	1/3	1				0.26
Sıkı-Katı 1.87-1.71	1/2	1/3	1			0.13
Katı 1.71-1.50	1/7	1/2	1/3	1		0.07
Sağlam 1.50-1.41	1/9	1/7	1/2	1/3	1	0.03
Tutarlılık Oranı	0.083					

Tablo 27. ArcGIS 10.3 yazılımına aktarılan Vp/Vs hız değerleri ve AHS ile atanan tehlike katsayıları

Shape	MASW_No	Y:Sağa Koordinat	X: Yukarı Koordinat	Vp/Vs	Zemin_Kaya	Zemin_Ka_1	Risk
Nokta	MASW1	482624	4557702	1.44	Katı	Çok Gevşek	0.03
Nokta	MASW2	482671	4558797	1.33	Sağlam	Çok Gevşek	0.03
Nokta	MASW3	482658	4559211	1.23	Sağlam	Çok Gevşek	0.03
Nokta	MASW4	482665	4559787	1.26	Sağlam	Çok Gevşek	0.03
Nokta	MASW5	482941	4557495	1.57	Katı	Çok Gevşek	0.07
Nokta	MASW6	482945	4557783	1.28	Sağlam	Gevşek	0.03
Nokta	MASW7	482906	4558897	1.25	Sağlam	Gevşek	0.03
Nokta	MASW8	482893	4559363	1.29	Sağlam	Sıkı-Katı	0.03
Nokta	MASW9	482956	4559779	1.29	Sağlam	Gevşek	0.03
Nokta	MASW10	483014	4560188	1.24	Sağlam	Gevşek	0.03
Nokta	MASW11	483314	4557683	1.55	Katı	Gevşek	0.07
Nokta	MASW12	483276	4559281	1.51	Katı	Gevşek	0.07
Nokta	MASW13	483273	4559577	1.56	Katı	Gevşek	0.07
Nokta	MASW14	483248	4560086	1.84	Sıkı-Katı	Çok Gevşek	0.13
Nokta	MASW15	483575	4557848	1.33	Sağlam	Çok Gevşek	0.03
Nokta	MASW16	483568	4559359	1.36	Sağlam	Gevşek	0.03
Nokta	MASW17	483525	4559952	1.56	Katı	Gevşek	0.07
Nokta	MASW18	483858	4557873	1.23	Sağlam	Çok Gevşek	0.03
Nokta	MASW19	483811	4559289	1.52	Katı	Gevşek	0.07
Nokta	MASW20	483783	4559910	1.26	Sağlam	Çok Gevşek	0.03
Nokta	MASW21	483827	4560379	1.86	Sıkı-Katı	Çok Gevşek	0.13
Nokta	MASW22	483929	4560653	2.02	Gevşek	Çok Gevşek	0.26
Nokta	MASW23	483524	4561445	2.15	Gevşek	Çok Gevşek	0.26
Nokta	MASW24	483774	4561348	2.21	Gevşek	Çok Gevşek	0.26
Nokta	MASW25	483902	4561615	2.23	Gevşek	Çok Gevşek	0.26
Nokta	MASW26	484097	4558046	1.79	Sıkı-Katı	Gevşek	0.13
Nokta	MASW27	484132	4558993	1.41	Katı	Çok Gevşek	0.03
Nokta	MASW28	484109	4559543	1.31	Katı	Çok Gevşek	0.03
Nokta	MASW29	484158	4560231	1.29	Sağlam	Çok Gevşek	0.03
Nokta	MASW30	484204	4560734	1.8	Sağlam	Çok Gevşek	0.13
Nokta	MASW31	484168	4561361	1.38	Sağlam	Çok Gevşek	0.03
Nokta	MASW32	484156	4561978	1.31	Katı	Çok Gevşek	0.03

Tablo 27' nin devamı

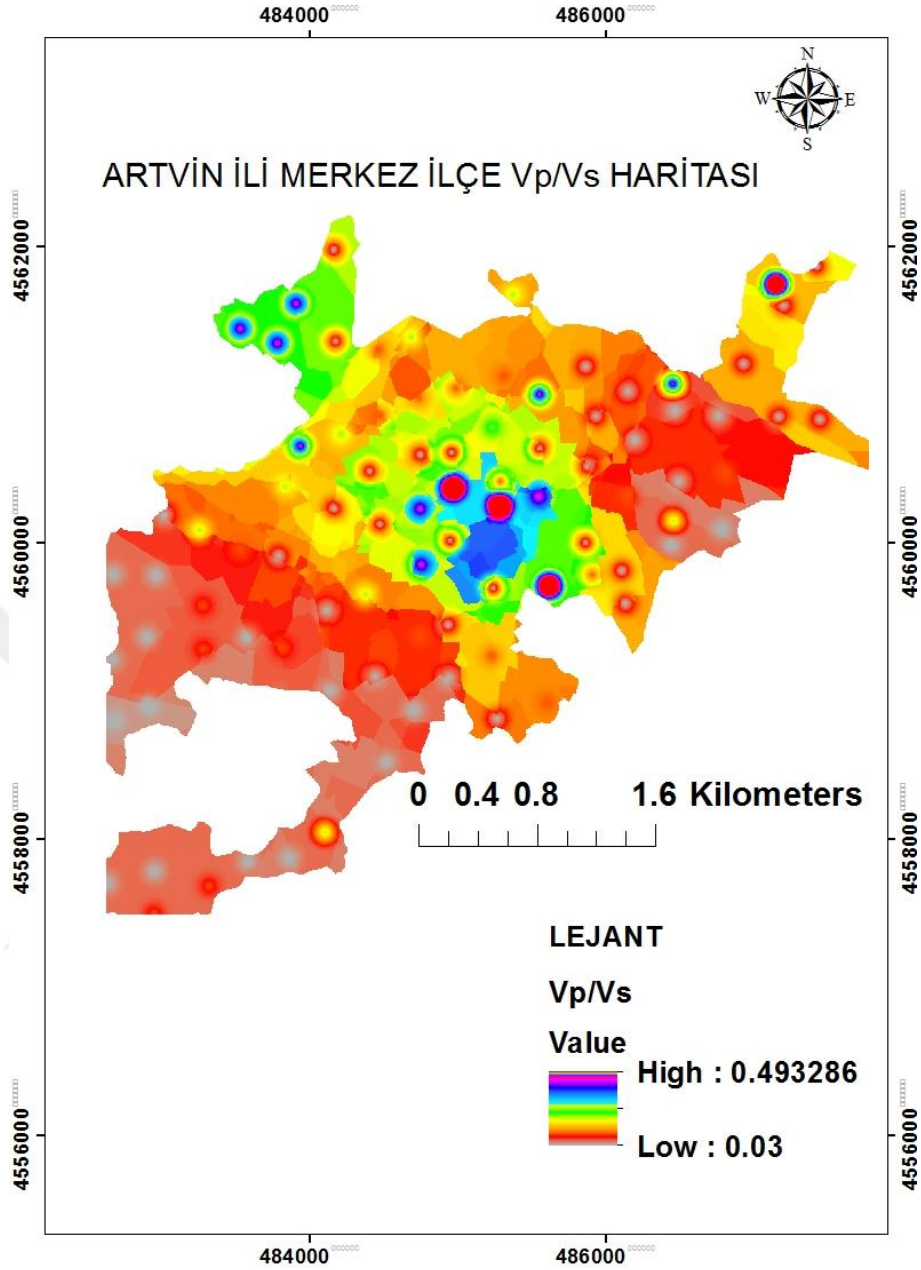
Shape	MASW_No	Y:Sağa Koordinat	X: Yukarı Koordinat	Vp/Vs	Zemin_Kaya	Zemin_Ka_1	Risk
Nokta	MASW33	484511	4558518	1.24	Sağlam	Çok Gevşek	0.03
Nokta	MASW34	484436	4559098	1.23	Sağlam	Sıkı-Katı	0.03
Nokta	MASW35	484368	4559648	1.75	Sağlam	Çok Gevşek	0.13
Nokta	MASW36	484465	4560126	1.27	Sağlam	Çok Gevşek	0.03
Nokta	MASW37	484398	4560484	1.35	Sağlam	Çok Gevşek	0.03
Nokta	MASW38	484467	4560861	1.6	Katı	Çok Gevşek	0.07
Nokta	MASW39	484455	4561302	1.61	Katı	Çok Gevşek	0.07
Nokta	MASW40	484695	4558869	1.27	Katı	Sıkı-Katı	0.03
Nokta	MASW41	484736	4559368	1.61	Sıkı-Katı	Katı	0.07
Nokta	MASW42	484746	4559852	2.05	Sağlam	Gevşek	0.26
Nokta	MASW43	484739	4560230	1.99	Sağlam	Gevşek	0.26
Nokta	MASW44	484739	4560595	1.33	Katı	Gevşek	0.03
Nokta	MASW45	484729	4560979	1.64	Sağlam	Gevşek	0.07
Nokta	MASW46	484680	4561388	1.73	Katı	Çok Gevşek	0.13
Nokta	MASW47	484935	4559089	1.39	Sağlam	Çok Gevşek	0.03
Nokta	MASW48	484928	4559447	1.24	Sıkı-Katı	Gevşek	0.03
Nokta	MASW49	484942	4560014	1.3	Gevşek	Gevşek	0.03
Nokta	MASW50	484962	4560370	2.57	Gevşek	Gevşek	0.5
Nokta	MASW51	484952	4560609	1.31	Gevşek	Gevşek	0.03
Nokta	MASW52	484981	4561041	1.65	Gevşek	Çok Gevşek	0.07
Nokta	MASW53	485258	4558812	1.25	Sıkı-Katı	Sıkı-Katı	0.03
Nokta	MASW54	485222	4559237	1.58	Katı	Çok Gevşek	0.07
Nokta	MASW55	485232	4559694	1.26	Sağlam	Gevşek	0.03
Nokta	MASW56	485277	4560251	2.54	Çok Gevşek	Gevşek	0.5
Nokta	MASW57	485281	4560414	1.62	Katı	Çok Gevşek	0.07
Nokta	MASW58	485227	4560780	1.82	Sıkı-Katı	Çok Gevşek	0.13
Nokta	MASW59	485306	4561125	1.62	Katı	Çok Gevşek	0.07
Nokta	MASW60	485366	4561677	1.76	Sıkı-Katı	Çok Gevşek	0.13

Tablo 27' nin devamı

Shape	MASW_No	Y:Sağa Koordinat	X: Yukarı Koordinat	Vp/Vs	Zemin_Kaya	Zemin_Ka_1	Risk
Nokta	MASW61	485596	4558921	1.52	Katı	Çok Gevşek	0.07
Nokta	MASW62	485610	4559708	2.73	Çok Gevşek	Çok Gevşek	0.5
Nokta	MASW63	485538	4560313	1.96	Gevşek	Çok Gevşek	0.26
Nokta	MASW64	485542	4560637	1.26	Sağlam	Çok Gevşek	0.03
Nokta	MASW65	485545	4561002	2.1	Gevşek	Çok Gevşek	0.26
Nokta	MASW66	485902	4559784	1.52	Katı	Katı	0.07
Nokta	MASW67	485856	4560001	1.36	Sağlam	Gevşek	0.03
Nokta	MASW68	485867	4560516	1.26	Sağlam	Katı	0.03
Nokta	MASW69	485926	4560855	1.27	Sağlam	Çok Gevşek	0.03
Nokta	MASW70	485858	4561190	1.27	Sağlam	Sıki-Katı	0.03
Nokta	MASW71	486125	4559590	1.41	Katı	Çok Gevşek	0.03
Nokta	MASW72	486101	4559812	1.29	Sağlam	Gevşek	0.03
Nokta	MASW73	486140	4560306	1.55	Katı	Çok Gevşek	0.07
Nokta	MASW74	486190	4560693	1.27	Sağlam	Sıki-Katı	0.03
Nokta	MASW75	486142	4561023	1.26	Sağlam	Gevşek	0.03
Nokta	MASW76	486436	4559989	1.27	Sağlam	Katı	0.03
Nokta	MASW77	486449	4560148	1.72	Sıki-Katı	Katı	0.13
Nokta	MASW78	486486	4560415	1.33	Sağlam	Katı	0.03
Nokta	MASW79	486461	4560891	1.33	Sağlam	Katı	0.03
Nokta	MASW80	486445	4561073	1.41	Katı	Çok Gevşek	0.03
Nokta	MASW80	485222	4559237	2.09	Gevşek	Çok Gevşek	0.26
Nokta	MASW81	486774	4560090	1.38	Sağlam	Katı	0.03
Nokta	MASW82	486797	4560469	1.69	Katı	Sağlam	0.07
Nokta	MASW83	486753	4560856	1.46	Katı	Sağlam	0.03
Nokta	MASW84	486924	4561208	1.44	Katı	Katı	0.03
Nokta	MASW85	486456	4562302	1.54	Katı	Katı	0.07
Nokta	MASW86	486878	4562171	1.3	Sağlam	Katı	0.03
Nokta	MASW87	486880	4562584	1.36	Sağlam	Katı	0.03

Tablo 27' nin devamı

Shape	MASW_No	Y:Sağa Koordinat	X: Yukarı Koordinat	Vp/Vs	Zemin_Kaya	Zemin_Ka_1	Risk
Nokta	MASW88	487161	4560850	1.24	Sağlam	Katı	0.03
Nokta	MASW89	487194	4561603	1.47	Katı	Sıkı-Katı	0.03
Nokta	MASW90	487438	4560833	1.41	Katı	Sıkı-Katı	0.03
Nokta	MASW91	487143	4562082	1.29	Sağlam	Çok Gevşek	0.03
Nokta	MASW92	487164	4562427	1.3	Sağlam	Çok Gevşek	0.03
Nokta	MASW93	487142	4561744	3.18	Çok Gevşek	Çok Gevşek	0.5
Nokta	MASW94	487419	4561866	1.29	Sağlam	Çok Gevşek	0.03
Nokta	MASW95	487393	4562165	2.06	Gevşek	Gevşek	0.26
Nokta	MASW96	487408	4562463	1.52	Katı	Gevşek	0.07
Nokta	MASW97	487395	4562695	2.32	Gevşek	Çok Gevşek	0.26
Nokta	MASW98	487687	4562088	1.56	Katı	Gevşek	0.07
Nokta	MASW99	487724	4562412	1.32	Sağlam	Katı	0.03
Nokta	MASW100	487770	4562738	1.52	Katı	Katı	0.07



Şekil 28. Çalışma alanına ait Vp/Vs dağılım değerleri haritası

İller Bankası Anonim Şirketi, Mekânsal Planlama Daire Başkanlığının, Artvin Merkez İmar Planına esas kapsamlı Jeolojik-Jeoteknik etüt raporunda, çalışma alanında ölçülen Vp/Vs değerleri ExCel tablosunda düzenlenmiştir. Hazırlanan veriler ArcGIS ortamına atılarak çalışma alanımızda ki konumları görülmektedir. 18 Mart 2018 tarihli, Türkiye Bina Ve Deprem Yönetmeliğinde yer alan sınıflandırma kriterleri dikkate alınarak, ölçülen değerlerin tümü arasından yönetmelikte açıklanan değer aralıklarına AHS yöntemi ile elde edilen ağırlıklı oranlar ArcGIS ortamında girilmiştir.

