

T.C.  
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**VAN İLİ TUŞBA İLÇESİNİN YERLEŞİME UYGUNLUĞUNUN COĞRAFİ  
BİLGİ SİSTEMLERİ İLE SORGULANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Abdurrahman ÇİÇEKEL  
DANIŞMAN : Doç. Dr. Azad SAĞLAM SELÇUK

VAN-2019



T.C.  
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**VAN İLİ TUŞBA İLÇESİNİN YERLEŞİME UYGUNLUĞUNUN COĞRAFİ  
BİLGİ SİSTEMLERİ İLE SORGULANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Abdurrahman ÇİÇEKEL

VAN-2019



## KABUL VE ONAY SAYFASI

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doç. Dr. Azad SAĞLAM SELÇUK danışmanlığında, Abdurrahman ÇİÇEKEL tarafından sunulan "Van İli Tuşba İlçesinin Yerleşime Uygunluğunun Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile Sorgulanması" isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 18/10/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Doç.Dr. Serkan ÜNER

İmza:

Üye: Doç.Dr. Azad Sağlam SELÇUK

İmza:

Üye: Dr.Öğt.Üyesi Mehmet Korhan ERTURAC

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 15/11/2019 tarih ve 2019/60-I sayılı kararı ile onaylanmıştır.





## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yaptığımı bildiririm.

  
Abdurrahman ÇİÇEKEL





## ÖZET

### VAN İLİ TUŞBA İLÇESİNİN YERLEŞİME UYGUNLUĞUNUN COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ İLE SORGULANMASI

ÇİÇEKEL, Abdurrahman  
Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı  
Tez Danışmanı : Doç. Dr. Azad SAĞLAM SELÇUK  
Kasım 2019, 61 sayfa

Bu tez çalışmasının amacı, Van İli Tuşba İlçesinin jeolojik verilerinin CBS desteği ile değerlendirilerek yerleşime uygun alanlarının belirlenmesidir. Elde edilmiş olan haritalar ile yerleşim açısından olabilecek en uygun alanların tespit edilmesi hedeflenmiştir. Bu hedefe bağlı olarak; (i) çalışma alanına ait tüm verilerin (litoloji, yükseklik, eğim vb.) CBS aracılığıyla sayısal ortama aktarılması, (ii) Tuşba ilçe sınırlarının içerisinde yer alan bölgenin heyelan risk haritasının oluşturulması, (iii) bu bölgeyi etkileyebilecek aktif fayların haritaya işlenmesi, (iv) bölgeye ait jeomorfolojik verilerin ortaya konması, (v) hesaplamalı yöntemlerle elde edilen verilerin analiz aşamaları gerçekleştirilmiştir.

Çalışma alanı doğal afetler bakımından tehlikeli olduğundan öncelikle her bir parametre için ayrı ayrı haritalar oluşturulmuş ve analizi yapılmıştır.

Ülkemizde değişik bölgelerde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile yerleşime uygunluğun sorgulanması ile ilgili birçok çalışma yapılmış olup Tuşba bölgesine ait bu konuda detaylı bir çalışma bulunmamaktadır. Çalışma alanına ait üretilen bakı, eğim, heyelan haritaları ve özellikle oluşturulan Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) kullanılarak bölgenin morfolojisi ile birlikte parametrelerin yardımıyla kent planlamasına yönelik yerleşime uygunluk analizi yapılması planlanmıştır.

Bu amaç kapsamında Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemi kullanılarak analizlerin yapılmasıyla yerleşime uygunluğun değerlendirilmesi ile yeni alanların oluşturulmasında zaman sorununa çözüm bulunacağı beklenmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Van, Yerleşime uygunluk analizi.



## ABSTRACT

### LAND SUITABILITY EVALUTION FOR SETTLEMENT IN TUŞBA(VAN) BASED ON GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS (GIS)

ÇİÇEKEL, Abdurrahman

M.Sc. Thesis, Geological Engineering

Supervisor : Doç. Dr. Azad SAĞLAM SELÇUK

November 2019, 61 pages

The aim of this thesis is to evaluate the geological data of Tuşba County in Van with the support of GIS and to determine the suitable areas for settlement. With the obtained maps, it was aimed to determine the most suitable areas in terms of settlement. Depending on this goal; (i) transferring all data (lithology, elevation, slope, etc.) of the study area into digital media by means of GIS, (ii) Creation of landslide risk map of the area within the boundaries of Tusba district, iii) map active faults that may affect this region, iv) revealing the geomorphological data of the region, (v) the analysis steps of the data obtained by computational methods will be performed.

Since the study area is dangerous in terms of natural disasters, first of all, individual maps were created and analyzed for each parameter.

Many studies have been carried out in order to investigate the suitability of the settlement with the Geographical Information Systems (GIS) in different regions of our country and there is no detailed study on this subject in the Tuşba region. The bond will be produced of the study area, slope, landslides and maps will be created especially Digital Elevation Model (DEM) with the help of the morphology of the settlement suitability analysis performed using the parameters for urban planning are planned.

In this context, analytical hierarchy process (AHP) method is used to analyze the suitability of the settlement with the assessment of the new problem is expected to be found in the creation of new areas.

**Keywords:** Analytical Hierarchy Process (AHP), Geographical Information Systems (GIS), Settlement Suitability Evaluation, Van.



## ÖN SÖZ

Bu çalışma Van İli Tuşba İlçesinin Yerleşime Uygunluğunun Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile sorgulanmasını ortaya koymaktadır.

“Van İli Tuşba İlçesinin Yerleşime Uygunluğunun Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile Sorgulanması” başlıklı tez çalışmasında öncelikle tezimin sağlıklı yürüyebilmesi için bütün olanakları sağlayan, tezimin oluşmasında ve çalışma sırasında beni önerileriyle, deneyimleriyle yönlendiren ve tez çalışmamı en iyi şekilde ortaya koyabilmem için çalışma ortamımı hazırlayan, maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman eksik etmeyen danışmanım Doç. Dr. Azad SAĞLAM SELÇUK’a teşekkür ederim. Ayrıca çalışma konum içerisinde birçok aşamada yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Levent SELÇUK'a, Dr. Öğr. Üyesi Türker YAKUPOĞLU'na, Harita Mühendisi Güven GÜNİNİ'ye ve tezimle ilgili düzenlemeler için Sibel İzgi'ye teşekkürlerimi sunarım. Tezimin tüm aşamalarında yanımda olan ve maddi, manevi desteklerini her zaman hissettiğim başta babam Bilal ÇİÇEKEL'e ve aileme, tez süresince birlikte yol aldığımız değerli arkadaşlarım İbrahim TAŞTAN ve Özkan KUL'a, teşekkürü bir borç bilirim.

Tez yazım sürecinde, hayatı boyunca beni her zaman ve her koşulda destekleyen annem Gülsüm ÇİÇEKEL'e ithaf ediyorum.

2019

Abdurrahman ÇİÇEKEL



# İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	iii
ÖN SÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ .....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve İçeriği .....	1
1.2. Coğrafi Konum ve Ulaşım.....	2
1.3. Morfoloji.....	3
1.4. İklim ve Bitki Örtüsü.....	4
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ .....	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	11
3.1. Materyal.....	11
3.2. Yöntem .....	12
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	15
4.1. İnceleme Alanının Genel Jeolojisi.....	15
4.1.1. Stratigrafi .....	16
4.1.1.1. Temel Kaya Birimleri .....	17
4.1.1.2. Örtü Kayalar .....	20
4.1.1.3. Kurtdeliği Formasyonu.....	20
4.1.1.4. Van Gölü Eski Taraça Çökelleri.....	21
4.1.1.5. Alaköy Formasyonu .....	22
4.1.1.6. Eski Akarsu Çökelleri ve Eski Alüyon Yelpazeleri .....	23
4.1.2. Tektonik Konum.....	23
4.1.3. Deprensellik.....	27
4.2. Çalışmada Kullanılan Veri Tabanı .....	31

4.2.1. Litoloji .....	32
4.2.2. Fay Hatlarına Mesafe .....	32
4.2.3. Yükseklik .....	33
4.2.4. Eğim .....	34
4.2.5. Bakı .....	35
4.2.6. Heyelan .....	36
4.2.7. Akarsulara Mesafe .....	38
4.2.8. Yer altı suyu .....	39
4.3. Analitik Hiyerarşi Süreci İle Modelin Oluşturulması .....	40
4.4. Kullanılan Yöntem ve Sınıflandırmalar .....	41
4.5. Model Üretiminde Kullanılan Parametrelerin Yeniden Sınıflandırılması .....	41
4.5.1. Yükseklik .....	43
4.5.2. Eğim .....	43
4.5.3. Bakı .....	44
4.5.4. Litoloji .....	46
4.5.5. Eğrisellik .....	47
4.5.6. Fay hatlarına mesafe .....	48
4.5.7. Akarsulara mesafe .....	49
4.5.8. Yeraltı suyu .....	50
4.6. Tartışma .....	51
5. SONUÇLAR .....	53
KAYNAKLAR .....	55
ÖZ GEÇMİŞ .....	61



## ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılacak veriler ve türleri.....	12
Çizelge 4.1. Van Gölü Havzası'nda yer alan tarihsel dönem depremleri.....	30
Çizelge 4.2. Veriler ve alt verilere ait değerler.....	42





## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası .....	3
Şekil 1.2. İnceleme alanının arazi görüntüsü üzerindeki yükseklik modeli .....	4
Şekil 4.1. Çalışma alanı olan Van Gölü Havzası'nın konumu .....	16
Şekil 4.2. Çalışma alanının jeoloji haritası (Ateş ve ark., 2007'den değiştirilerek alınmıştır). .....	18
Şekil 4.3. Toprakkale Formasyonu'na ait kireçtaşları .....	19
Şekil 4.4. Çalışma alanının güneyinde yer alan Van Formasyonu'ndan görünüm. ...	19
Şekil 4.5. Bazaltlar ile eski akarsu çökelleri arasındaki açılı uyumsuzluk ve bazaltın genel görünümü ve pışme zonu. ....	20
Şekil 4.6. Eski göl taraça seviyesine ait kumtaşı-çakıltası ardalanması ve ince kum ve killi seviyelerin ardalanımı. ....	22
Şekil 4.7. Açılan yapay bir yarmada Alaköy Formasyonu'nun görünümü .....	23
Şekil 4.8. Çalışma alanının tektonik haritası (faylar; Emre ve ark., 2012'den derlenmiştir) .....	25
Şekil 4.9. Çalışma alanının depremselliği .....	28
Şekil 4.10. Van Havzası ve yakın çevresinin sayısal yükseklik modeli ve bu alanda meydana gelen tarihsel depremler .....	29
Şekil 4.11. Çalışma alanı litoloji haritası .....	32
Şekil 4.12. Çalışma alanı fayların sakınım değeri. ....	33
Şekil 4.13. Çalışma alanı sayısal yükseklik modeli .....	34
Şekil 4.14. Çalışma alanı eğim haritası .....	35
Şekil 4.15. Çalışma alanı bakı haritası .....	36
Şekil 4.16. Çalışma alanı heyelan envanter haritası .....	37

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 4.17. Çalışma alanı drenaj kanalları .....	38
Şekil 4.18. Çalışma alanı muhtelif bölgelerde yer altı su seviyeleri .....	39
Şekil 4.19. Tezde kullanılan yöntemle ilişkin veri akış şeması.....	41
Şekil 4.20. Sınıflandırılmış sayısal yükseklik modeli .....	43
Şekil 4.21. Sınıflandırılmış eğim haritası .....	44
Şekil 4.22. Sınıflandırılmış bakı haritası .....	45
Şekil 4.23. Sınıflandırılmış litoloji haritası .....	46
Şekil 4.24. Sınıflandırılmış eğrisellik haritası .....	47
Şekil 4.25. Sınıflandırılmış fay kombinasyonu .....	48
Şekil 4.26. Sınıflandırılmış akarsu yatakları .....	49
Şekil 4.27. Sınıflandırılmış yer altı su seviyeleri .....	50
Şekil 4.28. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) kullanılarak üretilmiş CBS tabanlı Tuşba orta ölçekli heyelan duyarlılık haritası.....	51

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

### Simgeler

### Açıklama

<b>asp</b>	Aspect (Bakı)
<b>ahp</b>	Analitik Hiyerarşi Prosesi
<b>ahs</b>	Analitik Hiyerarşi Süreci
<b>cbs</b>	Coğrafi Bilgi Sistemleri
<b>crv</b>	Curvature (Eğrisellik)
<b>slp</b>	Slope (Eğim)
<b>sym</b>	Sayısal yükseklik modeli

### Kısaltmalar

### Açıklama

<b>AFAD</b>	Afet ve Acil Durum Müdürlüğü
<b>MTA</b>	Maden Tetkik ve Arama
<b>T</b>	Tepe



# 1. GİRİŞ

Bu tez çalışması, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır. Çalışmanın amacını; Van İli Tuşba İlçesinin jeolojik verileri ve mevcut heyelan verileri CBS desteği ile değerlendirilerek yerleşime uygun alanlarının belirlenmesi oluşturmaktadır.

## 1.1. Çalışmanın Amacı ve İçeriği

Bu tezin amacı, elde edilecek olan haritalar ile yerleşim açısından olabilecek en uygun alanların tespit edilmesi hedeflenmiştir. Bu hedefe bağlı olarak;

- (i) Çalışma alanına ait tüm verilerin (litoloji, yükseklik, eğim vb.) CBS aracılığıyla sayısal ortama aktarılması,
- (ii) Tuşba ilçe sınırlarının içerisinde yer alan bölgenin heyelan risk haritasının oluşturulması,
- (iii) Bu bölgeyi etkileyebilecek aktif fayların haritaya işlenmesi,
- (iv) Hesaplamalı yöntemlerle elde edilen verilerin analiz aşamaları gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir.

İlçe coğrafyasının artan nüfusu ve dışarıdan göç almasıyla birlikte uygun zemin ve yeni kent yapılaşmasının seçiminde yerleşime uygunluk yönünden birçok alana ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda mevcut alanlar, hem ulaşım açısından hem de arsa fiyatlarının gün geçtikçe artış göstermesinden dolayı kentsel yerleşim planı içerisinde doğal afetlerin etkisi ile ilçe halkının yaşam güvenliğini tehlikeye atmaktadır.

Van İli son yıllarda yoğun kentleşme ve doğal afet riskinin yüksek olması (deprem, heyelan, taşkın vb.) nedeniyle, çok yüksek risk altındadır. Son yıllarda bölgede yaşanan orta ve büyük şiddetli depremler sırasında yapılara etki eden kuvvet, zemin parametrelerine bağlı olarak farklı etkileri doğurmuştur. Bu sebeple olumsuz zemin koşullarında uygun yer seçiminin yapılması kaçınılmaz bir zorunluluğu gerektirmektedir.

Son yıllarda plansız kentleşmenin çözümlenmesi adına, kentleşmeye açılacak alanlar için öncesinden uygun yer seçimi çalışmalarının yapılmasının gerekliliğine

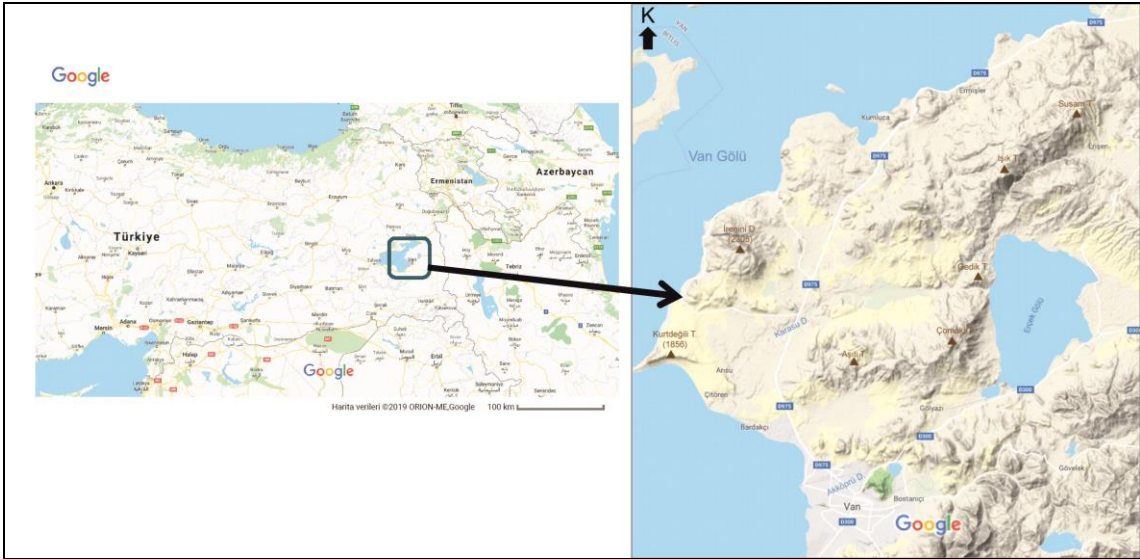
dikkat çekilmiştir (Bayar, 2005). Böylece planlamalar daha doğru yapılacak, sağlıklı kararlar alınabilecek ve söz konusu alandan en yüksek verimle faydalanabilecektir. Bu yer seçimleri yapılırken, özellikle Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tekniklerinden yararlanılarak oldukça ciddi çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Özşahin, 2015).

Bu çalışma kapsamında inceleme alanının yerleşime uygunluk çalışmaları açısından detaylı bir araştırma yapılmıştır. Öncelikle inceleme alanının 1/25000 ölçeğindeki jeoloji haritası, önceki çalışmalar, büro çalışmaları ve saha çalışmaları yardımıyla hazırlanmıştır. İnceleme alanındaki Jeoteknik özelliklerinin belirlenmesinde yapılan sondaj çalışmaları kapsamında örselenmiş ve örselenmemiş zemin numuneleri, laboratuvar deney sonuçları verileri kullanılmıştır. Oluşturulan bu veri tabanı ile Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) tabanlı haritalar oluşturulmuş, zemin özelliklerinin inceleme alanındaki değişimleri incelenmiştir. İnceleme alanına ait eğim haritası, jeoloji, yer altı suyu değişimi ve heyelan haritaları oluşturulmuş, CBS ortamında alınan veritabanı ile geliştirilmiştir. İnceleme alanına ait riskleri içeren altlık haritaların oluşturulmasında Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) metodu kullanılarak yerleşime uygunluk haritaları oluşturulmuştur.

## **1.2. Coğrafi Konum ve Ulaşım**

İnceleme alanı olan Tuşba İlçesi, Van Gölü'nün doğusunda yer almaktadır. Tuşba ilçesi sınırları içerisinde toplam 67 mahalle olup yüzölçümü 1427 km<sup>2</sup>'dir. Bu mahallelerden bazıları en güneyde Kalecik mahallesinden başlayıp batıda Topaktaş ve Çitören, kuzeydoğuda Alaköy ve en kuzeyinde ise Gedikbulak, Çakırbey ve Ermişler mahalleleri ile sınırlıdır. Çalışma alanına ulaşım, kuzeyde Van-Erciş karayolundan, güneyde İpekyolu karayolundan sağlanmaktadır. Çalışma alanı, Van ili 1/25000'lik K50 b3-4; c1-4; d2, K51 a4-1; d1-4 topoğrafik paftalar içerisinde yer almaktadır (Şekil 1.1).





Şekil 1.1. İnceleme alanın yer bulduru haritası.

### 1.3. Morfoloji

Çalışma alanı genel olarak yüksek eğimli bir morfoloji sunmaktadır. Bu alanın yaklaşık %53'ünü dağlık alanlar oluşturur ve bu alanlar Tuşba ilçesinin genellikle kuzey ve kuzeydoğusunda yer almaktadır. İlçesinin batı ve güney kesimleri daha düşük eğimli bir morfoloji sunmaktadır.

Çalışma alanı içerisinde, Van, Bardakçı, Erçek ve Karasu havzaları yer almaktadır. Karasu Havzası çalışma alanındaki en büyük havza olup, Karasu Nehri tarafından drene edilmektedir. Van ilinin yerleşim yeri olarak bilinen Van Havzası'nın sadece kuzey kesimleri çalışma alanında yer alır.

Çalışma alanında yükseklik 1615 ile 2729 m arasında değişmektedir. Bölgede yaklaşık KD-GB uzanan eğimleri güneye doğru azalan iki sırt yer almaktadır. Bölge içerisinde yerleşim alanları genel olarak bu sırtların güney yamaçlarında bulunmaktadır. Bölgedeki önemli yükseltiler; oğlak, Aşıt, Çomaklıbaba, Gelik, Kurtdeliği, Sıcak, Tuzla, Soli, Susum tepeleri ve Büyükdağ, Soli, Gören, Işık dağlarıdır. (Şekil 1.2 )

Çalışma alanının içerisinde iki önemli akarsu yatağı bulunmaktadır. Bunlar Akköprü ve Karasu deresidir. Karasu deresi çalışma alanının kuzeyinde yer almakta ve yaklaşık D-B yönünde akmaktadır. Akköprü Deresi çalışma alanının güneyinde akar. Bu dere Van ili merkezinin doğusunda yer alan Erek Dağı'nın eteklerinden doğar ve batıya doğru Van Gölü'ne boşalır.



Şekil 1.2. İnceleme alanının arazi görüntüsü üzerindeki yükseklik modeli.

#### 1.4. İklim ve Bitki Örtüsü

İnceleme alanında kara iklimi hüküm sürer. Kışlar sert ve uzun geçer. Van İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü verilerine göre ortalama sıcaklık değerleri, kışın 150 güne yakını  $0^{\circ}\text{C}$  altında, yazın ise 20 gün  $+30^{\circ}\text{C}$ 'nin üstündedir. Toprak 80 gün karla örtülü kalır. Senelik yağış miktarı ilçelere göre 370 mm ile 570 mm arasında değişir. Yazlar az yağışlı ve çok sıcak geçer. Sıcaklık  $-26,9^{\circ}\text{C}$  ile  $+36^{\circ}\text{C}$  arasında seyrederek (Van İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, 2019).

Van Gölü civarı ve vadiler zengin bitki örtüsüyle kaplıysa da, dağlar genel olarak ağaçsızdır. Van İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü verileri kapsamında il

topraklarının % 70'i ayır ve meralarla, % 23'ü ekili ve dikili alanlarla ve % 2'si orman ve fundalıklarla kaplıdır (Van İl Kùltür ve Turizm Mùdùrlùęù, 2019).





## 2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Erinç, (1953); Şengör ve Kidd, (1979); Şengör ve Yılmaz, (1983); Dewey ve ark., (1986) , Doğu Anadolu'da, neotektonik rejim başlangıcının günümüzden yaklaşık 14 milyon yıl önce Orta Miyosen'in son dönemlerinde olduğunu söylemektedir.

