

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



**SOLHAN DERESİ HAVZASININ (BİNGÖL) SEL VE
TAŞKIN ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Halil GÜNEK

HAZIRLAYAN
Ahmet TOPRAK

ELAZIĞ-2015

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANA BİLİM DALI

**SOLHAN DERESİ HAVZASININ (BİNGÖL) SEL VE
TAŞKIN ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Halil GÜNEK

HAZIRLAYAN
Ahmet TOPRAK

Jürimiz, **25.12.2015** tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonunda bu yüksek lisans tezini oy birliği / oy çokluğu ile başarılı saymıştır.

Jüri Üyeleri:

1. **Yrd. Doç. Dr. Halil GÜNEK (Danışman)**
2. **Prof.Dr. Saadettin TONBUL**
3. **Doç. Dr. Hasan ÖZDEMİR**

F. Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulunun tarih vesayılı kararıyla bu tezin kabulü onaylanmıştır.

Prof. Dr. Zahir KIZMAZ
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü

ÖZET**Yüksek Lisans Tezi****Solhan Deresi Havzasının (Bingöl) Sel ve Taşkın Analizi****Ahmet TOPRAK****Fırat Üniversitesi****Sosyal Bilimler Enstitüsü****Coğrafya Anabilim Dalı****Fiziki Coğrafya Bilim Dalı****Elazığ-2015, Sayfa: XV+135**

Doğal afet, büyük ölçüde veya tamamen insanların kontrolü dışında gerçekleşmiş olan, mal ve can kaybına neden olabilecek tehlikeli ve genellikle büyük çaplı olay olarak tanımlanmaktadır. Afetin ilk özelliği insanın kontrolü dışında meydana gelmesi yani, doğal olması, ikincisi can ve mal kaybına neden olması bir diğeri çok kısa zamanda meydana gelmesi ve son olarak da afetin başladıktan sonra insanlar tarafından engellenememesidir. Hem şehir merkezlerinde hem de kırsal köy ve kasaba yerleşimlerinde büyük hasarlara neden olan, şiddet ve sıklık özellikleri farklılık gösteren sel ve taşkınlar olumsuz etkisi bakımından başta ülkemiz olmak üzere, dünyada son yıllarda büyük ölçüde can ve mal kaybına neden olmaktadır.

Çalışma sahamızı kapsayan Solhan Deresi Havzası 2001-2009 yılları arasında, 18 adet taşkın olayı meydana gelmiştir. Sel-Taşkının meydana gelmesinde uzun yıllar meteorolojik koşulların değişmesi, bir afet olmasına neden olmaktadır. Bu durumun başlıca sebebi Türkiye ölçeğinde düşündüğümüzde coğrafi konum, orografyanın arızalı olması ve bitki örtüsüdür.

Ekonomik zarar olarak 1974-2009 yılları arasında 100 milyon dolar zarara yol açmıştır ve açmaya devam etmektedir. Sel-Taşkın afetini yalnızca meteorolojik oluşumlara bağlı olarak gerçekleştiğini ifade etmek mümkün değildir. Özellikle Türkiye gibi kentleşmenin arttığı ülkelerde, akarsu havzaları çevresindeki insan faaliyetinin artması havzadaki hidrolik ve hidrolojik dengenin bozulmasına neden olmakta ve buna

bağlı olarak can ve mal kaybına yol açan sel-taşkın afetleri yaşanmaktadır. Akarsu havzaları içinde büyüyen yerleşimler, arazi yapısının ve kullanımın değişmesi, toprakların daha yoğun ve yanlış bir şekilde kullanılması, ormanlar ve meralar tahrip edilmesi sonucu sel-taşkın afetleri giderek daha büyük ve sık olarak görülmesine neden olmaktadır.

“**Solhan Deresi Havzasının (Bingöl) Sel ve Taşkın Analizi**” adlı çalışmada öncelikle sel-taşkının tanımı, önemi ve önceki çalışmalar üzerinde durulmuş, daha sonra sel ve taşkın üzerinde etkili olan faktörler ve sel ve taşkına neden olan faktörler açıklanmış sonraki bölümde ise sel ve taşkında kullanılan analiz teknikleri ortaya konmuş ve bu analiz teknikleri Solhan Deresi Havzasında değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır. Sonraki bölümde ise sel ve taşkın tehlike potansiyeli ortaya konmuştur. Bu çalışmada da Coğrafi Bilgi Sistemleri(CBS) kullanılarak çalışılmış olan havzanın morfometrik modellemesi çıkarılmış, sel-taşkında etkili olan Jeomorfolojik ve Jeomorfometrik indislerin ayrı ayrı etkisi ortaya konmuştur. Topografik Haritalardan retilen Sayısal Yükselti Modeli (SYM), havza akış modeline girdi verisi olarak Hidrolojik ve Hidrolik Modelleme için kullanılmıştır.

Sonuç olarak Solhan deresi havzasına ait fiziksel parametreler kullanılarak sel-taşkın riski altında olan muhtemel alanlar belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Doğal Afet, Sel, Taşkın, Jeomorfometrik İndis, Metot, Uzaktan Algılama, Akarsu Havzası

ABSTRACT**Master Thesis****Solhan Creek in Basin (Bingol) Flood and Torrent Analysis****Ahmet TOPRAK****Firat University****Institute of Social Sciences****Department of Geography****Geography Department****Physical Geography Department****Elazig-2015, Page: XV + 135**

Natural disaster is defined as dangerous and generally far-reaching incident which occur in a great extent or completely beyond control of human and can cause loss of life and property. The first characteristic of disaster is that it happens beyond control of human, so it is natural; the second it causes loss of life and property, the third it happens at short notice, lastly if it starts, it cannot be hindered by human. Resulting substantial damages in both residential and rural areas and varying in terms of severity and frequency, flood and overflow causes loss of life and property on a large scale recently, notably in our country and in the world.

Our study area, between 2001- 2009, 18 overflow incidents. Changes in meteorological conditions in the long transform overflows into disasters. Across Turkey, basic reasons of this are geographical position, uneven orography and vegetation. Economically, it caused 100 million dollars loss between 1974 and 2009 and it still continues. It is not possible to state that floods occur only as the result of meteorological formations. Particularly in countries like Turkey in which urbanization is high; increasing human activities cause hydraulic and hydrologic imbalance, as a result of it floods take place and cause loss of life and property. Progressive settlement inside river basin, changing structure and usage of terrain, incorrect and intensive usage

of land, destruction of forests and pastures bring about bigger and more frequent overflow disasters.

In “Solhan Creek in Basin (Bingöl) Torrent and Flood Analysis” study, first of all the definition and the importance of flood and previous studies are discussed. Then the effective factors on floods are discussed and in the next section the techniques to analyze overflows are revealed and these techniques are evaluated and interpreted in the scope of Solhan Stream Basin. Thereinafter the risk potential of flood and overflow is clarified by using multi criteria decision analysis. In this study by using geographical information systems, morphometric modeling of studied basin has been presented, geomorphologic and geomorphometric indexes, which affect overflows, are revealed separately. Digital elevation model, prepared on topographic maps, is used as input data to basin flow model for hydrologic and hydraulic modeling.

Consequently, for Solhan Stream Basin, potential areas that are under overflow risk are determined by using parameters which influence flood and overflow.

Key Words: Natural Disaster, Flood, Overflow, Geomorphometric Index, Method, Remote Sensing, Multi Criteria Decision Analysis, River Basin

İÇİNDEKİLER

ÖZET	II
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER	VI
TABLolar LİSTESİ	IX
HARİTALAR LİSTESİ	XI
GRAFİKLER LİSTESİ.....	XII
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ.....	XIV
ÖNSÖZ	XV

BİRİNCİ BÖLÜM

1. GİRİŞ	1
1.1. Araştırma Alanının Yeri ve Sınırları.....	7
1.2. Materyal ve Yöntem.....	11
1.3. Amaç ve Kapsam	14
1.4. Önceki Çalışmalar	16

İKİNCİ BÖLÜM

2. SOLHAN DERESİ HAVZASINDA (BİNGÖL) SEL VE TAŞKIN RİSKİNİ OLUŞTURAN FAKTÖRLER.....	23
2.1. Sel ve Taşkın Oluşumunda Etkili Olan Faktörler	26
2.1.1. Jeolojik Özellikler	26
2.1.1.1. Stratigrafik ve Litolojik Özellikler	26
2.1.1.1.1. Solhan Formasyonu (Üst Miyosen)	27
2.1.1.1.2. Kohkale Tepe Lavı (Üst Miyosen).....	27
2.1.1.1.3. Hamurpet Lavı (Alt Pliyosen).....	27
2.1.1.1.4. Kuvaterner.....	28
2.1.1.2. Tektonik Özellikler	31
2.1.2. Morfometrik Özellikler	33
2.1.2.1. Eğim.....	38
2.1.2.2. Bakı	43
2.1.2.3. Hipsometrik Eğri ve İntegral	45

2.1.3. İklim Özellikleri	49
2.1.3.1.Sıcaklık	50
2.1.3.2. Yağış	52
2.1.3.3. Nem.....	62
2.1.3.4. Rüzgâr	63
2.1.4. Hidrografik Özellikleri	67
2.1.4.1. Havzanın Özellikleri	69
2.1.4.1.1. Alt Havzalar ve Özellikleri	69
2.1.4.2. Debi (Akım) Özellikleri.....	70
2.1.5. Bitki Örtüsü Özellikleri	72
2.1.5.1. Bitki Örtüsü Tahribi.....	75
2.1.6.Toprak Özellikleri	76
2.1.6.1 Büyük Toprak Grupları.....	77
2.1.7. Nüfus ve Yerleşme	80
2.1.8. Arazi Kullanım Özellikleri	83

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. BULGULAR.....	87
3.1.Morfometrik Yüzey Analizleri-Sel ve Taşkın İlişkisi.....	87
3.1.1.Profil Analizleri	88
3.1.2. Morfometrik Analizler.....	90
3.1.3. Akarsu Ağı ve Morfometri-Havza İlişkisi.....	91
3.1.3.1. Çatallanma Oranı(R_b)	95
3.1.3.2. Uzunluk Oranı.....	98
3.1.3.3. Yüzeysel Akış Uzunluğu	99
3.1.3.4. Tekstür Oranı	100
3.1.3.5. Drenaj Yoğunluğu	101
3.1.3.6. Akarsu Sıklığı	102
3.1.3.7. Havza Şekli	103
3.1.3.8. Uzunluk Oranı.....	103
3.1.3.9. Havza Reliefi	104
3.1.3.10. Akım Toplanma Zamanı	105
3.2. Solhan Deresi Havzasının Potansiyel Sel Ve Taşkın Tehlike Haritalaması	106

3.2.1.Çok Kriterli Karar Verme Analizi (Çkkva) Yöntemi ile Potansiyel Sel ve Taşkın Tehlike Haritalaması.....	106
3.2.1.1. Potansiyel Sel Tehlike Analizi.....	109
3.2.1.2. Potansiyel Taşkın Tehlike Analizi.....	112

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	115
KAYNAKÇA.....	121
EKLER	134
Ek 1. Yüksek Lisans Tez Çalışması Orjinallik Raporu.....	134
ÖZGEÇMİŞ	135



TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Çalışmada kullanılan başlıca metaryaller	14
Tablo 2. Solhan Deresi Havzasının Eğim özellikleri ve afet türü ilişkisi	40
Tablo 3. Solhan Deresi Alt havzaların(Solhan) eğim grupları, ortalama, maksimum ve standart sapma değerleri	42
Tablo 4. Solhan Deresi Alt havzaların(Esence) eğim grupları, ortalama, maksimum ve standart sapma değerleri	43
Tablo 5. Bakı değerlerinin alansal dağılışı (km ²).....	44
Tablo 6. Çalışma alanı hipsometrik eğrileri ve havza alanları.....	48
Tablo 7. Solhan (Bingöl) meteoroloji istasyonunun mevsimlere göre yağış tutarları ve oranları (1965-2013).....	55
Tablo 8. Solhan İlçesinin günlük yağış şiddeti	57
Tablo 9. Çalışma alanının ekstrem yağış 3 Mayıs 2011 tarihli değerleri (Aylık).....	60
Tablo 10. Günlük yağış değerlerinin aralık değerleri ve frekansları 1987-2012	62
Tablo 11. Solhan'da çeşitli yönlerden esen rüzgârların aylara göre esme sayıları ve frekansları.....	66
Tablo 12. Solhan deresi havzası alt kolları ve havzaları	70
Tablo 13. Giloran Deresi debi değerleri.....	70
Tablo 14. Konak deresi debi değerleri (m ³ /sn).....	71
Tablo 15. Toprak tiplerinin oransal dağılışı	79
Tablo 16. Solhan İlçesi kent ve kır nüfusu.....	81
Tablo 17. Solhan ilçe merkezi yıllara göre kır ve kent nüfus hareketleri	82
Tablo 18. İlçemizde mevcut hayvan durumu	84
Tablo 19. Çalışma sahası genel arazi kullanım durumu (Corine).....	85
Tablo 20. Akarsu ve çalışma alanının nın üretim şeması.....	93
Tablo 21. Çatallanma oranı formülü	96
Tablo 22. Solhan dere havzası ve bazı alt havzaların çatallanma oranı örnekler.....	96
Tablo 23. Uzunluk oranı formülü	98
Tablo 24. İnceleme alanının uzunluk oranları.....	99
Tablo 25. Yüzeysel akış formülü	99
Tablo 26. İnceleme alanının havza şekli formülü	103
Tablo 27. Uzunluk oranı formülü.....	103

Tablo 28. Havza Reliefi formülü	104
Tablo 29. Akım toplanma formülü.....	105
Tablo 30. Parametrelere ait alt birimlerin her bir afet tipi için etki değerleri.	107
Tablo 31. CBS ortamında sel ve taşkın haritalarında KKVA yöntemine göre akış Şeması.....	108
Tablo 32. Model builder yöntemi ile solhan deresi havzası potansiyel sel ve taşkın risk analizi akış Şeması.....	109
Tablo 33. Parametrelerin ve afet tiplerinin risk zonlamasındaki değerleri	110



HARİTALAR LİSTESİ

Harita 1. Solhan deresi havzası lokasyonu	10
Harita 2. Çalışma alanının jeoloji haritası	30
Harita 3. Çalışma alanın tektonik haritası	32
Harita 4. Çalışma alanın jeomorfoji haritası.....	35
Harita 5. Çalışma alanının topografya haritası	37
Harita 6. Sollhan deresi havzasının eğim haritası	39
Harita 7. Çalışma alanının bakı haritası	44
Harita 8. Çalışma alanının ortalama sıcaklıklarının dağılışı	52
Harita 9. Çalışma alanının uzun yıllar ortalama yağış (mm) değerinin dağılışı.....	54
Harita 10. Solhan deresi havzası alt kolları ve havzaları.....	69
Harita 11. Çalışma alanının NDVI haritası.	73
Harita 12. İnceleme alanının toprak haritası.....	79
Harita 13. Solhan deresi havzasının arazi kullanım haritası.....	86
Harita 14. Çalışma alanından profiller	89
Harita 15. DEM' den akarsu ve havza Üretimi	94
Harita 16. İnceleme alanının Çatallanma oranı	97
Harita 17. İnceleme alanının uzunluk oranı.....	98
Harita 18. Çalışma alanının yüzeysel akış uuzunluğu.....	100
Harita 19. İnceleme alanının tekstür oranı	101
Harita 20. İnceleme alanının Drenaj yoğunluğu gösterimi	102
Harita 21. Çalışma sahası havza reliefi	104
Harita 22. Akım Toplanma zamanı	105
Harita 23. Solhan deresi havzası potansiyel sel tehlike haritası.....	111
Harita 24. Solhan deresi havzası potansiyel taşkın tehlike haritası.....	114

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1. Solhan Deresi Havzasının hipsometrik eğrisi	46
Grafik 2. Beşevler deresi ve yukarıgırvaz deresi havzasının hipsometrik eğri ve integrali.....	47
Grafik 3. Çalışma alanının alt havzalarının hipsometrik eğri ve integral.....	47
Grafik 4. Solhan deresi havzası alt havzalarının hipsometrik eğri ve integrali	49
Grafik 5. Solhan ilçesinin ortalama, maks. ve min sıcaklık grafiği (1965-2013).....	51
Grafik 6. Solhan (Bingöl) meteoroloji istasyonunun ortalama yağış grafiği değerleri (1965-2013).....	55
Grafik 7. Solhan (Bingöl) meteoroloji istasyonu 1965-2011 yılları arası şubat, mart ve nisan ayları toplam yağış değerleri (.....	56
Grafik 8. Solhan (Bingöl) meteoroloji istasyonu 1965-2011 yılları toplam yağışlar	56
Grafik 9. Solhan (Bingöl) meteoroloji istasyonu 1985-2012 yılları aylara göre ortalama yağış değerleri	57
Grafik 10. Solhan(Bingöl) meteoroloji istasyonu 1965-2012 yılları arası aylık kar yağışlı günler ortalaması	58
Grafik 11. Solhan meteoroloji istasyonu 1965-2012 yılları arası aylık kar örtülü günler sayısı ortalaması	59
Grafik 12. Solhan (Bingöl) ilçe merkezi aylık donlu günler sayısı(1965-2013)	59
Grafik 13. Solhan meteoroloji istasyonu 2011 yılı nisan-mayıs günlük toplam yağış değerleri.....	60
Grafik 14. 1987-2012 yılları arasındaki Günlük 0,1-50 > mm aralığındaki yağış sayıları	61
Grafik 15. Solhan deresi havzası uzun yıllar ortalama nisbi nem miktarı.....	63
Grafik 16. Solhan ilçesi esiş sayısına göre rüzgârgülü	64
Grafik 17. Solhan meteoroloji istasyonlarına göre aylara ait esme sayıları (1975-2012).....	65
Grafik 18. Çalışma sahası konak deresi akım grafiği (m ³ /sn) (2007-2013).....	72
Grafik 19. Havza içerisindeki solhan ilçe merkezinin yıllara göre nüfusu.....	82
Grafik 20. Solhan ilçe merkezi yıllara göre nüfus hareketleri	82
Grafik 21. Solhan İlçesi hayvan varlığı ve üretim miktarları	84
Grafik 22. İnceleme alanının profil analizleri.....	88

Grafik 23. İnceleme sahasına boğaz profili ve örneği	89
Grafik 24. Çalışma alanının arakonak solhan profili	90
Grafik 25. Çalışma alanının potansiyel sel tehlike alansal dağılışı	110
Grafik 26. İnceleme alanının potansiyel taşkın tehlike alanlarının dağılışı.....	113



FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

Foto 1 Çalışma alanın asılı vadiler ve küçük heyelanlar	25
Foto 2 İnceleme sahasının (kuzeybatı) boğaz ve bazalt-tüf çakışması	28
Foto 3. Doğu Anadolu bindirme fay zonu ve oluşturduğu etek ve dolgular	29
Foto 4. Çalışma alanının kuzeybatısı (mutluca) taşkın yatağı	36
Foto 5. Çalışma alanının vadiler, dik yamaçlar ve boğazlar.....	36
Foto 6. Arakonak beldesi taşkın yatağı.....	41
Foto 7. Çalışma alanının yukarıgırvaz beldesi.....	47
Foto 8. Solhan ilçesi 3 Mayıs 2011 yılı seli.....	61
Foto 9. Solhan deresinden geçen arakonak deresi	68
Foto 10. Esence anakol üzerinde olan mutluca dereleri	68
Foto 11. Solhan, Mutluca, Arakonak ve Yüzen ada'da bazı orman sahaları.....	74
Foto 12. İnceleme alanı bitki toplulukları (Geven, Söğüt, Kavak).	75
Foto 13. Arakonak beldesi su toplama sahasından görünüm.....	112
Foto 14. Esence deresi havzası yukarısında bulunan hazarşah taşkın yatağı	118
Foto 15. Hazarşah taşkın ovasına katılan derelerin getirdiği materyaller.....	119

ÖNSÖZ

“Solhan Deresi Havzasının (Bingöl) Sel ve Taşkın Analizi” başlıklı bu çalışmada, ülkemizde son yıllarda yaşanan afetlerden en önemlisi olan depremlerin yanında, sel ve taşkınların da incelenmesi gerektiği, afet yönetimine esas olacak havza morfometrisi ve risk analizi çalışmalarının gerekliliği ve bu çalışmalarda Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin önemi ve kullanılabilirliği vurgulanmaya çalışılmıştır. Risk, tehlike ve zarar görebilirliğin bütünüdür. Bu çalışmada tehlike kavramı bölümü üzerinde durulmuştur. Coğrafi Bilgi Sistemleri yöntemlerinin kullanıldığı bu çalışmada sayısal veri tabanının ve bunlara ait sözel veri tabanının hazırlanması çalışmanın büyük ve önemli bir kısmını oluşturmuştur. Bunun yanında saha içinde taşkınlar için arazi çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışma coğrafi bakış açısı ile gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla sahanın doğal ortam özelliklerinin iyi bilinmesinin yanında havza morfometrik analizleri, nüfus, yerleşme ve arazi kullanım özelliklerinin de değerlendirilmesi gerektiği ortaya konmuştur. CBS teknolojileriyle sahanın havza morfometrik analizleri yapılmıştır. Sonuç olarak havza içerisinde insanların sel ve taşkın afetlerinin neden olduğu zararlar en fazla ve en az etkileneceği yerler belirlenmiştir. Sel ve taşkın çalışmalarıyla ilgili olarak, gerek konunun değerlendirilmesi gerekse uygulanan yöntem bakımından konuyla ilgili çalışan bilim insanlarıyla paylaşılabilir nitelikte olmasına özen gösterilmiştir.

Çalışmam boyunca beni yönlendiren, farklı bakış açıları ve olaylara sistematik yaklaşmama katkı sağlayan, bilimsel ve hayat tecrübelerini sıkılmadan, usanmadan benimle paylaşan tez danışmanı sayın Yrd. Doç. Dr. **Halil GÜNEK** 'e, değerli tavsiyeleri ve yardımlarıyla Prof. Dr. Saadettin TONBUL ve Doç. Dr. **Murat SUNKAR** 'a, Elazığ'a geldiğim ilk günden bu güne kadar hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan, her fırsatta yardımlarıyla destek olan Arş. Gör. **Fethi Ahmet CANPOLAT ve Dündar DAĞLI** ' ya ayrıca bugünlere gelmemde büyük emek sahibi olan canım **aileme**, Çalışmalarında gerekli gayret ve yardımlarını gördüğüm **eşim; Hatice TOPRAK** 'a vermiş olduğu manevi desteklerden dolayı ve akademisyenliğe atılmamda büyük katkısı olan kıymetli hocam Doç. Dr. **Hasan ÖZDEMİR** ' e minnet ve teşekkürlerimi arz ederim.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. GİRİŞ

Toplumlar için başta can ve mal kaybına neden olan ayrıca, sosyal olarak da kayıplar oluşturan, hayatı ve insan faaliyetlerini süreli-süresiz kesintiye uğratarak, yaşanılan bölgeyi birçok yönden etkileyen, doğal veya insan faaliyeti kaynaklı olaylar genel bir ifade ile **afet** olarak tanımlanmaktadır. “Doğal afet olarak nitelendirilen olaylar, genelde doğanın iç dengelerini yeniden düzenlemesine yönelik döngünün sonuçları olup, insan topluluklarının bu döngüden zarar görmesi durumunda doğal afet olarak adlandırılmaktadırlar” (Kılıçer ve Özgüler, 2002).

Doğa olayları içerisinde önemli bir yere sahip olan, **sel ve taşkın** kavramları ile ilgili yapılmış tanımlardan, bazılarını verecek olursak: “Sel, bir bölgede toprağı belirli bir süre için tamamen ve kısmen su altında bırakan, ani, büyük ve düzensiz su akıntılarına verilen isimdir”(Vikipedi). Taşkın ise: “Genel olarak, bir akarsuyun, doğal veya yapay olarak, oluşmuş olan yatağına sığamayarak yatak sınırları dışında akışını sürdürmesi ve çevreye zarar vermesi olayıdır.” (Erkal ve Taş, 2013).

Turoğlu, 2005 de yapmış olduğu tanımda ise, taşkın ve seli şöyle açıklamıştır: Taşkın “Akarsu havzalarına yatağın taşıyabileceğı miktardan daha fazla su girişi sonucunda oluşmaktadır. Sel ise; genellikle bir kanal boyunca, eğim yönünde, yüksek enerjili ve kontrolsüz akışa sahip, tür ve boyut özellikleri çeşitlilik gösteren malzemeye sahip, tahrip gücü yüksek, su kütesidir.”

Uşıkay ve Aksu, (2002). “Doğal afet olarak **sel**, bir akarsuyun muhtelif nedenlerle yatağından taşarak, çevresindeki arazilere, yerleşim yerlerine, altyapı tesislerine ve canlılara zarar vermek suretiyle, etki bölgesinde normal sosyo-ekonomik faaliyeti kesintiye uğratacak ölçüde bir akış büyüklüğü oluşturması olayı, şeklinde ifade edilmektedir.” demiştir.

Hoşgören, 2011’de taşkın için, “Akarsuyun su kütesinin arttığı ve su seviyesinin yıllık ortalama seviyesinin çok üstüne çıktığı durumlardır.” demiştir.

Çelik, 2011’ de yaptığı çalışmada sel için ise: “Şiddetli yağışların ardından yan derelerden gelen ve fazla miktarda katı ve iri materyal içeren büyük su kütesi yan derelerden gelen sellerin ana akarsuya ulaşmasıyla vadi boyunca suyun taşması ise taşkın olarak ifade edilmektedir.” diye nitelemiştir.

Bu tanımlardan ve birçok akademik çalışmada, yapılan tanımlamalardan anlaşılacağı üzere, taşkın yıllık ortalama akımın üzerine çıktığı durumlarda topografyanın düze ve düze yakın alanlarında doğal yataktaki fazla suyun farklı farklı nedenlerle taşması, yatağa sığmaması olarak tanımlanırken sel ise; yine yıllık ortalama akımın üzerine çıktığı durumlarda eğim yönünde canlı ve cansız hayata zarar vermesi olayı olarak tanımlanabilir. Sel ve taşkın arasındaki belirgin fark: Sel havzanın membaa kısmında meydana gelmesi ve eğimin fazla olması gerekmektedir. Taşkın ise; mansap kısmında meydana gelir, eğimin az olduğu düz ve düze yakın sahalarda, materyalle bastığı araziye kullanılmaz hale getirir ve aynı zamanda eğimin az olduğu düz ve düze yakın sahalarda meydana gelir (Özdemir, 2007) .

Konunun ikinci öneme sahip olan bir başka kavramı ise **taşkın riskidir**. Taşkın riski, muhtemel tehlike durumu ya da tehlikenin olma olasılığı olarak nitelendirilmektedir. Bu yüzden taşkın riski zamana ve yere göre değişim göstermektedir. White 1945’de, ifade ettiği gibi; “Taşkın Allahtandır. Ancak taşkın kayıpları insan faaliyetinin sonucudur.” demiştir.

Sel ve taşkınlar afete dönüştükten sonra bir sebep değil, sonuçtur. Afetlerin sonuçları incelendiğinde; öncelikle can ve mal kaybına neden oldukları görülür. Can kayıpları insanların ve hayvanların ölmesi; mal kayıpları ise eşyaların, binaların, altyapının ve tarım alanlarının zarar görmesidir. Kayıpların bir kısmı afetle birlikte ortaya çıkarken bir kısmı ise belirli bir süre sonra ortaya çıkabilmektedir. Örneğin taşkın sırasında can ve mal kaybı meydana gelmektedir. Ancak taşkından sonra suyun getirdiği molozlar, miller ve çamurun tarım alanlarını verimsizleştirmesi sonucunda dolaylı ve uzun süreli zararlar da meydana gelebilmektedir.

“Günümüz modern akademik toplumunda, afetlerin uyumsuz bir şekilde yönetilen riskler sonucunda ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Bu riskler, tehlike ve zarar görebilirliğin ürünüdür” (Quarantelli, 1998).

Bir başka deyişle taşkın riski; “Bir olayın olma olasılığı veya olayın sonuçları, taşkın olma olasılığı (tehlike), zarar (maruz kalma) ve/veya taşkın olayları ile baş etme (başa çıkma)” (Kron, 2002) olarak nitelendirmektedir. Bu durumda iki kavram ön plana çıkmaktadır: Taşkın tehlike haritaları ve taşkın risk haritalarıdır. Bu kavramlardan ilki olan taşkın tehlike haritaları, taşkın olma olasılığı ve olayın miktarını içermekte iken, bir diğeri, taşkın risk haritaları: olayın sonuçlarını (ekonomik kayıp, etkilenen insan sayısı, vb) içermektedir.

CBS taşkın risk yönetiminde çok etkili bir araçtır. CBS doğal felaketler ya da insan eliyle olması muhtemel olaylara karşı nasıl önlem alınması gerektiği konusunda hızlı ve doğru karar vermeye yardımcı olur. Yerleşim sahalarının veya bir kentin risk haritası çıkarılabilir. CBS ile taşkın risk analizi çalışması kapsamında; elde edilen taşkın risk alanlarına göre nasıl bir risk planlaması yapılması gerektiği incelenebilmektedir.

Sel ve taşkınlarada ikinci kavram risk analizleri ise iki ana alt başlıktan oluşur. Bunlar doğal faktörlerin analizi ve beşeri faktörlerin analizidir. Doğal faktörlerde, alan için tehlike unsurları olan doğal olayların büyüklük, sıklık ve şiddet gibi değişik senaryolar göz önünde alınır. Beşeri faktörlerde ise risk altındaki unsurlar ve bunların zarar görübilirlikleri incelenir. Bu iki alt başlığın birlikte değerlendirilmesiyle de risk analizleri gerçekleştirilir (Özdemir, 2007a). Risk analizi çalışmaları, yapıldığı dönemin özelliklerini yansıtır ve değişen yer ve sosyal sistemlere bağlı olarak tekrarlanmalıdır.

Sel ve taşkın olaylarının afete dönüştükten sonra yönetimi ve planlamasında önemli aşamalardan birisi de, bu olayların tahmini, muhtemel etki alanı ve beşeri unsurların zarar görübilirlik özellikleri risk analizi çalışmalarında çok önemlidir. “Bu çalışmaların en küçük ölçekten en büyük ölçeğe kadar en iyi şekilde izlenmesi, gerekli olan yoğun bilginin elde edilmesi, oluşturulması, depolanması ve bir takım kantitatif sonuçlara ulaşılması ve değerlendirilmesi açısından CBS ve UA çalışmalarının büyük önemi bulunmaktadır” (Van Westen ve Soeters, 1993; 1999).

Taşkınlar, süre ve şiddetlerine bağlı olarak kırsal ve kentsel yerleşim alanlarında farklı zararlara neden olabilir. Bu bağlamda, önemli ölçülerde can ve mal kaybı ve sosyo-ekonomik problemler oluşabilir. **Sel ve taşkından doğan zararlara ilgili yapılan tespitler** dünya genelinde ve Türkiye’de şöyledir:

“Taşkınlardan kaynaklanan ekonomik kayıp her yıl için ortalama 100 milyon dolara ulaşmaktadır. Buna karşın taşkınların kontrolü ve zararlarının azaltılmasına yönelik olarak genelde yapısal önlemler bağlamında sürdürülen projeli faaliyetler için ayrılan yatırım miktarı ise yılda ortalama 30 milyon dolar civarındadır” (Anonim, 2003). “Yılda ortalama 250 bin kişi, yeryüzünün değişik bölgelerinde, yağış ve sıcaklık değerlerindeki ekstrem değişiklikler, doğal bitki örtüsündeki değişimin lokal iklim üzerinde yaptığı etkiler gibi doğal afetlerden etkilenmekte ve bu afetler 50-100 milyar ABD doları maddi zarara neden olmaktadır” (WMO, 2002).

“Dünya genelinde, afetlerden korunma stratejisi kapsamında afete dönüşmeden önlemlerin alınmasına olanak sağlayacak afetlere karşı risk yönetimi çalışmalarına

geçilmektedir. Yine de bu yaklaşımdaki başarı, gelişmiş koruma ve uyarı sistemleri ile daha iyi afet acil durum planlaması, vb. afet yönetim çalışmalarının bir arada yürütülmesine bağlıdır. Temel yaklaşımdaki bu değişim küresel iklim değişikliklerine bağlı olarak artan taşkınların ve diğer afetlerin tahminindeki belirsizliklere yol açmaktadır. Küresel iklim değişimi, arazi kullanımındaki değişimler gibi birçok faktör taşkın riskinin gelecekte nasıl olacağını ve bu risklerin ne kadar iyi yönetilebileceğini etkileyecektir” (Kadıoğlu, 2008).

“Türkiye’de 1955-2009 yılları arasında meydana gelen 2089 taşkın olayında 1360 kişi yaşamını yitirmiş ve 3 milyar dolardan fazla maddi kayıp oluşmuştur (Gürer ve Uçar, 2009). Sadece 2003 yılında dünyadaki her 25 insandan 1’i doğal afetlerden etkilenmiştir” (Guha-Sapir ve diğ., 2004).

Genelde dünya ölçeğinde, özelde de ülkemizde yapılan kamu ve özel sektör çalışmalarında, **sel ve taşkın ile alakalı birçok metot ve modelleme kullanılmıştır**. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de büyük önem taşıyan taşkınların meydana getirdiği zararları azaltabilmek için bölge taşkın planları, hidrometrik ve meteorolojik gözlem çalışmaları, taşkın envanteri (taşkın yıllıkları), imar planları ile ilgili taşkın etütleri gibi bazı taşkın zararlarını azaltma çalışmaları yapılmaktadır. Bu bilgiler ışığında gerçekleşek olan taşkını tahmin etmek mümkün olur. Bu nedenle Türkiye’de yapılacak olan kapsamlı bir taşkın risk çalışması ülkeye hem ekonomik hem de sosyal açıdan büyük fayda sağlayacaktır.

Klasik yöntemlerle yapılan sel ve taşkın analizleri, devlet kuruluşları ve özel sektör tarafından zaten yıllardan beri yapılmaktadır. Ancak bu yöntemlere CBS’ nin ilavesi ve hidrolojik ve hidrolik modellerle entegrasyonu, çalışmaları hem daha kapsamlı (su basma alanlarının ve su derinliklerinin daha ayrıntılı bilgileri ile) yapmakta, hem de daha fazla deneme sınama yapma imkânı vermektedir. Ve böylelikle sonuçların daha anlaşılır ve görsel olarak ifade edilebilir hale getirilmesini sağlamaktadır.

Son yıllarda CBS ile uydu görüntülerinin, geniş alanda ve devamlı algılama yapma özellikleriyle sel ve taşkına karşı önceden planlamaların yapılmasında, risk alanlarının belirlenmesinde ve sonuçların çıkartılmasında vazgeçilmez bir kaynak olmuştur. Uzaktan algılama ile uydu görüntülerinden gerekli datalar çıkartılarak ve risk analizleri yapılarak, olabilecek felaket için önceden bir değerlendirme yapılabilir. Bunun sonucunda da gereken önlemler alınabilir. Coğrafi konuma bağlı yersel ve

öznitelik verilerinin sağlanması, alınacak verinin güncelleştirilmesi, saklanması, analiz edilmesi ve taşkın risk haritalarının oluşturulması taşkın önleme ve planlama açısından önemli bir yere sahip olmuştur.

Meydana gelen sel ve taşkınları anlamak ve etkilerini ortaya koymak için değişik modelleri geliştirilmiştir. Bu modellerin ana bileşenlerini genel olarak dört kısımda toplamak mümkündür.

- Hidrolojik modeller (Taşkın frekans analizleri, Log Pearson Tip III dağılımı)
- Hidrolik modeller,
- Taşkın haritalamaları
- Mekânsal verilerin üretilmesidir (Snead, 2000).

Özdemir 2011’de yapmış olduğu çalışmada “Sel ve taşkınları anlamamanın yolunu, jeomorfolojik bir etken olan havza morfometrisi üzerinde durmuştur. Bunun nedeni, havzalardaki bitki örtüsündeki değişmelerin veya zemin-toprak özelliklerindeki değişmelerin bir sonucu olarak akarsu ağları ve havzaları meydana gelmektedir. Dolayısıyla, bir havzada bütün ağ özellikleriyle birlikte akarsu ve onun havzası, o bölgedeki yağışın, bitki örtüsünün ve zemin-toprak özelliklerinin bir sonucu olarak karşımıza çıkar. Bu da havza morfometrik özelliklerinin taşkın çalışmalarında ne denli önemli olduğunu bize gösterir. Örneğin, akarsu ağının çok fazla olması, havzanın geçirimsiz bir zemine sahip olduğu, eğiminin fazla olduğunu veya bitki örtüsünden yoksun olduğunu; havza şeklinin dairesel olması, ana akarsu koluna yan kollardan suların daha geç bir sürede katılacağı çıkarımında bulunmak gibi.”

Demirkesen 2003’ de yapmış olduğu çalışmada uydu görüntülerinden elde edilen sayısal yükseklik modeli (SYM) incelenip hidrolojik yüzey analizi yapılmış; o bölgeye ne kadar yağmur yağdığında nereler taşkına uğrar; bunun belirlenmesi yapılmıştır. Yazılım olarak, RiverTools kullanılmıştır. Veri olarak, ABD’de Kentucky Eyaleti’ndeki Cumberland akaçlama havzasının alt kümesi olan bir SYM verisi deneysel olarak kullanılmıştır ve analizi yapılmıştır.

Özcan ve diğerleri, 2009 çalışmasında uzaktan algılama verileri, yersel çalışmalar ve farklı veri grupları Coğrafi Bilgi Sistemi ortamında modellenerek Aşağı Sakarya Havzası’nda taşkın risk analizi gerçekleştirilmiştir. Modelleme aşamasında, Çok Kriterli Karar Verme Analizi ve Hidrolojik Modelleme yöntemleri kullanılmış ve sınır koşullarına göre yöntemlerin karşılaştırması yapılmıştır. Havzada uygulanan taşkın risk analizi çalışmalarında kullanılan iki yöntemin de sınır koşulları göz önünde

bulundurularak yapılan hesaplamalara göre Hidrolojik Modellemenin daha doğru bir sonuç ortaya koyduğu belirlenmiştir. Bu model sonucuna göre, olası taşkın etkileyeceği alanlar; toplamda 3950 ha olmak üzere, yerleşim alanları için 620 ha olarak ve geri kalan alanlar da tarım alanları olarak belirlenmiştir.

“Barajlar, sel kapanı, taşkın kanalı ve dere yatağı ıslahı gibi çalışmalar daha çok kırsal alanlarda yapılan çalışmalardır. Günümüzde ise CBS ve Sayısal Yükseklik Modellerinin (SYM) kullanımındaki artışa bağlı olarak taşkınları önleme ve analiz çalışmaları oldukça genişlemiştir” (Turoğlu, 2010).

“Batur ve Maktav (2012) yapmış oldukları çalışmada, “16 Şubat 2010 tarihinde Meriç Nehri’nde meydana gelen taşkını, optik uydu görüntüleri kullanılarak incelenmiştir. Taşkın öncesi, taşkın dönemi ve sonrasında kapsayan çok zamanlı LANDSAT 5 TM (Thematic Mapper) görüntüleri kullanılarak taşkından etkilenen alanlar belirlenmiş, yine bu görüntüler yardımıyla arazi örtüsü ve taşkın haritaları oluşturulmuş ve çeşitli değerlendirmeler yapılmıştır. Taşkın öncesi, taşkın dönemi ve sonrasında ait uydu görüntülerine kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri uygulanmıştır.”

Özdemir (2007), de yapmış olduğu doktora çalışmasında; “Balıkesir ili sınırları içinde bulunan Havran Çayı havzasında meydana gelen taşkın ve heyelanlara ait risk analizini, CBS ve Uzaktan Algılama (UA) yöntemlerinden faydalanılarak gerçekleştirmiştir. Havza ölçeğindeki risk yönetimi çalışmalarına temel oluşturacak bu çalışmada, havzadaki taşkın ve heyelanların farklı senaryolara göre ortaya çıkardığı riskler üzerinde durmuştur. Bunun için, öncelikle sahanın tanınması ve risk analizi çalışmasına yön vermesi bakımından havzanın genel fiziki özelliklerini ele almıştır.”

French ve Diğ.. (2006), “Güney Kaliforniya’nın Antilop vadisindeki Rosamond Gölü taşkını belirlemek için eşik yağış uygunluğunu test ettikleri bir çalışmada; toprak tipi, bitki cinsi ve yoğunluğuna dayalı, yükselti sınırını belirlemek ve havza sınırlarını çizmek için Uzaktan Algılama verilerini kullanmışlardır. NOAA uydularından elde edilen iklim verileri ile Landsat 4 ve 5 TM uydu görüntüleri, kış yağışları ile taşkın arasındaki ilişkiyi incelemek için kullanılmıştır. Daha sonra, eşik yağış, uydu görüntülerinin elde edildiği zamansal çözünürlük içinde meydana gelen yağışlarla karşılaştırılmıştır. Çalışmada geliştirilen yaklaşımın, taşkın sıklığı ve süresini tahminleme de kullanılabileceği gösterilmiştir.”

Jain ve diğ. (2006), yaptıkları bir çalışmada “Her yıl taşan ve Hindistan’ın kuzey doğusundaki Myanmar ve Bangladeş ile sınırı olan Assam eyaletinden geçen Brahmaputra Nehri’nin taşmasından etkilenen alanların haritalanmasında, arazi ve suyun spektral özelliklerine dayalı bir su tespit yöntemi kullanılmıştır. Bulutsuz günler için oluşturulan taşkınların maksimum alansal genişliğiyle ilgili haritaların, taşkın zararı hakkında oldukça öğretici olduğu ifade edilmiştir. Araştırma sonucunda; alanın yaklaşık % 25-30’unun taşkından etkilendiğini belirlemişlerdir.”

Susam ve Çakar (2002), “Tokat ili yüzey suları bilgi sisteminin CBS ortamında oluşturulması üzerine yaptıkları bir çalışmada bölgedeki su varlıkları ve yakın çevrelerinin sayısal arazi modelini, Triangulated Irregular Network (TIN) yöntemi ile 20 m düşey aralıklı eş yükseklik eğrileri kullanılarak oluşturmuşlardır. Ayrıca, yerleşim birimleri ile yüzey suları arasındaki ilişkileri göstermek amacı ile Tokat ili yerleşim birimleri veri katmanını da daha önce yapılan konumlandırma çalışmalarından hazır sayısal veri olarak almışlardır. Yüzey sularının kendileri ve ana bağlantı yolları arasındaki ilişkilerinin analiz edilebilmesine olanak sağlayacak olan devlet ve il yollarını hazır sayısal veri olarak kullanmışlardır.”

Liu and De Smedt (2005), “Belçika’da Brüksel’in kuzey doğusunda yer alan Barebeek havzasında test edilen alansal dağılımlı bir hidrolojik modelle ekstrem taşkın karakteristiklerini belirlemek için gerekli parametreler olan, arazi kullanımı ve toprak örtüsü parametrelerini, UA ile elde etmişlerdir. Modelle elde edilen akım sonuçları, arazide ölçülen değerlerle karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, taşkınlar üzerinde arazi kullanımı, toprak örtüsü ve topografyanın etkisini analiz edilmiş ve kompleks arazilerde taşkın tahmininde oldukça kullanışlı bulunmuştur.”

1.1. Araştırma Alanının Yeri ve Sınırları

Çalışma alanının da içine aldığı Doğu Anadolu Bölgesinde, özellikle ova tabanları ve vadi tabanlarında çok sayıda şehir kurulmuştur (Tunçdilek, 1986). İncelemeye konu olan Solhan (Bingöl) Deresi Havzası, Doğu Anadolu’nun Yukarı Fırat Bölümünde yer alır.

Bingöl ili sınırları içerisinde 41° 01-41°04 doğu meridyenleri ile 39° 00-38°52 kuzey paralelleri (Harita 1) arasında yer alan ve aynı zamanda ana havza olan Fırat Nehrinin kolu Murat Nehri ve onunda kolunu oluşturan Giloran deresi ve alt kolları çalışma sahamızı oluşturmaktadır. Seçilmiş olan iki dere esence ve solhan dereleri

giloran deresine dökülmektedir. Çalışma sahamızı “Giloran deresi havzası sel ve taşkın analizi” değil de “Solhan deresi havzası sel ve taşkın analizi” seçilmesinin nedeni hem Solhan ilçe merkezinin sel ve taşkın olayına maruz kalması dolayısı ile bu duruma dikkat çekmek hem de Solhan ilçe merkezinin sahada önemli bir yer kaplamasındandır.

Sahada bulunan başlıca tepeler; Kuzeyinde Gümüş tepe, batısında, Keçel tepe, Güneyinde Zime tepe, Doğusunda Blok tepe bulunmaktadır. Akarsular olarak ise; kuzeyinde Göynük Çayı’na dökülen Göynük yayla deresi, batısında Gülbahar Deresi’ne dökülen Heşvarın Deresi, güneyinde ise Murat Nehri ve Doğusunda Murat Nehri’nin kolu olan Çeşmeler Deresi olup hidrografik bir havza ile çevrelenmiştir. Çalışma alanı göl bakımından da zengin olup, Arzenk gölü, Turna gölü (Yüzenada), Gelintepe gölü, Harsevank gölleri bulunmaktadır.

Topografik açıdan engebeli bir bölgede bulunan araştırma alanımız, nisbi yükseklik farkının fazla olduğu bir sahadır. En yüksek 2670 (Harita 1) ve en düşük 1050 metre yükseltilere sahiptir. 2500 metreyi aşan dağlar, olduğu gibi, üzerindeki yaylalar ve düzlüklerin bile yükseklikleri 1800 metreden aşağı düşmez.

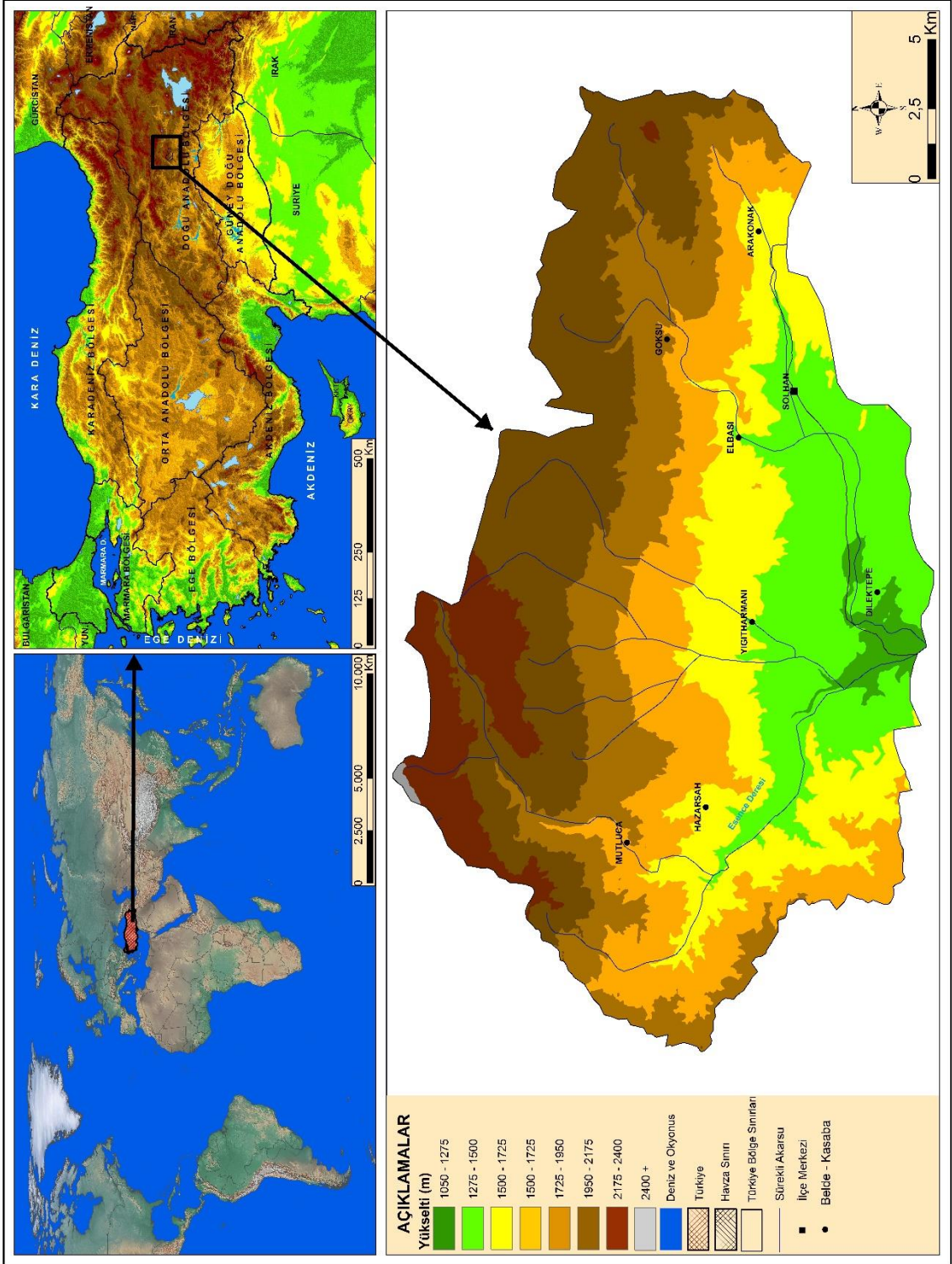
Havza içerisinde doğu-batı doğrultusunda akan Solhan Deresi ve alt kolları güneye doğru kavis çizerek önce Giloran deresinde birleşiyor daha sonra ise Murat Nehri’ne dökülmektedir. Çalışma sahamız çevresi kuzeyde Halitbey Tepe, batısında yaklaşık olarak 1300 m ile Halil Dağı, güneyde ise Sarıduz ve Mezralı tepe, doğusunda 1800 m ile boyun tepe bulunmakta olup 448 km²’lik bir alan kaplamaktadır.

Şaroğlu ve Yılmaz, 1986’da yaptıkları çalışmada inceleme sahası için “Doğu Anadolu Bölgesi penneplen özelliği ile Miyosen başlarındaki tektonik hareketlerle parçalanmış ve Doğu Anadolu’nun büyük bir bölümü gibi araştırma sahası ve çevresi de sığ bir denizle kaplanmıştı” demiştir. Aynı zamanda bölgenin jeolojisi hakkında “Üst Miyosende Bingöl – Muş bölgesinde beliren dağ arası havzada kuzey – güney yönlü açılma çatlaklarından çıkmış volkanik malzeme ile bunlara eşlik etmiş göl ve akarsu çökellerinden meydana gelen Solhan volkanitleri ürün vermiştir” demiştir.

Jeomorfolojik birim olarak çalışma sahasında başlıca birimler; Tabanını dağlar, yüksek ve alçak platolar, vadi tabanı, sırtlar, dar ve derin vadiler, aşınım yüzeyleri, birikinti konileri, kornişler, kuesta, dolgu yüzeyleri, eğimli yamaçlar ve etek düzlüklerinin işgal ettiği jeolojik ve jeomorfolojik yapı arz etmekte ve aynı zamanda hidrolojik bir bütünlük meydana getirmiştir.

İklim özellikleri bakımından alanın orografik yapısı iklim üzerinde etkili olmuştur. Özellikle yaz (haziran, temmuz ağustos ve eylül) aylarında yağış görülmemektedir. Bu nedenle yaz mevsimi kurak olarak geçmektedir. Kar kalınlığı en yüksek 177 cm ile şubat ayında olup, ortalama karla örtülü gün sayısı ise 24,5 ile ocak ayı göstermektedir. Diğer taraftan, yükseltelerin 2000 ve 2700 m' ler olması kuzeydoğudaki Şerafettin ve Bingöl Dağlarının, kuzeyden gelen soğuk hava akımlarının inceleme alanına sokulmasını az da olsa frenleyerek olumlu bir rol oynadıkları düşünülebilir. Bunun yanı sıra nisbi yükselti farkının fazla olması dağlık kesimler ile havza tabanları arasında her mevsim sıcaklık farkının görülmesinde etkin bir rol oynamıştır. Bu durum basınç farklılıklarının doğmasına ve hava akımları yamaçlardan aşağılara doğru yönelerek yerel rüzgârların oluşmasına neden olmuştur. Yine bu durum Solhan 'da kuzeydoğu yönlü rüzgârların etkin olmasının nedeni dir. Sel ve taşkınların sahamızda nisan ve mayıs aylarında olmasının sebebi uzun süre yerde kalan kar örtüsünün erimesi, bu aylarda sağanak yağışların artması ve litolojinin geçirimsiz olması sonucunda, yağışın yüzeysel akışa geçmesine neden olur. Bu da havzamızın aşağı kesimlerinde (Solhan, Arakonak) sel ve taşkına neden olur.

