

T.C.
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI

**BİLECİK İLİ TAŞKIN RİSKİNİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ KULLANILARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OĞUZHAN AKTAŞ

TEZ DANIŐMANI

DOÇ. DR. LEVENT UNCU

BİLECİK, 2024

10636902

T.C.
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI

**BİLECİK İLİ TAŞKIN RİSKİNİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ KULLANILARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OĞUZHAN AKTAŞ

TEZ DANIŐMANI

DOÇ. DR. LEVENT UNCU

BİLECİK, 2024

10636902

BEYAN

Bilecik İli Taşkın Riskinin Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Değerlendirilmesi adlı yüksek lisans tezi hazırlık ve yazımı sırasında bilimsel araştırma ve etik kurallarına uyduğumu, başkalarının eserlerinden yararlandığım bölümlerde bilimsel kurallara uygun olarak atıfta bulunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, tezin herhangi bir kısmının Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını, aksinin tespit edileceği muhtemel durumlarda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Bu çalışmanın, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP), TÜBİTAK veya benzeri kuruluşlarca desteklenmesi durumunda; projenin ve destekleyen kurumun adı proje numarası ile birlikte, ETİK KURUL onayı alınması durumunda ise ETİK KURUL tarih karar ve sayı bilgilerinin beyan edilmesi gerekmektedir.			
DESTEK ALINMIŞTIR		DESTEK ALINMAMIŞTIR	✓
Destek alındı ise;			
Destekleyen kurum;			
Desteğin Türü		Proje Numarası	
1- BAP (Bilimsel Araştırma Projesi)			
2- TÜBİTAK			
Diğer;.....			
ETİK KURUL onayı var ise;			
ETİK KURUL karar tarih/sayı:	/.....	

Oğuzhan AKTAŞ

Tarih

.....

İmza

.....

ÖN SÖZ

“Bilecik İli Taşkın Riskinin Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Değerlendirilmesi” adlı bu yüksek lisans tezi, Sakarya Nehri Havzası'nın Orta Sakarya bölümünde yer alan Bilecik ili topraklarında hidrolojik şartların bölgedeki taşkın riski ile olan ilişkisini ortaya konulması amacıyla hazırlanmıştır.

Çalışma kendi içerisinde üç ana bölümden meydana gelmektedir. Birinci bölümde araştırmanın amacı, yöntemi, sınırlılıkları ve kullanılan materyaller açıklanmıştır. İkinci bölümde bölgenin coğrafi özellikleri ele alınarak; topografik, jeolojik, jeomorfolojik, iklimsel, hidrolojik, toprak gibi unsurları değerlendirilmiş ve bu coğrafi özelliklerin bölgedeki taşkın riski üzerindeki etki ve önem dereceleri tartışılmıştır. Üçüncü bölümde ise; Bilecik ilinin taşkın risk analizi, çeşitli jeomorfolojik indis hesaplamaları, harita analizleri ve arazi çalışmalarıyla sentezlenerek, mikro ölçekte havza tabanlı risk analizi hesaplanmıştır.

Bu çalışmanın konu seçiminden bitirilme aşamasına kadar geçen süreçte beni bilimsel bakımdan her zaman destekleyen, lisans öğrenimimden itibaren doğa olaylarını coğrafi bir bakış açısı çerçevesinden değerlendirmenin önemini anlamamı sağlayan tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Levent UNCU'ya,

Coğrafi Bilgi Sistemleri, Uzaktan Algılama yazılımları konusunda bana bilgilerini aktaran ve tecrübelerini paylaşan, arazi çalışmalarına katılarak değerlendirmelerimde yardımcı olan Jeomorfolog/CBS Uzmanı Sefa AK'a,

Tezin düzenlenmesinde, manevi desteğiyle sürece katkı sağlayan eşim Pınar AKTAŞ'a, oğlum Mert Ali AKTAŞ'a ve öğrenim hayatım boyunca maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda duran aileme şükranlarımı sunarım.

Oğuzhan AKTAŞ

2024

ÖZET

BİLECİK İLİ TAŞKIN RİSKİNİN COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu araştırma coğrafi mekan olarak, Marmara Bölgesi'nin Güney Marmara Bölümü'nde yer alan Bilecik ili topraklarını kapsamaktadır. 4321 km²'lik yüzölçümü ile ülkemiz topraklarının % 0,56'sını kaplayan Bilecik ili, Merkez ilçe, Osmaneli, Gölpazarı, Yenipazar, İnhisar, Pazaryeri, Bozüyük ve Söğüt ilçelerinden meydana gelmektedir. Kuzeyde Kuzey Anadolu Fay Zonu, güneyde ise Eskişehir-Trakya Fay Zonları arasında yer alan Bilecik ili toprakları, Sakarya Nehri ve kolları tarafından derin bir şekilde yarılarak parçalanmıştır. Genelde, dağlık alanlar ve plato sahaları, Bilecik ilindeki eğimli ve yüksek alanları, sınırlı alanda gözlenen tabanlı vadiler ve havzalar (Sakarya Nehri ve kolları, Gölpazarı ovası gibi) ise düzlük ve alçak alanları oluşturmaktadır. Bilecik ilinde son zamanlarda sık sık meydana gelen taşkınlar ve ilin taşkın risk analizinin yapılmamış olması bu çalışmanın ana çıkış noktası olmuştur.