Şengör ve Yılmaz, (1983), Söz konusu alanda neotektonik rejimin, yaklaşık 14 milyon yıl önce Avrasya ile Arap levhalarının çarpışması sonucu bu alanda Neotetis Okyanus tabanının tamamen ortadan kalkması ile geliştiğini belirtmektedirler.

Varnes, (1984); Yalçın, (2007); Reis ve ark., (2009); Akıncı ve ark., (2010), duyarlılık haritalarının üretilmesi arazi kullanımı ve kentsel planlama açısından çok mühim bir husus olduğunu belirtmişlerdir. Duyarlılık analizinin temel amacı, tehlikeli ve riskli alanların tespit edilerek heyelanın etkilerinin azaltılmasıdır. Bu tür haritalar, geçmişte meydana gelen heyelanların tanımlandığı ve gelecekte böyle olayların oluşumlarının tahmin edildiği bilgileri içerdiğini belirtmişlerdir.

Aksoy (1988), Van Gölü Havza'sının doğu ve kuzeydoğusunu kapsayan bir doktora tez çalışması yürütmüştür. Bu çalışmada, bölgedeki kayaçların litolojik özelliklerini inceleyerek bölgenin stratigrafisi ve jeodinamik evrimine ilişkin modeller üretmişlerdir.

Acarlar ve ark., (1991), Maden Tetkik Arama Enstitüsü bünyesinde yaptıkları çalışmada, Van Gölü'nün doğusu ve kuzeyinde jeolojik amaçlı çalışmalar yapmışlardır. Bölgede yüzeyleyen kayaçların litolojisine ait en ayrıntılı çalışmalardan biri olup, bölgenin yapısal evrimi ile ilgili görüşler ileri sürmüşlerdir.

Acarlar ve ark., (1991); Selçuk, (2003); Koçyiğit, (2013), YYÜ kampüs alanında eski göl çökellerinin yanında eski akarsu çökelleri ile güncel akarsu çökellerine de rastlandığını söylemiştir.

Wasowski ve Del Gaudio, (2000); Meunier ve ark., (2008), sismik parametrelerin doğrudan etkisinin dışında litoloji, yükselti, eğim ve topoğrafik röliyef de heyelan oluşumunu ve yamaçların heyelanlamadaki duyarlılığını arttırabilecek diğer parametler olduğunu söylemektedir.

Gökçeoğlu ve Ercanoğlu, (2001), Heyelanların ortaya çıkardığı zararların azaltılması için yapılacak çalışmaların en önemli ve başlangıç aşamalarından biri de bu

konudaki mevcut durumun güncel veriler ışığında belirlenmesi ve haritalanması olduğunu vurgulamıştır.

Lee ve ark. (2003), Lee ve Sambath (2006) ve Angillieri (2010) kent ekolojisine zarar veren heyelan olaylarını CBS tekniklerinden yararlanarak analiz etmişler ve haritalamışlardır.

Üner (2003), Van Gölü'ne ait eski göl ve delta çökellerinde ayrıntılı bir yüksek lisans tez çalışması yapmış olup, Van Gölü'nün su seviyesinin 1800 m'ye kadar yükseldiğini ve aynı zamanda Pliyo-Kuvaterner'de başlayan yeni tektonik dönemin halen devam ettiğini ifade etmişlerdir.

Selçuk, 2(003); Özvan ve ark., 2005, yaptıkları tez çalışmasında Sondaj çalışmaları sırasında alınan örselenmemiş örnekler göre, YYÜ kampus alanında zeminlerin doğal yoğunluğu 17.6 kN/m<sup>3</sup>'ün üzerinde olup, ortalama olarak 18.4 kN/m<sup>3</sup> olduğunu söylemiş ve bu değer, ince taneli killi zeminler için geçerli olduğuna kanaat getirmişler ve sonrasında elde edilen sonuçlar, inceleme alanındaki zeminlerin katı özellikte olduğu gerçeğini desteklediğini belirtmişlerdir.

Ayalew ve ark., (2004); Gamper ve ark., (2006); Fernandezve Lutz, (2010); Dai ve ark., (2001); Joerin ve ark., (2001); Kolat ve ark., (2006); Selçuk, (2013), doğal afetlerin ve jeolojik çevrenin değerlendirilmesinde, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Çok Kriterli Karar Analizi (ÇKKA) yaklaşımlarının kullanılması birçok çalışmada önerildiğini vurgulamaktadır.

Uy ve Nakagoshi (2008), CBS'ye dayalı yaklaşımlarla kentsel çevrenin sürdürülebilirlik analizini yapmışlardır.

Üner ve ark. (2010), Kuvaterner yaşlı çökellerde meydana gelen deformasyon yapılarının bölgede etkin olan depremler ile ilişkili olduğunu söylemişlerdir.

Park ve ark. (2011) Güney Kore örneğinde CBS'ye dayalı tekniklerle kentsel sürdürülebilir arazi indeksini tespit etmişler ve haritalandırmışlardır. Kentsel sürdürülebilir arazi indeksinin analiz sonuçlarına göre CBS'ye dayalı yaklaşımlarla kentsel planlama açısından çok yararlı veriler üretildiğine dikkat çekmişlerdir.

Akyüz, S., Zabcı, C. ve Sançar, T., (2011), 23 Ekim 2011 Van depreminin geniş bant uzak-alan cisim dalga şekillerinin sonlu-fay modellemesi deprem kırılmasının ters faylanma olduğunu ve tek taraflı olarak GB'ya yayıldığını gösterdiğini söylemişlerdir.

Aydöner ve Maktav (2013), CBS destekli yöntemlerin Türkiye’de kullanımının, planlama faaliyetlerinde isabetli olduğunu ve doğru kararların alınması açısından, gerek merkezi yönetim, gerekse yerel yönetimler bazında yaygınlaştırılmasının yararlı olacağını bildirmişlerdir.

Okuldaş ve Üner (2013), Alaköy Fayı'nın Jeomorfolojik Özellikleri ve Tektonik Aktivitesi (Van Havzası-Doğu Anadolu) başlıklı çalışmasında 23 Ekim 2011 depremlerinden (7.1 ve 5.6 Mw) en fazla zarar görmüş alanlar ve yoğun artçı şoklar jeomorfolojik göstergeler ile 25 km boyunca takip edilebilen bu fay zonunda olduğunu söylemişlerdir.

AFAD, (2014), 23 Ekim 2011 Van-Tabanlı Depremi'nin merkez üssü Van'a yakın olmasına rağmen en büyük hasar Van Gölü'nün kuzeyindeki Erçiş ilçesinde meydana geldiğini ve bu deprem 43,000'den fazla binanın bulunduğu Erçiş'teki yapı stoğunun %30'dan fazlasının oturulamayacak derecede hasar görmesine neden olduğunu ve oturulacak bina sayısı ise tüm yapı stoğunun %25'ini geçmediğini belirtmiştir.

AFAD, (2015), Van İli Merkez İlçelerinde yüksek duyarlılığa sahip mahallelerin büyük bir kesimi 1 Ekim 2008 ve Kasım 2009 tarihlerinde meydana gelen taşkın olaylarından aşırı derecede etkilendiğini belirtmiştir.

Akın ve ark., (2015), Mikrobölgeleme Çalışmasına Altlık Oluşturmak Üzere Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampüs Zemininin Dinamik Özelliklerinin Belirlenmesi adı altında yayınlanan makalede YYÜ kampüs alanının kuzey sınırına yakın bir bölümünden geçen Van Fayı'na paralel/paralele yakın şekilde olabilecek olası faylara yönelik detaylı fay araştırmaları gerçekleştirilmesi gerektiğini söylemişlerdir. Kampüs Zemininin Dinamik Özelliklerinin Belirlenmesi adı altında yayınlanan makalede ortaya konulan yerleşime uygunluk haritasında Van Gölü kıyısına yaklaşıldıkça yerleşime uygunluk oranı düşmekte olup, kampüs alanında kuzeye doğru gidildikçe yerleşime uygunluk oranı artmakta olduğunu ancak Van fayına yakın olan bölgeye yaklaşıldığında fay kırığı izi belli bir tampon bölge kabul edilerek fay ve yakın çevresinde yerleşimden kaçınılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Selçuk ve ark., (2016), yaptıkları çalışmada modelin oluşturulmasında, veri yetersizliği olan alanlarda güncellenerek ve/veya bu kapsamda

alışan kurum ve kuruluşlar arasında paylaşım yapılarak çok daha sağlıklı değerlendirmelerin elde edilmesinin mümkün olacağını söylemişlerdir.

Bu bağlamda konu hakkında doğrudan bir kaynağa ulaşılamadığı için kavramsal anlamda farklı kaynaklara başvurulmakla birlikte çalışma konu özeline ilk örnek olma özelliği taşıyacaktır.





### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın amacı doğrultusunda; saha, laboratuvar ve büro çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

#### 3.1. Materyal

İnceleme alanındaki zeminlerin mühendislik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla aşağıda sıralanan çalışmalardan yararlanılmıştır;

- a. Van Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'nce 2014-2019 yılları arasında yapmış olduğu yerleşim amaçlı mikrobölgeleme çalışmaları sonucu hazırlanan imar planlarına esas jeolojik-jeoteknik etüd raporu ve Mikro Bölgeleme Rapor ve Haritalarının Hazırlanması Tuşba Belediyesi İmar Planına ait 15 adet sondaj verisinden,
- b. Tuşba Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü'nce kontrolleri yapılan 2014-2019 yılları arasında Tuşba İlçe Merkezi ve Kırsal Mahallelerde kalan alanlarda Parsel Bazlı Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporları ve bu Raporlara ait 90 adet sondaj verisi,
- c. Akbaran İnş. Müh. Gıda Taş. San. Ve Tic. Ltd. Şti'nin 2010-2019 yılları arasında yapmış olduğu Van ve Tuşba İlçesine ait sondaj verileri,
- d. Karakoyun Zemin Mühendislik tarafından 2018 yılında yapılan Topaktaş Bölgesinin Jeoloji, Mühendislik Jeolojisi Raporu ve İmar Planına Esas Raporuna ait 30 adet sondaj verisi,
- e. Akbaran İnş. Müh. Gıda Taş. San. Ve Tic. Ltd. Şti'nin 2018 yılında yapmış olduğu Van Atık Sular Arıtma Tesisi Projesi kapsamında 10 sismik, 10 masw, 14 rezistivite ve 54 adet sondaj verisi.
- f. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği bölümünden alınan topoğrafik harita verileri.

Çalışma alanında yer alan tüm veriler aynı koordinat sistemi olacak şekilde veri tabanına eklenmiştir. Sondaj çalışmaları ve elde edilen veriler, çalışma alanının tematik haritalarının oluşturulmasında ve mühendislik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Çalışma alanına ait yerleşime uygunluk haritasının oluşturulması için eğim analizi, sayısal yükseklik modeli gibi tematik haritaların yapımında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımının araçları kullanılarak bu haritalar oluşturulmuştur.

### 3.2. Yöntem

Van İli Tuşba ilçesinin yerleşime uygunluk analizlerinin yapılacağı bu çalışmada, farklı kurumlardan farklı veri tipleri derlenerek tematik haritalar oluşturulmuştur (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılacak veriler ve türleri

<i>Veri</i>	<i>Veri Türü</i>
Litoloji	Raster
Fay hatlarına mesafe	Raster
Yükseklik (m)	Raster
Eğim	Raster
Bakı	Raster
Heyelan	Vektör
Akarsulara mesafe (m)	Raster
Yer altı su derinliği (m)	Raster
Zemin özelliği	Vektör

Bu çalışma kapsamında kullanılan veriler aşağıda özet bir şekilde sunulmuştur;

- i. Çalışma alanına ait jeoloji haritası, önceki çalışmalardan ve arazi çalışmaları ile birlikte derlenerek 1/25000 ölçeğinde hazırlanmıştır.
- ii. Çalışma alanı içerisinde yer alan aktif faylar belirlenmiş ve bu faylara sakınım (buffer) zonları (fayın türüne bağlı olarak) uygulanmıştır.
- iii. 1/25000'lik topoğrafik haritalar kullanılarak 1/10000 ölçeğinde çalışma alanının sayısal yükseklik modeli (SYM) elde edilmiştir.

- iv. İnceleme alanının Sayısal Yükseklik Modeli oluşturulduktan sonra Spatial Analyst ve 3D Analyst modülleri kullanılarak eğim ve bakı haritaları üretilmiştir.
- v. Çalışma alanı içerisinde daha önce oluşmuş heyelanlar veri tabanlarından araştırılmış ve bu heyelanlar CBS yazılımı ile haritalanmıştır.
- vi. 1/25000'lik topoğrafik haritalar kullanılarak çalışma alanında etkin olabilecek akarsular veri tabanına işlenmiştir.
- vii. Çalışma alanında yer alan sondaj verilerine bağlı olarak her bir sondaj noktasının yer altı su seviyesi ve zemin özellikleri CBS yazılımı kullanılarak harita üzerine işlenmiş ve yer altı su tablası haritası ile zemin haritaları üretilmiştir.

En son aşamada ise her bir CBS katmanı için ağırlık değerlerinin hesaplanması gerekmektedir. Ağırlık değerlerinin belirlenmesinde Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kullanılmıştır. AHP, çok kriterli karmaşık karar problemlerinin analizinde yaygın olarak kullanılan matematiksel bir yöntemdir. AHP, 1/9 (az önem derecesi) ile 9 (çok önem derecesi) değerleri arasında bir karşılaştırma ölçeği kullanarak, matris içerisinde tanımlı her bir kriterin birbiriyle kıyaslanmasına ve her bir kriter için yüzde cinsinden ağırlık değerlerinin belirlenmesine olanak tanır (Saaty ve Vargas, 1991).



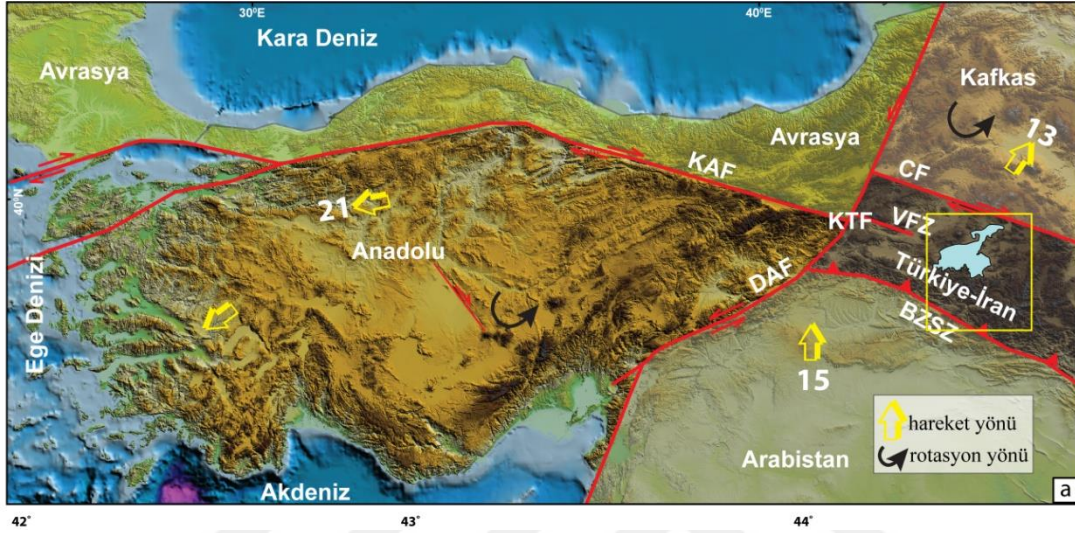
## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1 İnceleme Alanının Genel Jeolojisi

Van Gölü Havzası, Arap ve Anadolu Levhalarının çarpışması sonrasında gelişmiş olup karmaşık bir yapı sergilemektedir. Çarpışmanın gerçekleştiği Geç Miyosen döneminde gelişen olaylar sonucunda, bölgesel bir yükselme gerçekleşmiş ve ayrıca bölgedeki kıta kabuğu kalınlaşmıştır (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986; Koçyiğit vd., 2001; Şengör ve Kidd, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981; Dewey vd., 1986; Yılmaz vd., 1987;). Bölge Doğu Anadolu Sıkışmalı Tektonik Bloğu (DAST) içinde tanımlanmıştır (Şekil 4.1). Çalışma alanında içinde bulunduğu, Van Gölü Havzası'nın Geç Pliyosen'de oluşmaya başladığı ve Kuvaterner başından itibaren etkin volkanizmanın etkisi ile son halini aldığı öne sürülmektedir (Wong ve Finckh, 1978; Degens ve ark., 1984; Blumenthal ve ark., 1964). Çarpışma kuşağı içerisinde önemli bir konuma sahip olan Van Gölü Havzası, kapalı bir havza konumundadır ve 3573 km<sup>2</sup> alan kaplamaktadır (Şekil 4.1). Bu havza içerisinde hem tarihsel hem de aletsel dönemler içerisinde farklı büyüklüklerde birçok yıkıcı deprem meydana gelmiş ve önemli can kayıplarına neden olmuştur. Bu depremlerden en önemlilerinden bazıları i) 30 Mayıs 1880 Ahlat (Ambraseys ve Finkel, 1995); (ii) 8 Mart 1715 Hoşap ve (iii) 7 Nisan 1646 Hayatsdzar (iv) 1945 Van; (v) 1976 Çaldıran (Mw 7.3) ile (vi) 23 Ekim 2011 Van-Tabanlı Depremleri (Mw 7.2) dir.

Van Gölü Havzası günümüzde de gelişimini tektonizma ve volkanizma eşliğinde sürdürmektedir. Bu havza içerisinde gelişen tektonik hatlar K-G yönlü sıkışmaya bağlı olarak gelişmişlerdir. Bu hatlar, D-B doğrultulu bindirme fayları, KB-GD doğrultulu sağ yönlü ve KD-GB yönelimli sol yönlü doğrultu atımlı faylar ile kuzey-güney doğrultulu genişleme yapıları tarafından temsil edilmektedir (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986; Şaroğlu ve ark., 1987; Bozkurt, 2001; Koçyiğit ve ark., 2001, Dhont ve Chorowicz, 2006, Sağlam Selçuk 2016). Van Gölü Havzası'nda meydana gelen 2011 depremleri sonrasında havzanın aktif tektoniği üzerine bir çok çalışma yapılmıştır (Akyüz ve ark., 2011; Doğan ve ark., 2011; Emre ve ark., 2011; Koçyiğit ve ark., 2011; Özkaymak ve

ark., 2011; Utkucu ve ark., 2011; Aydan ve ark., 2012; Konagai ve ark., 2012; Selçuk ve Aydın, 2012; Taşkın ve ark., 2012; Ulusay ve ark., 2012; Altıner ve ark., 2013; Çelebi ve ark., 2013; Doğan ve Karakaş, 2013; DiSarno ve ark., 2013; Koçyiğit, 2013; Utkucu, 2013).



Şekil 4.1. Çalışma alanı olan Van Gölü Havzası'nın konumu (blok sınırları Djomour ve ark., 2011., ve Reilinger ve ark., 2006'dan alınmıştır) (DAST: Doğu Anadolu Sıkışmalı Tektonik Bloğu; KAFZ: Kuzey Anadolu Fay Zonu, DAFZ: Doğu Anadolu Fay zonu, BZSZ: Bitlis-Zagros Sütür Zonu, KDAF: Kuzeydoğu Anadolu Fayı, CF: Çaldıran Fayı, KTF: Karlıova Üçlü Eklemleri, VFZ, Varto Fay Zonu).

#### 4.1.1.Stratigrafi

Van Gölü Havzası içerisinde yer alan kaya birimlerinin özellikleri ile ilgili birden fazla çalışma yapılmıştır (Üner ve ark., 2010; Işık ve ark., 2012; Selçuk ve Aydın, 2012; Görür ve ark., 2015). Bu veriler göz önüne alınarak, çalışma alanı içerisinde yer alan litolojik birimler ve bu birimlerin bir biri ile ilgili olan ilişkileri derlenmiştir. Çalışma alanı içerisinde yer alan kayaç grupları temel kayalar ve Pliyosen-Kuvaterner yaşlı karasal birimler olmak üzere iki kısım altında incelenmiştir.

Temel kayalar içerisinde Üst Kretase yaşlı Bakışık Formasyonu, Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Toprakkale Formasyonu ile Miyosen yaşlı Van Formasyonu bulunmaktadır. Eski göl-akarsu çökelleri ise Pliyo-Kuvaterner yaşlı birimlerdir.

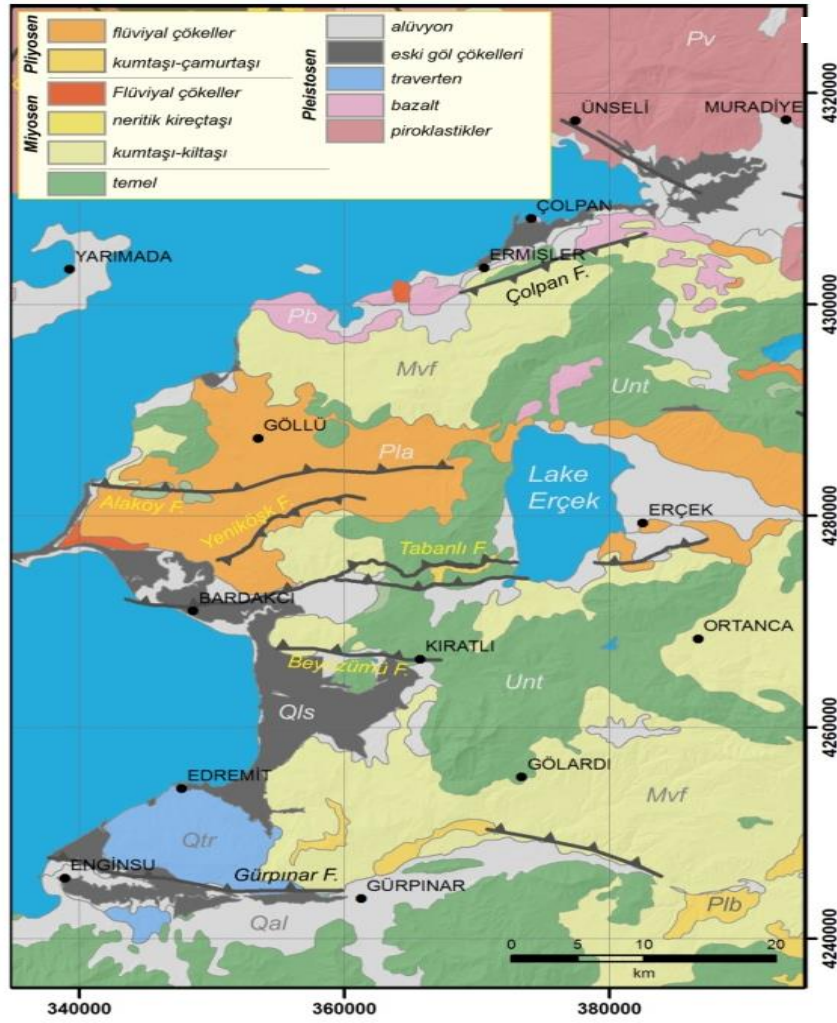
Van Gölü Havzası farklı yaş ve litolojiden oluşan kayaç topluluklarından oluşmaktadır. Havzanın güneyinde bulunan Bitlis Masifine ait metamorfik kayaçlar

geniş alanlar kaplarken, doğusunda ofiyolitler, türbiditik çökeller ile Van Gölü Havzası içerisinde eski taraça çökelleri ve akarsu çökelleri yaygın olarak görülmektedir. Miyosen öncesi yaşlı kayaçlar Havzanın temelini oluştururken, Pliyosen-Kuvaterner yaşlı kayaçlar ise Havza dolgu çökellerini oluşturmaktadırlar (Şekil 4.2).