Tablo 28. İller Bankası Anonim Şirketi, Mekânsal Planlama Daire Başkanlığının çalışma alanındaki Vp/Vs ölçüm değerleri

Serim No	v_p/v_s	Zemin/Kaya Sıklığı Tanımlaması	Zemin/Kaya Sıklığı Tanımlaması
MASW1	1.44	Katı	Çok Gevşek
MASW2	1.33	Sağlam	Çok Gevşek
MASW3	1.23	Sağlam	Çok Gevşek
MASW4	1.26	Sağlam	Çok Gevşek
MASW5	1.57	Katı	Çok Gevşek
MASW6	1.28	Sağlam	Gevşek
MASW7	1.25	Sağlam	Gevşek
MASW8	1.29	Sağlam	Sıkı-Katı
MASW9	1.29	Sağlam	Gevşek
MASW10	1.24	Sağlam	Gevşek
MASW11	1.55	Katı	Gevşek
MASW12	1.51	Katı	Gevşek
MASW13	1.56	Katı	Gevşek
MASW14	1.84	Sıkı-Katı	Çok Gevşek
MASW15	1.33	Sağlam	Çok Gevşek
MASW16	1.36	Sağlam	Gevşek
MASW17	1.56	Katı	Gevşek
MASW18	1.23	Sağlam	Çok Gevşek
MASW19	1.52	Katı	Gevşek
MASW20	1.26	Sağlam	Çok Gevşek
MASW21	1.86	Sıkı-Katı	Çok Gevşek
MASW22	2.02	Gevşek	Çok Gevşek
MASW23	2.15	Gevşek	Çok Gevşek
MASW30	1.8	Sıkı-Katı	Çok Gevşek
MASW31	1.38	Sağlam	Çok Gevşek
MASW32	1.31	Sağlam	Çok Gevşek
MASW33	1.24	Sağlam	Çok Gevşek
MASW34	1.23	Sağlam	Sıkı-Katı
MASW35	1.75	Sıkı-Katı	Çok Gevşek
MASW36	1.27	Sağlam	Çok Gevşek
MASW37	1.35	Sağlam	Çok Gevşek
MASW38	1.6	Katı	Çok Gevşek
MASW39	1.61	Katı	Çok Gevşek
MASW40	1.27	Sağlam	Sıkı-Katı
MASW41	1.61	Katı	Katı
MASW42	2.05	Gevşek	Gevşek
MASW43	1.99	Gevşek	Gevşek
MASW44	1.33	Sağlam	Gevşek
MASW45	1.64	Katı	Gevşek
MASW46	1.73	Sıkı-Katı	Çok Gevşek

Tablo 28' in devamı

Serim No	Vp/Vs	Zemin/Kaya Sıklığı Tanımlaması	Zemin/Kaya Sıklığı Tanımlaması
MASW47	1.39	Sağlam	Çok Gevşek
MASW48	1.24	Sağlam	Gevşek
MASW49	1.3	Sağlam	Gevşek
MASW50	2.57	Gevşek	Gevşek
MASW51	1.31	Sağlam	Gevşek
MASW52	1.65	Katı	Çok Gevşek
MASW24	2.21	Gevşek	Çok Gevşek
MASW25	2.23	Gevşek	Çok Gevşek
MASW26	1.79	Sıkı-Katı	Gevşek
MASW27	1.41	Katı	Çok Gevşek
MASW28	1.31	Sağlam	Çok Gevşek
MASW29	1.29	Sağlam	Çok Gevşek
MASW59	1.62	Katı	Çok Gevşek
MASW60	1.76	Sıkı-Katı	Çok Gevşek
MASW61	1.52	Katı	Çok Gevşek
MASW62	2.73	Çok Gevşek	Çok Gevşek
MASW63	1.96	Gevşek	Çok Gevşek
MASW64	1.26	Sağlam	Çok Gevşek
MASW65	2.1	Gevşek	Çok Gevşek
MASW66	1.52	Katı	Katı
MASW67	1.36	Sağlam	Gevşek
MASW68	1.26	Sağlam	Katı
MASW69	1.27	Sağlam	Çok Gevşek
MASW70	1.27	Sağlam	Sıkı-Katı
MASW71	1.41	Katı	Çok Gevşek
MASW72	1.29	Sağlam	Gevşek
MASW73	1.55	Katı	Çok Gevşek
MASW74	1.27	Sağlam	Sıkı-Katı
MASW75	1.26	Sağlam	Gevşek
MASW76	1.27	Sağlam	Katı
MASW77	1.72	Sıkı-Katı	Katı
MASW78	1.33	Sağlam	Katı
MASW79	1.33	Sağlam	Katı
MASW53	1.25	Sağlam	Sıkı-Katı
MASW54	1.58	Katı	Çok Gevşek
MASW55	1.26	Sağlam	Gevşek
MASW56	2.54	Çok Gevşek	Çok Gevşek
MASW57	1.62	Katı	Çok Gevşek
MASW58	1.82	Sıkı-Katı	Çok Gevşek
MASW80	2.09	Gevşek	Çok Gevşek

Tablo 28' in devamı

Serim No	Vp/Vs	Zemin/Kaya Sıklığı Tanımlaması	Zemin/Kaya Sıklığı Tanımlaması
MASW81	1.38	Sağlam	Katı
MASW82	1.69	Katı	Sağlam
MASW83	1.46	Katı	Sağlam
MASW84	1.44	Katı	Katı
MASW85	1.54	Katı	Katı
MASW86	1.3	Sağlam	Katı
MASW87	1.36	Sağlam	Katı
MASW88	1.24	Sağlam	Katı
MASW89	1.47	Katı	Sıki-Katı
MASW90	1.41	Katı	Sıki-Katı
MASW91	1.29	Sağlam	Çok Gevşek
MASW92	1.3	Sağlam	Çok Gevşek
MASW93	3.18	Çok Gevşek	Çok Gevşek
MASW94	1.29	Sağlam	Çok Gevşek
MASW95	2.06	Gevşek	Gevşek
MASW96	1.52	Katı	Gevşek
MASW97	2.32	Gevşek	Çok Gevşek
MASW98	1.56	Katı	Gevşek
MASW99	1.32	Sağlam	Katı
MASW100	1.52	Katı	Katı

Tablo 29. Vp/Vs oranına göre zemin durumu (Ercan,2001).

Çok Gevşek	Gevşek	Sıki-Katı	Katı	Sağlam
>2.5	2.49-1.87	1.87-1.71	1.71-1.50	1.50-1.41

Elde edilen Vp/Vs oranları haritası ArcGIS yazılımı ile Kriging yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Daha sonra çalışma alanında ki ağırlık değerlerini yüzde olarak görmek için yine ArcGIS yazılımı ile normalize edilerek değerlendirme yapılmıştır. Bu sayede ArcGIS ortamında sayısal olarak bakılmak istendiğinde bu değerlerin yüzde olarak riskleri görülmektedir.

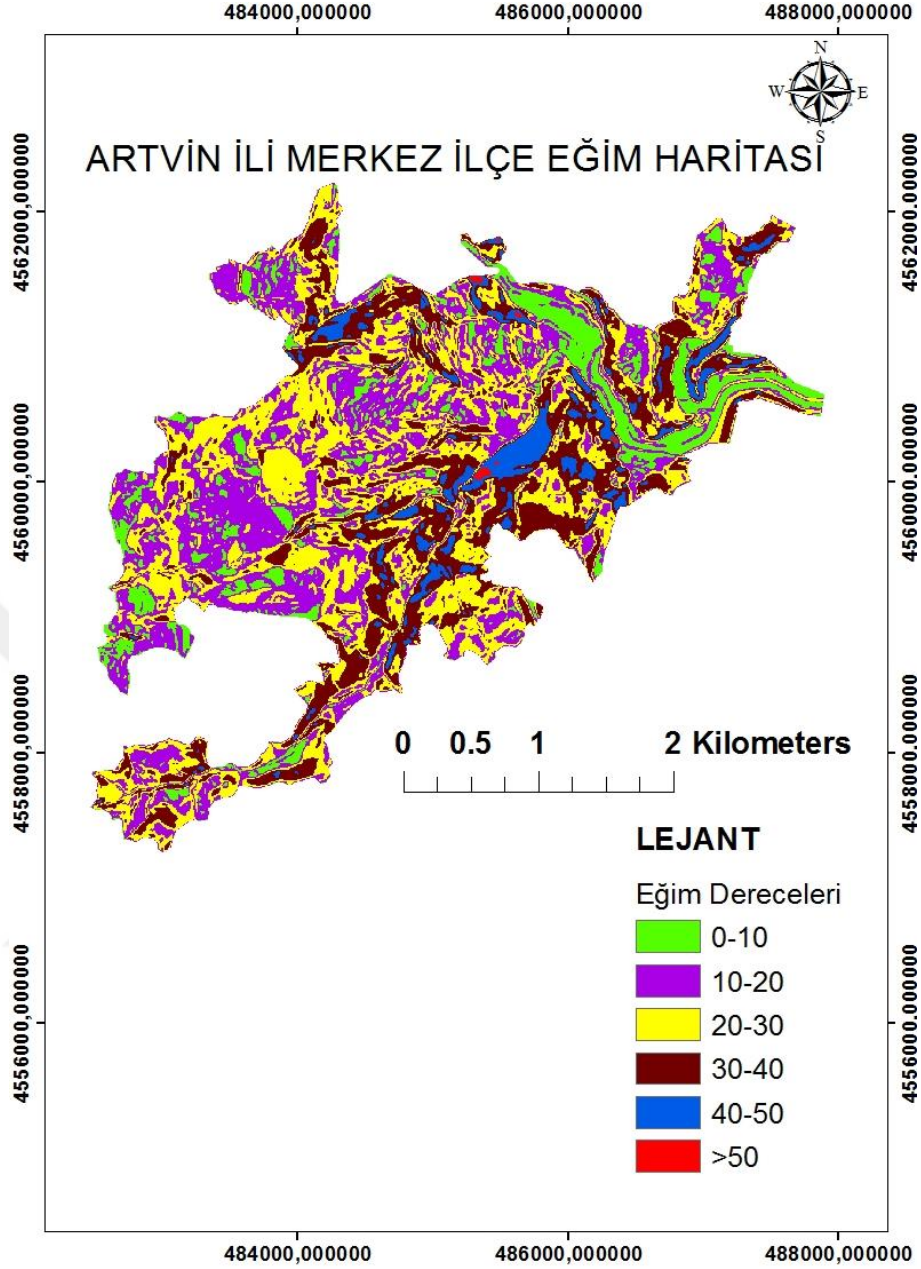
3.2.2.6. Deprem Etkilerine Duyarlılık Değerlendirmesinde Eğim Parametresi

Çalışma Alanı Eğim Haritası SYM' den elde edilerek üretilmiştir. Eğim dereceleri aşağıda ki tabloda görüldüğü üzere 6 sınıfta toplanmıştır. Eğim dereceleri ve AHS yöntemi kullanılarak verilen puanlar aşağıda gösterilmektedir.

Tablo 30. Eğim parametresi için AHS ile verilen puan değerleri ile elde edilen ağırlıklar

Eğim	(1)0-10	(2)10-20	(3)20-30	(4)30-40	(5)40-50	(6)>50	Ağırlıklar
(1)0-10	1						0.28
(2)10-20	2	1					0.33
(3)20-30	1/2	1/2	1				0.19
(4)30-40	1/3	1/3	1/2	1			0.12
(5)40-50	1/5	1/5	1/5	1/3	1		0.05
(6)>50	1/7	1/9	1/7	1/5	1/2	1	0.03
Tutarlılık Oranı	0.032						

ArcGIS yazılımı sayesinde elde edilen eğim haritası yine ArcGIS yazılımı Spatial Analyst Tools içerisinde reclass ve reclassify yardımı ile yeniden sınıflandırılarak 6 sınıfa ayrılmıştır. AHS yöntemi ile elden edilen ağırlıklar sınıf değerlerine atanarak ağırlıklı değerler elde edilmiştir. Çalışma alanında ki eğim derece değerlerinin meydana getireceği risk yüzdesi de normalize eğim haritası yapılarak görülmektedir.

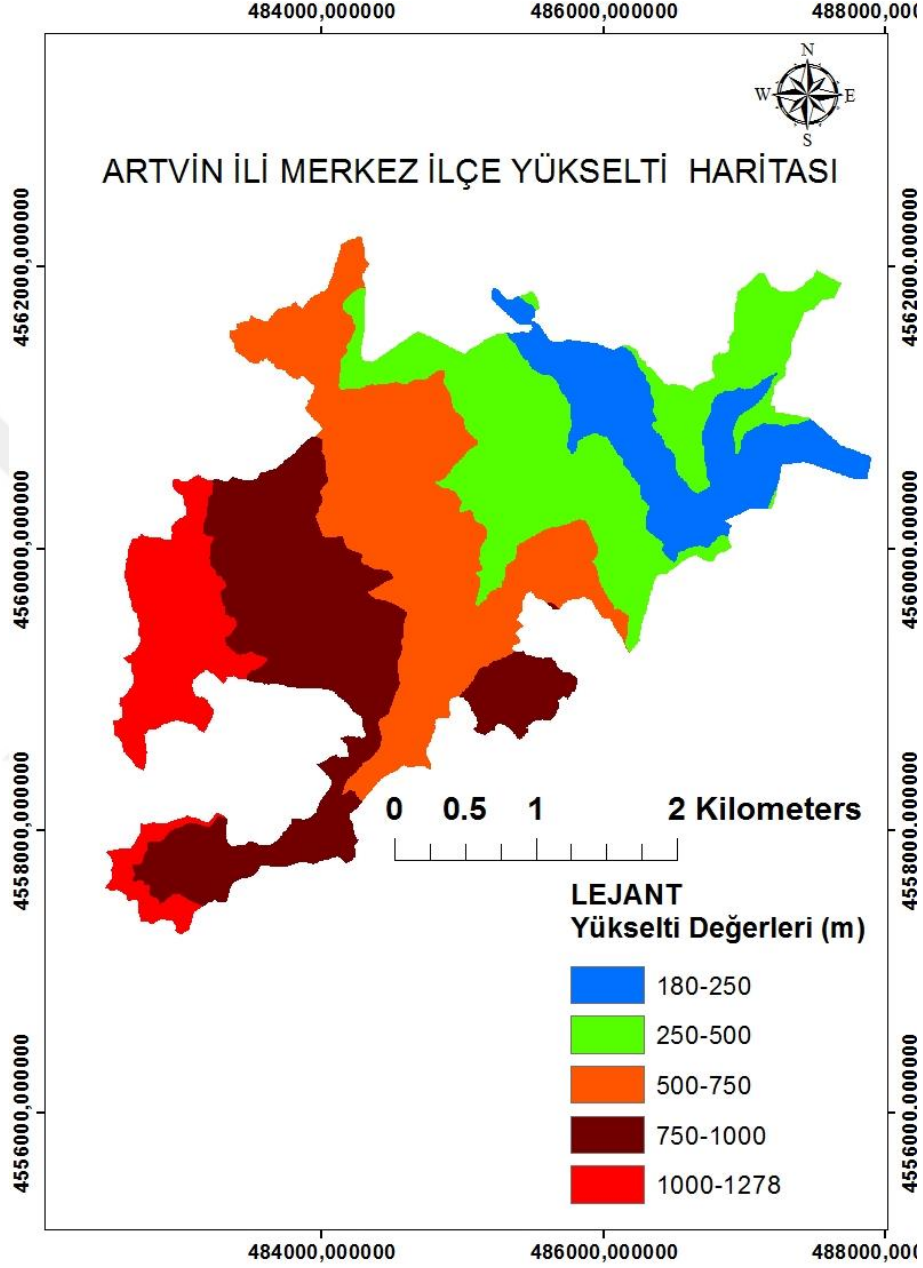


Şekil 29. Çalışma alanı eğim haritası

3.2.2.7. Deprem Etkilerine Duyarlılık Değerlendirmesinde Yükselti Parametresi

Çalışma alanı için planlanan deprem risk değerlendirmesinde, dikkate alınan bir diğer parametre ise yükseklik değerleridir. İnceleme alanı için sayısal yükseklik modeli CBS ortamında üretilmiştir. Farklı yükseklikler belli aralıklara göre sınıflandırılmış ve AHS yöntemi ile incelenerek ağırlıklar elde edilmiştir. Elde edilen ağırlıklar, ArcGIS ortamında

yeniden sınıflandırma yapılarak ve belirlenen ağırlıklar bu haritada ki öznelik tablosuna aktarılmak sureti ile ağırlıklı yeni bir harita üretilmiştir.



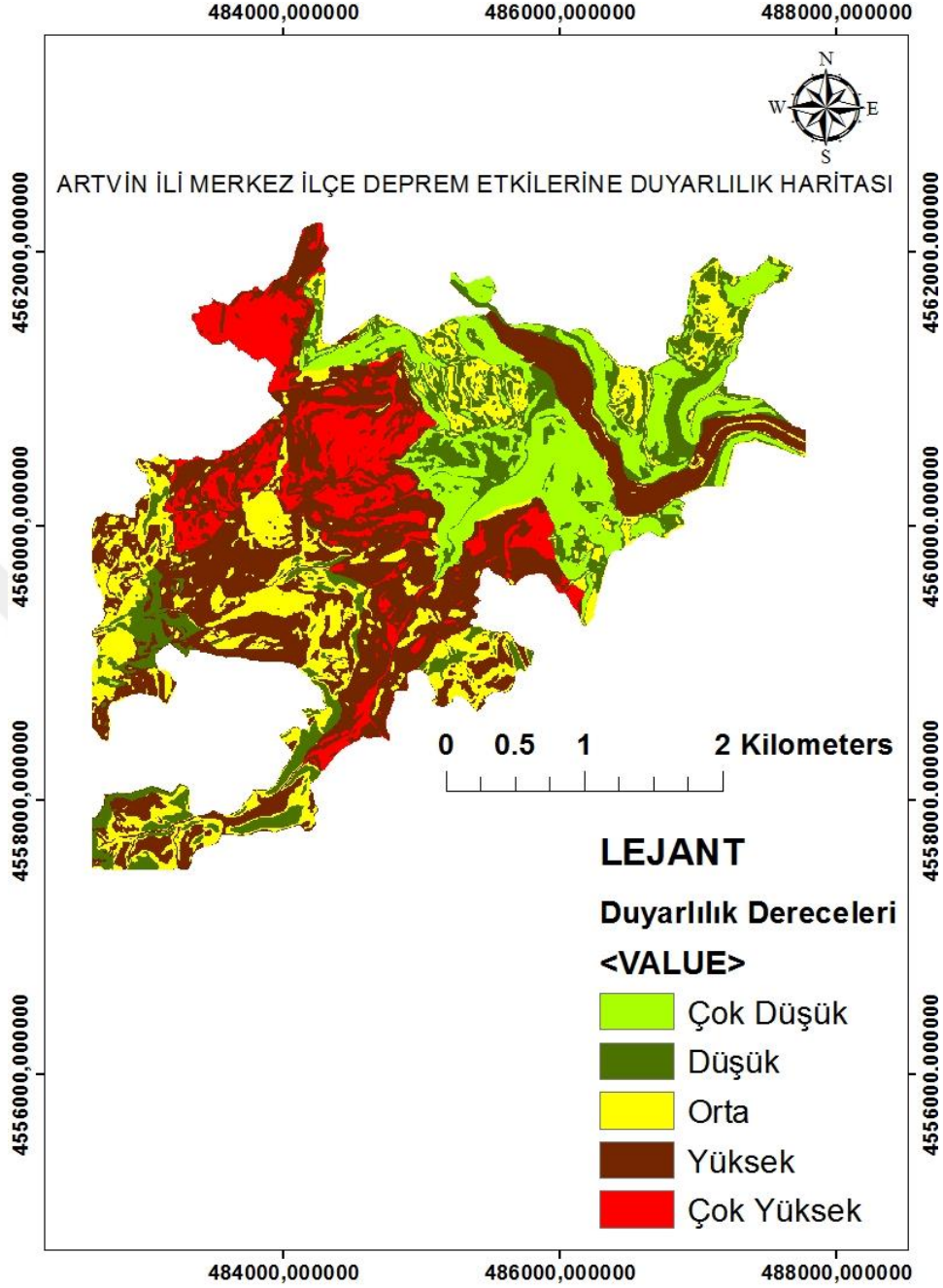
Şekil 30. Çalışma alanı yükselti haritası