İnceleme alanındaki bitki örtüsü şöyledir; dağların yüksek kesimlerinde genellikle seyrek ormanlar hâkim iken, 1800 metrenin altında ise meşe ormanları bulunmaktadır. Toprak özelliklerine baktığımızda, ise genellikle bazaltik topraklar hâkimdir. Ancak kahverengi ve kırmızı kahverengi topraklar da görülür. Vadilerde alüvyal topraklar görülmektedir.



Harita 1. Solhan deresi havzası lokasyonu

İnceleme alanındaki yükselti farkının fazla olması, alçak kesimler ile yüksek kesimler arasında iklim, bitki örtüsü, nüfus-yerleşme ve ekonomik faaliyetlerde farklılık meydana getirdiğini yukarıda açıklamıştık. Özellikle alçak alanlarda tarımla geçimini sağlayan nüfus, yüksek alanlara çıkıldıkça hayvancılıkla geçimini sağlamaktadır. Yerleşmelerin bulunduğu alanlar ve yağış tipi taşkın ve sel için önemlidir. Nüfus olarak köyleri ile birlikte 32,975 kişi olup, araştırma sahasında bulunan yerleşim alanlarının kurulmasında ve gelişmesinde su kaynakları son derece önemli bir rol oynamıştır. Solhan merkezin nüfusu ise 15.950 kişidir. Halkın % 48.37'si şehirde %51.63'ü köylerde yaşamaktadır. Sahamızda yaşanan deprem, kütle hareketleri, sel ve taşkınlar saha üzerindeki birçok kırsal yerleşim yerini etkilenmiş ve etkilenmeye de devam etmektedir. Bu durum nüfusun, hem ekonomik hem de can ve mal kaybı açısından zarar görmesi sonucunu doğurmuştur.

Sahamızdaki nüfusun büyük bir kısmı tarım ve hayvancılıkla uğraşmaktadır. Sahamız arazi kullanımını açısından tarım alanlarının alanı 84 km² dir. Doğal çayırların alanı ise 116 km² dir. Bu durum sahamızın yaklaşık % 45'ine karşılık gelmektedir. Bu açıdan bakıldığında gelecek sel ve taşkın olayında ekonomik olarak hem can kaybına hem de mal (tarım ürünü, hayvan) kaybına neden olacaktır.

1.2. Materyal ve Yöntem

Günümüzde sel ve taşkın araştırmaları için birçok yöntem kullanılmaktadır. Özellikle uydu teknolojilerindeki ilerlemeler ve CBS alanındaki yenilikler sel ve taşkın gibi olayların araştırılmasında ve incelenmesinde çok önemli avantajlar sağlamaktadır.

Sel ve taşkınlarda kullanılan metotlar genel olarak şu sıralamayı takip eder; a) Hidrolojik modelleme b) Hidrolik modelleme c) Farklı senaryolara göre taşkın haritalaması d) Farklı senaryolara göre etki altında kalan mekânsal özelliklerin ortaya konması (Snead, 2000)

Bu çalışmada sel ve taşkın analizine yönelik farklı iki yöntem uygulanmış ve yorumlanmıştır. Kullanılan **yöntemlerden** bir tanesi, karar vericilere çok sayıda ve karmaşık konularla ilgili karar verebilmeleri konusunda yardımcı olan çok kriterli karar verme analizidir (ÇKKVA). Bu yöntem ile ilgili işlemler ArcGIS 10.2.1 yazılımının Spatial Analysis modülü ile gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada taşkın riski; havzanın eğim, bakı, jeolojik özellikler, toprak özellikleri bitki örtüsü ve arazi kullanımı olmak üzere 6 parametreye bağlı olarak düşünülmüştür.

Kullanılan diğ er **yöntem** ise havza morfometrisidir. Havza morfometrisi alansal, çizgisel ve relief morfometrik özelliklerin, havzalarda meydana gelen taşkınlarla ilişkisi ortaya konmuş ve havzalardaki taşkın problemlerine karşı yapıcı ve kalıcı önlemlerin alınmasında havza morfometrik özelliklerinin ne derece önemli olduğu vurgulanmıştır. Havza morfometrisine ait elemanlardan eğim, bakı, havza rölyefi, engebelilik değ eri, drenaj yoğunluğu, akarsu sıklığı, tekstür oranı, form faktörü, dairesellik oranı, uzama oranı, çatallanma oranı, akım toplanma zamanı hesaplanmıştır.

Bu yöntem ile sel ve taşkınlar arasında ilişki olduğunu vurgulayan pek çok çalışma bulunmaktadır (Strahler, 1964 ; Eyles, 1971; Tarboton, 1996; Biswas ve diğ ., 1999; ENTRIX, 2001; Reddy ve diğ ., 2004; Senadeera ve diğ ., 2004). Son yıllarda CBS tabanlı havza morfometrisi ile ilgili çalışmaların sayısında artış gözlenmektedir (Moore ve Diğ ., 1993; Yin ve Wang, 1999; Dowling ve diğ ., 1998; Ritter ve diğ ., 2002; Rodriguez-Iturbe ve Rinaldo, 2001; Sarangi ve diğ ., 2001, 2003; Bishop ve diğ ., 2002; Özdemir, 2011; Singh ve diğ ., 2008).

Yazılım olarak CBS yazılımlarından Google Earth, Adobe Photshop, Global Mapper, ArcGIS 10.2.1 ve uzantıları olan Arc Hydro, Easy AHP (Analitik Hiyerarşi Metodu) yazılımları kullanılmıştır. CBS yazılımlarının kullanılmasının nedeni her bir yazılımın eksik kısımlarının bulunmasından dolayıdır.

ArcGIS Desktop ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ArcGlobe ve Model Builder arayüzleri ile haritalama, coğ rafi analizler, veri editleme, veri yönetimi, depolama, saklama ve görüntüleme işlemlerini gerçekleştirebileceğiniz bir coğ rafi bilgi sistemi yazılımıdır. Arazinin sayısal yükselti modellenmesinin yapılması ve üç boyutlu analizlerinin yapılabilmesi için ArcGIS Spatial Analyst, ArcGIS 3D Analyst; Hydrology Modeling modüllerinden yararlanılmıştır. Özellikle Spatial Analyst kullanarak, verilerimiz ile ilgili bilgi türetebilir, mekânsal ilişkileri kurabilir, en uygun alanları bulabilir, bir noktadan diğ er bir noktaya geçişlerde hesaplama yapabilirsiniz.

Bu çalışmada Çok kriterli karar verme analizinin ve havza morfometrik özelliklerinin kullanılmasının nedeni sahamıza en uygun modellerinden birisi olması ve sel ve taşkına etki eden doğ al ve beş eri faktörlerin, taşkın karakteristiklerini ortaya koymada önemli bir yere sahip olmasıdır. Çalışma sahamızın geçmişte yaşanmış sel ve taşkınlarda özellikle doğ al (litoloji, yağış, eğim) faktörlerin neden olması bu yöntemin seçilme nedenidir. Ayrıca havza morfometrik özelliklerin ortaya konması bir yüzeyin şekli ve suyun bu yüzeyde nasıl hareket edeceğini belirler. Sahamızın yüzeyinin fiziksel

karakteristiğini tanımlama imkânı verir. Sayısal yükselti modeli ile drenaj sisteminin şeklini, yoğunluğunu, uzama oranını, su bölümü çizgilerini, akım yönü gibi birçok faktörün belirlenmesini sağlamaktadır. Sahamızda dar ve derin vadilerin olması, akarsu ağının fazla olması, eğimli bir yapıya sahip olması, bitki örtüsünden yoksun olması gibi nedenler havzamızın morfometrik özelliklerinin ortaya konulması önemli bir konudur.

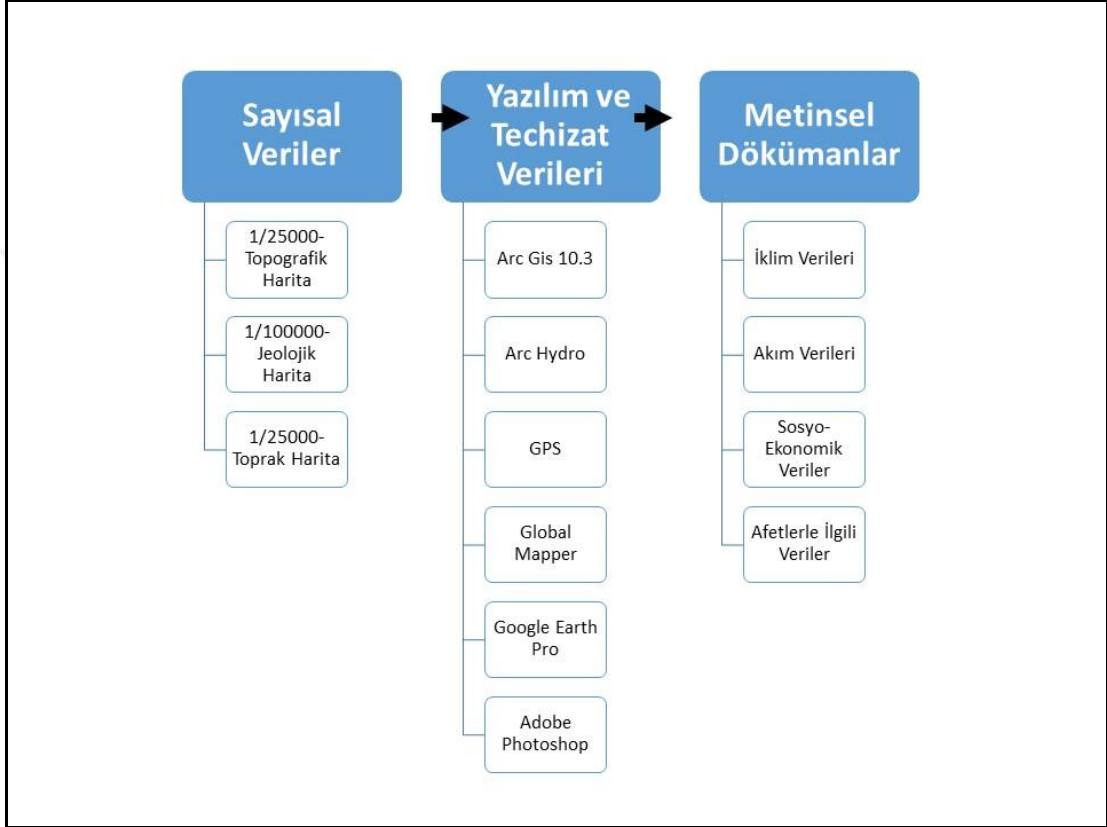
Tez çalışması boyunca izlenen yöntem öncelikle geniş bir literatür taraması yapılmış makale ve yayınlar, doğal afetlerle ilgili yerli ve yabancı örgütlerin çalışmaları (AFAD, FEMA, WMO vb.), daha önce yazılmış tezler, internet kaynakları elde edilmiştir.

Çalışmanın gerçekleştirilmesinde kullanılan materyalleri üç ana başlık altında toplamak mümkündür. Bunlar, sayısal veriler, yazılım ve teçhizatlar ile metinsel dokümanlardır (Tablo 1). Yaptığımız bu çalışmada kullanılacak veriler ve bu verilerin kullanılma yöntemleri detaylı olarak aşağıda maddelenmiştir:

- 1) Çalışmada 1:25.000 ölçekli k45b1, k46a1, k46a2, j46d3, j46d4, j45c4, paftaları kullanılmıştır. UTM (Universal Transverse Merkator) European Datum 1950. 37 Zona ait bu paftaların jeoreferanslaması yapılarak haritalar üzerinde çalışmamızda gerekli olacak katmanlar sayısallaştırılmıştır. Sayısallaştırılan katmanlardan eşyükselti eğrileri kullanılarak 10m çözünürlüklü Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) elde edilmiştir.
- 2) Üretilen SYM verisine bağlı olarak eğim, bakı, gölgelendirme, profil çıkartma, jeomorfometrik analizler, akarsu yoğunluğu, sıklığı gibi çalışma sahasının fiziki coğrafya parametrelerinin belirlenmesi yapılmıştır.
- 3) 1960-2013 yılları arasında sahadaki meteorolojik istasyonlardan elde edilecek iklim verilerine (yağış-sıcaklık vb.) bağlı olarak sahanın sel ve taşkın üretme potansiyeli açısından değerlendirilmesi yapılmıştır.
- 4) 1975-2013 yılları arasında sahamızda bulunan akarsular üzerindeki Akım Gözlem İstasyonundan (AGİ) verileri temin edilerek, yağış-akış arasındaki ilişkiler ortaya konmuştur.
- 5) Sahanın sahip olduğu uydu görüntüsünden NDVI(Normalized Difference Vegetation Index) arazi kullanımı, filtrelemeler gibi temel bileşenler elde edilmiştir.
- 6) Sonuç olarak, çalışma sahasında çok kararlı karar verme analiz (ÇKKVA) yöntemi ve havza morfometrisi esas alınmıştır. Bu ÇKKVA' da tehlikeli alanlar belirlenirken parametreler tek tek ele alınmış ve yorumlanmıştır. Havza için taşkın

tehlike alanları oluşturulurken, havzanın coğrafi özellikleri (eğim, bakı, yükselti, jeoloji toprak ve bitki örtüsü) ve taşkın karakteristikleri dikkate alınmıştır. Bu yöntemde çalışma alanındaki taşkın riskine ilişkin parametreler değerlendirilmiş ve bunların her birine ağırlık değeri verilmiştir. Uygulanan yöntemde riskli alanlar belirlenirken parametreler tek tek incelenmiştir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan başlıca metaryaller



1.3. Amaç ve Kapsam

Bu çalışmanın başlığının “**Solhan Deresi Havzasının (Bingöl) Sel ve Taşkın Analizi**” seçilmesinin sebepleri şunlardır;

➤ Şehirleşme ile birlikte ekonomik gelişme faaliyetinin yoğun bir biçimde devam ettiği ülkemizde, sanayileşme ve sektör çeşitliliğinin beraberinde getirdiği kentleşme aktivitesi, akarsu havzalarında insan faaliyetinin çeşitliliğini ve yoğunluğunun büyük ölçüde artmasına neden olmuştur. Bu ise havza bütünündeki hidrolojik dengeyi bozmakta ve neticede can ve mal kaybına yol açan sel ve taşkınların giderek daha büyük ve sık olarak görülmektedir (Özcan 2008). Çalışma sahamızda yoğun yerleşme yok, ancak yerleşim alanlarını yoğun bir şekilde etkilediği bir sahaya

karşılık gelmektedir. Sel ve taşkın açısından çalışma sahamızı iki şekilde etkilemektedir; Yerleşim yerlerinin çoğunlukla yol kenarında kurulmuş olması ve kırsal alanlardaki yerleşimlerinin büyük çoğunluğunun derine yarılmış vadinin içinde bulunması sel ve taşkına etki eden önemli bir parametredir.

➤ Medeniyetlerin büyük çoğunluğu, akarsu kenarlarında kurulmuştur. Akarsu kenarında kurulmasının nedeni tarım, sağlık ve enerji amacı ile olması idi. Günümüzde ise akarsu kenarları hala, üretim yapmak, eğlence ve gelişim için hala fırsat olarak görülmektedir. Taşkın sahası olarak ifade edebileceğimiz Hazarşah köyünde halkın geçim kaynağı olan alan olması dolayısı ile taşkın sahalarının bağ ve bahçe olarak kullanılması ve aynı zamanda tarım amaçlı kullanılması ani taşkınlarda her ne kadar yamaçta bulunan yerleşim yerlerini fazla etkilemese de, tarım alanlarını etkilemesi kaçınılmazdır.

➤ Küresel iklim değişikliğinden çok, iklim ekstremlerinin frekanslarındaki artış da dikkate alınırsa sıcaklık değerlerindeki gidişat yıllar arasında bir düzene sahip iken, yağışlar oldukça değişkenlik gösterir. Bazı güçlü bulgulara göre de yağışlardaki bu değişkenlik gelecekte daha da artacaktır (Trenberth vd. 2003). Bu da yağışların yıl içindeki süreksizliğine ve dolayısıyla ani ve sağanak yağışların artmasına neden olacaktır. Bu durumun ortaya çıkaracağı en doğal sonuç, birçok havzada taşkınların sıklık ve şiddetinin artmasıdır. Çalışma sahamızda 2011 yılının mayıs ayında ekstrem yağışa bağlı olarak sel ve taşkın yaşanmış hem ilçe (Solhan) merkezi hem de kırsal yerleşim (Ara Konak, Dilek Tepe vb.) alanları büyük ölçüde zarar görmüştür.

➤ Yeryüzünde afetleri sıraladığımızda, deprem birinci sırada olduğunu ancak ikinci sırada yer alan sel ve taşkınların depremlerden sayıca fazla ve yaygın olduğunu söyleyebiliriz. Sel ve taşkınlar can kayıpları az olmasına rağmen ekonomik yönden büyük kayba neden olurlar. Kayıt altına alınanlar bile, doğal afetler yönünden ikinci sırada yer almasını sağlamaktadır. Kayıt altına alınmayanlar da hesaba katılır ise daha büyük ekonomik kayba neden olduğu görülecektir.

Bu çalışmanın başlıca amaçları aşağıda sıralandığı gibidir:

➤ Sel ve taşkınların meydana gelmesinde etkili olan jeolojik, morfometrik, iklim, bitki örtüsü ve toprak özellikleri birlikte değerlendirilerek, Solhan Deresi havzası genelinde, bu havzanın alt havzaları ile birlikte meydana gelmiş sel ve taşkın olaylarının ÇKKVA ve havza morfometrisini de esas alarak sel ve taşkınların tehlike potansiyelini ortaya koymaktır.

➤ Solhan deresi havzasının sel ve taşkın analizi çalışmaları kapsamında, öncelikle sahanın genel fiziki özellikleri üzerinde durulmuştur. Daha sonra çalışmanın amacına uygun olarak, tehlikeyi oluşturan faktörlerden olan doğal ve beşeri ortam özellikleri ayrı ayrı incelenmiştir. Bu iki faktörlerin birlikte değerlendirilmesi ile havzanın sel ve taşkın tehlike analizi tamamlanmıştır. Bütün bu çalışmalar havza bazında değerlendirildiği için orta ölçek olan 1/25000 ölçeği kullanılmıştır.

➤ CBS ve UA yöntemlerini kullanmak suretiyle, sahada fiziki faktörleri ve morfometrik yüzey analizleri ve bunlara ait tehlike analizi çalışmaları yapmak araştırmanın sel ve taşkınlar kısmına ait başlıca kapsamını oluşturur.

Özet olarak; Çalışmada Solhan Deresi havzasının ve yan dere havzalarının sel ve taşkına olan etkisini görmek amacıyla morfometrik analizleri yapılmış, sel ve taşkına etki eden faktörler incelenmiş, son olarak ta Çok kriterli karar verme Analizi ile taşkın analizi yapılmıştır.

1.4. Önceki Çalışmalar

Solhan Deresi havzasında sel ve taşkınlar kapsamında yapılmış detaylı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu sahayı ve çevresindeki alanları içine alan daha çok jeolojik, hidrojeolojik ve jeomorfolojik konularda çalışmalara rastlamak mümkündür.

Sel ve taşkın ile ilgili DSİ(Devlet Su İşleri), Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Kaymakamlık ve özel teşebbüsler gibi kurum ve kuruluşların hazırlanmış oldukları dere ve ıslah çalışmalarının raporları mevcuttur.

İnceleme sahasının çevresi ile ilgili olarak yapılan çalışmalar:

AFAD' in 1979 yılında Solhan deresi ve havzası üzerinde bulunan Solsi deresi taşkını sonucu 42 afetzede belirlenmiş ve 15.10.1979 tarihli protokolle ilave olarak Yeogunu mevkii yeni yerleşim yeri olarak seçilmiştir.

DSİ'nin 1991'de yapmış olduğu çalışmada çalışma sahası içindeki Düzağaç mevkii sel baskınından dolayı yeni yerleşim yeri olarak belirlenmiştir.

TÜRKECAN (1991), çalışmasında: Güneydoğu Anadolu'da Muş yöresinde yapılan kendi çalışmasında Pliyosen yaştaki volkanitler petrografik ve kimyasal özellikleri bakımından incelenmiştir.

DSİ' nin 12 Mayıs 1997 tarihinde yapmış olduğu Esence deresi üzerinde bulunan Mutluca köyü ve deresinde su baskını olayları incelenmiş ve jeolojik etüdü çıkarılmış ve yetkili kurum ve kuruluşlara bilgi verilmiştir.

TARHAN (1999), “Çalışma alanı ve yakın çevresi Neojen Volkanizması Orta Miyosen yaşlı Bingöl Dağı grubunu oluşturan volkanitlerle başlar. Bu volkanitleri, üst Miyosen yaşlı Varto grubu uyumsuzlukla örter. Her iki grubu da alt Pliyosen yaşlı Hamurpet lavı ve yatay tabakalı Orta/ Üst Pliyosen yaşlı formasyonlar uyumsuzlukla örter. Bölgede, Alt Miyosen sonrası çarpışmaya (veya sıkışmaya) bağlı olarak gelişmiş, K-G sıkışma kuvvetleri kıta kabuğu kalınlaşmasına, ekaylı ve bindirmeli yapıların gelişmesine neden olmuştur. Bu olaylar sonucunda kıta kabuğu derine gömülerek, yatay gerilim fayları (detachment faults) gelişir. Yatay gerilim faylarına koşut olarak, alt kabukta basınç azalması ve kısmî ergime gerçekleşir. Aynı zamanda, Neojen magmatizmasının yüzeye çıkarılmasını sağlayacak zayıflık zonları gelişir. Volkanitlerin farklı çıkış merkezlerinde bileşimsel farklılık göstermesine ek olarak, aynı çıkış merkezli lavlarda da zaman boyutunda farklılaşma görülür. Özellikle Solhan formasyonu volkano-klastik (aglomera, volkanik breş, lapilli, tüf, kül) ile lav (bazalt, bazaltik andezit, andezitik bazalt, andezit, asit, latit), kama, mercek ve ara katkılarından oluşur. Bunların yanı sıra ince-orta katmanlı tüfit, mam, tüflü mam, gölssel kireçtaşı, kumtaşı, aglomera ve silttaşı kaya birimlerini de kapsar. Bölgedeki, Üst Miyosen yaşlı lav ve volkano klâstiklerin bileşimleri çıkış merkezlerine bağlı olarak bazalt-andezit-trakit-dasit türünde değişimler gösterir. Ancak, bazalt türü kayaların çok daha egemen olduğu görülür.” demiştir.

DSİ' nin 2007 yılında yapmış olduğu Solhan ilçesi Arakonak beldesi Hazar Deresi 2. Kısım Taşkın koruma inşaatı yapılmış ve rapor olarak sunulmuştur. Bu raporda 6 adet ıslah sekisi, 6 adet enerji kırıcı havuz belirtilmiştir.

SÖZERİ ve EVREN (2007)'e ait yüksek lisans çalışmasında; Solhan volkanitlerinin üstünde olasılıkla uyumsuz bir şekilde yer alan Zırnak formasyonu Muş havzasının kuzeyinde yaygındır, istifteki çökeller karasal ortamlarda gelişmiş olup, kireçtaşı düzeyleri gölssel fasiyestedir. Birimde derlenen fosiller Üst Miyosen-Pliyosen zaman aralığını karakterize etmektedir.

SOYLU (2009), da yaptığı çalışmada Bingöl şehrini sınır olarak almış ve çalışmasında gelişmiş ülkelerin büyük şehirlerinde değil, gelişmekte olan ülkelerin şehirlerinde de çevre sorunları yaşandığını söylemiştir. Öyle ki bu sorunlar her geçen gün bir kat daha artmaktadır. Gelişmekte olan ülkemizde daha işin başında bu gibi şehirlerde gerekli önlemler alınırsa ilerideki yıllarda daha önemli sorunlar ve masraflarla karşılaşılmaz.

DSİ 2011'de tarafından Solhan ilçesinin batısında, Esence Deresi üzerinde bulunan Hazarşah köyünün ev ve arazilerini Has Deresi'nden ve köy içi yan derelerinin taşkınından korumak için ıslah sekileri yapılmıştır.

KALAYCI (2012), Yapmış olduğu çalışmasında yine Bingöl il bazında çalışılmış ve "Bingöl, TÜİK'in 26 alt bölge esaslı 2.düzye sınıflandırmasına göre, Bingöl "Malatya altbölgesi"nde yer almaktadır. Geri kalmış bir kent olarak, 1968 kararnamesinden beri 1.dereceden "kalkınma öncelikli yöre" (KÖY) kapsamındadır. Bir bölgesel kalkınma projesi olan "Doğu Anadolu Projesi" (DAP) sayesinde Bingöl ve çevresinin kalkınması amaçlanmaktadır. DPT kalkınma senaryolarına göre, eğer DAP 2011-2020 dönemleri arasında %9 oranında büyüme gerçekleştirirse, Bingöl'ün gelir ve istihdam düzeyi önemli ölçüde artabilecektir. Bu bağlamda, bölgede ve dolayısıyla Bingöl'de, karşılaştırmalı üstünlükler tezine göre, ağırlıklı sektörler (tarım ve hayvancılık) korunmalıdır demiştir."

İnceleme sahasının konusu ile ilgili olarak yapılan çalışmalar:

MOORE ve diğ., (1991) de meydana gelen taşkınları anlamak, taşkınları zamansal ve mekânsal olarak tahmin etmek ve etkilerini ortaya koymak için çeşitli bilgisayar modelleri geliştirilmiştir.

JAİNT, vd. (1995), "Sel ve taşkın çalışmalarında CBS'nin ve UZAL'ın kullanımıyla oluşturulan sayısal ve sözel veri tabanı yardımıyla bugün kullanıcıya birçok kolaylık sağlanmaktadır. Bu kolaylıklardan birisi de sel ve taşkına neden olan faktörlerin kantitatif olarak belirlenmesi ve belirlenen bu kantitatif özelliklerin CBS teknolojisi yardımıyla, güvenilir ve kesin olarak ortaya konmasıdır. Bunun yanında CBS, havzalara ait morfometrik parametrelerin ve diğer ilişkili veri tabanlarının mekânsal analizlerinin güncellenmesi ve izlenmesinde etkili bir kullanıma sahiptir."

USACE (2005) HEC-GeoRAS coğrafi verilerin HEC-RAS ile beraber işlenmesi için geliştirilmiş ve ArcGis üzerinde çalışan bir uzantı (modül) dür. Bu modül ile SAM (Sayısal Arazi Modeli)'nden elde edilen geometrik veri dosyaları (dere kanalı, enkesitler, dere kıyıları, sanat yapıları vb.) ile diğer tamamlayıcı bilgiler (pürüzlülük katsayısı vb.) HEC-RAS yazılımının okuyabileceği (import) formata çevrilebilmektedir. HEC-RAS ile analiz bittikten sonra su yüzü profili verisi ile hız vb. veriler tekrar CBS formatına çevrilebilmektedir. CBS formatına çevrilen bu verilerden amaç doğrultusunda haritalar (taşkın haritası, taşkın derinliği haritası) yapılabilmektedir.

Bu çalışmaların en küçük ölçekten en büyük ölçeğe kadar en iyi şekilde izlenmesi, gerekli olan bütün bilgilerin elde edilmesi, oluşturulması, depolanması ve bir takım kantitatif sonuçlara ulaşılması ve değerlendirilmesi açısından Coğrafi Bilgi Sistemleri(CBS) ve Uzaktan Algılama(UA) çalışmalarının büyük önemi bulunmaktadır (Van Westen ve Soeters, 1993; 1999).

KOBİYAMA vd. (2006), “-Taşkınlar insanlık tarihini etkilemiştir. EM-DAT (Emergency Disaster Data Base) verilerinden analiz edilerek göstermektedir ki son yıllarda dünyada hem sel ve taşkınların artması hem de sel ve taşkından etkilenen insanların sayısı önemli ölçüde artmıştır. Bu durumun oluşmasında büyük ölçüde insan faaliyetleri etkili olabilir.”

CEYLAN VE KÖMÜŞÇÜ, (2007), “Türkiye’de yaklaşık son 67 yılda meydana gelen afet oluşum kayıtlarına göre, en fazla meydana gelen meteorolojik karakterli doğal afetlerin fırtına, sel ve taşkınlar ile dolu olduğu görülmektedir. Meydana gelen meteorolojik karakterli doğal afetler içerisinde en büyük gerçekleşme oranı % 30 ile fırtına ve kuvvetli rüzgâr afetine aittir. Bunu az bir farkla sel ve taşkınlar (% 29) ve dolu (% 22) afetleri izlemektedir.”

ÖZDEMİR (2007), “Taşkın riski çalışmalarında havzadaki yağış özellikleri ve çalışılan sahadaki derelerin yatak özelliklerinin yanında barajdan kaynaklanabilecek risklerin de dikkate alınması risk yönetimi açısından önemlidir. Taşkın risk analizlerinde akarsular üzerinde yapılan mühendislik yapılarından (barajlar, taşkın setleri, duvarları), kaynaklanabilecek taşkınların ortaya çıkaracağı zarar, normal taşkınlara oranla daha fazla olmaktadır. Risk yönetimi açısından bu tür senaryoların dikkate alınması analizinin iyi yapılması gerekmektedir.”

GÜRER VE UÇAR, (2009), “Ülkemizde 1955-1969 yılları arasında genel hayatı etkileyen önemli taşkın olayı sayısı 1140 adet ve meydana gelen can kaybı sayısı ise 510 kişidir. 1970-1997 yılları arasında değerlendirilen toplam taşkın olayı sayısı ise 626 ve toplam can kaybı sayısı 538’dir. Türkiye’de 1955-2009 yılları arasında meydana gelen 2089 taşkın olayında 1360 kişi yaşamını yitirmiş ve 3 milyar dolardan fazla maddi kayıp oluşmuştur.”

ÖZALP (2009), “Türkiye’de büyük taşkınlar bölgesel iklim, topografya ve yağış alanı büyüklüğü faktörlerinin birleşiminden oluşur. Kuzey, batı ve güney sahillerimizdeki denizlerden iç kısımlara doğru uzaklaştıkça atmosferdeki nem azalır. Karadeniz ve Akdeniz sahillerinde olduğu gibi nemli hava akışına dik yüksek kotlu

alanlarda şiddetli yağışlar ve büyük taşkınlar oluşur. Büyük havzaların önemli taşkınları mevsimlik kar birikiminin yağmur ile birleşiminden oluşur. Küçük havzaların büyük taşkınları ise konvektif fırtınaların oluşturduğu şiddetli yağışlardan oluşur.”

SUNKAR, vd, (2009) ‘da yapmış olduğu çalışmasında, şehirsiz yapılar sonucu geçirimsiz yüzeyler (beton yüzeyler, asfalt vb.), yüzeysel akışı doğal olan yüzeylere göre akış hızı daha fazladır. Bu nedenle şehir merkezlerinde ani seller ve taşkın olayları sıklıkla görülür.

“Bazı bilim adamları özellikle olağandışı sellerin çoğunlukla iklimde ve arazi kullanımında meydana gelen değişimlerden kaynaklandığını öne sürmektedir. **Hayden** yüzeysel akış oluşumunun arazi kullanım değişimlerine göre farklılık gösterdiğini ifade etmiştir. **Molina vd.** yapay yağmur koşullarında farklı arazi kullanım şekilleri üzerinde tesis ettikleri parsellerde yüzeysel akış oluşumunu incelemiş; arazi kullanım değişimlerinin yüzeysel akış oluşumunu etkilediğini, bozuk alanlar ile terk edilmiş alanlardaki yüzeysel akış oluşumunun vejetasyonla kaplı mera alanlarına göre daha hızlı ve ani olduğunu ortaya koymuşlardır.”

GÜNEK, (2010), “Bu çalışma akarsu kaynaklı taşkın alanlarının belirlenmesi ve riskini ortaya koymak amacı ile planlanmıştır. Son yıllara gelindikçe kısa vadede taşkınların hem sayısı hem de şiddeti artmıştır. Bunun en önemli nedeni doğal ve beşeri faktörlerin değişikliğe uğramasıdır. Taşkınlar, meydana geldikleri alanlarda yerleşim birimlerine, sanayi tesislerine, yollara, haberleşme ve enerji hatlarına büyük zararlar vermektedirler”.

ROZALİS vd. (2010), “Nitekim kentleşme ile sel ve taşkın riski arasındaki ilişkiler esas alınarak yapılan bir çalışmada kentleşmede meydana gelecek % 10’luk bir artış gösterdiğinde infiltrasyonun azalması nedeniyle yüzeysel akışta % 7’lik, derinlikte ise % 5’lik artış olmaktadır. Kentleşme miktarının % 20 oranında artması durumunda yüzeysel akışta % 12, derinlikte ise %10 artış meydana gelmekte kentleşme oranının % 50 artması halinde ise yüzeysel akışta % 29 ve derinlikte % 26 artış gerçekleşeceğini savunmaktadır.”

TUROĞLU (2010), “Yaptığı çalışmada şöyle belirtmiştir: 8-10 Eylül 2009 tarihlerinde Trakya’nın genelinde etkili olan yağışlar şehir merkezlerinde ve ilçelerinde çok sayıda sel ve taşkın afetlerinin meydana gelmesine neden olmuştur. Çalışmada, Silivri-Selimpaşa sahil kuşağı ve bu kuşağı etkileyen drenaj havzaları coğrafi perspektifte incelenerek, değerlendirmelerin yapılması hedeflemiştir. Yapılan analiz

sonuçlarında iki önemli problem ortaya çıkmıştır. Biri; kıyıya kabaca paralel olarak uzanan TEM otoyollarıdır. Bu durum doğal akışı engelleyecek derecede doğal eğim koşullarını değiştirmiştir. İkinci problem ise taşkın yatağındaki yapılaşmalardır.”

ÜNERİ, (2010), “Türkiye’nin kıyı bölgeleri dışında iç bölgelerde de ciddi bir Meteorolojik Afet olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle aşırı sağanak yağışlar ve dere yataklarının yerleşmeler tarafından işgal edilmesi taşkın oluşumu üzerinde etkilidir.”

ÇELİK vd. (2010), “Ülkemizde ise sel-taşkınlar, depremlerden sonraki en büyük ekonomik kayıplara neden olan doğal afetlerdir. Ülkemizde sel ve taşkınlardan kaynaklanan ekonomik kayıp her yıl için ortalama 100 milyon dolara ulaşmaktadır. Batı Karadeniz Bölgesinde 1998 yılında meydana gelen sellerin maddi kayıplarının 500 milyon doları olduğu bildirilmektedir.”

ÖZDEMİR vd. (2011), “Taşkınlar, depremler gibi ne zaman meydana gelebileceği, nerelere kadar etkisinin olacağı gibi konularda ön görülemeyen doğal olaylar olmayıp, akarsuların sahip oldukları havza kapasitesi ve yağış özellikleri, akış gösterdiği yatak özellikleri, havzanın sahip olduğu arazi kullanım özellikleri gibi parametreler önem arz etmektedir. Buna ilaveten çalışılacak alanın detaylı Sayısal Arazi Modeli (SAM) verileri ile meydana gelen ve gelmesi muhtemel taşkınlar modellenenilmekte, taşkın suyunun arazideki yayılışı ve sınırları belirlenebilmekte, bu sınırlar içinde taşkının değişik fiziki karakterlerine bağlı olarak (derinlik, hız vb.) olası taşkın zararları tahmin edilebilmektedir.”

SARAL VE MUSAOĞLU 2011’ de “Çok Kriterli Karar Verme Ve Bilgi Difüzyonu Yöntemleri İle Taşkın Risk Analizi” adlı çalışmada, amacı risk analizi yapan bir yazılım geliştirmektir. Çalışma kapsamında risk analizi yazılımı geliştirilirken, Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi ve Bilgi Difüzyonu yöntemleri kullanılmıştır. Taşkın Risk Analizi (TRA) yazılımı, Visual Studio 2005 ortamında VB.NET programlama dili ile geliştirilmiştir. Bünyesinde, Analitik Hiyerarşi ile Bilgi Difüzyonu olmak üzere iki farklı yöntemi barındıran sistem, kullanıcıların kolay bir ara yüz eşliğinde taşkın riskini belirlemelerini sağlamaktadır.

TAŞKESEN (2011), “Taşkın risk haritalarının oluşturulmasında bu zarar görebilirlik analizleri uygulanmaktadır. “**Taşkın haritalamada zarar görebilirlik analizleri**” önemli bir girdi çalışmasıdır. Zarar görebilirlik analizi kısaca tanımın yapacak olursak; tehlike ve risk ile birlikte taşkın risk analizlerinin üç temel aşamasını oluşturur. Tehlike analizi; jeomorfolojik, hidrolojik, hidrolik ve istatistik analizleri

kapsar. Risk; yapısal ve yapısal olmayan önlemlerden oluşur. Taşkın risk haritaları, tehlike analizi aşamasında geçmiş taşkınlara ilişkin bilgi ve dokümanların da ayrıntılı incelenmesiyle oluşturulur.”

KESKİN, (2012), “Şehir merkezlerinde ve kırsal alanlarda meydana gelen taşkınlar çok büyük can ve mal kayıplarına sebep olabilmektedir. Oluşan zararların incelenmesinde, son yıllarda risk analizi ve değerlendirmesi taşkın olaylarındaki belirsizlik analizlerinde önemli bir araç olmuştur.”

KAYA (2012), “Taşkın risk haritalarına katkı sağlayan çalışmalardan biri de meteoroloji ve akım verilerine dayalı senaryolar üzerinden gerçekleştirilecek simülasyonlar ile taşkın risk haritalarının üretilmesidir. Söz konusu olan bu çalışmada YU ve Lane tarafından JFLOW modeli esas alınarak kentsel alanlar için daha uygun olacak şekilde geliştirilen taşkın modelleme yöntemi ve bu modele dayalı olarak Java dilinde yazılan simülasyon programı kullanılmıştır. Simülasyon girdi altlıkları ArcGIS ortamında oluşturulmuş, taşkın riski olan alanlar belirlenmiştir. Taşkın risk haritalarının bindirildiği uydu görüntüsü üzerinde kontrollü sınıflandırma yapılarak taşkın riski altındaki konut ve işletme amaçlı yapılar, tarım arazileri ve yollar ile varsa ikincil risk unsurları belirlenmiştir.”

SÖNMEZ, vd (2012), “Konuya faydalı ve farklı bir boyut getiren ve İstanbul ile sınırlı lokal bir çalışmada İstanbul ili sınırları içerisinde 8 adet dereye taşkın debileri hesaplamalarında kullanılan yöntemlerden olan Snyder, Kirpich, Mockus ve S.C.S yöntemleri uygulanmıştır. Ülkemizde taşkın debisi hesaplamalarında yağış ve akım ölçüm verileri olmadığından son yıllarda bu taşkın debisi yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır.”

ERKAL ve TAŞ, (2013), “Akarsu taşkınları, can ve mal kaybına neden olabilen olaylardandır. Ancak her akarsu taşkın oluşturabilecek nitelikte değildir. Kırsal alanlarda yer alan akarsuların oluşturduğu taşkınlar, akarsu müdahalesi az ve yerleşme yoğunluğunun düşüklüğü nedeniyle, daha az olumsuz etki oluşturur. Buna karşın kent yerleşmelerinin içinden geçen akarsulardan kaynaklanan taşkınlar, kentsel alanlarda çok daha yıkıcı etkiler meydana getirebilmektedir. Bu nedenle özellikle büyük kentlerin içinde yer alan akarsu havzalarında, akarsu yatak kontrolü daha dikkatli biçimde yapılmalıdır.”

İKİNCİ BÖLÜM

2. SOLHAN DERESİ HAVZASINDA (BİNGÖL) SEL VE TAŞKIN RİSKİNİ OLUŞTURAN FAKTÖRLER

Bu başlık altında sel ve taşkınların önemi bakımından oluşumunda etkili olan faktörleri de belirtmemiz gerekmektedir. Bu yüzden sel ve taşkınların oluşmasında etkili olan faktörleri önem sırasına göre sıraladığımızda ise;

➤ Sel-Taşkınlar “EM-DAT (Emergency Disaster Data Base) verilerinden analiz edilerek göstermektedir ki son yıllarda dünyada hem sel ve taşkınların artması hem de sel ve taşkından etkilenen insanların sayısı önemli ölçüde artmasının nedeni büyük ölçüde insan faaliyetleri etkilidir. Örneğin; yoğun ve düzensiz şehirleşme, ormansızlaştırma (ormanların yok veya tahrip edilmesi), sel ve taşkın açısından tehlike olan yerlerin işgali gibi (Kobiyama ve diğ., 2006).

Plate'in (2002) ifade ettiği gibi artan nüfus artışına bağlı olarak şehir alanlarının baskın şekilde kullanılması insanların taşkın ovasında yaşamaya başlamasına sebep olmuştur.

➤ IPCC (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli) 2013 yılı raporuna göre küresel ısınma kesin değildir. 1950'li yıllardan beri iklimde görülen değişikliklerin çoğu daha önce hiç görülmemiş düzeydedir. Küresel ısınmaya bağlı birçok ekstrem hava ve iklim olaylarında değişiklikler olduğu gözlenmiştir. Yüksek olasılıkla, küresel ölçekte soğuk gün ve gecelerin sayıları azalmış, sıcak gün ve gecelerin sayıları artmıştır. Kuvvetli yağış olaylarının sayısının artış gösterdiği kara bölgeleri, kuvvetli yağışların azaldığı karalardan olasılıkla daha fazladır. Kuvvetli yağış olaylarının sıklığı ve şiddeti ve özellikle bahar aylarında görülen kar erimeleri en önemli taşkın sebepleridir.

➤ Ancak, taşkınların oluşumunda belirtilen meteorolojik koşulların dışında jeomorfolojik ((eğim, bakı, Hipsometrik Eğri ve Hipsometrik İntegral), Akarsu Boyuna Profilleri, Akarsu Ağı ve Relief Özellikleri, Havza Şekli Analizi, drenaj ağı ve geometrisi)) özellikleri taşkınlar açısından son derece önemlidir. Türkiye; topoğrafik yapısının yüksek ve engebeli oluşu, jeolojik yapı ve toprakların durumu, yarı kurak iklim şartlarının karakteristik özelliklerine sahip olması, şiddetli sağanak yağışlar sebebiyle, erozyon ve sel felaketine oldukça hassas bir yapıda bulunmaktadır. Bu durum yağış olarak düşen suyun hareketini hızlandırmaktadır. Özellikle çıplak arazilere düşen

yağışlar, toprağa infiltrasyonu sağlanamadığından yüzey akışı olarak kendini göstermektedir. Ayrıca arazilere düşen yağışların yüzey akışı haline geçmesi toprak erozyonunu hızlandırmakta, verimli toprakların ve organik maddelerin göl, gölet, baraj, liman ve denizlere taşınmalarına sebep olmaktadır. Taşınan verimli topraklar ve diğer malzemeler kanalları, su yapılarını ve drenaj sistemlerini tıkayarak; göl, gölet, baraj ve limanlarda birikerek bu yapıların faydalı ekonomik ömrünü azaltmaktadır. Dere ve ırmak kenarlarında taşkınların meydana gelmesiyle ekili-dikili araziler zarar görmekte, verimli araziler uzun süre su altında kalmakta ve arazi yüzeyleri çamur tabakasıyla kaplanarak uzun süre ziraat yapılamaz hale gelmektedir. Sel baskınlarıyla yolların, köprülerin, enerji ve haberleşme hatlarının, içme suyu, kanalizasyon ve yağmur suyu şebekelerinin, ziraat alanlarının ve sanat yapılarının zarar görmesi büyük bir milli gelir kaybına yol açmaktadır (ORKÖB; Yukarı Havza Sel Kontrolü Eylem Planı, 2013-2017).

➤ Bir su toplama havzasına düşen yağmur şeklindeki yağışın oranları değişebilmektedir. Bir kısmı zemine infiltre olur, bir kısmı da bitki örtüsü tarafından tutulur bir kısmı ise buharlaşma ile yok olur. Fakat yağışın önemli kısmı yüzeysel akışa geçer. Bu durum üzerinde etkili olan, temel coğrafi faktörler; su toplama havzasının boyutları ve şekli, su toplama havzasının eğim özellikleri, arazi kullanım özellikleri, bitki örtüsü, toprak türü, drenaj sistemi ve kanal özellikleri, su toplama havzasının yükselti özellikleri etkili olmuştur (Turoğlu, 2010; Turoğlu ve Uludağ, 2010).

Çalışma sahasının sel ve taşkın Oluşumunda etkili olan faktörleri sıralayacak olursak;

➤ Yapısal etki, flüviyal topografyanın evrimi bakımından önemlidir. “Zira herhangi bir alanın şekillenmesi, genel aşınma için birer yerel taban seviyesi oluşturan ve aynı zamanda meydana gelen enkazın taşınması konusunda birer mecra rolü oynayarak aşınmanın devamını sağlayan vadilere göre yönelir.” Sonuçta belli yapılar üzerinde akarsu şebekesinin yapı hatlarına uyumu dolayısıyla, aşınımın evrimine paralel olarak belli topografya şekilleri meydana gelir (Erinç,2000). “Faylanmalar ve değişen eğim şartları sonucunda ana çizgileri ile ışınsal karakter gösteren bir drenaj tablosu ortaya çıkarmıştır. Bazı akarsular Kuzey Anadolu Fay Zonun’ da olduğu gibi ya ötelenmelere uğramış veya rift vadilere uymuştur(Erinç,1993).” İnceleme alanında ana akarsularda bu eğim şartlarının değişmesine bağlı olarak akarsu ışınsal karakter gösterir.

Ayrıca sahada faylanmaya bağlı olarak küçük kütle hareketleri heyelanlar, asılı vadiler ve etek ovaları oluşmuştur (Foto 1).

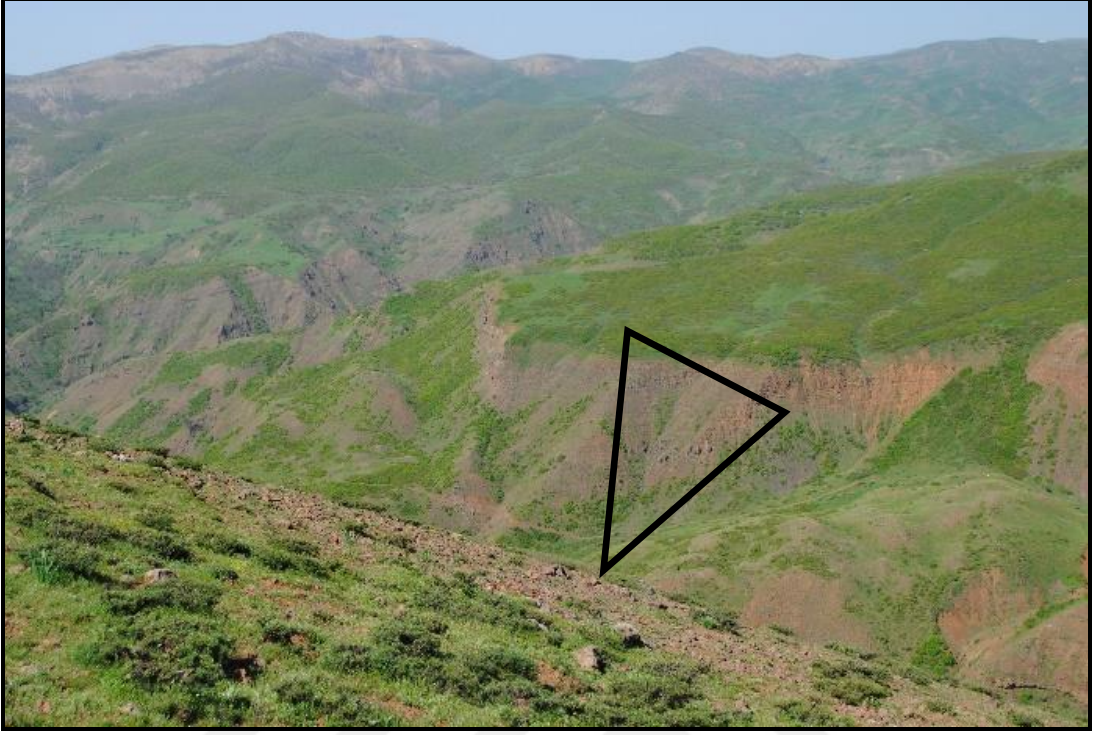


Foto 1. Çalışma alanının küçük heyelanlar

➤ Sahanın Jeomorfolojik ve jeolojik özellikleri sel ve taşkın oluşumunda en önemli parametrelerden biridir. Bu amaçla Solhan deresi havzasında başlıca jeomorfolojik birimler belirlenmiştir. Ayrıca havza içerisinde eğimin çok yüksek olduğu ve bundan dolayı sel afetinin çok fazla olduğu yamaçlar da sınıflandırılmıştır. Bu alanlar oviden platoluk alana, platoluk alandan tepelik alanlara geçişin belirgin olduğu yerlerdir. Bu durum da sel ve taşkın olayının etki ve süresini hızlandırmaktadır.

➤ Berger ve Rey, 2004’de çalışmasında “Doğal bitki örtüsü kısmen veya tamamen sel, taşkın, erozyon, çığ veya kaya yuvarlanmalarını önlemede önemli rol oynamaktadır” demiştir. Son 6000 yıl içerisinde doğal bitki örtüsündeki azalma bu olayların şiddetini artırmış, özellikle orman alanı dünya genelinde 6 milyar hektardan 4 milyar hektarın altına düşmüş, yani toplam orman alanının yaklaşık 1/3’ü ortadan kaldırılmıştır. Bu durum kısmen görülemeyen ölçüde iklim değişmelerine, nehirlerin sediment taşıma miktarının ve debilerinin artmasına neden olmaktadır (Çolak ve Pitterle 1999).

➤ Arazi kullanım özelliklerine bağlı olarak tarım alanlarının açılması, şehirleşme, sanayileşme ve ulaşım gibi beşeri kaynaklı faktörlerin dere yatakları

daralmakta bu da zaman zaman çok önemli boyutlarda mal ve can kaybı ile sonuçlanan sel ve taşkına neden olmaktadır.

2.1. Sel ve Taşkın Oluşumunda Etkili Olan Faktörler

2.1.1. Jeolojik Özellikler

Jeolojik özelliklerin, sel ve taşkın oluşmasında gerek doğrudan ve gerekse dolaylı olarak etkisi bulunmaktadır. Havza için yapılacak sel ve taşkın analizinde bir katman olarak değerlendirilecek olan jeolojik özellikler, çalışmaya katkısı oranında ele alınmıştır.

Jeolojik özelliklerin, sel ve taşkın oluşmasında havzanın jeolojik özellikleri ve özellikle litolojik içerik, zeminin cinsi morfolojik özellikleri belirlediği gibi, akışın zemine sızmasını ve yeraltı akışını da etkileyerek taşkınların oluşmasında etkilidir. “Örneğin gevşek alüvyal depolarla, gözenekli, çatlaklı kayalarda büyük oranlara ulaşan infiltrasyona karşın, killi ve kompakt yapıli kayalarda yüzeysel akış büyük oranlara ulaşmaktadır. Bitki örtüsünün zayıf olduğu ya da tahrip edildiği alanlarda, sellenme etkileri artmaktadır (Gürgen, 2004).” Çalışma alanında Volkanik tuf, andezit, bazalt ve proklastik kayalar başlıca kayaç türleridir.

Volkanik tuf kayaları çok sayıda gözenek içeren bir volkanik kaya türüdür. Volkanik tuf, magma içerisinden yeryüzüne püskürme ile oluşur. Tüfler, volkanlardan çıkan ince boyutlu malzemelerin (özellikle küllerin) oluşturduğu kayalardır. Açık renklidir ve çok kolay aşınır. Volkanik tüfler, inceleme sahamızda Elbaşı, Elbaşı Deresi ve havzası, Mutluca ve Hazarşah dereleri ve havzalarında bulunmaktadır.

Bazalt, volkanik bir taş olup doğada ya kütle halinde ya da damar ve akıntı halinde bulunur. Rengi griden siyaha farklı tonlardadır. Bazalt yapısal olarak aşınmaya, iklim şartlarına ve zamana karşı oldukça dirençlidir. Sahada hemen hemen her yerde olup, kütle halinde bulunmaktadır. Çalışma sahasında Pliyosen ve Üst Miyosen yaşlı formasyonlardan oluşmaktadır.

2.1.1.1. Stratigrafik ve Litolojik Özellikler

Havza içinde Paleozoik'ten Kuaterner'e kadarki zaman aralığında çeşitli litolojik birimler yer almaktadır. Havzanın şekillenmesinde önemli rol oynayan bu birimler, eksiden yeniye doğru ele alınmıştır.