#### **4.1.1.1. Temel Kaya Birimleri**

Çalışma alanı içerisinde yer alan Miyosen ve öncesi yaşlı kayaç grupları temel kayalar olarak sınıflandırılmıştır. Bu birimler genel olarak çalışma alanının kuzey kesimlerinde geniş yüzlekler sunmaktadırlar.

Bakışık karmaşığı olarak adlandırılan birim, Özalp ve çevresinde Ofiyolitli melanj ve olistostromlardan oluşur (Şenel ve ark., 1984). Bakışık karmaşığına, daha önceki çalışmalarda Mordağ metamorfileri adı verilmiş ve Yüksekova karmaşığına dahil edilmiştir. (Özkaya, 1978; Balkaş ve ark., 1980; Perinçek, 1990). Acarlar ve ark. (1991) tarafından birim, Dirbi Karışığı olarak tanımlanmıştır. Karmaşık bir yapıya sahip olan birim; Harburjit, kumtaşı, dünit, çört, serpantinit, şeyl, kireçtaşı, metamorfit, radyolarit, kiltası, bazik volkanit, gabro vb. kayatürlerini içerisinde bulundurur. Birim içerisinde yer yer kumtaşı, konglomera, siltaşı gibi kırıntılı kayalar izlenir. Bu kırıntılı kayaların bir kısmı yer yer olistostrom karakterindedir. Birimin üzerinde genellikle tektonik ola, alt ve üst ilişkisi çerçevesinde Geç Paleosen-Eosen ve Oligo-Miyosen yaşlı kaya birimleri açısız uyumsuz olarak gelmektedir. Kalınlıkları 0-400m arasında değişen bu birim, yanal yönde sık sık kayatürü değişimi göstermektedir (Acarlar ve ark., 1991).



Şekil 4.2. Çalışma alanının jeoloji haritası (Ateş ve ark., 2007'den değiştirilerek alınmıştır).

Temel kaya sınıfı içerisinde değerlendirilen diğer bir litolojik birim ise, Toprakkale Formasyonu'dur. Neritik kireçtaşlarından oluşmuş olup, Acarlar ve ark. (1991) tarafından adlandırılmıştır. Toprakkale Formasyonu, krem, yer yer gri renkli, masif görümlü kalın katmanlı, yer yer breşik ve neritik kireçtaşlarından oluşur (Şekil 4.3). Alt ve üst ilişkisi tektonik olan birimin kalınlığı 1500m olduğu ileri sürülür (Acarlar ve ark., 1991). Formasyon *Miscellanea cf. miscella* d'Archiac-Haime, *Anatoliellaözalpiensis* Sirel, *Dictyokathnia vanica* Sirel, *Miscellanea* sp., *Dictyokathina* sp., *Eponides* sp., *Discocyclina* sp., *Alveolina* sp. vb. gibi fosillere (Tanımlayan: S.Örçen; Acarlar ve ark., 1991'den) göre Geç Paleosen –Erken Eosen yaşlı kabul edilmiştir. Birim, karbonat şelf ortamında çökelmiştir.





Şekil 4.3. Toprakkale Formasyonu'na ait kireçtaşları.

Son olarak temel kaya olarak belirteceğimiz Van Formasyonu çalışma alanının güneyinde geniş yüzlekler sunar. Genel olarak kumtaşı, kiltası, silttaşı, ve kalkarenit arılanmasından oluşur (Sağlam, 2003). Formasyon alt kesimlerinde kumtaşı-çamurtaşı arılanmasından oluşurken, üst kesimlerinde kireçtaşı seviyelerinden meydana gelmektedir (Şekil 4.4). Bu formasyon içinde özellikle D-B ve KB/KD doğrultulu kıvrımlar hakimdir. Formasyonun kıvrımlı bir yapı kazanması bölgeyi etkileyen tektonizmadan etkilendiğini göstermesi bakımından önemlidir (Ateş ve ark., 2007). Daha yaşlı formasyonlar üzerinde açısız uyumsuz olarak yer alan birimin kalınlığı yaklaşık 1200m dir (Acarlar ve ark., 1991).



Şekil 4.4. Çalışma alanının güneyinde yer alan Van Formasyonu'ndan görünüm.

Bölgede yer alan daha yaşlı formasyonlar üzerinde açısız uyumsuzluk ile gelen Van Formasyonu'nun yaşını, Acarlar ve ark. (1991) içinde bulundurduğu fosil grubuna göre Oligosen-Miyosen olarak vermişlerdir. Sağlam, (2003) yılında yaptığı çalışmada,

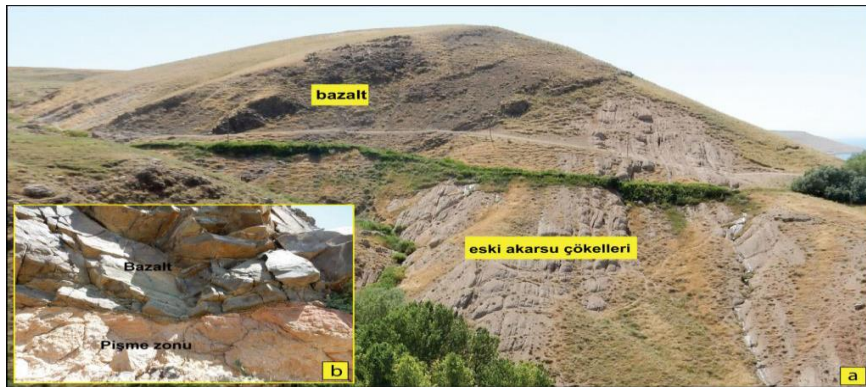
Van Formasyonu'nun yaşını, alt tabakalarında tanımlanan mikro ve makro faunaya göre Alt Burdigaliyen (Alt Miyosen) olarak söylemektedir. İstifin üst tabakalarındaki kalkarenit ve şeyllerde saptanan mikro faunaya göre birimin çökeldiği yaşın Langiyen'e kadar sürdüğü ifade edilmektedir. Transgresif özellikte olan birim, plaj, şelf ve denizaltı yelpaze ortamında çökelmiştir.

#### 4.1.1.2. Örtü Kayalar (Pliyosen-Kuvaterner yaşlı karasal birimler)

Van Gölü Havzası'nın genel olarak tüm kıyı boyunca karasal ve gölssel birimler görülse de, en yoğun olarak havzanın doğusunda yüzeylemektedir (Şekil 3.5). Genel olarak eski akarsu-göl taraçaları, eski alüvyonlar, gölssel birimler ve alüvyon çökelleri olmak üzere geniş bir yayılım sunarlar (Şekil 3.5). Çalışma alanı içerisinde genel olarak Alaköy Formasyonu, Beyüzümü Formasyonu, eski akarsu çökelleri ve alüvyonal çökeller görülmektedir.

#### 4.1.1.3. Kurtdeliği formasyonu

Kurtdeliği formasyonu ilk olarak Acarlar ve ark., (1991) tarafından tanımlanmıştır. Üst Miyosen yaşlı Van Formasyonu üzerine uyumsuzluk gelmekte ve uyumsuz olarak Alt Pliyosen yaşlı bazaltlar (Arapkale bazaltı) ve gölssel çökeller tarafından örtülmektedir (Şekil 4.5).



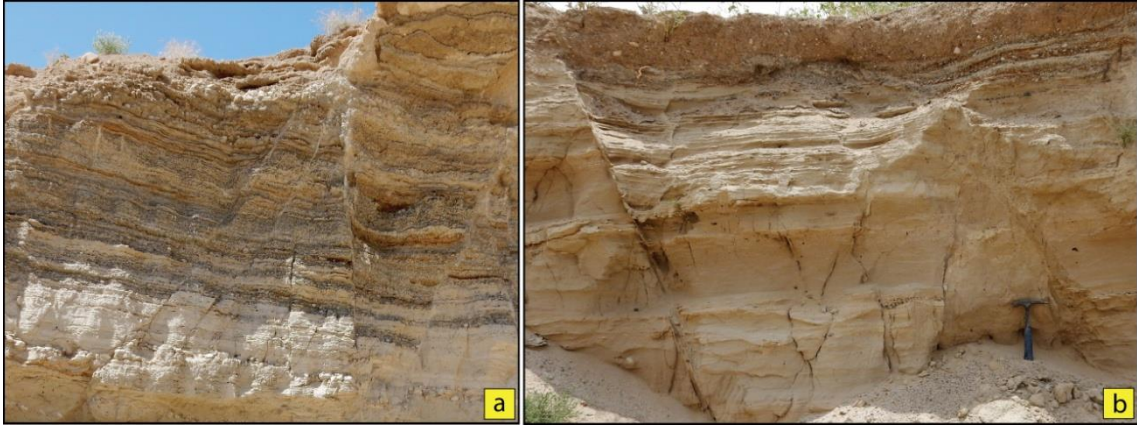
Şekil 4.5. a) Bazaltlar ile eski akarsu çökelleri arasındaki açı uyumsuzluk, b) bazaltın genel görünümü ve pişme zonu.

Kurtdeliği Formasyonu, kumtaşı-kiltaşı-konglomera ardalanmasından meydana gelmektedir. Bu birim uyumsuz olarak bazalt akıntısı içerisinde depolanmış kumtaşı-pomza ardalanması ile Van Gölü'ne ait taraça çökelleri tarafından örtülmektedir. İstif genel olarak kötü boylanmalı, orta-kalın tabakalı, kırmızımsı renkli, bazı yerlerde polijenik bazı yerlerde monojenik çakıllı konglomera seviyesinden oluşmaktadır. İyi tutturulmuş ve karbonat çimentoludur (Acarlar ve ark., 1991).

Eski karasal çökeller, Van Gölü Havzası'nın genç çökel stratigrafisi içerisinde önemli bir konumda bulunmaktadır. Çünkü stratigrafik olarak, Üst Miyosen yaşlı Van Formasyonu (Paleotektonik dönem içerisinde çökelmiş en son türbiditik çökeller) ile Kuvaterner yaşlı birimler arasında bulunmaktadır. Ayrıca içerisinde volkanik hiç bir ürünün olmaması bölgedeki Kuvaterner volkanizmasından daha yaşlı olduğunu göstermektedir. Bölgede yapılan daha önceki çalışmalarda bu çökelere Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı stratigrafik konumuna göre verilmiştir. (Acarlar ve ark., 1991).

#### **4.1.1.4. Van Gölü eski taraça çökelleri**

Van Gölü Havzası'nın doğusunda geniş bir alanda, kumtaşı-kiltaşı-çakıltaşlarından oluşan Van Gölü'nün eski taraça çökelleri bulunmaktadır (Şekil 4.6a). Bu çökellerden Beyüzümü civarında yer alanlar Kuzucuoğlu ve ark. (2010) tarafından Beyüzümü taraçası olarak adlandırılmıştır. Kumtaşları iyi yıkanmış, gevşek tutturulmuş, sarı-gri renkli, ince-orta ve seyrek olarak da çapraz katmanlıdır. Çapraz katmanlanmayı küçük kanal dolguları kesmektedir. Tane boyu ince-kaba arasında değişir ve ince kumtaşları biyoturbasyonludur. Kumtaşları ile ardalanmalı bol *Dreissensia* sp.fosilli seviyeler birimin üst seviyelerine doğru yoğunluk kazanmaktadır. Yine çökelin üst seviyelerine doğru gidildikçe, kumtaşı ara düzeyli çakıltaşlı seviyeler göze çarpmaktadır (Şekil 4.6b). Çakıllar iyi boylanmalı, gevşek tutturulmuş ve kum matrikslidir (Kuzucuoğlu ve ark., 2010).



Şekil 4.6. Eski göl taraça seviyesine ait a) Kumtaşı-çakıltaşı ardalanması, b) İnce kum ve killi seviyelerin ardalanımı.

Formasyon, üstte Alaköy Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülür. Yaklaşık kalınlığı 100 m olan birimde *Dressencia* sp., fosili saptanmış ve Kurtman ve ark. (1978) tarafından Geç Pliyosen yaşlı kabul edilmiştir.

#### 4.1.1.5. Alaköy formasyonu

Alaköy Formasyonu; açık sarı renkli, ince tabakalı, kıltaşı, silttaşı, ve marn ardalanmasından oluşan gölsel çökeller ile akarsu delta fasiyes topluluğunu karakterize eden çapraz tabakalı, aşınma yüzeyli, yanal olarak devamsız çakıltaşı, ince taneli, ince tabakalı kumtaşı ve silttaşı ardalanmasından oluşur (Şekil 4.7). Akarsu düzeylerinde, kırıntılı pomzalar oldukça yaygındır (Ateş ve ark.,2007)

Birim içinde herhangi bir fosile rastlanmamıştır. Ancak formasyonun yaşı stratigrafik konumuna göre Geç Pliyosen-Pleyistosen kabul edilmiştir (Acarlar ve ark., 1991). Birim menderesli akarsu, delta ve göl ortamında çökelmiştir.



Şekil 4.7. Açılan yapay bir yarmada Alaköy Formasyon'unun görünümü.

#### 4.1.1.6. Eski akarsu çökelleri ve eski alüyon yelpazeleri

Van Gölü Havzası'nda yamaç döküntüleri, yelpaze ve akarsu çökelleri geniş bir yayılım sunmaktadır. Yelpaze çökelleri çakıl, kum, çamurdan oluşmaktadır. Delta çökelleri ince taneli malzemeden oluşurken, fan delta çökelleri kumlu-siltli-çakıllı seviyelerden meydana gelmektedir (Üner 2013). Kuvaterner yaşlı olan bu birimler fay zonlarına yakın kesimlerde deforme olurken fay zonlarından uzaklaştıkça hiç bir deformasyon verisi sunmamaktadırlar.

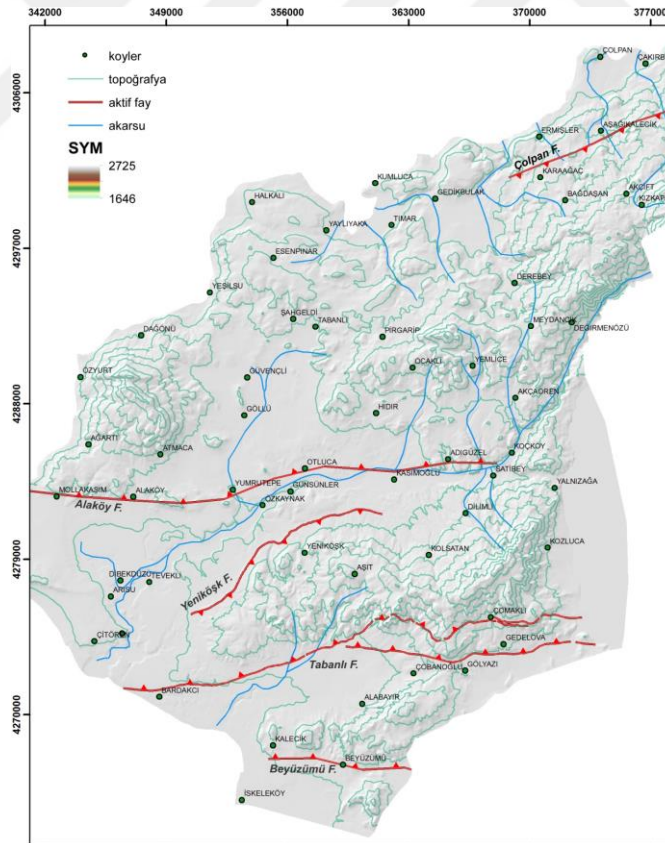
#### 4.1.2. Tektonik Konum

Çalışma alanında içinde bulunduğu Van Gölü Havzası, İran-Doğu Anadolu platosunun batı kesimini oluşturan Doğu Anadolu Sıkışmalı Tektonik Bloğu içerisinde (DAST) bulunmaktadır. GPS ölçümlerinin uzun zamanlı modellenmesi ile tanımlanan (Reilinger vd., 2006; Djomour vd., 2012) Doğu Anadolu Sıkışmalı Tektonik Bloğu, güneyde Bitlis-Zagros Bindirme Kuşakları, kuzeybatıda sol yanal doğrultu atımlı Kuzeydoğu Anadolu Fayı (KAF) ve kuzey/kuzeydoğuda Küçük Kafkas ile tanımlanmaktadır (Şekil 4.1). Yaklaşık 14 milyon yıl önce DAST'ın, Avrasya ve Arap levhaları arasında gerçekleşen kıta-kıta çarpışması sonucu K-G yönlü sıkışmalı bir

tektonik rejim altında gerçekleştiği düşünülmektedir (Dewey ve ark., 1986; Şengör ve Yılmaz, 1981; Şaroğlu ve Yılmaz, 1986; Yılmaz ve ark., 1987; Şengör ve Kidd, 1979; Koçyiğit ve ark., 2001) (Şekil 4.1). Fakat yayınlanmış çalışmalarda sıkışma-kısalma ile temsil edilen tektonik rejim yalnızca Bitlis-Zagros Bindirme Zonu boyunca ve Geç Miyosen sonu ile Erken Pliyosen sonu zaman aralığındaki dönemde aktif olduğu açıklanmıştır (Koçyiğit ve ark., 2001). DAST bloğundaki sıkışmalı-kısalmalı tektonik rejimin yerine, Geç Pliyosen’de sıkıştırırmalı-genişlemeli neotektonik rejimin geçtiği belirtilmektedir. Sıkıştırırmalı-genişlemeli neotektonik rejime bağlı olarak bölgede D-B doğrultulu ters/bindirme fayları, KB-KD uzanımlı doğrultu atımlı faylar, K-G yönelimli normal faylar, D-B yönlü kıvrımlar ve önemli volkanik merkezlerin konumunu belirleyen K-G yönlü açılma çatlakları oluşmuştur. Çalışma alanındaki ana neotektonik yapılar arasında sağ yönlü doğrultu atımlı faylar (Karayazı (KYF), Çaldıran (ÇFZ), Pambak-Sevan (PSFZ), Çobandede (ÇFZ), Iğdır (IF), Balıkgözü (BGF), Tutak (TF), Erciş (EFZ) ve Yüksekova fay zonları (YFZ)); sol yönlü doğrultu atımlı faylar (Aşkale (AFZ), Dumlu (DFZ), Kağızman (KF), Başkale (BFZ) fay zonları, Digor (DF)) ve bindirme fayları (Muş-Gevaş bindirme zonu ve Gürpınar bindirme fayı) bulunmaktadır (Koçyiğit ve ark., 2001; Arpat ve ark., 1976; Şaroğlu ve ark., 1984; Koçyiğit, 1985a, 1985b; Koçyiğit ve ark., 1985; Şaroğlu ve Yılmaz, 1986; Dhont and Chorowicz, 2006; Şaroğlu ve ark., 1987; Cisternas ve ark., 1989; Cisternas, 1993; Rebai ve ark., 1993; Horasan ve Boztepe-Güney, 2007; Selçuk Sağlam ve ark., 2012). Bu fay zonları bölgede tarihsel ve aletsel dönemlerde farklı büyüklüklerde yıkıcı birçok depremin meydana gelmesine neden olmuşlardır. Bölgedeki depremlerin odak mekanizma çözümü, asal gerilme bileşeninin ( $\sigma_1$ ) KKB-GGD yönelimli, ( $\sigma_2$ )’nin ise düşey yönde olduğu bir doğrultu atımlı gerilme rejimini ortaya koymaktadır. (KOERI, 2011; Toksöz ve ark., 1983; Ambraseys, 1988; Ambraseys, 2001; Cisternas ve ark., 1989; Ambraseys ve Jackson, 1998; Tan ve ark., 2008).

Çalışma alanının da içinde bulunduğu Van Gölü Havzası, Bitlis-Zagros Bindirme Kuşağı’nın hemen kuzeyinde ve eş zamanda Doğu Anadolu Fayı’nın Kuzey Anadolu Fayı ile çakıştığı Karlıova Üçlü Ekleminin yaklaşık 125 km doğusunda yer almaktadır. Van Gölü Havzası, Arap Levhası’nın Avrasya Levhası altına girerek aradaki okyanusu kapatması sonucu oluşmaya başlayan kıta-kıta çarpışmasının ürünlerinden birisi olduğu öne sürülmektedir (Dewey ve ark., 1986; Şaroğlu ve Yılmaz, 1986; Şengör ve Kidd,

1979). Geç Pliyosen'de oluşmaya başlayan bu havza Kuvaterner'de etkili olan volkanizma ile son halini almıştır (Wong ve Finckh, 1978; Blumenthal ve ark., 1964; Degens ve ark., 1984). Bir tektonik çökme gölü olduğu öne sürülen Van Gölü ve içinde bulunduğu havza, doğusunda Ereğ Dağı (2592 m), kuzeyinde Tendürek Volkanı (3533 m), kuzeybatısında Süphan Volkanı (4051 m); batısında Nemrut Volkanı (2950 m) ve güneyinde ise Bitlis Masifinin düşük dereceli metamorfik kayaların yer aldığı Artos Dağı (3310 m) tarafından sınırlanmaktadır. Van Gölü Havzası ve çevresinde bir çok ana aktif fay zonu bulunduğu bilinmektedir (Arpat ve ark., 1977; Şaroğlu ve ark., 1984; Koçyiğit ve ark., 2001; Bozkurt, 2001; Dhont ve Chorowicz, 2006; Koçyiğit 2013). Bunlardan bazıları Gürpınar Fayı, Alaköy Fayı, Erciş-Karayazı Fayı, Everek Fayı, Çaldıran Fayı vb. fay zonlarıdır. 23 Ekim 2011 tarihinde Van Depremi meydana gelmiş olup, deprem (Mw: 7.2) o güne kadar haritalanmamış Tabanlı Fayı üzerinde gerçekleşmiştir (Koçyiğit 2013).



Şekil 4.8. Çalışma alanının tektonik haritası (faylar; Emre ve ark., 2012'den derlenmiştir).

Çalışma alanı birden fazla deprem üretmiş aktif fay tarafından kontrol edilmektedir. Bu faylar güneyden kuzeye doğru Beyüzümü Fayı, Tabanlı Fayı, Yeniköşk Fayı, Alaköy Fayı ve Çolpan Fayıdır. Bu faylar genel olarak bindirme karakterinde olup, bazı faylar ise oblik bileşende sunmaktadır (Şekil 4.8).