Tablo 31. Yükselti parametresi, AHS atanan puan ve ağırlık değerleri

Katmanlar (Yükselti)(m)	180-250	250-500	500-750	750-1000	1000-1278	Ağırlıklar
180-250	1					0.05
250-500	2	1				0.07
500-750	5	6	1			0.41
750-1000	6	5	1/2	1		0.28
1000-1278	5	4	1/3	1/2	1	0.19
Tutarlılık Oranı	0.047					

3.3. Çalışma Alanının Deprem Etkilerine Duyarlılık Haritası

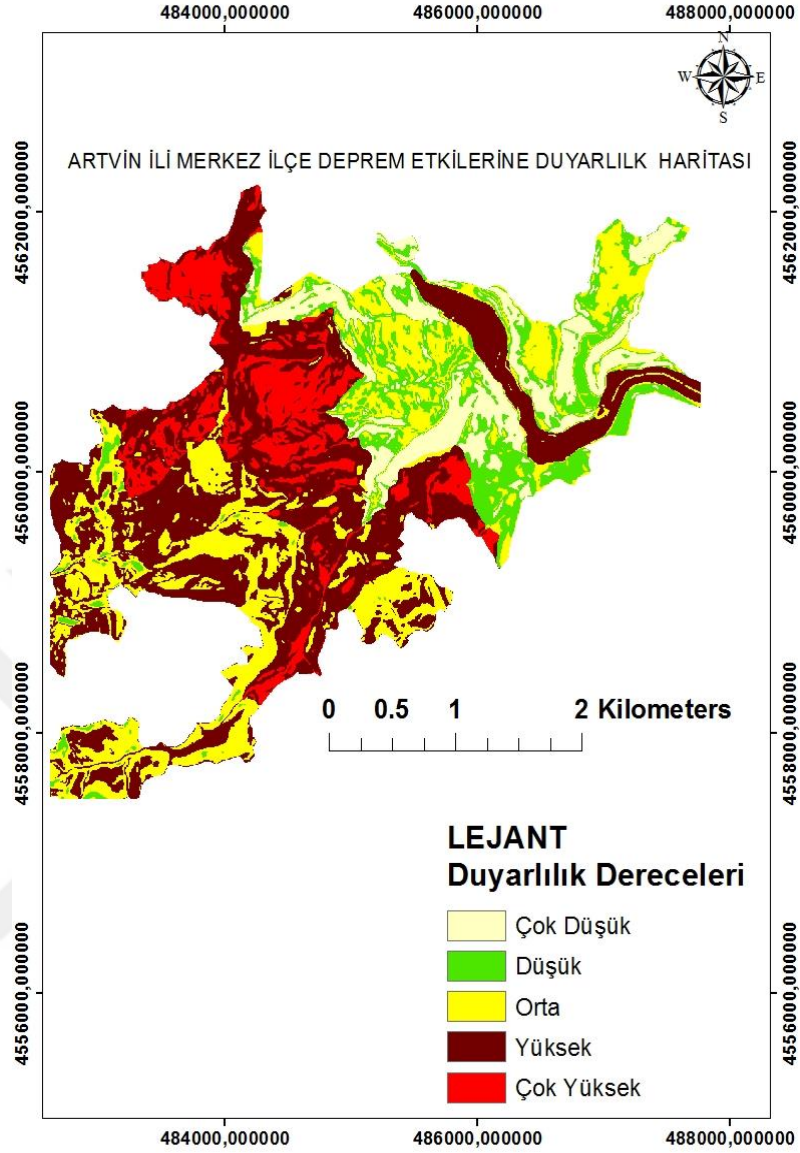
Çalışma alanına ait yukarıda ki parametreler kullanılarak, ArcGIS 10.3 yazılımı yardımı ile ağırlıklandırılmış çakıştırma analitik işlemi kullanılarak aşağıda Şekil 30 'da sunulan deprem etkilerine duyarlılık haritası üretilmiştir. ArcGIS yazılımında, weighted sum ağırlıklı çakıştırma yöntemi ile elde edilen duyarlılık haritası Şekil 31'de sunulmaktadır. Deprem etkilerine duyarlılık değerlendirmesinde dikkate alınan maksimum yer ivme haritası ArcGIS yazılımında elde edilirken interpolasyon yöntemlerinden olan Kriging yöntemi ile analiz edilmiştir. İnterpolasyon yöntemlerinden bir diğeri Idw yöntemidir. İnceleme alanı için, maksimum yer ivme değeri çok önemli bir parametre olduğundan Idw yöntemi ilede değerlendirilmek istenmiştir. Maksimum yer ivmesi Idw interpolasyon yöntemi ile analiz edildikten sonra, inceleme alanını içine alacak şekilde ArcGIS yazılımı ortamında gerekli dönüşüm parametreleri uygulanmıştır. Deprem etkilerine duyarlılık değerlendirme aşamasında analizde kullanılacak hale getirilen Idw interpolasyon yöntemi ile elde edilen maksimum yer ivme haritası, diğer parametreler ve ağırlıkları girilerek ArcGIS ortamında ağırlıklı çakıştırma analitik işlemi ile analiz edilmiştir. Elde edilen deprem etkilerine duyarlılık haritası Şekil 31'de sunulmuştur.



Şekil 31. AHS ile elde edilen deprem etkilerine duyarlılık haritası

Tablo 32. Duyarlılık dereceleri ve kapladıkları alanlar

Duyarlılık Dereceleri	Km ²	Yüzde(%)
Çok Düşük	1.68	15.70
Düşük	1.82	17.01
Orta	1.94	18.13
Yüksek	3.99	37.29
Çok Yüksek	1.27	11.87



Şekil 32. AHS ile elde edilen depreme duyarlılık haritası

ArcGIS yazılımında, weighted sum ağırlıklı çakıştırma yöntemi ile elde edilen duyarlılık haritası Şekil 32’de sunulmaktadır.

Tablo 33. Duyarlılık dereceleri ve kapladıkları alanlar ile yüzde değerler tablosu

Duyarlılık Dereceleri	Km ²	Yüzde(%)
Çok Düşük	1.16	10.85
Düşük	1.37	12.81
Orta	2.78	26.02
Yüksek	4.19	39.19
Çok Yüksek	1.19	11.13

3.4. Taşkın Tehlike Değerlendirmesi

3.4.1. Topografya (Yer Şekilleri ve Genel Arazi Dağılışı)

Doğu Karadeniz’de dağlar dik yükseltiler şeklinde denize paralel olarak uzanmışlardır. Bu dağlık alanda Çoruh vadisinin sol kesiminde engebeli bir arazide kurulmuş olan Artvin şehri, Borçka'ya kadar olan kesimde Çoruh vadisini izleyen, Borçka’dan sonra da Doğu Karadeniz kıyı dağlarını Cankurtaran Geçidi ile Karadeniz kıyısındaki Hopa ilçesine bağlanmaktadır. Mevcut olan topoğrafya ve iklim özelliklerine göre ani orografik yağışlar bu dar vadilerde önemli taşkın olaylarına yol açmaktadırlar.

3.4.2. İklim

Proje alanı iklimi; Artvin ili iklim bakımından Türkiye’nin Doğu Karadeniz Bölgesel ikliminin karakteristik özelliklerine sahiptir. Kışlar ılıman ve yağışlı geçer, yazları sıcaktır. İlde yağış belirgin şekilde görülmektedir. Yağışın olmadığı çok kurak aylarda dahi yağış miktarı fazladır. İlin yıllık ortalama sıcaklığı 11.8 °C ve yıllık ortalama yağış miktarı: 1168 mm dir. Yılın en kurak ve en yağışlı ayı arasındaki yağış miktarı: 83 mm ve yıl boyunca ortalama sıcaklık 19.0 °C dolaylarında değişim göstermektedir. Artvin ili dağlık ve engebeli arazi yapısına sahip olup, engebeli ve dağlık alanlar orman örtüsü ile kaplıdır.

3.4.3. Proje Yeri Taşkın Hesapları

Son yıllarda tüm Türkiye’de vuku bulan taşkınlar genellikle ani yağışlar (yağmur) neticesinde oluşmaktadır. Proje alanı civarında da bu durum etkili olmaktadır. Bilim adamlarınca bunun en büyük sebebinin iklim değişikliği olduğu düşünülmektedir. Bu düşünce tarafımızdan da kabul görmektedir. Bu nedenle yapılan çalışmalar bu düşünce etrafında yürütülmüştür. Proje kapsamındaki tesis yerleri taşkın değerlerinin hesaplanmasında sentetik taşkın hesaplama yöntemleri kullanılmıştır. Taşkın hidrografının sentetik yöntemler ile bulunmasında, DSİ Sentetik, Süperpozesiz Mockus ve Rasyonel Yönteminden faydalanılmıştır. Her bir yöntemle hesaplanan taşkınlar karşılaştırılmış ve proje tasarımına esas taşkın debisi belirlenmiştir. Proje kapsamında bulunan tesislerin

çalışmalarında göz önüne alınan hidrometeorolojik istasyonlar özellikle proje alanlarına yakın olanlardır.

3.4.4. Taşkın Tekerrür Debileri

Bölgenin nehir yatağında tanımlanan yapıların ve kesitlerin kritik koşullarının sınanması, oluşabilecek en yaygın taşkın alanlarının elde edilebilmesi ve tahlilinin yapılarak gerekli önlem seçeneklerinin sunulabilmesi amacıyla yapılan analizlerde 500 yıllık tekerrür debisinin kullanılmasına karar verilmiştir.

Tablo 34. Taşkın tekerrür debileri (DSİ 2018 Taşkın Risk Haritası Raporu)

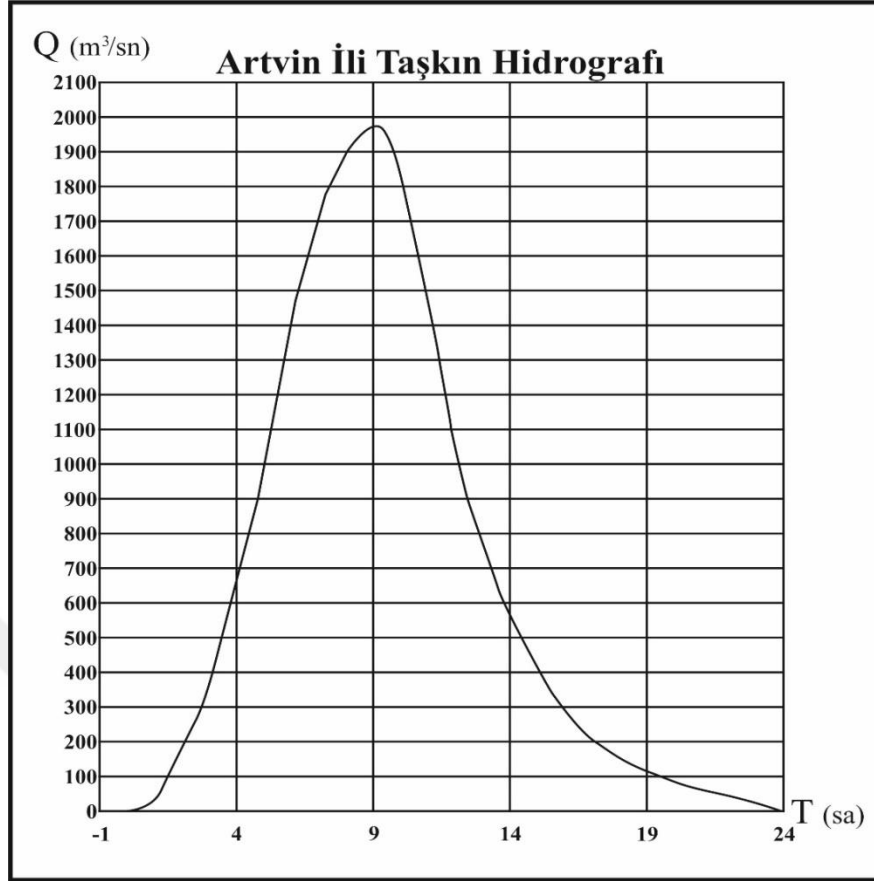
T	Q500	T	Q500	T	Q500	T	Q500
Saat	m ³ /s	Saat	m ³ /s	Saat	m ³ /s	Saat	m ³ /s
0	0	10.74	1568.044	16.86	220.3215	22.98	28.65358
0.12	3.728365	10.8	1542.478	16.92	216.0794	23.04	26.74496
0.24	7.456729	10.86	1516.912	16.98	211.8374	23.1	24.83633
0.36	11.18509	10.92	1491.346	17.04	207.5953	23.16	22.92771
0.48	14.91346	10.98	1468.976	17.1	203.3533	23.22	21.01909
0.6	18.64182	11.04	1446.605	17.16	199.1112	23.28	19.11046
0.72	22.37019	11.1	1424.235	17.22	194.8692	23.34	18.63951
0.84	26.09855	11.16	1401.865	17.28	191.8202	23.4	16.73089
0.96	34.13993	11.22	1379.495	17.34	188.7712	23.46	14.82227
1.08	46.87087	11.28	1357.125	17.4	185.7223	23.52	14.35132
1.2	63.91482	11.34	1334.755	17.46	182.6733	23.58	12.44269
1.32	80.95878	11.4	1312.384	17.52	179.6243	23.64	10.53407
1.44	98.00273	11.46	1283.978	17.58	176.5754	23.7	10.06312
1.56	115.0467	11.52	1255.571	17.64	173.5264	23.76	8.154497
1.68	132.0906	11.58	1227.165	17.7	170.4774	23.82	6.245874
1.8	149.1346	11.64	1198.758	17.76	167.4284	23.88	4.337251
1.92	170.262	11.7	1170.351	17.82	164.3795	23.94	3.8663
2.04	191.3894	11.76	1141.945	17.88	161.3305	24	1.957677
2.16	212.5168	11.82	1113.538	17.94	158.2815		
2.28	233.6442	11.88	1094.979	18	155.2325		
2.4	254.7716	11.94	1076.42	18.06	152.1836		
2.52	275.899	12	1057.861	18.12	149.1346		
2.64	297.0264	12.06	1039.302	18.18	147.0938		
2.76	318.1538	12.12	1020.743	18.24	145.053		
2.88	352.2417	12.18	1002.184	18.3	143.0122		
3	386.3296	12.24	983.6255	18.36	140.9714		

Tablo 34' ün devamı

T	Q500	T	Q500	T	Q500	T	Q500
Saat	m3/s	Saat	m3/s	Saat	m3/s	Saat	m3/s
3.12	420.4175	12.3	965.0665	18.42	138.9306		
3.24	454.5054	12.36	946.5075	18.48	136.8899		
3.36	488.5933	12.42	927.9485	18.54	134.8491		
3.48	522.6812	12.48	909.3896	18.6	132.8083		
3.6	556.7691	12.54	890.8306	18.66	130.7675		
3.72	594.0528	12.6	872.2716	18.72	128.7267		
3.84	631.3364	12.66	853.7127	18.78	126.6859		
3.96	668.6201	12.72	835.1537	18.84	124.6451		
4.08	705.9037	12.78	821.8973	18.9	122.6043		
4.2	743.1874	12.84	808.6409	18.96	120.5635		
4.32	780.471	12.9	795.3845	19.02	118.5228		
4.44	817.7546	12.96	782.1281	19.08	116.482		
4.56	855.0383	13.02	768.8716	19.14	114.4412		
4.68	903.3295	13.08	755.6152	19.2	112.4004		
4.8	951.6207	13.14	742.3588	19.26	110.3596		
4.92	999.9119	13.2	729.1024	19.32	108.3188		
5.04	1048.203	13.26	715.846	19.38	106.278		
5.16	1096.494	13.32	702.5896	19.44	104.2372		
5.28	1144.785	13.38	689.3332	19.5	102.1964		
5.4	1193.077	13.44	676.0768	19.56	100.1556		
5.52	1235.331	13.5	662.8204	19.62	98.11486		
5.64	1277.586	13.56	649.564	19.68	96.07407		
5.76	1319.841	13.62	636.3076	19.74	94.03328		
5.88	1362.096	13.68	625.7024	19.8	91.99249		
6	1404.351	13.74	615.0973	19.86	89.9517		
6.12	1446.605	13.8	604.4922	19.92	87.91091		
6.24	1488.86	13.86	593.8871	19.98	85.87013		
6.36	1531.115	13.92	583.2819	20.04	83.82934		
6.48	1565.203	13.98	572.6768	20.1	81.78855		
6.6	1599.291	14.04	562.0717	20.16	79.74776		
6.72	1633.379	14.1	551.4666	20.22	77.70697		
6.84	1667.467	14.16	540.8614	20.28	75.66618		
6.96	1701.555	14.22	530.2563	20.34	73.62539		
7.08	1735.643	14.28	519.6512	20.4	71.5846		
7.2	1769.73	14.34	509.0461	20.46	70.61724		
7.32	1789.615	14.4	498.4409	20.52	69.64988		
7.44	1809.5	14.46	487.8358	20.58	68.68252		
7.56	1829.384	14.52	477.2307	20.64	67.71516		
7.68	1849.269	14.58	469.2768	20.7	66.7478		
7.8	1869.153	14.64	461.323	20.76	65.78044		
7.92	1889.038	14.7	453.3691	20.82	64.81309		