Taşkın gibi mikro bir alanı kapsayan doğal afetin etkileyebileceği yerlerin daha detaylı görünümüne ulaşılması amacıyla Bilecik ilinin taşkın riskini ortaya koyabilmek için üç farklı analiz uygulaması kullanılmıştır. Bunun için, çalışma sahasının DEM 5m duyarlılıkta altlık sayısal verisi hazırlanmış ve CBS yazılımı yardımıyla taşkın riskini hazırlayıcı etmenler analiz edilmiştir. Jeomorfolojik indisler yardımıyla sediment taşıma indeksi, akarsu güç indeksi, eğim analizi, bakı analizi, solar radyasyon analizi, topografya heterojenlik analizi, yamaç eğriliği analizi ve akarsu drenaj yoğunluk analizi yapılarak yörede taşkına sebebiyet verebilecek alanlar tespit edilmiştir. Bu analizlere ek olarak, taşkın risk analizlerinde sıkça kullanılan iki harita analizi yöntemi daha uygulanmıştır. İlk olarak topografik nem indeksi yöntemi kullanılarak yüzey analizi tamamlanmış, arazideki suya doymun topoğrafyalar, havzanın özgül havza alanı ile yamaç eğimi hesaba katılarak değerlendirilmiştir. Çalışmada son olarak, AHS ve "Weighted Sum" aracıyla risk çözümlemesi yapılmıştır. AHS - Analitik Hiyerarşi Süreci kullanılmak üzere sahanın yol, eğim, hidroloji, yağış, toprak, arazi kullanım ve jeolojisine dair veriler analiz edilerek, potansiyel taşkın yüzeyleri haritalanmıştır. Sonuç olarak, üç farklı taşkın risk analizi ile değerlendirmeler yapılarak Bilecik ilinin taşkın risk analizi ortaya koyan bir harita oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bilecik, Taşkın, Taşkın Risk Analizi, Orta Sakarya.

ABSTRACT

EVALUATION OF FLOOD RISK OF THE BİLECİK PROVINCE USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS

This research geographically covers the territory of Bilecik province, located in the Southern Marmara Section of the Marmara Region. Bilecik province, which covers 0.56% of our country's land with a surface area of 4321 km², consists of the Central district, Osmaneli, Gölpazarı, Yenipazar, İnhisar, Pazaryeri, Bozüyük and Söğüt districts. The lands of Bilecik province, located between the North Anatolian Fault Zone in the north and the Eskişehir-Thrace Fault Zones in the south, have been deeply split and disintegrated by the Sakarya River and its tributaries. In general, mountainous areas and plateau areas constitute the sloping and high areas in Bilecik province, while valleys and basins with bottoms observed in a limited area (such as the Sakarya River and its tributaries, Gölpazarı plain) constitute the plains and low areas. The main starting point of this study is the recent frequent floods in Bilecik province and the lack of flood risk analysis of the province.

Three different analysis applications were used to reveal the flood risk of Bilecik province in order to obtain a more detailed view of the places that may be affected by a natural disaster covering a micro area such as flood. For this purpose, DEM 5m sensitivity base numerical data of the study area was prepared and the factors predisposing to flood risk were analyzed with the help of GIS software. With the help of geomorphological indices, sediment transport index, stream power index, slope analysis, aspect analysis, solar radiation analysis, topography heterogeneity analysis, slope curvature analysis and stream drainage density analysis were performed and areas that could cause floods in the region were determined. In addition to these analyses, two more map analysis methods frequently used in flood risk analyzes were applied. First, the surface analysis was completed using the topographic moisture index method, and the water-saturated topographies in the land were evaluated by taking into account the specific basin area of the basin and the slope slope. Finally, risk analysis was performed using the AHS method and the "Weighted Sum" tool. To be used in the AHS-Analytical hierarchy method, data on the road, slope, hydrology, precipitation, soil, land use and geology of the field were analyzed and potential flood surfaces were mapped. As a result, a map presenting the flood risk analysis of Bilecik province was created by evaluating three different flood risk analyses.

Keywords: Bilecik, Flood, Flood Risk Analysis, Central Sakarya

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
HARİTALAR LİSTESİ.....	ix
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	xi

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1. Araştırma Alanı Yeri ve Sınırları.....	1
2. Araştırmanın Amacı.....	3
3. Araştırma Yöntemi.....	3
4. Literatür Taraması.....	5
5.1. Anadolu Havzalarında Yapılan Taşkın Risk Analizi Çalışmaları.....	5
5.2. Bilecik İlinde Yapılan Jeoloji Çalışmaları.....	9
5.3. Bilecik İlinde Yapılan Jeomorfoloji Çalışmaları.....	13
5.4. Bilecik İlinde Yapılan Taşkın Risk Analizi Çalışmaları.....	18

İKİNCİ BÖLÜM

BİLECİK İLİNİN FİZİKİ COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ

1. Bilecik İlinin Topografya Özellikleri.....	20
2. Bilecik İlinin Jeolojik Özellikleri.....	23

2.1. Temel Örtü Birimleri	25
2.2.Tortul Örtü Birimleri	30
3. Bilecik İlinin Jeomorfolojik Özellikleri.....	32
4. Bilecik İlinin Hidrografik Özellikleri	58
5. Bilecik İlinin İklimsel Özellikleri	68
6. Bilecik İlinin Toprak Özellikleri	74
7. Bilecik İlinin Flora Özellikleri.....	78

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BİLECİK İLİNİN TAŞKIN RİSK ANALİZİ