#### Beyüzümü Fayı

Beyüzümü Fayı bindirme fayı bileşenli olup çalışma alanının kuzey doğusunda bulunan Kalecik Mahallesinden başlayarak ile Sihke Gölü'nün kuzeyine kadar uzanır ve yaklaşık 20 km uzunluğundadır (Mackenzie ve ark., 2016). İlk olarak Lahn (1946) tarafından tanımlanmış olup, Ateş ve ark., (2007) tarafından Beyüzümü Fayı, Kalecik Fayı olarak da Koçyiğit (2013) tarafından adlandırılmıştır.

#### Tabanlı Fayı

Tabanlı Fayı; batıda Bardakçı Mahallesi'nden başlayıp ilçenin doğusunda Çobanoğlu-Gölyazı-Çomaklı-Gedelova Mahalleleri boyunca uzanan bir faydır. Özkaymak ve ark., (2011) Tabanlı Fayı'nın ters fay niteliğinde D-B yönlü olduğunu belirtmektedir. 2011 Van Depremi sonrasında inceleme alanında sismik ve deprem odaklı merkezi çalışma yöntemleri ile ilgili olarak önemli çalışmalar yapılmıştır (Bayraktar ve ark., (2013); Görgün (2013); Doğan ve Karakaş (2013); Altın ve ark., (2013)). Yapılan bu çalışmalarda genel olarak Van Depremi üreten Tabanlı Fayı'nın ve Erciş Bloğu ile Van Gölü Havzası arasında kalan bölgenin KB-GD yönlü bindirme bileşenine sahip neotektonik rejimin etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

#### Yeniköşk Fayı

Yeniköşk Fayı, çalışma alanının kuzeyinde bulunan Yeşilköy Mahallesinden başlayarak doğuda Özkaynak Mahallesi'ne kadar uzanmaktadır. İlk defa Emre ve ark., (2013a) tarafından hazırlanan Türkiye Diri Fay Haritası'nda tanımlanmıştır. Yeniköşk Fayı yaklaşık olarak 13 km uzunluğunda güneye doğru eğimli bir Bindirme Fayı olup genel olarak KD-GB doğrultusundadır.



### Alaköy Fayı

23 Ekim 2011 tarihinde meydana gelen Van Depremi'ni üreten Everek Fayı'nın 9 km kuzeyinde bulunmakta olup, Van İli çalışma alanı olan Tuşba İlçesine bağlı Mollakasım ile Yumrutepe Mahalleleri arasında, yaklaşık 25 km boyunca doğrultusu D-B olan fay, Koçyiğit (2013) tarafından Alaköy Fayı olarak tanımlanmıştır. Yumrutepe, Kasımoğlu, Gülsünler, Otluca, Alaköy, Özkaynak ve Mollakasım köylerinden geçen Alaköy Fayı, Van Gölü'nün eski göl çökelleri içerisinde, bazen de bu çökeller ile temel kayalar ile birlikte gözükmektedir (Okuldaş ve Üner, 2013).

### Çolpan Fayı

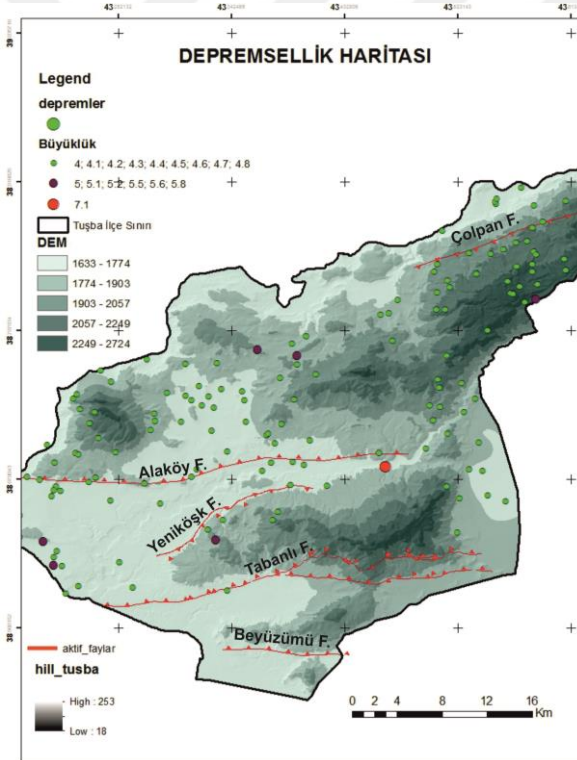
Çolpan Fayı, çalışma alanının kuzeyinde bulunur ve KD-GB doğrultusundadır. Kuzeydoğuda Sağlamtaş Mahallesi'nden başlar ve güneybatıda Karaağaç Mahallesi'ne kadar uzanır. Van Gölü Havzası'ndaki günümüz tektonik dönemi, Pliyo-Kuvaterner yaşındadır (Koçyiğit vd., 2001). Bu tektonik dönemde K-G doğrultusunda olan sıkışma rejimi, KB-GD doğrultulu sağ yönlü, D-B doğrultusundaki ters faylar ile K-G doğrultusundaki genişleme yapıları ve KD-GB doğrultusundaki sol yönlü doğrultu atımlı faylar ile belirlenmektedir (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986; Koçyiğit vd., 2001; Bozkurt, 2001; Koçyiğit, 2013). Bu faylar; ters fay özelliği taşıyan Alaköy, Gürpınar, Ağartı ve Everek Fayları ile doğrultu atımlı fay karakterinde olan Çaldıran, Erciş, Alabayır ve sol yanal Çolpan faylarıdır.

#### 4.1.3. Depremsellik

Çalışma alanı içerisinde yer alan aktif fayların, Doğu Anadolu Bölgesi'nde tarihsel dönemden günümüze kadar önemli bir tektonik hareketliliğe kaynaklık gösterdiği (Ergin ve ark., 1967; Soysal ve ark., 1981; Ambraseys, 1988; Guidoboni, 1994; Ambraseys and Finkel, 1995; Tan ve ark., 2008), aletsel ve tarihsel dönem deprem kataloglarında ve bazı tarihsel dönem kayıtlarında, çalışma alanındaki illerin bu büyük yıkıcı depremlerden etkilendiği ve büyük yıkımların olduğuna dair veriler bulunmaktadır.

Ayrıca, çalışma alanı ve yakın çevresinde Kuvaterner dönemine ait tortullar üzerinde yapılan bir çalışmada, Van Gölü Havzası'na ait istiflerinde yaygın olarak gözlenen sismit gibi çökelme ile yaşıt depremle ilişkili deformasyon yapılarının var olduğu, Van Gölü Havzası ve yakın çevresinin Geç Kuvaterner'de 5.0 ve üzerindeki birçok depremin etkisinde kaldığını gözükmektedir (Üner ve ark., 2013).

1900-2019 yılları arasında Van Gölü Havzası'nda aletsel dönem kayıtları içerisinde meydana gelen depremlerde büyüklükleri  $M_w=4$  ile  $M_w=7.1$  arasında değişen depremler Şekil 4.10' da gözükmektedir. Bu depremlerin yıkıcı ve hasar yönünden en çok etkilediği depremler 1976 yılında meydana gelen ve büyüklüğü  $M_w=7.5$  olan Çaldıran Depremi ve 2011 yılında iki kez olan 7.2 ve 5.6 büyüklüğündeki Van Depremi' dir.



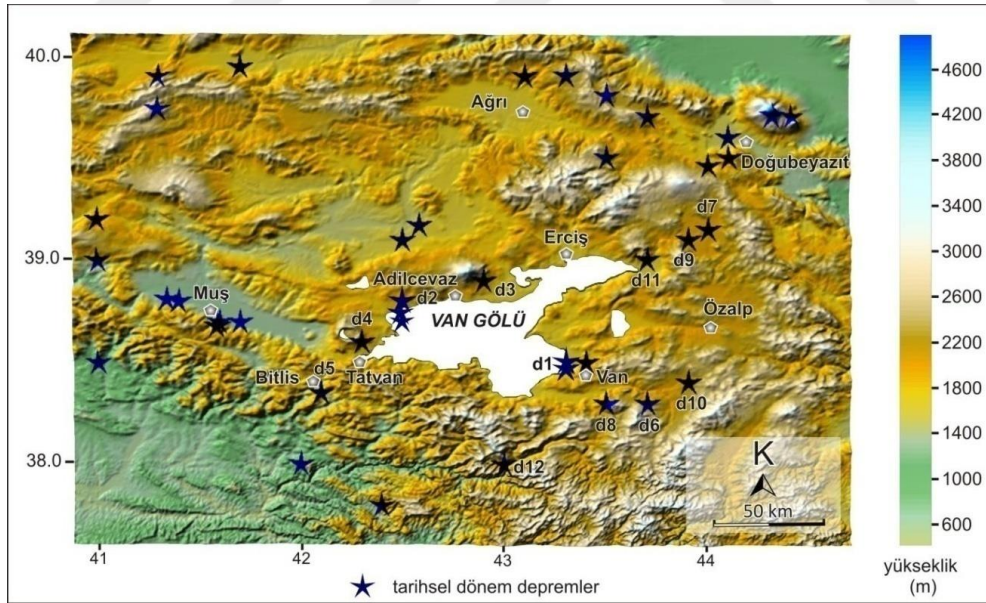
Şekil 4.9. Çalışma alanının depremselliği.

#### *Tarihsel Dönem Deprem Etkinliği*

Günümüzde tarihsel depremler ile ilgili farklı deprem katalogları hazırlanmıştır (Ergin ve ark., 1967; Soysal ve ark., 1981; Ambrassey ve Finkel, 2006; Tan ve ark.,

2008). Bu kataloglardan edinilen bilgilere göre, 1101 ve 1900 yılları aralığında bu havza içerisinde birçok yıkıcı depremden etkilenmiştir.

Van (Vaspurakan) şehri eski bir yerleşim yeri olduğundan bu alan ile ilgili birçok deprem kaydına ulaşılabilmektedir. Van şehir merkezini etkileyen depremlerden biri 1111 yılında meydana gelmiş ve IX şiddetinde olduğu belirtilmiştir (Ambrassey, 2009). Bununla birlikte 1600 yıllarda ana bir depremin meydana geldiği ve bu depremi yaklaşık iki yıl boyunca takip eden artçı depremlerin varlığı belirtilmektedir (Çizelge 4.1; Şekil 4.10, Lokasyon d1). Van Gölü'nün batısında 1439 ve 1441 yıllarında meydana gelen depremlerin Nemrut Krateri'nin volkanik aktivitelerinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Ambraseys ve Finkel, 1995). Tarihsel kayıtlara göre 1646 yılında meydana gelen VII şiddetindeki depremin Güzelsu (Hoşap) (eski adı Mehmedik) civarında meydana geldiği ifade edilmektedir (Çizelge 4.1; Şekil 4.10, Lokasyon d6, d8, d10). Bu depremin Van ve Erçiş merkezlerinde hasara neden olduğu ve özellikle Van yerleşiminin güneyinde kalan köylerde (Gevaş, Hoşap ve Albağ) büyük bir yıkım olduğu belirtilmektedir (Ambraseys ve Finkel, 2006).



Şekil 4.10. Van Havzası ve yakın çevresinin sayısal yükseklik modeli ve bu alanda meydana gelen tarihsel depremler (Tarihsel depremlerin etki ettiği alanlar ve şiddetleri için Çizelge 4.1'e bkz.) (Ergin ve ark., 1967; Soysal ve ark., 1981; Ambraseys ve Finkel, 2006; Tan ve ark., 2008).

Çizelge 4.1. Van Gölü Havzası'nda yer alan tarihsel dönem depremleri (1:Ergin ve ark., 1967; 2:Soysal ve ark., 1981; 3:Ambraseys ve Finkel, 2006; 4:Tan ve ark., 2008) L:Lokasyon M:Büyükölük; I:Şiddet

<i>L</i>	<i>Tarih</i>	<i>Enlem</i>	<i>Boylam</i>	<i>M</i>	<i>I</i>	<i>Etkilenen Bölgeler (Kaynakça)</i>
d1	1101	38.47	43.3		VI	Van (1)
d1	1111	38.5	43.4	6.6	IX	Van (1, 2, 4)
d2	1208	38.7	42.5	6.5	-	Ahlat, Van, Bitlis, Muş (4)
d2	1245	38.74	42.5	5	VII	Ahlat, Van, Bitlis, Muş (1, 2, 4)
d2	1275	38.8	42.5	6.8	-	Ahlat, Van (4)
d3	1276	38.9	42.9	5	VIII	Ahlat, Erciş, Van (1, 2, 4)
d3	1282	38.9	42.9	5	-	Ahlat, Erciş (2, 4)
d4	1439	38.6	42.3	?	VI	Van, Bitlis, Muş, Nemrut Bölgesi (1, 2, 4)
d5	1441	38.35	42.1	5	VIII	Van, Bitlis, Muş, Nemrut Bölgesi (1, 2, 4)
d6	1646	38.3	43.7	5	VI	Van (3, 4)
d7	1647	39.15	44	?	IX	Van, Tebriz, Muş, Bitlis (2, 4)
d8	1648	38.3	43.5	6.8	VIII	Hoşap, Van (2, 3, 4)
-	1685	?	?	?	VI	Van (2)
-	1692	?	?	?	?	Van, Aras Çukuru (2)
d9	1696	39.1	43.9	7.1	IX	Van (4)
d1	1701	38.5	43.4	5	VIII	Van (1, 2, 3)
d1	1701	38.5	43.4	5	VII	Van (2, 3, 4)
d1	1704	38.5	43.4	5	VII	Van (1, 2, 3, 4)
d10	1715	38.4	43.9	6.7	VIII	Van, Erciş (1, 2, 3, 4)
d11	1791	39	43.7	?	VI	Van, Tebriz ve Erzurum (1)
d12	1871	38	43	6.9	VII	Van (1, 2, 4)
d1	1881	38.5	43.3	7.3	X	Van, Bitlis, Muş Nemrut bölgesi (2,4)
d1	1894	38.47	43.3	?	V	Van (2)
d1	1900	38.47	43.3	5.2	VI	Van (2)

Son yıllarda yapılan çalışmalar göstermektedir ki, tarihsel depremler bir bölgenin deprem tarihini anlamakta önemli araçlardan birini oluşturmaktadır (Işık ve

ark., 2012). Tarihsel depremleri anlatan birçok kaynak toplanarak veri kataloğu haline getirilmiştir (örneğin Catalogue of Earthquakes). Bu kataloğlardan yapılan taramalar sonucunda Van Fay Zonu veya Beyüzümü Fayı'ndan kaynaklanması muhtemel üç farklı tarihsel deprem olduğu görülmüştür. Bu depremler 1692, 1701 ve 1896 depremleridir. Bu depremlerin şiddetli olduğu belirtilmiş olup, önemli can ve mal kaybına neden olduğu ifade edilmiştir (Ambraseys, 2009).

#### *Aletsel Dönem Depremleri*

Van Gölü Havzası içerisinde aletsel dönemlerde (1900-2019) büyüklükleri 4.0'dan fazla olan 87 deprem kayıt edilmiştir. Çaldıran Depremi ( $M_w7.3$ ) ve Van Depremi ( $M_w7.2$ ) bölgede meydana gelen ve büyüklükleri 7.0'dan büyük olan iki depremdir (Şekil 4.11). Van Gölü Havzasını kuzeyden sınırlayan Çaldıran Fayı 1976 yılında,  $M_w 7,3$  büyüklüğünde deprem üretmiştir. Bu deprem, bölgede yaklaşık 5000 can kaybına ve 10.000'den fazla evin yıkılmasına neden olmuştur. Van Gölü Havzası'nın doğu kesiminde meydana gelen depremlerin (1988, 1999, 2000, 2001, 2003) odak mekanizma çözümleri genellikle eğim atımlı ters faylanmayı işaret etmektedir. (Redpuma, 2003, Emsc, 2011, Koeri, 2011, Tübitak, 2011, USGS, 2011). Bununla birlikte havzanın kuzey ve batı kesimlerinde ki odak mekanizma çözümleri, depremlerin pek çoğunun doğrultu atımlı fayların kırılması sonucu meydana geldiğini göstermektedir (Redpuma, 2003, Emsc, 2011, Koeri, 2011, Tübitak, 2011, USGS, 2011). Depremlerin büyük bir bölümü baskın olarak kabuğun 10 km kısmında meydana gelen sığ olaylardır (Görür ve ark., 2015).

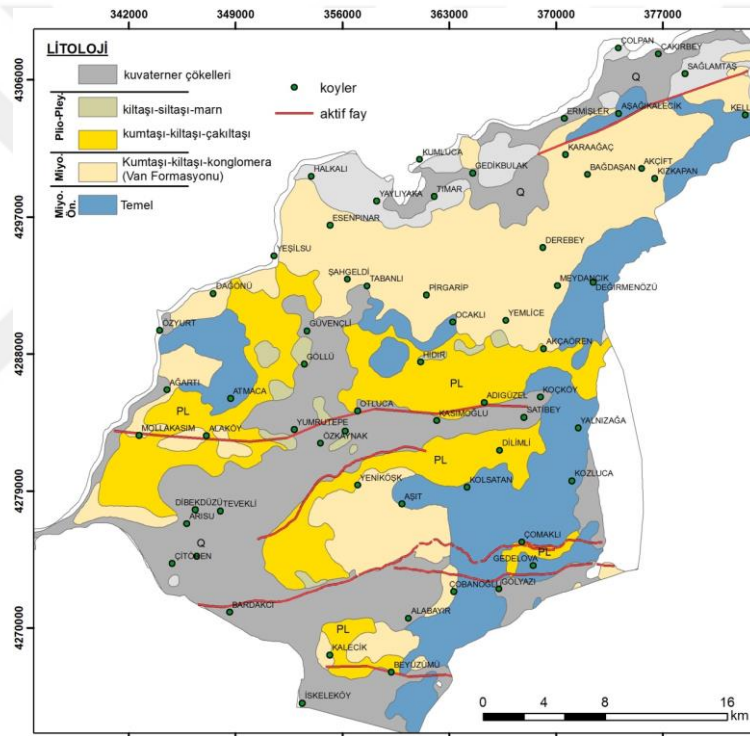
Aletsel dönem içerisinde Van Fay Zonu ve Beyüzümü Fayı üzerinde orta-yüksek şiddetli birden fazla deprem meydana gelmiştir. Bunlardan en önemlileri 2011 yılında meydana gelen Tabanlı Depremi'dir (Şekil 4.10).

#### **4.2. Çalışmada Kullanılan Veritabanı**

Bu çalışmada, oluşturulacak olan yerleşime uygunluk haritasının yapımında aşağıda kısaca özetlenen veriler kullanılmıştır.

#### 4.2.1. Litoloji

Yer seçimi çalışmalarında litolojik birimler büyük önem arz etmektedir. Zeminin duraylılığı ve direnci yeni yapı alanları için etkili olmaktadır. Çalışma alanında genel olarak 5 farklı birim yüzeylenmektedir. Alanın doğusunda temel olarak adlandırılan (ofiyolit, magmatik vb.) birim yer almaktadır. Batıya doğru gidildikçe Pliyosen yaşlı birimler (kumtaşı-kiltaş-çakıltaş) daha yoğun bir şekilde yüzeyler. Kuvaterner yaşlı çökeller özellikle çalışma alanının güneybatısı ve kuzeydoğusunda yer almaktadır (Şekil 4.11).



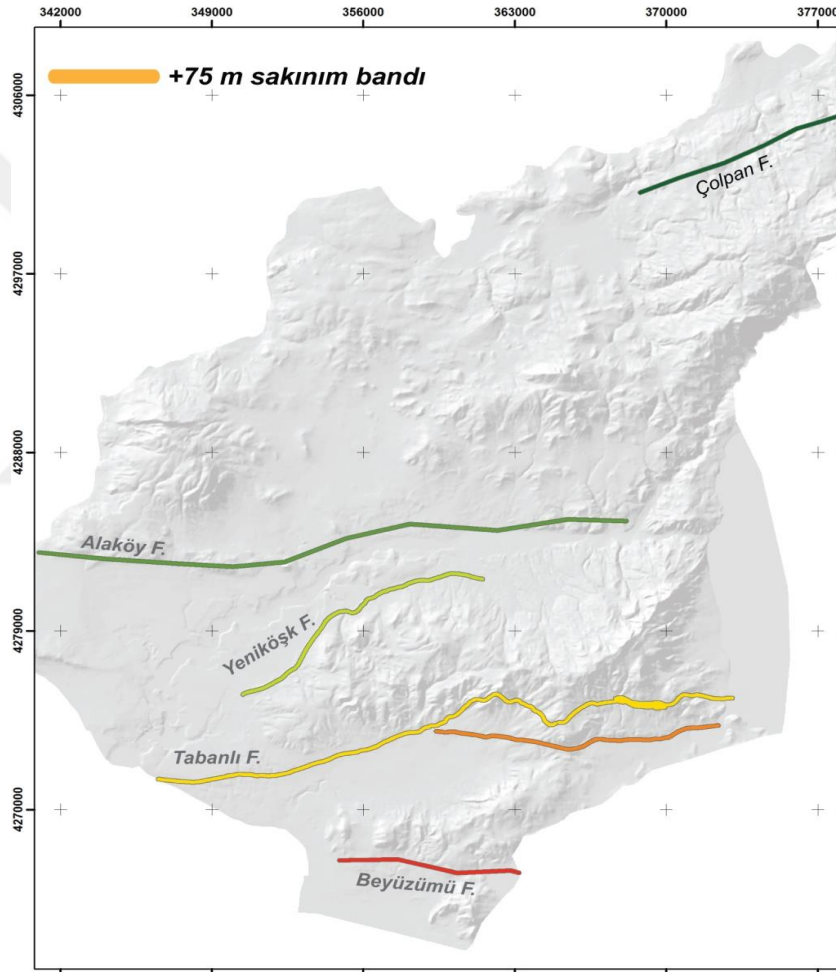
Şekil 4.11. Çalışma alanı litoloji haritası (Ateş ve ark., 2007'den düzenlenerek alınmıştır).

#### 4.2.2. Fay hatlarına mesafe

Son yıllarda yapılan çalışmalarda, özellikle aktif faylara olan mesafeye bağlı olarak yapılaşmaya izin verilmektedir. Bu aktif faylar için farklı çalışmalar sonucunda ve fayın türüne bağlı olarak sakinim bantları oluşturulmaktadır. Çalışma alanında,

güneyden kuzeye doğru Beyüzümü fayı, Tabanlı Fayı, Yeniköşk fayı, Alaköy Fayı ve Çolpan Fayı yer almaktadır. Bu faylar, bölge içerisinde yıkıcı depremler üretmişlerdir. Bu tür faylar için sakinim bantları oluşturulurken tavan blok için +20 m mesafe konulması önerilmektedir (Gürboğa ve ark., 2016).