Tablo 34' ün devamı

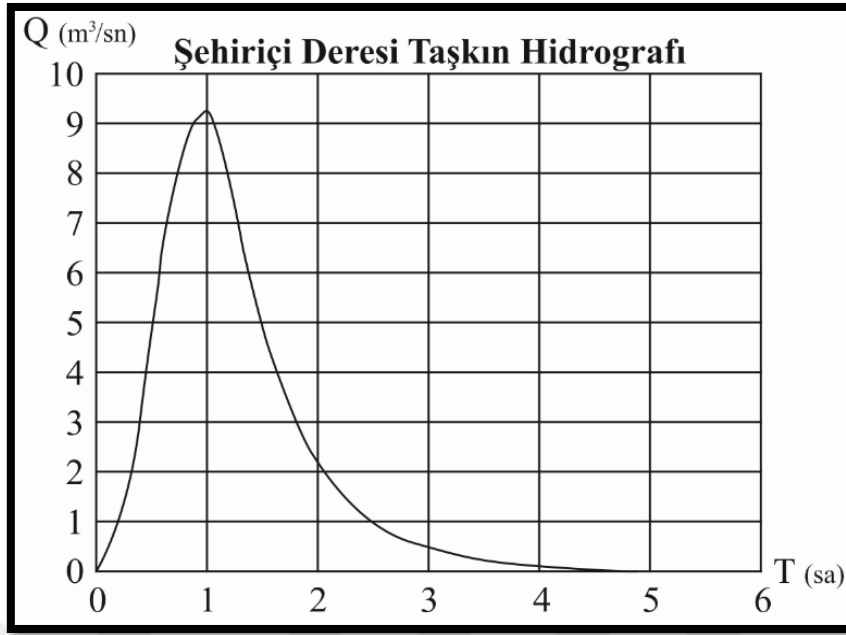
T	Q500	T	Q500	T	Q500	T	Q500
Saat	m3/s	Saat	m3/s	Saat	m3/s	Saat	m3/s
8.04	1908.923	14.76	445.4153	20.88	63.84573		
8.16	1928.807	14.82	437.4615	20.94	62.87837		
8.28	1937.329	14.88	429.5076	21	61.91101		
8.4	1945.851	14.94	421.5538	21.06	60.94365		
8.52	1954.373	15	413.5999	21.12	59.97629		
8.64	1962.895	15.06	405.6461	21.18	59.00893		
8.76	1971.417	15.12	397.6922	21.24	58.04157		
8.88	1979.939	15.18	389.7384	21.3	57.07421		
9	1981.273	15.24	381.7845	21.36	56.10685		
9.12	1983.49	15.3	373.8307	21.42	55.13949		
9.24	1978.519	15.36	365.8769	21.48	54.17213		
9.3	1973.548	15.42	357.923	21.54	53.20477		
9.36	1968.577	15.48	351.2948	21.6	52.23741		
9.42	1963.605	15.54	344.6666	21.66	51.27005		
9.48	1958.634	15.6	338.0384	21.72	50.30269		
9.54	1953.663	15.66	331.4102	21.78	49.33533		
9.6	1948.692	15.72	324.782	21.84	48.36797		
9.66	1931.648	15.78	318.1538	21.9	47.40061		
9.72	1914.604	15.84	311.5256	21.96	46.43326		
9.78	1897.56	15.9	304.8974	22.02	45.4659		
9.84	1880.516	15.96	298.2692	22.08	44.49854		
9.9	1863.472	16.02	291.641	22.14	43.53118		
9.96	1846.428	16.08	285.0128	22.2	42.56382		
10.02	1829.384	16.14	278.3846	22.26	41.59646		
10.08	1809.5	16.2	271.7564	22.32	40.6291		
10.14	1789.615	16.26	265.1282	22.38	39.66174		
10.2	1769.73	16.32	258.4999	22.44	38.69438		
10.26	1749.846	16.38	254.2579	22.5	37.72702		
10.32	1729.961	16.44	250.0158	22.56	36.75966		
10.38	1710.077	16.5	245.7738	22.62	35.7923		
10.44	1690.192	16.56	241.5317	22.68	35.32135		
10.5	1670.307	16.62	237.2897	22.74	33.41273		
10.56	1644.741	16.68	233.0476	22.8	32.94178		
10.62	1619.176	16.74	228.8056	22.86	31.03315		
10.68	1593.61	16.8	224.5635	22.92	29.12453		



Şekil 33. Artvin İli taşkın hidrografi (DSİ 2018 Taşkın Risk Haritası Raporu)

Tablo 35. Şehir içi deresi taşkın modellemesinde kullanılan 500 yıllık taşkın debisi

T (Saat)	Q500 (m³/s)
0	0
0.33	2.18368
0.66	7.41759
1	9.22
1.32	6.4384
1.65	3.76945
1.98	2.24434
2.31	1.29981
2.64	0.77989
2.97	0.48526
3.3	0.28596
3.63	0.16464
3.96	0.10398
4.29	0.06066
4.62	0.04333
5	0



Şekil 34. Şehir içi deresi taşkın modellemesinde kullanılan 500 yıllık taşkın debisi Artvin ili taşkın hidrografı (DSİ 2018 Taşkın Risk Haritası Raporu)

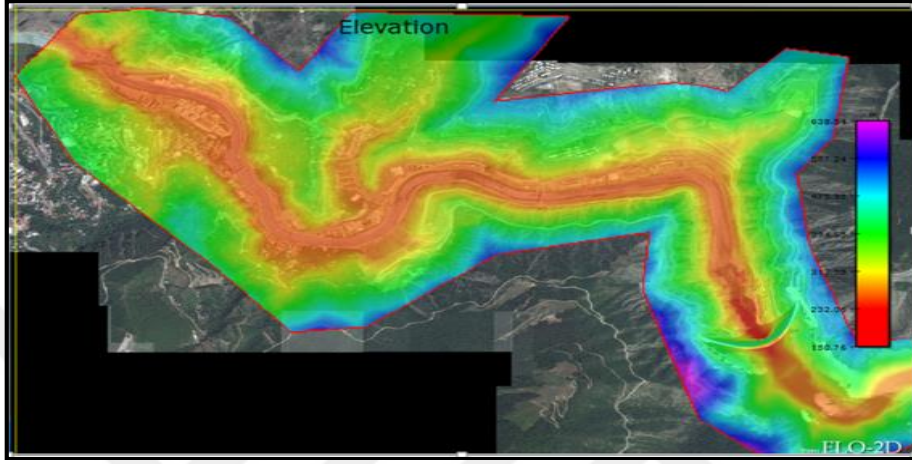
3.4.5. İki Boyutlu Modelleme

2 boyutlu hidrolik model olarak FLO-2D modeli kullanılmıştır. FLO-2D, 2 boyutlu taşkın programı Amerika'nın Nutrioso, Arizona bölgesinde geliştirilmiş dünyanın farklı yerlerinde kullanıcısı olan bir yazılımdır. İtalya, Venezuela, İngiltere, Florida gibi Dünyanın farklı yerlerindeki kullanıcılarının kullandığı FLO-2D yazılımı 2 boyutlu taşkın modellemede kullanılmıştır. FLO-2D yazılımı matematiksel çözümleme olarak tam dinamik dalga formüllerini çözümlediğini iddaa etmektedir.

3.4.6. Sayısal Yükseklik Modelinin Oluşturulması

Sayısal yükseklik arazi modeli Civil 3D yazılımı yardımı ile oluşturulmuş olup şev altı ve şev üstleri tanıtılmıştır. Şev altı ve şev üstleri gibi arazi modelinin keskin değişiklik gösterdiği alanlar (breaklines) tanıtılmazsa arazi modelinde hatalar oluşmakta ve noktalar arası interpolasyon ile arazi yükseklik verileri kaybolabilmektedir. Uçuş haritaları nehir yüzeyini aldığı için nehir kesitleri nehir topolojisini daha iyi yansıtmaktadır. Nehir yatağı için alınan kesitler arazi modeli üzerine yerleştirilmiştir.

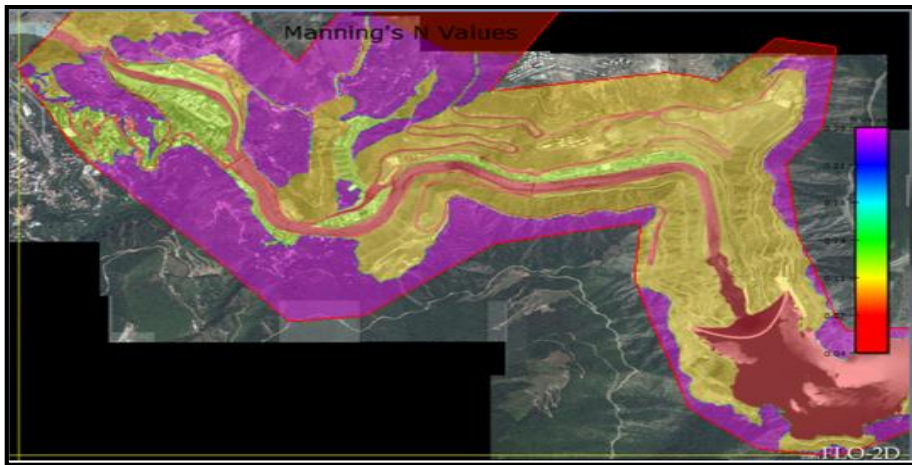
FLO - 2D yazılımına 1m x 1m raster veri olarak arazi modeli tanıtılmıştır. Program yüksek debi miktarını göz önüne alarak 30mX30m ızgara önermiştir. Çözüm duyarlılığının en üst seviyede kazanılabilmesi için stabilite koşulları sağlanarak her bir ızgara elemanın büyüklüğü 10mx10m olacak şekilde ayarlanmıştır.



Şekil 35. Deriner barajı sayısal yükseklik modeli

3.4.7. Arazinin Fiziki Durum ve Kullanım Türüne Göre Manning Pürüzlülük Katsayılarının Belirlenmesi

Arazi kullanım durumları Google Earth uydu görüntüleri kullanılarak ve arazi gözlemleri doğrultusunda elde edilmiş olup Flo-2D'ye otomatik olarak yüklenmiştir. Her bir piksele (10mx10m) manning pürüzlülük katsayısı verileri işlenmiştir.



Şekil 36. Deriner barajı manning pürüzlülük katsayıları

3.4.8. Çözümleme Alanındaki Yapıların Sisteme Girilmesi

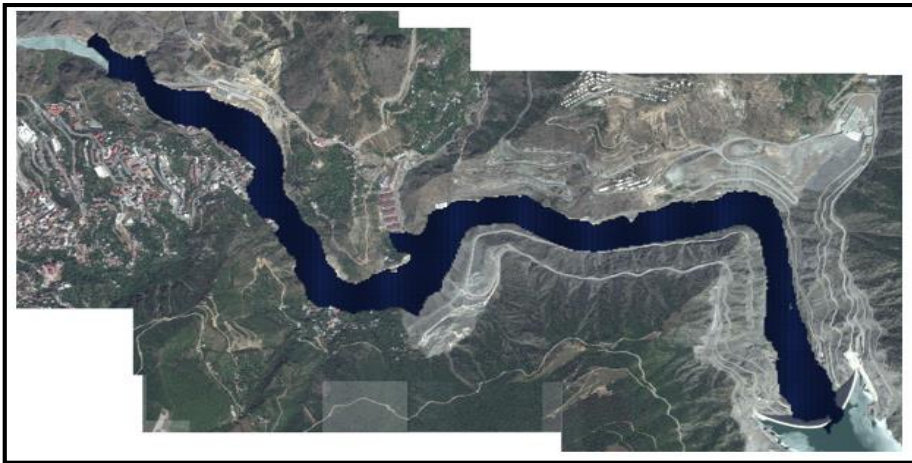
Akışı hızlandıran yollar ve akışı engelleyen yapılar 2D modele işlenmiştir. Yol ve yapıların tespitinde proje alanına ait Google Earth görüntülerinden faydalanılarak oluşturulmuş ve 2D boyutlu modele işlenmiştir.



Şekil 37. Deriner barajı çözümleme alanındaki sisteme girilen yapılar

3.5. Elde Edilen Haritalar

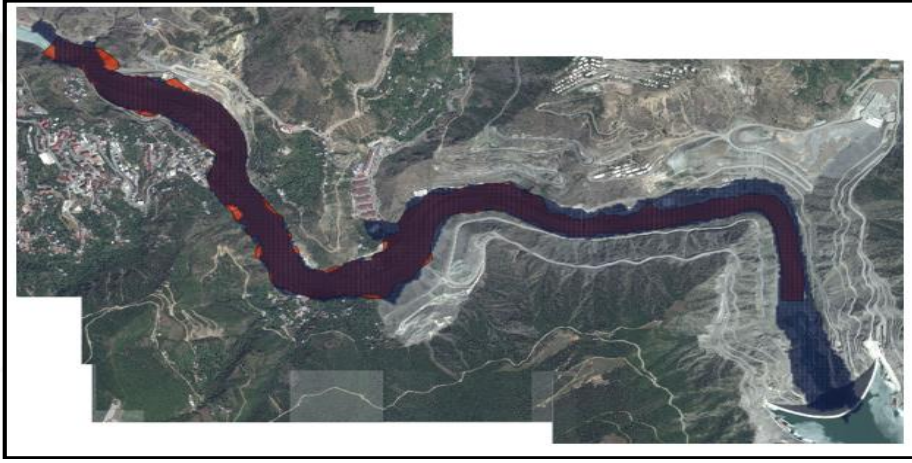
Artvin İli Taşkın Tehlike Haritaları yapım işi kapsamında, FLO2D programı ile 2 Boyutlu hidrolik modelleme yapılmış ve taşkın tehlike alanları oluşturulmuştur.



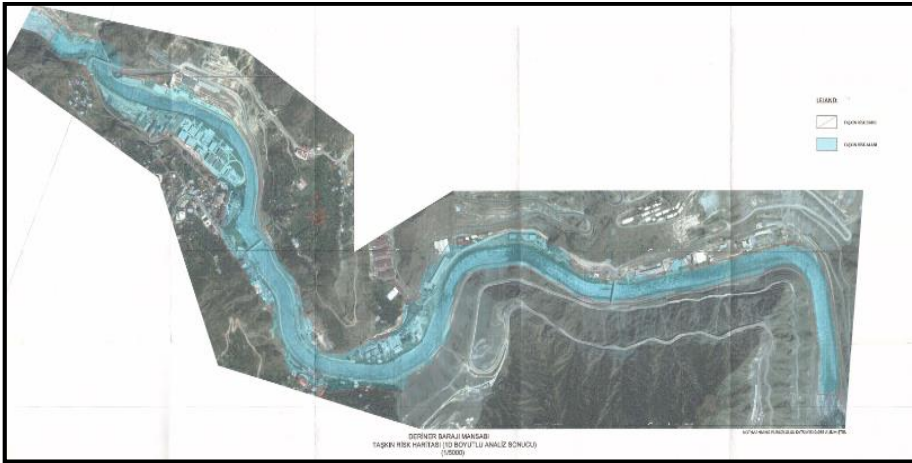
Şekil 38. Deriner Barajı 500 yıllık tekerrür debisi - FLO2D taşkın haritası