1. Bilecik İlinde CBS yazılımı yardımıyla Taşkın Riskini Hazırlayıcı Etmenlerin Analizi.....	87
1.1. DEM Verisi.....	87
1.2. Sediment Taşıma İndeksi (STI).....	89
1.3. Akarsu Güç İndeksi (SPI)	91
1.4. Eğim (Gradyan) Analizi.....	93
1.5. Bakı Analizi	95
1.6. Solar Radyasyon Analizi.....	96
1.7. Topoğrafya Heterojenlik Analizi (THİ).....	98
1.8. Yamaç Eğriliği Analizi	101
1.9. Akarsu Drenaj Yoğunluğu Analizi	102
2. Bilecik İlinde Topografik Nem İndeksi (TWI) Yöntemiyle Taşkın Risk Analizinin Hesaplanması	104
3.Bilecik İlinde Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHS) ile Taşkın Risk Analizinin Hesaplanması	105
3.1. Veri Hazırlayıcıları	105
3.2. Yol Verisi ve haritasının tasarlanması	106
3.3. Eğim Verisi ve haritasının tasarlanması	108

3.4. Hidroloji Verisi ve haritasının tasarlanması	110
3.5. Yağış Verisi ve haritasının tasarlanması	111
3.6. Toprak Verisi ve haritasının tasarlanması	112
3.7. Arazi Kullanımı Verisi ve haritasının tasarlanması	115
3.8. Jeoloji Verisi ve haritasının tasarlanması	121
3.9. AHS Yöntemi Sonucu oluşan Taşkın Risk Haritası	122
SONUÇ VE ÖNERİLER	128
KAYNAKÇA	131

TABLolar LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1.1. Anadolu Havzalarında Yapılan Taşkın Risk Analizi Çalışmaları.....	5
Tablo 1.2. Bilecik İlinde Yapılan Jeoloji Çalışmaları..	10
Tablo 1.3. Bilecik İlinde Yapılan Jeomorfoloji Çalışmaları.	13
Tablo 1.4. Bilecik İlinde Yapılan Taşkın Risk Analizi Çalışmaları.....	18
Tablo 2.1. Bilecik İlinin Uzun Süreli Meteorolojik Rasat Verileri.	73
Tablo 2.2. Sediment Taşıma İndeksi Denklemi.	89
Tablo 3.1. Bilecik İli Genelinde Doğrudan Taşkına Maruz Kalacak Parsellerin Bilgileri.....	127

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Çalışma Alanına ait Temel Örtü Birimleri.	26
Şekil 2.2. Çalışma Alanına ait Örtü Birimleri.....	32
Şekil 2.3. Samanlı Dağları ve Karadin Oluğuna ait morfolojik Birimler.	36
Şekil 2.4. Göksu Çayı ve Aşağı Sakarya Havzasına Ait Morfolojik Birimler.	38
Şekil 2.5. Bilecik Platosu üzerinde yer alan Morfolojik Birimler.	40
Şekil 2.6. Pazaryeri Havzasında yer alan Morfolojik Birimler.....	42
Şekil 2.7. Karasu Çayı Havzasında ve Dodurga'da yer alan Morfolojik Birimler.	46
Şekil 2.8. Sakarya Nehri Sekilerinin son 45 bin yılda Karadeniz'in özellikleriyle ilişkisi.....	49
Şekil 2.8. Söğüt Platosu üzerinde yer alan Morfolojik Birimler.....	48
Şekil 2.9. Orta Sakarya Havzasında yer alan Morfolojik Birimler.....	51
Şekil 2.10. Yenipazar Çayı Havzasında yer alan Morfolojik Birimler.....	53
Şekil 2.11. Gölpazarı Ovasının Hidrojeolojik Raporu.....	54
Şekil 2.12. Gölpazarı-Üyük Ovalarında yer alan Morfolojik Birimler.....	55
Şekil 2.13. Göynük Çayı Havzasında yer alan Morfolojik Birimler.	56
Şekil 2.14. Bilecik ilinde yer alan başlıca akarsu ağları.	63
Şekil 2.15. Bilecik ilinde yer alan başlıca Toprak Gruplarına ait birimler.....	77
Şekil 2.16. Bilecik İlinde yer alan Başlıca Flora Varlıkları.	80

HARİTALAR LİSTESİ

	Sayfa
Harita 1.1. Bilecik İlinin Lokasyon Haritası.....	2
Harita 2.1. Bilecik İlinin Topografya Haritası.....	20
Harita 2.2. Bilecik İli Topografyasının Yükselti Alan Hesaplaması.....	21
Harita 2.3. Bilecik İlinin Sayısal Yükseklik Modeli ve Vadi Profilleri.....	22
Harita 2.4. Bilecik İlinin Jeoloji Haritası.....	25
Harita 2.5. Bilecik İlinin Jeomorfoloji Haritası.....	34
Harita 2.6. Bilecik İli Hidrografya ve Havzalar Haritası.....	59
Harita 2.7. Köppen-Trewartha iklim sınıflandırması.....	68
Harita 2.8. Aydeniz’e göre Türkiye İklimi.....	70
Harita 2.9. Erinç’e göre Türkiye İklimi.....	71
Harita 2.10. De Martonne kuraklık indeksine göre Türkiye’nin iklim tasnifi.....	72
Harita 2.11. Çalışma Alanına ait Sıcaklık ve Yağış verilerinden üretilen haritalar.....	74
Harita 2.12. Türkiye’nin Büyük Toprak Grupları Haritası.....	77
Harita 2.13. LANDSAT 8 NDVI 1991 tarihli Bant Analizi Haritası.....	81
Harita 2.14. LANDSAT 8 NDVI 2001 tarihli Bant Analizi Haritası.....	82
Harita 2.15. LANDSAT 8 NDVI 2011 tarihli Bant Analizi Haritası.....	84
Harita 2.16. SENTİNAL 2-A 8 NDVI 2021 tarihli Bant Analizi Haritası.....	85
Harita 3.1. DEM verisi hazırlama süreçleri.....	88
Harita 3.2. CreateRandomPoints ve RasterCalculator işlemleri sonrası havza sınırlarında görülen geometrik hatalar.....	89
Harita 3.3. Bilecik İlinde Sediment Taşınımı İndeks Analizinin Haritası.....	91
Harita 3.4. Bilecik İlinde Akarsu Güç İndeks Analizini Haritası.....	92
Harita 3.5. Bilecik İlinin Eğim Analizi Haritası.....	94