Çalışma alanı içerisinde yer alan fayların her biri için ayrı sakinim bantları oluşturulmuştur. Bu sakinim bandı oluşturulurken bindirme fayları için konulan en az +40 ve en fazla +120 m şartı göz önüne alınarak yapılmıştır (Şekil 4.12).

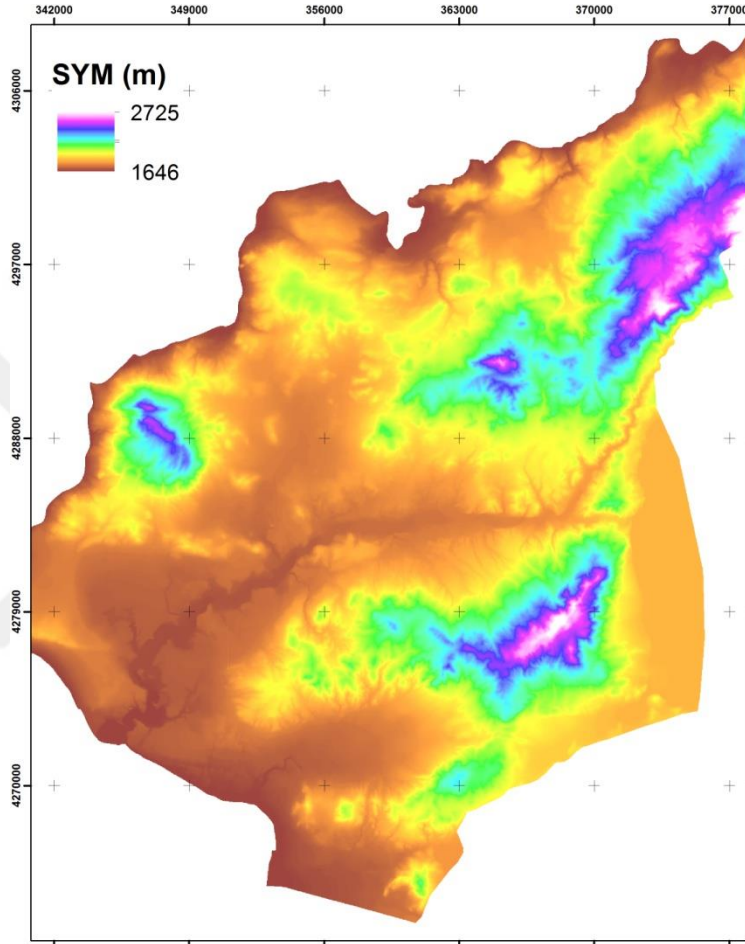


Şekil 4.12. Çalışma alanı fayların sakinim değeri.

#### 4.2.3. Yükseklik

Planlama çalışmalarında yükseklik, konut alanlarının yer seçimi kapsamında önem arz etmektedir. Bu kapsamda çalışma alanını kapsayan 1/25000 ölçeğindeki

topoğrafik haritalar sayısallaştırılarak bölgenin sayısal yükseklik modeli oluşturulmuştur. Tuşba ilçesinin ortalama en düşük yüksekliği 1646 m. iken en yüksek topoğrafik seviye 2725 m.' dir. Bu ilçe sınırları içerisinde yapılaşmaların genel olarak 1850 m. civarında yer aldığı görülmektedir (Şekil 4.13).



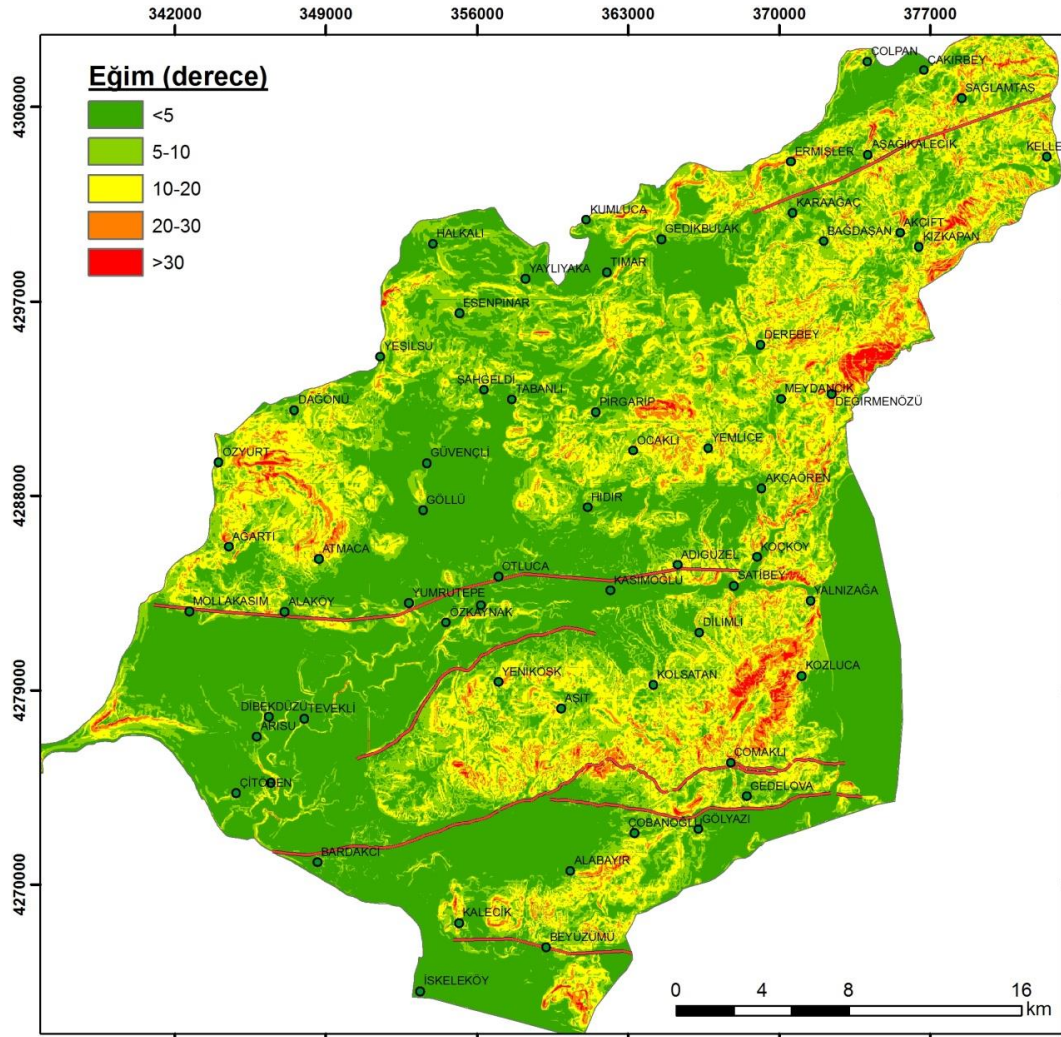
Şekil 4.13. Çalışma alanı Sayısal Yükseklik Modeli.

#### 4.2.4. Eğim

Özellikle depremlerin meydana getirdiği etkiler ve aşırı yağış alan alanlarda meydana gelen yamaç duraysızlıkları, önemli derecede hasarlara sebep olurlar. Meydana gelecek blok hareketliliği sebebiyle, yamaçlar üzerinde veya yamaç eğiminin bittiği alanlarda yapılacak yapılarda, farklı durumlarda hasarlar meydana gelmektedir.



Çalışma alanında eğimler genel olarak 0-30° derece arasında değişmektedir. Havzanın doğu kesimlerinde ve sadece Ağartı Mahallesi'nin kuzeyinde yüksek eğimli alanlar bulunmaktadır. Havzanın özellikle orta ve güney kesimleri 0-10° arasında değişen eğimlere sahiptir. Tuşba İlçesinde yer alan yerleşim yerlerinin %60' ı 0-20° eğimli alanlarda yer almaktadır (Şekil 4.14).



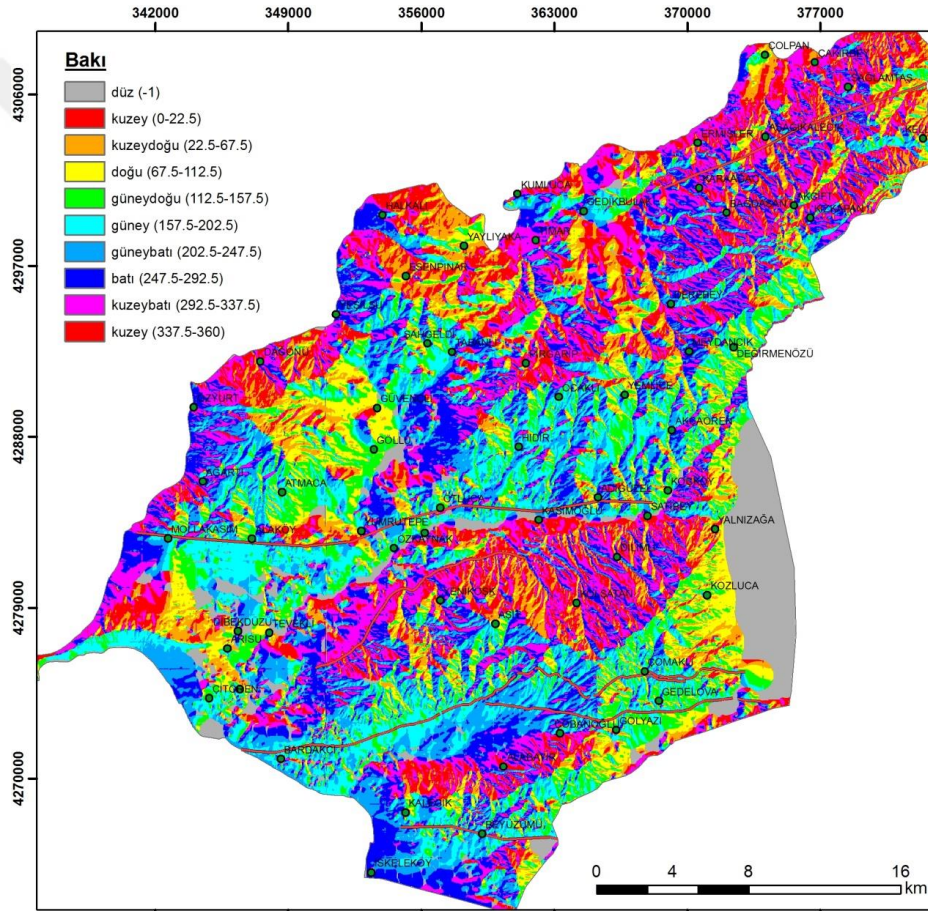
Şekil 4.14. Çalışma alanı eğim haritası.

#### 4.2.5. Bakı

Bakı haritaları güneş ışığının geliş açılarını gösterir. Bu haritalar yerleşime uygunluk açısından önemli bir parametredir. Son yıllarda yapılan çalışmalar göstermiştir ki kuzeye bakan yamaçlarda donma-çözünde olaylarının bu alanda yer alan

litolojik birimler üzerinde olumsuz yönde etkileri mevcuttur. Bölgede meydana gelmiş heyelanların ve çığ olaylarının çoğunlukla kuzeye bakan yamaçlarda meydana geldiği görülmektedir. Bu alan farklı yönlere ayrılarak sınıflandırma yapılmıştır. Bu tür yerleşime uygunluk haritaları oluştururken 4 sınıf kullanılmaktadır. Bu sınıflar doğu-batı-kuzey ve güneydir. Çalışma alanının yaklaşık % 67' sini kuzeye (kuzeybatı ve kuzeydoğu) bakan yamaçlar oluşturur (Şekil 4.15).

Çalışma alanının bakı haritası sayısal yükseklik modelinden oluşturulmuştur.



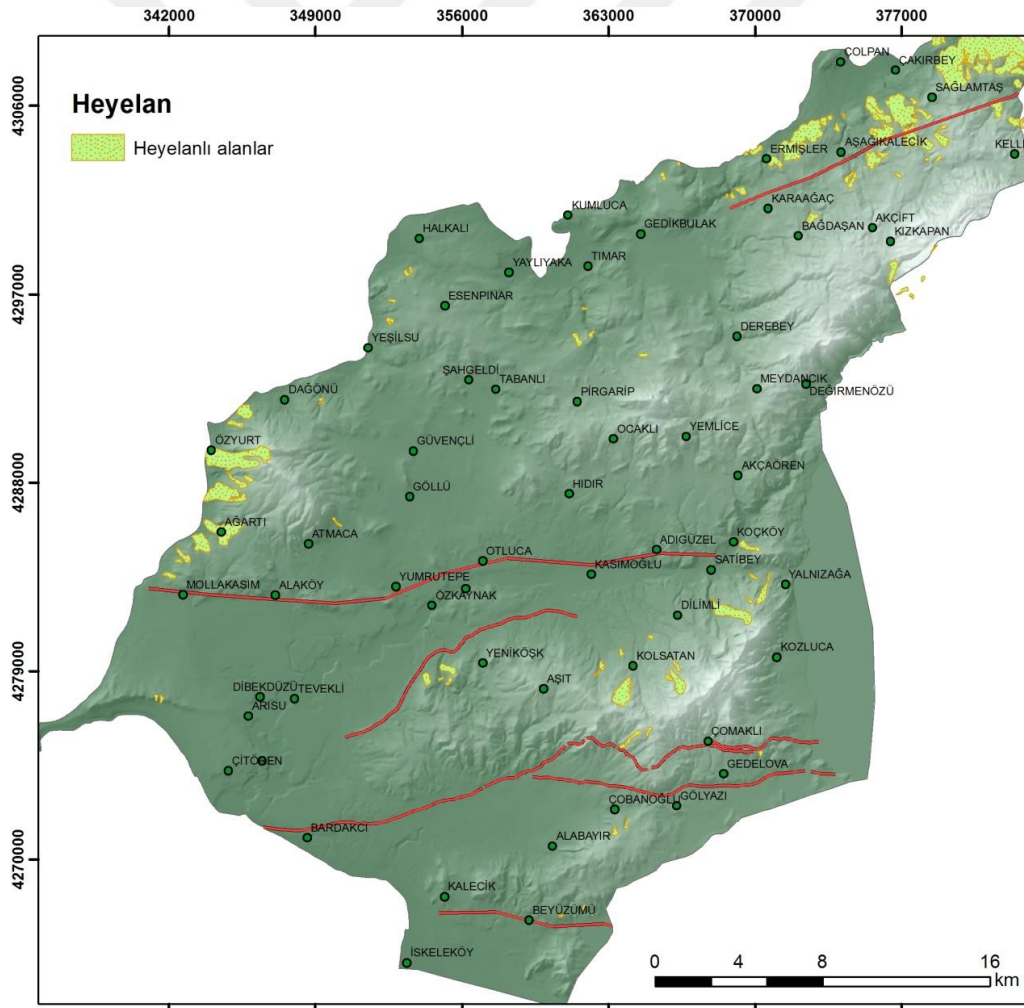
Şekil 4.15. Çalışma alanı bakı haritası.

#### 4.2.6. Heyelan

Van İli son yıllarda yoğun kentleşme ve doğal afet riskinin yüksek olması (deprem, heyelan, taşkın vb.) nedeniyle, çok yüksek risk altındadır. Son yıllarda

bölgede yaşanan orta ve büyük şiddetli depremler sırasında yapılara etki eden kuvvet, zemin parametrelerine bağlı olarak farklı etkileri doğurmuştur. Bu sebeple olumsuz zemin koşullarında uygun yer seçiminin yapılması kaçınılmaz bir zorunluluğu gerektirmektedir.

Çalışma alanının özellikle kuzeydoğusunda ve doğusunda heyelanlı alanlar yoğun bir şekilde görülmektedir. Kuzeyde oluşan heyelanların Çolpan Fayı'na bağlı olarak geliştiği düşünülmektedir. Bu alanda meydana gelen heyelanlardan dolayı AFAD tarafından afete maruz bölge ilan edilmiştir. Doğu kısmında ise, özellikle Ağartı ve Özyurt köyleri civarında heyelanlı alanların yer aldığı görülmektedir. Çalışma alanının güneyine doğru gidildikçe Tabanlı Fayı'nın tavan bloğunda heyelanlı alanlar yer almaktadır (Şekil 4.16).

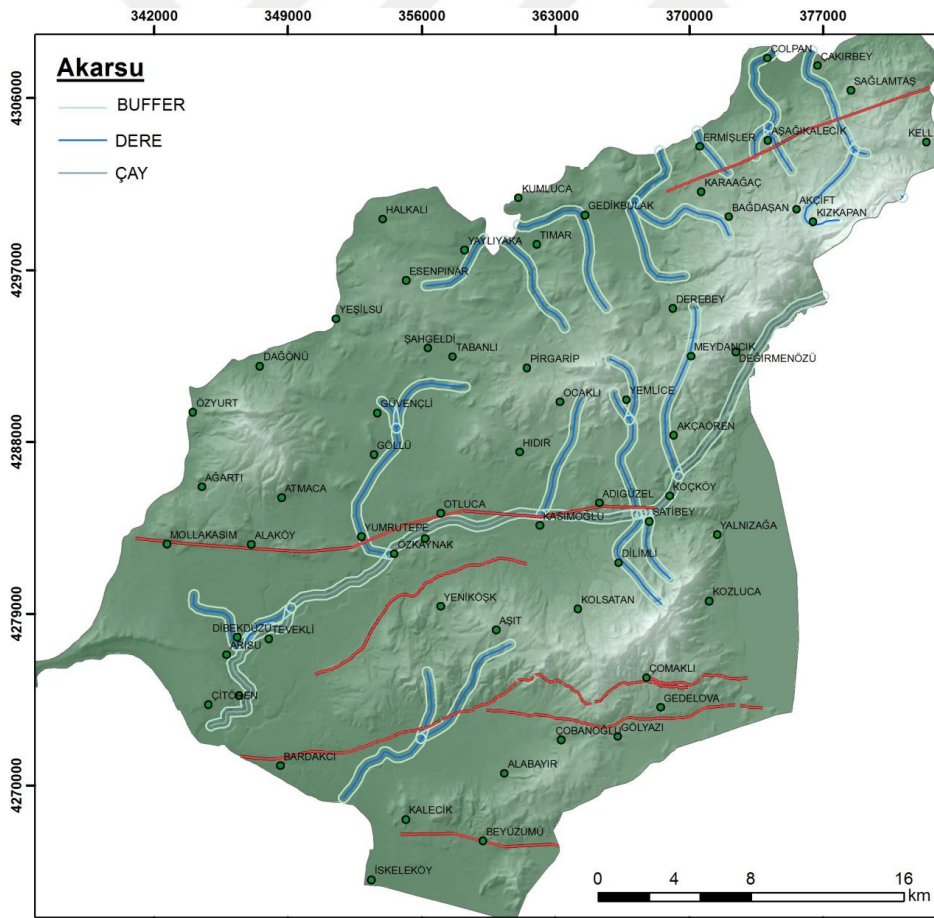


Şekil 4.16. Çalışma alanı heyelan envanter haritası.

#### 4.2.7. Akarsulara mesafe

Kent planlamasında drenaj kanalına olan uzaklık, özellikle taşkın açısından yer seçimi yönünden büyük önem arz etmektedir. Bunun sebebi taşkın riskine karşı en çok etkilenen alanlar dere ve nehirlere en yakın olan alanlardır (Weli ve Oye, 2014). Dere ve nehirlerde insan faktörünün etki ettiği durumlar bu kanallardaki su potansiyelinin artmasına sebep olur (Selçuk ve ark., 2016). Çalışma alanında güneyden kuzeye doğru iki önemli kanal bulunmaktadır. Bunlar; Akköprü ve Karasu Deresi'dir (Şekil 4.17).

1 Ekim 2008 ve 3 Kasım 2009 yıllarında yağışlardan dolayı taşkın meydana gelen Akköprü Deresi'nde bu taşkından 20 konut zarar görmüş ve birçok arazi su altında kalmıştır (Selçuk ve ark., 2016). Akköprü Deresi Van İli yerleşim alanı içerisinde yer almaktadır.

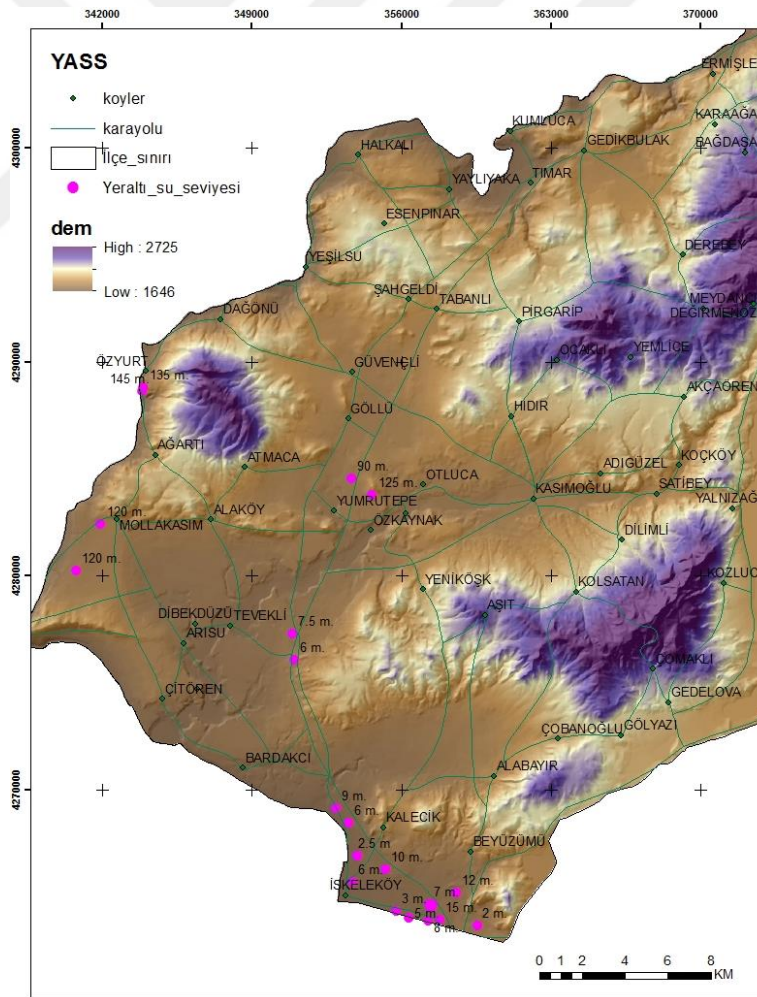


Şekil 4.17. Çalışma alanı drenaj kanalları.

#### 4.2.8. Yeraltı suyu

Yer altı su seviyesi yerleşime uygun alan seçiminde önemli bir etkidir. Yapı-zemin ilişkisi göz önüne alındığında zeminin davranışı ile su seviyesi değişimi arasında bir ilişki bulunmaktadır. Özellikle depreme bağlı olarak meydana gelen sıvılaşmaların 15 m. derinliğine kadar etkili olduğu görülmektedir. Ayrıca yer altı su seviyesi birçok doğal afeti tetiklediği bilinmektedir (Özşahin ve Değerliyurt, 2013). Yapılan sondaj çalışmalarına bağlı olarak inceleme alanında yeraltı su seviyesi 2-145 m. arasında değiştiği görülmektedir.