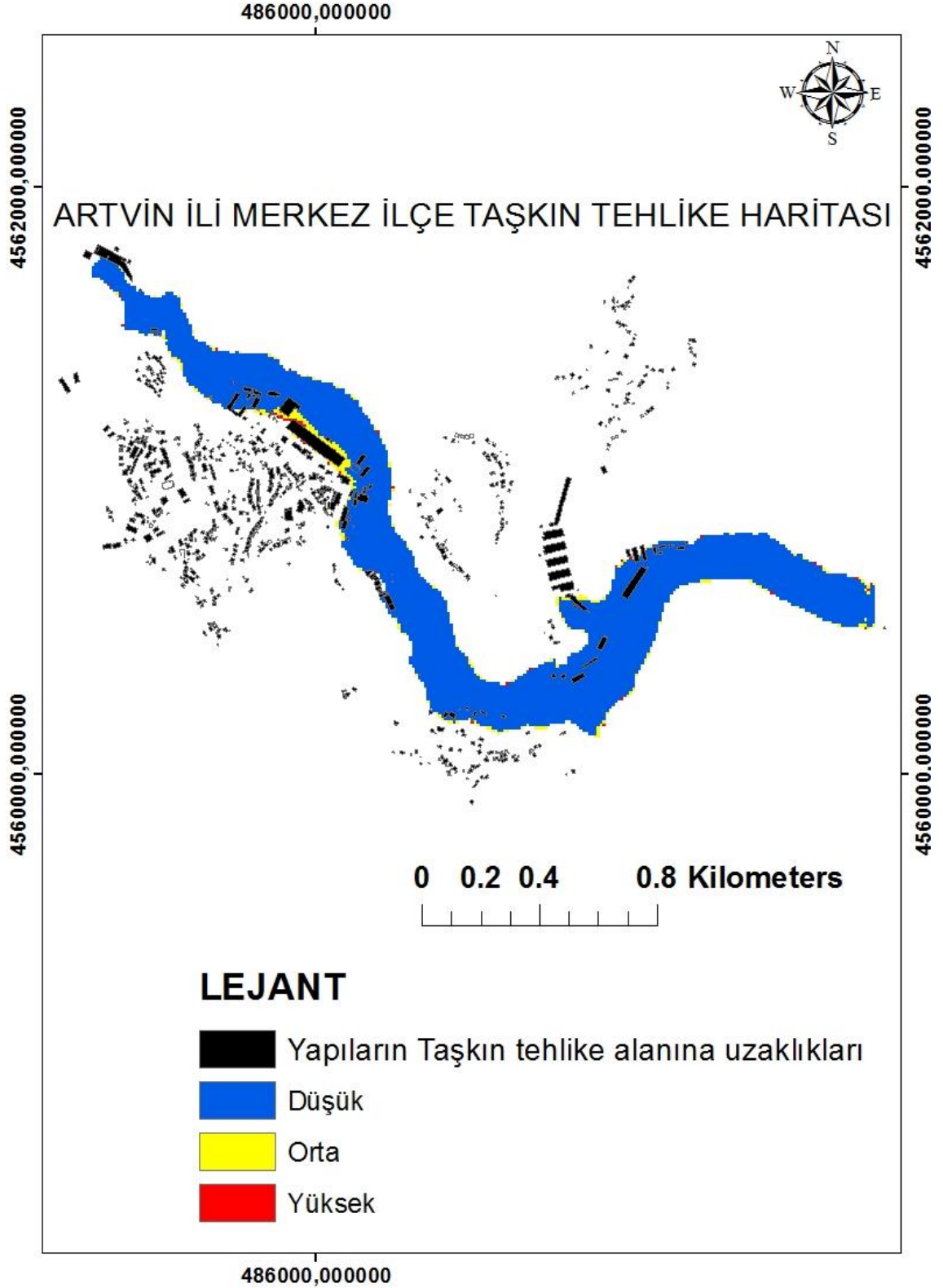
Şekil 39. Deriner Barajı: 500 yıllık tekerrür debisi - HecRAS taşkın haritası



Şekil 40. Deriner Barajı: 500 yıllık tekerrür debisi - FLO2D ve HecRAS kıyaslamalı taşkın haritası



Şekil 41. Deriner Barajı mansabı taşkın risk haritası (1D boyutlu), 1/5000 (Ölçek)



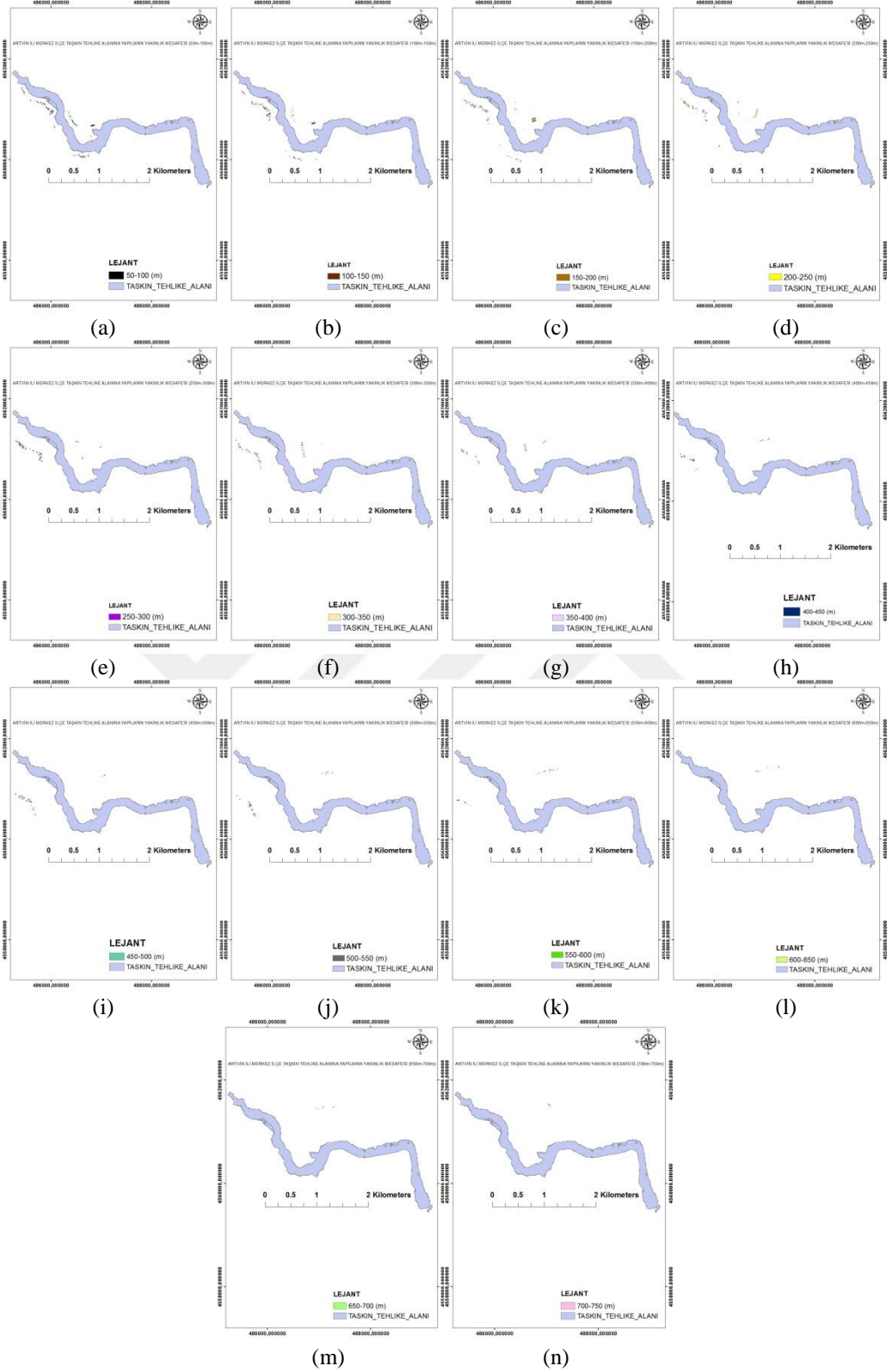
Şekil 42. Taşkın tehlike haritası

Çoruh Nehrinin uzandığı Deriner Barajı taşkın senaryosu ArcGIS ortamında analiz edilmiştir. Taşkın riski 3 sınıfa ayrılarak değerlendirme yapılmıştır.

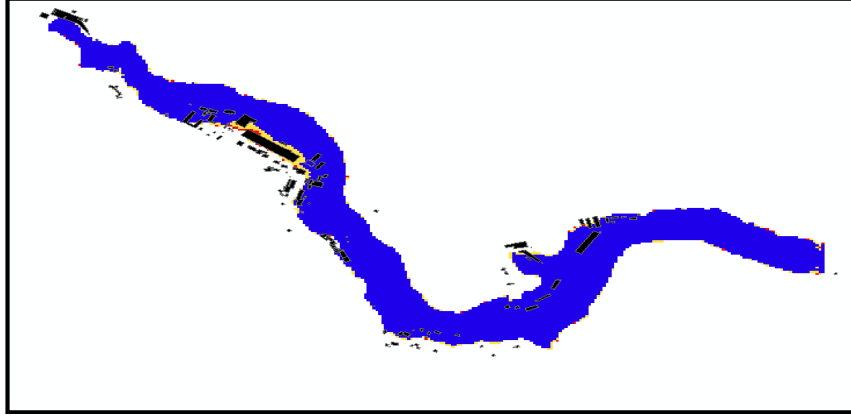
Deriner Barajı gölalanı çevresinde kalan yapılar, ArcGIS ortamına atılarak bir değerlendirme yapılmıştır. Bina ve yapıların taşkın tehlike alanına uzaklıkları yakınlık analizi ile ArcGIS ortamında elde edilmiştir. Bina ve yapıların taşkın tehlike alanına uzaklıkları mesafeleri 50 m ile 700 m arasında 50 m aralıklarla ile sınıflandırılarak ArcGIS ortamında analiz edilmiştir. Herbir sınıflandırma grubunda yer alan bina ve yapı adetleri ArcGIS ortamında belirlenerek kayıt altına alınmıştır.

Tablo 36. Bina ve yapıların taşkın tehlike alanına uzaklıkları mesafeleri

Taşkın Tehlike alanına yakınlık mesafesi (m)	Bina ve yapılar (Adet)
50 m – 100 m	125
100 m – 150 m	96
150 m – 200 m	89
200 m – 250 m	87
250 m – 300 m	97
300 m – 350 m	91
350 m – 400 m	67
400 m – 450 m	59
450 m – 500 m	77
500 m – 550 m	55
550 m – 600 m	19
600 m – 650 m	12
650 m – 700 m	5
700 m – 750 m	5

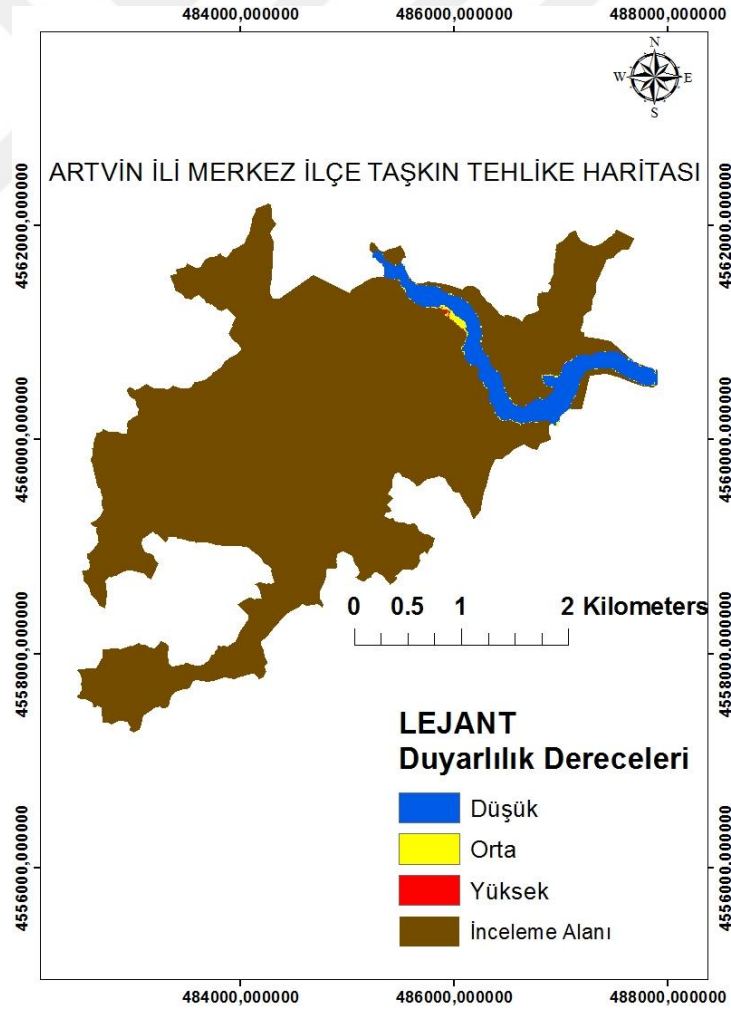


Şekil 43. (a) 50 ile 100 m, (b) 100 ile 150 m, (c) 150 ile 200 m, (d) 200 ile 250 m, (e) 250 ile 300 m, (f) 300 ile 350 m, (g) 350 ile 400 m, (h) 400 ile 450 m, (i) 450 ile 500 m, (j) 500 ile 550 m, (k) 550 ile 600 m, (l) 600 ile 650 m, (m) 650 ile 700 m, (n) 700 ile 750 m ve 750 metreden uzak yapı noktaları ArcGIS ortamında sınıflandırılarak taşkın alanına yakınlık analizi haritaları



Şekil 44. Taşkın tehlike haritası (su altında kalması muhtemel senaryo)

Taşkın Durumunda sular altında kalması muhtemel 194 adet bina ve yapılar siyah renkli olarak gösterilmektedir.



Şekil 45. Çalışma alanı taşkın tehlike haritası

Tablo 37. Taşkın tehlike haritasında ki duyarlılık dereceleri ile piksel sayıları

Value	Count	Taşkın tehlike sınıfları
1	24656	Düşük
2	1348	Orta
3	232	Yüksek



4. TARTIŞMA

4.1. Giriş

Bu bölümde, bütünleşik heyelan duyarlılık haritalarının elde edilmesi sırasında kullanılan yöntemler, dikkate alınan parametreler, elde edilen heyelan duyarlılık haritaları için performanslarının karşılaştırılması konularına yer verilecektir.

4.2. Parametre Seçimi

Heyelan duyarlılık analizi ile ilgili önceki çalışmalara bakıldığında, bağımsız parametrelerin seçiminde birçok alternatif olduğu anlaşılmaktadır. Bütünleşik heyelan duyarlılık değerlendirme çalışmamızda en uygun parametre seçimi için, çalışma sahasında ki Doğal Kaynaklı Afetleri kontrol eden etkenlerin ilişkisi dikkate alınmıştır. Çalışmaların bütününde jeoloji ve eğim gibi parametrelerin neredeyse bütün çalışmalarda kullanıldığı anlaşılmaktadır. İlâveten, yapısal unsurlara yakınlık, yamaç yönelimi gibi faktörlerin de yoğun olarak dikkate alındığı görülmektedir. Heyelan oluşumunda tetikleyici faktörler önemli hususlardandır. Yağış ve deprensellik tetikleyici faktörler arasında yer almaktadır. Bu tez çalışmasında deprensellik tek bir parametre olarak değil de, deprem risk değerlendirmesi adı altında, depreme etki eden parametreler belirlenerek ve heyelana etkisi anlamında değerlendirilerek analitik hiyerarşi metodu ile çalışılmıştır. Yağış faktörü bu tez çalışmasında kullanılmamıştır. Bunun temel nedeni, girdi veri olarak kullanılabilirlik kayıtlarına alınmış bilginin olmayışdır.

Bu tez çalışması kapsamında litoloji, yükseklik, yamaç eğimi, yamaç yönelimi ve akarsuya yakınlık parametreleri heyelan süreçlerini kontrol edebilecek olası ortamsal parametreler olarak seçilmiştir. Heyelan duyarlılık değerlendirme çalışmasında, deprensellik parametresi kullanılmamıştır.

Deprensellik ile heyelanın gelişimi arasında yakın bir ilişkinin varlığının ortaya konulmamasından dolayı heyelan duyarlılık değerlendirmesinde parametre olarak kullanılmamıştır. Ancak, tez çalışmasında bütünleşik bir heyelan duyarlılık değerlendirme aşamasında, deprem risk değerlendirmesi kapsamlı olarak ele alınmıştır.

Yamaç eğimi gerek heyelan gerekse erozyon oluşumunu etkileyen parametre olarak bu tez çalışmasında dikkate alınmıştır. Yamaç yönelimi de tez çalışmasında dikkate alınan parametrelerdendir. Yamaç yönelimi, yamacın nemliliği, yağışın yönü ve güneş radyasyonuna maruz kalma bakımından önemli bir parametre olduğundan dikkate alınmıştır.

Heyelan aşamalarının gelişmesinde ve ayrıca erozyonun gelişmesinde etkili olduğu düşünülen bir diğer parametre ise drenaj hatlarına olan uzaklıktır. Drenaj hatlarına uzaklık, yamaç ile drenaj hattı ve heyelan gelişimi arasında ki ilişkinin ortaya konmasında fayda sağlayacaktır. Bu manada, çalışma alanı içerisinde yer alan drenaj ağları sayısal olarak ArcGIS ortamına aktarılarak gerekli analizler yapılmak sureti ile değerlendirme yapılmıştır.

Benzer şekilde fay hatlarına olan uzaklıklar km cinsinden dikkate alınarak, deprem risk değerlendirmesi aşamasında analiz edilmiştir. Tektonik hareketler neticesinde litolojik birimlerde dayanımsız zonların gelişmesine sebep olabilmektedir. Dolayısıyla, zayıf litolojik birimlerin ve yüksek eğime sahip olan yamaçların süreksizlik hatlarına olan uzaklıklarının değerlendirilmesi önemli olmaktadır.

Yamaç eğimi ve yamaç yönelimi heyelan gelişimi üzerinde etkilidir. Topoğrafik eğrilik bir diğer adı ile yamaç şekli, topoğrafik veri kullanılarak elde edilmiştir. Yamaç eğriliği literatürde ikincil topoğrafik veri olarak kabul edilmektedir. Yamaç şeklinin iç bükey, düz veya dış bükey olması, yamaca etkiyen gerilme dağılımı bakımından heyelan sürecinde etkili olmaktadır.