Harita 3.6. Bilecik İlinin Bakı Analizi Haritası.	95
Harita 3.7. Bilecik ilinin Solar Radyasyon Analizi Haritası.	98
Harita 3.8. Bilecik İlinin Topografik Heterojenlik Analizi Haritası.	100
Harita 3.9. Bilecik İlinin Yamaç Eğriliği Belirleme Analizi Haritası.	102
Harita 3.10. Bilecik İlinin Akarsu Drenaj Yoğunluğu Analizi Haritası.	103
Harita 3.11. Bilecik İlinin Topografik Nem İndeksi (TWI)	105
Harita 3.12. Açık Kaynak Kodlu İşlemciler ile İl sınırında yer alan Tüm yol Verileri.	107
Harita 3.13. Bilecik Yol ağı Haritası.	107
Harita 3.14. Eğim Verisi sonucu elde edilen mikro eğim haritası.	109
Harita 3.15. Akış Verisi sonucu elde edilen hidrografya haritası.	110
Harita 3.16. Meteoroloji Verisi sonucu IDW Yöntemiyle elde edilen Yağış haritası.	112
Harita 3.17. Bilecik ilinin Toprak haritası.	115
Harita 3.18. Bilecik İlinin Arazi Kullanımı Haritası.	119
Harita 3.19. Bilecik İlinin Jeoloji Analizi Haritası.	122
Harita 3.20. Parametrelerin Sınıflandırılması ve Taşkın Analizinin Raster Sonucu.	123
Harita 3.21. Bilecik İlinin Taşkın Risk Haritası.	125
Harita 3.22. Taşkına maruz kalacak alanların Tapu Bilgilerinin Arcmap yazılımı aracılığıyla Aplikasyonu.	126