2.1.1.1.1. Solhan Formasyonu (Üst Miyosen)

Solhan Formasyonunun ilk kez, Şaroğlu ve Güner (1981) Solhan volkanitleri olarak adlandırmışlardır. Akay ve diğerleri (1989), Tarhan (1989) söz konusu birimi Solhan Formasyonu olarak tanımlamışlardır (MTA, 1997).

Formasyonun hâkim kaya türlerini piroklastik (aglomera, volkanik breş, lapili, tüf ve kül) ve lav ara katkıları oluşturur. Yer yer ince-orta katmanlı marn, tüfit, tüflü marn, gölsel kireçtaşı, kumtaşı, aglomera ve silttaşlarından oluşmuş sedimanter birimler Solhan Formasyonu içerisinde ara katkılar (bölüm, mercek, kama) şeklinde görülür. Formasyonu oluşturan lavların çıkış yerleri (Bingöl Dağı, Bilican Dağı, Yıldırım Dağı, Palandöken Dağı, Dumanlı Dağı, Golibaba Dağı) ayrı olduğu için, farklı mineralojik ve kimyasal bileşimler gösterir. Solhan Formasyonunu oluşturan üyelerinin belli bir stratigrafik dizilimleri yoktur (MTA, 1997). Zırnak formasyonu ile düşey ve yanal geçişlidir. Formasyonun yaşı stratigrafik konumundan ötürü Üst Miyosen olarak düşünülmüştür (MTA, 1997). Solhan formasyonu tamamen karasal ortamda oluşmuş lav ve piroklastik kayalardan oluşur. Bu paftada, Selçuk ignimbriti (Mivss) ve Kohkale tepe lavı (Mivsk) adlı üyelerin yüzeylenimleri görülür (MTA, 1997).

2.1.1.1.2. Kohkale Tepe Lavı (Üst Miyosen)

Çıkış yeri Bingöl Dağı volkanıdır. Koyu-siyah renkli, kompakt, kalın kesimleri soğuma sütunludur. Genellikle levhamsı bir yapı gösterirler. Bu lavlar bazalt, bazaltik andezit, andezitik bazalt, andezit kaya tipleri olarak belirlenmiştir. Yaklaşık kalınlığı 1.50 metredir (MTA, 1997).

Solhan formasyonunun en yaygın lavlarını bu üye oluşturur. Kohkale ve Küçük Kohkale tepede (Bingöl Dağı volkan kraterleri çevresinde), Bingöl yanardağının Üst Miyosen evresinde çıkardığı en son ürünlerine karşılık gelmektedir. Çift kraterli Bingöl dağı volkanından çıkan bu lavların, akıcılığı nedeniyle, uzaklara doğru bir lav yaygısı şeklinde yayıldığı gözlenir (MTA, 1997).

2.1.1.1.3. Hamurpet Lavı (Alt Pliyosen)

Hamurpet Lavının siyahımsı-gri, grimsi-turuncu renkli, yer yer gaz gözenekli bloklu (aa lavı) lavlardan ve yer yer de soğuma sütunlu, levhamsı lavlardan oluştuğunu gözlenmiştir. Bazaltik andezit, andezitik bazalt, andezit, hornblend-epidot andezit, kuvars latit tipi lavlardan oluşur (Foto 2). Bu lavlarda iddingsitleşme yaygındır.

Olasılıkla, okyanusal ve kıtasal kabuk kökenli kayaların kısmi ergimeleri sonucunda oluşmuşlardır. Genellikle kırık, çatlak ve yarık çıkışlı lavları oluştururlar. Stratigrafik olarak, Alt Pliyosen yaşta olduğu düşünülmektedir. Sahada en çok Yiğitharmanı çevresinde yoğunlaştığı görülmektedir (MTA, 1997).



Foto 2 İnceleme sahasında (kuzeybatı) bazalt örneği

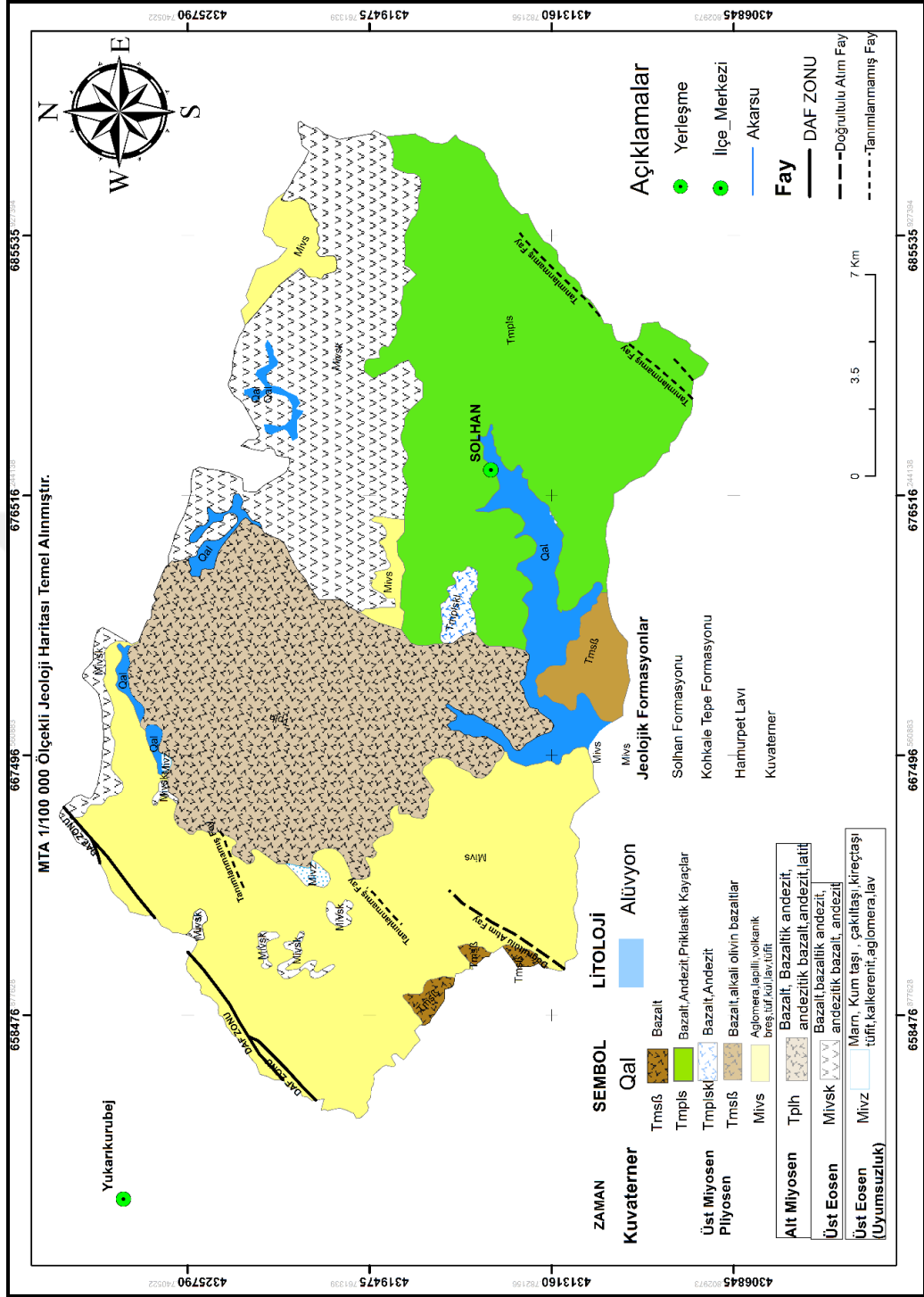
2.1.1.1.4. Kuvaterner

Akarsu ve dere yataklarında çeşitli kaya kırıntı ve parçalarını içeren, tutturulmamış blok, çakıl, kum, mil ve çamurdan oluşur (MTA, 1997). Sahada kuvaterner birimler Solhan ilçe merkezinden başlayıp, önce batıya daha sonra güneye doğru kavis çizerek Dilektepe Beldesini de içine alarak Esence ve Solhan Derelerinin kesiştiği noktada Kuvaterner birimine ait alüvyon malzeme yer kaplamaktadır.



Foto 3. Doğu Anadolu bindirme fay zone ve oluşturduğu etek ve dolgular

Çalışma alanımızın arazi gözlemlerinde geniş alanlarda geçirimsiz yapı özelliği nedeniyle yüzeysel akışa geçen su miktarını artırmaktadır. Sel ve taşkın olayı sadece su hareketinden meydana gelmemektedir. Suyla birlikte kum, çakıl, çamur, bitki kök ve gövdeleri gibi katı maddeler de taşınmaktadır. Taşkınla taşınan sediment miktarı ne kadar fazla ise taşkının etkisi de o ölçüde artmaktadır. Çünkü taşkın döneminde Hazarşah ve Mutluca gibi yerlerde sedimentin etkisiyle debi artmakta, bazı kesimlerde tuzaklanıp birikmeler meydana gelerek dere yatağı kesiti daralmaktadır (Foto 3). Dere yataklarında oluşan sediment birikimleri akımın yönünü değişmesine ve dere yatağı dışından taşarak büyük zararlara sebep olan sel ve taşkına olayları olmuştur.



Harita 2. Çalışma alanının jeoloji haritası

2.1.1.2. Tektonik Özellikler

Doğu Anadolu Bölgesinin jeolojik evriminde başlıca dört yapısal dönem ve bu dönemlere ait dört litoloji topluluğu ayırtedilmektedir (Şaroğlu ve Güner, 1981; Şaroğlu ve Yılmaz, 1984). Bölgenin en yaşlı kaya topluluğunu oluşturan ve Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı metamorfik kayalarla temsil edilen birinci dönem kayaları (Şaroğlu ve Yılmaz, 1984 ve 1986), inceleme alanının birbirinden ayrı kesimlerinde görülür.

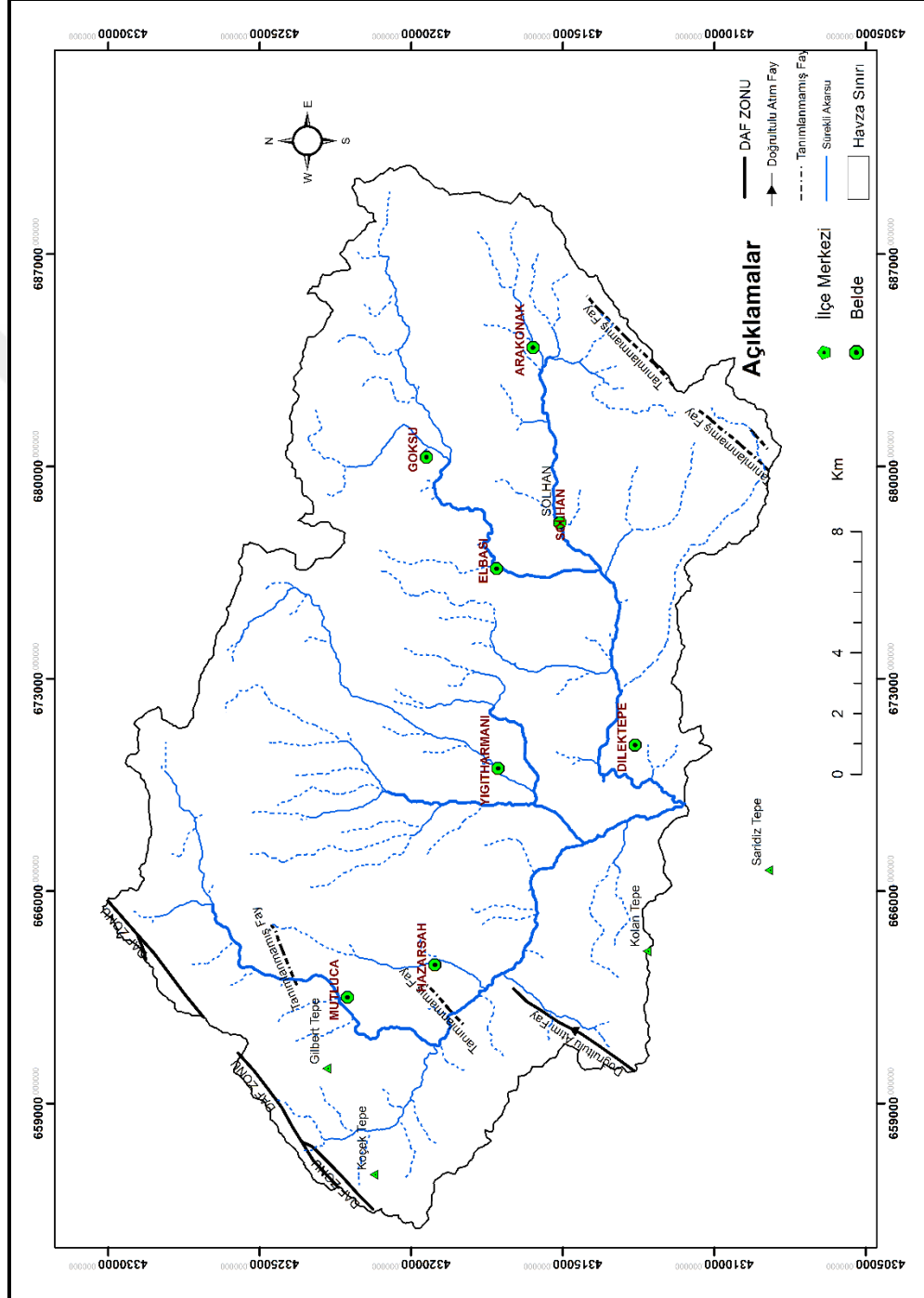
Orta-Üst Miyosen yaşlı Solhan volkanitleri, Doğu Anadolu Bölgesinde neotektonik dönemin ilk volkanizma ürünleridir ve zayıf derecede alkalik nitelikte havaiit ve bazik mujeritlerden oluşmaktadır (Şaroğlu ve Yılmaz, 1984; Yılmaz, Şaroğlu ve Güner, 1987). Birim çalışma alanının batı, kuzey ve doğusunda geniş yayılımlar göstermekte olup, yörenin yarısından fazla bir alanda yüzeylenmekte ve 1000 m. den fazla bir kalınlık göstermektedir. Yer yer sedimanter kayalar da içeren ve karasal bir ortam ürünü olan bu formasyon, genel olarak çakıltaşı düzeyleri ile başlamakta, kumtaşı ve silttaşı ile devam ederek, üste doğru tuf ve aglomeralara geçmektedir. Daha üst düzeylerde ise andezit ve bazalt akıntıları yer almaktadır. İnceleme sahasında Batıdaki dağlık alanlarda lavlarla aratabakalı alacalı renkteki tüfler, doğu ve güneydoğudaki dağlık sahalarda ise tüfler üzerine yatay olarak gelen bazaltlar daha yaygın olarak görülmektedir (Tonbul, 1990).

Üst Miyosen'de Bingöl-Muş bölgesinde beliren dağarası havzada, K-G yönlü açılma çatlaklarından çıkmış volkanik malzeme ile bunlara eşlik etmiş göl ve akarsu çökellerinden meydana gelen Solhan volkanitleri ürün vermiştir (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986). Dönem sonuna doğru, inceleme alanında geniş yayılımlar gösteren yapısal / aşınım yüzeyleri bu formasyon üzerinde şekillenmiştir. Pliyosen süresince inceleme alanı bir aşınım sahasıdır. Bununla birlikte, sıkışma rejiminin sürekliliği, bu dönem başlarında inceleme alanının batısındaki dağlık alanlarının kıvrımlanmasına ve genelde bütün yörenin yükselmesine yol açmıştır.

Tektonik aktivitenin bir göstergesi olan faylar çalışma alanında 3 grupta toplanabilir. Bunlar kuzeydoğu yönündeki Doğu Anadolu fayı, güneybatı-kuzeydoğu (GB-KD) uzanımlı faylar ve güneydoğu-kuzeydoğu (GD-KD) uzanımlı tanımlanmamış faylardır (Harita 3). Genel olarak D-B uzanımlı faylardır. Özelde çalışma sahası, genelde de Bingöl havzası DAF'ın çek-ayır havzadır (Tonbul 1990).

İnceleme alanının morfolojik biçimlenmesinde, özellikle Üst Miyosen'- den sonra yoğunlaşan K-G yönlü sıkışma tektoniği etkili olmuştur. Başka bir ifadeyle,

yöredeki şekillerin oluşmasında, sıkışma kuvvetlerinin etkisi altında gelişmiş yapısal unsurlar, dış etken ve süreçlerden daha ön planda bulunmuştur. Bu yapısal unsurlar içinde en önemlisini, yörede Alt Pliyosen sonlarından itibaren devreye girmeye başlayan ve günümüze kadar aktivitesini sürdüren DAF oluşturmaktadır.



Harita 3. Çalışma alanının tektonik haritası

2.1.2. Morfometrik Özellikler

Doğu Anadolu Bölgesinin ana morfolojik karakteri, genel olarak yükseltisinin fazla olmasıdır. Bu durum bölgeyi ülkemizin diğer bölgelerinden ayıran en önemli özelliktir. Araştırma sahası oldukça dağlık ve engebeli bir görünüm arz eder. Özellikle kuzey kesiminde yükseklikler yer yer 2600 metreye yaklaşır. Bu yüksek dağlık kesimler, esas itibarıyla Şerafettin Dağlarının kuzeyini oluşturan Şahin Tepe (2675 m), Şair Tepe (2470 m) ve Şeyik Tepe (2476 m) gibi tepelerden oluşur (Harita 4).

Havzanın güneyinde Murat Nehri ile güneydoğusunda Muş Ovası yer alır. Bu dağlık çerçeve içerisindeki araştırma sahası, vadilerle derince yarılarak parçalanmış durumdadır. Dolayısıyla geniş alüvyal düzlüklere rastlanmaz. Alüvyal düzlükler sadece vadilerin nispeten geniş kesimlerinde çok sınırlı ve dar olarak görülür.

Arazinin bu özelliği yerleşim birimlerinin kuruluş yerini de etkilemiştir. Örneğin Solhan ilçe merkezi yerleşim yeri olarak genellikle akarsu kenarlarındaki vadi tabanlarını tercih etmiştir. Çalışma sahasındaki bir başka yerleşim yeri olan Hazarşah ve Arakonak yerleşim yerleri ise akarsu vadisi ve yamaca kurulmuştur. Bunda arazinin çok parçalanmış olması ile yaz mevsiminin bölgede kurak geçmesi ve buna bağlı olarak akarsulardan faydalanma etkilidir. Ancak yöre halkı tarafından tercih edilen bu vadi tabanları, genellikle dar olup, sel ve taşkınlardan da zarar görebilecek niteliktedir.

Topografik özellikler başlığı altında şunu söyleyebiliriz ki, topografya genel olarak dar ve derin vadilerden oluşmuştur. Bu oluşumda hem jeolojik faktör hem de tektonik faktör etkili olmuştur. Jeolojik olarak sahada bulunan bazalt ve andezitlerin erimeye karşı dirençli olması yağış ile gelen suyun akışa geçmesini sağlamış aynı zamanda altta bulunan tüf 'ün dirençsiz olması nedeni ile patlakların olmasına ve bu da boğaz oluşumuna neden olmuştur. İnceleme alanında drenaj ağı ile tektonik yapılar arasındaki ilişki çok açık olup, bu anlamda çok sayıda morfolojik yapı oluşturmuştur (Harita 4). Özellikle sahanın kuzeybatısında Hazarşah ve Mutluca köyü taraflarında çizgisel vadiler ana fay izleri boyunca gelişen doğrusal çukurluk oluşturmuştur.

Çalışma alanı jeomorfoloji haritasına baktığımızda şu yorumları yapabiliriz:

Çalışma alanı jeomorfolojisi Güneydoğu Toroslar dahil ve devamı niteliğindeki dağlar, havzanın güney sınırlarından geçmekte olup sarp bir görünüm arz eder ve dağların yüksekliği 2000 m. yi geçer. İlçe topraklarının bir bölümü lav örtüsüyle kaplıdır. Bu engebeli arazi üzerinde bulunan dağların en önemlileri Şerafettin

Dağlarıdır. İlçenin kuzeyini tamamen kaplayan Şerafettin Dağlarının yüksek noktaları 2388.m yüksekliğindeki Esen Tepe ve 2675.m yükseklikteki Şahin Tepedir.

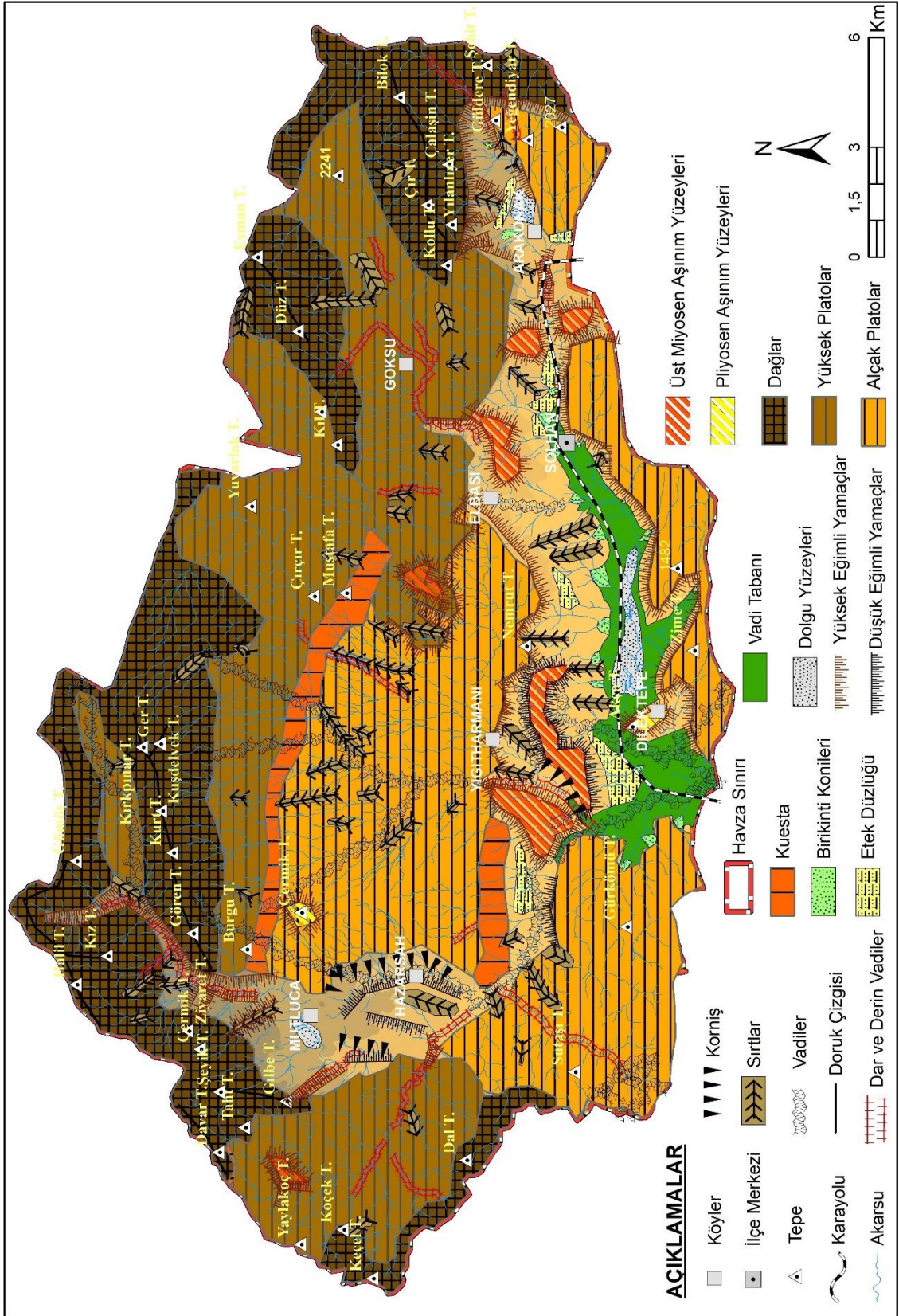
İnceleme alanında ana jeomorfolojik birimler, dağlık alanlar, alçak ve yüksek platolar, vadiler, havzalar, kornişler, sırtlar, etek düzlükleri, dolgu yüzeyleri, yüksek ve alçak eğimli yamaçlar, aşınım yüzeyleri ve ova tabanından oluşmaktadır (Harita 4). Çalışma alanında yüksek düzlükler 2200 -2600 m'ler arasında olurken alçak düzlükler 1600 m'ler arasındadır.

Solhan dere havzası genel olarak yükselti güneyden kuzeye artmaktadır. Vadiler tarafından derince yarılmış olan saha sel suları ve mevsimlik akarsularla sel taşkın riskini artırmaktadır (Harita 5).

Arazi gözlemlerinde vadi yamaçlarında bazalt litolojiye bağlı olarak kornişler oluşmuştur. Litolojinin volkanik malzemeden oluşması tektonizmaya bağlı olarak yamaçlarda meydana gelen yüksek eğim, geçirimsiz malzemenin olması sel ve taşkın yoğun olarak yaşanmasına neden olmuştur.

Çalışma sahası litolojisi Üst Miyosen yaşlı bazalt, andezit ve tüflerden oluşmaktadır. Esence ve Solhan derelerinin derince yarıdığı sahalarda ortalama yükselti 1800 m civarındadır. Vadi yamaçlarında eğim %20-25 arasındadır.

Sahamızda vadi tabanlarına ve havzalarına baktığımızda, vadi tabanları, alüvyonlarla kaplı olan, birden fazla akarsu kolunun birleştiği alanlar olarak ifade edilebilir. Çalışma sahasında vadi tabanlarına Solhan ve Esence derelerinin döküldüğü Giloran deresinde, Solhan ilçe merkezinde rastlanmaktadır. Havza geniş kapsamlı olup, havza dâhilinde ovalar da bulunmaktadır. Çalışma alanında 2 büyük havza bu iki havzanın alt kolları ile birlikte 10 alt havza bulunmaktadır. Yapılan arazi gözlemlerinde havzalar morfolojik yapı ve boğazların varlığından dolayı bir boşalma alanı olarak ifade edilebilir.



İnceleme alanında çok sayıda sırt, yamaç, boğazlara da rastlanmaktadır. Bilindiği üzere boğazlar ya epijenik oluşuma sahip ya da antesedant oluşuma sahiptir.

Çalışma sahasında topografyayı örten örtü formasyonları üzerinde kurulan akarsuyun, aşınımına dayanıksız şekilde yarararak temele saplanması ile epijenik boğaz tipi oluşmuştur (Özdemir ve Tonbul, 1996). Böylece alt kollardan gelen suyun ana kolda birleşip akması, sel ve taşkın olması halinde bu derelerin geçtiği yerleşim yerlerine ve tarım alanlarına zarar görmesine neden olmuştur (Foto 4).

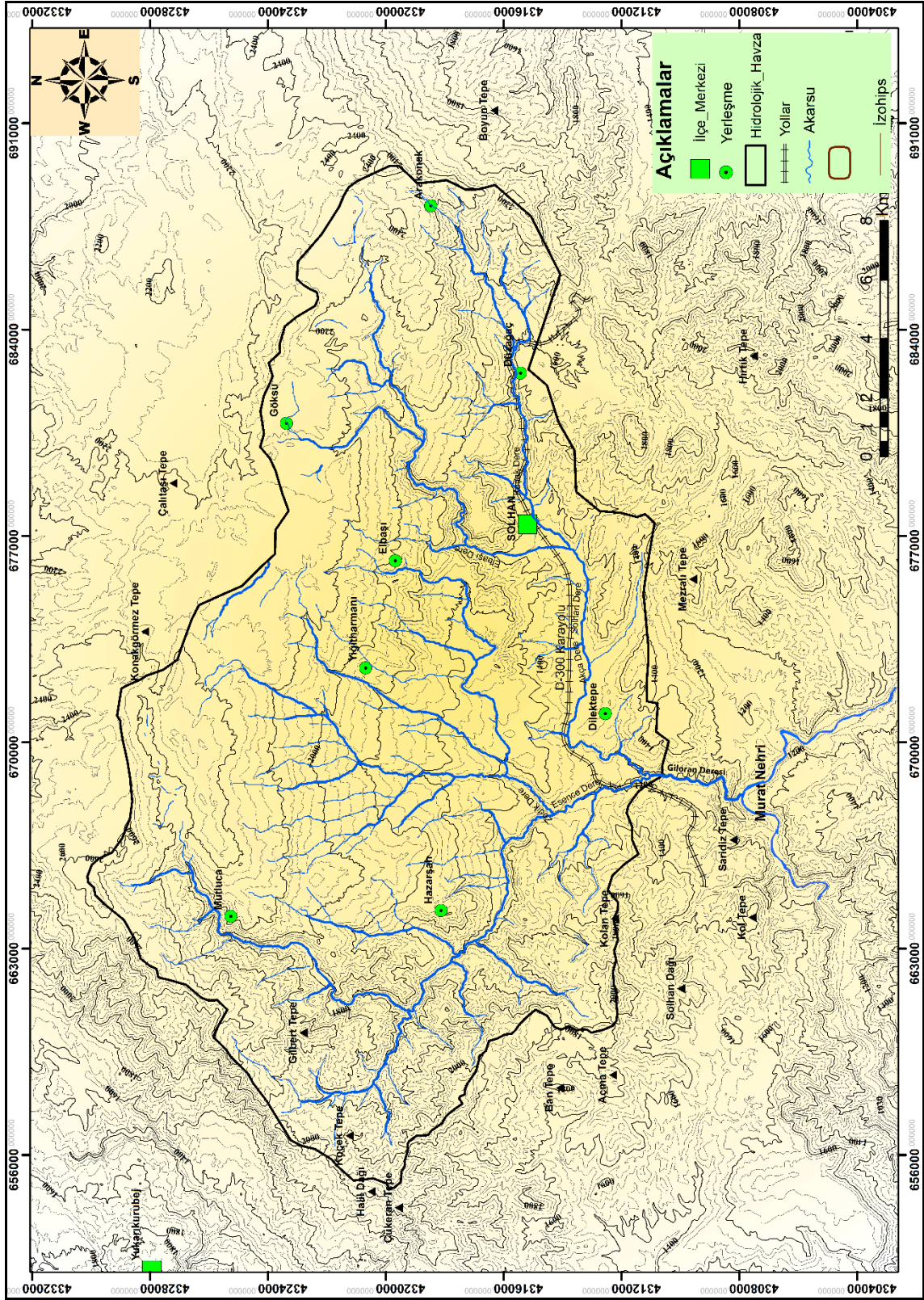
Sonuç olarak çalışma sahasının morfografyası sel ve taşkına etki eden bir parametredir. Yükseltiye bağlı olarak eğimin fazla olması, dik yamaçların olması, vadilerin dar, derin ve yoğunlukta olması sel ve taşkın hızını artırarak, yağışın daha kısa sürede yüzeysel akışa geçmesini sağlamıştır (Harita 5). Çalışma alanında aniden yükselen dik yamaçlar bulunmaktadır (Foto 5).



Foto 4. Çalışma alanının kuzeybatısı (mutluca) taşkın yatağı



Foto 5. Çalışma alanının vadiler, dik yamaçlar

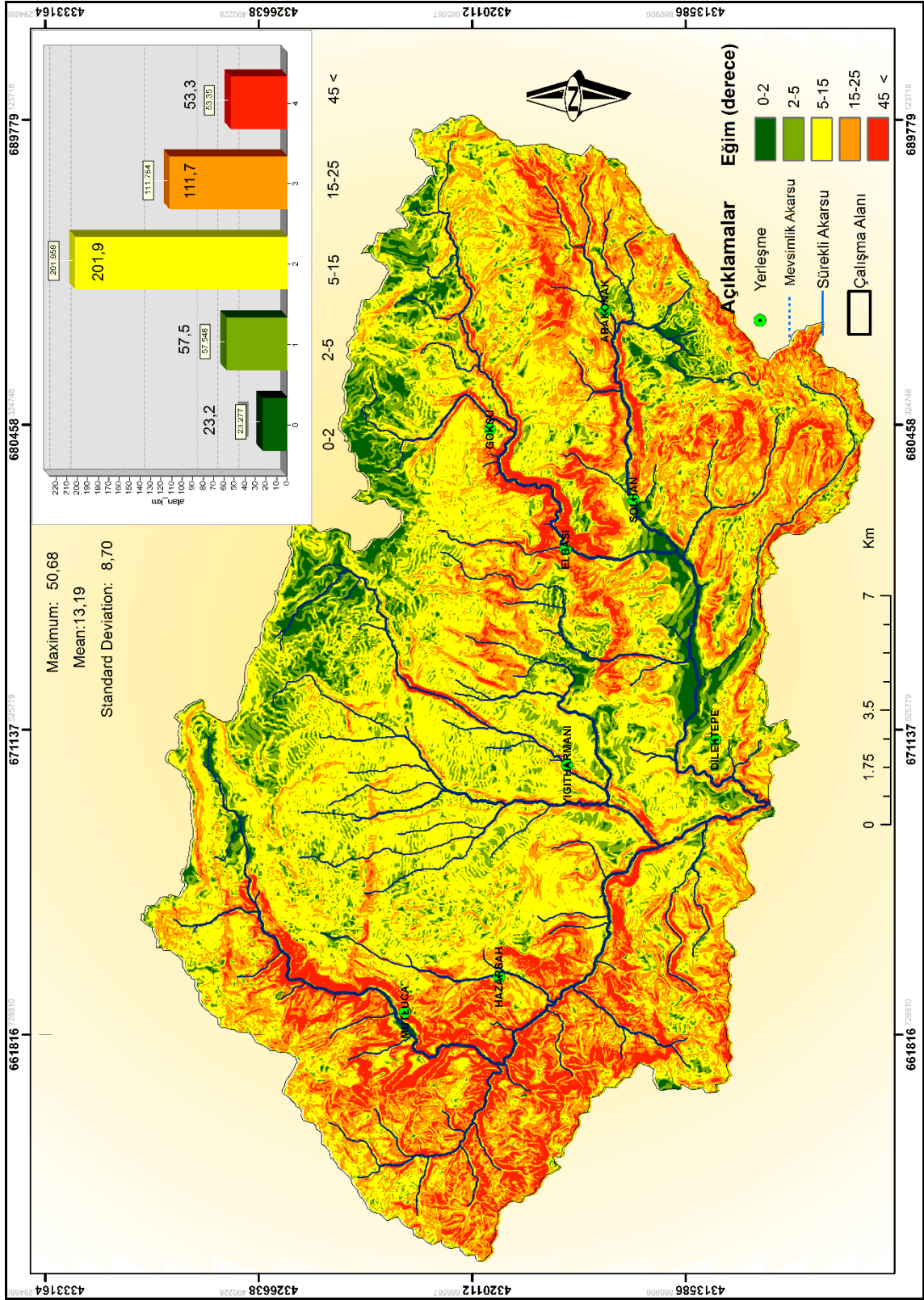


2.1.2.1.Eğim

Eğim faktörü, havzanın morfometrik özellikleri içinde yer alır. Özellikle, sel ve taşkın oluşmasında çok önemli bir etkiye sahiptir. Bilgin, 1989’ da yapmış olduğu çalışmada “Bir bölgede arazi dar ve eğim değerleri fazla olan vadilerle kesilmiş ise, bu tür yöreler yerleşmeye elverişli olmadığı gibi, sağlıklı bir büyüme ve gelişmeye de elverişsizdir.” demiştir.

Bütün koşulların aynı olması şartıyla, eğimin fazla olduğu alanlarda yağışla gelen suların toprağa sızması eğimin az olduğu alanlara nispeten daha azdır. Bunun sonucunda da yağmur sularının büyük kısmı akışa geçer. Bu da akım değerini fazlaştırır. Özellikle bitki örtüsünden yoksun ya da bitki örtüsü zayıf olan, Mutluca ve Hazarşah yerleşim birimlerinin olduğu alanlarda erozyonel faaliyetler ve kütle hareketleri başlatarak, akarsuyun taşıdığı sediment miktarını artırır. Sel, seyelan ve taşkın için beş eğim sınıfı oluşturulmuştur. Eğim sınıfı belirlenerek çalışma sahasında yapılan eğim analizlerinin sebebi yerleşim yerlerinde eğim farkı kısa mesafede çok farklılık göstermektedir. Bu durum dar ve derin vadilerin oluşturduğu diklikler yağışın miktarı ve şiddetinin yüksek olduğu dönemlerde yüzeysel akışa geçen suyun debisinin yükselmesine neden olmaktadır. Bu da sel ve taşkın felaketinin oluşmasında etkili rol oynamaktadır.

Havza için eğim haritası 1/25000 ölçekli topografik haritalar baz alınarak üretilen DEM (Digital Elevation Model) (10x10 m) verisinden elde edilmiştir. Eğim değeri derece cinsinden olup taşkın için baz alınan aralık değerleri ve bunların havza ve alt havzalardaki dağılışı tablo 2 ve harita 6’ de verilmiştir. Eğim sınıflaması Verstappen, 1983 ve Bogomolov, 1963 baz alınarak yapılmıştır (Harita 6).



Harita 6. Sollhan deresi havzasının eğim haritası

Solhan deresi havzasında % 0-2 arasında kalan eğimin, çalışma sahası içerisinde en az alanı kaplamaktadır (23,27 km²). Eğimin en az olduğu bu alanlar vadi tabanından itibaren Solhan ilçe merkezine kadar olan kısmını oluşturmaktadır. Bu düzlük ve çukur sahalar havza içerisinde oranı ise % 5,1'dir. Bu alanlarda taşkın afetinin oluşmasını sağlayacak düz ve çukur alanlar mevcuttur (Tablo 2).

Eğimin % 2-5 arasında olan sahaların büyük bir kısmı yerleşmelerin yoğun olduğu alanlarda, tarım alanlarında ve bozuk orman denilen orman bakımından zayıf olan alanlarda görünmektedir. Çalışma sahasının 57,54 km²'sini kaplamakta, oran olarak ise havzanın % 12,8'ini oluşturmaktadır. Eğimden dolayı bu sahalar daha çok sel ve seyelan oluşumu üzerinde etkilidir (Tablo 2).

Eğimi % 5-15 olan az eğimli sahalar havzanın en fazla alanını kaplar. Havza içindeki kapladıkları alan 201,95 km² oran olarak ise % 45,07'tir (Tablo 2).

Eğimi % 15-25 olan dik sahalar sahada 111,75 km²'lik alan kaplamakta sahanın % 24,9 dir. Sahada güney kısımlarda geniş yer kaplamakta ve burası tahrip edilmiş ormanların bulunduğu yerlerdir.

Eğimin 45- > olan sahalar ise çok dik eğimli olup, 53,34 km²' lik alan kaplamakta % 11,9 oranına sahiptir. Seyelan ve selin en fazla olduğu alanlardır.

Tablo 2. Solhan Deresi Havzasının Eğim özellikleri ve afet türü ilişkisi (Verstappen, 1983 ve Bogomolov, 1963).

Eğim (derece)	Morfolojik Tanımı	Alan (km)	Afet Türü
0-2	Çok az eğimli	23,27	Taşkın
2-5	Düz ve düze yakın	57,54	Taşkın-Sel
5-15	Az eğimli sahalar	201,95	Sel- Seyelan
15-25	Dik sahalar	111,75	Seyelan-Sel
45 <	Çok dik sahalar	53,34	Seyelan-Sel

Taşkın alanlarının en riskli olduğu alanlar çok az eğimli veya düz ve düze yakın alanlar olduğu bilinmektedir. Özellikle Arakonak Beldesinde bulunan Hayran ve Gül Dere eğim değerleri çok az eğimli sahalarda bulunmaktadır.

“Yağışın, düşmesinden itibaren diğer etkenleri göz önünde bulundurulmazsa normal şartlar altında bir eğim boyunca hareket ettiği ampirik gözlemler sonucu bilinmektedir. Eğimin yüksek olduğu yerlerde akışa geçen su eğim boyunca yüksek eğimden alçak eğime doğru hız kazanmaktadır (Turoğlu, 2012).”

Eğimin çok yüksek olduğu yerden başlayıp, yüksek alanlardan gelen akış düz ve çukur alanlara geldiğinde aniden hız kaybeder ve bu alanlarda su birikir. Buna ilaveten

yağışın da doğrudan düz ve az eğimli alanlarda birikmesi ile taşkın olayı gerçekleşir. Özellikle Arakonak beldesi eğimin yüksek olduğu dik yamaçlar ve bunların alanları ile birlikte vadi tabanından itibaren ani yükselmelerin olduğu alanlardır (Foto 6).

Eğimin düz alanlar ile dik ve çok dik alanlara geçiş hattı olan % 0-2 ve % 2-15 arasında olan alanların az olması eğimli arazilerden düz alanlara geçişin aniden olduğunu topografik diskordansın mevcudiyetini göstermektedir. Morfolojideki bu ani geçişler yağışın sel ve seyelana dönüşmesine neden olmakta ve taşkın afeti oluşmasını kolaylaştırmaktadır.



Foto 6. Arakonak beldesi taşkına maruz kalan alan

Eğimin fazlaştığı dik eğimli sahalarda sel gibi büyük ve düzensiz su akıntıları ile araziye yüzeysel akışlarla bir örtü gibi kaplayarak akan seyelanlar oluşarak afet niteliği kazanmaktadır. Sonuç olarak morfolojideki eğimin sel ve taşkınların oluşumunda büyük öneme sahip olduğu çok net olarak görülmektedir.

Buna göre Tablo 2 ve Harita 6' de görüldüğü üzere havzanın eğim değeri 0-50,68 derece arasında değişen bir değer aralığına sahiptir. Havzanın ortalama eğim değeri ise 13,19 dır. Bu değerlerin 5-15 ile 15-25 derece aralıkları, havzanın yarısından fazlasını oluşturmaktadır. Havza eğim değerinin standart sapması ise 8,71 dir. Bu değer, havzanın akarsular tarafından aşındırıldığının bir göstergesidir (Goudie, 2004b).

İnceleme alanı alt havzaların eğim değerlerini sel ve taşkına etki etmesi bakımından ortaya konuldu. Bu amaçla iki büyük havza olan Solhan ve Esence derelerine katılan alt kolların ortalama, maksimum ve standart sapma değerleri hesaplandı (Tablo 3). Bunun nedeni alt havzaların büyüklüğü oranında eğimin sel ve taşkın üzerinde etkisini daha net ortaya koymak açısından önemlidir. En fazla ortalama değere sahip havzanın eğim değeri Solhan deresi havzası alt kolu Şahin dere havzasıdır (Tablo 3). Bunu Esence dere havzasındaki Kellek dere havzası takip eder (Tablo 4) (51,4).

Tablo 3. Solhan Deresi Alt havzaların(Solhan) eğim grupları, ortalama, maksimum ve standart sapma değerleri

Solhan Dere Alt Havzalar	Eğim	Alan (km ²)	Ortalama	Maksimum	Standart Sapma
Ahılan Eğim	0-2	2	13,4	18,2	6,2
	2-5	7,6			
	5-15	18,2			
	15-25	1,5			
	45-<	0			
Şahin Eğim	0-2	9,7	52,1	77,7	25,2
	2-5	26,5			
	5-15	77,4			
	15-25	43			
	45-<	11,7			
Elbaşı Eğim	0-2	5,7	17,2	27,9	9,1
	2-5	11,3			
	5-15	27,9			
	15-25	10,6			
	45-<	5,5			
Arakonak Eğim	0-2	2,9	19	26	7,9
	2-5	6,7			
	5-15	26			
	15-25	20,8			
	45-<	8,1			
Molbeşirkonu Eğim	0-2	0,1	3,8	5,1	1,4
	2-5	0,4			
	5-15	3,6			
	15-25	5,1			
	45-<	2			
Şimşir Pınar Eğim	0-2	0,6	5,7	7,6	2,3
	2-5	1,6			
	5-15	6,3			
	15-25	7,6			
	45-<	2,5			
Germik Eğim	0-2	0,2	1,5	2,2	0,7
	2-5	0,7			
	5-15	2,2			
	15-25	1			
	45-<	0,1			

Solhan dere havzasının ana kola katılan 3 alt havzanın da eğim değerlerini ortaya konuldu (Tablo 4). Bunun sonucunda en fazla maksimum ve ortalama değere

sahip havza Kellek dere havzasıdır (Tablo 4). Standart sapma değerinin en fazla olduğu havza ise Yiğitharmanı dere havzasıdır (22,5).

Tablo 4. Solhan Deresi Alt havzaların(Esence) eğim grupları, ortalama, maksimum ve standart sapma değerleri

Esence Dere Alt Havzalar	Eğim	Alan (km ²)	Ortalama	Maksimum	Standart Sapma
Evliğa Eğim	0-2	2,5	39,4	49,9	12,4
	2-5	7,6			
	5-15	49,9			
	15-25	42,3			
	45-<	28,5			
Yiğitharmanı Eğim	0-2	6,1	41,5	58,7	22,5
	2-5	19,5			
	5-15	58,7			
	15-25	9,0			
	45-<	1,8			
Kellek Eğim	0-2	1,7	51,4	66,2	19,3
	2-5	8,7			
	5-15	66,2			
	15-25	52,7			
	45-<	16,9			

2.1.2.2. Bakı

“Ülkemiz kuzey yarımkürede yer almasından dolayı güneye bakan yamaçlar kuzeye göre daha fazla ısı ve ışık almaktadır. Buna karşın doğu ve batıya bakan yamaçlar daha orta derecede ısı ve ışık almaktadır.” (Goudie, 2004b’den Özdemir,2007). “Bakının etkisiyle kuzey ve güney yamaçlarda jeomorfik süreç üzerinde bazı farklılıklar ortaya çıkar. Bunlar, kuzeye bakanlara göre daha fazla ısı ve ışık alan güneye bakan yamaçlarda, evapotranspirasyon oranı fazlaşır ve yağmurdan sonra bitki örtüsünde ani bir su ihtiyacı doğar. Bunun sonucu olarak bitki örtüsü daha seyrek olup ve kuraklığa dayanıklı türlerden oluşur. Seyrek bitki örtüsünün olduğu yerlerde yüzeysel akış daha fazla olmakla birlikte erozif faaliyetlerde artış gösterir. Kuzeye bakan yamaçlar ise toprak nemliliğini yağıştan sonrada uzun bir süre muhafaza eder, böylelikle nemliliği seven bitki örtüsü gelişir. Bu özellik infiltrasyonu artırıcı ve yüzeysel akışı azaltıcı bir etki oluşturmasına karşın derin toprak oluşumu ve yüksek nemlilik içeriğinden dolayı kütle hareketleri için uygun şartlar sağlar.” (Turoğlu ve Özdemir, 2007).

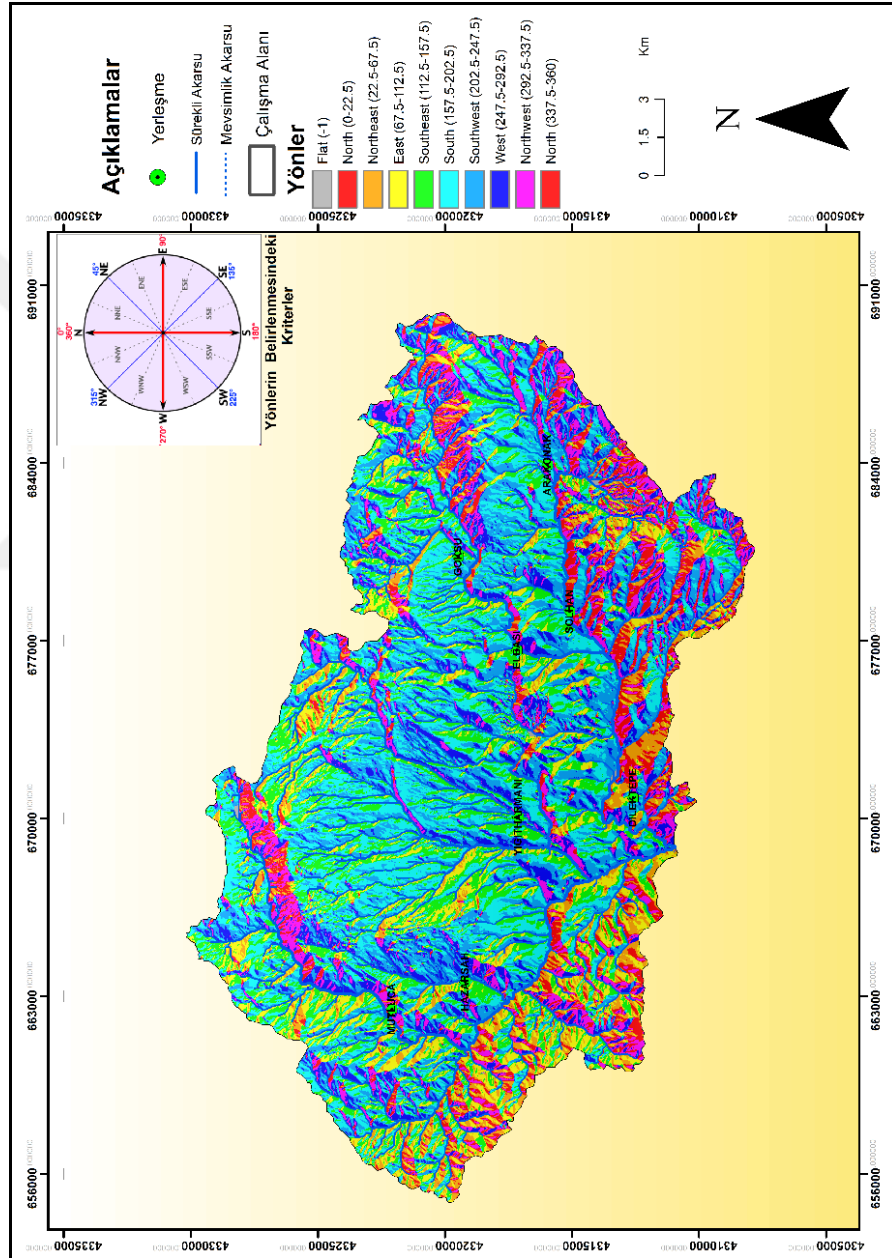
Bu başlık altında havzanın DEM ’inden 8 farklı yön ve düz alanlardan oluşan bakı haritası ve grafiği üretilmiştir (Harita 7).

Ana yöne bakan yamaçlar, ara yöne bakan yamaçlar ve düzlük alanların alansal dağılımları ve oranları Tablo 5’te verilmiştir. Buna göre, güneye dönük yamaçlar havza içinde fazla alan kaplamakla birlikte bunu sırasıyla kuzey, doğu ve batıya bakan

yamaçlar takip etmektedir. Çalışma sahasının DEM (Digital Elavation Model)'inden 8 ana yön ve düz alanlardan oluşan bakı haritası üretilmiştir. Buna göre güneye dönük yamaçlar havza içinde fazla alan kaplamakta iken bunu sırası ile kuzey, doğu ve batıya bakan yamaçlar takip etmektedir (Tablo 5).

Tablo 5. Bakı değerlerinin alansal dağılışı (km²)

Düz	Kuzey	Kuzeydoğu	Doğu	Güneydoğu	Güney	Güneybatı	Batı	Kuzeybatı	Kuzey
1	16	31	44	71	102	79	49	38	18



Harita 7. Çalışma alanının bakı haritası

Sonuç olarak, güneye bakan yamaçlar daha fazla olduğu için daha fazla güneş ışığı alması dolayısı ile evapotranspirasyon oranı fazlalaşır ve yağmurdan sonra bitki örtüsünde ani bir su ihtiyacı doğar. Bunun sonucu olarak bitki örtüsü daha seyrek olup ve kuraklığa dayanıklı türlerden oluşur. Seyrek bitki örtüsünün olduğu yerlerde yüzeysel akış daha fazla olmakla birlikte erozif faaliyetlerde artış gösterir. Kuzeye bakan yamaçlar ise toprak nemliliğini yağıştan sonrada uzun bir süre muhafaza eder, böylelikle nemliliği seven bitki örtüsü gelişir. Bu da toprak oluşumu için uygun şartlar sunar. Bu özellik infiltrasyonu artırıcı ve yüzeysel akışı azaltıcı bir etki oluşturmasına karşın derin toprak oluşumu ve yüksek nemlilik içeriğinden dolayı kütle hareketleri için uygun şartlar sağlar. Yüzeysel akışın arttığı alanların belirlenmesinde yardımcı olan bakı faktörü ile havza içinde belirgin olarak bu alanlar belirlenmiştir.