4.3. Yöntem Seçimi

Bu tez çalışmasında, bütünleşik Doğal Kaynaklı Afet duyarlılık değerlendirmesi amaçlanmıştır. Bu hedef doğrultusunda, heyelan duyarlılık değerlendirmesi, deprem risk değerlendirmesi ve taşkın-sel risk değerlendirmesi başlıkları altında çalışmalar yapılarak sonuç haritaları elde edilmiştir. Heyelan duyarlılık değerlendirmesi aşamasında, heyelan gelişimine etki edebilecek parametreler belirlendikten sonra, AHS(Analitik Hiyerarşi Yöntemi) ile parametrelerin kendi ağırlıkları ile her birinin birbirleri ile olan önem dereceleri ikili karşılaştırma matrisi ile derecelendirilmiştir. Heyelan duyarlılık analizi için literatürde birçok değerlendirme yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir. İstatistiksel yöntemlerin yanında uzman görüşünü de dikkate alan analiz yöntemleri kullanılmıştır. Bu tez çalışmasında, AHS yönteminin yanı sıra, veriye dayalı istatistik yöntemler olan lojistik regresyon ve benzerlik oranı yöntemleri de kullanılmıştır.

Burada dikkat edilmesi gereken husus, problemin belirlenmesi ve problemin çözümüne dair probleme etki eden parametrelerin uygun şekilde seçilmesi gerekmektedir.

Bütün bunlar dikkate alındığında, problem çözücünün elinde bulunan olanaklar neticesinde kendisi için en uygun yöntem seçilmelidir. Bu tez çalışmasında birincil olarak problem tanımlaması yapılmış, problemin çözümüne yönelik ihtiyaç duyulan veriler tespit edilerek verilere ulaşmak için yapılması gerekenler belirlenmiştir.

4.4. Duyarlılık Haritalarının Doğruluk Değerlendirmesi

Çalışma alanında 3 farklı yöntem ile Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesi yapılmıştır. Elde edilen sonuçların birbiri ile arasında ki ilişkilerini test etmek amacı ile doğruluk analizi yapılmıştır. Çalışma alanında heyelan duyarlılık değerlendirme maksadıyla; AHS, Lojistik Regresyon ve Frekans oranı yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemlerin her biri ile elde edilen duyarlılık haritaları çalışma alanına ait uygun dönüşüm ve formattaki sayısal envanter haritası ArcGIS ortamında karşılaştırılmak suretiyle yeni bir raster harita üretilmiştir. Heyelan Duyarlılık Haritaları beş sınıfa ayrılarak sınıflandırılmıştır. Karşılaştırma işleminden evvel elde edilen her bir yönteme ait duyarlılık haritalarında ki her bir sınıfa ait heyelansız piksel sayıları ExCel ortamında tablo haline getirilmiştir. Heyelansız duyarlılık sınıflarına ait toplam piksel sayıları hesaplanmıştır. Duyarlılık sınıflarına ait heyelansız yüzde piksel değerleri de ExCel hesaplama tabloları vasıtası ile bulunmuştur. ArcGIS ortamında karşılaştırma işleminden sonra elde edilen her bir duyarlılık sınıfına ait heyelanlı piksel sayıları ve toplam heyelanlı piksel sayıları ve yüzde heyelanlı piksel değerleri de yine ExCel hesap tabloları vasıtası ile yapılmıştır.

Her bir duyarlılık sınıfına ait heyelansız yüzde piksel değerlerine 0 değerini atayarak toplamda 100 tane sıfır değeri ExCel ortamında girilmiştir.

Tablo 38. Heyelanlı ve heyelansız piksel sayıları ile yüzde piksel değerleri

AHS	Heyelansız Piksel	% Piksel	Heyelanlı Piksel	% Piksel
Çok Düşük	77804.00	0.18	22571.00	0.14
Düşük	97024.00	0.22	31726.00	0.20
Orta	95541.00	0.22	21362.00	0.14
Yüksek	93435.00	0.21	39617.00	0.25
Çok Yüksek	72028.00	0.16	41680.00	0.27
Toplam Piksel	435832.00	1.00	156956.00	1.00

Çok Düşük Duyarlılık sınıfındaki heyelansız yüzde piksel değeri 18 olarak bulunmuştur. ExCel hesap tablosuna 100 tane sıfır değerini girdikten sonra, çok düşük duyarlılık sınıfı olan 1 kodundan 18 adet girmek sureti ile ve aynı şekilde düşük duyarlılık sınıfına ait 2 kodundan 22 tane girerek ve bu işlemi 100 tane olacak şekilde tamamlanmıştır.

Yapılan bu işlem heyelanlı yüzde piksel değerleri içinde 100 tane 1 değeri ExCel tablosunda girildikten sonra tekrarlanarak tamamlanmıştır. Elde edilen değerler Web. based Calculator programında analiz edilerek her bir yöneme ait doğruluk analizi gerçekleştirilmiştir.

Tablo 39. Heyelanlı ve heyelansız piksel sayıları ile yüzde piksel değerleri

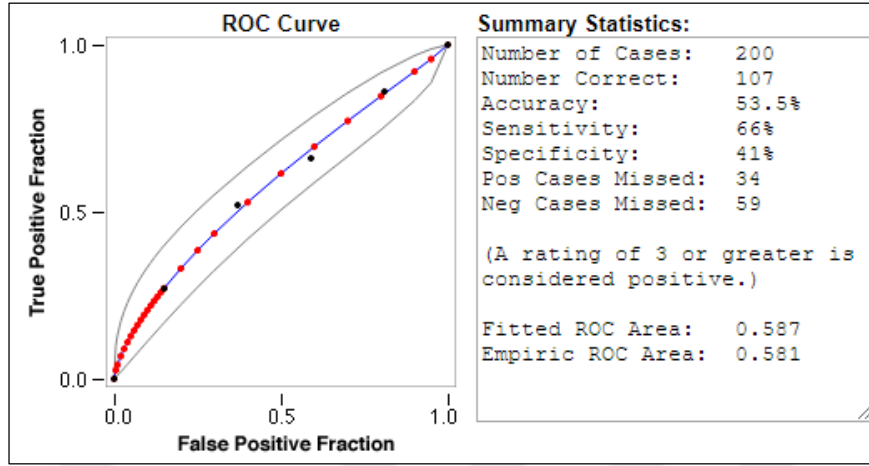
Frekans Oranı	Heyelansız Piksel	% Piksel	Heyelanlı Piksel	% Piksel
Çok Düşük	51796.00	0.12	998.00	0.00
Düşük	93768.00	0.22	8689.00	0.05
Orta	135158.00	0.31	42500.00	0.27
Yüksek	120522.00	0.28	74708.00	0.48
Çok Yüksek	34588.00	0.07	30061.00	0.19
Toplam Piksel	435832.00	1.00	156956.00	1.00

Tablo 40. Heyelanlı ve heyelansız piksel sayıları ile yüzde piksel değerleri

Lojistik Regresyon	Heyelansız Piksel	%Piksel	Heyelanlı Piksel	%Piksel
Çok Düşük	12455.00	0.03	1515.00	0.98
Düşük	90994.00	0.21	14775.00	0.10
Orta	154413.00	0.35	54474.00	0.36
Yüksek	146030.00	0.34	85634.00	0.54
Çok Yüksek	31940.00	0.07	558.00	0.36
Toplam piksel	435832.00	1.00	156956.00	1.00

4.5. Doğruluk Analiz Sonuçları

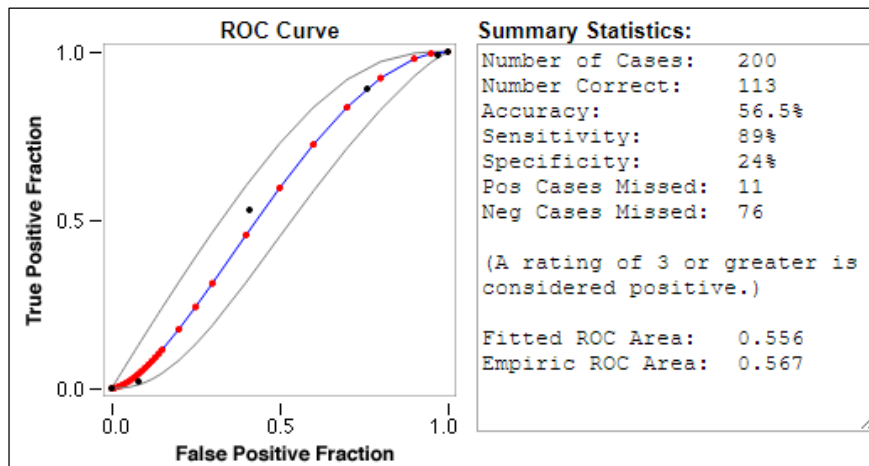
4.5.1. AHS Yöntemi Doğruluk Testi



Şekil 46. AHS doğruluk testi için elde edilen ROC eğrisi

AHS yöntemi ile yapılan heyelan duyarlılık analizi doğruluk testinde elde edilen ROC değeri 0.587 olarak bulunmuştur. Bu değer kabul edilebilir bir düzeyde olsa da ideal güvenli bir düzeyde sonuç vermediği anlaşılmaktadır.

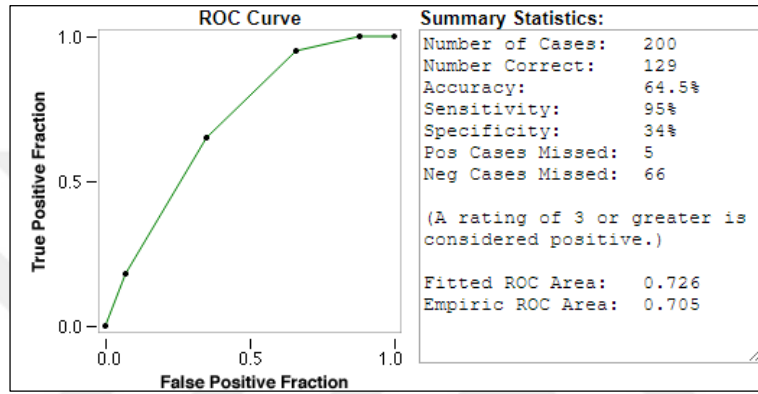
4.5.2. Lojistik Regresyon Doğruluk Testi



Şekil 47. Lojistik regresyon doğruluk testi ile elde edilen ROC eğrisi

Lojistik Regresyon ile elde edilen duyarlılık haritasına ait doğruluk analizi neticesinde ROC değeri 0.556 olarak hesaplanmıştır. Bu değer kabul edilebilir bir sonuç olsa da güvenilirliği noktasında istenilen bir sonuç olmadığı düşünülmektedir. 0.5 ve üzeri ROC değeri kabul edilebilir, tutarlı bir sonuç anlamına gelmektedir.

4.5.3. Frekans Oranı Doğruluk Testi



Şekil 48. Frekans Oranı doğruluk testi ile elde edilen ROC eğrisi

Frekans Oranı ile elde edilen heyelan duyarlılık haritasına ait doğruluk analizi sonucunda ROC değeri 0.726 olarak bulunmuştur. Bu değer diğer yöntemler ile kıyaslandığında daha başarılı bir değer olarak anlaşılmaktadır. Çalışılan yöntemler ve doğruluk testleri neticesinde benzerlik oranı ile yapılan değerlendirmenin daha başarılı bir sonuç verdiği kanaatine ulaşılmaktadır. Doğal Kaynaklı Afet duyarlılık değerlendirmelerinde daha önce yapılmış çalışmalar incelendiğinde lojistik regresyon ile elde edilen duyarlılık haritalarının daha başarılı sonuçlar verdiği görülmektedir. Bu çalışmada ise frekans oranı yöntemi daha başarılı bir netice vermiştir.

4.6. Deprem Etkilerine Duyarlılık Değerlendirmesi

4.6.1. Yöntem ve Parametre Seçimi

Deprem Etkilerine Duyarlılık Değerlendirme aşamasında, depreme etki edebilecek parametreler öncelikle belirlenmiştir. Bu parametreler; litoloji, fay hatlarına uzaklık, en

büyük yer ivmesi katsayısı(a_{max}), yer şekilleri, yamaç eğimi, dinamik elastik jeofizik mühendisliği parametreler (boyuna- V_p ve enine dalga- V_s hızları, V_p/V_s hız oranları, 30 m derinlik için ortalamada kayma dalgası hızı V_{s_30}) dikkate alınmıştır.

Deprem Etkilerine Duyarlılık Değerlendirme çalışmasında AHS yönteminin kullanılmasına karar verilmiştir. Literatürde önceki çalışmalar irdelendiğinde AHS yönteminin birçok çalışmada uygulandığı görülmüştür. Belirlenen parametrelerin kendi aralarında ki ağırlıkları ve herbir parametrenin alt ölçütleri içindeki ağırlıklı değerleri AHS yöntemi ile değerlendirilmiştir. Neticede, ArcGIS yazılımı kullanılarak belirlenen ağırlıklı değerleri içeren raster haritaları üretilmiştir. Her bir parametreye ait raster haritaların üretildikten sonra, ArcGIS yazılımında ağırlıklı çakıştırma yöntemleri kullanılarak Deprem Etkilerine Duyarlılık haritası elde edilmiştir.

4.7. Taşkın Tehlike Değerlendirmesi

4.7.1. Yöntem ve Parametre Seçimi

DSİ'nin Artvin İli Taşkın Tehlike Haritaları Yapımı ve Mühendislik Hizmetleri İşi kapsamında yapılan çalışmalar ve verilerden yararlanılmıştır. 1 Boyutlu hidrolik modelleme, FLO2D programı ile 2 Boyutlu hidrolik modelleme yapılmış ve taşkın tehlike alanları oluşturulmuştur. Bir ve iki boyutlu analizler ile baraj yıkılma analizleri de yapılmıştır. SYM oluşturulması için arazi verileri bir araya getirilip işlenerek modellerde kullanılmaya uygun hale getirilmiştir. Ardından bir diğer gerekli girdi olan farklı yıllarda tekerrürlere ait debilerin hidroloji çalışmaları ile hesaplanması yapılmıştır. Bu iki önemli girdi hazırlandıktan sonra, Manning değerleri hesaplanarak model çalışmaları yapılmıştır.

DSİ verilerinden yararlanılarak ArcGIS yazılımında yakınlık analizi yapılarak çalışma alanı içinde kalan yapıların taşkın tehlikesi bakımından değerlendirilmesi yapılmıştır. Taşkın olması durumunda su altında kalması muhtemel yapılar değerlendirilmiştir.

5. SONUÇLAR

5.1. Artvin İli Merkez İlçe Heyelan Duyarlılığı

Artvin İli Merkez İlçe Doğal Kaynaklı Afet duyarlılık değerlendirmesi neticesinde, heyelan duyarlılık değerlendirmesi, deprem etkilerine duyarlılık değerlendirmesi, taşkın tehlike değerlendirmesi olarak 3 farklı açıdan bütünleşik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Heyelan duyarlılık değerlendirmesinde, AHS, lojistik regresyon ve frekans oranı(benzerlik oranı) yöntemleri kullanılarak değerlendirme yapılmıştır. Heyelan duyarlılık haritasının doğruluk testi uygulandığında ise tüm yöntemler ile elde edilen sonuçların tutarlı ve kabul edilebilir düzeyde olduğu görülmüştür. Buna ek olarak benzerlik oranı ile elde edilen heyelan duyarlılık haritasının daha tutarlı sonuç verdiği gözlemlenmiştir. Deprem etkilerine duyarlılık değerlendirme çalışmasında öncelikli olarak depreme etki edebilecek parametreler belirlenmiştir.

Çok değişkenli karar verme yöntemlerinden biri olan AHS yöntemi vasıtasıyla parametrelerin hem kendi içlerinde hemde birbirileri ile olan ilişkileri matematiksel olarak değerlendirilerek birbirlerine göre ağırlıkları elde edilmiştir. AHS yöntemi ile duyarlılık değerlendirme aşamasında, dikkate alınan parametrelerin etki düzeyleri göz önünde bulundurularak parametrelerin önem dereceleri belirlenmiştir. Önem derecelerine göre sıralanan parametreler AHS yöntemi ile değerlendirilerek ağırlık değerleri hesaplanmıştır. Tüm bu parametreler ve ağırlıkları ArcGIS yazılımında analiz edilerek Deprem Etkilerine Duyarlılık haritası elde edilmiştir. Artvin Merkezi yerleşim alanı için çalışılan bir diğer konu ise, taşkın risk değerlendirme çalışmasıdır. Taşkın tehlike değerlendirme çalışmasında, D.S.İ'nin merkez yerleşim alanında yapmış olduğu kapsamlı, birçok mühendislik disiplini konu alan taşkın çalışmasında ki verilerden yararlanılmıştır. Deriner barajı taşkın senaryoları D.S.İ tarafından FLO2D, HECRAS yazılımları kullanılarak elde edilmiştir.

5.2. Artvin İli Merkez İlçe Heyelan Duyarlılığı Yüzdeleri

İnceleme alanında, Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesi kapsamında, 3 farklı yöntem kullanılarak sonuç duyarlılık haritaları elde edilmiştir.

Bu yöntemler: Analitik Hiyerarşi Yöntemi, Lojistik Regresyon Yöntemi ve Frekans Oranı (Benzerlik Oranı) yöntemleridir.

1. İstatistiksel analiz yöntemi olarak bu yöntem kullanılmıştır. İnceleme alanında bu yöntem ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde, inceleme alanının % 13'ü çok düşük, % 20'si düşük, % 24'ü orta, % 34'ü yüksek ve % 9'u çok yüksek heyelan duyarlılığına sahip olarak bulunmuştur. Çok yüksek, yüksek ve orta heyelan duyarlılık sınıfında ki alanlar inceleme alanının güneydoğusunda yer almaktadır.
2. Frekans Oranı (Benzerlik Oranı Yöntemi ile üretilen heyelan duyarlılık haritasına göre, inceleme alanının % 12'si çok düşük, % 21'i düşük, % 32'si orta, % 27'si yüksek ve % 8'i çok yüksek heyelan duyarlılığına sahip olarak bulunmuştur.
3. Analitik Hiyerarşi yöntemi ile üretilen heyelan duyarlılık haritasına göre, inceleme alanının % 18'si çok düşük, % 23'ü düşük, % 22'si orta, % 21'i yüksek ve % 16'sı çok yüksek heyelan duyarlılığına sahip olarak bulunmuştur.