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

KAF: Kuzey Anadolu Fayı

D: Doğu

B: Batı

K: Kuzey

G: Güney

ArcGIS: Bilgi Sistemleri Yazılımı

°C: Derece Simgesi

m= Eğim

Datum: Veri

İndis: Klimatik hesaplama metodu

TWI: Topografik Duyarlılık ve Taşkın Duyarlılık Analizi

AHS: Analitik Hiyerarşi Süreci

SQL: Veri Sorgulama Dili

SPI: Akarsu Güç İndeksi

STI: Sediment Taşıma İndeksi

GES: Güneş Enerjisi Santrali/Sistemleri

THİ: Topoğrafya Heterojenlilik Analizi

BİRİNCİ BÖLÜM

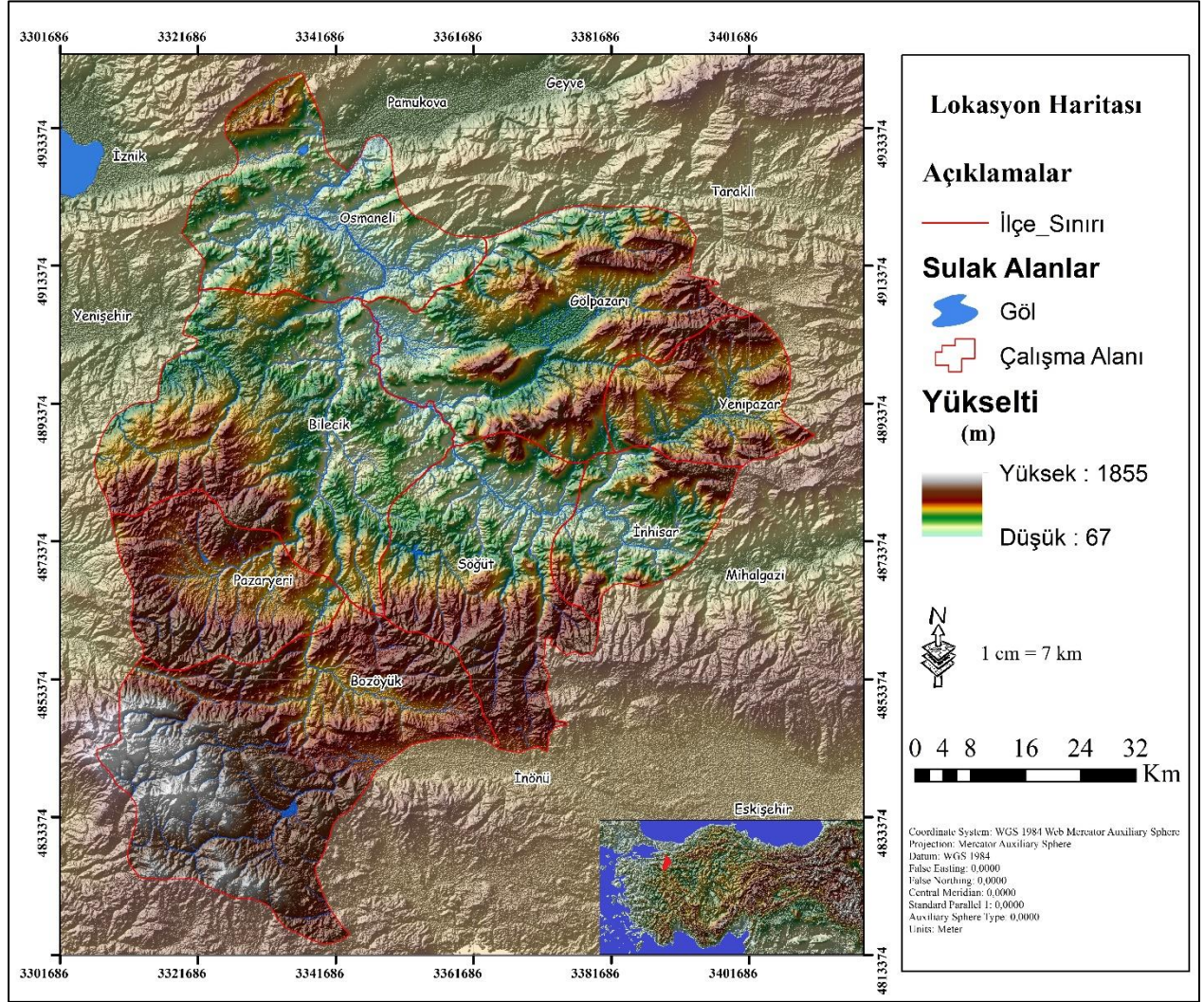
GİRİŞ

Dünya genelinde olduğu gibi Türkiye’de de sel ve taşkınlar en çok can ve mal kaybına neden olan doğal afetlerin başında gelmektedir. Taşkınların karasal ortamlarda özellikle mevsimlik (dönemli) akarsu ağlarından daha ciddi zararlar verdiği bilinmektedir. Son yıllarda adını sıkça duyuran bir doğal afet olan taşkınlar, yol açtıkları can kaybı ve maddi zararların nedeniyle daha analitik ve kantitatif veriler ışığında çözümlenmeyi beklemeyen önemli bir sorun halini almıştır. Taşkınlar, hızlı ve ani gelişen afetler içerisinde değerlendirilmekle birlikte, risk oluşturan alanların önceden belirlenmesine yönelik çalışmalar gerek taşkınların yol açtıkları zararların en aza indirilmesi gerekse halkın uyarılması için erken uyarı sistemlerinin kurulması gibi önlemler alınması bakımından büyük önem arz etmektedir. Genel olarak, taşkınlar yıl içerisinde sürekli akışa sahip yüksek debili büyük akarsularda ve subsekant akarsu havzalarında farklı niteliklerde sonuçlar doğurmaktadır. Bu durum, Anadolu’nun en büyük nehirlerinden biri olan Sakarya tarafından akaçlanan Orta Sakarya Havzası’nda bulunan ve topografik olarak engebeli bir araziye sahip olan Bilecik ili içinde geçerlidir. Bilecik arazisindeki taşkınların vadilerin yanısıra birbirlerinden dar boğazlarla ayrılan dağıcı havzaları da ayrıca bir risk oluşturmaktadır. Günümüzde, Bilecik ilinde taşkın riskinin yüksek olduğu arazilerin büyük bölümü yerleşme, tarım alanları ve örtü altı yetiştiriciliği için kullanılmaktadır. Bu nedenle, il genelinde taşkın riskini yüksek olduğu sahaların detaylı analizlerle belirlenmesi ve haritalanması yörede yaşayan insanların olası taşkınlardan kaynaklanabilecek zararlarını en aza indirilmesi bakımından büyük önem taşımaktadır. Doğal ortam ve insan ilişkisi temelinde hazırlanmış olan bu çalışmada, uygun doğal veriler yardımıyla “Bilecik İli Taşkın Risk Haritası”nın oluşturulması amaçlanmıştır.

1. Araştırma Alanı Yeri ve Sınırları

Araştırma alanını oluşturan Bilecik ili, coğrafik olarak Anadolu’nun kuzeybatısında, Marmara Bölgesi’nin Güney Marmara Bölümü’nde yer almakta, kuzeyde Kocaeli ile Sakarya, doğuda Bolu, güneyde Eskişehir ve batıda ise Bursa ile sınırlandırılmaktadır. Toplam 4321 km²’lik yüzölçümü ile ülkemiz topraklarının % 0,56’sını kaplayan Bilecik, Merkez ilçe, Osmaneli, Gölpaazarı, Yenipazar, İnhisar, Pazaryeri, Bozüyük ve Söğüt ilçelerinden meydana gelmektedir. Matematik konum olarak kuzeyden 40°31'16.05"K - 29°57'22.69"D, doğudan 40°11'55.32"K - 30°38'55.67"D, güneyden 39°38'57.13"K - 29°59'57.52"D ve batıdan 39°59'36.01"K -

29°43'0.91"D koordinatları arasında kalan (Harita 1.1). il toprakları hidrografik olarak, Sakarya Nehri Havzası'nın Orta Sakarya çığırı içerisinde kalmaktadır. Bilecik ilinin toprakları ana morfografik birimler olarak ise kuzeyden Samanlı Dağları, doğudan Sündiken Dağları, güneyden Eskişehir-İnönü Ovası ve batıdan ise Uludağ'ın uzantısı olan Domaniç Dağları, İnegöl ve Yenişehir Ovaları ve İznik Depresyonu olarak da bilinen Karadin Oluğu ile sınırlandırılmaktadır. Marmara Geçiş ikliminde yer alan ilin toplam nüfusu (2023) 228.050 kişidir. İstanbul-Antalya Karayolu üzerinde konumlanan il, ulaşılabilirlik açısından son derece avantajlı bir konuma sahiptir.



Harita 1.1. Bilecik İlinin Lokasyon Haritası.