Çalışma alanının güney ve güneybatısı kısmında YAS seviyesi 2-10 m. arasında iken kuzey kesimlere doğru gidildiğinde 90-145 m. arasında değiştiği görülmektedir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Çalışma alanında muhtelif bölgelerde yer altı su seviyeleri.

### 4.3. Analitik Hiyerarşi Süreci ile Modelin Oluşturulması

Çalışma alanı olan Tuşba İlçesi için kent planlamasında kullanılacak parametrelerle ilgili analizler yapılarak yerleşime uygunluğun sorgulanması hedeflenmiştir. Yer seçimi konusunda kullanılan bu parametrelerle ilgili ilerde oluşabilecek risklere karşı CBS ortamında bunların analizlerini yaparak uygun yer seçiminde bulunmak kaçınılmaz olmuştur. Planlama sürecinde litoloji, fay hatlarında mesafe, yükseklik, bakı, eğim, heyelan, akarsulara mesafe, yer altı suyu derinliği parametreleri kullanılarak uygun analizler yapılmıştır. Bu analizler yapılırken Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımı olan ArcMap 10.0 programı kullanılmıştır.

Çalışma alanı için yapılan sınıflandırmalardan sonraki aşama her bir CBS katmanı için birer ağırlık değeri ve uygunluk sınıfı oluşturulmuştur. Bu değerlerin belirlenmesinde Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) metodu baz alınmıştır. Bu yöntem, çok kriterli karmaşık karar problemlerinin analizinde kullanılan yaygın bir matematiksel yöntemdir. AHP, her bir ölçü değeri için yüzde cinsinden ağırlık değerlerinin belirlenmesinde 1/9 (az önem derecesi) ile 9 (çok önem derecesi) değerleri arasında bir karşılaştırma ölçüsü kullanarak yapılan analizlere imkan tanır (Saaty ve Vargas, 1991).

Kendi problemleri içerisinde verdiği tutarlılık derecesine bağlı olarak bir sistematığe sahip olan AHP, analiz sonuçlarının doğruluğu bakımından analizi yapan çalışmacının doğal olarak kullandığı tutarlılık derecesine bağlıdır. AHP bu karşılaştırmalardaki tutarlılığı ölçmek için önerdiği değer tutarlılık oranını (CR) dir. Tutarlılık Oranının (CR), test edilebilmesi kriterler arasında yapılan karşılaştırmaların tutarlılık derecesini önemini ortaya çıkarır. Saaty (1980) tutarlılık oranını (CR) hesaplamada Eş-4.1 ile bağıntıyı öne sürmüştür.

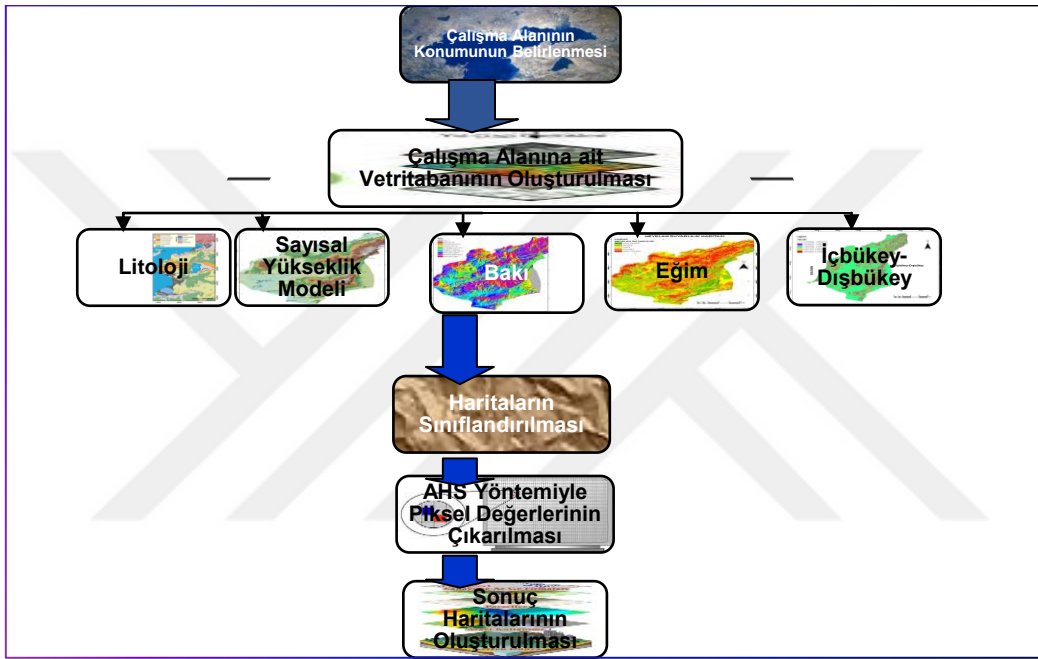
$$CR = CI/RI \quad (4.1)$$

Burada CI, ağırlık değerleri sonucunda tutarlılık değerindeki sapmayı belirleyen tutarlılık indeksini göstermiş olup, RI ise değerlendirmede kullanılan ölçülerin sayısına bağlı olarak standart düzeltme değerini ifade eder. Aşağıdaki Eş-4.2 kullanılarak tutarlılık indeksi değeri elde edilir.

$$CI = \frac{Y_{\max} - n}{n-1} \quad (4.2)$$

#### 4.4. Kullanılan Yöntem ve Sınıflandırmalar

Coğrafi Bilgi Sistemlerinde (CBS) yapılacak olan analizlerde veritabanı oluşturulduktan sonra izlenecek yollar belirlenerek yapılacak analizler için altlık oluşturulmalıdır. Çalışma alanında kullanılan veri akış şeması aşağıdaki gibidir (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. Tezde kullanılan yönteme ilişkin veri akış şeması.

#### 4.5. Model Üretiminde Kullanılan Parametrelerin Yeniden Sınıflandırılması

Litoloji, yükseklik, eğim, fay hatlarına mesafe, bakı, eğrisellik, yer altı suyu, akarsulara olan mesafe haritaları oluşturulduktan sonra bu haritalarda sınıflandırma yapmak için kendi aralarında bazı değerler verilmiştir. Bu değerlere göre veriler sınıflandırılarak tematik haritalar oluşturulmuştur.

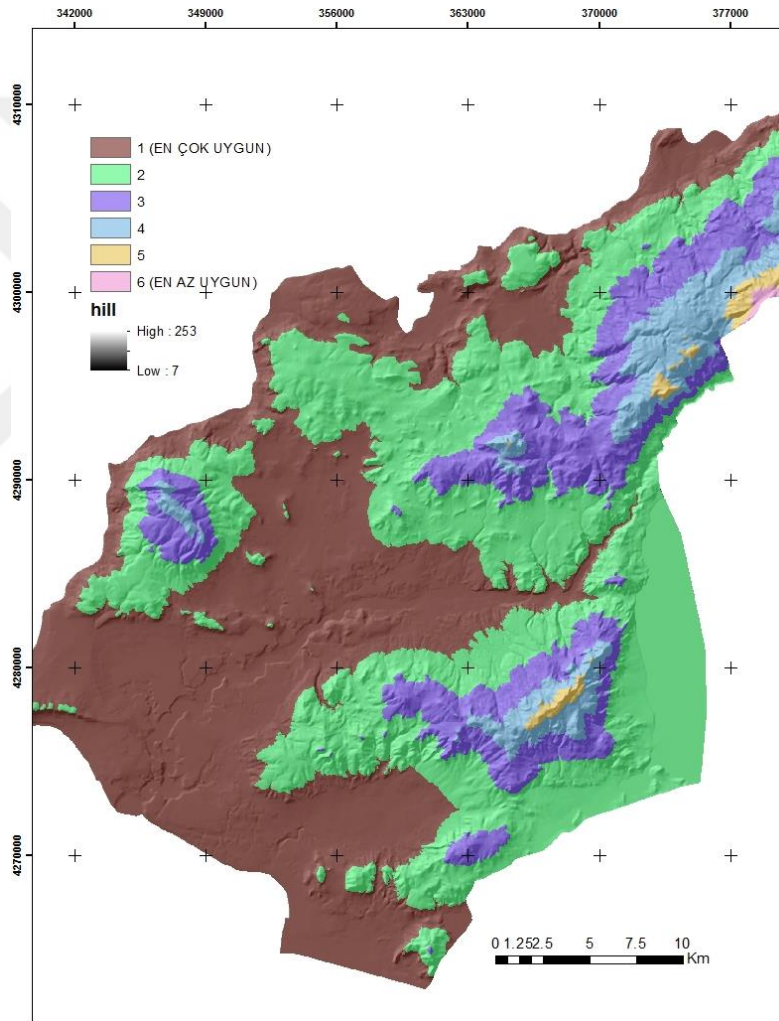
Çizelge 4.2. Veriler ve alt verilere ait değerler

<i>Veri Türü</i>	<i>Veri Alt Sınıfları</i>	<i>Uygunluk Sınıfı</i>
<b>Yükseklik</b>	1600-1800	<b>1</b>
	1800-2000	<b>2</b>
	2000-2200	<b>3</b>
	2200-2400	<b>4</b>
	2400-2600	<b>5</b>
	2600-2800	<b>6</b>
<b>Eğim</b>	<5	<b>1</b>
	%5-10	<b>2</b>
	% 10-20	<b>3</b>
	% 20-30	<b>4</b>
	>30	<b>5</b>
<b>Bakı</b>	düz (-1)	<b>1</b>
	kuzey (0-22.5)	<b>2</b>
	kuzeydoğu (22.5-67.5)	<b>3</b>
	doğu (67.5-112.5)	<b>4</b>
	güneydoğu (112.5-157.5)	<b>5</b>
	güney (157.5-202.5)	<b>6</b>
	güneybatı (202.5-247.5)	<b>7</b>
	batı (247.5-292.5)	<b>8</b>
	kuzeybatı (292.5-337.5)	<b>9</b>
	kuzey (337.5-360)	<b>10</b>
<b>Litoloji</b>	Kuvaterner Çökelleri	<b>1</b>
	Kiltaşı-Silttaşı-Marn	<b>2</b>
	Kumtaşı-Kiltaşı-Çamurtaşı	<b>3</b>
	Kumtaşı-Kiltaşı-Konglomera	<b>4</b>
	Temel	<b>5</b>
<b>Eğrisellik</b>	-10 - -1	<b>1</b>
	-1 - 0.5	<b>2</b>
	0.5 - 0	<b>3</b>
	0-1	<b>4</b>
	1-10	<b>5</b>
	<5	<b>6</b>
<b>Yeraltı suyu derinliği</b>	5-10	<b>1</b>
	10-15	<b>2</b>
	>15	<b>3</b>



#### 4.5.1. Yükseklik

Çalışma alanına ait Sayısal Yükseklik Modeli sınıflandırma yapılarak uygunluk değerlendirilmesi yapılmıştır. Buna göre; en çok uygun alan (1) 1600-1800 m., çok uygun alan (2) 1800-2000 m., uygun alan(3) 2000-2200 m., az uygun alan(4) 2200-2400 m., az uygun alan(5) 2400-2600 m., en az uygun alan ise(6) 2600-2800 m. değeri arasında değişmektedir. Uygun alanlar özellikle batı kesiminde daha yaygın olduğu , doğuya doğru gidildikçe en az uygun alan yer aldığı görülmektedir (Şekil 4.20).

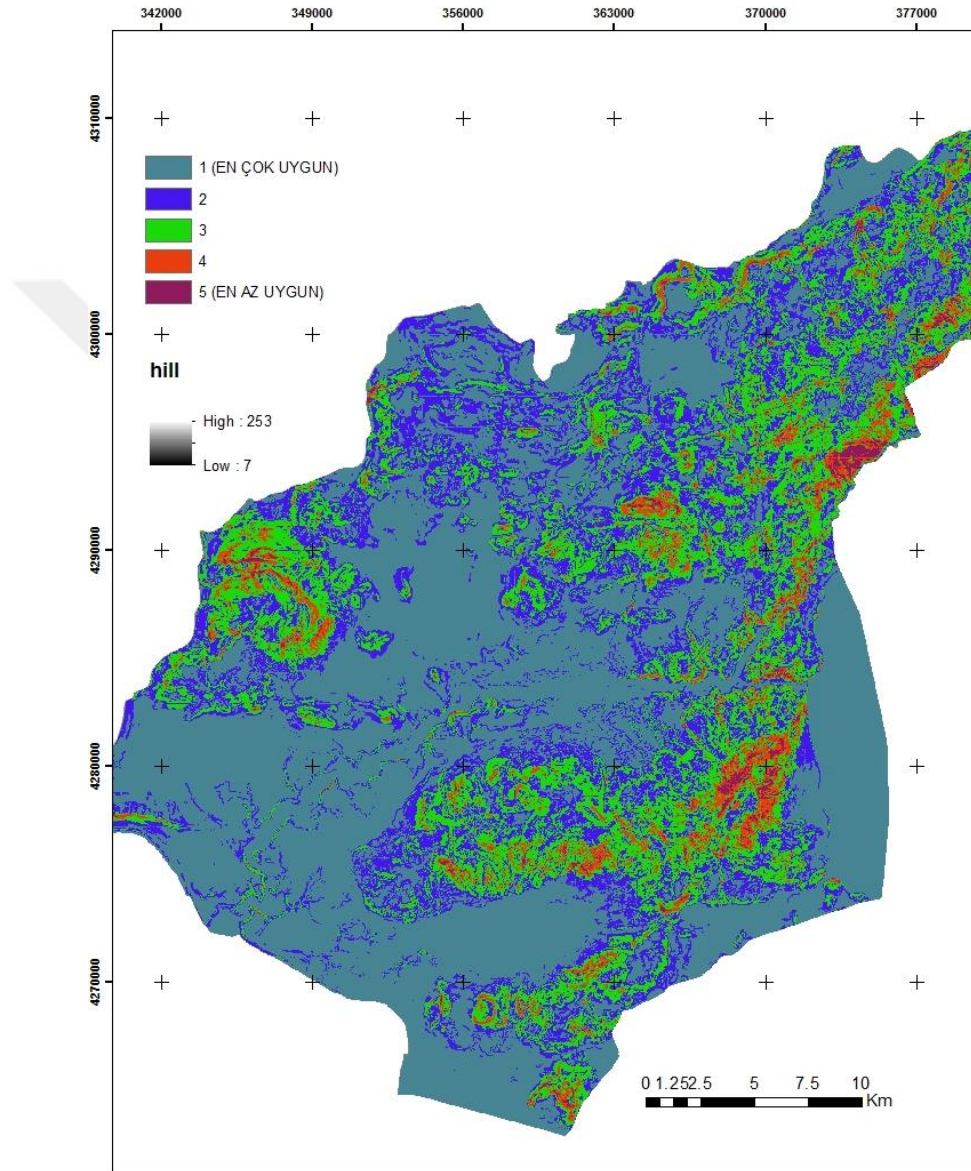


Şekil 4.20. Sınıflandırılmış Sayısal Yükseklik Modeli.

#### 4.5.2. Eğim

Çalışma alanına ait eğim haritası sınıflandırılarak uygunluk değerlendirilmesi yapılmıştır. Buna göre Tuşba İlçesi en çok uygun alan (1) 5° den küçük alanlar, çok

uygun alan (2) 5-10°, uygun alan(3) 10-20°, az uygun alan(4) 20-30° ve en az uygun alan(5) 30° den büyük olan alanlardır. Uygun alanlar özellikle güneybatı kesiminde daha yaygın olduğu, doğu ve kuzeydoğuya doğru gidildikçe en az uygun alan yer aldığı görülmektedir (Şekil 4.21).

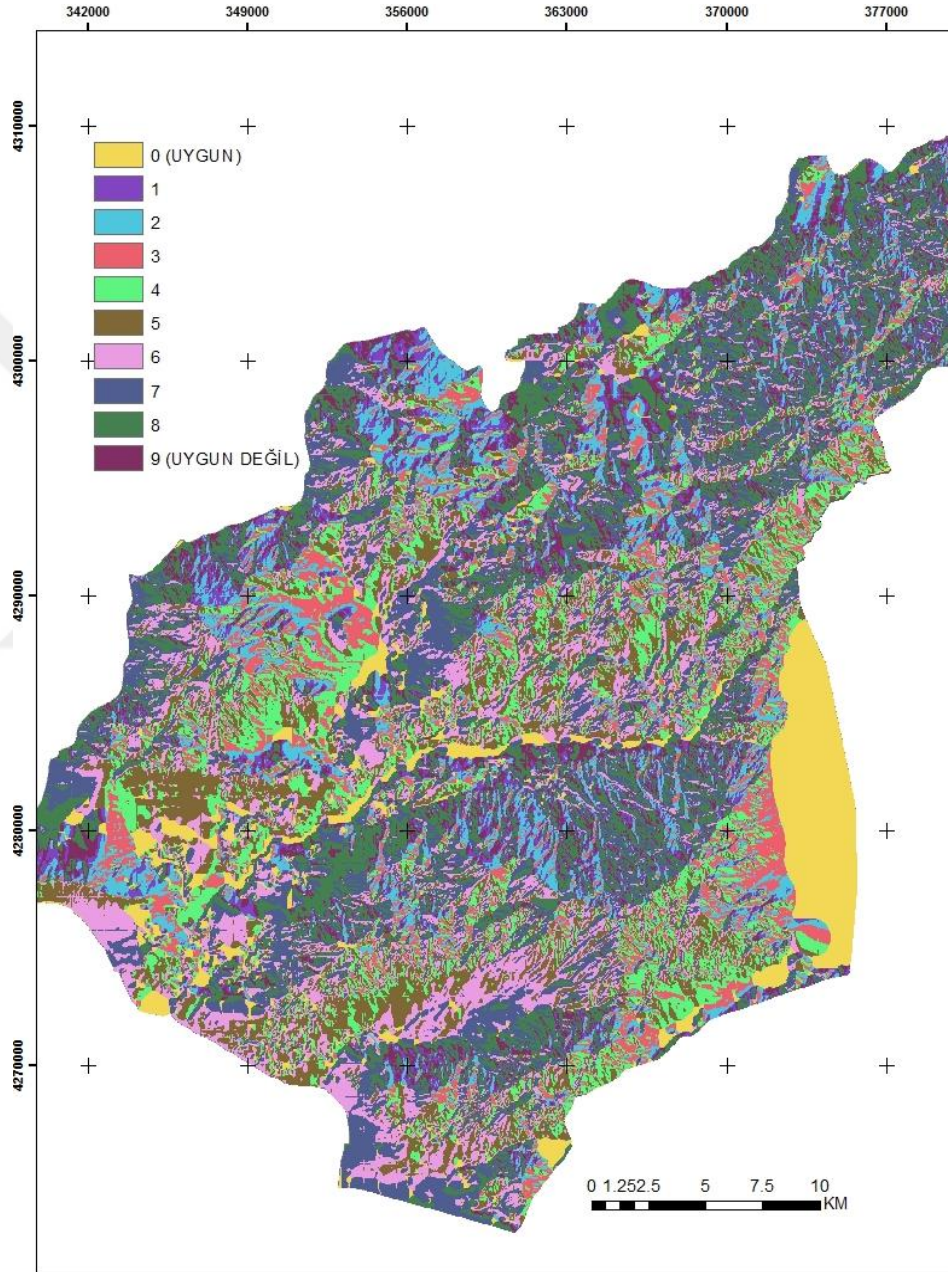


Şekil 4.21. Sınıflandırılmış eğim haritası.

#### 4.5.3. Bakı

Ülkemizin kuzey yarım kürede bulunması sebebiyle, güneye bakan yamaçlar daha fazla ışık aldığından yer seçimi çalışmalarında olası afet durumlarına karşı kuzeye

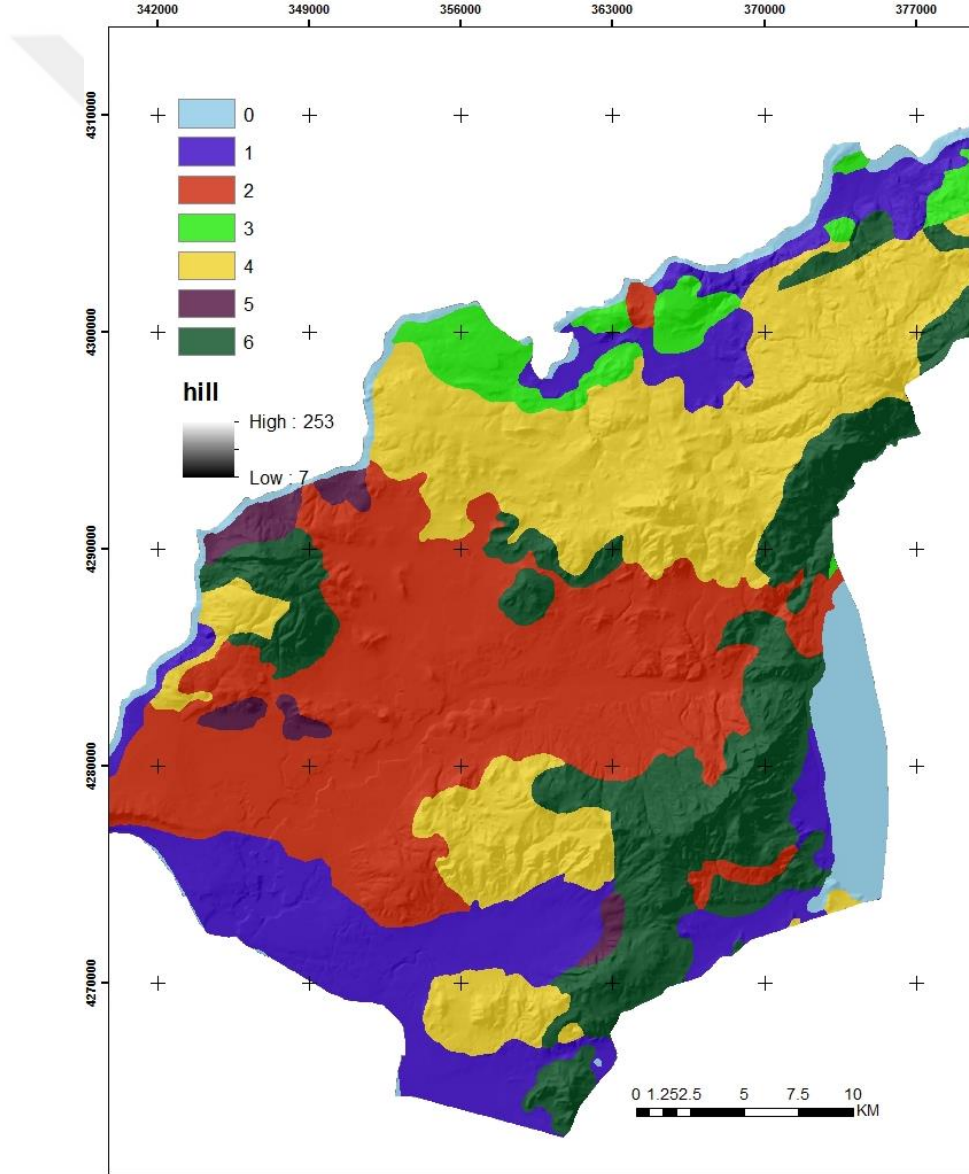
bakan yamaçlara göre daha az yağış alırlar. Çalışma alanının düz (0), güneydoğu ve güney olan kesimleri uygunluk yönünden daha çok seçimi yapılacak alanlar olup kuzey ve kuzeybatı yönündeki yamaçlar uygun olmayan alanlar olarak görülmektedir (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. Sınıflandırılmış bakı haritası.