Kullanılan bu yöntemler ile elde edilen heyelan duyarlılık haritalarının birbirleri ile olan durumları karşılaştırılmıştır.

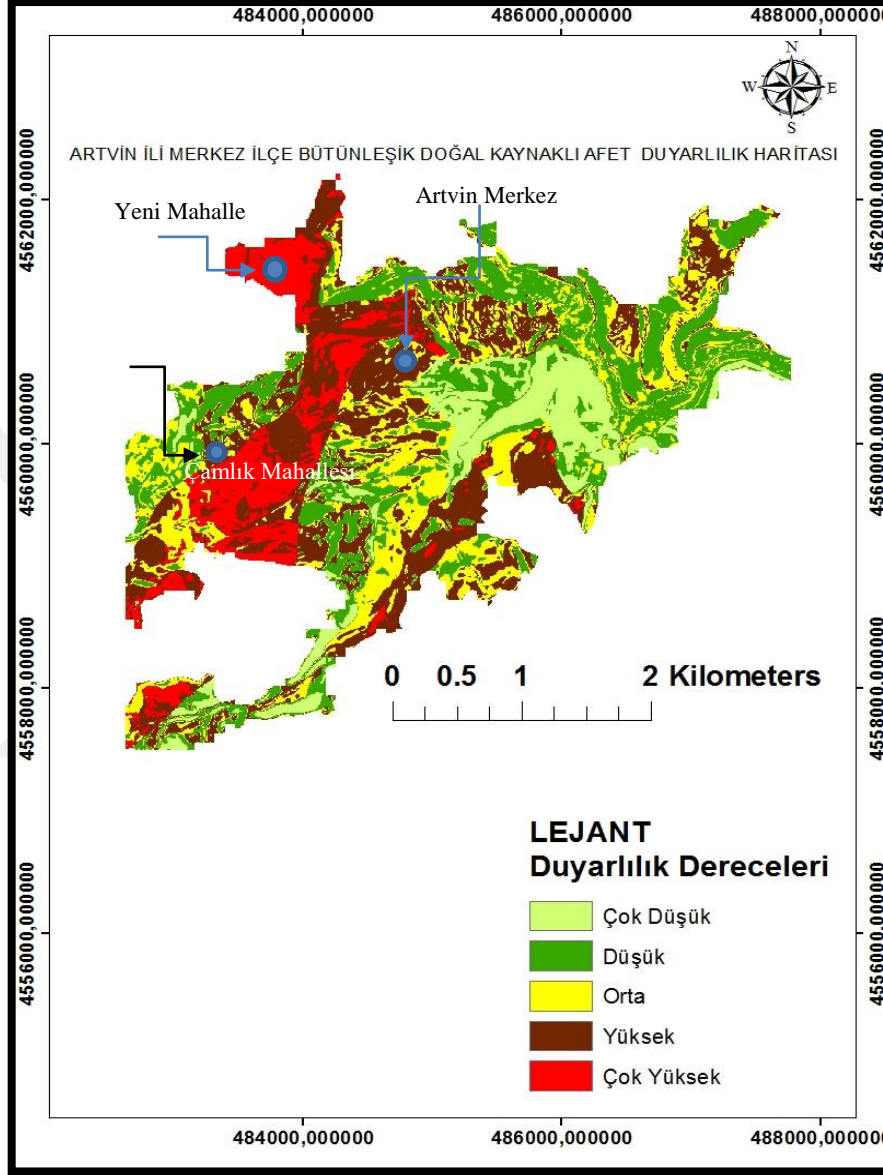
Tablo 41. Lojistik Regresyon, Benzerlik Oranı ve AHS ile elde edilen heyelan duyarlılık sınıfları ve yüzde değerleri.

YÖNTEM	Heyelan Duyarlılık Dereceleri				
	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Lojistik Regresyon	13	20	24	34	9
Benzerlik Oranı	12	21	32	27	8
Analitik Hiyerarşi Yöntemi(AHS)	18	23	22	21	16

5.3. Yöntemlerin Karşılaştırılması

1. Tez çalışmasında kullanılan yöntemlerden elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında, frekans-benzerlik oranı yönteminin, lojistik regresyon yöntemine nispeten daha etkin sonuç verdiği görülmektedir.
2. Heyelan duyarlılık değerlendirmesi çalışmaları incelendiğinde, lojistik regresyon yönteminin başarılı sonuçlar verdiği görülmektedir. Bu yöntemin çok daha iyi

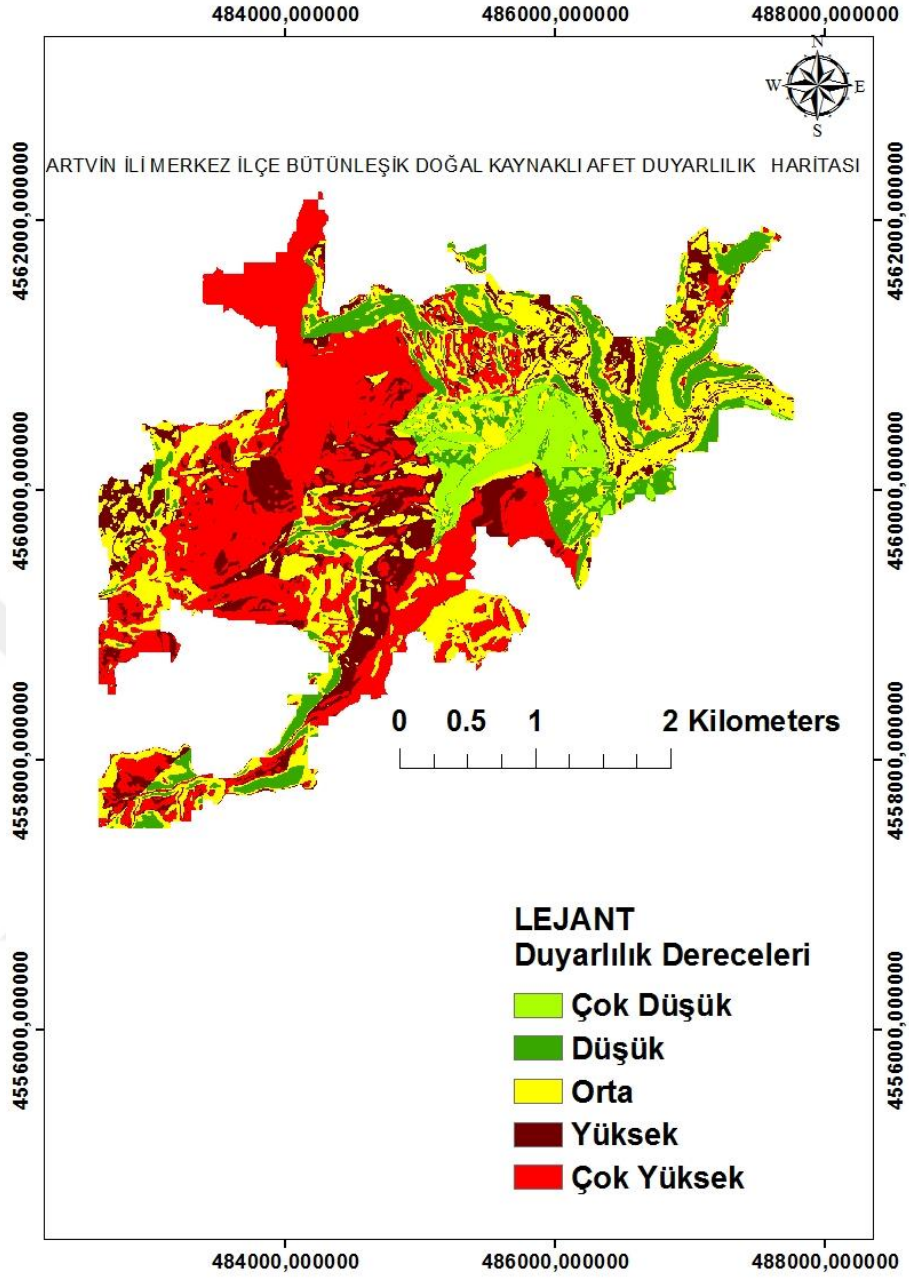
sonuçlar vermesi incelenen alanda ki tespit edilen heyelanlı alan sayısının çokluğundan kaynaklanmaktadır.



Şekil 49. Bütünleşik doğal kaynaklı afet duyarlılık haritası

Tablo 42. Çalışma alanının duyarlılık sınıflarına göre kapladığı alan ve yüzdeleri

Duyarlılık Dereceleri	Km ²	Yüzde
Çok Düşük	1.13	10.90
Düşük	2.69	25.96
Orta	2.20	21.23
Yüksek	3.09	29.82
Çok Yüksek	1.25	12.06



Şekil 50. Bütünleşik doğal kaynaklı afet duyarlılık haritası

Tablo 43. Çalışma alanının duyarlılık Sınıflarına göre kapladığı alan ve yüzdeleri

Duyarlılık Dereceleri	Km ²	Yüzde
Çok Düşük	0.61	5.91
Düşük	1.35	12.60
Orta	2.97	28.80
Yüksek	1.80	17.45
Çok Yüksek	3.63	35.24

5.4. Artvin Merkez Yerleşim Alanı İçin Deprem Duyarlılığı

Artvin Merkez yerleşim alanı için, Deprem Etkilerine Duyarlılık değerlendirilmesi yapılmıştır. Deprem Etkilerine Duyarlılık Değerlendirmesi çalışmasında, depreme etki edebileceği düşünülen parametreler öncelikle belirlenmiştir. Bu parametreler; litoloji, fay hatlarına uzaklık, en büyük yer ivmesi katsayısı(a_{max}), yer şekilleri, yamaç eğimi, dinamik elastik jeofizik mühendisliği parametreleri (boyuna- V_p ve enine dalga- V_s hızları, V_p/V_s hız oranları, 30 m derinlik için ortalama kayma dalgası hızı- V_{s30}) 'dir.

Bu tez çalışmasında, deprem etkilerine duyarlılık değerlendirme aşamasında maksimum yer ivme değeri önemli bir etken olarak düşünülmüş ve maksimum yer ivme değeri ArcGIS yazılımı ortamında analiz edilirken iki farklı interpolasyon yöntemi uygulanarak değerlendirilmiştir. Bu manada, ArcGIS yazılımı vasıtasıyla interpolasyon yöntemlerinden Kriging ve Idw yöntemleri ayrı ayrı uygulanarak maksimum yer ivme dağılım haritası ArcGIS ortamında üretilmiştir. Çalışma alanına belli uzaklıkta bulunan sismik kaynakların uzaklık değerine göre maksimum yer ivme değerleri her bir sismik kaynak için belirlenmiştir. ArcGIS yazılımında maksimum yer ivme değerleri ve sismik kaynakların inceleme alanına uzaklık değerleri aktarılmıştır. Kriging ve Idw yöntemleri ile inceleme alanına göre gerekli dönüşüm parametreleri uygulandıktan sonra değerlendirmeye alınmıştır.

AHS yöntemi kullanılarak her bir katmanın kendi ağırlığıyla, dikkate alınan parametrelerin alt ölçütlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. 18 Mart 2018 tarihli, Türkiye Bina Ve Deprem Yönetmeliği Madde 2.2.3'e göre faya yakınlık katsayıları dikkate alınarak, çalışma alanı yakınından geçen faylar ve yakınlık mesafelerine göre değerlendirme yapılmıştır. Çalışma alanına 15 km yakınlıktaki, 15 km ile 25 km yakınlıktaki, 25 km ile 50 km yakınlıktaki ve 50 km'den daha uzak olan mesafelere ağırlık değerleri atanmıştır. ArcGIS yazılımı kullanılarak elde edilen ağırlıklar öznitelik tablosunda tanımlanmıştır. Çalışma alanına 15 km ile 25 km mesafedeki faylar ile 25 km ile 50 km mesafedeki fayların değerlendirmeye alındığı görülmektedir.

Tablo 44. Çalışma alanı faya yakınlık mesafe değerleri ile ağırlıkları tablosu

Faya yakınlık(km)	Ağırlıklı Değer
0-15	1,2
15-25	1
25-50	0,8
>50	0,5

Yapılan değerlendirmeler neticesinde, çalışma alanına 15 km ile 25 km mesafedeki faylar ile 25 km ile 50 km mesafedeki fayların etkili olduğu görülmektedir.

Çalışma alanı Deprem Etkilerine Duyarlılık değerlendirme çalışmasında; yükseklik, litoloji parametreleri de dikkate alınmıştır. Bu kapsamda inceleme alanının Sayısal Yükseklik Modeli raster haritası üretilmiştir. Belirlenen yükseklik sınıfları ve etki düzeyleri AHS yöntemi ile değerlendirilmiştir. ArcGIS yazılımı kullanılarak elde edilen raster haritada yeniden sınıflandırma yapılarak ağırlıklı raster harita üretilmiştir.

Deprem Etkilerine Duyarlılık değerlendirme kapsamında litoloji parametreside dikkate alınmıştır. Farklı litolojik birimlerin birbirinden farklı özellikleri olduğundan, deprem duyarlılığı bakımından dikkate alınmıştır. Çalışma alanında yüzeyleyen litolojik birimlerin ArcGIS ortamında raster haritası üretilmiştir. AHS yöntemi kullanılarak, farklı litolojilerin deprem duyarlılığı bakımından etkileri dikkate alınarak ağırlıklı değerleri elde edilmiştir. Ağırlıklı değerler elde edildikten sonra ArcGIS yazılımı vasıtasıyla, yeniden sınıflandırma yapılarak ağırlıklı değerleri içeren ikincil bir raster harita üretilmiştir.

Deprem Etkilerine Duyarlılık değerlendirmesinde dikkate alınan bir diğer parametre ise P-dalga hızının V-dalga hızına oranıdır. Artvin Merkez İmar Planına esas kapsamlı Jeolojik-Jeoteknik etüt raporunda ölçülen (V_p/V_s) hız değerleri dikkate alınmıştır. ArcGIS 10,3 yazılımına aktarılan V_p/V_s hız değerleri ve AHS ile atanan tehlike katsayıları belirlenmiştir. ArcGIS ortamında (V_p/V_s) dağılım değerleri haritası üretilmiştir.

Yapılan değerlendirmeler neticesinde, çalışma alanının %41'i zeminin sıklık durumuna göre sağlam ve katı diye isimlendirilen malzemeden oluşmaktadır. Çalışma alanının %32'si katı ve sıkı-katı malzemeden, %17'si sıkı-katı ve katı malzemeden, %7,5'u sıkı-katı ve gevşek malzemeden, %0,6'sı gevşek-çok gevşek malzemeden oluşmaktadır. Deprem Etkilerine Duyarlılık değerlendirmesi kapsamında eğim parametreside dikkate alınmıştır. Çalışma alanı belli eğim dereceleri arasında AHS yöntemi ile değerlendirilerek ağırlıklı değerler elde edilmiştir. ArcGIS yazılımı kullanılarak çalışma alanına ait ağırlık değerleri tanımlanmış raster harita üretilmiştir.

Deprem duyarlılığına etki edecek tüm parametreler ve bu parametrelere ait ağırlıklı raster formatında haritalar türetildikten sonra ArcGIS yazılımı kullanılarak ağırlıklı çakıştırma yöntemleri ile duyarlılık haritası üretilmiştir. Elde edilen duyarlılık haritası incelendiğinde, inceleme alanının %11,75'i çok düşük duyarlılığa sahip olduğu,%13,55'i düşük duyarlılığa sahip olduğu, %27,79'u orta duyarlı, %28,35'i yüksek duyarlı,%18,56'sı çok yüksek duyarlılığa sahip olduğu görülmektedir.

5.5. Artvin İli Merkez İlçe İçin Taşkın Tehlike Değerlendirmesi

Artvin Merkez yerleşim alanı için taşkın tehlike değerlendirme aşamasında, DSI'nin verilerinden yararlanılmıştır. DSI'nin Artvin İli Taşkın Tehlike Haritaları Yapımı ve Mühendislik Hizmetleri İşi kapsamında yapılan çalışmalar ve verilerden yararlanılmıştır.

1 Boyutlu hidrolik modelleme, FLO2D programı ile 2 Boyutlu hidrolik modelleme yapılmış ve taşkın tehlike alanları oluşturulmuştur. SYM oluşturulması için arazi verileri bir araya getirilip işlenerek modellerde kullanılmaya uygun hale getirilmiştir. Ardından bir diğer gerekli girdi olan farklı yıllarda tekerrürlere ait debilerin hidroloji çalışmaları ile hesaplanması yapılmıştır. Bu iki önemli girdi hazırlandıktan sonra, Manning değerleri hesaplanarak model çalışmaları yapılmıştır. Modelleme çalışmaları sırasında, sanat yapıları en doğru şekilde modele entegre edilmeye çalışılmıştır.

Model sonuçlarından elde edilen su derinlikleri ve hız değerleri kullanılarak maksimum su derinliği ve tehlike haritaları oluşturulmuştur. Bu çalışmalar kapsamında görülmüştür ki proje risk alanlarında taşkın meydana gelmektedir.