2. Araştırmanın Amacı

Bilecik ilinin jeolojik, jeomorfolojik özellikleri ve iklimsel farklılıkları birçok doğal afetin yaşanmasına yol açmaktadır. Bunlar arasında özellikle depremler sıkça adını duyurmakla birlikte, son yıllarda gündemde olan taşkın olayları dikkati çekmektedir. Bu çalışmada, Bilecik ilindeki taşkın gerçekleşme riskinin yüksek olduğu sahaların belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışma aşağıdaki sorular temelinde gerçekleştirilmiştir;

- 1- Bilecik'in morfometrik özellikleri dikkate alındığında taşkın riski yüksek sahalar nerelerdir?
- 2- Bilecik'in jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerinin taşkın riski üzerine etkileri nelerdir?
- 3- CBS aracılığıyla çeşitli yöntem ve parametreler kullanılarak ilin taşkın riski analizi kantitatif olarak nasıl ortaya konulabilir?
- 4- Bilecik ilinde taşkına maruz kalma olasılığı yüksek sahalar nasıl haritalanabilir?

3. Araştırma Yöntemi

Bu çalışma, Sakarya havzası içerisinde bulunan Bilecik ilinin taşkın risk analizinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öncelikle araziye ait işlenmemiş ham verilerin toplanması, daha sonra arazi çalışmalarıyla bu verilerin değerlendirilmesi ve son olarak ise ofis çalışmalarıyla bunların harita ve tablolara dönüştürülmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, araştırma alanı ve çalışma konusuna uygun literatürün kendi içerisinde zamansal ve mekânsal olarak tasnifi yapılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında çeşitli kamu kurum ve kuruluşlarından yöreye ait topoğrafya ve jeoloji haritaları, meteorolojik bilgiler, uydu görüntüleri ve bitki örtüsü verileri elde edilmiştir. Harita Genel Komutanlığı'ndan 1/100.000 ölçekli H23, H24, H25, İ23 ve İ24 topoğrafya paftaları ve Maden Teknik Arama Genel Müdürlüğü'nden 1/100.000 ölçekli hazırlanan jeoloji paftası elde edilerek sayısallaştırılıp ArcGIS yazılımında işlenmiştir.

Arazi çalışmaları sırasında yapılan jeomorfolojik birimlere ait gözlem ve tespitler ise üretilen haritaların üzerine işaretlenmiştir. Elde edilen tüm verilerin, Coğrafi Bilgi Sistemleriyle işlenmesinden sonra, vektör tabanlı verilerin raster veriye dönüşümü sağlanmıştır. Sahaya ait iklim verileri, Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü ve Bilecik Meteoroloji Müdürlüğünden tedarik edilmiştir. Yöreye ait bitki örtüsü ise Landsat 8 ve Sentinel 2A uydu görüntüleri üzerinden değerlendirilmiştir.

Bilecik ilinde taşkın riskini belirlemek amacıyla 3 farklı analiz sürece dahil edilmiştir. İlk olarak, DEM verisi 5 m hassasiyete sahip düzeye indirgenmiş ve CBS yazılımı yardımıyla taşkın riskini hazırlayan etmenler analiz edilmiştir. Bunun için sediment taşıma indeksi, akarsu güç indeksi, eğim analizi, bakı analizi, solar radyasyon analizi, topoğrafya heterojenlik analizi, yamaç eğriliği analizi ve akarsu drenaj yoğunluğu analizleri yapılmıştır.

Çalışmada taşkın riskini belirlemek amacıyla bir diğer analiz yöntemi olan topografik nem indeksi yöntemi kullanılarak arazideki suya doygun topoğrafyalar, havzanın özgül havza alanı ile yamaç eğimi hesaba katılarak değerlendirilmiştir. Topografik nem indeksi formülüne uygun bir şekilde ele alınan yöntem, taşkın riskinin yüksek olabileceği havzalarda yüksek hassasiyette sonuçlar vermiştir.

Son olarak, Bilecik ilinde taşkın riskini hesaplanmasında diğer çalışmalarda da sıkça kullanılan analitik bir yöntem olan AHS - Analitik hiyerarşi Süreci kullanılmıştır. Analitik hiyerarşi yöntemi için çeşitli veri hazırlayıcıları sürece dahil edilmiştir. Bu amaçla yol verisi, eğim verisi, hidroloji verisi, yağış verisi, toprak verisi, arazi kullanım verisi ve jeoloji verisi değerlendirilmeye katılmıştır. AHS tekniğini ele almak üzere çeşitli vektör veriler, raster veriye dönüştürülmüş ve son düzeyde Barnard'a göre sınıflandırılmıştır. Bu süreçler sonrasında Weighed Overlay tablosu üzerinden morfolojik birimlerin etki derecesi yazara göre ele alınmıştır.

Sonuç olarak, çeşitli yöntem ve teknikler yardımıyla Bilecik ilinin taşkın risk analizi kantitatif veriler ışığında ortaya konulmuştur. Ayrıca, alternatif teknik ve yöntemler kombine edilerek yeni bir bakış açısıyla literatürdeki eksik doldurularak Bilecik ili konusunda yeni bir bilimsel doküman kazandırılmıştır.

4. Araştırmada Kullanılan Materyaller

Çalışmada belirli zaman aralığında arazi çalışmaları gerçekleştirilmiş ve saha üzerinden GPS ölçümleri (Garmin Etrex El tipi) yardımıyla koordinat ölçümleri yapılmıştır. Jeolojik ve jeomorfolojik üniteler fotoğraf makinesi (Nikon D5200) ile çekilmiştir. Ofis çalışmalarında harita yazılımlarından ArcGIS 10.8 programı kullanılmış ve harita analizleri en uygun şekilde tasarlanmıştır.