2.1.2.3. Hipsometrik Eğri ve İntegral

“Havzalardaki yükselti değerlerinin oransal dağılışı göz önünde bulundurularak hazırlanan hipsografik eğrilerin durumu ve hesaplanan değerler, havzaların jeomorfolojik özelliklerini ortaya koyması bakımından büyük önem arz eder.” (Cürebal ve Erginal, 2007)

“Hipsometrik eğri, toplam yükseklik oranının ($h/H = \text{Rölatif Yükseklik}$), toplam alana ($a/A = \text{Rölatif Alan}$) karşı iz düşürülmesiyle belirlenir. Rölatif alan (a/A) değeri her zaman için rölatif yüksekliğin (h/H) 0.0 olduğu havzanın en alçak noktasından, rölatif yüksekliğin (h/H) 1.0 olduğu havzanın en yüksek noktasına, 1.0 ile 0.0 arasında değişiklik gösterir.” (Keller ve Pinter, 2002; Özdemir, 2007).

Solhan deresi havzalarındaki uygulamada yükseklik aralığı 100 metre olarak alınmış ve buna göre hipsometrik eğri oluşturulmuştur (Grafik 1). Alansal değerler DEM’den elde edilmiş olup izdüşüm alan değil yüzey alanı kullanılmıştır.

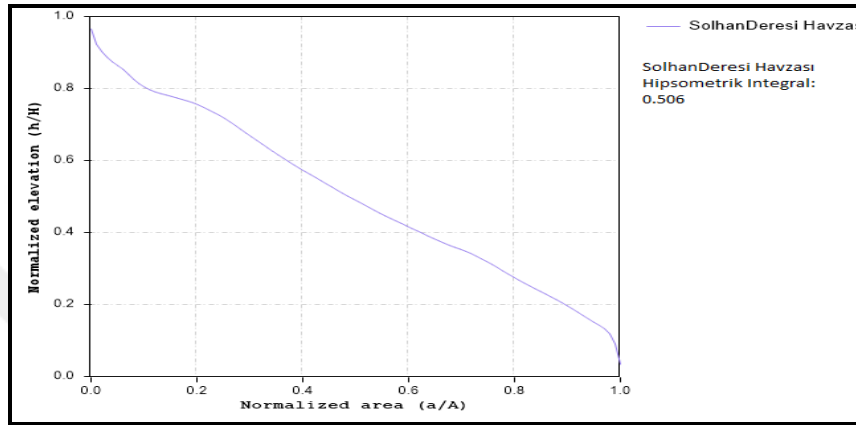
$$\text{Hipsometrik integrali (Hi)} H_i = \frac{\text{Ortlama Yükseklik (H}_{ort}) - \text{Minimum Yükseklik (H}_{min})}{\text{Maksimum Yükseklik (H}_{maks}) - \text{Minimum Yükseklik (H}_{min})}$$

formülüyle hesaplanır (Pike vd., 1971; Mayer, 1990)

Havzanın en yüksek kısmında 0 iken en alçak kısmında 1 dir. 0 ‘a yakın değerlerin havzanın yaşlı olduğunu, 0,40-0,60 arasında olan değerlerin havzanın olgun olduğunu ve 0,60’ın üzerindeki değerlerin ise o havzanın genç olduğunu ifade eder. Solhan Deresi Havzası'nın hipsometrik integral sonucu 50.06 çıktığı için bu havzanın olgun bir havza olduğu sonucuna varılmaktadır. Her ne kadar havza hipsometrik

değerleri olgun çıksa da üst sınırdaki olması bu havzanın genç havza değerlerine yakınlık gösteriyor. Bu havzanın olgun değerler içinde yer almasına neden olan asıl olay volkanik platoların varlığıdır.

Solhan Deresi drenaj havzasında, henüz jeomorfolojik ve jeolojik sürecin bitmediğinin, aynı zamanda faylanma ile akarsular ötelenmiş ve vadiler oluşmuş buna ilavaten Solhan volkaniklerinin araldanması ile ve dolayısı ile akarsular tarafından daha çok aşındırıldığını ispatlamaktadır.

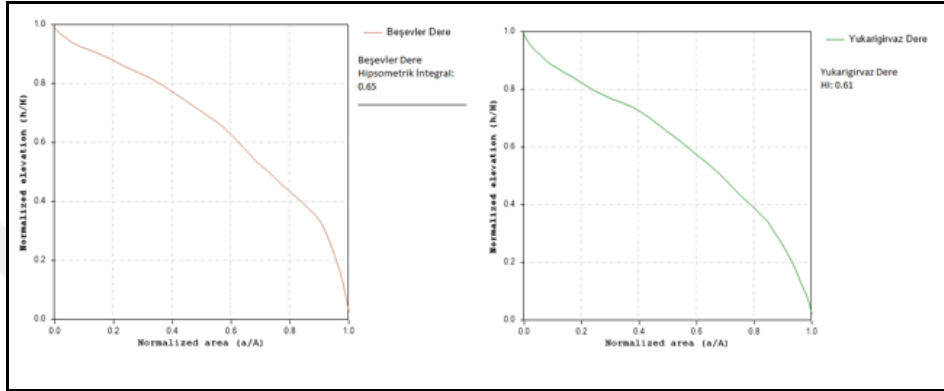


Grafik 1. Solhan Deresi Havzasının hipsometrik eğrisi

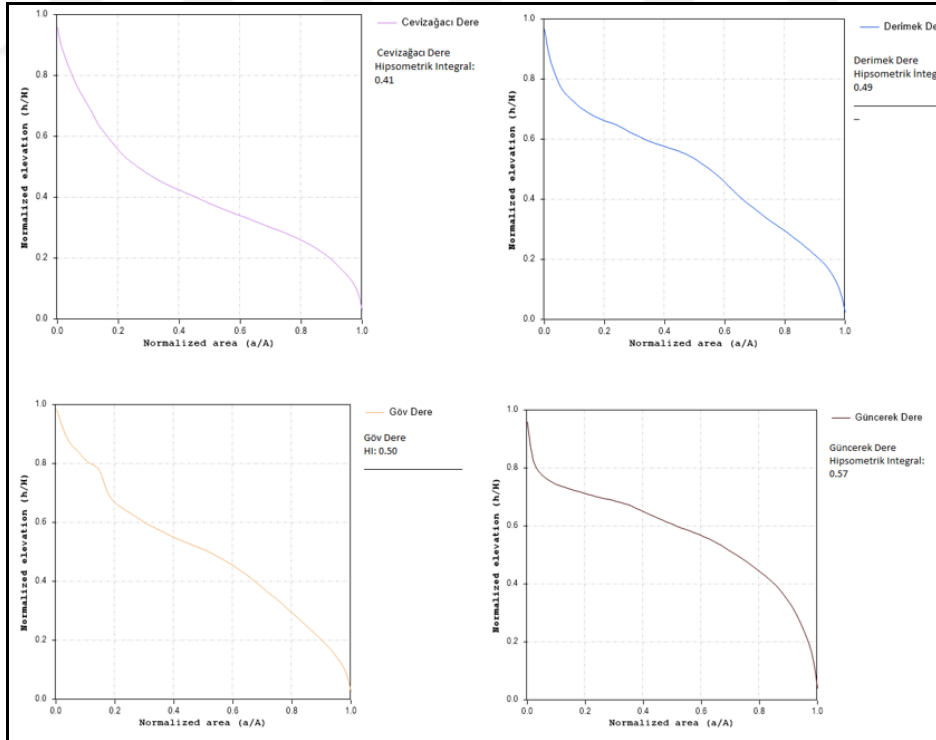
Eğrinin içbükey olması havzada erozyon olgusunun az olduğunu aksine dışbükey olması ise havzada aşınma ve taşınma olaylarının devam ettiğini ve yüksek platoluk alanların olduğunu ifade etmektedir. Çalışma sahasından alınan örnekler baktığımızda, genellikle dış bükey bir durum vardır (Grafik 2). Bu da aşındırma ve taşınma olaylarının devam ettiğinin göstergesidir. Bunun sayısal ifadesi olan hipsometrik integral (H_i) değerleri de H_c eğrisi ile beraber her bir havza için ayrı ayrı belirlenmiştir. Buna göre Solhan Deresi havzasında 0,50 değerinin havzanın olgun olduğunu, aynı zamanda diğer birçok havzadan alınan örnek ile havzaların olgun olduğunu söyleyebiliriz. Ancak Beşevler ve Yukarıgırvaz Dere havzalarında 0,65) ve 0,61 değerlerin çıkmış olması havzanın genç olduğunu, taşıma faaliyetlerinin çok olduğunu ve erozyon riskinin olduğunu ifade etmektedir (Foto 7, Grafik 3).



Foto 7. Çalışma alanının yukarıgırvaz beldesi



Grafik 2. Beşevler deresi ve yukarıgırvaz deresi havzasının hipsometrik eğri ve integrali



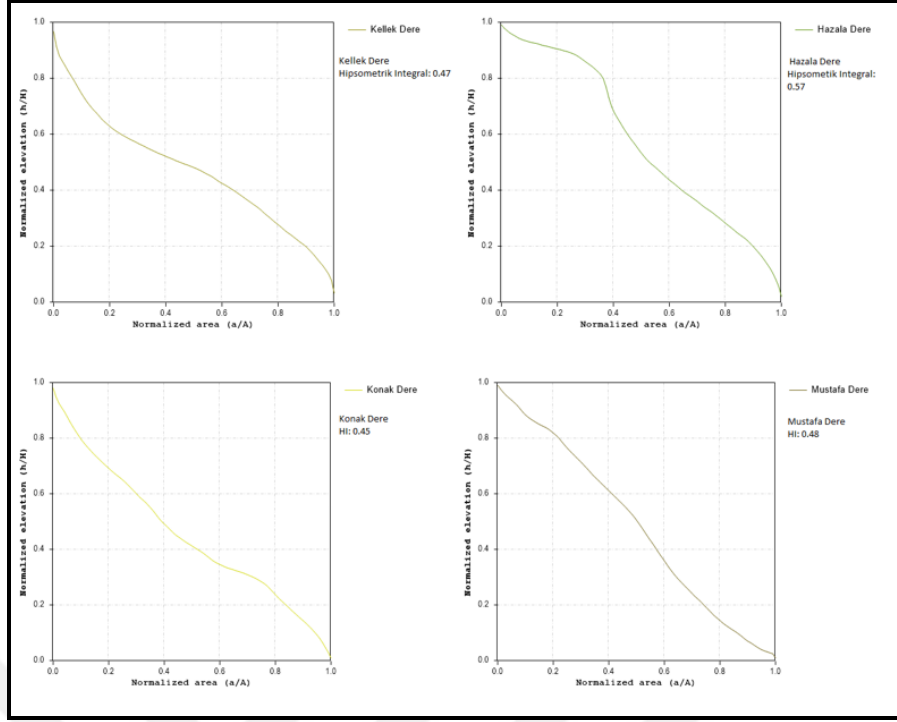
Grafik 3. Çalışma alanının alt havzalarının hipsometrik eğri ve integrali

Tablo 6. Çalışma alanı hipsometrik eğrileri ve havza alanları

Havza Adı	Hipsometrik İntegral	Havza Alan (km²)
Solhan Havza	0,50	169,4
Beşevler Havza	0,65	16,3
Yukarıgırvaz Havza	0,61	15,1
Ceviz ağacı Havza	0,41	14,3
Derimek Havza	0,49	9,9
Göv Havza	0,50	15,3
Güncerek Havza	0,57	14,1
Kellek Havza	0,47	14,7
Hazala Havza	0,57	30,6
Konak Havza	0,45	18,1
Mustafa Havza	0,48	15,4
Zincir Havza	0,59	14,6
Haş Havza	0,27	20,6

Genel olarak Tablo 6'ya baktığımızda hipsometrik integral değerleri havzaların olgun yaşta olduğunu göstermektedir. Ancak Haş dere Solhan İlçe merkezinin güneybatısında yer almakta olup, olgun yaşta olduğunu göstermektedir. Havzaların hipsometrik değerleri geneli dış bukey dir (Grafik 4). Bu platoluk sahaların olduğunu ve aşınma taşınma olaylarının devam ettiğini gösterir. Ancak Cevizağacı havzası iç bukey bir havzadır. İnceleme alanının güneybatı kısmında Mutluca Beldesinin batısında yer almakta olup hipsometrik integral değeri 0,41 dir. Bu durum havzanın yüksek olmasına rağmen DAF fay zonunun olması olgun bir topografyaya ulaşmış hatta hatta yaşlı bir havzaya yaklaştığını gösterir. Bu durumun olmasında dağlık alanlar üzerinde az yarılmış platoların bulunması ve litolojinin bazaltdan meydana gelmesidir. Bazaltlar dikey yönde yarılmayı artırır. Yatay yönde yarıma fazla olmaz yükselti farkı düşük kalır (Harita 8).

Hipsometrik integral değeri yüksek ise topografya ortalamaya göre yüksek demektir. İnceleme alanı derin vadilerle yarılmış (genç) yükselim yüzeyi olan tektonik hareketlerin devam ettiği hipsometrik integrale sahiptir. Beşevler, Zincir, Hazala ve Güncerek dere havzalarının hipsometrik değerleri fazla çıkmış çalışma alanının güneyine denk gelmekte olup yüksek bir yapıya sahiptirler. “Orta ya da düşük hipsometrik integral değeri daha olgun (yaşlı) drenaj havzalarını karakterize eder (Özdemir 2011).”



Grafik 4. Solhan deresi havzası alt havzalarının hipsometrik eğri ve integrali

Çalışma alanında en olgun havza 0,27 Haş Dere havzasıdır. Solhan deresi havzasının Solhan ilçe merkezinin güneybatı kısmına denk gelir.

2.1.3. İklim Özellikleri

İklim özellikleri; sel ve taşkın üzerinde etkili olan önemli coğrafi faktörlerden biridir. “İklim faktörlerinden yağışın türü (yağmur, kar, dolu, vb), yağışın süresi, yağışın şiddeti, yağışın miktarı, yağışın akarsu havzası içindeki dağılışı, zeminin nem içeriği, evapotranspirasyonu etkileyen diğer meteorolojik ve iklimik koşullar sel ve taşkın üzerinde etkilidir (Turoğlu, 2010).”

Saha içinde, verilerinden faydalanabileceğimiz meteoroloji istasyonları Solhan ve Bingöl meteoroloji istasyonlarıdır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nden temin edilen verilere göre, Solhan istasyonu için 48 yıllık (1965-2013) ölçümler kullanılırken, Bingöl istasyonu için 1960-2013 yılları arasında 53 yılı kapsayan ölçüm değerleri kullanılmıştır. Çalışma alanındaki Solhan İstasyonu (1395m) 1965 yılından bu yana yağış verilerinden faydalanılmıştır.

Çalışma sahamızın yüksek dağlık alanları ile alçak plato sahaları ve havza tabanları arasında iklim açısından önemli farklılıklar görüldüğünü söylenmiştir

(Tonbul 1990). Kısacası, oroğrafik özellikler, inceleme alanında yerel rüzgârlar, yağış koşulları ve özel karasal karakterlerin belirmesi bakımından etkili olmaktadır.

Çalışmamıza katkısı olması bakımından iklim elemanlarından sıcaklık (maksimum-minimum-ortalama), yağış (ortalama, maksimum, minimum, aylık yağış, yağışın şiddeti, aylık, günlük, yağış frekansı, karlı günler sayısı, kar örtülü günler sayısı), rüzgâr (hâkim rüzgâr yönü ve esme sayıları) ve nem verileri üzerinde durulmuştur.

2.1.3.1.Sıcaklık

Yükselti, eğim, bakı ve oroğrafik doğrultuya bağlı olarak, inceleme alanındaki depresyon tabanları ile bunları çevreleyen dağlık alanlar üzerinde sıcaklığın dağılışı bakımından belirgin farklar ortaya çıkmaktadır.

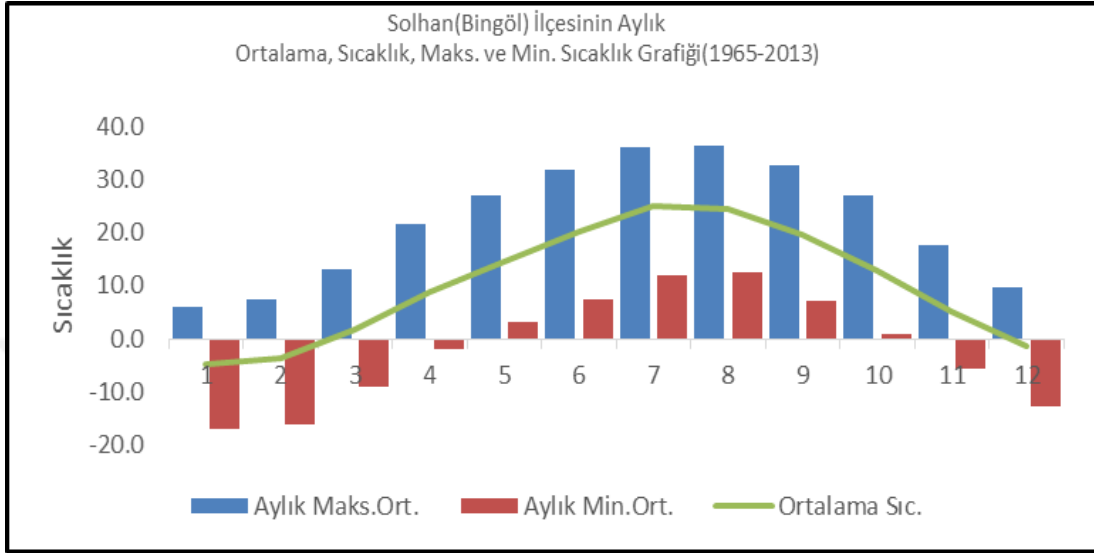
Sıcaklık özellikleri bakımından çalışma alanı, çevresindeki meteoroloji istasyon verisinden çok, sahanın sıcaklık özelliklerini daha çok yansıtacak Solhan meteoroloji istasyonlarının verileri değerlendirilmiştir. Bu istasyona ait ortalama minimum, ortalama maksimum ve ortalama sıcaklıklarıyla, maksimum ve minimum ekstrem değerleri kullanılmıştır.

Solhan meteoroloji istasyonuna ait ortalama yıllık gerçek sıcaklık haritasına bakıldığında, ova tabanları ve alçak plato yüzeyleri ile yüksek dağ kütleleri arasında 6-8°C ye varan sıcaklık farklarının bulunduğu görülür.

Çalışma alanına ait istasyonda ortalama sıcaklıklara bağlı olarak alanın sıcaklık değeri 0 °C'nin altına yıl içinde kasım, aralık, ocak şubat ve mart aylarında düşmektedir (Grafik 5). Aylık maksimum ve minimum ekstrem değerlerine bakıldığında ise, Solhan istasyonu için en yüksek değerlere 35.6 °C ile temmuz ayında, ve 35.8 °C ağustos aylarında rastlanmaktadır. En düşük değer ise -17.0 °C ile ocak ayında olduğu görülür. Bundan da anlaşılacağı üzere, ağustos ayı, sıcaklıkların en fazla yaşandığı ay olurken, ocak ayı soğukların en fazla yaşandığı aylardır.

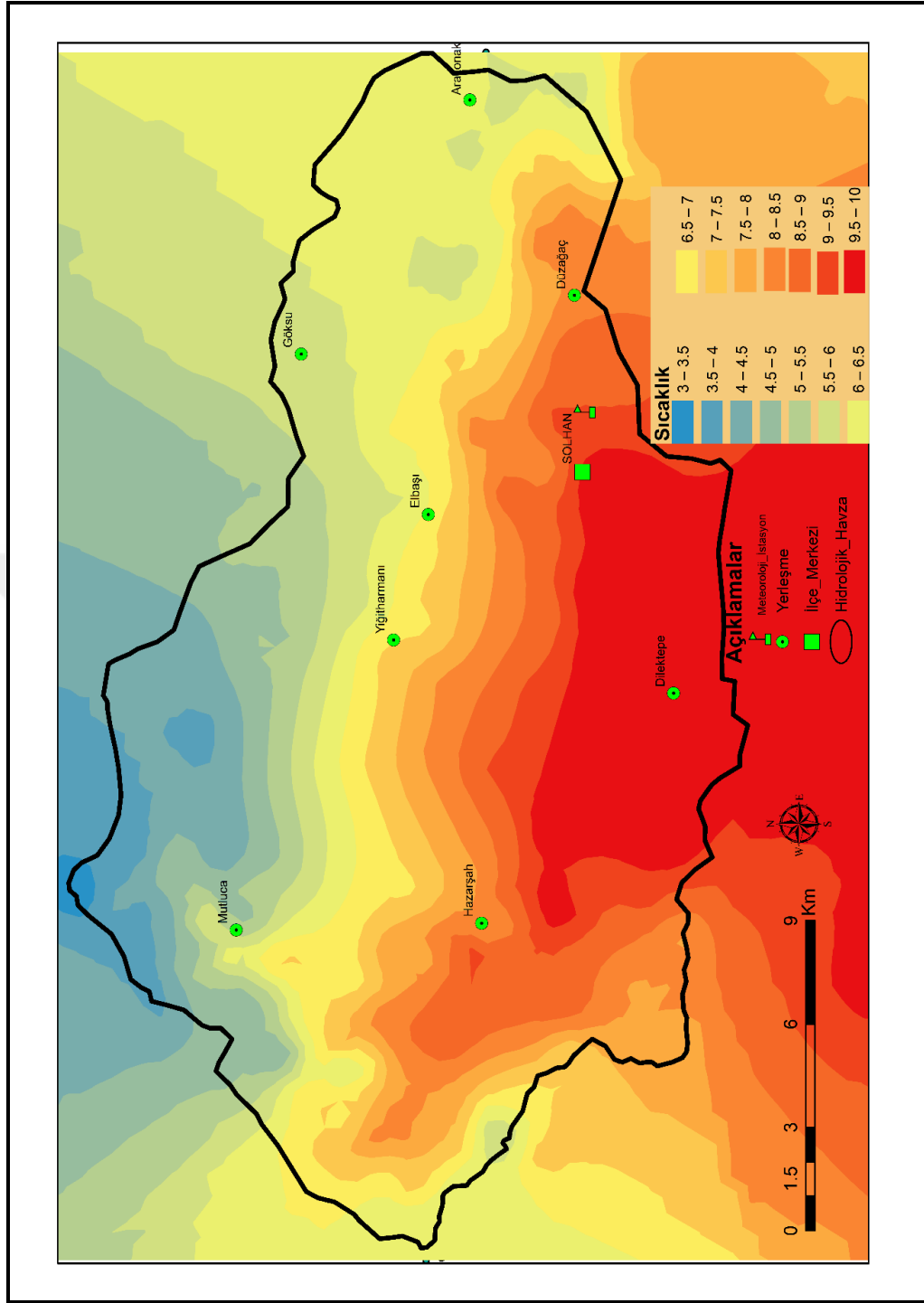
Şiddetli sel taşkınının meydana geldiği mayıs ayı ile sel ve taşkınının en çok tekrar ettiği haziran ve ağustos aylarının sıcaklıkları incelendiğinde; sıcaklık ortalaması mayıs ayında 14,4 °C, haziran ayında sıcaklık 20,0 °C, temmuz ayında ise 24,6 °C ve ağustos ayında 24,3 °C'dir. Her dört ayında sıcaklık değerleri yıllık ortalama sıcaklığın üzerindedir. Bu sonuca göre sel ve taşkınının meydana geldiği bu aylarda aylık sıcaklık ortalamasının düşük olmadığı aksine bu aylarda sıcaklıkların ortalamadan yüksek

olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu durum sıcaklığın topraktaki nemin buharlaşması ile infiltrasyon üzerinde etki etmektedir. Diğer taraftan havadaki nemin taşıma kapasitesi sıcaklığa bağlı olarak genişleyeceği ve bağıl nem ve yoğunlaşmanın azalması sonucu yağış oluşumu zorlaşacaktır (Ardel, 1973; Erol, 2004;) (Grafik 5).



Grafik 5. Solhan ilçesinin ortalama, maks. ve min sıcaklık grafiği (1965-2013) (MGM, 2013)

Bu veriler haricinde havza içinde belirlenen noktaların ekstrem minimum ve maksimum sıcaklıklara bağlı bulunan yaklaşık değerleri kullanılarak, havza içinde dağılım haritalaması yapılmıştır (Harita 8). Bunun için sıcaklık verilerinin küçük sahalar için daha düzenli yüzey dağılımı yapmasından dolayı Geostatistical Analysis Tools' u kullanılarak enterpolasyon tekniği kullanılmıştır (Jarvis ve Stuart, 2001). Buna göre, ortalama sıcaklık olarak, havza içindeki dağılımına bakıldığında 3 °C ile 10 °C arasında değişen bir değer aralığına sahiptir (Harita 8). Ayrıca havzanın kuzeyi yükseltiyeye bağlı olarak minimum sıcaklıkların en fazla görüldüğü alanlar olarak karşımıza çıkar.



Harita 8. Çalışma alanının ortalama sıcaklıklarının dağılışı

2.1.3.2. Yağış

“Ülkemiz genelinde olduğu gibi, Doğu Anadolu’nun çeşitli kısımlarının hava koşulları ve mevsim özelliklerini, kutupsal ve tropikal hava kütlelerinin ilerleyip gerilemeleri ve bunlar arasındaki planetar polar cephenin konumu ve oynayıları esas rolü oynar” (Erinç,1953).

Yağış; sel ve taşkın açısından en önemli etkenlerden biridir. Yağışın biçimi, türü ve şiddeti sel ve taşkınların oluşumunda yönlendirici rol oynar. Çalışma alanındaki Solhan İstasyonu (1395m) 1965 yılından bu yana uzun yıllar ortalama yağış verilerinden faydalanılmıştır. Çıkan sonuçlara göre çalışma alanına yılda toplam 687.2 mm yağış düşmektedir. Sahanın yağış özelliklerini ortaya koymak ve mekansal olarak CBS ortamında haritalayabilmek amacıyla Solhan meteoroloji istasyonuna ait ortalama yağış verileri kullanılmıştır. Bu verilere istasyonlara ait toplam yıllık ortalama yağış değerlerinin Geostatistical Analyst tool' altında Radial Basic Functions tekniği ile dağılışı haritası yapılmıştır. Bu teknik geniş alanların iklim özelliklerinin ortaya konmasında etkilidir.

Bu veriler ve formül CBS ortamında nokta verilere işlendiğinde çıkan sonuçlar Harita 12'de gösterilmiştir. Formüle göre, Havran istasyonun 48 yıllık ortalama yağış değeri 685.6 mm. bulunmuştur. Bu işlemten sonra, havza içinde belirlenen noktaların tahmini yağış değerlerini hesaplamak için Schreiber formülü kullanılmıştır (Dönmez, 1990).

$P = P_0 + 54h$ Formülde;

Ph= Yükseltisi bilinen noktanın bulunacak yağış tutarı

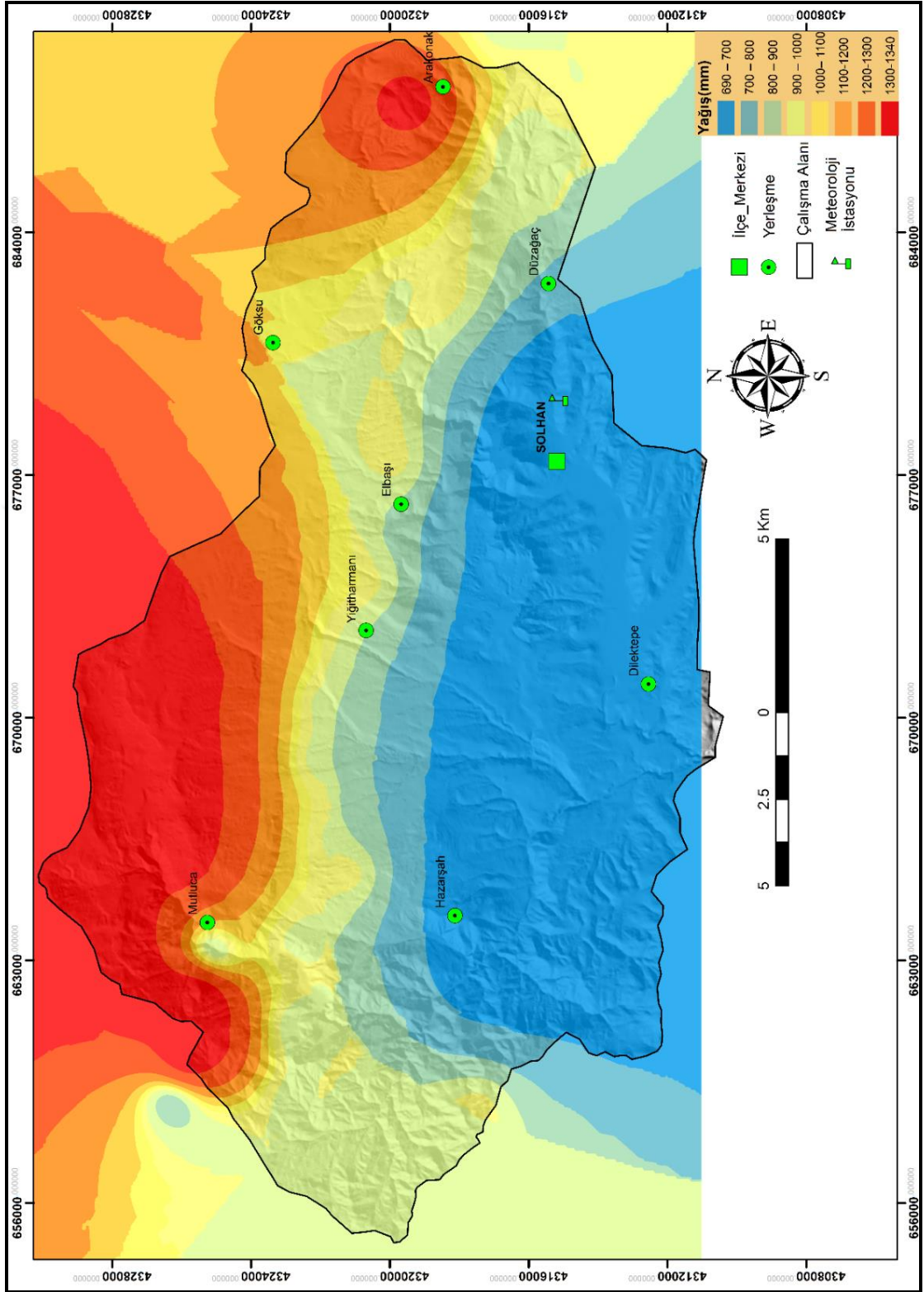
Po= Yükseltisi bilinen ve yağış rasadı yapan mukayese istasyonunun yağış tutarı (Topl_yagis)

54= Her 100 m. yükseldikçe yağışın 54 mm. arttığını gösteren katsayı,

h = Baz alınan istasyon ile yağış miktarı bulunacak nokta arasında yükselti farkıdır (hektometre olarak).

Buna göre üretilen haritada yağışlar havzanın kuzeyinde daha çok artış gösterirken güney kesimler de yağışın azalış gösterdiği alan olarak karşımıza çıkar (Harita 9). Bu durumun olmasının nedeni inceleme alanındaki yüksekliğin artmasıdır. Orta kesimlerde ise nispeten değerler düşüktür. Çalışma sahasını ilgilendiren istasyonun aylara göre ortalama yağış değerleri incelendiğinde yağış maksimumları en fazla nisan ayında, daha sonra mart ve şubat aylarında görülmektedir. (Harita 9).

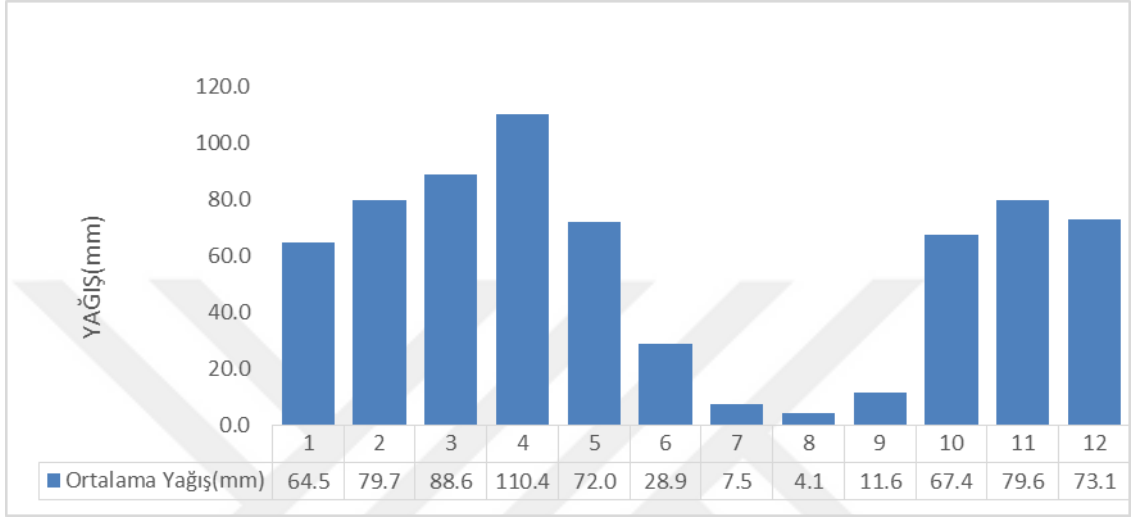
Buna göre üretilen haritada (Harita 9), yağışlar havzanın orta kesimlerde ise nispeten değerler düşmektedir. Üretilen yağış haritası gerçeğe daha yakın değerler vermektedir.



Harita 9. Çalışma alanının uzun yıllar ortalama yağış (mm) değerinin dağılışı

Solhan ilçe merkezi istasyonu değerlerine göre aylık ortalama yağışların en fazla olduğu ay 110,4 mm ile ilkbahar ayı olan nisan ayıdır (Grafik 6). Mevsimsel açıdan bakıldığında ilkbahar ayı oransal olarak %39,4'e karşılık gelmektedir (271mm). Bunu

takiben kış mevsimi ise 217,3 mm ile % 31,6 oran kaplamaktadır. En az olduğu ay ise 4,1 mm ile ağustos ayıdır (Tablo 7). “Aylık ortalama yağışların, ortalama yağışlı günler sayısına bölüldüğünde elde edilen günlük yağış şiddeti inceleme alanında her yerinde aynı değildir (Tonbul, 1990).” Solhan da yüksek değerlere sahip olması, genel olarak yağışların fazla olduğu kış ve ilkbahar mevsimlerinde özellikle frontal faaliyetlerin başladığı sonbahar aylarında rastlanır. Minimum değerler ise yaz mevsiminde görülür.

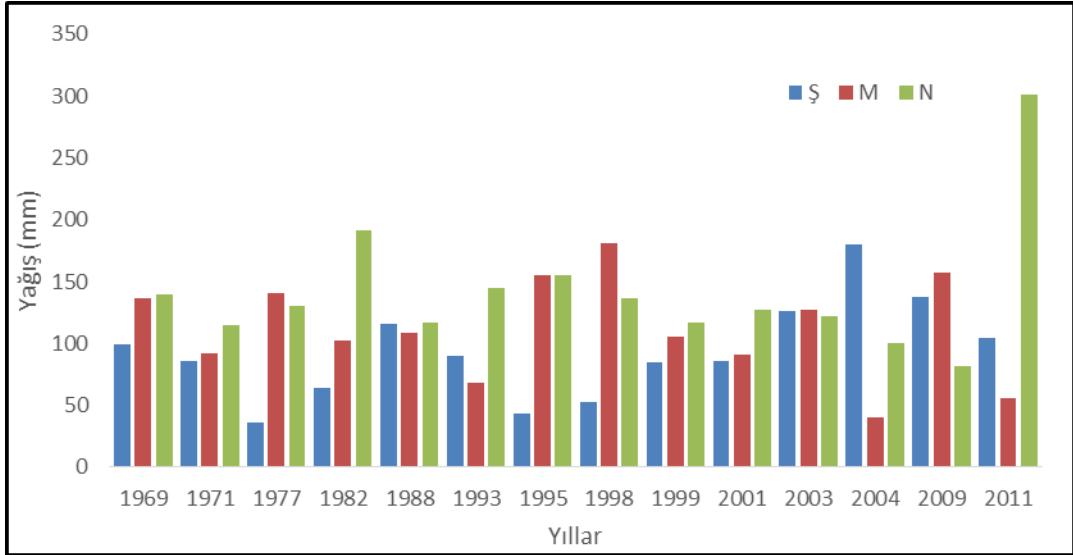


Grafik 6. Solhan (Bingöl) meteoroloji istasyonunun ortalama yağış grafiği değerleri (1965-2013) (MGM, 2013).

Tablo 7. Solhan (Bingöl) meteoroloji istasyonunun mevsimlere göre yağış tutarları ve oranları (1965-2013) (MGM, 2013).

Mevsimler	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Toplam
Toplam Yağış (mm)	217,3	271	40,5	158,6	687,4
Toplam Yağış (%)	31,6	39,4	5,8	23,0	100

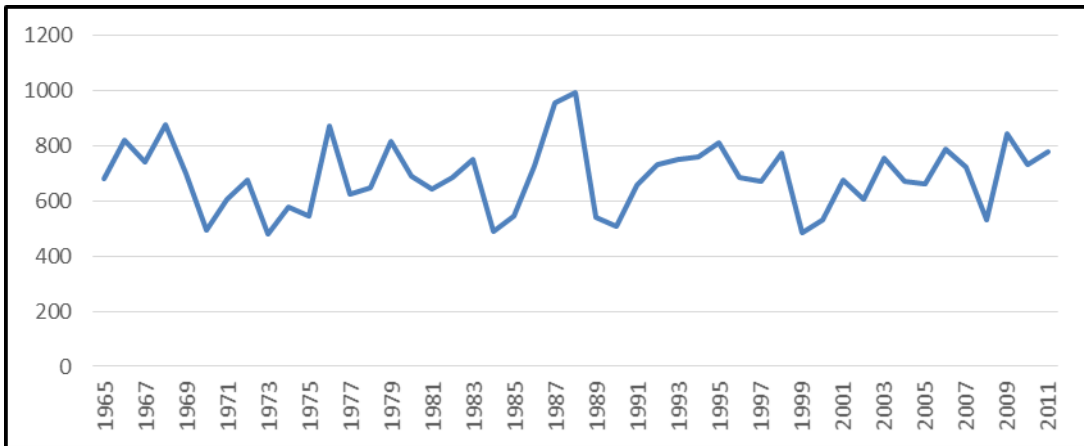
Solhan meteoroloji istasyonu verilerinden, yağışların arttığı şubat, mart ve nisan aylarının 46 yıllık değerleri incelendiğinde, maksimum değerlere 2011 yılında nisan ayında (300,7 mm)'ye ulaşılmıştır. İkinci en yüksek değer 1982 yılında nisan ayında (191,3 mm) görülmüştür. Üçüncü yüksek değer ise 1998 yılında yine Mart ayıdır (181,2 mm) (Grafik 7).



Grafik 7. Solhan (Bingöl) meteoroloji istasyonu 1965-2011 yılları arası şubat, mart ve nisan ayları toplam yağış değerleri (MGM, 2013).

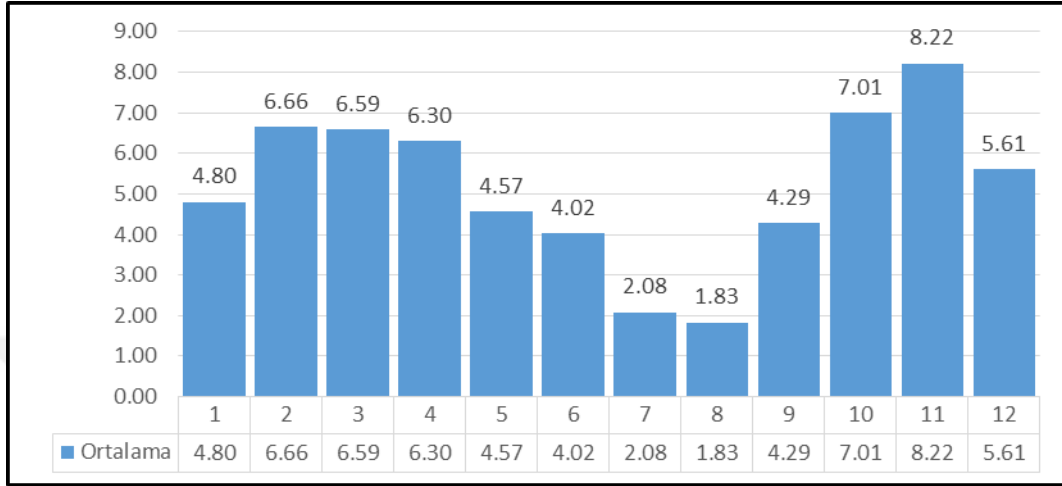
Grafik 7'ye bağlı olarak 1981 yılından günümüze genel olarak yağış değerlerinde ani değişiklikler görülmektedir.

İnceleme sahası, yağış değerleri bakımından değerlendirildiğinde ise, değerlerin yıllara göre dağılımında, son 30 yıl içinde 1988 yılı yoğunluğun maksimum olduğu (993,4 mm) yıl olarak karşımıza çıkar. Bunun yanında, 1987 yılı da yoğunluğun ikinci kez arttığı yıldır (956,4 mm). Daha sonra düşüşe geçen yoğunluk değeri 1992 den sonra az da olsa artış gösterse de 1988 den sonra tekrardan azalmaktadır (Grafik 8). Son 30 yılın yağış yoğunluğunu aylara göre değerlendirdiğimizde ise maksimum yoğunluk Nisan ayında olurken, bunu Mart ve Şubat ayları takip eder. Minimum değerler ise Ağustos ayına aittir (Grafik 8).



Grafik 8. Solhan (Bingöl) meteoroloji istasyonu 1965-2011 yılları toplam yağışlar (MGM, 2013).

Solhan ilçesinin aylara göre uzun yıllar günlük yağış ortalamasına baktığımızda ortalamanın en fazla olduğu ay kasım ayı iken iken, 1,83 ile ağustos ayı en az çıkmıştır (Grafik 9). Şubat mart ve nisan aylarında ise birbirine yakın değerler çıkmıştır. En yüksek değerlere sonbahar mevsiminde görülmektedir.



Grafik 9. Solhan (Bingöl) meteoroloji istasyonu 1985-2012 yılları aylara göre ortalama yağış değerleri (MGM, 2013).

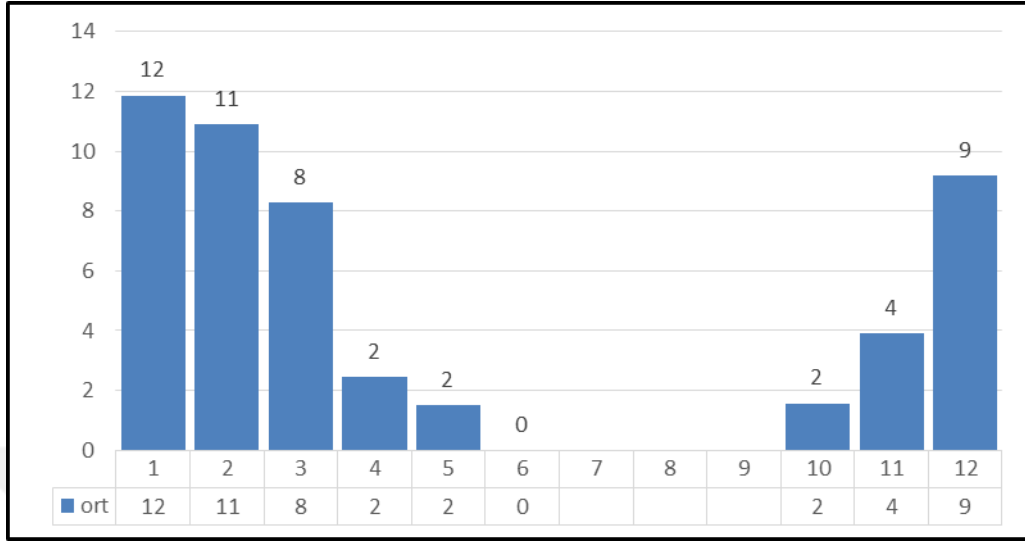
Solhan meteoroloji istasyonu verilerine göre Günlük yağış şiddetinin en fazla olduğu ay 17,5 ile nisan ayıdır. En az değer ise 2,2 ile ağustos ayıdır (Tablo 8).

Tablo 8. Solhan İlçesinin günlük yağış şiddeti (MGM, 2013).

İSTASYON ADI	PARAMETRELER	AYLAR												Ortalama
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
SOLHAN	Günlük Yağış Şiddeti (mm)	13,4	12,0	13,4	17,5	15,7	7,1	2,6	2,2	2,7	9,6	9,6	13	9,9

Kar yağışının yıllık yağışa oranı, güneyden kuzeye, batıdan doğuya gidildikçe artmaktadır. Meteorolojik verilere göre, araştırma sahsındaki kar yağışı ortalama bir değerle Kasım ayında başlar Nisan ortalarında bitmektedir (Grafik 10). Kar örtülü günler sayısı yıllık olarak 84,9 gündür. Araştırma alanı sonbaharın son aylarına doğru soğumakta ve sıcaklığın düşmesine bağlı olarak yağışlar genellikle kar şeklinde düşmektedir. Bu dönemde saha daha çok gezici siklonlar etkisi altına girmektedir. Kış mevsiminde polar hava kütlesi hakimdir. Bu durum kış mevsiminde, yağışın büyük bir

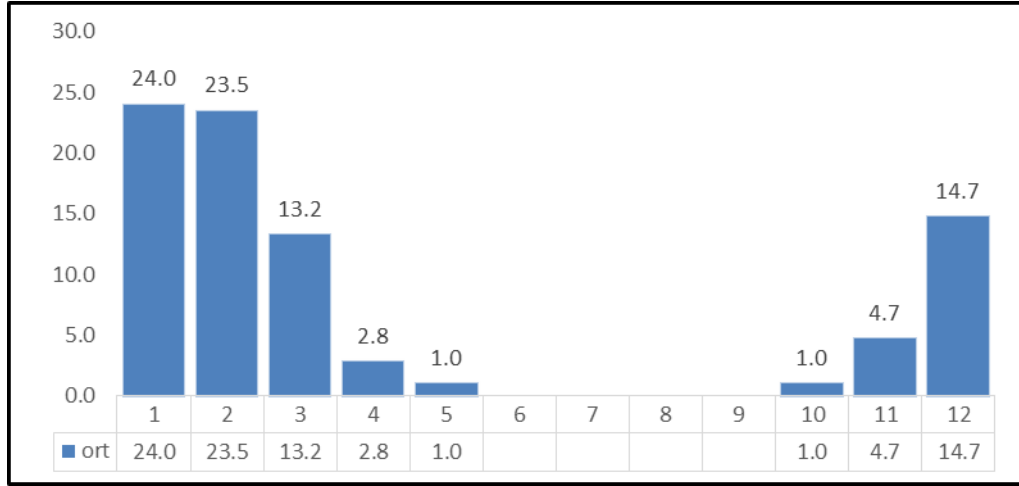
kısmı kar şeklinde düşmektedir. İlkbahar ile bu hava kütlesi etkisi ortadan kalkar ve kar yağışları yerini sağanak yağışa bırakır (Grafik 10).



Grafik 10. Solhan(Bingöl) meteoroloji istasyonu 1965-2012 yılları arası aylık kar yağışlı günler ortalaması (MGM, 2013)

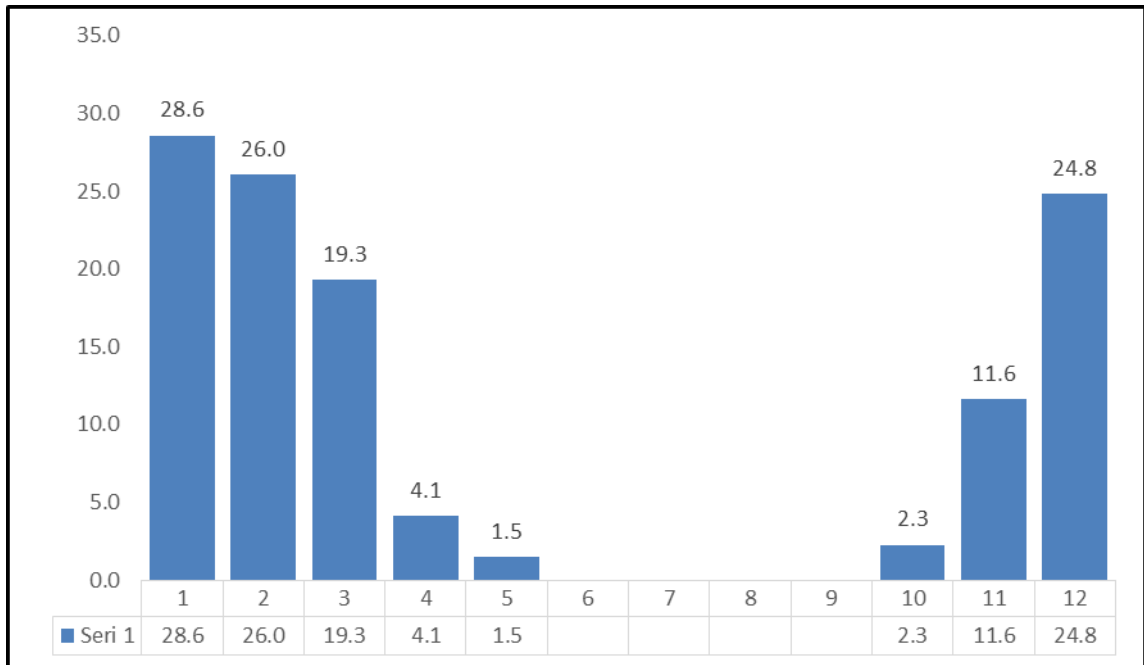
Kar örtülü günlerin en fazla olduğu aylar ocak ve şubat aylarıdır. Haziran, temmuz, ağustos ve eylül aylarında kar örtülü gün yoktur, tamamı erimiştir (Grafik 11). Çalışma sahasında karla örtülü günlerin ortalamasına bakıldığında, ocak ayında en fazla olmak üzere aralık, şubat ve mart aylarında ise birbirine yakın değerlerdir (Grafik 11). Dikkati çeken önemli bir nokta bütün aylarda kar ile örtülü gün sayısının her ayda kar yağışlı gün sayısından oldukça fazla olmasıdır. Özellikle şubat ve mart ayında dikkati çeken özellik karın uzun süre yerde kaldığının göstergesidir (Grafik 11).

Yağan karın yeryüzünde örtü oluşturmasında, yerşekilleri ve iklimin büyük rolü vardır. Diyer bir deyişle dağ ve depresyonların uzanış doğrultusu, kontinentalite koşulları ve yükselti kar örtüsünün yerde kalış süresi üzerinde etkili olmaktadır (Tonbul, 1985).



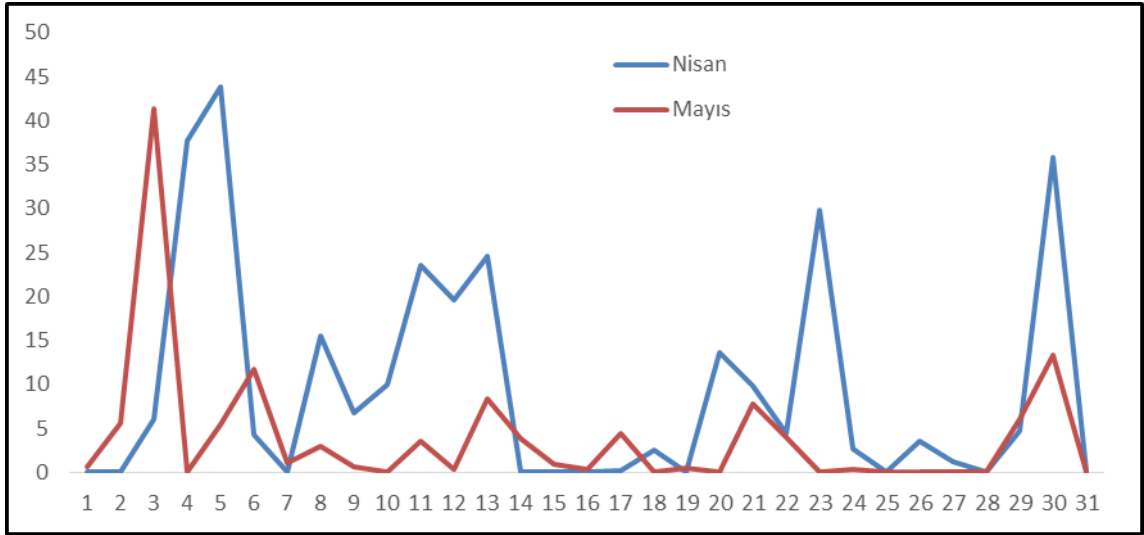
Grafik 11. Solhan meteoroloji istasyonu 1965-2012 yılları arası aylık kar örtülü günler sayısı ortalaması (MGM, 2013).