Bu çalışmada birçok senaryo çalışılmıştır. Bir ve iki boyutlu analizler yapılmıştır. Aynı zamanda baraj yıkılma analizleri de yapılmıştır. Bir boyutlu analizlerde Deriner Barajı mansabı tesisleri korunarak geçirilebilen debiler ve Karayolları Bölge Müdürlüğü tarafından önerilen köprünün geçirebileceği debi ve su kotu çalışılmıştır. Taşkın risk haritaları yapıldığı gibi önerilen projelerin uygulama projeleri de hazırlanmıştır. Özellikle de Borçka Barajı Mansabı için dere yatağı plan profili yeniden çalışılmış ve peyzaj alanları için yerler bırakılmıştır. Ayrıca Çoruh havzasında yapılan barajların gelen taşkın debilerini ötelemesi ile taşkın riskini azaltan katkıları da unutulmamalıdır.

Proje alanında bulunan dereler, membada derin vadilerden ve hızlı bir şekilde akışa geçmektedir. Ancak düz bir araziye sahip olan yerleşim merkezlerine ulaşan suların hızı azalmaktadır. Hızla gelen akışın yüksek enerjisi ile memba kısmından topladığı sediment ve

çeşitli malzemelerin hızın ve enerjinin azaldığı yerleşim merkezlerinde dere tarafından taşınmaması, malzemelerin çökmesine ve birikmesine sebep olur. Bu durum aynı zamanda kapalı kesitlerde tıkanmalara, dere yatağının kesitinin daralmasına sebebiyet verir. Bu sebeple rusubat sürekli temizlenmeli ve yan kollara tersip bendi yapılarak ana yatağa ulaşması önlenmelidir. Bölgede yaşanan taşkın ve sonrasında yapılan saha gözlemleri göstermektedir ki taşkın anındaki heyelan ve rusubat taşınımı taşkın etkisini büyük ölçüde arttırmaktadır. Dolayısı ile yukarı havza önlemleri taşkın önlemleri ile paralel olarak alınmalıdır.

Üzerine su çıkan köprü ve sanat yapılarının kapasitelerinin artırılarak taşkınlarda oluşacak zararların önüne geçilmelidir. Belirlenen taşkın alanları sınırları ile taşkın tehlike haritaları ilgili belediye ve valiliklerle paylaşılmalı ve mümkün ise bu alanlarda yeni yerleşimlere müsaade edilmemelidir. Mevcut yerleşim sakinlerine taşkın sınırları ve su derinlikleri gösterilerek olası taşkınlara karşı koruyucu önlem almaları sağlanmalıdır. Aksi halde proje alanındaki yerleşim yerlerinde yaşanabilecek taşkın felaketinde can ve mal emniyeti risk altında olacaktır.

Sel ve taşkın olaylarının zararlarının azaltılması ve özellikle meydana gelebilecek can kayıplarının minimuma indirilmesi için erken uyarı sistemleri faydalı olmaktadır. Sel, meteorolojik ve hidrolojik parametrelere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle bu parametreler kullanılarak gerçeğe yakın sonuçlar elde edip olay gözlemleyebilmek ve tahmin edebilmek için, hidrolojik ve hidrodinamik modellemeler kullanılmaktadır. Elde edilen bu modeller ile erken uyarı sistemleri geliştirilerek özellikle can kayıpları en aza indirilebilmektedir. Havzaya ait hidrodinamik modellemelerin yan sıra bölgedeki kritik noktalara gözlem ağı kurulmalı ve uzaktan algılama sistemi ile sürekli yağış ve akış verilerinin toplanması sağlanmalıdır.

Deriner Barajı mansabında mevcut tesisler korunduğunda geçiren debi miktarı 1460 m³/s (n:0.065) olarak hesaplanmıştır. Taşkın kanalı tabanında ve şevlerinde iyileştirmeler yapıp düzenlendiğinde pürüzlülük katsayısı (n: 0.040) olduğu durumda 1720 m³/s geçirebileceği hesaplanmıştır. Şevlerde bazı yerlerde 2 m duvar yapıldığında geçiren debi miktarı 1780 m³/s (n:0.065) olmaktadır. Taşkın kanallarının bakımının yapıp rusubatlardan temizlenmesi gerekmektedir. Pürüzlülük katsayısı yapılan kalibrasyon ölçümlerinde de görüldüğü üzere yüksektir. Taşkın kanallarını verimli kullanılması için düzenli bakım ve temizliğinin yapılması, Çoruh Nehrinde yan derelerden gelen rusubatın Çoruh Nehri

içerisinde birikmesini önlemek için yan derelerin üst havzalarında rusubat tutucu yapılarının yapılması zorunludur.

Borçka Barajı uygulama projeleri çalışmalarında Borçka Barajı mansabı tesislerinin kapasitesini artırmaya yönelik projeler de geliştirilmiştir.

Borçka barajı mansabında Borçka İlçe Merkezi bulunmaktadır. Borçka İlçe Merkezinden geçen Çoruh Nehrinde Borçka Barajı yapımı sonrasında tahkimatlar yapılmış ancak ilçe merkezinden geçen birkaç noktada kiritik kesitler bulunmaktadır. Borçka ilçesinden geçen Çoruh Nehrinde geniş kesitler bulunsa da nehir güzergahındaki kiritik kesirler dikkate alınarak Borçka Barajından su bırakılmaktadır. Kiritik kesitlerden suların aşması durumunda Borçka İlçesinin neredeyse tamamı su altında kalma riski bulunmaktadır.



6. KAYNAKLAR

1. Addeo, G., Guastadisegni, G. and Pisante, M., Land and Water Quality for Sustainable and Precision Farming, I. World Congress on Conservation Agriculture, October 2001, Madrid.
2. Afifi, A. and A., Clark, V., Computer Aided Multivariate Analysis. 455p., Chapman-Hall, London, 1988.
3. Akgün, A., Heyelan duyarlılık haritalarının hazırlanmasında Çok Ölçütlü Karar Analizi (ÇÖKA) yönteminin kullanımı: Ayvalık (Balıkesir) Örneği. Geosound, 48-49 (2006), 87-101.
4. Akgün, A., Ayvalık ve Yakın Çevresinin Erozyon ve Heyelan Duyarlılığının Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı İncelenmesi, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2007.
5. Akgün, A. ve Bulut, F., GIS-Based Landslide Susceptibility for Arsin-Yomra (Trabzon, North Turkey) Region. Environmental Geology, 51 (2007). 1377-1387.
6. Akgün, A., Dağ, S. ve Bulut, F., Landslide Susceptibility Mapping For A Landslideprone Area (Findikli, NE Of Turkey) By Likelihood-Frequency Ratio And Weighted Linear Combination Models. Environmental Geology, 54 (2008), 1127-1143.
7. Akgün, A. ve Türk, N., İki Ve Çok Değişkenli İstatistik Ve Sezgisel Tabanlı Heyelan Duyarlılık Modellerinin Karşılaştırılması: Ayvalık (Balıkesir, Kuzeybatı Türkiye) Örneği, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 34, 2 (2010), 85-112.
8. Akgün, A. and Türk, N., Landslide Susceptibility Mapping For Ayvalik (Western Turkey) And Its Vicinity By Multicriteria Decision Analysis, Environmental Earth Sciences, 61 (2010), 595-611.
9. Akıncı, H., Özalp, Y. A., Özalp, M., Temuçin Kılıçer, S., Kılıçoğlu, C. ve Erevan, E., Bayes Olasılık Teoremi Kullanılarak Heyelan Duyarlılık Haritalarının Üretilmesi, 2014.
10. Atkinson, P.M. and Massari, R., Generalized Linear Modelling of Susceptibility to Landsliding in The Central Appennines, Italy, Computers and Geoscience, 24, 4 (1998), 373-385.
11. Ayalew, L. and Yamagishi, H., The Application Of GIS-Based Logistic Regression For Landslide Susceptibility Mapping In The Kakuda-Yahiko Mountains, Central Japan. Geomorphology, 65 (2005), 15-31.

12. Ayalew, L., Yamagishi, H., Marui, H. and Kanno, T., Landslides İn Sado Island Of Japan: Part II. GIS-Based Susceptibility Mapping With Comparisons Of Results From Two Methods And Verifications, Engineering Geology, 81, 4 (2005), 432-445.
13. Barut, Z., B., Ertekin, C. ve Karaağaç, H., A., Tillage Effects on Energy Use for Corn Silage in Mediterranean Coastal of Turkey. Energy, 36, 9 (2011), 5466-5475.
14. Bhaskar, N.R., James, W.P. and Devulapalli, R.S., Hydrologic Parameter Estimation Using Geographic Information System. Journal of Water Resources Planning and Management, 118, 5 (1992), 492-572.
15. Bonham Carter, G.F., Geographic Information Systems for Geoscientists, Modeling with GIS. p. 398, Pergamon Press, Oxford, 1994.
16. Carrara, A., Cardinali, M., Detti, R., Guzzetti, F., Pasqui, V. and Reichenbach, P., GIS Techniques And Statistical Models İn Evaluating Landslide Hazard. Earth Surface Processes And Landforms, 16, 5 (1991), 427-445.
17. Chung, C.F. and Fabbri, A.,G., Probabilistic Prediction Models For Landslide Hazard Mapping, Photogrammetric Eng. And Remote Sen., 65, 12 (1999), 1388-1399.
18. Dağ, S., Bulut, F., Alemdağ, S. ve Kaya, A., Heyelan Duyarlılık Haritalarının Üretilmesinde Kullanılan Yöntem ve Parametrelere İlişkin Genel Bir Değerlendirme. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1, 2 (2001), 151-176.
19. Dai, F., C., Lee, C.,F., Li, J. and Xu, Z.,W., Assessment Of Landslide Susceptibility On The Natural Terrain Of Lantau Island, Hong Kong, Environmental Geology, 40, 3 (2001), 381-391.
20. Dai, F.C. and Lee, C.F., Landslide Characteristics and Slope Instablity Modelling Using GIS, Lantau, Island, Hong Kong. Geomorphology, 42 (2002), 213-228.
21. Ercanoğlu M. and Gökçeoğlu C., Use Of Fuzzy Relations To Produce Landslide Susceptibility Map Of A Landslide Prone Area (West Black Sea Region, Turkey, Engineering Geology, 75 (2004), 229-250.
22. Gorsevski, P.V., Gessler, P. and Foltz, R.B., Spatial Prediction Of Landslide Hazard Using Logistic Regression And GIS. In 4th International Conference on Integrating GIS and Environmental Modeling (GIS/EM4), September, 2000, Proceedings 4-5.
23. Guzzetti, F., Reichenbach, P., Ardizzone, F., Cardinali, M. and Galli, M., Estimating The Quality Of Landslide Susceptibility Models. Geomorphology, 81, 1-2 (2006), 166-184.
24. Hosmer, D.W. and Lemeshow, S., Applied Logistic Regression. John Wiley & Sons Inc., New York, 1989.

25. İLBANK, Artvin (Merkez) Belediyesi'nin İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu, İller Bankası Anonim Şirketi Mekânsal Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara, 2015.
26. Inan, E., Çolakolu, Z., Koç, N., Bayülke, N. ve Çoruh, E., "Earthquake catalogs with acceleration records from 1976 to 1996. General Directorate of Disaster Affairs", Earthquake Research Division, Ankara, Turkey, 98, (in Turkish), 1996.
27. Kayabali, K. and Akin, M., Seismic Hazard Map Of Turkey Using The Deterministic Approach. Engineering Geology, 69, 1-2 (2003), 127-137.
28. Kavas E., Analitik Hiyerarşik Süreç Yöntemiyle İzmir İlinde Heyelan Duyarlılığının Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı İncelenmesi, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi (CBS2009), Kasım, 2009, İzmir, s. 27.
29. Lee S. and Min, K., Statistical Analyses Of Landslide Susceptibility at Yongin, Korea, Environmental Geology, 40, 9 (2001), 1095-1113.
30. Lee, S., Application of Logistic Regression Model and Its Validation for Landslide Susceptibility Mapping Using GIS and Remote Sensing Data, International Journal of Remote Sensing, 26 (2005), 1477-1491.
31. Lee, S, Choi, J. and Min, K., Probabilistic Landslide Hazard Mapping Using GIS And Remote Sensing Data at Boun, Korea. Int. J. Remote Sens., 25 (2004), 2037- 2052.
32. Maji, A.K., Nayak, D.C., Krishna, N. D., Srinivas, C.V., Kamble, K., Reddy, G. P. O. and Velayutham, M., Soil İnformation System Of Arunachal Pradesh İn A Gİs Environment For Land Use Planning. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 3, 1 (2001), 69-77.
33. Menard, S., Applied Logistic Regression Analysis. Sage University Paper Series on Quantitative Applications in Social Sciences, 106 (1995). Thousand Oaks, California, p.98.
34. MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni, 23 (2017), 53-65.
35. Özgüven, M., Sekin, S., Gürbüz, B., Şekeroğlu, N., Ayanoğlu, F. ve Ekren, S., Tütün, Tıbbi Ve Aromatik Bitkiler Üretimi Ve Ticareti. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, 1 (2005). 481-501.
36. Özcan, O., Musaoğlu, N. ve Şeker, D.Z., Taşkın Alanlarının CBS ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Yönetimi: Sakarya Havzası Örneği, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Mayıs, 2009, Ankara.
37. Özşahin, E., Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) kullanılarak Antakya (Hatay) Şehri'nde Kütle Hareketleri Duyarlılığının Değerlendirmesi, Ege Coğrafya Dergisi, 23 (2014), 19-35.

38. Özşahin, E. ve Eroğlu, İ., Erzincan Kentinde Yerel Zemin Özelliklerinin Deprem Duyarlılığına Etkisi, Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 5 (2019), 41-57.
39. Raji, B.A., Agricultural Landuse Planning and Management in Kadawa Irrigation Schema, Kano State, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture/Institute for Agriculture Research, Ahmedu Bello University, Zaria, Nigeria, 2003.
40. Saaty T.L., The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation, McGraw-Hill Comp., New York, USA., 1980.
41. Saaty T.L., Mathematical Methods of Operations Research, 415-447, Dover Publications, Mineola, New York, USA, 2004.
42. SEPA, Flood Risk Assessment Strategy, SEPA Policy No 22, Version 1., 1998.
43. Shih, S.F., Satellite Veri And Geographical Information System For Rainfall Estimation. J. of Irrigation and Drainage Engineering, 116, 3 (1990), 319-331.
44. Stuebe, M.M. and Johnston, D.M., Runoff Volume Estimation Using GIS Techniques. Water Resources Bulletin, 26, 4 (1990), 611-620.
45. Süzen, M.L. and Doyuran V., Data Driven Bivariate Landslide Susceptibility Assessment Using Geographical Information Systems: A Method And Application To Asarsuyu Catchment, Turkey, Engineering Geology, 71, 3-4 (2004), 303-321.
46. Yalcin, A., Reis, S., Aydinoglu, A.C. and Yomralioglu, T., A GIS-Based Comparative Study Of Frequency Ratio, Analytical Hierarchy Process, Bivariate Statistics And Logistics Regression Methods For Landslide Susceptibility Mapping in Trabzon, NE Turkey. Catena, 85, 3 (2011), 274-287.
47. Wilson, J.P. and Gallant, J.C., Terrain Analysis: Principles and Applications. John Wiley and Sons, New York, 2000.
48. Zhu, L. and Huang J., GIS-Based Logistic Regression Method For Landslide Susceptibility Mapping In Regional Scal., Journal of Zhejiang University SCIENCE A, 7,12 (2006), 2007-2017.

ÖZGEÇMİŞ

Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği bölümünden mezun oldu.

Aynı üniversitenin, Mühendislik Jeolojisi ABD’de yüksek lisans eğitimini tamamlayarak, Jeoloji Yüksek Mühendisi unvanını aldı.

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Jeolojisi ABD’de Doktora eğitimine başladı. Devlet Su İşleri 26. Bölge Müdürlüğü bünyesinde, Deriner Barajı ve H.E.S’de kontrol mühendisi olarak görev aldı. Artvin İl Özel İdaresinde, Jeoloji Yüksek Mühendisi olarak görev aldı. Artvin Belediye Başkanlığı bünyesinde, Fen İşleri Müdürlüğü/Etüt Proje Müdürlüğü/ İş Güvenliği Uzmanlığı görevlerini sürdürdü. Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığının yetkilendirdiği, A-sınıfı İş Güvenliği uzmanıdır. Aynı zamanda, İşyeri hekimi ve İş Güvenliği Uzmanları Eğitici belgesine sahiptir. Yedi yıldan uzun bir süre, kamuda İş Güvenliği Uzmanlığı görevini ifa etmiştir. Ceza ve Hukuk Mahkemelerinde, Jeoloji Mühendisi bilirkişi ve İş Güvenliği Uzmanı bilirkişi olarak görev yapmıştır.

Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığının yetkilendirdiği, Tehlikeli Madde Güvenlik Danışmanıdır. Pedagojik formasyon eğitimini, Artvin Çoruh Üniversitesinden almıştır. İngilizce bilmektedir. Evli ve bir çocuk babasıdır.

Hâlihazırda, D.S.İ 26. Bölge Müdürlüğü bünyesinde Jeoloji Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

Ulusal Toplantıda Sunularak Özet Metin Olarak Yayımlanan Bildiri

Çelebi, S., Özçelik, M., Deriner Barajı ve HES (Artvin)Temelinde Yapılan, Konsolidasyon Enjeksiyon Çalışmaları, 2011.