#### 4.5.4. Litoloji

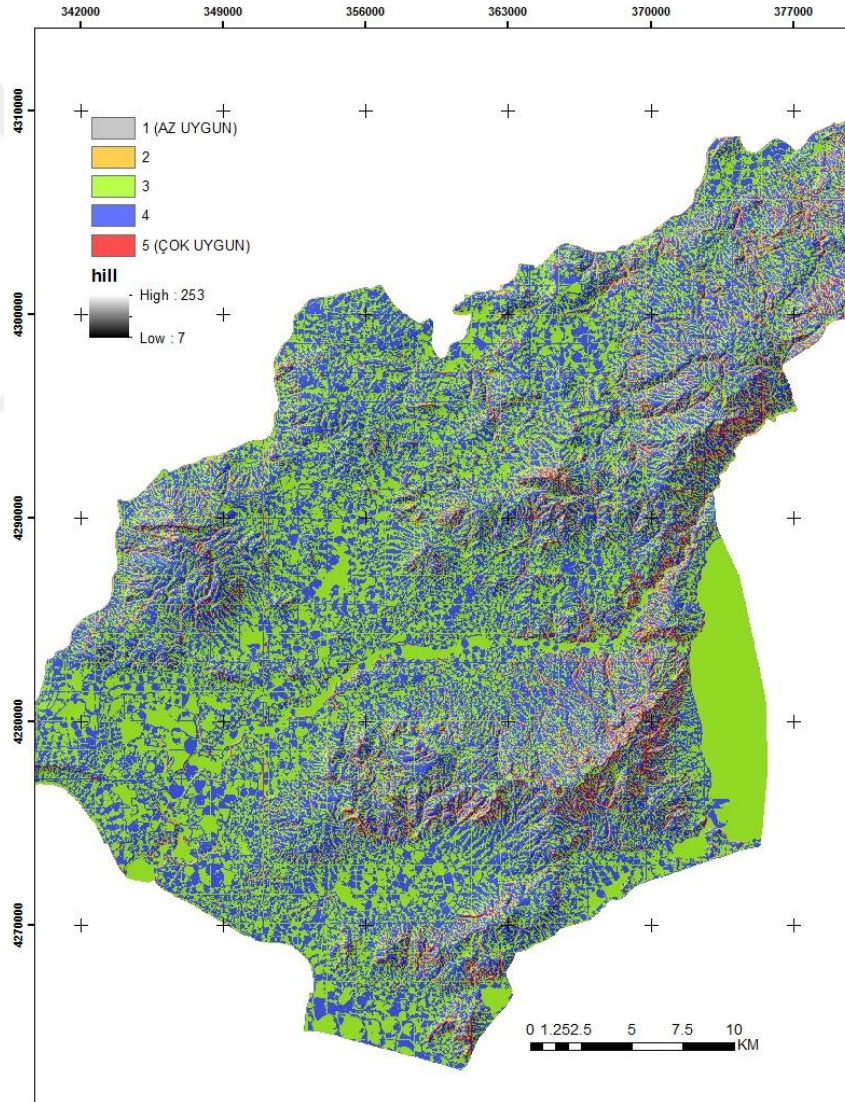
Yer seçimi çalışmalarında uygun zemin profilini belirlemek için litolojik birimlerin iyi bilinmesi gerekmektedir. Çünkü uygun yapılaşma alanları için duraylı, bozunmayan ve sıklık derecesi yüksek zeminlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle CBS ortamında yapılacak sınıflamalar doğrultusunda zeminlerin kullanımı yapılabilir ve buna göre uygun yerleşim alanları belirlenebilir. Çalışma alanında litoloji sınıflaması yapılmış ve genel olarak ilçe merkezi(1.sınıf) alüvyon olarak görülmekte olup batıda kumtaşı-kiltaşı-çakıltaşı birimleri gözlenir (Şekil 4.23).



Şekil 4.23. Sınıflandırılmış litoloji haritası.

#### 4.5.5. Eğrisellik

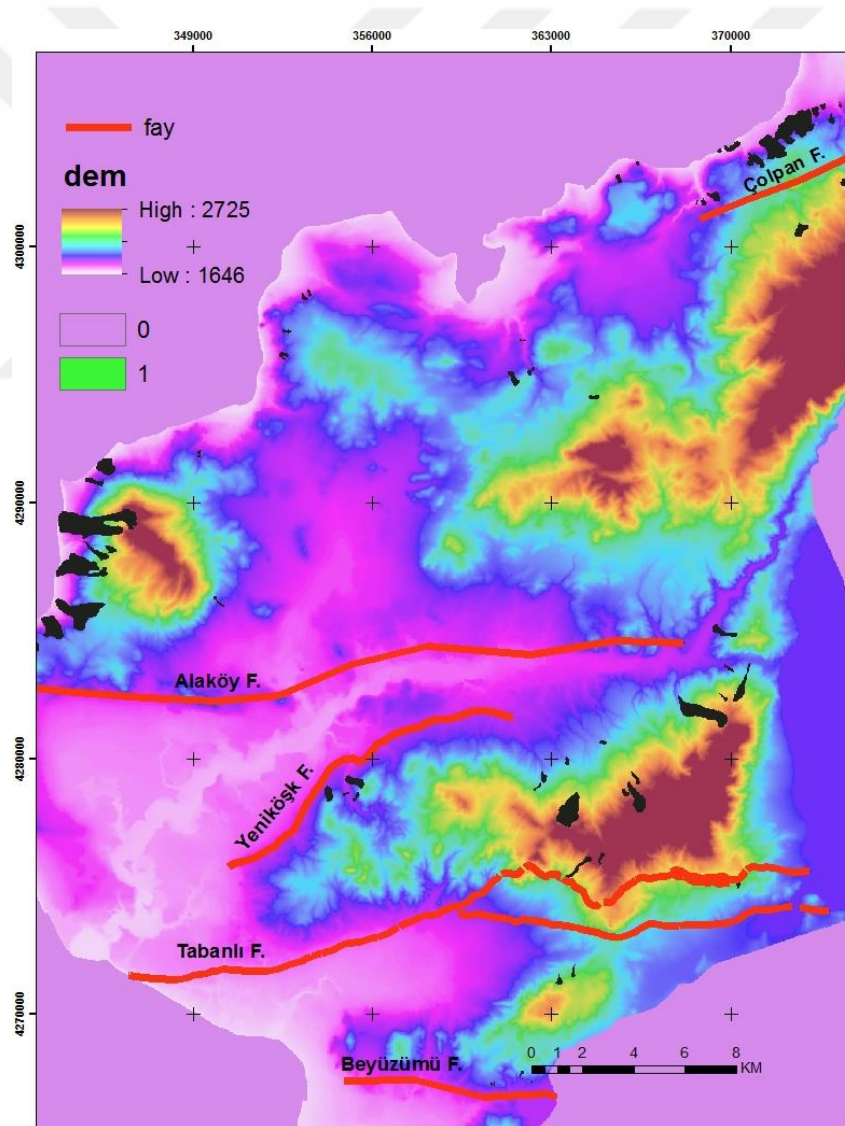
Yer seçiminde drenaj kanalları büyük önem arz etmektedir. Drenaj kanallarında insan faktörünün etki ettiği durumlar bu kanallardaki su potansiyelinin artmasına sebep olur (Selçuk ve ark., 2016). Çalışma alanında güneyden kuzeye doğru iki önemli kanal bulunmaktadır. Bunlar; Akköprü ve Karasu Deresidir. Bu sınıflama için içbükey eğriselliğe (1) -10 ila -1 arası değerler az uygun alan olarak değerlendirilirken, 1-10 arasında değişen değerler dışbükey eğrisellik (5) olarak çok uygun alan olduğu görülmektedir (Şekil 4.24).



Şekil 4.24. Sınıflandırılmış eğrisellik haritası.

#### 4.5.6. Fay hatlarına mesafe

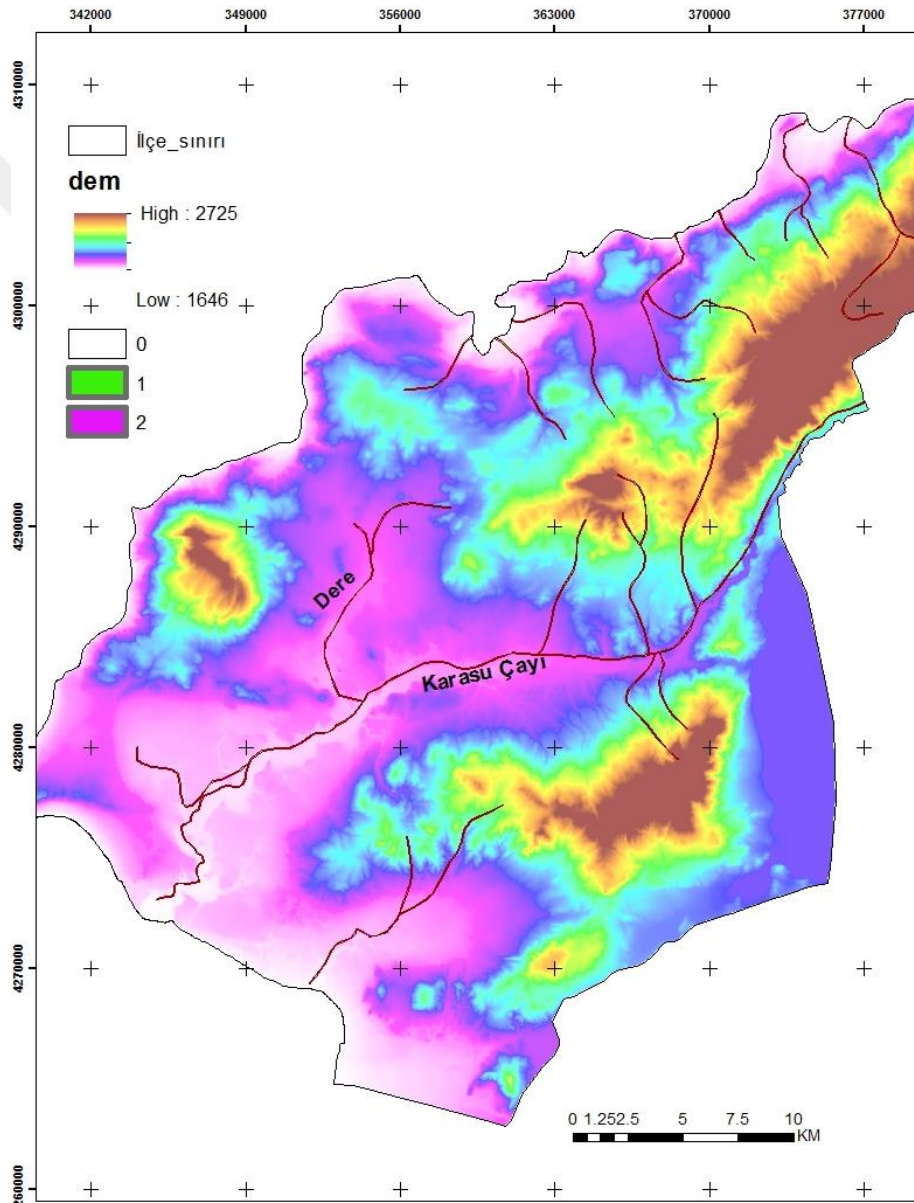
Deprem anında meydana gelen titreşimlerden dolayı zeminin üzerindeki malzemenin aşağıya doğru hareket etmesi fay hatlarının yer seçimi konusunda önemli bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır. İnceleme alanındaki faylar; Çolpan Fayı, Tabanlı Fayı, Yeniköşk Fayı, Alaköy Fayı ve Beyüzümü Fayı' dır. Tuşba İlçe merkezinde sadece bindirme bileşenli olan Beyüzümü Fayı bulunmaktadır. İlçe merkezine en yakın mesafede kuzeye doğru Van Depremini üreten Tabanlı Fayı bulunmakla birlikte bu sınıflama içinde heyelan alanları genel olarak Tabanlı, Çolpan ve Yeniköşk Fayları çevresinde gelişmektedir (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. Sınıflandırılmış fay kombinasyonu

#### 4.5.7. Akarsulara mesafe

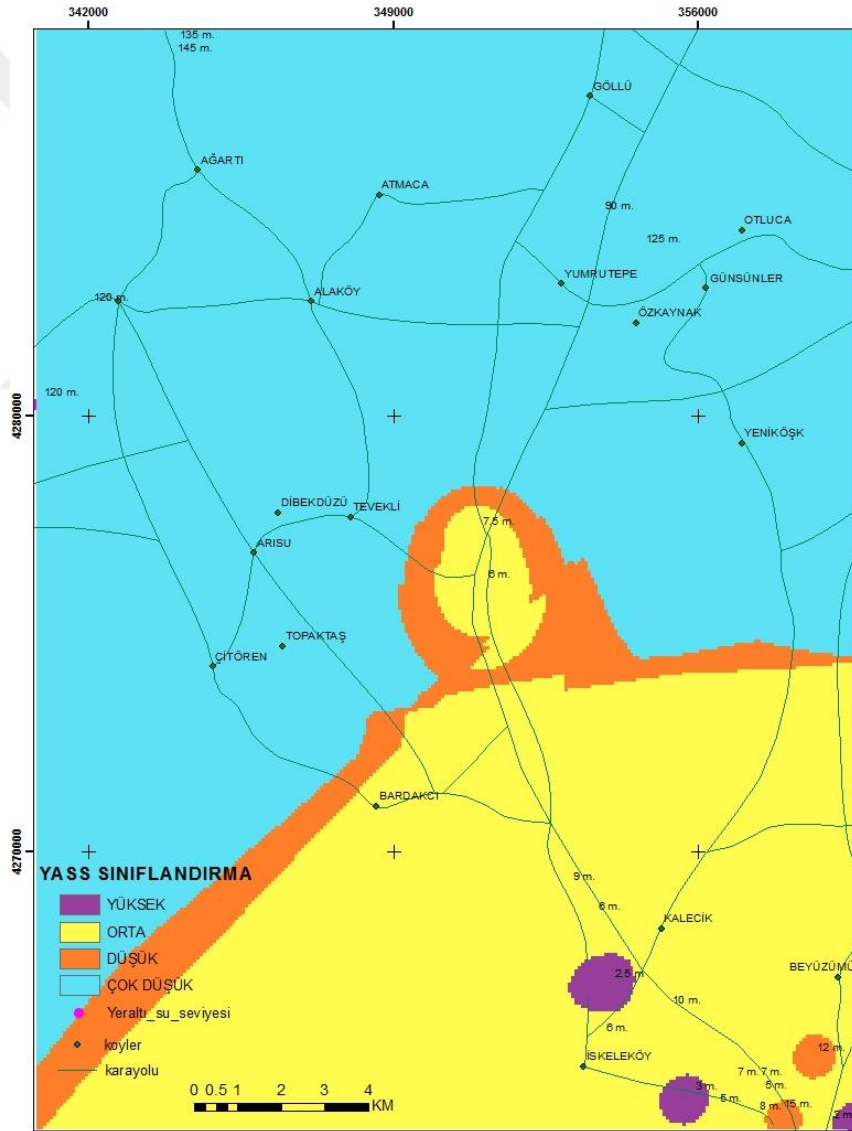
Çalışma alanında Karasu havzası geniş bir alan kapsamaktadır. Karasu Çayı ilçe merkezine 15 km. uzaklıkta yer almakta ve kuzeybatıda Değirmenözü-Kasımoğlu-Özkaynak-Arısı-Çitören Mahalleleri doğrultusundadır. İnceleme alanındaki Karasu Havzası'nda 0 (beyaz renkli alanlar) ile gösterilen alanlar uygun olmayan alan olup, 2 (mavi renkli) ile gösterilen alanlar daha uygun olarak gözükmektedir (Şekil 4.26).



Şekil 4.26. Sınıflandırılmış akarsu yatakları.

#### 4.5.8. Yeraltı suyu

İnceleme alanında yeraltı suyu dağılımı yüzeye yakın yerlerde daha fazla olmakla birlikte yakın çevresinin muhtemel seviyeleri de aynıdır. Çalışma alanında yer altı suyu dağılımı daha sık olan İskele ve Abdurrahman Gazi mahallelerinden kuzey batıya doğru gidildikçe Bardakçı Mahallesi çevresinde yakın seviyelerde yeraltı su seviyesi yoğunluğu gelişmiş olup 2-6 m. arası seviyelerde yüksek yoğunluk olarak değerlendirilmiştir. Bardakçı Mahallesinden kuzeybatıya doğru gidildiğinde düşük yoğunlukta bir sınıflandırma görülmektedir (Şekil 4.27).

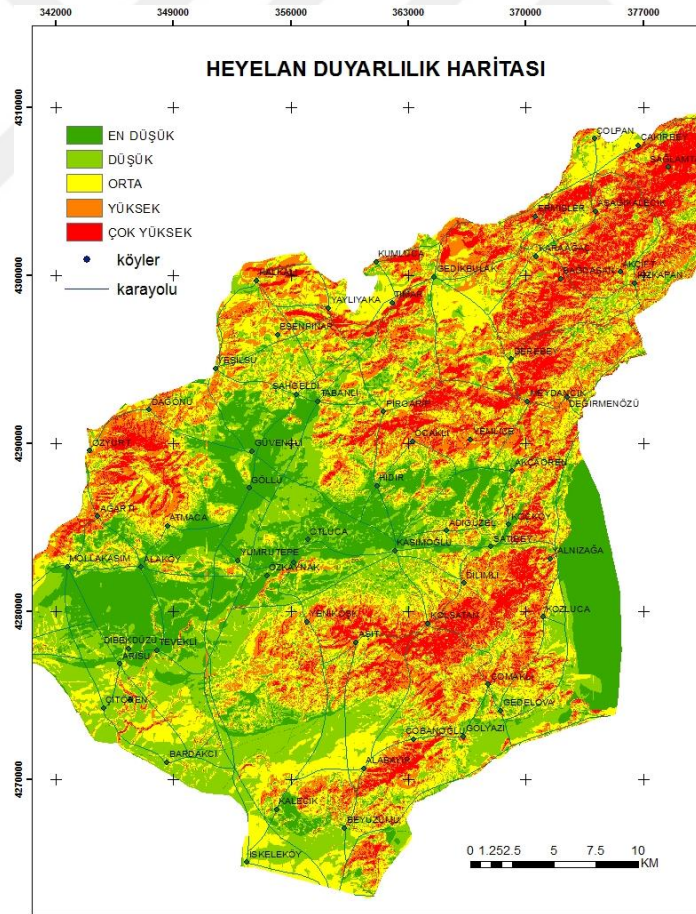


Şekil 4.27. Sınıflandırılmış yer altı suyu seviyeleri.



#### 4.6. Tartışma

Yapılan analizler sonucunda belirlenen parametre haritalar birleştirilerek heyelan duyarlılık haritası oluşturulmuştur. Oluşturulan haritada, ilçe merkezi orta derecede bir duyarlılık göstermekte olup kuzeybatısında heyelana duyarlılık derecesi yüksek olarak görülmektedir. Çalışma alanının kuzey ve kuzey doğusuna doğru gidildiğinde heyelan duyarlılığının çok yüksek olduğu değerlendirilmiştir. Batıda ise Mollakasım-Özyurt-Ağartı mahalleleri bölgesinde yüksek olduğu görülmektedir. Duraylılığın orta sınıfta olduğu kesimler sarı renkli sınıflama ile gösterilmiş olup ilçe merkezi ve kuzey batısında daha yaygın olarak görülmektedir. Yer seçimi açısından ilçe merkezi ve heyelanın orta derecede ve düşük olduğu alanlar daha çok tercih edilebilir alanlar olarak gözükmemektedir (Şekil 4.28).



Şekil 4.28. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) kullanılarak üretilmiş CBS tabanlı Tuşba orta ölçekli Heyelan Duyarlılık Haritası (sınıflanmamış).



## 5. SONUÇLAR

• Van İli Tuşba İlçesinin Yerleşime Uygunluğunun Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Sorgulanması doğrultusunda yerleşime uygunluk değerlendirilmesi yapılmış yer seçimi konusunda uygunluk sınıfları oluşturulmaya çalışılmıştır. Yapılan araştırma, analizler ve hesaplama sonuçları CBS tabanlı haritalar ile sunulmuştur.

• Bu çalışma kapsamında inceleme alanında literatür araştırması ve zemin özellikleri ile yerleşime uygunluk analizini belirleyen kriterlerin oluşturulmasıyla Coğrafi Bilgi Sistemleri tabanlı Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) metodu ile üretilen tematik haritaların kullanılmasıyla heyelan duyarlılık ve yerleşime uygunluk haritası üretilmiştir.

• İlçe merkezinin batısına doğru bakıldığında (İskele Mah.) yer altı su seviyesi yüzeye yakın seviyelerde ve yoğun olarak bulunmaktadır. Zemin sıvılaşması açısından en uygun ortamların genç çökel ve yeraltı suyunun 15 m. derinliğe kadar sıvılaşma görüldüğünden, İskele Mahallesi Kalecik-Erciş yol ayrımına bağlayan hat boyunca sahile yakın ve çevresinde bulunan yerleşim alanlarının risk taşıdığı düşünülerek bu bölgede yoğun yapılaşmadan kaçınılmalıdır.

• Su kaynaklarının yüzeye yakın seviyelerde bulunduğu bölgelerde taşkın, bataklık, zemin oturması gibi tehlikelerle de karşı karşıya kalılabileceği için önlemler alınması gerekmekte ve bu durumların oluşturacağı zararlar değerlendirilmelidir.

• Çakırbey ve Ermişler mahalleleri ve çevresinde heyelan potansiyelinin fazla olduğu ve yer seçimi açısından uygun olmadığı görülmüştür. Ayrıca 23 Ekim 2011 tarihinde meydana gelen Van Depreminden dolayı mahalle yerleşim merkezi başka bir alana taşınmıştır. Bir başka heyelan potansiyelinin bulunduğu Özyurt Mahallesiindeki bir kısım heyelan alanları yer seçimi açısından risk taşımaktadır. Bu heyelan alanlarında tasarlanacak olan yapılar için detaylı çalışma yapılarak olası heyelan potansiyelinin değerlendirilmesi ve kayma miktarının belirlenmesi yapılaşma adına önemli bir faktör olacaktır.