Solhan İlçesi meteoroloji istasyonu verilerine göre aralık, ocak ve şubat ayları donlu günlerin en şiddetli olduğu aylardır (Grafik 12). Donlu günler kasım ayında başlar mart ayna kadar devam eder. Donlu günlerin olduğu aylar ile kar örtülü günlerin ayları birbirine yakın özelliktedir. Genel olarak kar örtüsü kalınlığı Aralık, ocak, şubat ve az da olsa mart aylarıdır. 1965-2012 yılları arasındaki günlük ortalama kar örtüsü kalınlığı 177 cm ile 14 Şubat 1968 yılında olmuştur.



Grafik 12. Solhan (Bingöl) ilçe merkezi aylık donlu günler sayısı(1965-2013) (MGM, 2013)

Sahada büyük taşkınını yaşandığı 2011’de mayıs ayının günlük ve toplamdaki yağış değerlerine bakıldığında, ay içinde yağış değerleri 5 kez pik yapmıştır. Toplamdaki yağış ise 123,4 mm dir. Buna karşın nisan ayında günlük ve toplamdaki yağış değerlerine bakıldığında ay içinde 4 kez pik yapmıştır. (Grafik 13). Toplamdaki yağış 300,7 mm dir (Tablo 9).



Grafik 13. Solhan meteoroloji istasyonu 2011 yılı nisan-mayıs günlük toplam yağış değerleri (MGM, 2013).

Sahada büyük taşkınların yaşandığı 3 nisan 2011 tarihinde ay içinde 300,7 mm yağış olmuş, ilçe merkezini etkilemiş ve büyük maddi zarara yol açmıştır (Tablo 9, Foto 8).

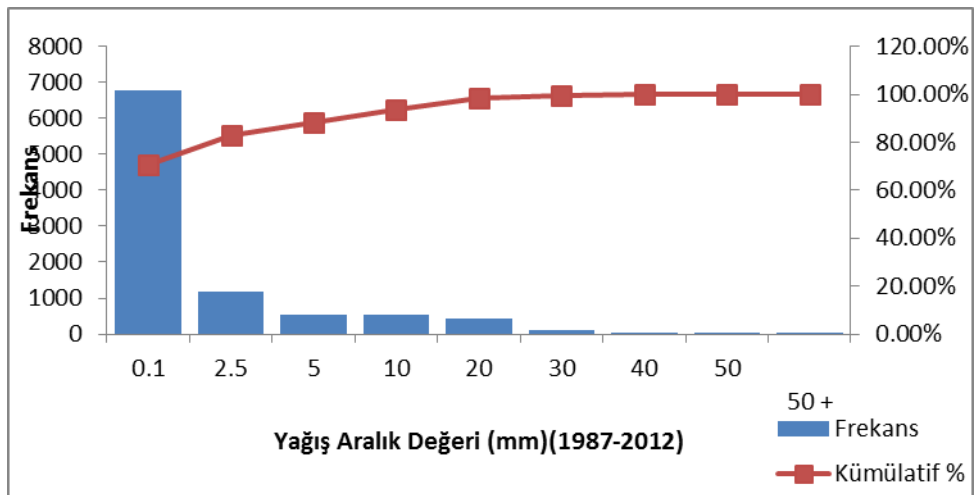
Tablo 9. Çalışma alanının ekstrem yağış 3 Mayıs 2011 tarihli değerleri (Aylık) (MGM, 2013).

YIL/AY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2011	41.8	104	56	300.7	123.4	28.5	9.4	0	24.4	0	66.8	26.7



Foto 8. Solhan ilçesi 3 Mayıs 2011 yılı seli

Günlük yağış değerlerinin frekans tablosuna ve grafiğine baktığımızda 1987-2012 yılları arası 0,1 mm günlük yağış verisinin en fazla olduğunu görmekteyiz. Bu en fazla ikinci günlük düşen yağış ise 2,5 mm dir. 50 mm ve üzeri düşen yağış bu yıllarda sahamızda 16 defa düşmüştür (Tablo 10, Grafik 14). Bu 16 defa düşen yağış şubat, ekim, nisan ve haziranda düşmüştür.



Grafik 14. 1987-2012 yılları arasındaki Günlük 0,1-50 > mm aralığındaki yağış sayıları

Tablo 10. Günlük yağış değerlerinin aralık değerleri ve frekansları 1987-2012

<i>Aralık Değeri (mm)</i>	<i>Frekans</i>	<i>Kümülatif %</i>
0.1	6762	70.53%
2.5	1189	82.93%
5	527	88.42%
10	521	93.86%
20	417	98.21%
30	114	99.40%
40	42	99.83%
50	11	99.95%
50 +	5	100.00%

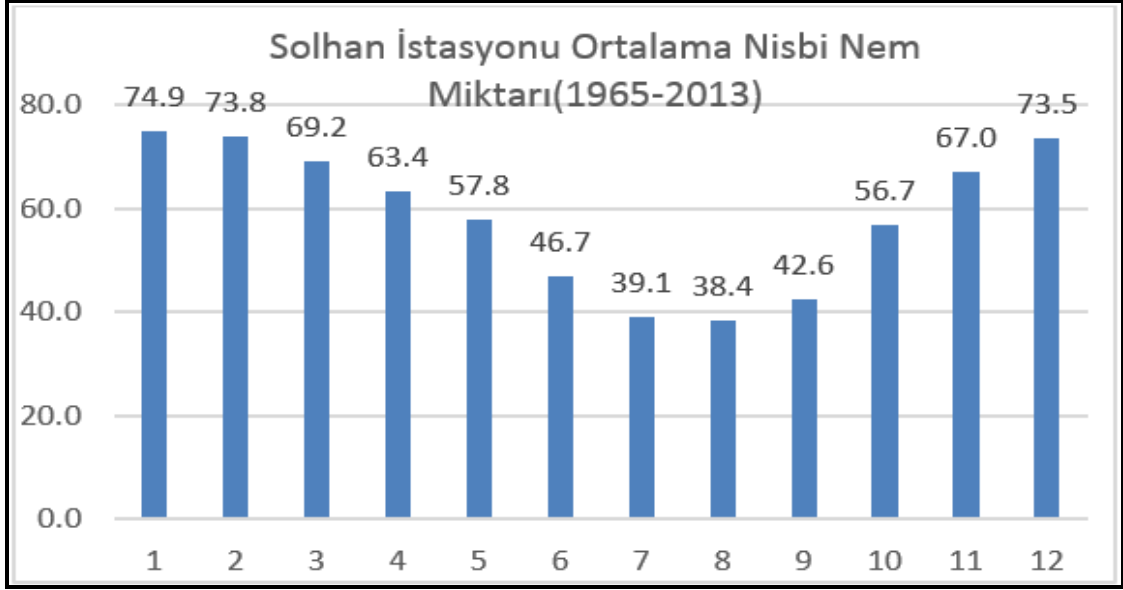
Tablo 10'a baktığımızda yağışın büyük çoğunluğu 0.1mm ile 2,5 mm arasında toplanmıştır. Günlük yağışın en fazla olduğu 50 mm üzeri beş defa düşmüştür (Grafik 14).

2.1.3.3. Nem

Solhan Deresi havzasının nem özellikleri, yüzeysel akışa geçen su miktarı üzerinde kısmen de olsa etki eden diğer bir iklim elemanıdır. Bu kapsamda havzanın bağıl nem miktarı ve yıl içinde nem miktarlarının fazla olduğu aylar dikkate alınmıştır Çalışma sahasında uzun yıllar aylık ortalama nisbi nem miktarı %58,6 dir (Grafik 15). Yağışa bağlı olarak nisbi nem en fazla aralık ve ocak ayında olurken yağışın en az olduğu ay temmuz ayında en azdır.

“Bağıl nemin oranı ile buharlaşma arasında bir ilişki vardır. Gerçek nem oranı aynı kalsa dahi, sıcaklık arttığı oranda bağıl nem azalmakta, bu gelişim de buharlaşmayı arttırmakta ve sonuçta da toprak nemi azalmaktadır.” (Turoğlu ve Özdemir, 2005).

“Bağıl nem yüksek olması halinde bitkilerin terlemesiyle olan su kaybı ve zemindeki buharlaşma azalır. Bunun sonucunda toprağın su kaybı ve zeminden buharlaşma azalır. Böylece havza topraklarının su tutma kapasiteleri bağıl nem miktarına göre değişiklikler gösterir.” (Özdemir,2007).



Grafik 15. Solhan deresi havzası uzun yıllar ortalama nisbi nem miktarı (MGM, 2013)

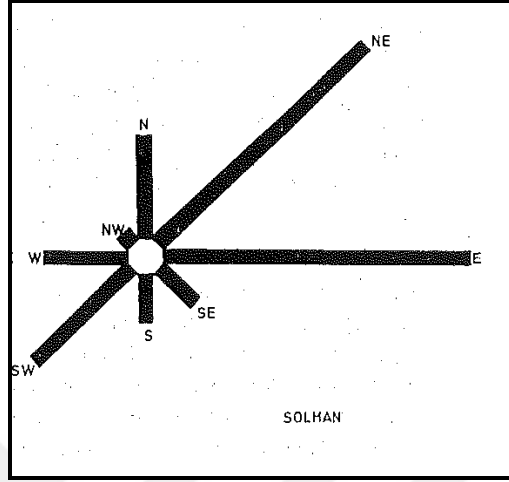
Tonbul(1990), tarafından “Bingöl Ovası ve Çevresinin İklimi” adlı makalede, Erinç ve Thornthwaite metoduyla hazırlanmış su bilançoları diyagramlarına göre, çalışma alanı ve çevresinde haziran ayı ortalarından ekim ayı ortalarına kadar 4 aylık bir süre boyunca, su noksanı veya kurak bir dönemin varlığını ortaya koymaktadır. Buna karşılık aralık ayı ile mayıs arasındaki beş aylık dönemde toprakta su fazlalığı söz konusudur. Geri kalan üç ayda ise toprakta yeterince su mevcuttur. Bu kurak aylar sayısına bakılarak yöre, Türkiye’nin nemli bölgeleri içine katılmaktadır. Nem verilerine ait yıl içindeki bu dağılım özellikleri, yağışların ve sıcaklıkların yıl içindeki dağılımlarıyla paralellik göstermektedir.

2.1.3.4. Rüzgâr

İklim elemanlarından rüzgâr değerleri, uzun yıllar toplamında esme sayısı ve yönü, maksimum rüzgar hızı ve yönü gibi genel özellikleri üzerinde durulacaktır. Çalışma sahası rüzgâr özellikleri 1965-2013 yılları arasında kapsamaktadır. Rüzgar yönü Doğu (30.6), Kuzeydoğu (27.9) dur (Grafik 16). Sel ve taşkınlar bakımından estiklerinde karların erimesine ve taşkınların oluşmasına yardımcı olabilmektedirler.

Hava hareketlerinin yağış üzerindeki etkisinden yola çıkarak Solhan deresi havzasının rüzgâr yönleri bulunarak hangi yöndeki yamaçların daha çok yağış aldığı tespit edilebilir. Bu sonuçlar, yağışların yamaç yönü ile sel ve taşkın olabilecek alanlar hakkında bize fikir sunar (Turoğlu ve Özdemir, 2005).

1965-2012 yıllık Solhan meteoroloji istasyonlarına ait esme sayıları ve yönleri grafiklendiğinde, Solhan istasyonunda hâkim rüzgar yönü Doğu'dur (Grafik 16). Bunu kuzeydoğu yönünden esen rüzgârlar takip eder. Güneybatı ve kuzey rüzgârları ise diğer hâkim rüzgar yönleridir.



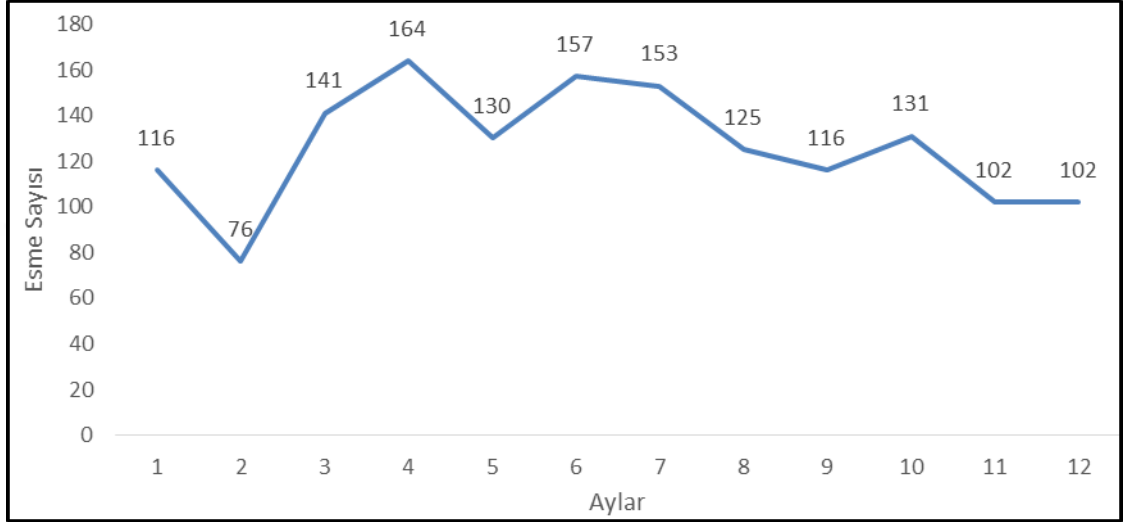
Grafik 16. Solhan ilçesi esiş sayısına göre rüzgârgülü (Tonbul,1990)

Solhan Deresi havzası rüzgâr özellikleri incelendiğinde, çalışma alanındaki genel atmosfer sirkülasyonu ve topografik faktörlerin etkili olduğu görülmektedir. Rüzgarın esiş frekansı Solhan'da % 83,6 ile doğu sektörlü rüzgar belirgindir. Solhan'da kuzeydoğu yönlü rüzgârların etkin olmasının nedenini şu şekilde açıklar: “Solhan'da kuzeydoğu yönlü rüzgârların etkin olmasının nedeni Kuzeydoğu Anadolu'da soğuyup ağırlaşan hava kütlelerinin inceleme alanına doğru yönelmiş olması ve günlük sıcaklık farklarının fazla olduğu mevsimlerde, belirtilen kesimler arasında basınç farklılıkları doğurmakta ve hava akımları yamaçlardan aşağılara doğru yönelerek yerel rüzgârların oluşmasına da yol açmaktadır (Tonbul,1990).”

Makalenin devamında ise: “Kış mevsiminde inceleme alanındaki rüzgâr durumu, basınç merkezlerine bağlı olarak etkilerini sürdüren hava kütleleri ile ilişki içindedir. Bu mevsimde, Doğu Anadolu üzerindeki termik antisiklonal sahadan bir alçak basınç merkezi halinde bulunan Doğu Akdeniz'e doğru yönelen hava akımları dolayısıyla Solhan'da Kuzeydoğu ve Doğu rüzgarları (Ocak ayında % 42.2 ve %39.7) önem kazanır. Akyol bu rüzgârlara “kara musonları” olarak nitelendirmektedir. Bu durum üzerinde ayrıca Solhan çukurluğundan Bingöl ovasına doğru özellikle Murat vadisi aracılığıyla yönelen hava akımlarının da payı olmuştur (Tonbul,1990).”

Tablo 11'e baktığımızda kuzey yönlü rüzgârların yaz mevsiminde arttığı görülmektedir. Nispeten kuru ve serin bir rüzgârdır. Bu rüzgârlar kuzeybatıdan, güneydoğuya doğru esmektedir.

İstasyona ait rüzgârın esme sayılarının aylık dağılışına bakıldığında ise en çok rüzgârlar Mart-Nisan aylarında olurken bunu Haziran, Ekim ayları takip eder. Minimum rüzgâr ise Şubat ayı içinde esme değerine sahiptir (Grafik 17, Tablo 11).



Grafik 17. Solhan meteoroloji istasyonlarına göre aylara ait esme sayıları (1975-2012).

2.1.4. Hidrografik Özellikleri

Doğadaki tüm canlılar için su, önemli bir yaşam kaynağıdır. Dünyamız var olduğundan beri canlılar için vazgeçilmez bir gereksinim olan su, insanoğlu her geçen gün artan bir yaşamsal araç konumundadır (Üstündağ, 2011).

Bu isim altında bir yerin hidrografyası üzerinde etkili olan faktörler inceleme sahası hidrografik özellikleri bakımından relief ve iklime bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Sahanın iklim yapısına bağlı olarak yaz aylarında kurak bir mevsim yaşanmakta, böylelikle saha içerisinde bulunan akarsular mevsimlik özellik kazanmaktadır.

Hidrografik özellikler başlığı altında öncelikle akarsular, akarsuları beslenmesi rejimi, akarsu yatak morfometrik özellikleri, debi özellikleri üzerinde durulacaktır.

Solhan Deresi havzası içinde yer alan ana akarsu ve alt kollara ait akarsuların bazı morfometrik özellikleri, “Morfometrik Yüzey Analizleri ve Sel-Taşkın İlişkisi” bahsinde verilmiştir.

“Akarsu havzalarına yönelik yapılan çalışmalar havzanın genel karakteristiklerini ortaya koymaktadır. Doğrudan akım üzerinde önemli olan Morfometrik Analizler sel ve taşkın riskini belirlemede oldukça önemlidir.”(Günek, vd. 2013).

Akarsular, doğal bir yatak içerisinde küçük, büyük, devamlı veya zaman zaman akan su kütlelerine verilen addır (Höşgören, 1992). Ülkemizde iklime bağlı olarak akarsular ilkbahar ve yaz aylarında yüksek yoğunluklu debiye sahip olmaları nedeni ile sel ve taşkınların büyük çoğunluğu bu aylarda gerçekleşir. Yaz aylarında ise, akarsuların beslenmeleri ve yağışların azalması nedeni ile akarsular kururlar. Çalışma sahası hidrografik açıdan Fırat nehrinin yukarı bölümüne dâhildir. Sahanın genel olarak ana akarsuyu Fırat nehri olmakla birlikte bu nehrin kollarından biri olan Murat nehri çalışma sahasının güneyinden geçmektedir. İnceleme alanı akarsuları ise iki kol birleşerek Giloran deresine katılırlar bu kollar Solhan deresi ve Esence dereleridir (Harita 11). Giloran deresi ise güneyde Murat nehrine katılır. Her iki dere de doğu-batı doğrultusunda akıp güneyde birleşirler. İnceleme sahasında birçok mevsimlik ve sürekli akarsu bulunmaktadır. Bunlardan bazıları; Esence dere havzasında alt kol olarak Kellek dere, Efendi dere, Cevizağacı dere, Mutluca, Evliaga, Gölgeni, Kavaşan, Hejyan dereleridir. Solhan Deresi Havza içinde ise; Kavak, Güncerek, Megara, Hayran ve Cem dereleridir. Yukarıda belirtilen derelerin bir kaçı dışında hemen hepsi mevsimlik

deredir. Yaz aylarında çoğunluk kuru olan bu dereler, ilkbahar aylarında karların erimesi ile aktıkları gözlenmiştir (Foto 9 ve 10).



Foto 9. Solhan deresinden geçen arakonak deresi



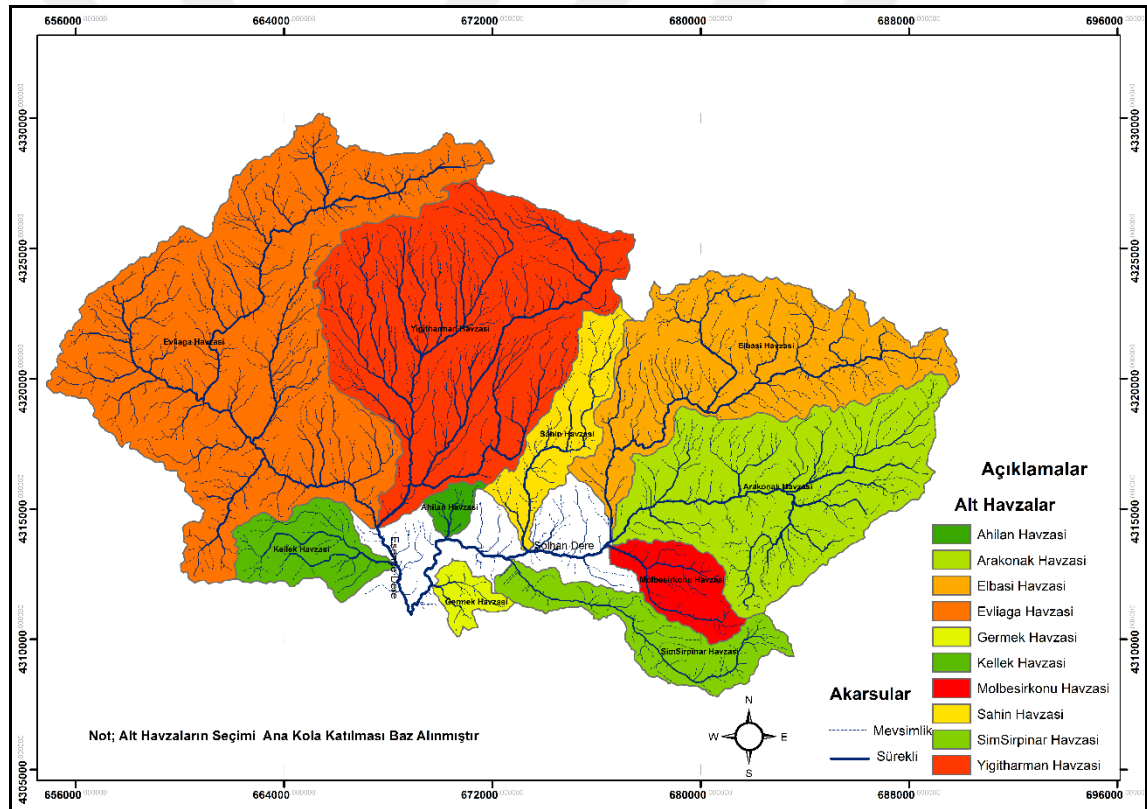
Foto 10. Esence anakol üzerinde olan mutluca deresi şelaleler

2.1.4.1. Havzanın Özellikleri

2.1.4.1.1. Alt Havzalar ve Özellikleri

Solhan Deresi Havzası üzerindeki taşkınların oluşum mekanizmalarını anlayabilmek için sadece ana kol değil, bu kola dâhil olan diğer alt kolların da analizine ihtiyaç vardır. Ana kola bağlanan alt kollar ve havzaları (Harita 10) gösterilmiştir. Bu alt havzalara ait bazı sayısal değerler Tablo 12’de verilmiştir.

Solhan Deresi havzası yaklaşık olarak 448 km²’lik bir alan kaplayarak, ana koluna Şahin, Elbaşı, Arakonak, Molbeşirkonu, Şimşirpınar ve Germek dere havzaları katılırken Esence deresi havzasına Kellek, Evliğa ve Yiğitharmanı dere alt kolları katılmaktadır (Tablo 12). Havzaya ait alt havzaların belirlenmesinde genelde her bir alt kolun sahip olduğu havza, alt havza olarak değerlendirilmiştir (Harita 10).



Harita 10. Solhan deresi havzası alt kolları ve havzaları

Oluşturulan alt havzalar tablosuna göre, alansal olarak en büyük alt havza 241 km²’lik değerle Esence Deresi alt havzasıdır. Bunu, 179,4 km² ile Solhan, 131,2 km² ile Evliğa Deresi havzası ve 95,2 km² ile Yiğitharmanı Deresi alt havzaları takip etmektedir (Tablo 12). Havzada en küçük alana ise Ahilan Deresi alt havzası sahiptir

(2,9 km²). Toplam havzanın % 53,4 'nü kaplayan Esence Deresi alt havzasından sonra ana kola katılmıştır.

Tablo 12. Solhan deresi havzası alt kolları ve havzaları

Alt Kollar/Havzalar		Alan (km)	Alan (%)
ESENCİ DERESİ HAVZASI	Evliğa Deresi Havzası	131,2	29,2
	Yiğitharmanı Deresi Havzası	95,2	21,2
	Kellek Dere Havzası	14,6	3,0
SOLHAN DERE HAVZASI	Ahılan Dere Havzası	2,9	0,6
	Şahin Havzası	16,8	3,7
	Elbaşı Dere Havzası	60,2	13,4
	Arakonak Dere Havzası	64,6	14,4
	Molbeşirkonu Dere Havzası	11,4	2,5
	Şimşirpınar Dere Havzası	19	0,4
	Germek Dere Havzası	4,5	1,0
Top.		448	100

2.1.4.2. Debi (Akım) Özellikleri

Solhan Dere havzasında akım verileri DSİ tarafından Solhan Deresi'nin yukarı kesiminde Arakonak Beldesini de içine alan Konak Dere ve alt kolları Gül, Kürk derelerinde yapılmaktadır. 1 Şubat 2007 yılında ölçüme başlayan istasyon, 19.07.2013 tarihine kadar ölçümlere devam etmiştir. Sahada bulunan D21T047 nolu Akarsu Gözlem İstasyonu (AGİ) nun 7 yıllık ortalama ve maksimum değerleri Tablo 14'de verilmiştir.

Tablo 13. Giloran Deresi debi değerleri

NO	YIL	E	E	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	Yıl.Ort	Su Yılı Maks.
1	2011	0,774	1.495	1.680	1.979	0	1.725	9.6862	30,181	26.465	4.247	1.513	1.467	6,767	81.212
2	2012	1	0	0	0	2.430	2.071	6.913	45	20.138	2.291	1.256	1	6.841	82.099

Tablo 15'e baktığımızda Konak deresi mart, nisan ve mayıs aylarında debi fazla olmuştur. Bunun nedeni kar erimelerinin ve ilkbahar yağışlarının olmasıdır. Nisan ayı

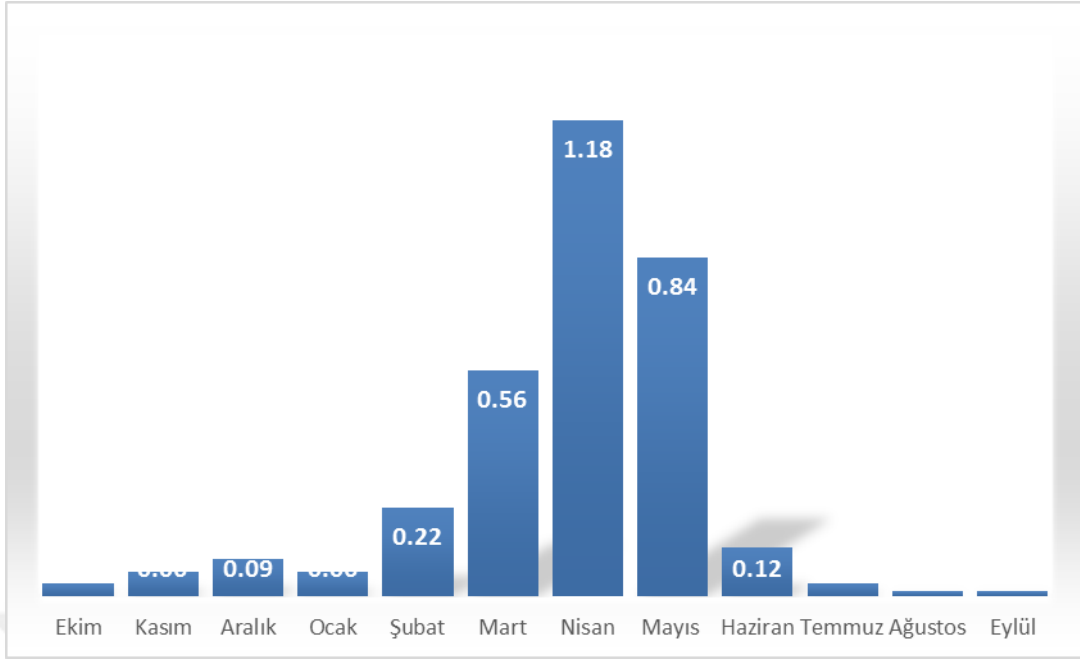
en fazla debi oranına sahiptir. Bu rakamlara baktığımızda, kar kalınlığının fazla olduğu yorumu yapabiliriz. Bu değerler aynı zamanda sel ve taşkın oluşumunda bize kanıt bilgi sunmaktadır.

Tablo 14. Konak deresi debi değerleri (m³/sn).

NO	YIL	E	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Yıl.Ort	Su Yılı Maks.
1	2007	0	0	0	0	0.282	1.005	2.159	2.241	0	0.099	0.04	0.029	0.4870	5.855
2	2008	0.0265	0.222	0.448	0	0	1,0025	1.568	0.0985	0.028	0.012	0.005	0.0055	0.284	3.415
3	2009	0.0235	0.111	0.1015	0.054	0.321	0.466	1.041	0.89	0.101	0.036	0.024	0.0325	0.266	3.200
4	2010	0	0	0	0	0.809	1.158	1.077	0.876	0.146	0.036	0.013	0.0105	0.343	4.125
5	2011	0.023	0.033	0.016	0.277	0.1225	0.212	0,859	0.756	0.134	0.056	0.01	0.0165	0.151	1.656
6	2012	0.18	0.044	0.031	0.092	0	0	1.052	0.906	0.086	0.018	0.012	0.012	0.195	2.347
7	2013	0.008	0.019	0.046	0	0.0605	0.216	0,537	0.114	0.027	0	0	0	0.0916	10.995
	ORT	0.037	0.061	0.092	0.069	0.228	0.569	1.184	0.840	0.129	0.037	0.015	0.015	0.260	4.277

Tablo 15'e ait yıllık ortalama, su yılına ait maksimumlar ve ayların ortalamaları gösterilmiştir. Buna göre, yıllık ortalamalarda maksimum 0,487 m³/s ile 2007 yılında olan akımlar, maksimum değerde 10,995 m³/s üstüne çıkmaktadır. Ayrıca Giloran deresinde yapılan ölçümlerde 2012 yılında 6,841 olan maksimum olarak da 82,099 m³/s olarak belirmiştir.

Yedi yıllık verilerde ortalama akım değerlerinin en fazla artış gösterdiği aylar ise aralık – mayıs ayları arasında toplanırken maksimum ortalama akımın gerçekleştiği ay nisandır (Grafik 18). Temmuz, ağustos ve eylül ayları ise akımların minimum düzeyde olduğu aylardır.



Grafik 18. Çalışma sahası konak deresi akım grafiği (m3/sn) (2007-2013) (DSİ)

2.1.5. Bitki Örtüsü Özellikleri

Türkiye topraklarının % 27,2'si (21.188.747 ha) ormanlarla kaplıdır (OGM 2006). Sel ve taşkınla ilgili olarak “Ormanların yağış sularının yüzeysel akışa geçmesini geciktirdiği ve pik akımları da (farklı oranlarda) azalttığı pek çok çalışma ile vurgulanmıştır (McDonnell, 1999; Robinson ve diğ., 2003, Robinson ve Dupeyrat, 2003, Iroumé ve diğ., 2006).” demiştir. “Bitki örtüsünün tahribinin önceki duruma göre yüzeysel akışı arttırdığı, sedimantasyona yol açtığı ve sel olaylarında artışlara neden olduğu belirtilmektedir (Marston ve ark, 1996; Brown, 1998; Hofer 1998; Ives, 2004; Ali ve Benjaminsen, 2004).”

“Toprağın su tutma kapasitesi ve bitki örtüsü sel ve taşkın oluşumları üzerinde önemli etkilere sahiptir. Düz alanlarda sel sularının tutulması pik deşarjları azaltmakta ancak hidrograf süresinin uzamasına neden olmaktadır. Bitki örtüsü de özellikle küçük ve orta büyüklükteki sellerin etkisini azaltmakta önemli rol oynamaktadır (Balcı, 1996; EEA, 2001; Özhan, 2004). Özellikle arazi kullanımındaki değişiklikler sel riskini etkilemektedir (EEA, 2001; Görçelioğlu, 2003).”

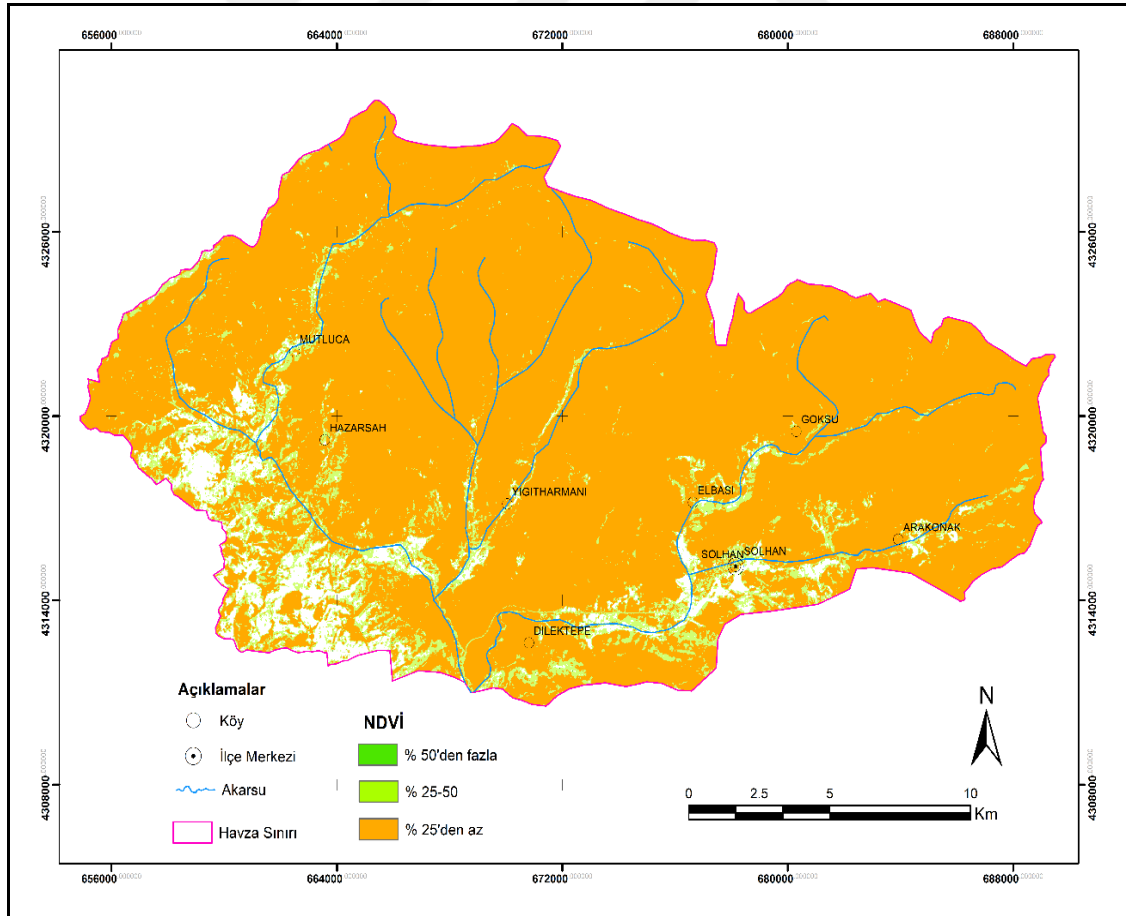
“Sahaların bitki örtüsü özellikleri, yağışın akışa geçen miktarının belirlenmesi üzerinde etkili olmaktadır. Bunun içinde meydana gelen sel ve taşkınların oluşmasında sahaların bitki örtüsü özellikleri, özellikle de orman formasyonu yönlendirici bir etkiye sahiptir.” (Turoğlu ve Özdemir, 2005). “Bitki örtüsünden yoksun yada bitki örtüsünün

tahrip edildiği alanlarda ve eğimin olduğu yerlerde yağmur suları direkt akışa geçerken, bitki örtüsünün yoğun olduğu alanlarda akış daha azdır.” (Schultz ve Engman, 2000).

Uzaktan algılama yöntemlerinin kullanıldığı bu kısımda, uydu görüntülerine ait veriler değerlendirilmiştir. Zaman içindeki değişimin ortaya konması için çalışmada Landsat TM (1987) ve ETM+ (2000) uydu görüntüleri kullanılmıştır.

Araştırma sahasında doğal bitki örtüsü dağılımı incelendiğinde bitki örtüsü üzerinde iklim, litolojik yapı ve sahanın eğim özellikleri etkileri başta gelmektedir.

Özellikle Solhan İlçe merkezinin topraklarının bir bölümü lav örtüsü ile kaplıdır. Yaylaları oldukça zengin bitki örtüsü ile kaplıdır. İlçenin orman yapısı genellikle ilçenin güney kısımlarını yoğun bir şekilde teşkil eden meşenin yanında yer yer Ardıç, Sakız, Yabani Kavak, Alıç, Elma ağaçları bulunmaktadır. Sahnın NDVI haritasına baktığımızda %50'den fazla bitki örtüsü olan yerler vadi tabanı ve havzanın güney kesimidir. %20-50 arası bitki örtüsü yok denecek kadar az olmaktadır. Buna karşın havzanın büyük bölümünün bitki örtüsünden yoksun olduğunu söyleyebiliriz (Harita 12).



Harita 11. Çalışma alanının NDVI haritası.

Çalışma sahasının bitki örtüsünden yoksun olması ve hayvan otlatılması ile daha da yoksunlaşması sel ve taşkın çalışmalarında önemli bir parametre olarak karşımızda durmaktadır. Çalışma sahası bitki topluluğunun gelişmesinde topografya, iklim ve toprak yapısı son derece önemlidir. Özellikle ilk ikisi sahada bitki örtüsünün şekillenmesinde çok önemli rol oynamaktadır. Ancak son yıllarda beşeri faktörlerden dolayı bitki örtüsünde değişim yaşandığı göze çapmaktadır.

Ayrıca akarsu ve dere kenarları boyunca, akarsuya paralel şekilde uzanan söğüt, ılgın ve akasya ağaçlarının oluşturduğu formasyonlar da bulunmaktadır (Foto 11).

“Kuzey Tiroller’de yapılan araştırmalar yüksek dağ ormanlarında zaman içerisinde alansal olarak meydana gelen azalmanın yine zaman içerisinde bu alanların sel ve çığ afetlerinden belirgin bir şekilde etkilendiğini ortaya koymaktadır (Aulitzky1974, 1977’e atfen Çolak ve Pitterle 1999’a atfen Aydın, 2008).



Foto 11. Solhan ilçe merkezi orman sahaları.

“İnceleme sahasında, özellikle dağlık alanlarda çokça rastlanan bir diğer bitki türü ise geven dir. Geven, hem hayvancılık ile uğraşan alanlarda keçi, koyun vb. hayvanların otlatılmasında hem de su ve rüzgâr erozyonuna karşı etkili olan bir bitki türüdür (Foto 12).



Foto 12. İnceleme alanı bitki toplulukları (Geven, Söğüt, Kavak).

2.1.5.1. Bitki Örtüsü Tahribi

Bitki örtüsünün tahribinin nedenleri arasında başlıca hava, su, toprak kirliliği, bilinçsiz kentleşme, orman yangınları, ormandan bilinçsizce yararlanma, aşırı hayvan otlatma gibi durumlar yer almaktadır. Bitki örtüsü tahribini antropojen tahrip ve doğal tahrip olarak iki başlık altında inceleyeceğiz.

Ülkemiz yaz mevsiminde yağış almadığından dolayı genel olarak görülen bitki örtüsü antropojen bozkırdır. Özellikle yaz mevsiminde yaz yağışlarının olmaması ve sıcaklıkların yüksek olması ile ormanların yanması ve tahrip edilmesi sonucunda ortaya çıkan bozkır olmaktadır. Başta İç Anadolu ve Ergene Havzası olmak üzere birçok bölgemizde orman yangınları görülmesi ile birlikte bozkır buralarda daha etkili olmaktadır. Bitki örtüsü yanan veya tahrip edilen bu yerlerde antropojen bozkır görülmektedir. Çalışma sahasında yapılan arazi gözlemlerinde antropojen bozkırlara rastlanmamıştır. Bunun başlıca sebebi yaz yağışlarının olması ve kışın kar örtüsünün uzun süre yerde kalması dolayısı ile toprağın suya doyması etkilidir.

Nitekim fiziksel ve kimyasal ayrışmaya dirençli olan volkanik arazide çalı formasyonu yayılış göstermektedir. Buna karşılık aşınmaya karşı direncin zayıf olduğu ve az eğimli sahalarda olan Hazarşah, Arakonak, Solhan, Mutluca ve Elbaşı merkezlerinde meşenin meydana getirdiği orman formasyonu gelişmiştir. Ancak bu toprakların tarıma

açılması ile bu orman formasyonu antropojen etkenlerle çalı veya çalı formasyonu oluşmuştur.

Çalışma alanını kapsayan sınırlar içinde, yüksek dağlık alanlar, alçak palto sahaları ve havza tabanları arasında başta iklim olmak üzere topografik koşullar bakımından önemli farklılıklar görülmektedir. Özellikle 2300-2400 m yüksekliğe kadar olan bütün kesimler, doğal orman (meşe) alanı içindedir. Yukarıda belirtilen orman üst sınırından itibaren başlayarak, yüksek dağ-platolara geçilir. Bununla birlikte yükseltinin kuzey kısımlarda artması ile tarım yerini hayvancılığa bırakır. Literatür çalışmalarında bu yükselti sınırından sonra yaylacılık faaliyetleri olarak adlandırılmaktadır.

Bitki örtüsünün normal şartlarda mevcudiyetini koruyabilmesi için en önemli şartlardan birisi yağıştır. Yağışın yıllık miktarı, yıl içindeki dağılışı ve vejetasyon süresindeki yağışlar bitki örtüsü için en önemli beslenme kaynağıdır. Araştırma sahasında minimum yağışlar yaz, maksimum yağışlar ise ilkbahar mevsiminde görülmektedir. Bu durum Akdeniz yağış rejiminin bir sonucudur. İnceleme alanının ve yakın çevresinin vejetasyon devresinin büyük bir bölümünü içeren dört aylık yaz döneminde yağış bakımından yetersiz düzeyde kalması, bitki örtüsü için kritik bir durumun ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ayrıca özellikle Hazarşah ve Mutluca gibi yayla beldelerinde, aşırı otlatmaya bağlı olarak orman örtüsü tahrip edilmiş ve kendini yenileyememekte ve antropojen step haline dönüşmektedir. Çalışma alanında yüksek dağ sıraları, yamaçlar, sırtlar, ve zirvelere yakın yerler boyunca orman formasyonunu meydana getiren ağaçlar, meşe, ardıç, çınar, alıç, badem ağaçları yer tutmaktadır. Meşe topluluğu içinde tüylü ve saçlı meşe bulunmaktadır.

2.1.6. Toprak Özellikleri

İklim, Topografya ve litolojik farklılıkları nedeniyle Bingöl ve çevresinde büyük toprak grupları oluşmuştur. Büyük toprak gruplarının yanı sıra toprak örtüsünden yoksun bazı arazi tipleri de görülmektedir. Ayrıca sahada toprak oluşumunda yükselti, eğim, bakı, drenaj durumu ve ana kaya da önemli bir faktördür. Bu parametrelere dayalı olarak dağlı sahalar, plato alanları ve ova tabanlarında farklı toprak tiplerine rastlanmaktadır.

Çalışma sahasındaki toprak özellikleri için, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün hazırlamış olduğu 1/10000 ölçekli İl Arazi Varlığı haritalar temelli

sayısal veriler altlık olarak kullanılmıştır. Bu veriler taşkın çalışmalarında kullanılmak amacıyla sınıflandırılmış ve düzenlenmiştir.

“Toprağın fiziksel özellikleri, toprağın yüzeyi, toprak nemi, ıslanma yeteneği, sıcaklık ve toprak suyunun akışkanlığı infiltrasyon üzerinde etkilidir. Toprak içine giren suların süzülerek uzaklaştırılmasında arazinin durumu, yağış veya çeşitli yollarla toprağın yüzeyine gelen su miktarı, çevreden gelen sızmalar, toprağın tekstürü ve strüktürü, toprağın geçirimsiz katlarının bulunması, topraktaki tuz içeriği ve tuz cinsi, yer altı suyunun taban suyuna etkisi, toprak profilinin fiziki özellikleri ve çevre faktörleri etkilidir. Toprak türü sel ve taşkın üzerinde bitkilerin yetiştirme koşullarını sağlaması ile de etkilidir (Mater, 2004; Turoğlu ve Özdemir 2005).”

“Doğal ortamın ana bileşenlerinden olan topraklar bitkilerin beslenmesi, tarımsal faaliyetler, ağaçlandırma gibi arazi kullanım türleri için önemlidir. Toprağın bir diğer önemi su tutma ve sızdırma Bir alan içerisindeki toprakların tür ve özelliklerini, uzun yıllar etkili olan iklim koşulları ve arazinin topografik koşulları belirlemektedir. Özellikle yamacın eğimi, yamacın baktığı yön (bakı), arazinin yükselti durumu, ova, plato ve dağ gibi yüzey şekilleri, yağış getiren cephelere göre dağların uzanış doğrultusu ile toprak oluşumu arasında önemli ilişkiler vardır (Atalay, 2006).”

2.1.6.1 Büyük Toprak Grupları

Oluşturulan sahanın büyük toprak grupları (BTG) haritasına göre: çalışma alanında bulunan toprak türleri, kapladıkları alansal büyüklüklerine göre; Bazaltik toprak, kireçsiz kahverengi topraklar, kireçsiz kahverengi orman toprakları, alüvyal topraklar, kolüvyal topraklardır (Harita 13). Bu toprakların belli başlı özellikleri şu şekildedir;

Bazaltik Topraklar'ın özellikleri bir dereceye kadar iklim koşullarında kireç taşı üzerinde oluşmuş topraklarınkine benzemektedir. Bu topraklar orta derin veya sığdır. Ağır killi topraklardır ve profilleri iyi gelişmemiştir. A horizonunun yapısı granüllerden bloğa kadar gelişir. B horizonu genellikle daha ağır bünyeli ve blok yapılıdır. Bazaltik topraklarda genellikle kireç bulunmaz. Bu toprak çeşidi sahanın büyük bir bölümünü kaplamaktadır. Yayılım sahası ise 57,53 km²'lik yayılım sahası ile çalışma alanının büyük bölümünü bu toprak oluşturmaktadır (Harita 13). **Bazaltik Topraklar** bazik ve nötr bir yapıya sahip olup killi ve su tutma kapasiteleri yüksek olan bu topraklar oldukça sık topraklardır ve tabakalaşma göstermezler. Volkanik lav ve

cüruf üzerinde gelişme gösterirler. **Kireçsiz kahverengi orman toprakları** ise A(B)C profilli topraklardır. A horizonu iyi oluşmuştur ve gözenekli bir yapısı vardır. (B) horizonu zayıf oluşmuştur. Kahverengi veya koyu kahverengi, granüller veya yuvarlak köşeli blok yapıdadır. (B) horizonunda kil birikimi yok veya çok azdır. Horizon sınırları geçişli ve tedricidir (Bingöl İli Toprak Kaynağı Envanteri, 1978).

Bu sınıftaki toprakların derinlikleri 40-70 cm arasında olup doğal vejetasyon alanı esas olarak yaprağını döken orman ağaçları olan bu sınıftaki topraklar inceleme alanında meşe formasyonu altında yayılım göstermektedir.

Hafif yıkanmış olduklarından eriyebilen maddelerin pek çoğu ve kireç yıkanmıştır. Bundan dolayı A ve B horizonları kireç içermezler. Genelde A horizonları 15-20 cm kalınlığında ve koyu renktedir. B horizonunda ise kil birikmesi görülür. Sahada kuzeydoğuda küçük bir alan kaplamaktadır (0,756 km²).

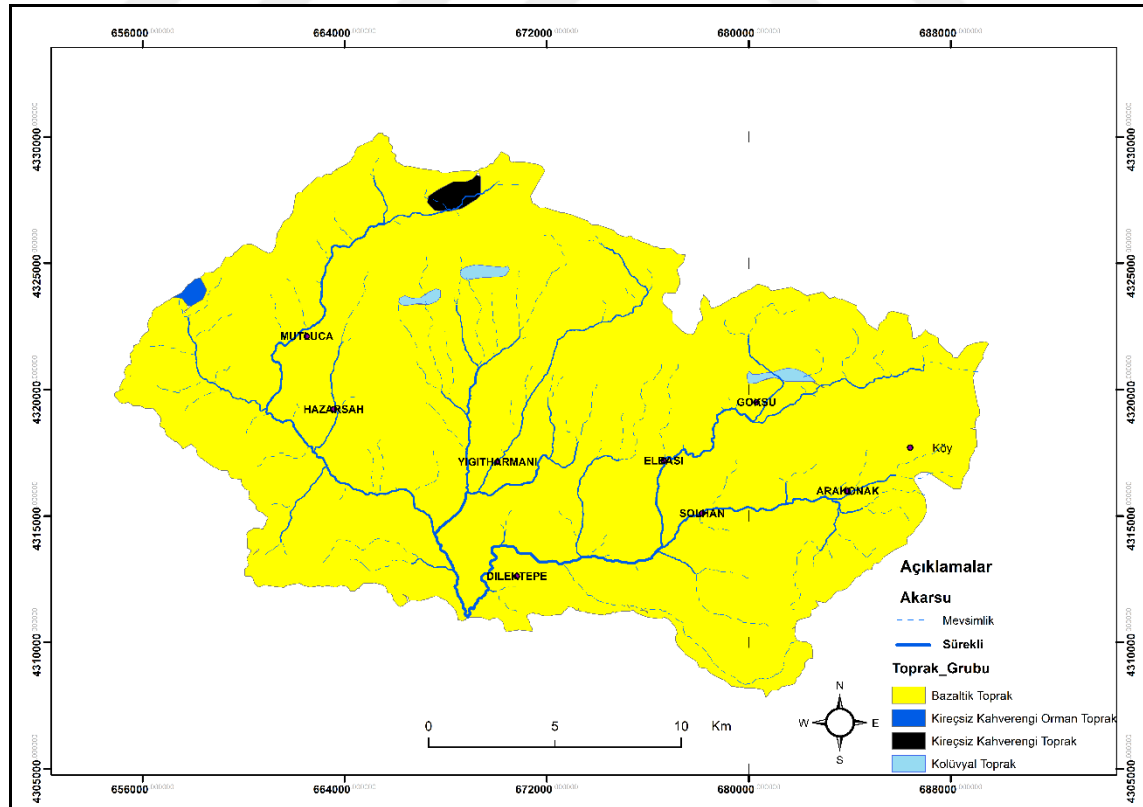
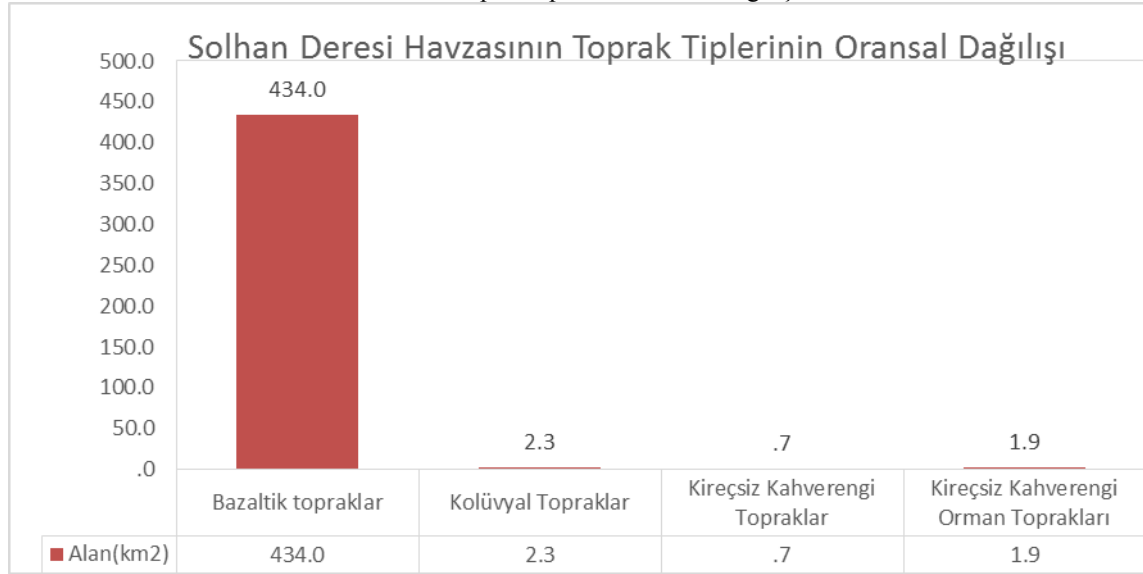
Kireçsiz Kahverengi Toprak ise A(B)C profilli topraklardır. A horizonu kahverengi, kırmızımsı kahverengi, grimsi kahverengi, yumuşak kıvamda veya biraz sıkıdır. B horizonu daha ağır bünyeli, daha sert, kahverengi veya kırmızımsı kahverengi gibidir. B horizonu normal olarak kireci yıkanmıştır. Zonal toprak grubu içinde bulunan bu toprak çeşidine inceleme alanında mutluca beldesinin kuzeyinde yer almakta olup mera alanı olarak kullanılmaktadır. Bu toprak çeşidi 1,90 km²'lik bir alanda yayılım göstermektedir (Tablo 15).