5.Literatür Taraması

Çalışmanın başlangıcında, Türkiye’de taşkın risk analizi konusunda daha önce yapılmış olan çalışmalar genel olarak değerlendirilmiş sonrasında ise Bilecik ili özelindeki çalışmalar taranmıştır. Ülke genelinde konu ve bölge üzerine yapılan yayınlar hakkında oldukça zengin bir literatür bulunmaktadır. Tablo 1’de bu çalışmalar sınıflandırılarak zamansal ve mekânsal ölçekte verilmiştir.

5.1 Anadolu Havzalarında Yapılan Taşkın Risk Analizi Çalışmaları

Anadolu Havzalarında ele alınan taşkın konulu çalışmaların ilki 2005 yılında gerçekleştirilmiş olup, son yıllarda bu tür araştırmaların daha çok tercih edildiği görülmektedir. Coğrafyacıların taşkın konusunda ele aldığı ilk kantitatif çalışma ise 2007 yılında Havran Çayı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Konunun coğrafi dağılışında Karadeniz, Marmara ve Batı Anadolu bölgeleri daha yoğun incelendiği dikkat çekicidir.

Tablo 1.1. Anadolu Havzalarında Yapılan Taşkın Risk Analizi Çalışmaları.

Yayın Yılı	Yayın Yılı	Yazarı	Yeri
1	2005	Onuşuel	Bostanlı Havzası, İzmir
2	2007	Özdemir	Havran, Balıkesir
3	2009	Musaoğlu&Özcan	Akyazı, Sakarya
4	2009	Kara	HEC-RAS Modeli
5	2010	Düden	Darıdere Barajı, Isparta
6	2010	Uçar	Değirmendere, Trabzon
7	2011	Özdemir, Akbulak, & Özcan	Kavak Dere, Tekirdağ/Çanakkale Sınırı
8	2011	Batur	Meriç Nehri, Edirne
9	2014	Efe	Harşit Çayı-Gümüşhane
10	2015	Geyikli	Derme Deresi, Malatya
11	2016	Taş, İçağa, & Zorluer	Akarçay, Afyonkarahisar

12	2016	Karaca, Birdal, & Türk	Kelkit Çayı, Gümüşhane
13	2016	Sönmez & Demir	Ağva, İstanbul
14	2017	Özcan	Ayamama, İstanbul
15	2018	Tozgözü & Özkan	Aksu Çayı, Antalya
16	2020	Ocak & Bahadır	Ünye, Ordu
17	2020	Kara, Turan, Cevher & Cömert	Karaçomak Deresi, Kastamonu
18	2021	Ertan, Özelkan, & Karaman	Karamenderes Havzası, Çanakkale

Onuşluel (2005), “*Floodplain management based on the HEC-RAS modeling system*” adlı çalışmasında, HEC-RAS hidrolik modeli Bostanlı Havzası'ndaki (İzmir) kritik sahalarda üzerinde kararlı ve kararsız akım simülasyonlarının oluşturulması amacıyla uygulanmıştır. Analizden elde edilen veriler ArcView yazılımına aktarılmış ve sonuç itibariyle taşkın altında kalabilecek olan sahalarda görselleştirilmiştir.

Özdemir (2007), “*Farklı Senaryolara Göre Taşkın Risk Analizi Havran Çayı Örneği Balıkesir*” adlı çalışmada Havran Çayı üzerinde farklı tarihlerde meydana gelen taşkınlardan ötürü taşkınlarda önleme ve azaltma çalışması niteliğinde planlanmıştır. GPS verileri çeşitli senaryolara bağlı olarak değerlendirilerek bölgenin risk yönetimini açıklanmıştır.

Musaoğlu ve Özcan (2009), “*Taşkın Risk Analizinde Hidrolojik Modelleme ve Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi*” adlı çalışmada, 165.700 hektar olan Sakarya Havzası'nın 28 yıla ait maksimum akım verilerini hesaplayarak maksimum akım değerleri ve havzanın eğim özelliklerini değerlendirmiştir. Elde edilen risk analizlerinde yüksek risk değerleri elde edilmiştir.

Kara (2009), “*Su yüzü profillerinin HEC-RAS paket programıyla incelenmesi*” adlı çalışmada HEC-RAS paket programına veri giriş yöntemi ve köprü modeli oluşturmak için gerekli tasarım özellikleri anlatılarak, program üzerinden elde edilen kanal düzeneği ve akım şartları hakkında bilgiler vermiştir.

Düden (2010), “*Darıdere barajının tedrici yıkılması ve yarıktan çıkan taşkınının hec-ras ve dambrk programlarında incelenmesi*” adlı çalışmada HEC-RAS, DAMBRK gibi yazılımlar

kullanılmış olup, simülasyon seçeneğiyle suyun baraj kret kotunu aşmasına ve baraj gövdesinde yarıma başladığı varsayılmıştır. Böylece önceden seçilmiş altı en kesitte maksimum taşkın debileri ve maksimum taşkın su seviyeleri analiz edilmiştir.

Uçar (2010), “*Trabzon Değirmendere havzasında coğrafi bilgi sistemleri ve bir hidrolik model yardımıyla taşkın analizi yapılması*” adlı çalışmada topografik veriler, ArcGIS üzerinde çalışan HEC- GeoRAS modülü yardımıyla hidrolik analiz edilerek su seviyeleri tespit edilmiş, HEC-GeoRAS yardımıyla ArcGIS'e aktarılarak taşkın risk haritaları görselleştirilmiştir.