• İlçe merkezinden kuzey ve kuzeybatıya doğru gidildikçe heyelan alanlarının fazla olduğu ve bu nedenle de bu alanların fazla risk taşıdığı görülmektedir. Dolayısıyla

bu alanlar genellikle Mollakasım, Ağartı, Özyurt, Çolpan ve Çakırbey çevresinde daha çok gözükmektedir.

- Beyüzümü, Çobanoğlu, Çomaklı hattı boyunca heyelan duraylılığının ve yüksekliğin fazla olmasından dolayı muhtelif yerlerde yapılaşmaya gidilmeden önce parsel bazlı etütler yapılması gerekmektedir.

- Söz konusu çalışma alanında kuzey, kuzeybatı kesimleri yağıştan fazla etkilendikleri, yeterli güneş ışığı alamadığı için ve bölgeye düşen yağış miktarı kış aylarında fazla olduğundan bu bölgelerde heyelan duraylılığı daha fazladır.

- Alaköy-Yumrutepe-Özkaynak mahalleleri hattında Alaköy Fayı bulunmaktadır. Buradaki sınıflama orta derecede olup bu alanlarda yapılacak olan yapılar için detaylı paleosismoloji çalışmalarından sonra fay hattının aktif olup/olmama durumuna göre yapılaşmaya gidilmesi değerlendirilmelidir.

- İlçe merkezinin mavi renkle gösterilen kuzeybatı ve kuzeydoğu kesimleri uygun olmayan sınıflama içerisinde girmektedir.

- Kent alanında yerleşim açısından uygunsuz alanların akarsu çevresi ve fay hatlarına yakın sahalar olduğu tespit edilmiştir.

- Alüvyon alanlarda yapılacak yer seçimleri için parsel bazında sınıflama risk analizi ve oturma hesapları yapılmalı, uygun zeminler seçilmelidir.

- Coğrafi Bilgi Sistemleri tabanlı ArcMap yazılımı ile oluşturulan bu haritalarda, daha çok parametre kullanılarak ileride oluşturulacak yerleşim ve duyarlılık haritaları için belirleyici ve doğrulayıcı birçok sonuçlara ulaşılabilir.

## KAYNAKLAR

- Acarlar, M., Bilgin, Z.A., Erkal, T., Güner, E., Şen, A.M., Umut, M., Elibol, E., Gedik, İ., Hakyemez, Y., Uğuz, M.F., 1991. *Van Gölü Doğu ve Kuzeyinin Jeolojisi*. MTA Genel Müdürlüğü Raporu, No: 9469.
- Akyüz, S., Zabcı, C., Sancar, T., 2011. *23 Ekim 2011 Van Depremi Hakkında Ön Rapor*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Teknik Rapor, İstanbul.
- Altiner, Y., Söhne, W., Güney, C., Perlt, J., Wang, R., Muzli M., 2013. A geodetic study of the 23 October 2011 Van, Turkey earthquake. *Tectonophysics*, **588**: 118-134.
- Ambraseys, N. N., and C. Finkel 1995. *The Seismicity Of Turkey and Adjacent Areas. A Historical Review, 1500–1800*, Eren, İstanbul, 240 pp.
- Ambraseys, N.N. (1988). Engineering Seismology. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, **17**: 1-105.
- Ambraseys, N N., Jackson, J. A., 1998. Faulting associated with historical and recent earthquakes in the Eastern Mediterranean region. *Geophysical Journal International- Oxford*, **133**: 390-406.
- Ambraseys, N.N., 2001. Reassessment of earthquakes(1900–1999) in the Eastern Mediterranean and the Middle East. *Geophysical Journal International*. Volume **145**: 471–485
- Ambraseys, N., 2009. Earthquakes in the Mediterranean ve Middle East: a multidisciplinary study of seismicity up to 1900. *Cambridge University Press*. 947pp.
- Arpat, E., Şaroğlu, F., İz, H.B. 1977. 1976 Çaldıran Depremi. *Yeryuvarı ve İnsan Dergisi*, **17**: 29-41.
- Ateş, Ş., Mutlu, G., Özerk, O.Ç., Çiçek, İ., Karakaya Gülmez, F., Bulut Üstün, A., Karabıyıkoglu, M., Osmañcelebioğlu, R., Özata, A., Aksoy, A. 2007. *Van İli'nin Yerbilim Verileri*, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Rapor no: 10961, Ankara. (yayınlanmamış)
- Aydan, Ö., Ulusay, R., Kumsar, H., Konagai, K., 2012. *Site Investigation and Engineering Evaluation Of The Van Earthquakes Of October 23 and November 9, 2011*. Japan Society of Civil Engineers. Technical Report, 143 p.
- Bayar, R., 2005. CBS Yardımıyla Modern Alışveriş Merkezleri İçin Uygun Yer Seçimi: Ankara Örneği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, **3**(2): 19-38.
- Bayraktar, A., Altunışık, A.C., Pehlivan, M. 2013. Performance and damages of reinforced concrete buildings during the October 23 and November 9, 2011 Van, Turkey, earthquakes. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, **53**: 49-72.
- Blumenthal, M.M., Van der Kaaden, G., Vlodayetz, V.I. 1964. Catalogue of the active volcanoes of the World including solfataras fields: Part XVII Turkey and the Caucasus. *International Association of Volcanology*, **17**: 1-23.
- Bozkurt, E., 2001. Neotectonics of Turkey- a synthesis. *Geodinamica Acta*, **14** (2001): 3-30.
- Cisternas A., Philip H., Bousquet J.C., Cara M., Deschamps A., Dorbath L., Dorbath C., Haessler H., Jimenez E., Necessian A.M., Rivera L., Romanowicz B.,

- Gvishiani, A., Shebalin N.Y., Aptekman I., Arefiev S.M., Borisov B.A., Gorshkov A., Graizer Y., Lander A., Pletnev K., Rogozhin A.I., Tatevissian R., 1989. The Spitak (Armenia) earthquake of 7 December: field observations, seismology and tectonics, *Nature*, **339**: 675-679.
- Rebai S., Philip H., Dorbath L., Borissoff B., Cisternas A., Haessler H., 1993. Active tectonics in the Lesser Caucasus: coexistence of compressive and extensional structures, *Tectonics*, **12**:1089- 1114.
- Çelebi, E., Aktaş, M., Çağlar, N., Özocak, A., Kutanis, M., Mert, N., Özcan, Z., 2013. October 23, 2011 Turkey/Van–Ercis earthquake: structural damages in the residential buildings. *Natural Hazards*, **65**: 2287–2310.
- Degens, E.T., and Kurtman, F., 1978. The Geology of Lake Van. Rept. 169, *The Mineral Research and Exploration Institute of Turkey*. 158 pp.
- Dewey, J.F. ,Hempton, M. R., Kidd, W. S. F., Saroglu,F., Sengör, A. M. C., 1986. Shortening of continental lithosphere: the neotectonics of eastern Anatolia: a young collision zone. In: Coward, M.P., Ries, A.C. (Eds.), *Collision Tectonics*. Geol. Soc. Lond. Spec. Publ. **19**: 3-36.
- Dhont, D., Chorowicz, J., 2006. Investigation of the numerical elevation model images of the neotectonics of the East Turkish-Armenian Plateau by geomorphic analysis. *International Journal of Earth Sciences*, **95**: 34-49.
- Di Sarno, L., Yenidoğan, C., Erdik, M., 2013. Field evidence and numerical investigation of the Mw = 7.1 October 23 Van, Tabanlı and the MW > 5.7 November earthquakes of 2011. *Bulletin of Earthquake Engineering*, **11**: 313-346.
- Djamour, Y., Andrnant, P., Nankali, H.R., Tavakoli, F., 2011. NW Iran-eastern Turkey present-day kinematics: Results from the Iranian permanent GPS network. *Earth and Planetary Science Letters*, **307**: 27-34.
- Doğan, B., Karakaş, A., Karaağaç, S., 2011. *23/10/2011 tarihli Van (Bardakçı-Kozluca köyleri) Depremi Ön Değerlendirme Raporu*, Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Teknik Rapor, İzmit.
- Doğan, B., Karakaş, A., 2013. Geometry of co-seismic surface ruptures and tectonic meaning of the 23 October 2011 M w 7.1 Van earthquake (East Anatolian Region, Turkey). *Journal of Structural Geology*, **46**: 99-114.
- Emre, Ö., Duman, T. Y., Özalp, S. ve Elmacı, H., 2011. 23 Ekim 2011 Van depremi saha gözlemleri ve kaynak faya ilişkin ön değerlendirmeler. *MTA Jeoloji Etütler Dairesi*, Ankara.
- Emre, Ö., Duman, T.Y., Özalp, S., Olgun, Ş., Elmacı, H. 2012. 1:250.000 Ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası Serisi, Van (NJ 38-5) Paftası. Seri No: 52, *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü*, Ankara.
- Emsc, 2011. Avrupa Ortadoğu Sismoloji merkezi web sayfası, <http://www.emsc-csem.org>; EMSC: European-Mediterranean Seismological Centre.
- Ergin, K., Güçlü, U., Uz, Z., 1967. *Türkiye ve Civarının Deprem Kataloğu (MS. 11-1964)*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi, Arz Fiziği Enstitüsü Yayınları, No 28.
- Görgün, E., 2013. The 2011 October 23 Mw 7.2 Van-Erciş, Turkey, Earthquake and its Aftershocks. *Tectonophysics*, **603**: 213-221.
- Görür, N., Çağatay M.N., Zabcı, C., Sakınç, M., Akkök, R., Şile, H., Örcen, S., 2015. The Late Quaternary Tectono-Stratigraphic Evolution Of The Lake Van, Turkey. *Maden Tetkik ve Arama ve Enstitüsü*, **151**: 1-46

- Guidoboni, E., Comastri, A., Triana, G., 1994. Catalogue of Ancient Earthquakes in the Mediterranean Area up to the 10<sup>th</sup> Century. Italy: *Istituto Nazionale di Geofisica*.
- Gürboğa, Ş., Gökçe, O., Tüfekçi, M.K., 2016. Türkiye’de YüzeY Faylanması Tehlikesinin Değerlendirilmesi Ve Fay Sakınım Bantlarının Oluşturulması. *Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni*, **21**: 29-45.
- Horasan, G., Boztepe-Güney, 2007. Van Gölü’nün doğusunda ve çevresindeki düşük frekanslı depremlerinin gözlemlenmesi ve analizi. *Sismoloji Dergisi*, **11**:1-13.
- Işık, E., Aydın, M.C., Bakış, Abdulrezzak., Özlük, M.H., 2012. Bitlis ve Civarındaki Faylar ve Bölgenin Depremselliği. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, **1**(2): 153-169.
- J. Chorowicz, D. Dhont, N. Gu’ndogdu, Neotectonics in the eastern North Anatolian fault region (Turkey) advocates crustal extension: mapping from SAR ERS imagery and digital elevation model, *J. Struct. Geol.* **21** (5) (May 1999) 511-532.
- Koçyiğit, A., 1985a. Karayazı Fayı. *Yerbilimleri Dergisi*, **28**: 67-72.
- Koçyiğit, A., 2013. New field and seismic data about the intraplate strike-slip deformation in Van region, East Anatolian plateau, E. Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences*, **62**: 586-605.
- Koçyiğit, A., Yılmaz, A., Adarnia, S., Kuloshvili, S., 2001. Neotectonics of East Anatolian Plateau (Turkey) and Lesser Caucasus: implication for transition from thrusting to. *Geodinamica Acta*, **14**: 177-195.
- Koeri, 2011. Koeri (Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü), 2011-2012 (<http://www.koeri.boun.edu.tr/scripts/Ist5.asp>), İstanbul.
- Konagai, K., Ulusay, R., Kumsar, H., Aydan, Ö., Çelebi, M., 2012. The characteristics of seismic, strong motion and structural damage of the 2011 Van-Erciş Earthquake. Proceedings of the International Symposium on Engineering Lessons Learned from the 2011 Great East Japan Earthquake, March 1-4, 2012, Tokyo, Japan, 1902-1913.
- Kuzucuoğlu, C., Christol, A., Mouralis, D., Doğu, A.F., Akköprü, E., Fort, M., Brunstein, D., Zorer, H., Fontugne, M., Karabıyıkoglu, M., Scaillet, S., Reyss, J.L., Guillou, H., 2010. Formation of the Upper Pleistocene terraces of Lake Van. *Journal of Quaternary Science* **25**: 1124-1137.
- Lahn, E., 1946. A note about earthquakes in Van area (July-November 1945). *Maden Tetkik ve Arama ve Enstitüsü*, **1**(35): 126- 132.
- Mackenzie, D., J. R. Elliott, E. Altunel, R. T. Walker, Y. C. Kurban, J.-L. Schwenninger, and B. Parsons (2016). Seismotectonics and rupture process of the Mw 7.1 2011 Van reverse-faulting earthquake, eastern Turkey, and implications for hazard in regions of distributed 16 A. M. Akoğlu et al. shortening, *Geophys. J. Int.*, **206**(1): 501–524.
- Okay, A.İ. ve Siyako, M., 1993. The revised location of the İzmir-Ankara Suture in the region between Balıkesir and İzmir (In Turkish). In: Turgut S (ed). Tectonics and Hydrocarbon Potential of Anatolia and Surrounding Regions. 333-355.
- Okuldaş, C., Üner, S., 2013. Alaköy Fayı’nın Jeomorfolojik Özellikleri ve Tektonik Etkinliği (Vangölü Havzası-Doğu Anadolu). *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni*, **34** (3): 161-176.
- Özkaya, İ., 1978. Yüksekova-Şemdinli Yöresinin Jeolojisi, Türkiye IV. Petrol Kongresi Tebliğleri, 64-80.

- Özşahin E., Değerliyurt M. 2013, Modeling of Seismic Hazard Risk Analysis in Antakya (Hatay, South Turkey) by Using GIS. *International Journal of Innovative Environmental Studies Research*, Volume: 1 (3): 31-54.
- Özkaymak, Ç., Sağlam, A., Köse, O., “Van Gölü Doğusu Aktif Tektonik Özellikleri” ATAG-7 Aktif Tektonik Araştırma Grubu 7. Toplantısı Bildiri Özleri, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Van.
- Özkaymak, Ç., Sözbilir, H., Bozkurt, E., Dirik, K., Topal, T., Alan, H., Çağlan, D. 2011. 23 Ekim 2011 Tabanlı-Van Depreminin Sismik Jeomorfolojisi ve Doğu Anadolu’daki Aktif Tektonik Yapılarla Olan İlişkisi. *JMO Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 35 (2) : 175-199.
- Özşahin, E., Kaymaz, Ç.K., 2015. Cbs ve Ahs Kullanılarak Doğal Çevre Bileşenleri Açısından Kentsel Mekanın Yerleşime Uygunluk Analizine Bir Örnek: Antakya(Hatay). *Doğu Coğrafya Dergisi*, 33: 126-128.
- Perinçek, D., 1990. Stratigraphy of the Hakkari province, Southeast Turkey: *Bulletin of the Turkish Association of Petroleum Geologists*, 2: 21–68.
- Redpuma, 2003. İsviçre Sismoloji Merkezi web sayfası, [http://seismo.ethz.ch/moment\\_tensor](http://seismo.ethz.ch/moment_tensor), Swiss Seismological Service in Zurich, Switzerland.
- Reilinger, R., McClusky, S., Vernant, P., Lawrence, S., Ergintav, S., Çakmak, R., Özener, H., Kadirov, F., Guliev, I., Stepanyan, R., Nadariya, M., Hahubya, G., Mahmoud, S., Sakr, K., ArRajehi, A., Paradissis, D., Aydrus, A.A., Prilepin, M., Guseva, T., Evren, E., Dmitrova, A., Filikov, S.V., Gomez, F., Ghazzi, R.A., Karam, G., 2006. GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions. *Journal of Geophysical Research*, 111: 1-26.
- Reilinger, R. E., McClusky, S. C., Oral, M. B., King, R. W., Toksöz, M. N. 1997. Global Positioning System Measurements of Present-Day Crustal Movements in the Arabia-Africa-Eurasian Plate Collision Zone. *Journal of Geophysical Research* 102: 9983-9999.
- Saaty, T.L., ve Vargas, L.G., 1991. Prediction, Projection and Forecasting. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht.
- Sağlam A., 2003. Van Gölü Doğusu ve Güneydoğusunda Yüzeyleyen Van Formasyonunun Stratigrafisi, Paleontolojisi ve Çökme Ortamları. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Selçuk Sağlam, A., Gökten, Y.E., 2012. Neotectonic Characteristics of the İnönü-Eskişehir Fault System in the Kaymaz (Eskişehir) Region: Influence on the Development of the Mahmudiye-Çift eler-Emirdağ Basin. *Turkish Journal of Earth Sciences (Turkish J. Earth Sci.)*, 21: 521-545.
- Sağlam Selçuk, A., 2016. Doğu Türkiye Van Gölü havzasında nispi tektonik aktivitenin değerlendirilmesi. *Jeomorfoloji*, 270: 9-21.
- Selçuk, L., Aydın, H., 2012. Kuvaterner Yaşlı Alüvyal Zeminlerin Kuvvetli Yer Hareketine Etkisi: 2011 Van Depremleri. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 36: 75-95.
- Selçuk, L., Sağlam Selçuk, A., Kasapoğlu, D., 2016. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi (Çkka) Kullanılarak, Van İli Merkez İlçelerinin Kentsel Taşkın Duyarlılık Değerlendirmesi. *Yerbilimleri Dergisi*, 37 (1): 1-18



- Soysal, H., Sipahioğlu, S., Koçak, D., Altınok, Y. 1981. *Türkiye ve Çevresinin Tarihsel Deprem Kataloğu (MÖ 2100-MS 1900)*. TUBİTAK Projesi (TBAG), Ankara.
- Şaroğlu, F., Yılmaz, G., Erdoğan, R. 1984. Horasan– Narman depreminin jeolojik özelliği ve Doğu Anadolu’da depreme yönelik çalışmaların gerekliliği. *Kuzeydoğu Anadolu I. Ulusal Deprem Sempozyumu*. Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 349-360.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö., Boray, A. 1987. Türkiye’nin diri fayları ve depremsellikleri. MTA. Report No: 5216.
- Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., 1986. Doğu Anadolu'da Neotektonik Dönemdeki Jeolojik Evrim ve Havza Modelleri. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, **107**: 70-93.
- Şenel, M. vd., 1984. *Özalp (Van)-İran Sınırı Arasındaki Alanın Jeolojisi (Başkale-K52)*, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Rapor No: 7623, Ankara.
- Şengör, A. M. C., ve Kidd, W. S. F., 1979. Postcollisional tectonics of the Turkish-Iranian plateau and a comparison with Tibet. *Tectonophysics*, **55**(3-4):361-376.
- Tan, O., Tapirdamaz, M.C., Yörük, A. 2008. “The earthquake catalogues for Turkey”, *Turkish Journal of Earth Sciences*, **17**(2), 405-418.
- Taşkın, B., Sezen, A., Tuğsal, Ü.M., Erken, A., 2012. The aftermath of 2011 Van earthquakes: evaluation of strong motion, geotechnical and structural issues. *Bulletin of Earthquake Engineering*, **11**: 285–312.
- Tubitak, 2011. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi web sayfası <http://www.mam.gov.tr/>.
- Ulusay, R., Kumsar, H., Konagai, K., Aydan, Ö., 2012. The Characteristics of Geotechnical Damage by the 2011 Van-Erciş Earthquake. Proceedings of the International Symposium on Engineering Lessons Learned from the 2011 Great East Japan Earthquake, March 1-4, 2012, Tokyo, Japan, 1926-1937.
- Usgs, 2011. Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırma Dairesi web sayfası, <http://www.usgs.gov/>; USGS: United States Geological Survey.
- Utkucu, M., 2013. 23 October 2011 Van, Eastern Anatolia, earthquake (MW 7.1) and seismotectonics of Lake Van area. *Journal of Seismology*, **17**: 783–805.
- Utkucu, M., Budakoğlu, E., Yalçın, H., Durmuş, H., Gülen, L., Işık, E., 2014. 23 Ekim 2011 Van (Doğu Anadolu) Depremi’nin (Mw=7.1) Sismotektonik Özellikleri. *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni*, **35** (2):87-108.
- Üner, S., Yeşilova, Ç., Yakupoğlu, T., Üner, T., 2010. Pekişmemiş sedimanlarda depremlerle oluşan deformasyon yapıları (sismitler): Van Gölü Havzası, Doğu Anadolu. *Yerbilimleri*, **31** (1): 53–66.
- Weli, V.E., and Oye, I., 2014. The Effect of Urbanization on Channel Adjustment and Flood Vulnerability of Woji Basin, River State, Nigeria. *Journal of Natural Sciences Research*, **4**(10): 86-94.
- Wong, H.K., Finckh, P. 1978. Shallow structures in Lake Van. In: E.T. Degens, F. Kurtman (Eds.), The Geology of Lake Van, *Maden Tetkik ve Arama Publication No*, **169**: 20-28.
- Van İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, 2019. Van iklimine ait görüşler. <https://van.ktb.gov.tr/TR-90248/cografik-konumu.html>. Van İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, Van. Erişim tarihi: 14.10.2019.



## ÖZ GEÇMİŞ

1992 yılında Van'da dünyaya geldi. İlkokul eğitimini Van Merkez -Alaköy Şehit Çetin Aysan İ.Ö.O, orta ve lise eğitimini Van'da tamamladı. 2010 yılında Mersin Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünü kazandı ve bu bölümden 2014 yılında mezun oldu. 1 yıla yakın özel sektörde zemin etüt çalışmalarında deneyim kazandı. 2016 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. 2015 yılında Merkez ilçe belediyesi olan Tuşba Belediyesi'nde Jeoloji Mühendisi olarak çalışmaya başladı ve şuan aynı görevde faaliyetlerini sürdürmektedir.



T.C  
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 14/11/2019

Tez Başlığı / Konusu: *Van İli Tuşba İlçesinin Yerleşime Uygunluğunun Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Sorgulanması*

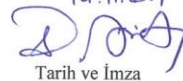
Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 57 sayfalık kısmına ilişkin, 14/11/2019 tarihinde tez danışmanım tarafından Turnitin intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 15 (on beş) dir.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimededen daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

14.11.2019  
  
Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Abdurrahman ÇİÇEKEL

Öğrenci No: 159101149

Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Programı: Tezli Yüksek Lisans

Statüsü: Y. Lisans

Doktora

DANIŞMAN ONAYI  
UYGUNDUR



(Doç. Dr. Azad SAĞLAM SELÇUK)

ENSTİTÜ ONAYI  
UYGUNDUR