Kolüvyal Topraklar ise genellikle dik eğimlerin eteklerinde ve vadi ağzlarında yer alırlar. Yer çekimi, toprak kayması, yüzey akışı ve yan derelerle taşınarak biriken materyaller üzerinde oluşmuş (A) C profilli genç topraklardır. Profilde, yağışın veya yüzey akışının yoğunluğuna ve eğim derecesine göre değişik parça büyüklüğünü içeren katlar görülür. Bu katlar alüvyal topraklarda olduğu gibi birbirine paralel olmayıp düzensizdir. Dik eğimliler ve vadi ağzlarında bulunanlar çoğunlukla az topraklı olup kaba taş ve molozları içerirler. Yüzey akış hızının azaldığı oranda parçaların çapları küçülür, eğimin çok azaldığı yerlerde, parçacıklardaki küçülme alüvyum parçaları düzeyine geldiğinden, bu gibi yerlerde kalüvyal topraklar geçişli olarak Alüvyal topraklara karışır. Bunlarda eğim tek tip olup materyalin geldiği yöne doğru artmaktadır. Ara sıra taşkına maruz kalırlarsa da eğim ve bünye nedeniyle drenajları iyidir. Tuzluluk ve sodiklik gibi sorunları yoktur. **Kollüviyal Toprakların** oluşumunda jeomorfolojik şartların etkisi büyüktür. Yamaçlar boyunca yerçekiminin ve akarsuların etkisiyle ayrışan kumlu ve çakıllı malzemeler taşınarak dağ ve plato eteklerinde

birikmesiyle oluşmaktadır. Havzada kuzey küçük bir sahada bulunan bu toprak lokal bir alanda yer alır. Araştırma sahasında taşkın ve birikim yaşanan yerlerde görülmektedir. Birikinti koni ve yelpazeleri kolüviyal topraklara karşılık gelmektedir.

Oldukça kaba unsurlu olan bu topraklar, bünyelerinde bol miktarda çakıl ve köşeli blok içermesinden dolayı geçirimsizlik fazladır. Dolayısıyla su tutma kapasiteleri düşüktür.

Tablo 7. Toprak tiplerinin oransal dağılışı



2.1.7. Nüfus ve Yerleşme

“Solhan, İlçenin 2 km batısında yer alan Mezgeft adı ile anılan yerde, “Beglon” adında bir beyin yönetiminde kaldığı için bu ismi almıştır. Zamanla bu sözcük halk dilinde değişime uğramış, Boglon olarak anılmaya başlanmış, 1932 yılında da Solhan adını almıştır (<http://www.solhan.gov.tr/>, 2013).”

Solhan zengin bir tarihi geçmişe sahiptir. Hititler, Huriler, Urartular devrinde çeşitli olaylara sahne olan Solhan, zamanımıza kadar olan tarihini kısaca şöyle açıklanabilir; M.Ö 2000 yıllarında Fırat nehri kıyısında Vasukani şehrini kurup bütün Anadolu'ya yayılan tarihte Mitaniiler olarak bilinen Huriler M.Ö 1360 ta Hitit'lerin Torosları aşp kendilerini sıkıştırması ve yeni krallık devrinde Şuppililuma Mitani prensini kendisine damat edinip himayesi altına almasından dolayı Harput, Bingöl ve Muş dolaylarında hâkimiyetlerini kaybettiler. M.Ö 1200 yıllarında Hitit devletinin yıkılması ile Van bölgesinde yerleşen Urartular batıya doğru genişleyerek Bitlis, Muş ve Bingöl'ü alıp Murat ırmağı vadisine ilerlediler (<http://www.solhan.gov.tr/>, 2013). M.Ö 745 yıllarında Asurluların hâkimiyetine geçen bölge M.Ö 612 yılında Med, Babil ve Urartuların saldırısıyla Medlerin hâkimiyetine geçmiştir. M.Ö 550 yılında Kurs Medleri yenerek Pers devletini kurması batıya akınlara başlamasıyla İskender imparatorluğu sınırları içerisinde kalan bölge İskenderin ölümünden sonra Selef Kürslerin eline geçmiştir. M.Ö 200-189 yıllarında yeniden canlanıp Adıyaman'ın güneybatısında Komojen krallığını kurdular. Doğuya doğru ilerleyerek Vana kadar uzanan bölgeyi ele geçirmişlerdir. 1071 tarihine kadar Roma hâkimiyetinde kalan bölge Selçukluların egemenliğine geçmiş bir süre sonra Selçuklularda iktidar savaşı ve iç karışıklar başladıktan sonra Moğollar Anadolu'ya saldırdılar 1245 Köse dağ savaşında Selçukluların yenilmesi bölgeyle birlikte tüm Anadolu'ya hâkim oldular. Yeni beyliklerin ortaya çıktıklarını görüyoruz. Diyarbakır, kendilerine yurt edinen Akkoyunlular 1394 yıllarında Bingöl, Erzurum, Erzincan'da hâkimiyet kurmuşlardır. 1473 yılında Otlukbeli savaşında Uzun Hasan'ın yenilmesi Solhan ilçemizin de içinde bulunduğu bölge Osmanlı egemenliğine geçmiştir. Bundan sonra yörede İran hakimiyeti görülse de Şah İsmail'in 1514 Çaldıran savaşında Osmanlılara yenilmesiyle Yavuz Sultan Selim tarafından Doğu Anadolu'da birlik tesisi görevini vezir Bıyıklı Mehmet Paşa ile İdrisi Bitlisi'ne vermiştir (<http://www.solhan.gov.tr/>, 2013). Vilayet nizamnamesi gereğince teşkilatlanmada Solhan ve Muş yöresi 1864 yıllarında Erzurum eyaletine bağlandı. 1. Dünya savaşı yıllarında kısa bir süre Rus işgali altında kalan

Solhan 1929 yılında nahiye olarak Muş iline 25 Aralık 1935 tarihinde 2555 sayılı kanunla il olan Bingöl'e 4 Ocak 1936 tarihinde ilçe olarak bağlanmıştır (<http://www.solhan.gov.tr/>, 2013).

Çalışma sahasının sınırları Bingöl ili Solhan ilçesinin tamamını kapsamaktadır. Havza içindeki yerleşimlere bakıldığında; Solhan ilçesine ait 1 ilçe merkezi ve yine bu ilçeye ait 1 belde(Arakonak) 27 köy (Mutluca, Göksu, Hazarşah, Elbaşı, Yigitharmanı, Dilektepe, Düzağaç, Esmetaş, Murat, Şimşirpınar, Yeni dal, Yeni başak, Arslanbeyli, Asmakaya, Bozkanat, Esmekapı, Demirkapı, Doğuyeli, Elmasırtı, Gelintepe, Gençtavus, İnandık, Kale, Kırık, Oymapınar, Sükyan, Sülünkaş, Tarhan) ve yerleşimi bulunmaktadır. Genel olarak bakıldığında havza içinde toplam 1 ilçe merkezi, 1 belde ve 28 köy yerleşimi bulunmaktadır. İlçenin idari durumuna baktığımızda İlçenin 2 belediyesi, 27 köyü mevcuttur. Köyaltı yerleşim birimi (mezra) sayısı 137 dir. Belediye sınırları içinde 7 mahalle muhtarlığı vardır. Bunların 4 tanesi ilçe merkezinde, 3 tanesi de Arakonak Beldesi sınırları içerisindedir.

2014 yılı TÜİK verilerine göre ilçenin toplam nüfusu 33.256 kişidir (Grafik 20). Merkezin nüfusu ise 16.636 olarak belirlenmiştir. Halkın %48.76'sı şehirde %51.24'ü kırdaki yaşamaktadır. İlçemiz yüksek doğurganlık oranına sahip olmasına rağmen, sürekli göç vermesi nedeni ile ilçemizin nüfusu durağan bir yapıya sahiptir (Tablo 16).

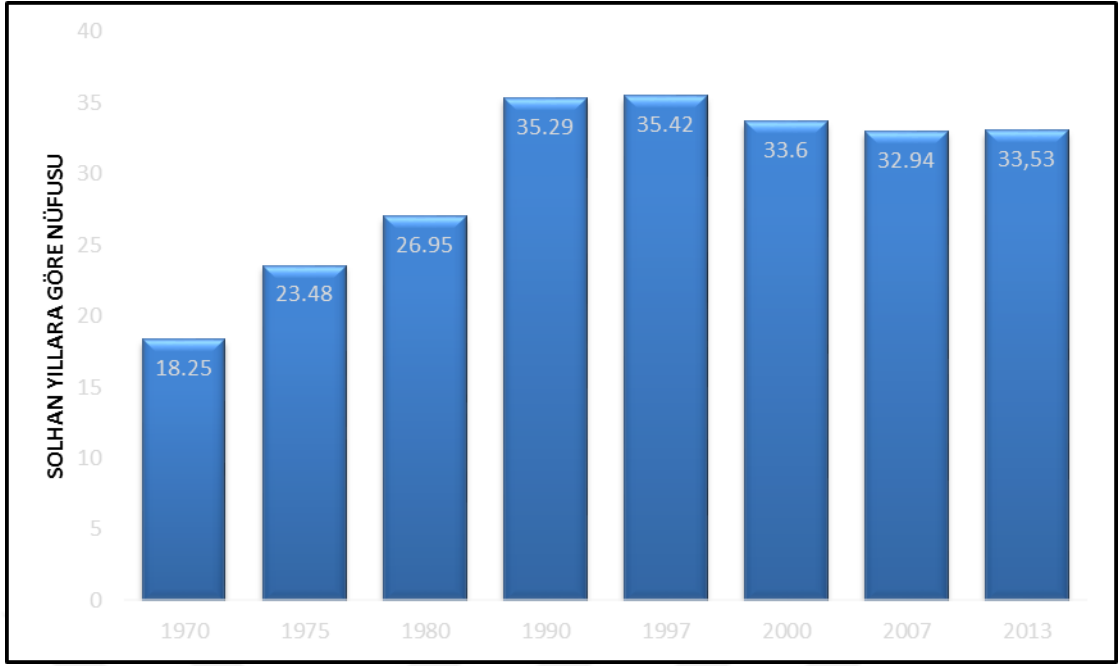
Çalışma sahasının içerisinde nüfus bakımından en büyük yerleşim merkezi Solhan ilçe merkezidir. Bu yerleşim Solhan Deresi boyunca vadi tabanı üzerinde kurulmuş bu yerleşim tipi, toplu bir yerleşimdir. Solhan Deresi Havzasındaki yerleşimler içinde doğal afetten en çok etkilenen yerlerden biridir.

Nüfus olarak 1980 yılında 8 binde fazla artış olarak nüfus artış göstermektedir. 1980 yılında ve devam eden yıllarda nüfusta çok fazla bir değişiklik yaşanmayarak devam etmiş, 2013 yılına gelindiğinde 32,970 kişi olarak kalmıştır (Grafik 19).

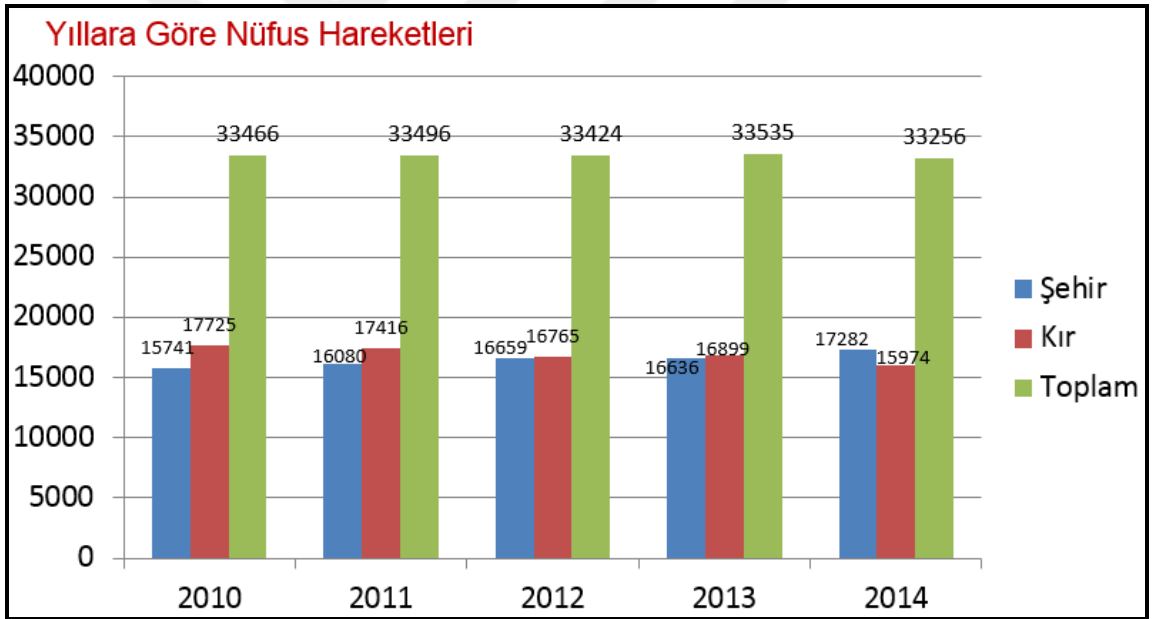
2013 yılına kadar kır nüfusu ilçe merkezi nüfusundan fazladır ancak 2014 yılı verilerine göre kent nüfusu kır nüfusundan fazla olmuştur (Tablo 17). Bunun nedeni insanlar ticaret ve eğitim amacı ile ilçe merkezine taşınmışlardır.

Tablo 8. Solhan İlçesi kent ve kır nüfusu (TÜİK, 2013)

İLÇE MERKEZİ VE BELDE/KÖY NÜFUSU – 2013									
	İLÇE MERKEZİ			BELDE/KÖY			TOPLAM		
	Toplam	Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın
Solhan	16.636	8.358	8.278	16.899	8.468	8.431	33.535	16.826	16.709



Grafik 19. Havza içerisindeki solhan ilçe merkezinin yıllara göre nüfusu (<http://www.TUIK.gov.tr>).



Grafik 20. Solhan ilçe merkezi yıllara göre nüfus hareketleri (<http://www.TUIK.gov.tr>)

Tablo 9. Solhan ilçe merkezi yıllara göre kır ve kent nüfus hareketleri (<http://www.TUIK.gov.tr>).

Yerleşim Yeri	2010	2011	2012	2013	2014
İlçe Merkezi	15.741	16.080	16.659	16.636	17282
Belde ve Köy	17.725	17.416	16.765	16.899	15974
Toplam	33.466	33.496	33.424	33.535	33.256

2.1.8. Arazi Kullanım Özellikleri

“Arazi kullanımı genellikle yörelerin yapısal özellikleri, edafik koşullar, iklimin yanı sıra büyük oranda da jeomorfolojinin kontrolü atındadır (Gürgen, 1993). Beşeri faaliyetlerin doğal süreçlere müdahalesi sel ve taşkın olaylarının boyutunda, süresinde istenmeyen sonuçlara yol açabilir. Doğru arazi kullanımı ile doğal süreçlerin sel ve taşkın afete dönüşmesi bakımından etkileri en aza indirilebilir. Bu sebepten arazi kullanımı üzerinde durulması gereken coğrafi bir faktördür.

Genel olarak havzamızın ekonomisi tarım ve hayvancılığa dayanmaktadır. Özellikle Solhan İlçe sınırları içerisinde arazilerin % 45,6’sını tabii çayır ve meralar oluşturmaktadır. Çayır, mera ve yaylalar ilçe geneline yayılmakla beraber genellikle ilçenin kuzeyinde bulunan Şerafettin Dağları’na uzanan bir şerit oluşturmaktadır. Burada bulunan yaylalar yıl boyunca dışarıdan gelen göçerlere (Beritanlılara) kiraya verilmektedir. Solhan İlçe merkezi ekonomisi tarım ve hayvancılığa dayandığından genelde tarım alanlarında, buğday, arpa, mısır, çeltik, tütün, v.b. ürünler yetiştirilmektedir.

İlçemiz tarımsal arazi varlığı toplam 5.374 hektardır. Bu miktarın % 71,00’ i tarla arazisi, % 21,20’si nadas, % 7,60’sı meyve ve sebze bahçeleridir. Yaklaşık 90.000 hektar çayır-mera alanına sahiptir. İlçenin yüzölçümünün % 70,00’lik kısmını çayır-mera alanlarının oluşturmaktadır. Küçükbaş hayvancılık ilçe ekonomisinde büyük bir paya sahiptir. Bunun yanında zengin bitki florası ile de arıcılık için ideal bir üretim alanı olmuştur. İlçenin tarım ve hayvancılık potansiyelinin yanı sıra ekonomi ve ticaret alanında da iyi bir potansiyeli vardır. İlçe İstanbul-Van Devlet Karayolu kenarında olması nedeniyle avantajlı bir yerleşim konumundadır.

Solhan Deresi havzasında karışık tarım alanları, doğal çayırlar, yayvan yapraklı ormanlar, iğne yapraklı ormanlar, düşük yoğunluklu bitki örtüsü alanları, süreksiz şehir dokusu, yer yer ağaçlıklı çalılık, karışık ormanlar, mera, kuru tarım ve çıplak kayalık alanlar olmak üzere 12 tür sınıflama yapılmıştır (Tablo 19, Harita 14). Doğal çayırlar, meralar çıplak kayalık ve düşük yoğunluklu bitkiler havzada en fazla alan kaplayan (283 km²) arazi kullanım fonksiyonudur. İnceleme sahasının %63,52’lik bölümünü kaplamaktadır (Tablo 19). Solhan deresi havzasında Çayır ve meralar plato sahaları ve dağlık alanlara karşılık gelmektedir. Bu sahada hayvancılık faaliyetleri yürütülmektedir. Özellikle meralar ve arıcılık oldukça önem taşımaktadır. Çalışma sahasının dağlık ve

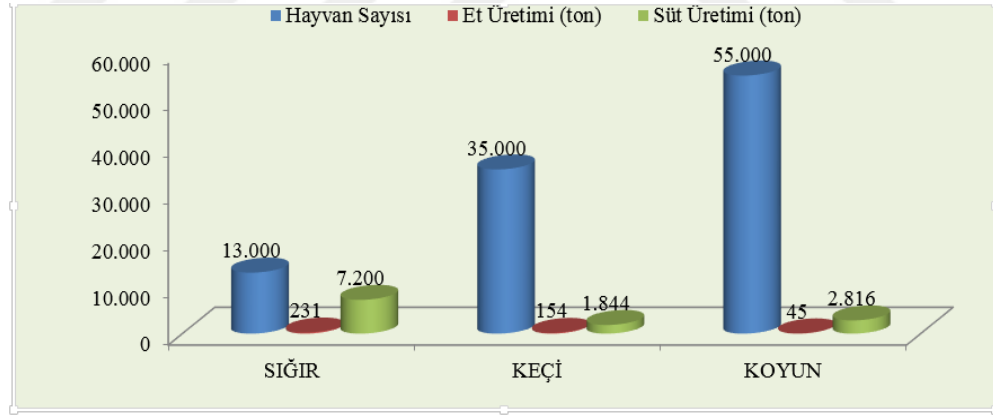
yüksek plato sahalarında uzun kış ve kısa yaz mevsimi olması ile step ve alpin çayırlarından oluşan formasyon gelişmiştir.

Solhan ilçe merkezi kaymakamlık verilerine göre küçükbaş, büyükbaş ve arı khayvancılığı yapılmaktadır. En fazla hayvan türü koyun ve keçi türleridir (90.000) (Tablo 18). En fazla hayvancılık türü ise sığır (13.000) dır.

Tablo 18. İlçemizde mevcut hayvan durumu (<http://www.solhan.gov.tr>)

CİNSİ	ADET
Küçükbaş Anaç Hayvan (Koyun-Keçi)	90.000
Büyükbaş Hayvan (Sığır)	13.000
Arı	17.111

Solhan ilçesi hayvan varlığı ve üretim bakımından sığır daha az olmasına rağmen en fazla süt üretimi ve et üretim miktarına sahiptir (Grafik 21). Grafik 21’de görüldüğü gibi toplam hayvan varlığı 103.000 adet büyükbaş ve küçükbaşır (<http://www.solhan.gov.tr/> İlçe Brifingi,2013).



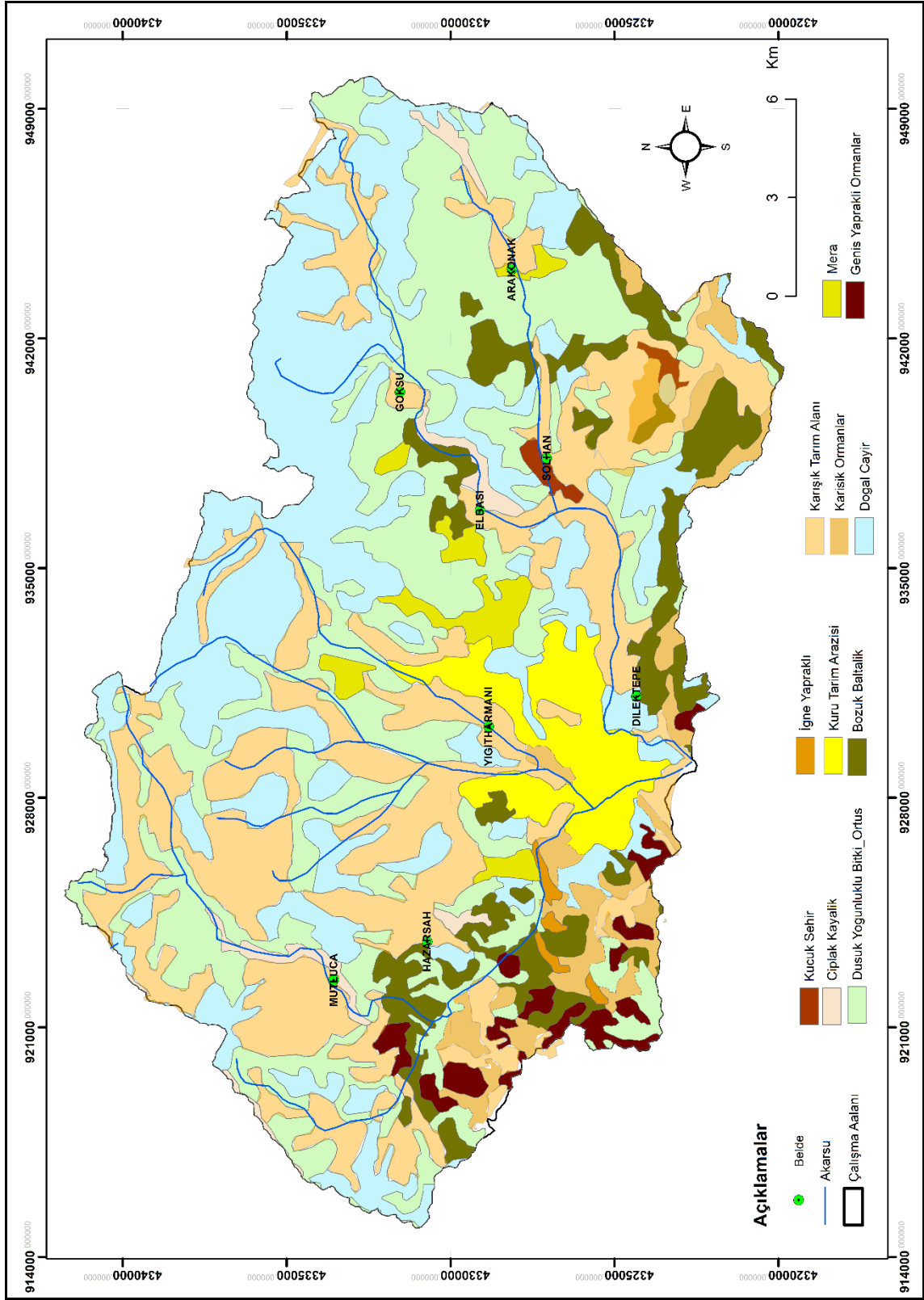
Grafik 21. Solhan İlçesi hayvan varlığı ve üretim miktarları (<http://www.solhan.gov.tr>)

Kentsel alan ise sahada güneydoğuda yer alan Solhan ilçe merkezi bulunduğu yere karşılık gelmektedir. Bu saha hem eğimin düşük olduğu hem de akarsu kenarında bulunmasıdır. Toplam alan olarak 1 km² lik alan kaplamaktadır. Ormanlık alanlar, çalışma sahasında güneybatı alanında 27 km²'lik alan kaplamakta olup, sahanın % 5,79 (Tablo 19) bölümünü içerir. Sahada güneye bakan yamaçlarda bulunmaktadır. Çalışma sahasının arazi kullanım fonksiyonları incelendiğinde (Harita 14) dikkat çeken özellik, ova tabanında yaygın olarak tarımsal faaliyetlerin yapıldığıdır. Bu sahalarda buğday ve

yem bitkileri ekimi yapılmaktadır. Genellikle sahanın güney, güneydoğu ve kuzeybatı alanlarında gözlenen tarımsal faaliyet eğimin düşük olduğu yerler ile akarsuların kenarlarında dağılış göstermektedir. Sahada 126 km²'lik alan kaplarken sahadaki oranı %30,43 dür.

Tablo 19. Çalışma sahası genel arazi kullanım durumu (Corine)

Arazi Kullanımı	Alan (Km²)	%
Tarım	136	30,43
Orman	27	5,79
Küçük şehir alanı	2	0,24
Diğer (Çayır, Mera, Düşük yoğunluklu bitki, çıplak kayalık, iğne yapraklı,bozuk baltalık, yol, vb.)	283	63,52
Toplam	448	100,0



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. BULGULAR

3.1.Morfometrik Yüzey Analizleri-Sel ve Taşkın İlişkisi

Morisawa'ya göre (1985), "Sayısal jeomorfoloji, yüzey şekillerinin oluşum ve değişim süreçlerini belirleyen istatistik teknikleri ve matematiğin uygulaması olarak tanımlan jeomorfolojinin bir alt dalıdır." tanımlamıştır. Bu yüzden topografya, yüzey analizi ve sayısal ölçüm morfometrenin temel özelliğidir(Hayden 1986, Keller ve Pinter 2002). Tektonik jeomorfolojide morfometrik analizler temel bir şekilde sayısal parametrelerin topografik haritanın ölçümünü kast etmektedir (Wells et al. 1988).

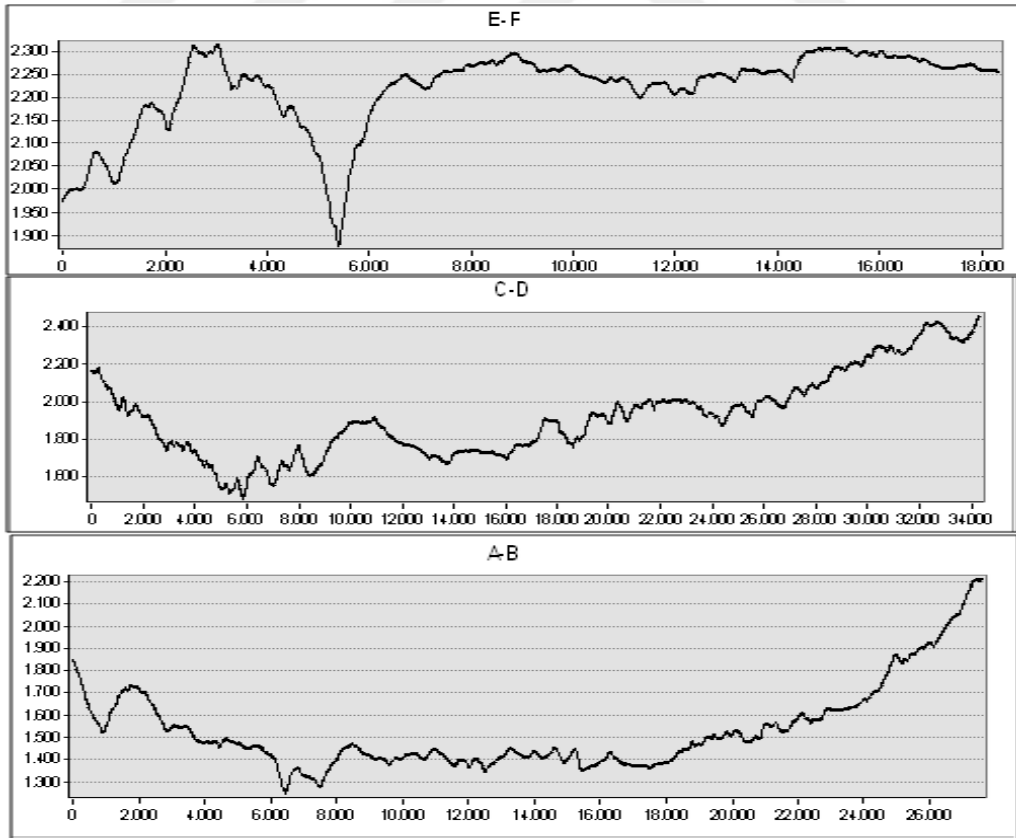
Bir sahanın jeomorfolojik gelişimi ve sahadaki akarsuların drenaj gelişiminde tektoniğin etkilerinin açıklanmasında pratik metotlardan birisi morfometrik analizler ve amaca göre belirlenen indis hesaplamalarıdır (Öztürk ve Erginal,2008). Bu uygulama yardımıyla çizgisel ve tek boyutlu olan akarsuların uzunlukları, çatallanma oranları, dizinlerin oranları açıklanmaktadır. Alansal iki boyutlu olan birimler yardımıyla farklı alanların kapladıkları miktarın belirlenmesi, oranlaması ve ilişkilendirilmesi sağlanmaktadır. Bir ve iki boyutlu verileri ve ilişkilendirmeleri klasik metotlarla da rahat yapabilmekteydik. Topografyanın sayısallaştırılması bize özellikle üç boyutlu değerlendirme imkânı sunmuştur. Örneğin aynı kesit üzerinde hem tektoniği hem de litolojinin bir vadinin enine ve boyuna profil gelişimini nasıl etkilediği kolaylıkla verilebilir. "Tektonik ve yerçekli gelişimi, dolayısıyla jeomorfolojik süreçler arasındaki ilişkileri ortaya çıkararak bu tür çalışmalar Tektonik Jeomorfoloji çalışmaları içinde değerlendirilir (Mayer, 1990)."

Bu bölümde jeomorfolojik yapı ve sel ve taşkın ilişkisini ortaya koyan başlıca analizler **Profil, morfometrik yüzey analizleri ve havza ilişkisi** analizlerini kapsamaktadır.

3.1.1.Profil Analizleri

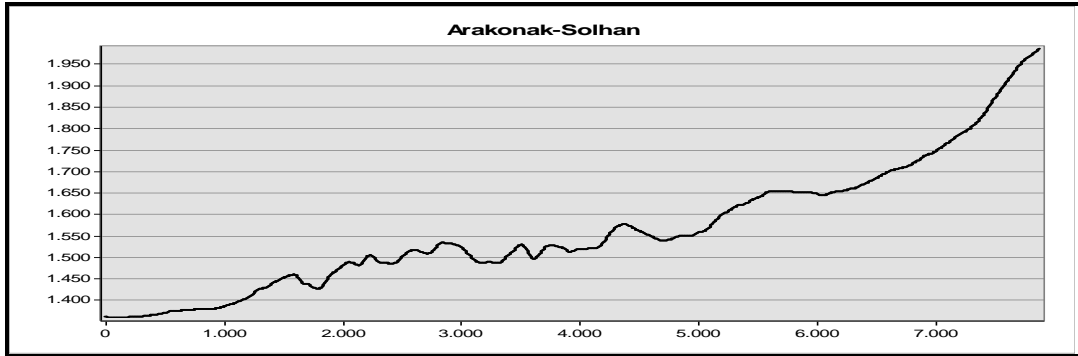
Profil dikey bir düzlemin topografya yüzeyi ile kesiştiği noktalardan geçen ufuk hattı olarak tarif edilebilir. Topografya yüzeyinin özelliklerini tespit etmek amacıyla enine ve boyuna profiller çıkartılır. Boyuna profil yerçekillerinin hakim uzanışı doğrultusunda çizilecek bir hat boyunca çıkarılır ve topografyanın yarılma derecesini verir. Bir akarsuyun boyuna profili, o akarsuyun geriye aşındırma (genel de ise havzanın flüvyal şekillenmesini) karakterize eder. Bu sebeple “boyuna profilin ilksel topografyadan ne kadar uzaklaştığı, ne kadar konkavlaştığı veya profildeki eğim kırıklarını, o akarsuyun flüvyal gelişimi hakkında önemli ipuçları vermektedir (Akyol, 1947).” Buna karşılık enine profil, yer şekillerinin uzanışına dik ve bu şekilleri kesen bir profil tipidir. Topografyadaki tektonik kırık hatları, aşınım yüzeylerini, gençleşmeyi, eğim kırıklıklarını vermektedir (Harita 15 ve Grafik 22).

Profil çıkartmanın amacı, topografyanın şeklini doğru şekilde tespit etmektir. Aynı zamanda yapılan arazi ile yapılan haritaların değerlendirilmesi yapıp, sonuçların şekil yolu ile açıklanmasıdır.



Grafik 22. İnceleme alanının profil analizleri

aniden düşüş görülmektedir. Bunda tektonik harekete bağlı yükselmeye bağlı akarsuyun derine doğru gömülmesi etkilidir. Bu V biçimli kertik vadi özelliğindedir.



Grafik 24. Çalışma alanının arakonak solhan profili

Vadi yoğunluğu oldukça yüksektir. Düşen yağışın eğimin yüksek olmasından dolayı hızlı bir şekilde akarsuya dâhil olmaktadır. Eğimin fazla olması derine doğru sızma olayını kısıtlayan bir faktör olarak sahada düşen yağışın yüzeysel akışa geçmesine neden olmaktadır. Böylece havzaya düşen yağışın, yüzeysel akışa geçme olasılığı yükselmekte ve tabiki sel ve taşkın riskini artıran bir parametre olarak eğim önemli etkiye sahiptir.

3.1.2. Morfometrik Analizler

Bir bölgenin jeomorfolojisi ölçüye, sayısal bir ifade biçimine dayalı olarak tanımlanabilir. Morfometri olarak tanımlanan bu yöntem, sayısal olarak bölgeye ait yükseklik değerlerinden (SYM-Sayısal Yükseklik Modeli) çıkarılması ve analiziyle gerçekleştirilir. Morfometri yardımıyla elde edilen bu veriler inceleme alanındaki gerek drenajın evrimi, gerekse bu evrim üzerindeki yapısal/litolojik kontrolün derecesi, dağılımı ve karakteri üzerine tutarlı ve hızlı bilgi edinilmesini sağlayabilmektedir.

Jeomorfoloji birçok alanda olduğu gibi sel ve taşkın gibi ülkemizde ve dünyada önemli bir etkiye sahip doğal tehlikenin anlaşılmasında da önemli bir rol oynar. Bu amaçla birçok araştırmacı havza morfometrik özellikleri ile akarsu taşkınları arasındaki ilişkiyi anlamak için çalışmalar yapmıştır. Bilindiği üzere havzalar üzerine düşen yağışlar, havzanın fiziki özelliklerine bağlı olarak bazı kayıplara uğradıktan sonra akarsu ağları tarafından taşınır, geçici ve/veya nihai taban seviyesindeki bir noktaya iletilirler. “Bu açıdan bakıldığında taşkınlara ait hidrografların şekli üzerinde akarsu ağlarının önemli bir yeri bulunmaktadır. Morfometri ve hidrolojinin karşılıklı birbirini

desteklemesi istatistiki olarak mümkün olsa da, ortaya çıkan sonuç bir diğer faktörün nedeni veya sonucu şeklinde yorumlanmamalıdır. Bunun yanında morfometrik özellikler birbirleriyle kompleks bir yapı içindedirler ve hiçbir zaman bağımsız bir faktör olarak diğerlerinden ayrılamazlar (Murphey vd. 1977).”

“Taşkınları oluşturan birçok nedenden bu başlık altında jeomorfolojik bir etken olan havza morfometrisi üzerinde durulmuştur. Bunun nedeni, havzalardaki bitki örtüsündeki değişmelerin veya zemin toprak özelliklerindeki değişmelerin bir sonucu olarak akarsu ağları ve havzaları meydana gelmektedir. Dolayısıyla, bir havzada bütün ağ özellikleriyle birlikte akarsu ve onun havzası, o bölgedeki yağışın, bitki örtüsünün ve zemin toprak özelliklerinin bir sonucu olarak karşımıza çıkar. Bu da havza morfometrik özelliklerinin taşkın çalışmalarında nedenli önemli olduğunu bize gösterir (Özdemir, 2011).”

3.1.3. Akarsu Ağı ve Morfometri-Havza İlişkisi

Sel ve taşkınların oluşmasında ve bunların anlaşılmasında, önemli morfometrik parametrelerden birisi de akarsu ağı ve havzanın morfometrik özellikleridir. Bu başlık altında Solhan Deresi havzasının drenaj yoğunluğu, akarsu sıklığı, çatallanma oranı, uzunluk oranı, yüzeysel akış uzunluğu ve tekstür oranı gibi akarsu ağını ilgilendiren parametreler incelenirken, relief özellikleri olarak da havza reliefi, havza şekli, akım toplanma zamanı, gravelius indeksi ele alınacaktır.

Bu parametreler, sel ve taşkınların sonuçlarının ve potansiyelin ortaya konabilmesi açısından akarsu ağına uygulanmıştır. 10m. piksel değerli DEM verisi kullanılarak oluşturulan akarsu ağı'dır. Bunun oluşturulmasında ArcGIS 10.2.1, Spatial Analyst tool u içindeki Hydrology uzantısı kullanılmıştır. DEM'den akarsuların elde edilmesindeki aşamalar sırasıyla Harita 16'da verilmiş olup bunlara ait açıklamalar aşağıda verilmiştir.

➤ Birinci aşamada DEM den üretilecek olan akarsuların gerçeğe yakın olması için DEM'in iyi çözünürlükte olması gerekmektedir, aksi takdirde büyük düzlük alanlar doğal olmayan bir drenaj ağının oluşmasına neden olurlar (Maidment, 2002'den Özdemir,2007).

➤ Sonraki aşama DEM'in içindeki çukurlukların doldurulmasıdır. Nedeni normalden fazla olan yüksekliklerin giderilmesidir. Bunun giderilmesinin sebebi

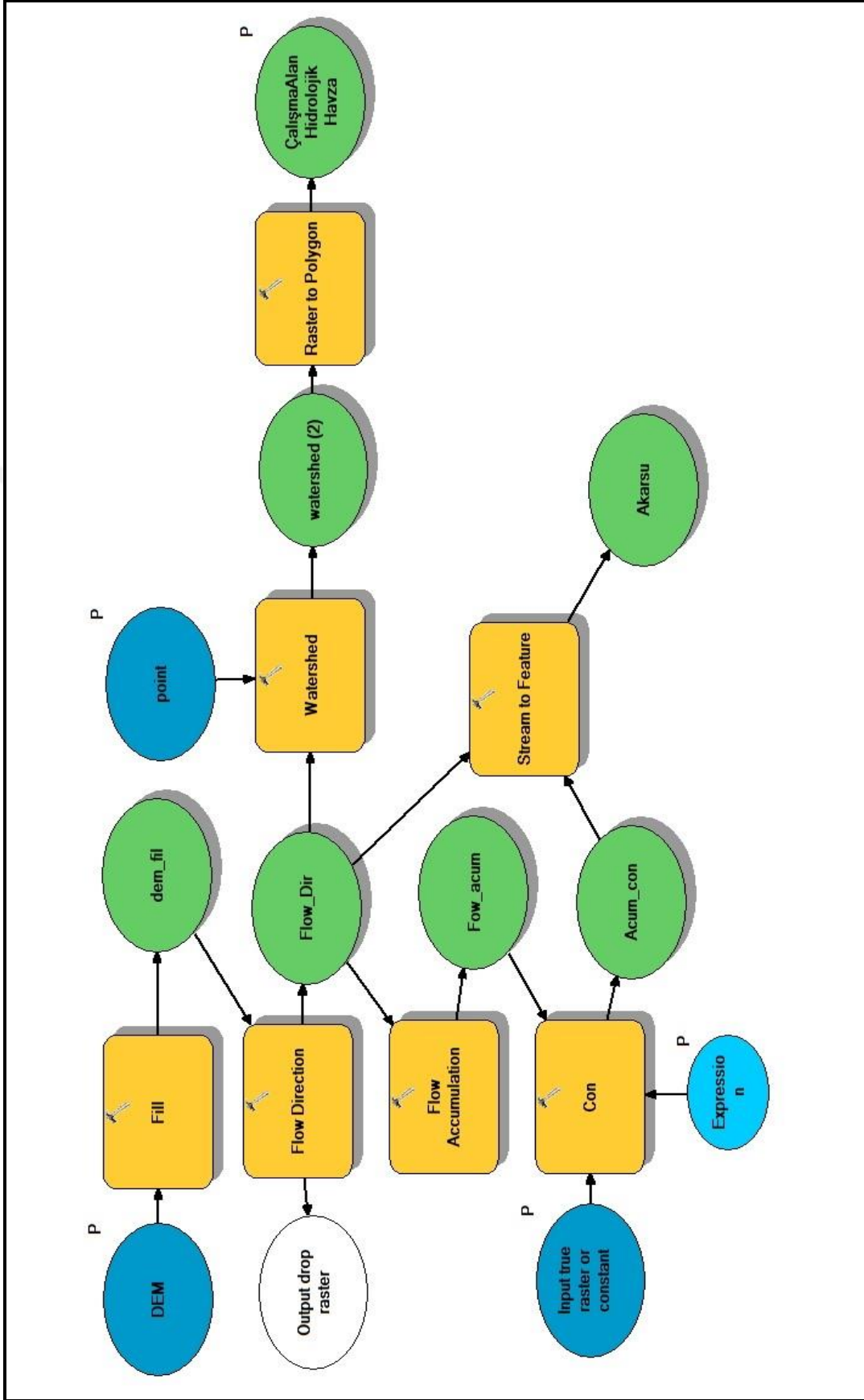
oluşacak akarsu ağındaki kesiklikleri engellemektir (Tarboton vd., 1991'den Özdemir,2007) (Harita 16).

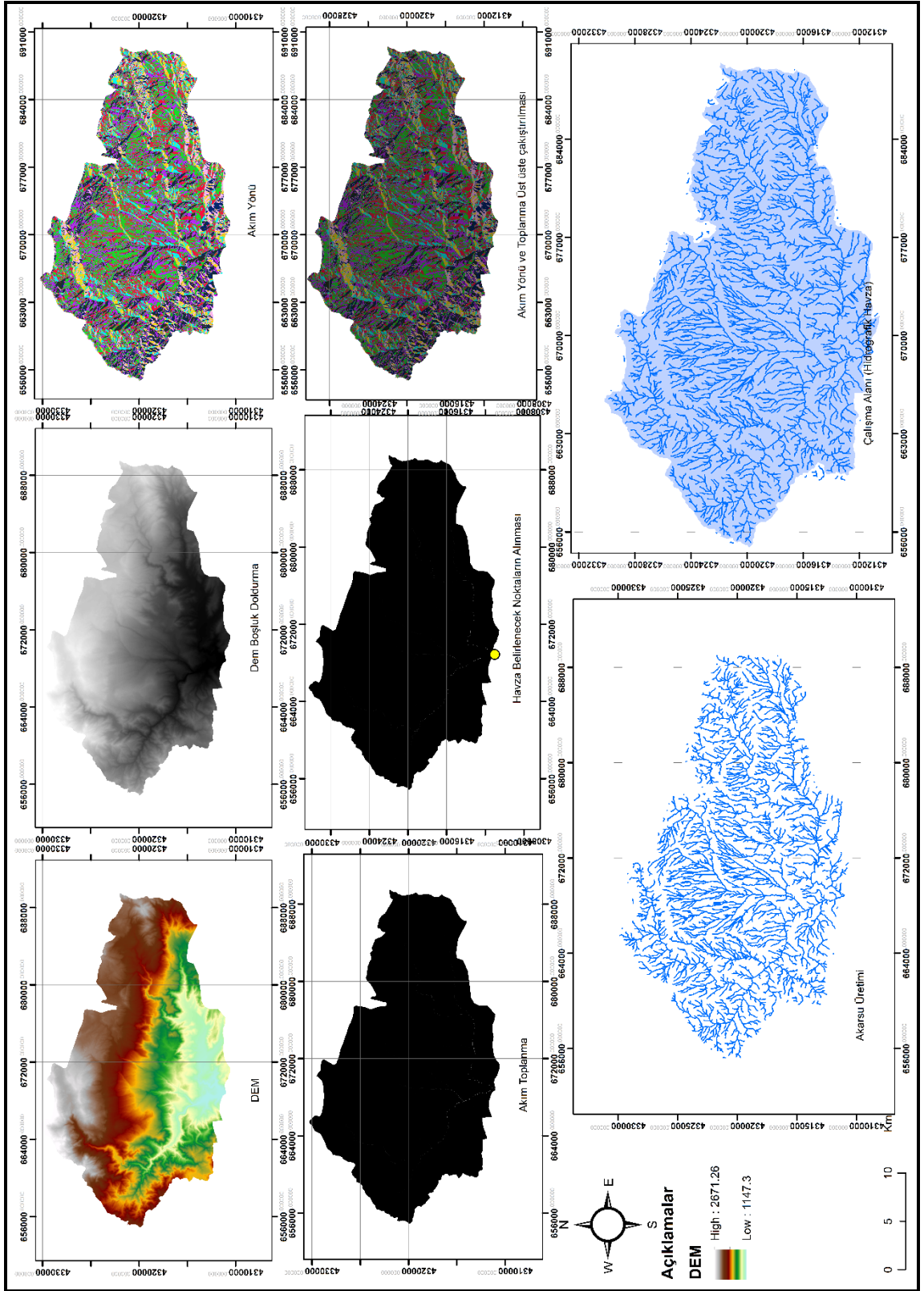
➤ Üçüncü aşama olarak, çukurlukları doldurulmuş DEM' den doğal akış yönleri belirlenmesidir. Bu yönlerin belirlenmesinde D8 metodu kullanılmıştır.

➤ Dördüncü aşama olarak üretilen bu doğal akım da yüzey sularının hiç bir şekilde kayba uğramadan direkt yüzeysel akışa geçtiği kabul edilmektedir (Harita 15 ve Tablo 20). Doğal akış yönlerinin toplanmasıyla elde edilen doğal akım, sahada oluşabilecek maksimum akarsu ağını verir.

➤ Beşinci aşama olarak DEM den üretilecek akarsu ağının oluşturulması aşamasıdır. Burada doğal akım olarak elde edilen haritaya eşik (threshold) “con (flowacc > 500)” değeri verilerek akarsu ağı üretilmiştir. Değerdan de anlaşılacağı gibi 100 piksel değeri esas alınarak sahaya uygulanmıştır. Bunun nedeni, sahada gerçeğe yakın olan ve maksimum akım potansiyelini ortaya koyan piksel değerinin bu olmasıdır (Özdemir, 2007).

Tablo 20. Akarsu ve çalışma alanının nın üretim şeması





Harita 15. DEM' den akarsu ve havza Üretimi

Havzalardaki bitki örtüsündeki değişmelerin veya zemin-toprak özelliklerindeki değişmelerin bir sonucu olarak akarsu ağları ve havzaları meydana gelmektedir. Bir havzada bütün ağ özellikleriyle birlikte akarsu ve onun havzası, o bölgedeki: Yağışın, bitki örtüsünün ve zemin-toprak özelliklerinin bir sonucu olarak karşımıza çıkar. Özet olarak: yağış – **morfoloji ilişkisi -- havza morfometrisi** ilişkisi kurulacaktır (Özdemir, 2011).

3.1.3.1. Çatallanma Oranı(R_b)

Çatallanma oranı (R_b) herhangi bir dere dizinin kendisinden bir üst dere dizinine olan oranını ifade eder (Tablo 21). Çatallanma oranının düşük olması havzanın keskin pik akımlar ürettiği anlamına gelir (Sarangi ve diğ., 2003'den Aydın, 2008). Strahler yöntemine bağlı olarak belirli bir dizinin havzadaki toplam sayısının, bir üst dizinin havzadaki toplam sayısına oranıdır ve aşığıdaki formülle ifade edilir. Bunun sonucu olarak da havzalarda sel ve taşkın riski açısından yüksek bir değer çıkar. Çatallanma oranı, havzadan havzaya farklılık göstermektedir. Bu farklılığın nedeni dizin sayılarının aynı olmamasındandır. Çıkan sonuçların yorumlanması, sabit olmayıp, daha çok farklı havzalara ait sonuçların karşılaştırılması ile daha gerçekçi sonuçlar elde edilir. Bu parametrenin havzadaki oranı azaldıkça sel riski artar. Bu risk parçalanmış ya da alt havzalar içinde geçerlidir.

“Jeomorfolojik olarak bölümlenmemiş havzalarda çatallanma oranı genellikle 3,0 ile 5,0 arasında değerler almaktadır (Harita 29). Ancak derin ve dar vadilerin bulunduğu havzalar ile dik yamaçlara sahip havzalarda bu değer daha büyük olabilmektedir. Teorik olarak da çatallanma oranı değeri 2,0'den küçük olamaz ((Strahler, 1964). Reddy ve diğ., (2004)'den, Aydın, 2008: 33) “yaptıkları çalışmada 3,5 R_b değerinin çok yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Bu metoda göre belirli bir dizinin havzadaki toplamının, bir üst dizindeki toplamına oranıdır ve aşığıdaki formül ile ifade edilmektedir.

Tablo 21 Çatallanma oranı formülü

Dizin Çatallanma Oranı	Formülü ile ifade edilmektedir.
$R_b = \frac{N_u}{N_{u+1}}$	Nu: Dizin Sayısı
	Nu+1: Bir Sonraki Dizin Sayısı

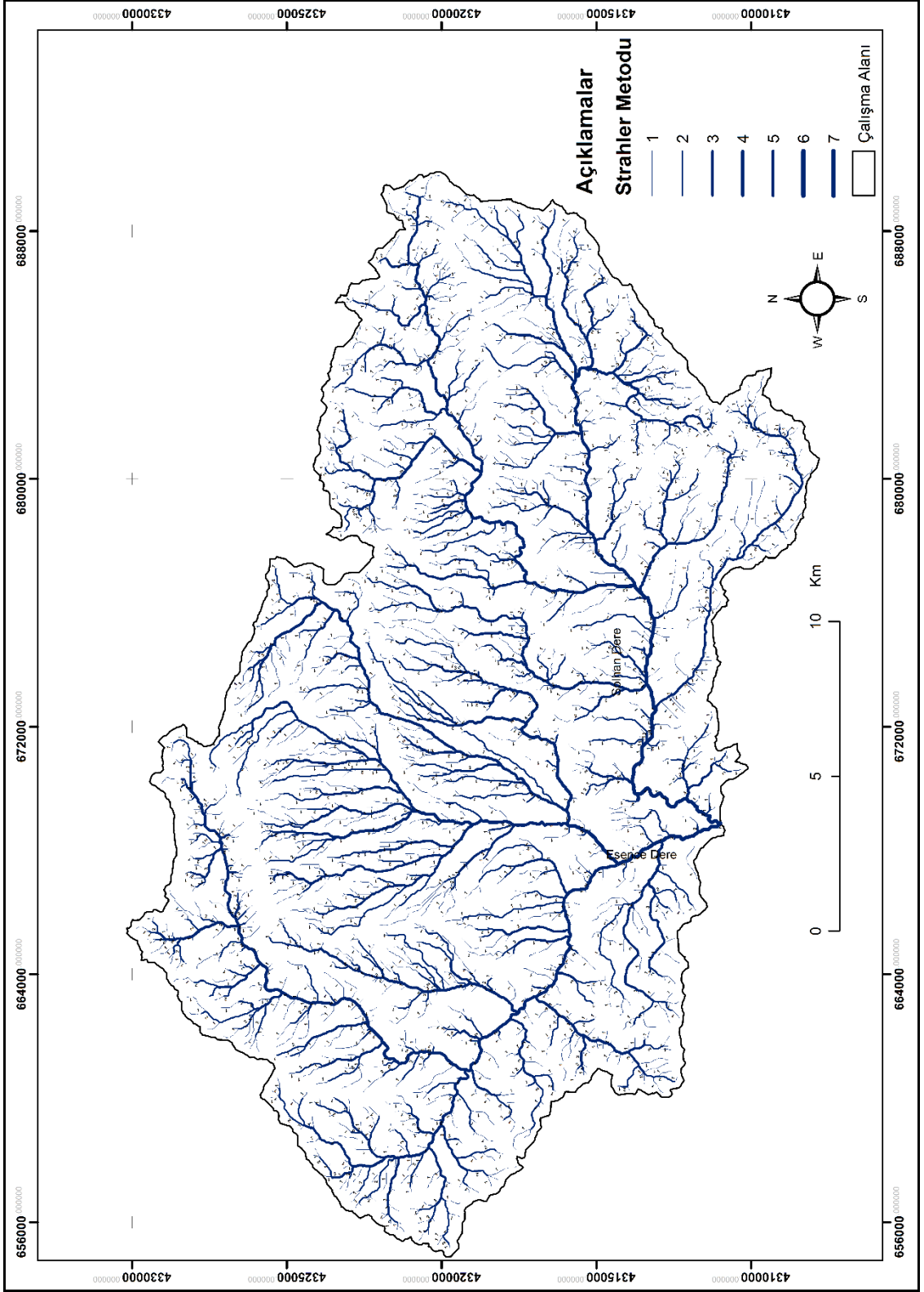
“Bu metot iki şekilde elde edilmektedir. Biri DEM verisinden elde edilen Çatallanma Oranı, diğeri ise Topografya Haritasından elde edilen Çatallanma Oranıdır. Yeni kurulan akarsu şebekesi, başlangıç olan ana yataktan itibaren birinci derece kolları daha sonra ikinci, üçüncü derece ve diğeri ile artan bir sıklık göstererek gelişir ve dallanır (Turoğlu, 1997’den Özdemir, 2007: 64).”

Düşük R_b değerine sahip havzalarda akımlara ait hidrograflar daha keskin ve yüksek olurken, yüksek R_b değerine sahip havzalarda ise daha düşük ve devamlı olabilmektedir (Harita 16).

Ayrıca genel olarak R_b değeri 3-5 arasında çıkan havzaların (Yiğitharmanı, Şahin gibi) jeolojisi daha homojen bir yapıya sahiptir (Verstappen, 1983; Ritter vd., 2002) (Tablo 22).

Tablo 22. Solhan dere havzası ve bazı alt havzaların çatallanma oranı örnekler

Solhan ve Bazı Alt Hvazlar	Nu1	Nu2	Nu3	Nu4	Nu5	Nu6	Nu7	
Solhan Rb=	1042	362	101	22	12	7	1	
	Rb1	Rb2	Rb3	Rb4	Rb5	Rb6	Rb7	Rb.Ort.
	2.87	3.58	4.59	1.83	1.71	7		3.59
Yiğitharmanı Rb =	Nu1	Nu2	Nu3	Nu4	Nu5	Nu6	Nu7	Nu1
	172	82	19	6	2	1		
	Rb1	Rb2	Rb3	Rb4	Rb5	Rb6	Rb7	Rb.Ort.
	2,09	4,3	3,1	3	2			2,89
Şahin Havzası Rb =	Nu1	Nu2	Nu3	Nu4	Nu5	Nu6	Nu7	Nu1
	65	17	5	1				
	Rb1	Rb2	Rb3	Rb4	Rb5	Rb6	Rb7	Rb.Ort.
	3,8	3,4	5					4,06



Harita 16. İnceleme alanının Çatallanma oranı

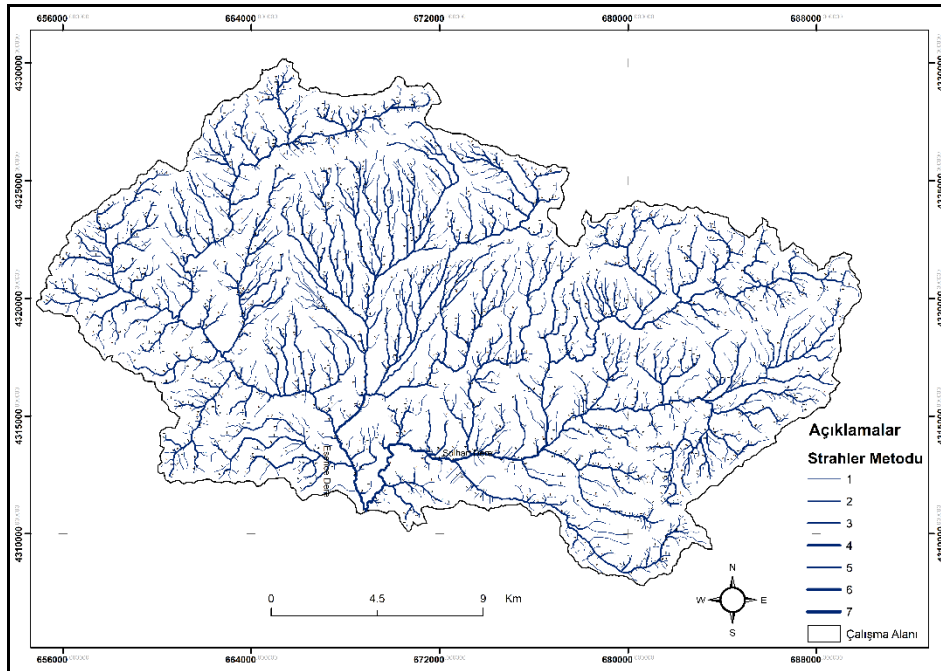
3.1.3.2. Uzunluk Oranı

Uzunluk oranı, akarsu kollarındaki suyun uzunluklarına bağlı olarak tutulma oranları hakkında fikir edinmemizi sağlamaktadır. Böylece daha üst kollardan gelecek olan suyun, alt kolun uzunluğunun yeterli veya yetersiz olması durumlarının anlaşılmasında yardımcı olmaktadır. Strahler yöntemine bağlı olarak oluşturulan bu yöntem bir dizinin toplam uzunluğunun bir sonraki dizinin toplam uzunluğuna oranıdır (Tablo 23).

Tablo 23. Uzunluk oranı formülü

$R_L = L_u / L_{u+1}$	Formüle;
	L_u : Dizin uzunluğu, L_{u+1} : Bir sonraki dizinin uzunluğu dur.

Örneğin Harita 17’de gösterilmiş olan havzanın dizinlerine ait uzunluk değerleri ve oranları Tablo 24’de verilmiştir. Buna göre, uzunlamasına olan havzalarda dizin uzunluk oranlarının toplam ve ortalama değerleri, dairesel havzalara oranla daha az olmaktadır. Bu da suyun daha az tutulduğunun hızlı bir şekilde drene olduğunun bir göstergesidir. Dairesel havzalarda tutulma ve ana kolda birikim daha fazladır.



Harita 17. İnceleme alanının uzunluk oranı

Tablo 24. İnceleme alanının uzunluk oranları

Havza/Solhan	Dizin Uzunluğu(km)	Uzunluk Oranı
1. Dizin	497,09	1,96
2. Dizin	252,40	1,98
3. Dizin	127,06	2,60
4. Dizin	48,85	1,12
5. Dizin	43,37	2,46
6. Dizin	17,60	
7. Dizin	0,04	
Ortalama	984,80	2,02

Buna göre, dizin uzunluk oranlarının toplam ve ortalama değerleri yüksek çıkmıştır. Bu da suyun daha az tutulduğunun hızlı bir şekilde drene olduğunun bir göstergesidir. Ancak dairesel havza olan Zedik ve Mutluca havzalarında tutulma ve ana kolda birikim daha fazladır.

3.1.3.3. Yüzeysel Akış Uzunluğu

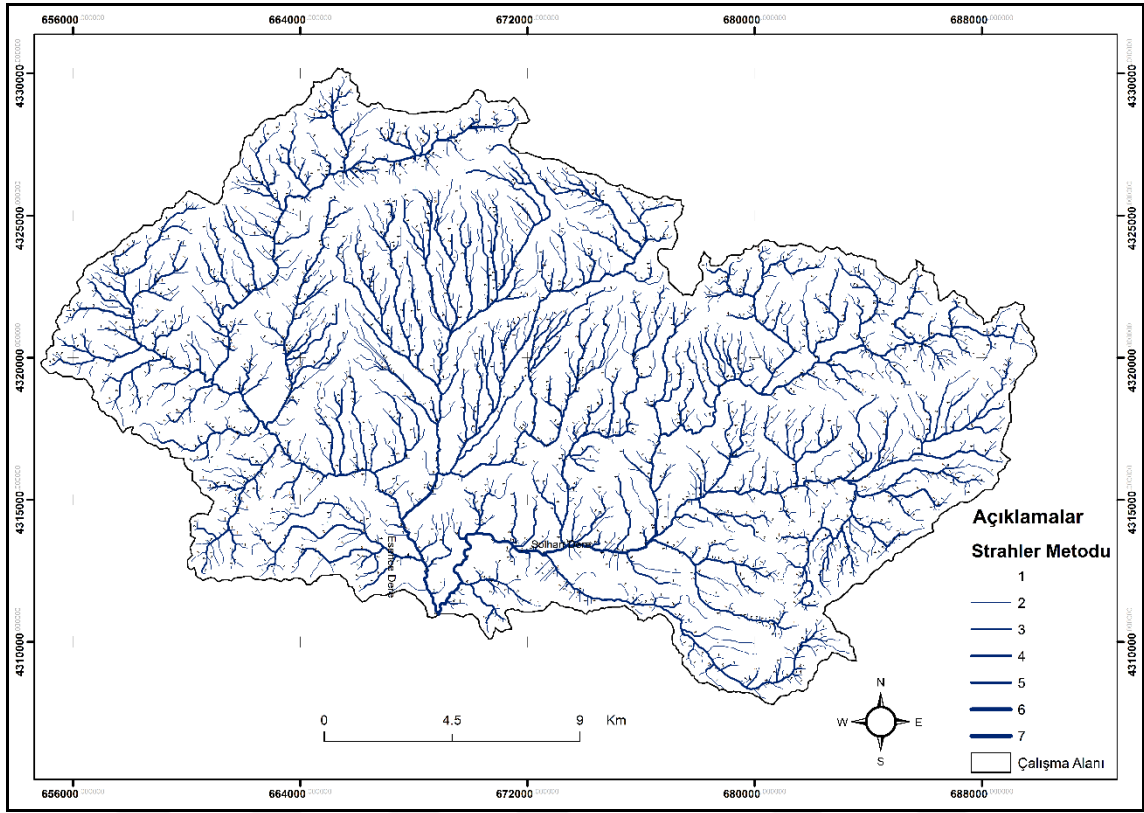
Havzaların drenaj yoğunluklarıyla karşılıklı bir ilişkiye sahiptir. Havzaların drenaj yoğunluğuna bağlı olarak, yüzeysel erozyonları kontrol eden faktörler arasındaki ilişkiyi ortaya koymada etkilidir. Dairesel ve drenaj yoğunluğunun fazla olduğu havzalarda suyun yoğunluğuna bağlı olarak oyalanması daha fazla olduğu için yüzeysel akış uzunluğu (l_0) değeri oldukça küçük çıkmaktadır. Buna karşın suyun oyalanmasının daha az olduğu uzunlamasına havzalarda ise bu değer nispeten daha fazladır. Şu formülle açıklanır

Tablo 10. Yüzeysel akış formülü

$l_0 = 1/2D$	Formülde; D : Drenaj yoğunluğu dur.
--------------	--

$l_0 = 1/2 \cdot 3,68 = l_0 = 1/7,36 = 0,13$ değeri olmuştur. Bu durum havzada düşen yağışın, oyalanmasının daha az olduğunu ve uzunlamasına bir havza tipi olduğunu gösterir (Harita 18). Çalışma alanı yüzeysel akış oranı düşük çıkması, akarsuyun alt havzalardan gelerek ana kolda toplanması hızlı olacak anlamına gelmektedir. Özellikle Esence deresi havzası alt kollar diğer Solhan deresi havzasına göre daha hızlı toplanır.

Solhan deresinin diğere dereye oranla daha yavaş toplanması, dairesel özellikte havza şekline sahip olmasıdır.



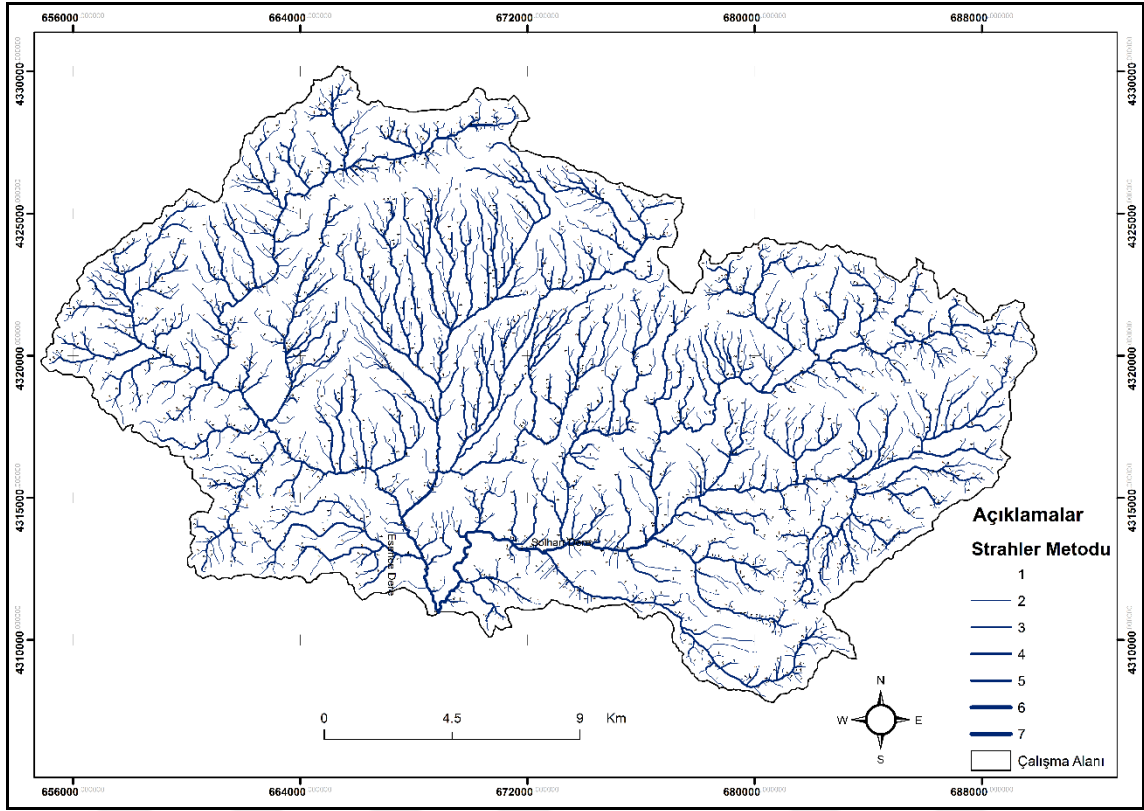
Harita 18. Çalışma alanının yüzeyel akış uzunluğu

3.1.3.4. Tekstür Oranı

Strahler yöntemine bağlı olarak oluşturulan bu yöntem havzadaki jeolojik özelliklere, yüzeyin geçirimsizliğine, bakı durumuna bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu yöntem 1. Dizinlerin toplam sayısı ile havzanın çevre uzunluğu arasındaki orandır. Bu oranın yüksek çıkması, ana akarsu koluna su gönderen 1. Düzeydeki kolların fazla olduğunu, bu oranın az çıkması ise bu kolların az olduğunu gösterir. Bu değer yüksek olması havzaya düşen yağışın yüksek bir oranda akışa geçtiği anlamına gelmektedir. (Verstappen, 1983; Reddy ve diğ.,2004)

Reddy ve diğ., (2004) yaptıkları çalışmada 2,5'in üzerindeki bir T oranı değerini çok yüksek olarak değerlendirmişlerdir. Tekstür oranı dairesel havzalarda daha yüksek değere sahipken, uzunlamasına havzalarda daha düşük değerler gösterir. Solhan deresi Havzasında (4,48) yüksek çıkması, ana akarsu koluna su gönderen 1. Düzeydeki kolların fazla olduğunu, bu nedenle havzaya düşen yağışın yüksek bir oranda akışa

geçtiği anlamına gelmektedir. Ancak aynı şeyi diğer iki dere için söyleyemeyiz (Harita 19).

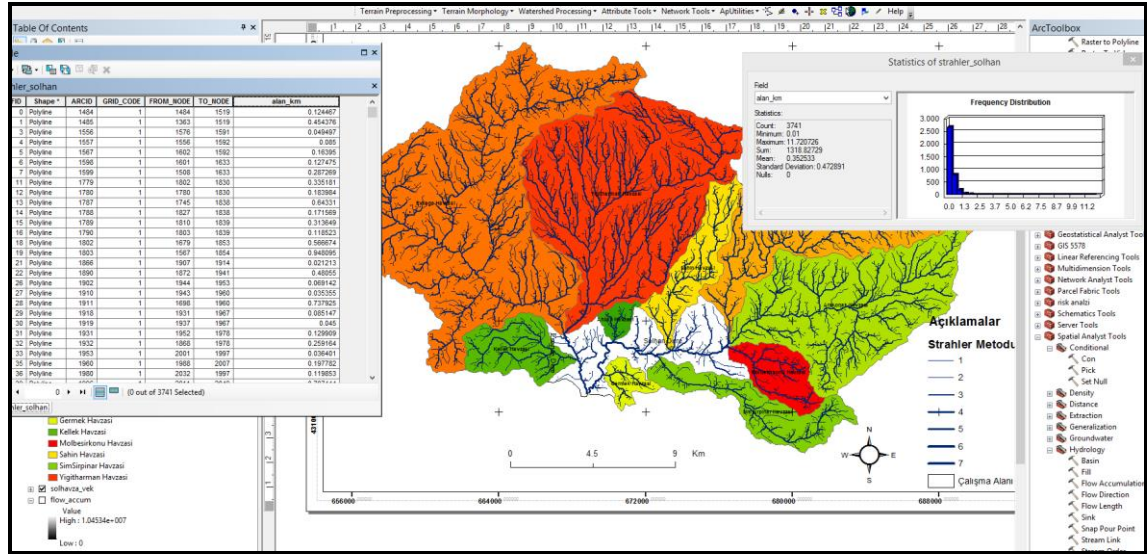


Harita 19. İnceleme alanının tekstür oranı

3.1.3.5. Drenaj Yoğunluğu

Horton tarafında üretilmiş olup, belki de en önemli morfometrik parametredir. Havzadaki toplam drenaj uzunluğunun havza alanına bölünmesiyle elde edilir. Drenaj yoğunluğu (Dd), havzanın akarsular tarafından parçalanma derecesini gösteren bir ölçüdür ve toplam akarsu uzunluğunun (L) havza alanına (A) bölünmesiyle elde edilir. Diğer yandan da drenaj yoğunluğu, yüzeysel akısı kontrol eden faktörlerin bir sonucudur ve havzadaki sediment ve su çıkışını etkiler. “Drenaj yoğunluğunu etkileyen faktörler olarak zeminin geçirgenlik özelliği, bitki örtüsünün seyreklik veya sıklığı, relief özellikleri ve iklimik faktörler olarak sıralanmaktadır. Buna bağlı olarak, düşük Dd değerine sahip havzalar yüzeysel suların yeraltına sızdığı ve yeraltı akımlarını oluşturduğu, buna karşın yüksek Dd değerine sahip havzalar yüzeysel akışlarla aşındırmanın ve parçalanmanın hâkim olduğu bir özellik gösterir(Reddy G., vd., 2004: 1-16).”

“Dd değerinin 1,75’ten büyük olması halinde yüksek, 2,5’ten büyük olması halinde çok yüksek olarak tanımlanabileceğini ifade etmişlerdir (Harita 20).”



Harita 20. İnceleme alanının Drenaj yoğunluğu gösterimi

Buna göre çalışma alanı Smith (1950) ifade ettiği gibi drenaj yoğunluğunun 2,94 çıkması kaba veya yüksek olarak nitelendirilir. Bu da yüzeysel aşındırma ve parçalanma fazla olduğunu göstergesidir. Havzada drenaj yoğunluğunun fazla olması, sel ve taşkın riskini artırmaktadır. Ayrıca sahamızın drenaj yoğunluğunun Mutluca, Yiğitharmanı ve Hazarşah üçgeninde yüksek çıkması bu alanların hem dar derin akarsular tarafından yarılmış olması hem de yükseltinin fazla olması etkilidir.

3.1.3.6. Akarsu Sıklığı

Akarsu sıklığı ile ilgili “Havza içindeki toplam akarsu dizin sayısının havza alanına bölünmesiyle elde edilmektedir. Havzalardaki yüksek F_s değerlerine, sahip havzalar geçirgen olmayan zemin özellikleri, seyrek bitki örtüsü ve yüksek relief özelliklerini gösterirken, düşük F_s değerlerine sahip havzalar ise geçirgen olan jeolojik özellikleri ve alçak relief özelliklerini ortaya koymaktadır. (Reddy ve diğ., 2004).” demiştir.

Toplam akarsu dizin sayısının havza alanına bölünmesi ile çıkan değer, 8,35 olmuştur. Bu değer inceleme sahamızın geçirgen olmayan zemin özellikleri (bazalt, andezit) olması, seyrek bitki örtüsü olması ve yüksek reliefin olduğunu gösterir.

3.1.3.7. Havza Şekli

Havza alanının, maksimum havza uzunluğunun karesine oranı ile hesaplanmaktadır (Tablo 26). Düşük R_f değerine sahip havzalar çok kısa zamanda yan kollardan gelen az akımla, uzun süreli meydana gelecek yüksek ana akımın görüleceği bir şekil arz etmektedir (A). Yüksek R_f değerlerinin görüldüğü havzalarda ise bu durumun tam tersi olarak uzun zamanda yan kollardan gelen yüksek akımla, kısa süreli düşük ana akımın görüldüğü ve kısa süreli maksimum akıma neden olan bir şekil ortaya çıkarır. (B) Bu özellik, havzaların dairesel veya uzunlamasına olup olmadığı konusunda bilgi verir (Reddy G., vd., 2004: 1-16).

Tablo 26. İnceleme alanının havza şekli formülü

$R_F = A/L_b^2$	Formülde;
	A : Havza alanı (km ²), L _b : Havza uzunluğu (km) dir.

Yapılan analizler sonucu, Solhan Dere havzasında 1,31 çıkmıştır. Bu Yüksek R_f değerleri uzun zamanda yan kollardan gelen yüksek akımla, kısa süreli düşük ana akımın görüldüğü ve kısa süreli maksimum akıma neden olan bir şekil ortaya çıkarır.

3.1.3.8. Uzunluk Oranı

Havzayla aynı alana sahip bir dairenin çapıyla havzanın maksimum uzunluğu arasındaki oranla elde edilir (Tablo 27).

Tablo 27. Uzunluk oranı formülü

$R_e = 2/L_m * (A/\pi)^{0.5}$	Formülde;
	L _m : Maksimum havza uzunluğu (km), A : Havza alanı (km ²) dir.

“Uzunluk oranı (R_e), havzanın infiltrasyon kapasitesi, yüzeysel akışı hakkında bilgi verir. Düşük değerler yüksek geçirgenliğin olduğu ve düşük yüzeysel akış şartların sahip olduğu alanları gösterirken, yüksek R_e değeri ise fazla erozif faaliyetlerin olduğu ve sediment taşınmasının fazla olduğu havza özelliklerini ortaya koyar (Strahler, 1964 ; Sarangi ve diğ., 2003).”

Uzunluk oranı Solhan deresi havzası $Re = 2,37$ değeri çıkmıştır. Bu değer fazla erozif faaliyetlerinin olduğunu ve sediment taşımının fazla olduğunu göstergesidir.

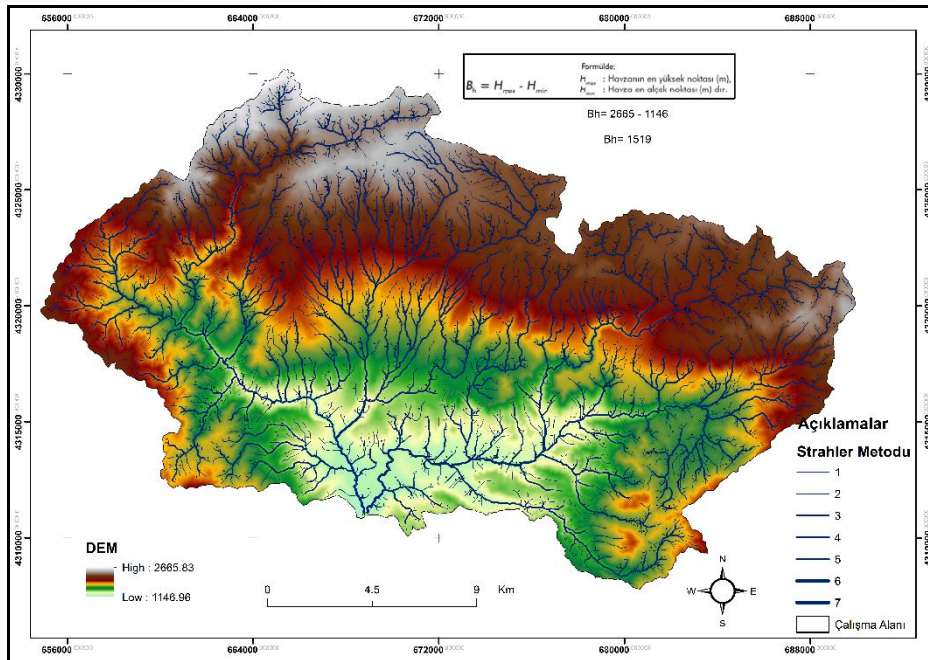
3.1.3.9. Havza Reliefi

Havzanın en yüksek noktası ve en alçak noktası arasındaki maksimum dikey uzaklığı ifade etmektedir (Tablo 28). Havza reliefi ve havza eğimi önemli hidrolojik parametrelerdir. Artan relief değerleri, daha dik yamaçlar ve yüksek dere yatak eğimlerine, akım toplanma zamanının azalmasına ve sonuç olarak da taşkın pikinin artmasına neden olur.

Tablo 28. Havza Reliefi formülü

$B_h = H_{max} - H_{min}$	Formüle:
	H_{max} : Havzanın en yüksek noktası (m), H_{min} : Havza en alçak noktası (m) dir.

Havza reliefi, havzalardaki drenaj gelişimi, yüzeysel ve yeraltı su akımları, geçirgenlik, arazi yüzeylerinin gelişimi ve erozif faaliyetler açısından önemli bir rol oynar (Harita 21).



Harita 21. Çalışma sahası havza reliefi

Havza reliefi sonuçlarına baktığımızda, 1519 m çıkması relief açısından çok yüksek olduğunu, dik yamaçların önemli yer kaplamaktadır. Bu durumda yüzeysel akışı artıracaktır.

3.1.3.10. Akım Toplanma Zamanı

Akım toplanma zamanı, suyun havzanın en uzak mesafesinden ana kola veya denize döküldüğü yere kadarki geçen zamanı ortaya koyar (Tablo 29). Yüzeydeki arızalar, kanal şekli ve eğim özellikleri akım toplanma zamanını etkileyen faktörlerdir. Havzada şehirleşmenin olmadığı, bitki örtüsünün yoğun olduğu alanlarda akımın yüzeyde oyalanması artar. Buna karşın bitki örtüsünden yoksun olan alanlarda özellikle de toprak örtüsünün beton ve/veya asfalt ile kaplandığı alanlarda su yüzeysel akışa daha çabuk geçer ve akımın toplanması daha hızlı gerçekleşir. Eğim özelliği de suyun toplanma zamanıyla ters orantılıdır. Eğim arttıkça akım toplanma zamanı azalır, eğim azaldıkça akım toplanma zamanı artmaktadır (Harita 22).

Tablo 29. Akım toplanma formülü

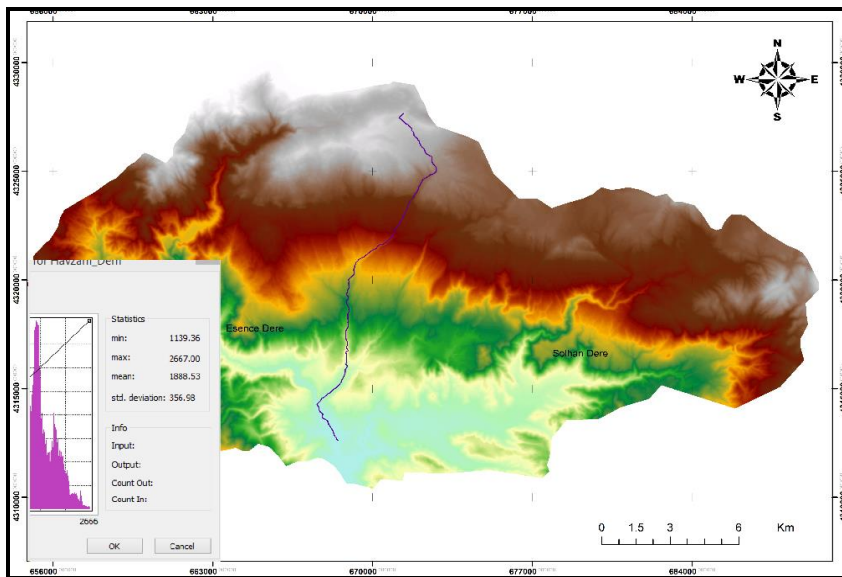
$T_c = 0.0195 * L^{0.77} / S^{0.385}$	Formüle;
	L : Ana akarsu uzunluğu (m), S : Havza eğimidir (m/m) dir.

Formüle; L: Ana akarsu uzunluğu (m), S: Havza eğimidir (m/m) dir.

Eğim= (Hmax-Hmin)/L

Eğim: 2667-1139 / 19613,9

Eğim:0,07 $T_c = 0,0195 * 19613 / 0,07^{0,385}$ $T_c = 141$ dk



Harita 22. Akım Toplanma zamanı

3.2. Solhan Deresi Havzasının Potansiyel Sel Ve Taşkın Tehlike

Haritalaması

Çalışma sahasında sel ve taşkınların oluşumunda birden fazla doğal faktörün etkili olduğu düşünülmektedir. Sel ve taşkın risk analizi yapılırken sel ve taşkına etki eden faktörlerden eğim, bakı, toprak, bitki örtüsü, arazi kullanımı ve yükselti sınıflarının etki değerleri ele alınmıştır.

3.2.1.Çok Kriterli Karar Verme Analizi (Çkkva) Yöntemi ile Potansiyel Sel ve Taşkın Tehlike Haritalaması

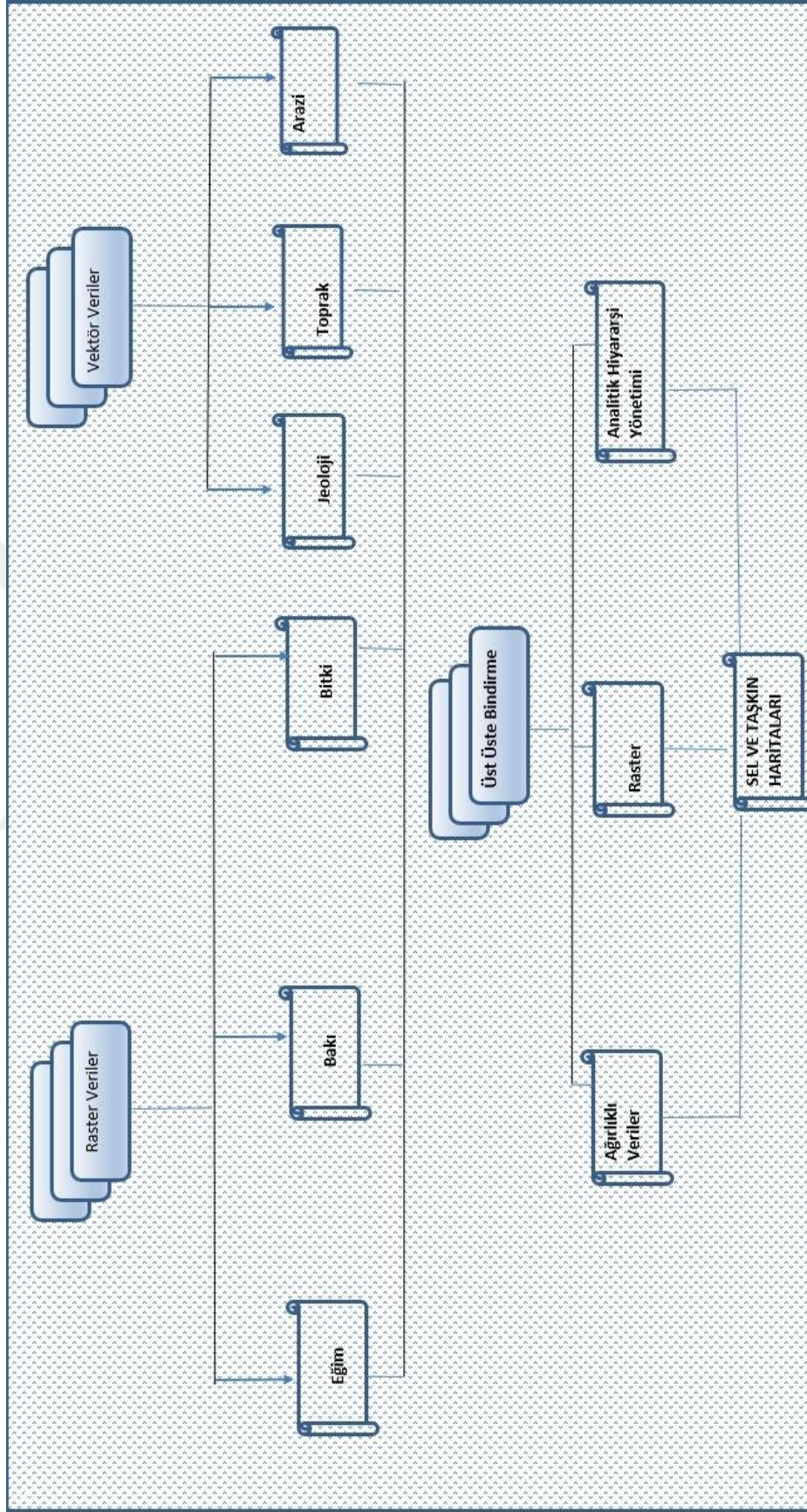
“Çok Kriterli Karar Verme Aanalizi, sonlu sayıda seçeneğin, seçilme, sıralanma, sınıflandırma, önceliklendirme veya elenme amacıyla genellikle öncelik sırasına göre, birbirleri ile çelişen ve aynı ölçü birimini kullanmayan, hatta bazıları nitel değerler alan çok sayıda kriter kullanılarak değerlendirilmesi işlemidir. (Yoon ve Hwang, 1995).” Uygulanan yöntemde riskli alanlar belirlenirken parametreler tek tek incelenmiştir.

Yöntemin akış şeması Tablo 30’da ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Çalışma alanının risk analizi yapılırken temel altlık haritaların oluşturulması önemli bir aşama olduğundan eğim, bakı, yükselti haritası, toprak haritası ve jeolojik harita özelliklerini gösterir altlık veriler üretilmiştir. Arazi kullanım özellikleri, jeoloji, toprak verileri de, analiz işlemlerinde kullanılmak amacıyla raster veri yapısına dönüştürülmüştür. Uygulanan yöntemde, çalışma alanındaki taşkın riskine ilişkin parametreler değerlendirilmiş ve bunların her birine bir ağırlık değeri verilmiştir. Ağırlık değerleri 1-10 arasında değişmektedir. 1’e en yakın olan en az, 10’a en yakın olan ise en fazla riske sahiptir (Tablo 31).

Bu aşamadaki uygulamalar için spatil analyst modülünde ‘reclassify’ yöntemi seçilmiştir. Parametrelerin ilgili afetlere olan etkilerinin farklı oranda olması nedeniyle her birine bu araç (tool) yardımıyla farklı değerler girilmiştir. Bu değer atamasından sonra üst üste bindirme (overlay) işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlem de yine aynı modül de ‘raster calculator’ ile yapılmıştır. Yöntemin uygulanmasıyla taşkın alanı belirlenmiştir (Tablo 31). Bu alan incelendiğinde özellikle kuru tarım ve yerleşim alanlarının bulunduğu kesimlerin büyük risk taşıdığı görülmektedir.

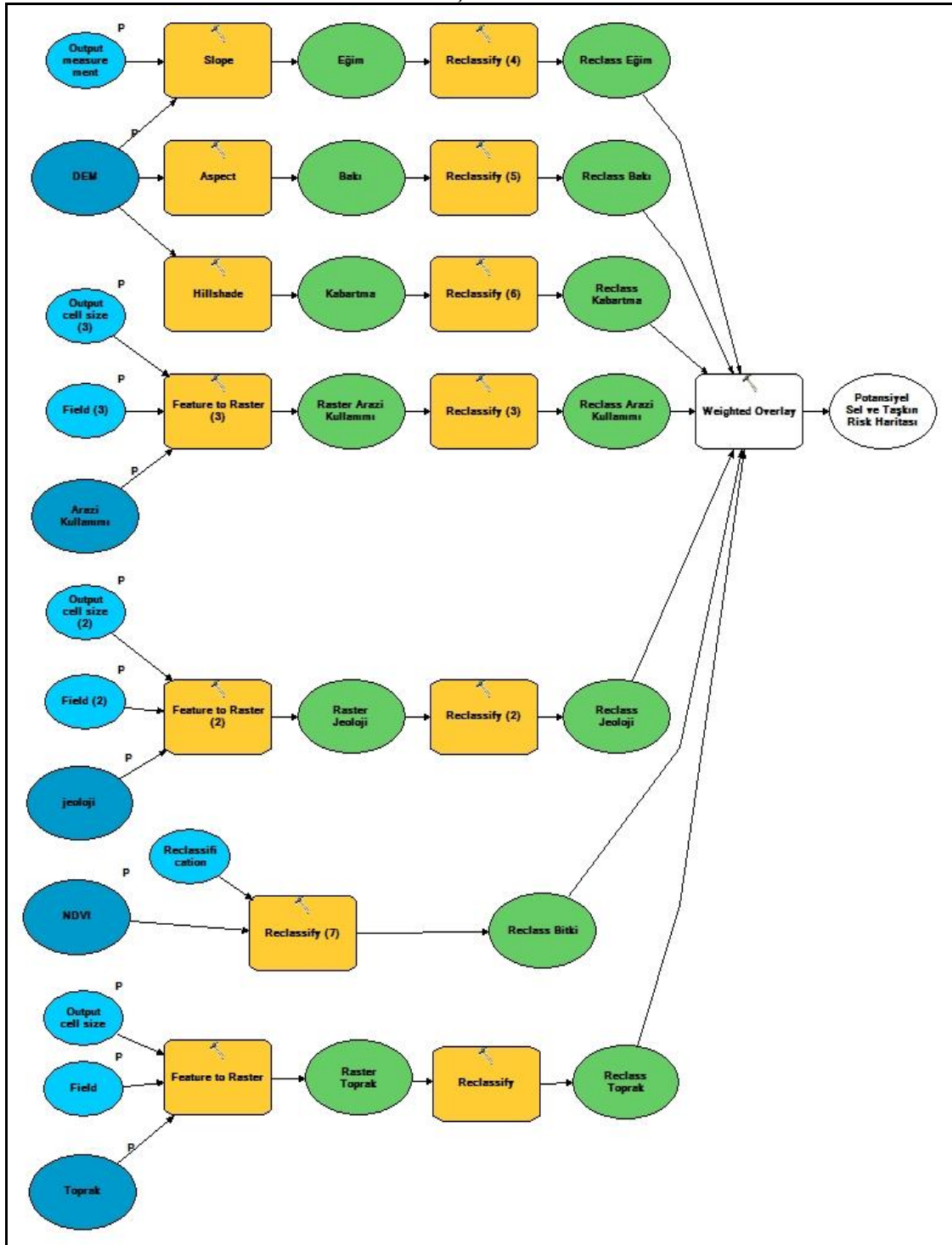
Tablo 30. Parametrelere ait alt birimlerin her bir afet tipi için etki değerleri (Turoğlu ve Özdemir 2005'den uyarlanmıştır).

PARAMETRELER	ALT BİRİMLER	SEL	TAŞKIN
Eğim (%)	0-2	3	10
	2-5	6	9
	5-15	9	3
	15- <	10	1
Baki	K	10	9
	KD	8	8
	D	7	8
	GD	7	8
	G	7	7
	GB	8	8
	B	9	8
	KB	10	10
	Düz	1	10
	Jeoloji	Volkanik	3
Tüfler		5	5
Anglomera		4	4
Alüvyon		9	10
Bazalt		1	1
Bitki	Orman	4	5
	Çalı Formasyonu(Bozuk orman)	8	8
	Tahrip sahası	9	10
Toprak	Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları	9	9
	Kahverengi orman toprak	8	8
	Kölüvyal Toprak	5	5
	Bazaltik Toprak	10	10
Arazi Kullanımı	Tarım Alanları	8	10
	Yerleşim Alanları	10	9
	Orman	5	6
	Bozuk Orman Alanı	10	8

Tablo 111. CBS ortamında sel ve taşkın haritalarında ÇKKVA yöntemine göre akış şeması

3.2.1.1. Potansiyel Sel Tehlike Analizi

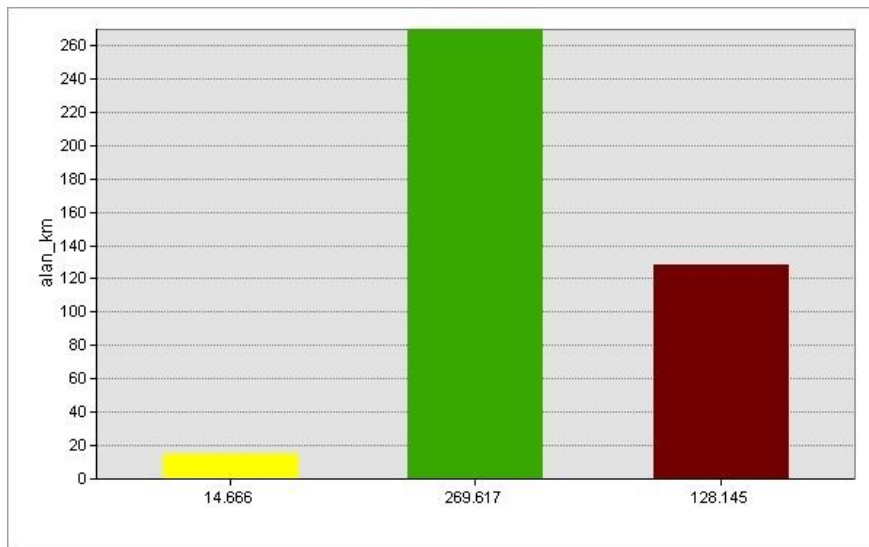
Tablo 122. Model builder yöntemi ile solhan deresi havzası potansiyel sel ve taşkın risk analizi akış şeması



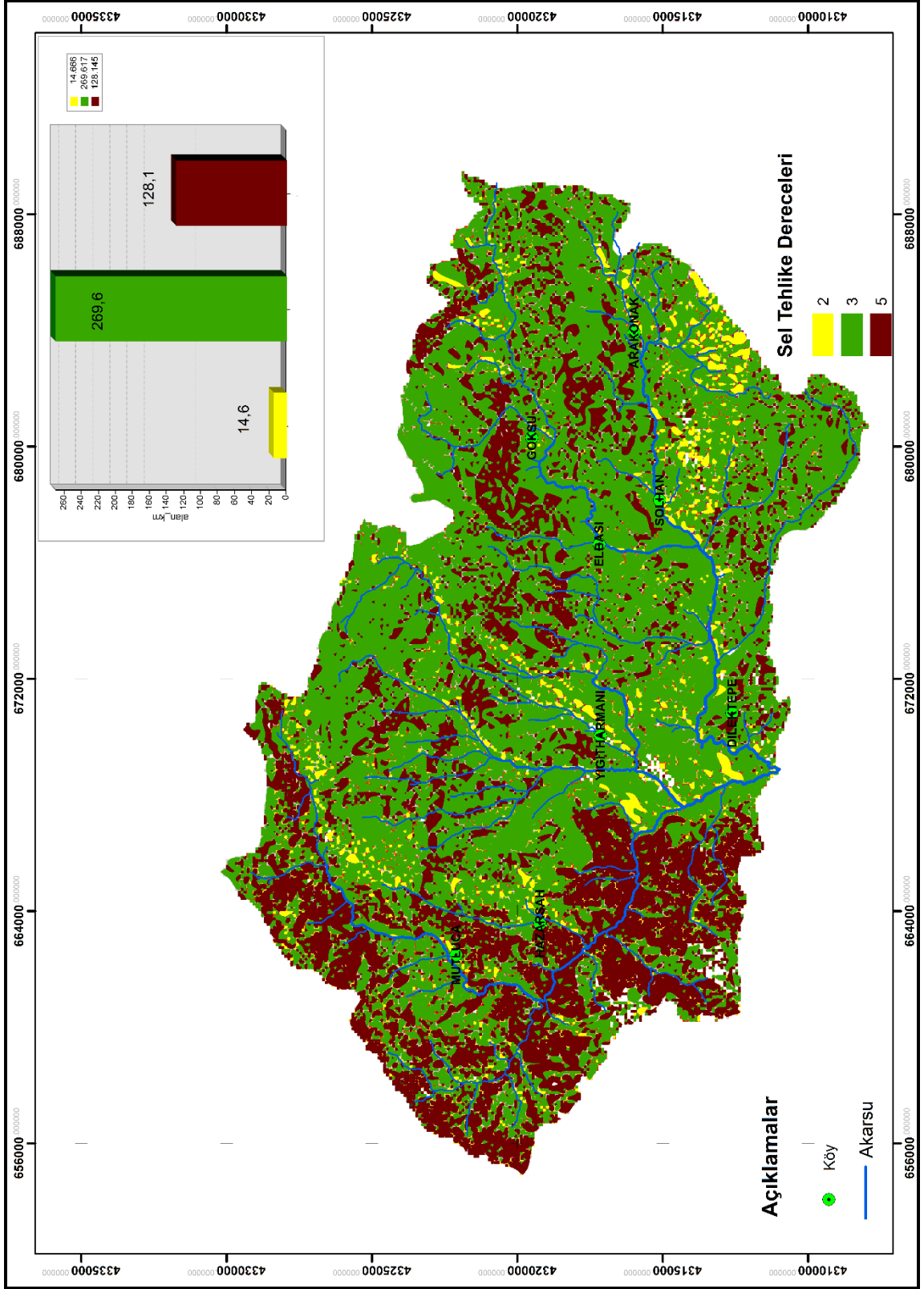
Tablo 133. Parametrelerin ve afet tiplerinin risk zonlamasındaki değerleri (Turoğlu ve Özdemir 2005'den uyarlanmıştır).

Afet Türü	Eğim	Bakı	Bitki	Toprak	Yükselti	Jeoloji	Arazi Kullanımı
Sel	10	6	5	7	10	8	9
Taşkın	10	8	8	7	6	9	8

Eğim, bakı, yükselti, bitki örtüsü, arazi kullanımı, toprak ve jeoloji faktörü overlay yapılarak oluşturulan sel risk derecelerinin havza içindeki dağılımı incelendiğinde; yüksek sel risk bölgesi havza içerisinde 103,62 km²'lik bir alan kaplamaktadır. Bu alan havzanın % 25,28'ini oluşturmaktadır. Yüksek sel risk bölgesi başta Solhan ilçe merkezi olmak üzere, yerleşiminin yoğun olduğu belde merkezlerinde de görülmektedir. Bu bölgede yerleşiminin yoğun olması, zararların maddi ve manevi boyutlarının çok fazla olacağı dikkat çeken bir özelliktir. Yerleşmelerin çoğu, havzanın güney kısmında, ormanlık, mera, sulu tarım, kuru tarım alanların büyük bir çoğunluğu yüksek dereceden riskli bölgededir. Havza içerisinde orta riskli alanlar 110,89 km² alan kaplamakta ve havzanın % 27,217'sini oluşturmaktadır. Risk derecesi orta olan yerler daha çok yükseltinin ve eğimin fazla olduğu alanlar, yerleşmelerin bir kısmı ve mera alanın büyük bir bölümü risk derecesi orta olan yerler olarak çıkmıştır. Az riskli olan yerler ise 195,64 km²'lik alan kaplamakta havzada en geniş alana sahip yerlerdir (Grafik 25; Harita 23).



Grafik 25. Çalışma alanının potansiyel sel tahlike alansal dağılışı



Az riskli sahalara ise havza alanında % 47,95'ini kaplar.

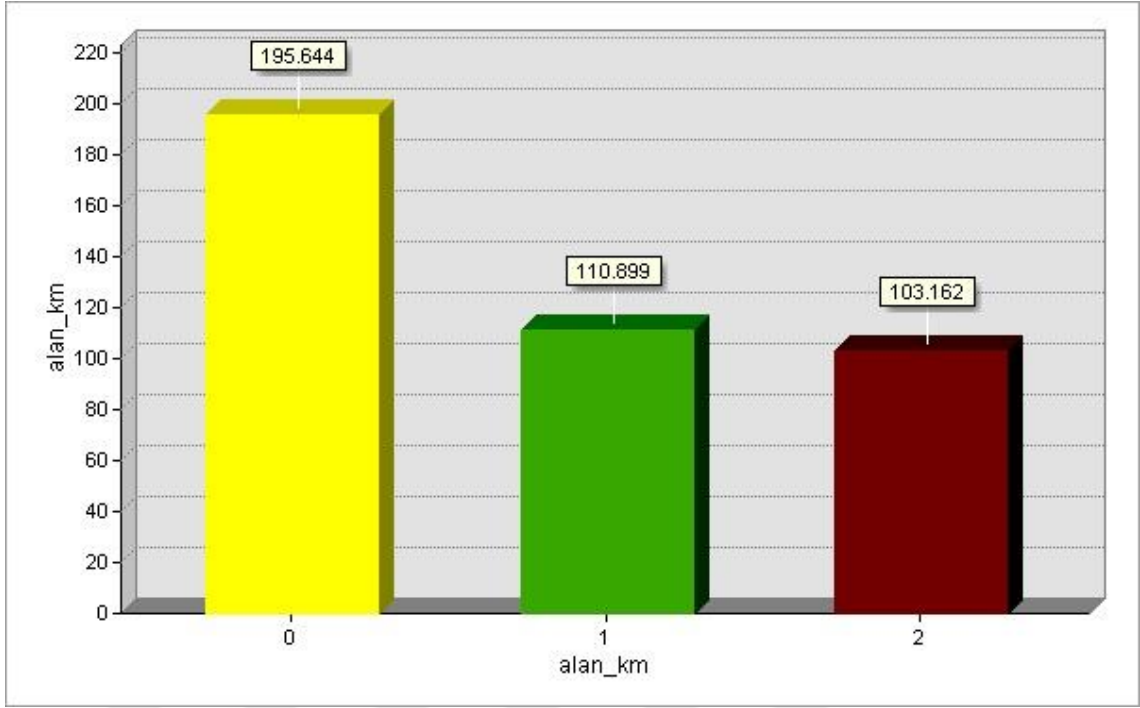
Solhan ilçe sınırlarındaki dere yataklarında Arakonak taşkın riskine neden olan birçok faktör söz konusudur. Arakonak havza alanı bir su toplama alanı olup, setler inşa edilmiş olan yapılardır. Ancak yapılan bu setler arda ardına olması (Foto 18) nedeniyle bir setin diğer sete yük biriktirmesi ve su toplama havzası olması ile sel ve taşkınların Arakonak beldesinde daha şiddetli yaşanmasına neden olmuştur (Foto 13). Bu başlık altında beşeri ve doğal faktörlerle birlikte bu faktörlerin özellikleri ve taşkınlara karşı durumları açısından değerlendirilmesi yapılmıştır.



Foto 13. Arakonak beldesi su toplama sahasından görünüm

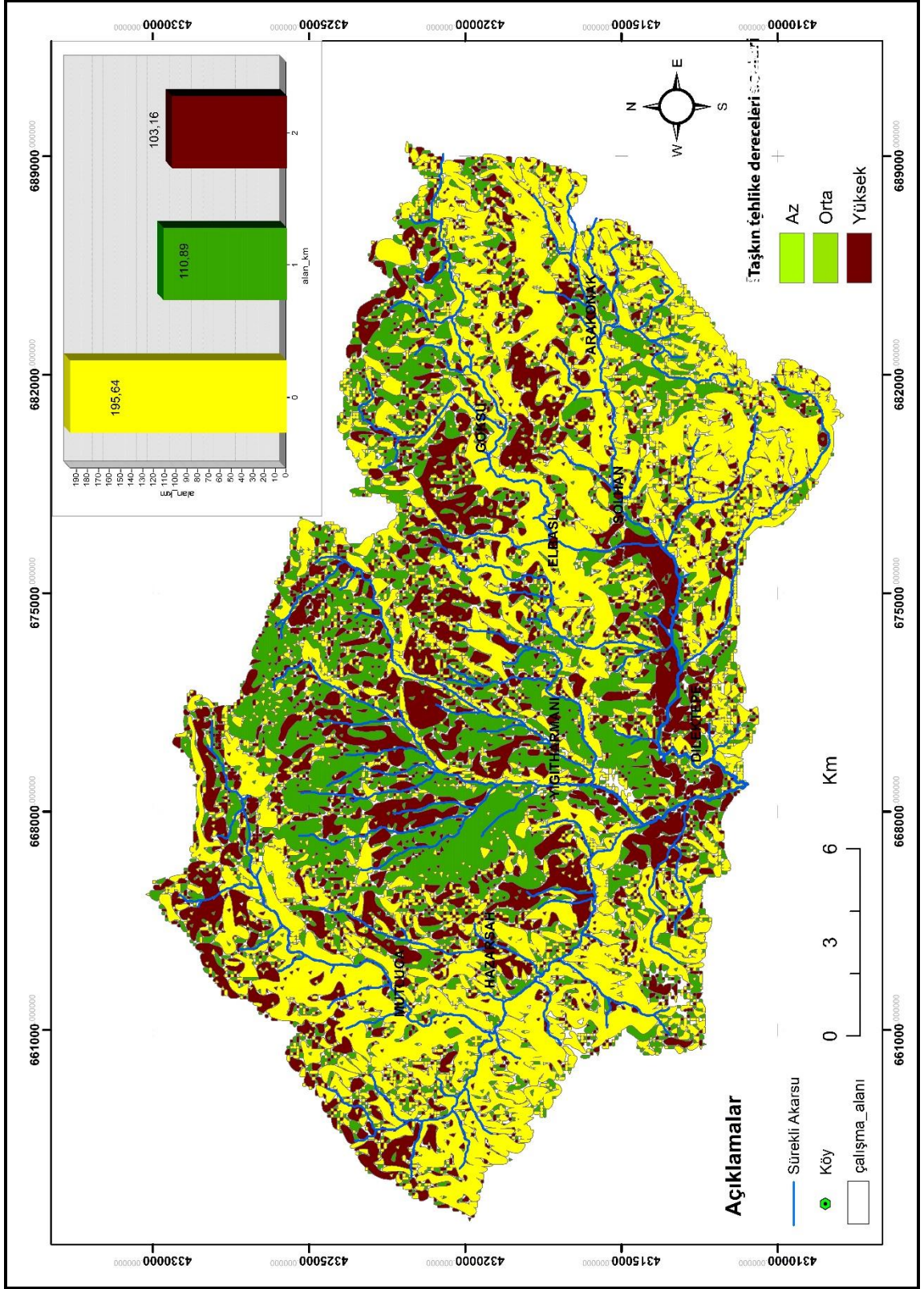
3.2.1.2. Potansiyel Taşkın Tehlike Analizi

Eğim, bakı, yükselti, toprak, bitki örtüsü, jeoloji, arazi kullanımı faktörleri overlay yapılarak taşkın risk zonları oluşturulmuştur. Taşkın risk derecelerinin havza içindeki dağılımları incelendiğinde; risk derecesi yüksek alanlar 128,14 km²'lik bir alan kaplamaktadır. Bu alanlar Solhan Dere Havzasının alt kolu olan Esence Dere alt havzasında yaygın olduğu görülmektedir. Bu alanların çalışma sahasındaki oranı % 31,17'dir. Orta derecede riskli alanlar Solhan ilçe merkezinde yerleşmelerin bir kısmında görülmesi bu alanda taşkın afetinin maddi zararlarının yüksek olabileceğini göz önüne sermektedir. Bu alanlar havzada 269,62 km² lik alan kaplamakta olup, % 65,6'dır. Taşkın alanlarının orta derecedeki risk bölgeler eğimin ve yükseltinin çok fazla olmadığı plato ve vadi yamaçlarında görülmektedir. Yerleşim merkezlerinin çoğunluğu orta derecede risk bölgelerinde bulunmaktadır (Grafik 26, Harita 24).



Grafik 26. İnceleme alanının potansiyel taşkın tehlike alanlarının dağılışı

Risk derecesi az olan bölgeler ise; eğim ve yükseltinin çok fazla olduğu alanlar olarak karşımıza çıkar. Bu bölge 14,6 km²'yi oluşturmaktadır. Bu bölgenin havza içindeki oranı ise % 3,5 dir.



Harita 24. Solhan deresi havzası potansiyel taşkın tehlike haritası

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Sel ve taşkınlar meteorolojik ve klimatolojik bir olay olup, özellikle yağışlarla birlikte gelişen doğal afetlerdir. Ancak sel ve taşkın riskinden minimum düzeyde etkilenmek ve zararlarını azaltmak için çalışılacak alanların sel ve taşkına etki eden faktörlerin iyi analiz edilmesi ve insanları bu konuda bilinçlendirmek önemli bir konudur.

Gerektiğinde aranan bilgilere ulaşılabilmesi ve bu bilgilerle çeşitli analizlerin yapılabilmesi için bir araya getirilmeleri gerekmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), veriyle coğrafyanın bütünleştiği sistemlerdir. Doğal afetlerde coğrafya üzerinden gerçekleştiğinden doğal afetlerle ilgili analiz en iyi CBS ile yapılabilir. Eldeki tüm verilere coğrafya boyutunu eklediğimizde, klasik veri tabanı ile elde edilemeyecek sonuçlara ulaşılabilecektir (Bağdatlı, 2013).

Sel veya taşkın White 1945’de, ifade ettiği gibi; “Sel ve taşkın Allahtandır. Ancak taşkın kayıpları insan faaliyetinin sonucudur.” demiştir. Diyebiliriz ki bu oluşumun afete ya da soruna dönüşmesi ise ekonomik gelişme bağlı olarak devam eden insan faaliyetlerinin doğal denge üzerine yaptığı müdahalelerin bir sonucu olmaktadır.

Bu çalışmada, Bingöl ili sınırları içinde yer alan Solhan Deresi havzasındaki iki dere için potansiyel risk analizi çalışmaları, CBS ve UA yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, öncelikle havzanın genel fiziki özellikleri üzerinde durulmuştur. Daha sonra, saha için riski oluşturan faktörler olan beşeri ve doğal faktörler detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Son olarak da sahanın sel ve taşkın risk analizi tamamlanmıştır. Araştırmanın başlangıcından bitimine kadarki yapılan çalışma ve analizlerin sonuç ve değerlendirmeleri aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

Öncelikle incelemiş olduğumuz bu tez sahasındaki sel ve taşkına maruz kalabilecek yerlerdeki sel ve taşkın risk durumunun oluşum nedenleri;

- Sahadaki yerleşim alanlarının dere yatağının ağız kısmına kurulması.

- Litolojinin volkanik malzemedan oluşması tektonizmaya bağlı olarak yamaçlarda meydana gelen yüksek eğim, geçirimsiz malzemenin olması sel ve taşkınların yoğun olarak yaşanmasına neden olmuştur.
- Sahamızdaki iklim elemanlarındaki ekstrem değişiklikler neticesinde akarsuların hidrolojik rejimlerinin değişmesi
- Havzada eğim değerlerinin yüksek ve eğim değerlerinin ani değişmesi neticesinde düşen yağışın yüzeysel akışın hızlanması,
- İnceleme sahasının havza morfometrik yüzey analizlerinin sel ve taşkın olma potansiyeli bakımından yüksek değerlerin çıkması
- Orman ve mera alanlarının otlatma, yangın gibi sebeplerle günden güne azalarak daha çıplak arazilerin oluşmasıdır.
- Çalışma sahasında sel ve taşkın ile ilgili kurum ve kuruluşlarda yeterli bir veri alt yapısı bulunulmaması ve bilgilerin güncellenebilir nitelikte olmayışı.

Solhan Dere havzası, sel ve taşkın olaylarının meydana gelebileceği bir potansiyele sahiptir. Fakat risk açısından değerlendirildiğinde, sel 'in etkinliği ve ortaya çıkaracağı zararlar, taşkınlarla göre daha fazladır.

Gerek havzanın morfometrik özelliklerine, gerekse yağış ile ilişkili olarak maksimum akım değerlerinden elde edilen 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 yıllık taşkın tekrarlama sıklıklarına göre, meydana gelebilecek sel taşkınların etkisini azaltmak veya tamamen önleme çalışmaları yapılmalıdır.

7 parametreye bağlı olarak oluşturulmuş sel ve taşkın risk analizinde, sahadaki sel ve taşkınların oluşmasında etkili olan faktörlerden ilk üçü litoloji, eğim ve bakıdır. Buna göre, havzanın güney, güneydoğu, güneybatı ve doğu sel ve taşkın riskini artış gösterdiği alanlardır.

Havza içinde sel ve taşkından etkilenebilecek alanlar tarım alanları, belde merkezleri ve mera alanlarıdır.

Havza genelinde sel ve taşkınların birlikte ele alınması, havzalara ait risk yönetimi açısından önemlidir. Nedeni her iki olay için risk zonlamasının birbirinden farklı olması ve yönetim ve planlamada büyük önem taşımasındandır.

Sağanak yağışların taşkına neden olabilmesi için kısa sürede aşırı bir yağışın düşmesi gerekmektedir. Ancak insan müdahalesi sonucunda yatakları daraltılan ve kanal içerisine alınan dereler (Arakonak, Hazarşah vb.) daha fazla taşkına neden

olmaktadır. Bu yerlerde yanlış imar uygulamaları ve arazi kullanımları sonucunda dere yataklarının daraltılması, kanal içerisine alınması, bu sorununun nedenlerinden birini oluşturmaktadır.

İklim elemanlarından olan sıcaklık değerlerinin nisan ve mayıs aylarında 26 °C'nin üzerine çıkması kış mevsiminde yağın erimesini hızlandıracak ve yüzeysel akış ile birlikte sel ve taşkın riskini artıracaktır. Ayrıca bahar mevsimi ile birlikte aylık ortalama yağışın 110 mm olması da sel ve taşkın açısından önem arz etmektedir.

Yapılan morfometrik yüzey analizleri sonucunda çalışma sahasının alt havzaların ortalama eğiminin yüksek olduğu belirlenmiştir Genel bir yaklaşım olarak yüksek eğime sahip havzalarda arazinin koruyucu bir bitki örtüsüne sahip olmadığı koşullarda havza önemli bir erozyon potansiyeli taşır (Strahler, 1964; Görcelioğlu, 1982; Aydın, 2003; Goudie, 2004; Özdemir, 2007). Bir başka ifade ile eğimin yüksek olması havzanın drenaj yoğunluğunun ve dere frekansının yüksek olduğunu (Reddy ve diğ., 2004), ayrıca yağışın hızla yüzeysel akışa geçtiğini göstermektedir (Strahler, 1964). Esence 28,03 solhan 29,59

Drenaj yoğunluğu (Dd) havzanın akarsular tarafından bölünme derecesini göstermektedir (Ongley, 1974; Verstappen, 1983; Reddy ve diğ., 2004; Macka, 2001, Rodriguez-Iturbe ve Rinaldo, 2001). Bununla beraber drenaj yoğunluğu yüzeysel akışı ve havzadaki su ve sediment üretimini etkilemektedir. Sahamızdaki yüksek drenaj yoğunluğu değeri de geçirimsiz zemin koşullarında, vejetasyon örtüsünce zayıf alanlarda ve genellikle dağlık rölyeplerde gözlenmektedir (Strahler, 1964).

Karayolları, DSİ, valilik, belediyeler ve diğer özel ve resmi kurum ve kuruluşların önceki yıllarda sel ve taşkın zararlarının en aza indirmeye yönelik yapmış oldukları çalışmaların uzun vadede düşünülerek yapılması gerekmektedir. Bunun dışında sel afetini azaltıcı olarak bitki örtüsünün olduğu alanların aşırı otlatma, ağaç kesimi gibi tahriplerden kaçınılmalıdır. Doğru arazi kullanımına özen gösterilmesi sel ve taşkın felaketini zararlarını en aza indirebilir.

Sahamızda litolojinin volkanik malzemedan oluşması tektonizmaya bağlı olarak yamaçlarda meydana gelen yüksek eğim, geçirimsiz malzemenin olması sel ve taşkınının yoğun olarak yaşanmasına neden olmuştur. Çalışma sahası litolojisi üst miyosen yaşlı bazalt, andezit ve tüflerden oluşmaktadır. Esence ve Solhan derelerinin derince yardığı sahalarda ortalama yükselti 1800 m civarındadır. Vadi yamaçlarında eğim %20-25 arasındadır.

Sahamızda taşkın ovalarına ve havzalarına baktığımızda, ova çevresine göre alçakta olan, alüvyonlarla kaplı olan, akarsuların derine gömülmediği alanlar olarak ifade edilebilir. Çalışma sahasında ovalara Solhan ve Esence derelerinin döküldüğü Giloran deresinde, Solhan ilçe merkezinde rastlanmaktadır. Havza ise Atalay'ın ifade ettiği gibi kapalı olup bir yâda birkaç akarsu tarafından drene edilebilir. Havza geniş kapsamlı olup, havza dâhilinde ovalarda bulunmaktadır. Çalışma alanında 2 büyük havza bu iki havzanın alt kolları ile birlikte 8 alt havza bulunmaktadır. Yapılan arazi gözlemlerinde havzalar morfolojik yapı ve boğazların varlığına bağlı olarak bir boşalma alanı olarak ifade edilebilir.

Yapılan arazi gözlemlerinde Arakonak alt havzamızın ağız kısmında, özellikle sel ve taşkın yaşandığı nisan ve mayıs aylarında, yan derelerden gelen malzemelerin ev, ağıl ve tarım alanlarının zarar verdiği bilinmektedir. DSİ tarafından yapılan set duvarların, taşkın ve sel afetinin zararı önlemediğini ortaya konmuştur.

Derelerin sel ve taşkın zararlarının önlenmesi için yatak kapasiteleri taşkın piklerini karşılayabilecek kapasiteye ulaştırılabilir. Solhan Deresi'nin yukarı havzalarından, özellikle Düzağaç ve Arakonak beldelerinde sediment maddeler taşınması, taşkın koruma tesisleri içinde dere yataklarında çöküntü ve tortulların birikmesinden dolayı akarsuyun yatak kısımları dolmaktadır. Yatak kısmının dolması akarsuyun yatak kapasitesini azaltmakta ve aynı zamanda Hazarşah Deresi'nin ağız kısmına sedimentlerin taşınmasına neden olmaktadır (Foto 14 ve 15).



Foto 14. Esence deresi havzası yukarısında bulunan hazarşah taşkın yatağı



Foto 15. Hazarşah taşkın ovasına katılan derelerin getirdiği materyaller

Yapılan tüm işlemlerin ardından sel ve taşkın alanları ile potansiyel risk alanları belirlenmiştir. Ancak taşkın alanlarının nereleri etkilediğini görmek için CBS sistem araçlarından biri olan ArcGIS programı kullanılmıştır. Elde edilen taşkın risk alanları ile birçok parametrenin karşılaştırılmasıyla risk altında olan bölgeler belirlenmiştir

Bu sebeple inceleme sahasında yapılan çalışmada eğim, bakı, yükselti, jeoloji, toprak, bitki örtüsü, arazi kullanımı gibi sel ve taşkın üzerinde etkili olan faktörler ele alınarak risk zonlamaları oluşturulmuştur. Taşkın zonlamasında akarsuyun taşkın yatağı kısmının yüksek riskli bölgeler olduğu ortaya çıkmıştır. Taşkın zararlarını önlemek için; akarsu yatağı kenarları sedde, duvar vs. gibi yapılarla yükseltilerek yatak sutaşıma kapasitesi artırılabilir. Gerek Solhan havzası gerekse esence deresi havzası içerisinde ağaçlandırma yapılması ile su tutma kapasitesi artırılabilir bu da yüzeysel akımları ve taşkın pikleri azaltmasına yardımcı olur.

Bu çalışmada; sel ve taşkın afeti için az, orta ve fazla riske sahip alanlar belirlenmiştir. Her ne kadar derecelendirmeler az, orta ve yüksek olarak sınıflandırılmış olsa da maddi ve manevi zararlar açısından bir ölçüt bulunmamaktadır.

Sonuç olarak; Taşkın ve sel olaylarının doğal afete dönüşmesinin sebebi antropojen faktörler neticesinde oluşmaktadır. Çünkü fiziki faktörler, beşeri faktörlere göre değişir. Bu yüzden sel ve taşkınlar doğal olaylar olarak karşılanmalıdır. Ancak bu

doğal olayların birer afete dönüşmesi, can ve mal kayıplarına neden olması beşeri faaliyetlerin bir başka ifade ile insanın doğadan faydalanma şekillerine bağlıdır. İnsanın akarsu havzalarının aşağı kesimlerinde yapmış oldukları değişiklere rağmen akarsuyun akışını kontrol altına almak zordur. Akarsu kendine bir yatak oluşturarak akımına devam eder.



KAYNAKÇA

- AFAD, 2010**, “Afet ve Acil Durumlarla İlgili Teknik Terimler”, Sunum, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara. (<http://www.afad.gov.tr>).
- Akar, İ., Maktav, D, 2008** “Taşkın Araştırmalarında Çok Kriterli Karar Verme Analizi Ve Hidrolojik Modellemelerin Uzaktan Algılama Ve CBS Entegrasyonu İle Karşılaştırılması,” 2. Uzaktan Algılama ve CBS Sempozyumu, Sözlü Sunum, Kayseri, Türkiye 2008
- Akay, E.; Bikan. E. ve Ünay. E.. 1989.** Muş Tersiyer Havzasının Stratigrafisi: MTA Derg.. 109.59-76. Ankara.
- Akkaya Aslan, T.Ş. 2005** “Coğrafi Bilgi Sistemi Olanakları ile Bazı Havza Özelliklerinin Belirlenmesi” KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi, 8(2)-2005,S:3-4-5
- Akkaya Aslan, Ş.T., K.S. Gündoğdu ve A.O. Demir. 2004** “Sayısal Yükseklik Modelinden Yararlanılarak Bazı Havza Karakteristiklerinin Belirlenmesi : Bursa Karacabey İnkaya Örneği.” U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, **18(1)**, 167–180 (2004)
- Akyürek V 1995.** Havza Parametrelerinin Tahmininde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) Kullanımı. Türkiye İkinci Arc/Info ve Erdas Kullanıcıları Grubu Toplantısı, İstanbul
- Akyol, İ.H. 1947** “Türkiye’de Akarsu Sistemleri ve Rejimleri,” Türk Coğrafya Dergisi, Sayı:IX-X,sf:1-37,Ankara
- Altaner, H. 2010**, “Taşkın ve Sigorta”, II. Ulusal Taşkın Sempozyumu, Sunum, 22-24 Mart, Afyonkarahisar, (<http://www.taskinsempozyumu.org>).
- Anon, 2003**, *Türkiye Ulusal Meteorolojik ve Hidrolojik Afetler Programı* (TUMEHAP), Türkiye Ulusal Jeodezi ve Jeofizik Birliği, Ankara.
- Ardel, A.:1973** ”Klimatoloji”, İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 146, İstanbul, 1973.
- Atalay, İ. 2004** “Doğa Bilimleri Sözlüğü” META Basım ve Matbaacılık Hizmetleri, 2004: 126
- Atalay, İ. 1986** ”Uygulamalı Hidrografya I,” Ege Üniversitesi. Edebiyat. Fakültesi Yayınları No:38 İzmir-1986
- Atalay, İ. 1987** Türkiye Jeomorfolojisine Giriş Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayını, İZMİR

- Atalay, 2006.** Toprak oluşumu, Sınıflandırılması, ve Coğrafyası. 3. Baskı
- Avcı, V. 2007;** Bingöl Ovası ile Karlıova Arasında Göynük Çayı Vadisi'nin Jeomorfolojisi 'Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim dalı Elazığ-2007
- Avcı, V., 2014;** Karlıova Havzası ve Çevresinin (Bingöl) Genel ve Uygulamaları Jeomorfolojisi' Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim dalı Elazığ-2014
- Aydın, A" 2008** "Büyük Menderes Nehri Sağ Sahil Derelerindeki Sel Kontrol Çalışmalarının İrdelenmesi" İstanbul Üniversitesi Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Orman İnşaatı ve Transportu Programı Doktora Tezi İSTANBUL, Temmuz 2008 s.7-25
- Badar, B. Romshoo, 2012** "S. A. Khan, M. A."Integrating biophysical and socioeconomic information for prioritizing watersheds in a Kashmir Himalayan lake: a remote sensing and GIS approach" Environ Monit Assess DOI 10.1007/s10661-012-3035-9 Received: 3 May 2012 / Accepted: 4 December 2012
- Bağdatlı, M.C., Albut, S., Altürk, B. 2013** " Coğrafi Bilgi Sistemleri (Cbs) Destekli Taşkın Veri Tabanının Oluşturulması: Tekirdağ İli Marmara Kıyı Havzaları Örneği" TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi Bildirileri 2013 11-13 Kasım 2013, Ankara
- Bağdatlı, M.C,2013** "Tekirdağ İli Marmara Kıyı Havza Karakteristikleri Ve Taşkın Risk Faktörlerinin Belirlenerek Coğrafi Bilgi Sistemleri (Cbs) Veri Tabanının Oluşturulması" Doktora Tezi Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı Tekirdağ – 2013
- Baker, V.R., Kochel, R.C., Paton, P.C., 1988.** Flood Geomorphology, John Wiley & Sons, USA.
- Baloch M. A, Tanık A. 2009** "Havza modelleme: Namnam Havzası'nın sınırlarının belirlenmesi ve karakterizasyonunda BASINS uygulaması" İTÜ dergisi/e su kirlenmesi kontrolü Cilt:19, Sayı:1-2, 85-97 2009

- Batur E, Maktav D. 2012.** Uzaktan Algılama ve CBS Kullanılarak Meriç Nehri Taşkın Alanlarının Belirlenmesi. III. UZAL-CBS Sempozyumu, Bülent Ecevit Üniversitesi, Zonguldak Bayazıt M (1999). Hidroloji. İTÜ kütüphanesi, Sayı:1605, 7. baskı, s.127-131. İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, İstanbul
- Bayülke, N., 1984** “Depremlerde Hasar Gören Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi, İnşaat Mühendisleri Odası, Tekin Yayınevi, Ankara.
- Berger, F. ve Rey, F., 2004.** Mountain Protection Forests Against Natural Hazards and Risks: New French Developments by Integrating Forests in Risk Zoning, *Natural Hazards* 33:395-404.
- Bilgin, A., 1989.** “Yerleşme Alanlarının Seçiminde Jeomorfoloji” Jeomorfoloji Derg., Sayı:17,s:37-38. Ankara
- Bogolomov, L.A., 1963,** “Topografical Interpretation of Aerial Photographs of Natural Landscape”, Moscow, **Gosgeoltekhizdat, JPRS**, 17-771.
- Brown, L.R., 1998.**”The Yangtze Flood, The Human Hand, Local and Global.” Worldwatch Institute, <http://www.worldwatch.org/node/1628>, [Ziyaret Tarihi: 08.11.2007]
- Ceylan, A. Kömüştü, 2007** “A.Ü, ”Meteorolojik Karakterli Doğal Afetlerin Uzun Yıllar ve Mevsimsel Dağılımları”, I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi Bildiriler Kitabı, 11-13 Nisan 2007, İTÜ İstanbul, 93-104
- Ceylan, A., 2003** “Meteorolojik Karakterli Doğal Afetlerin Zamansal ve Bölgesel Dağılımı”, III. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 19-21 Mart 2003, İTÜ, İstanbul, 455-465
- Christine D. Pint, vd., 2003** “Flowpath Delineation and Ground Water Age, Allequash Basin, Wisconsin” Vol. 41, No. 7—GROUND WATER—Watershed Issue 2003 (pages 895–902)
- Chow, V.T., Maidment, D.R., Mays, L.R., 1988,** “Applied Hydrology”, McGraw-Hill Inc., New York
- Cihangir M.E. 2013** “Alaplı Çayı Havzasının Sel ve Taşkın Analizi” İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisan Tezi 2013

- Çelik, Görgeç, Hüsnü, Deniz Aziz, 2010** “7-9 Eylül 2009 Tarihleri Arasında Marmara Bölgesinin Batısında ve Trakya’da Meydana Gelen Sel Felaketinin Meteorolojik Analizi”, II. Ulusal Taşkın Sempozyumu 22-24 Mart 2010 Afyonkarahisar Tebliğler Kitabı, s.: 171- 183, Afyonkarahisar 2010.
- Çolak, A.H., ve Pitterle, A. 1999.** *Yüksek Dağ Silvikültür, (Cilt I-Orta Avrupa)*, Orman Genel Müdürlüğü Personelini Güçlendirme Vakfı, Ankara, ISBN: 975-93943-0-8.
- Çınaklı, M. 2008** “Doğu Karadeniz Bölümü’nde Meydana Gelen Taşkınlar”Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya (Fiziki Coğrafya) Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi ANKARA-2008 s.84
- Çitgez, T. 2011** “Sel Ve Taşkın Zararlarının Önlenmesi Üzerine Bir Araştırma: Düzce-Kaynaşlı Örneği” Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi DÜZCE, Temmuz 2011 sayfa 98.
- Cürebil, İ.; Erginal, A. E. 2007** “Mıhlı Çayı Havzası'nın Jeomorfolojik Özelliklerinin Jeomorfik İndislerle Analizi,” Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi (www.e-sosder.com), 19: 126-135, Diyarbakır
- Demir, A., 2010** “Şehir Taşkınları ve İstanbul” Rapor, İBB İSKİ Genel Müdürü, 22.03.2010
- Demirkesen, A.C. 2003** “Sayısal Yükseklik Modeli Yardımıyla Taşkın Alanlarının Belirlenmesi” Nigde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 7 Sayı1- 2, (2003), 61-73
- Douglas, I., 1987** “*The Urban Environment.* Victoria:” Edward Arnold. 1987,
- EEA, 2001.** *Sustainable Water Use in Europe. Part 3: Extreme Hydrological Events: Floods and Droughts*, European Environment Agency, Environmental Issue Report No.21, Copenhagen
- Ecer, R. ve Yenigün, K.,2007** “GAP Bölgesinde Kentsel Altyapının Bir Taşkın Örneğinde İrdelenmesi; Nedenler ve Öneriler” TMMOB Afet Sempozyumu Bildiriler Kitabı, , s.186, 5-7 Aralık Ankara
- Erginal, A.E., Cürebil, İ 2007**” Soldere Havzasının Jeomorfolojik ÖzelliklerineMorfometrik Yaklaşım: Jeomorfik İndisler İle Bir Uygulama”
- Ergünay, O. 2007** “Türkiye’nin Afet Profili” TMMOB Afet Sempozyumu Bildiriler, 5-7 Aralık 2007, İMO Kongre ve Kültür Merkezi Ankara, s, 1
- Erinç S., 1953** Doğu Anadolu Coğrafyası. İst.Üniv.Coğ.Enst.Yayımları No:15

- Erkal T ve Taş B, 2013** “Jeomorfoloji ve İnsan ”Uygulamalı Jeomorfoloji Kitabı Yeditepe yayınları İSTANBUL
- Eroğlu, V.** 2010 “Taşkınla Mücadele Seferberliği,” II.Ulusal Taşkın Sempozyumu, Sunum, 22-24 Mart, Afyonkarahisar, (<http://www.taskinsempozyumu.org>).
- French R. H. Miller, J.J. Dettling C., Carr J. R. 2006** “Use of remotely sensed data to estimate the flow of water to a play a lake” Journal of Hydrology 325 (2006) 67–81
- Görcelioglu, E. 2003** “Sel ve Çığ Kontrolü”, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları. No.4415, No.473, İstanbul,. ISBN: 975-404-688-3. 2003,
- Goudie,, A.S., 2004b,** **Encyclopedia of Geomorphology: Volume 2**, Routledge Taylor & Francis Group, London.
- Guha-Sapir, D., Hargitt, D. ve Hoyois, P., 2004.** Thirty Years of Natural Disasters 1974-2003: The Numbers, Center fore Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), Presses Universitaires De Louvain, Belgium.
- Gürer, İ., Uçar, İ., 2009,** Flood Disasters’ Inventory in Turkey in 2009, International Symposium on Water Management and Hydraulic Engineering, Paper:A109, Ohrid/Macedonia.
- Gürgen, G. 2004** ” Doğu Karadeniz Bölümü’nde Maksimum Yağışlar ve Taşkınlar Açısından Önemi” Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi Ankara, Cilt 24, Sayı, 2, 2004,s.79-92
- Gürgen, G. 1993:**Bolaman Çayı-Melet Irmağı Arasında Perşembe Yarımadasının Uygulamalı Coğrafyası. Ankara Üniversitesi, Sos. Bil. Enst. Coğ. Anabilim Dalı. Doktora Tezi (Basılmamıştır). ANKARA
- Günek H., Sunkar M., Toprak A., 2013** “Muş Şehrini Etkileyen Çar ve Muş Derelerinin Bazı Jeomorfometrik İndislere Göre Analizleri” TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 2013 Bildirileri 11 Kasım - 13 Kasım 2013 ANKARA
- Hayden, R. S. 1986;** Geomorphological Mapping. In Geomorphology from Space: A global overview of regional landforms. Pp. 637-656. Nicholas M. Short, Sr. And Robert W. Blair, Jr. (Editors). Washington, DC: National Aeronautics and Space Administration (NASA).
- Hoşgören, M.Y.** ”Hidrografya’nın Ana Çizgileri” İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul 1192 No: 2619, Coğrafya Enstitüsü Yayınları No: 111 (3. Baskı)

- Jain S K, Saraf A K, Goswami A, Ahmad T 2006.** Flood inundation mapping using NOAA AVHRR data. *Water Resource Management*, (20):949-959
- Jarvis, C.H., and Stuart, N., 2001,** “A Comparison Among Strategies for Interpolating Maximum and Minimum Daily Air Temperatures. Part II: The Interaction Between Number of Guiding Variables and Type of Interpolation Method”, **Journal of Applied Meteorology**, **40**: 1075- 1084.
- Kadıoğlu, M., 2008** “Modern, Bütünleşik Afet Yönetiminin Temel İlkeleri”, JICA Türkiye Ofisi Yayınları, 2: 1-34.
- Kadıoğlu, M., 2008c,** “Sel, Heyelan ve Çığ İçin Risk Yönetimi”, JICA Türkiye Ofisi Yayınları, 2: 251-276.
- Karabulut, M. Küçükönder, M. Topuz, M. 2013.** Alata (Erdemli) Deresi'nin Jeomorfometrik Analizi, Coğrafyacılar Derneği Yıllık Kongresi Bildiriler Kitabı, 19-21 Haziran, İstanbul-Türkiye, s. 429-438
- Karakuyu, M., 2002** “Şehirleşmenin Küresel İklim Sapmaları ve Taşkınlar Üzerindeki Etkisi” Marmara Coğrafya Dergisi Sayı:6, Temmuz-2002 İstanbul
- Kaya Ç.M. 2012** “Giresun Pazar suyu Örneğinde, Coğrafi Bilgi Sistemleri Ve Uzaktan Algılama Entegrasyonu İle Taşkın Risk Haritalarının Üretilmesi” Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Mayıs 2012 TRABZON
- Keller, E. A.ve Pinter, N. 2002** “Active Tectonics Earthquakes, Uplift, and Landscape, Second Edition, Prentice Hall, New Jersey.
- Keskin, F. 2012** ”Nicel Taşkın Risk Değerlendirmesi, Türkiye Uygulaması” METU, Jeodezi ve Coğrafi Bilgi Teknolojileri Doktora Tezi Eylül 2012 sayfa. 105
- Kılıçer, K, Özgüler, H 2002** “Türkiye’de Taşkın Durumu” TMH - Türkiye Mühendislik Haberleri SAYI 420-421-422 / 2002/4-5-6
- Kirkby, M.J., Atkinson, K., and Lockwood, J.G.,1990,** Aspect, Vegetation Cover and Erosion on Semi-arid Hillslope, in J.B. Thornes (ed.), *Vegetation and Erosion*, 25-39, Chichester: Wiley.
- Kobiyama, M.; Rocha, T.V.; Gilho, J.N.; Mota, A.A. 2007** “Ensino de hidrologia para prevenção de desastres naturais como projeto de extensão universitário no Estado de Santa Catarina, Brasil. In: VII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Anais, Porto Alegre: ABRH, 2007b. CD-rom (no prelo).

- Liu Y B, De Smedt F 2005.** Flood Modeling for Complex Terrain Using GIS and Remote Sensed Information. *Water Resources Management*, (19): 605–624
- Macka, Z., 2001.** Determination of Texture of Topography from Large Scale Contour Maps, *Geografski vestnik*, 73-2, p. 53-62.
- Maidment, D.R., 2002,** “ArcHydro GIS for Water Resources,” Esri Press, California.
- Marston, R., J. Kleinmann ve M.Miller., 1996.** Geomorphic and Forest Cover Controls on Monsoon Flooding, Central Nepal Himalaya, *Mountain Research and Development*, 16 (3): 257-264.
- Mater, B., 1998,**” Toprak Coğrafyası” Çantay Kitabevi, İstanbul
- Mater, B., 2004** “**Toprak Coğrafyası**” İstanbul, Çantay Kitabevi, 2004.
- Mayer, L., 1990,** Introduction to Quantitative Geomorphology: An Exercise Manual, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Mcdonnell, M., 1999.** The Drainage Behaviour of Afforested and Clearfelled Peatlands, Postgraduate Thesis, Galway University, Ireland
- Molina, G. 2004** “Flood Control Channel Right Of Way To Be Cleaned” For release April 20, subject to Board approval of Agenda Item 48 (Project I.D. No. FMD0003059)
- More, I. D., Grayson, R. B. Ve Ladson, A. R.1991.** “Digital Terrain Modeling: a Review of Hydrological and Biological Application” *Hydrological Processes*5:3-30
- Morisawa, M. 1985;** Development of quantitative geomorphology. *Geological Society of America, Centennial Special Volume 1:* 79-107.
- Murphey, J.B., Wallace, D.E and Lane, L.J., 1977,** Geomorphic parameters predict hydrograph characteristics in the southwest. *Water Res. Res. Bull.* 13: 25-38.
- Nemlioğlu, A. 1995** “Karadeniz’de Sel-Taşkın Olayları ve Doğa Koruma, I. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Bildiriler Kitabı, 23-25 Ekim 1995 Trabzon, Cilt 3, Sayfa 82-90.
- Onuşlugel G, Harmancıoğlu N B 2002.** Su Kaynaklı Doğal Afet Taşkın. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 421-422, 131-132
- Özalp D. 2009** “Dere Taşkın Risk Haritalarının CBS Kullanılarak Oluşturulması Ve CBS İle Taşkın Risk Analizi” İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi İSTANBUL Haziran 2009 s.23-65

- Özcan, O. 2008** “ Sakarya Nehri Alt Havzası'nın Taşkın Riski Analizinin Uzaktan Algılama Ve CBS İle Belirlenmesi” İstanbul Teknik Üniversitesi Bilişim Enstitüsü OCAK 2008 Sayfa. 68
- Özcan, O. Musaoğlu, N, Şeker, D.Z., 2009** ” Taşkın Alanlarının CBS Ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi Ve Risk Yönetimi; Sakarya Havzası Örneği” TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 1115 Mayıs 2009, Ankara
- Özdemir, H. 2007** “Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın Ve Heyelan Risk Analizi” İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı Doktora Tezi İstanbul 2007 sayfa 262
- Özdemir, H., 2007** “SCS CN Yağış-Akış Modelinin CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Uygulanması: Havran Çayı Havzası Örneği (Balıkesir)” Coğrafi Bilimler Dergisi, 2007, 5 (2), 1-12
- Özdemir, H., 2007**“ Taşkın Alanlarının Belirlenmesinde Farklı Tarihli Ve Farklı Çözünürlüklü Uydu Görüntülerinin Kullanımı: 2003 Mahanadi Taşkınları Örneği (Orissa – Hindistan)” İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi Sayı 15, Sayfa 13-23, İstanbul, 2007 Basılı,
- Özdemir, H., 2007**” Alibeyköy Deresinde Görülen Sel Baskınlarının Coğrafi Açından İncelenmesi” İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi İSTANBUL-2007 Sayfa.53
- Özdemir, H.,2007** ” Farklı Senaryolara Göre Taşkın Risk Analizi: Havran Çayı Örneği (Balıkesir)” TMMOB Afet Sempozyumu Bildiriler Kitabı 5-7 Aralık 2007 İMO Kongre ve Kültür Merkezi Ankara
- Özdemir, H., Bayraktar, C. 2007,**” 16 Kasım 2007 Tuzla Deresi Taşkınının Nedenleri Üzerine Bir Araştırma (Silivri-İstanbul)”Türk Coğrafya Dergisi sayı 49 sayfa 123-139
- Özdemir, H., 2007**” Havran Çayı'nın (Balıkesir) Taşkın Sıklık Analizinde Gumbel ve Log Pearson Tip III Dağılımlarının Karşılaştırılması” Coğrafi Bilimler Dergisi, 2008, 6 (1), 41-52

- Özdemir, H., 2011**” Havza Morfometrisi ve Taşkınlar” Fiziki Coğrafya Araştırmaları; Sistematik ve Bölgesel, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları, No:5, 507-526, İstanbul 2011
- Özer Z 1990.** “Su Yapılarının Projelendirilmesinde Hidrolojik ve Hidrolik Esaslar “(Teknik Rehber). Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları. s. 714, Ankara.
- Öztürk, B., Erginal, A.E., 2008;** “Bayramdere Havzasında (Biga Yarımadası, Çanakkale) Havza Gelişiminin Morfometrik Analizler ve Jeomorfik İndislerle İncelenmesi” Türk Coğrafya Dergisi, Sayı 50, s. 61-68, İstanbul
- Pal B, Samanta S and D. K. Pal, D. K. 2012**” Morphometric And Hydrological Analysis And Mapping For Watut Watershed Using Remote Sensing And GIs Techniques” **International Journal of Advances in Engineering & Technology, Jan 2012. IJAET ISSN: 2231-1963357 Vol.**
- Polat O., Polat S. 2007** ”Sel Felaketinin Nedenleri ve Alınabilecek Önlemler, Fekedeğirmendere Havzası Örneği” TMMB Afet Sempozyumu Bildiriler Kitabı 5-7 Aralık 2007 İMO Kongre ve Kültür Merkezi ANKARA
- Reddy G.P.O., Maji, A.K., Gajbhiye, K.S., 2004.** Drainage Morphometry and Its Influence on Landform Characteristics in Basaltic Terrain, Central India – a Remote Sensing and GIS Approach, International Journal of Applied Observation and Geoinformation, 6, p. 1-16.
- Robinson J S, Sivapalan M, Snell J D 1995.** On the Relative Roles of Hillslope Processes, Channel Routing and Network Geomorphology in the Hydrologic Response of Natural Catchments. Water Resources Research. 31 (12): 3089-3101
- Rozalis , S Morin, EYair, Y, Price. C 2010** “Flash flood prediction using an uncalibrated hydrological model and radar rainfall data in a Mediterranean watershed under changing hydrological conditions” Journal of Hydrology Volume 394, Issues 1–2, 17 November 2010, Pages 245–255 Flash Floods: Observations and Analysis of Hydrometeorological Controls
- Saaty, T.L.,1989** “Hierarchical Multiobjective Systems, Control Theory and Advanced Technology, “ Vol:5 (4), p: 485 489. 1989

- Saral, A. Musaoğlu, N., 2011** “Çok Kriterli Karar Verme Ve Bilgi Difüzyonu Yöntemleri İle Taşkın Risk Analizi” TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 1822 Nisan 2011, Ankara
- Senadeera, K.P.G.V., Piyasırı, S. ve Nandalal, K.D.W. 2004.** The Evaluation of Morphometric Characteristics of Kotmale Reservoir Catchment Using GIS as a Tool, Sri Lanka, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol.34. Part XXX.
- Snead, D.B., 2000.** Development and Application of Unsteady Flow Models Using Geographic Information Systems, Departmental Report, Master of Science in Engineering, The University of Texas at Austin, USA
- Strahler A N 1964.** Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks, In “Handbook of Applied Hydrology” (V.T. Chow, ed.) pp. 4-40-4-74, Newyork
- Susam T, Çakar S 2002.** The touristic map of Tokat province. International Sempodium on Geographic Information Systems (23-26 September), İstanbul, Turkey. <http://www20.uludag.edu.tr/~toprak/uanedir.html>
- Sunkar, M., Tonbul, S., 2009** “Baskil Havzası’nda (Elazığ) Doğal Ortam Özelliklerinden Kaynaklanan Sorunlar Ve Çözüm Önerileri” Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi Cilt:19, say:2, sayfa:83-106, Elazığ-2009
- Sönmez O., Öztürk M., Doğan E 2012**“ İstanbul Derelerinin Taşkın Debilerinin Tahmini” Sakarya Üniversitesi(SAÜ) Fen Bilimleri Dergisi, 16. Cilt, 2. Sayı, s. 130-135, 2012
- Şahin, C. Sipahioğlu, Ş. 2003** “Doğal Afetler ve Türkiye”, Gündüz Eğitim ve Ş., Yayıncılık, Ankara. 2003
- Şaroğlu. F ve Yılmaz, Y., 1984,** Doğu Anadolu'nun Neotektoniği ve İlgili Magmatizması” *Ketin Sempozyumu Bildirileri*, 149-162.
- Şaroğlu, F. ve Yılmaz, Y., 1986** “ Doğu A Anadolu’da Neotektonik Dönemdeki Jeolojik Evrim ve Havza Modelleri” Maden Teknik Arama Enstitüsü Dergisi, S:107, ANKARA
- Şen, Z., 2009,** İklim Değişikliği İçerikli Taşkın Afet ve Modern Hesaplama Yöntemleri, Su Vakfı Yayınları, İstanbul

- Talukdar, R. 2012** ” Linear Morphometric Parameters of Jia Bhareli Basin NE India”
Department of Geological Sciences, Gauhati University International
Refereed Journal of Engineering and Science (IRJES) ISSN (Online) 2319-
183X, (Print) 2319-1821 Volume 1, Issue 3 (November 2012), PP.05-12
- Tarboton, D.G., Bras, R.L., Rodriguez-Iturbe, I., 1991**, “On the Extraction of
Channel Networks from Digital Elevation Data’, **Hydrological Processes.**
Vol. 5, 81-100.
- Taşkesen C. 2011** “Taşkın Risk Yönetiminde Zarar Görebilirlik Analizleri” Yıldız
Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü FBE Jeodezi ve Fotogrametri
Müh. Anabilim Dalı Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bil. Sis. Programında
Hazırlanan Yüksek Lisans Tezi, İSTANBUL, 2011
- Trenberth, K.E., Rasmussen, M. and Parsons.D.B. 2003**” The Changing Character
Of Precipitation” The National Center for Atmospheric Research,* Boulder,
Colorado *The National Center for Atmospheric Research is sponsored by
the National Science Foundation
- Toprak, A. Günek, H. 2015**” Taşkın Çalışmalarında Çok Kriterli Karar Verme
Analizinin Ve Hidrolojik Modelin Karşılaştırılması: Derme(Battalgazi-
Malatya) Deresi Havzası Örneği” *UJES 2015, IV. Ulusal Jeomorfoloji
Sempozyumu, SAMSUN*
- Turan, M., Aksoy, E. ve Bingöl, A. F., 1995**, “Doğu Torosların Jeodinamik Evriminin
Elazığ Civarındaki Özellikleri”, Fırat Üniversitesi, Fen ve Mühendislik
Bilimleri Dergisi, C: 7 S: 2 s: 1-23, Elazığ
- Tonbul, S., Sunkar M.,2011** ”Batmanda Yaşanan Sel ve Taşkın Olaylarının (31 Ekim-
1 Kasım 2006) Sebep ve Sonuçları” Fiziki Coğrafya Araştırmaları;
Sistemik ve Bölgesel, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları, No:5, 237-258,
İstanbul 2011
- Tonbul, S. 1990** “Bingöl Ovası ve Çevresinin Jeomorfolojisi ve Gelişimi” Coğrafi
Araştırmaları, Cilt 1, Sayı’den ayrı basım ANKARA
- Tonbul, S. 1990** “ Bingöl Ovası ve Çevresinin İklimi” Fırat Üniversitesi Dergisi(Sosyal
Bilimler) 1990 4(1) 263-314
- Turoğlu, H. 2012:** “Amik Ovası Taşkınları”, **III. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu
Bildiriler Kitabı**, Hatay, 04–06 Ekim 2012.

- Turoğlu, H., 2010** “ Şehirsel Gelişmenin İstanbul Selleri Üzerindeki Etkisi” İstanbul’un Afetlerden Zarar Görebilirliği Sempozyumu 4-5 Ekim 2010, İstanbul Bildiri Kitabı, s.55-69
- Turoğlu, H., ve Özdemir, H., 2005**, Bartın’da Sel ve Taşkınlar: Sebepler, Etkiler, Önleme ve Zarar Azaltma Önerileri, Çantay Kitabevi, İstanbul
- Türkecan A. 1991** “Muş Yöresindeki Pliyosen Yaşlı Volkanitlerin Petrolojisi” MTA Dergisi 112,85-101,1991
- Usace, 2010a.**” HEC-RAS River Analysis System, User’s Manual,” US Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources, Hydrologic Engineering Center, Davis, CA.
- Usul, N. 2004** ” Taşkın Çalışmalarında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) Kullanılması” ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü, 06531, Ankara s: 19
- Usul N 2008.** Mühendislik Hidrolojisi, ODTÜ Yayıncılık, s.144.Ankara
- Uşkay S. Aksu, S.2002** “Ülkemizde Taşkınlar, Nedenleri, Zararları Ve Alınması Gereken Önlemler” TMH – Türkiye Mühendislik Haberleri Sayı:420-421-
- Üstündağ, Ö., 2011** “ Bingöl Şehir Merkezinin Doğal Ortam Analizi ve Fiziksel Planlaması” Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi 2011
- Verstappen, H. Th., 1983.** Applied Geomorphology, ITC Enschede, The Netherlands.
- Yamankurt, E., Mısıık, M. ve Kucera, M., 2010**, Bir Boyutlu Hidrodinamik Modelleme İle Taşkın Analizi, Hornad Nehri Örneği, II. Ulusal Taşkın Sempozyumu, Tebliğler Kitabı, 22-24 Mart 2010 Afyonkarahisar, 211-218
- Yaşar Korkanç, S., Korkanç, M., 2006.** Sel ve Taşkınların İnsan Hayatı Üzerindeki Etkileri, ZKÜ, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, Cilt: 8-9, s: 42-50 (2007 yılında yayın komisyonunca kabul edilmiş olup, 2006 sayısında basılmıştır)
- Yoon K P. Hwang C L. 1995**, Multiple Attribute Decision Making: An Introduction, Sage Publications, Thousand Oaks
- Van Westen, C.J., and Soeters, R., 1993**, “Remote Sensing and Geographic Information Systems for Geologic Hazard Mitigation”, **ITC Journal 4**, Enschede, Netherlands.
- Verstappen, H. Th., 1983**, Applied Geomorphology, ITC Enschede, The Netherlands

- Vicente-Serrano, S.M., Saz-Sanches, M.A., Cuadrat, J.M., 2003**, “Comparative Analysis of Interpolation Methods in the Middle Ebro Valley (Spain): Application to Annual Precipitation and Temperature”, **Climate Research** **24**, 161-180.
- Wells, S. G., Bullard, T. F., ve Diğ. 1988**; Regional variations in tectonic geomorphology along segment convergent plate boundary, Pacific coast of Costa Rica. *Geomorphology* 1: 239-265.
- Westen, C.J., 2004**, Introduction to Risk Assessment, ITC, The Netherlands
- WMO (Dünya Meteoroloji Örgütü) 2002**” İklim Değişikliği Son Gelişmeler Raporu”
- Wilford D. J., Sakals M. E. , Innes , J. L. , Sidle, R. C., Bergerud, W. A.,2004** ”Recognition of debris flow, debris flood and flood hazard through watershed morphometrics” *Landslides* (2004) 1:61–66 DOI 10.1007/s10346-003-0002-0 Received: 14 August 2003 Accepted: 26 October 2003
- Wilson, J.P., Gallant,, J.C. 2000** “Terrain Analysis; Principles and Applications,” Jhon Wiley&Sons, Inc.USA. 2000
- Quarantelli, E.L., 1998**, “What is a disaster?”, *Natural Hazards*, 18: 87-88, London, United Kingdom

İnternet Kaynakları ve Raporlar

<https://www.afad.gov.tr>. 15.10.1979

<http://www.suhakki.org> (9 Temmuz 2012),

<http://www.milliyet.com.tr> (17 Aralık 2013)

<http://www.dsi.gov.tr/> DSİ ”**Trabzon Taşkınları Raporu(2004, 2007, 2005, 2006, 2011)**, DSİ Yayınları, Trabzon. (2006)

<https://tr.wikipedia.org>

<http://www.cem.gov.tr>. **Orman ve Su İşleri Bakanlığı Yukarı Havza Sel Kontrolü Eylem Planı 2013-2017,**

<http://www.solhan.gov.tr/> Solhan Kaymakamlığı

<http://www.mta.gov.tr>

EKLER

Ek 1. Yüksek Lisans Tez Çalışması Orjinallik Raporu



SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

ÖĞRENCİ BİLGİLERİ	
Adı-Soyadı	Ahmet TOPRAK
Öğrenci Numarası	122202114
Enstitü Anabilim Dalı	Coğrafya (Fiziki Coğrafya)
Programı	Coğrafya
Danışmanın Unvanı, Adı-Soyadı	Yrd Doç Dr: Halil GÜNEK
Tez Başlığı (Türkçe)	Solhan Deresi Havzasının (Bingöl) Sel ve Taşkın Analizi

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam .151..... sayfalık kısmına ilişkin, 06.../12.../2015 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orjinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % ...17.....'tır.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç, ✓
- 2- Kaynakça hariç ✓
- 3- Alıntılar hariç/dâhil
- 4- 5 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Yukarıda bilgileri verilen öğrencinin doktora tezi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulu tarafından belirlenen azami benzerlik oranlarını aşmadığını ve 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 saygılarımla arz ederim.

Yrd. Doç. Dr. Halil GÜNEK
Danışmanın Adı-Soyadı
(İmzası)

Prof. Dr. Saadetullah TONBUL
Anabilim Dalı Başkanı
(İmzası)

F.Ü. LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ÖĞRETİM YÖNETMELİĞİ

Madde 41- Lisansüstü tezleri ile birlikte teslim edilmesi gereken belgeler şunlardır:

- a) Lisansüstü tezler, savunma öncesinde **intihal program raporu** ve ilgili makale şartını¹ sağladığına dair belgeleri ile birlikte enstitüye teslim edilir.
- b) İntihal raporu ile ilgili olarak etik kurallar dâhilindeki benzerlik oranları ilgili Enstitü Yönetim Kurulu tarafından belirlenir. (Enstitü Yönetim Kurulu tarafından tezin, intihal kapsamı dışında değerlendirilmesi için TURNITIN'den alınan raporda "benzerlik oranı"nın, "alıntılar hariç" en fazla %10, "alıntılar dâhil" % 30'u geçmemesi şeklinde kabul edilmiştir).

¹ Makale şartı doktora öğrencilerini kapsamaktadır.

ÖZGEÇMİŞ

1986 Sivas Gürün doğumluyum. İlk ve Orta ve Lise öğrenimimi Gürün de, tamamladım. 2007 yılında İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü'ne başladım ve 2011 yılında mezun oldum. Aynı yıl İ.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans programına başlayıp 2012'de bu üniversiteden ayrılarak Fırat Üniversitesine geçiş yaptım. 2012 yılında Fırat Üniversitesi Coğrafya Bölümü Fiziki Coğrafya Anabilim Dalı'na Araştırma Görevlisi olarak atandım ve çalışmalarımı Sel ve Taşkın, Sel ve Taşkın Risk Analizleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama konularında yürütmekteyim.



Ahmet TOPRAK

Elazığ