Özdemir, Akbulak ve Özcan (2011), “*Çokal Barajı (Çanakkale) çökme modeli ve taşkın risk analizi*” adlı çalışmada Hec-GeoRAS ve HECRAS hidrolik modelleri üzerinden Çokal Barajı analiz edilmiştir. Çokal Barajı çökme modeli ve sonucunda oluşacak taşkın, Evreşe Ovası üzerindeki zararları değerlendirilmiştir.

Batur (2011), “*Uzaktan algılama ve CBS entegrasyonu ile taşkın alanlarının belirlenmesi: Meriç nehri örneği*” adlı çalışmada, uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin kullanımı ile taşkınların oluşmasında doğrudan veya dolaylı etkisi olan meteoroloji, arazi yapısı, bitki örtüsü, jeolojik yapı, nüfus vb. faktörlerin birlikte değerlendirilmesi ve ileriye yönelik havza yönetimi planlarının tasarımı önemi üzerinde durmuştur.

Efe (2014), “*Batman Çayı'nın taşkın analizinin HEC-RAS programıyla yapılması*” adlı çalışmada HEC-RAS programı yardımıyla enkesit görselleri oluşturulmuştur. Dere yatağındaki 5 metrelik alüvyon dolgunun varlığı taşkın etkisini arttırmış olduğunu ortaya koymuştur. 20+700 - 21+211 ve 9+300 - 9+950 arasında kalan kesimlerinde en kesitin tabanında düz grafiğin geniş yer kaplamasından ötürü su yüksekliğinin fazla olmaması ve çevresine doğru yayılmasına bağlı olarak morfolojinin daha fazla su altında kalacağı değerlendirilmiştir.

Nas ve Nas (2015), “*Olası taşkınların altyapı tesislerine etkileri: Harşit Çayı-Gümüşhane*” adlı çalışmada, Gümüşhane'de Harşit Çayı'nın akış güzergâhında bulunan yapıların CBS aracılığıyla hidrolik modellemesi yapılmış ve taşkın risk analiziyle tesislerin zarar görme riski değerlendirilmiştir.

Geyikli (2015), “*Taşkın risk haritalarının CBS yazılımları yardımıyla belirlenmesi*” adlı çalışmada mevcut köprünün yıkılıp yerine 30 m uzunluk, 7 m açıklık ve 4 m kiriş altı yüksekliğinin yapılmasıyla, Q500 debisinin rahatlıkla geçebileceğini değerlendirmiştir.

Taş, İçağa ve Zorluer (2016), “*Taşkın Yayılım Haritalarının Oluşturulması ve Taşkın Zarar Analizi: Akarçay Afyon Alt Havzası Örneği*” adlı çalışmada taşkın dönemindeki debilerin HEC-RAS programı yardımıyla hesaplanmış, taşkın zarar analizi haritaları ArcGIS yazılımına aktararak tasarlanmıştır. Bu işlem sırasında ArcGIS uzantısı konumunda olan HEC GeoRAS ara modülü kullanılmıştır.

Karaca, Birdal ve Türk (2016), “*Taşkın Risk Alanlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri İle İncelenmesi*” adlı çalışmada geometrik veriler, önce HEC-GeoRAS’ta üretilmiş daha sonra HEC-RAS yazılımına aktarılmıştır. Çalışma alanı olan Kelkit Çayı’nın, Sivas’ın Suşehri ve Koyulhisar ilçeleri sınırları içerisinde kalan bölgelerdeki taşkın riski modellenmiştir.

Sönmez ve Demir (2016), “*Ağva’nın Taşkın Riskinin Belirlenmesi*” adlı çalışmada muhtemel 5, 10, 25, 50, 100 ve 500 yıllık aralığa ait taşkın yayılımları bölgeleri ve maksimum su seviyeleri, 1D HEC- RAS Hidrolik modeli kodlanarak belirlenmiştir.

Özcan (2017), “*Taşkın Tespitinin Farklı Yöntemlerle Değerlendirilmesi: Ayamama Deresi Örneği*” adlı çalışmada Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerini kullanarak, bilgi difüzyonu analizi gerçekleştirilerek Ayamama Deresinin $180 \text{ m}^3 / \text{s}$ ’lik akıma ulaştığında taşkın olma olasılığının % 97.2 olabileceği ve tahmini 50 ha gibi bir sahayı etkisi altına alabileceği belirlenmiştir.

Tozgözü ve Özkan (2018), “*Taşkın Risk Haritalarında AHS Yönteminin Uygulanması: Aksu Çayı Havzası Örneği*” adlı çalışmada Aksu Çayı Alt Havzası’na coğrafi bir bakış açısıyla bütüncül yaklaşılarak taşkın gerçeğinin gerçekleşmesinde öncü rol oynayacak olan (yağış, eğim, arazi kullanımı-bitki örtüsü, toprak, akarsu ağlarına yakınlık ve litoloji) unsurların önem sıralaması yapılmış, akabinde Analitik Hiyerarşi Süreci’nde çıkan katsayılara göre tekrar sınıflandırılarak Coğrafi Bilgi Sistemleri (ArcGIS 10.4) ortamında taşkın risk haritaları üretilmiştir.

Ocak ve Bahadır (2020), “*Örnek Taşkın Risk Modeli Oluşturulması ve Ünye Şehrindeki Derelere Ait Taşkın Risk Analizler*” adlı çalışmada arazi çalışmaları ile elde edilen bulgular coğrafya çalışmaları için önemli bir araç olan Coğrafi Bilgi Teknolojileri ile işlenmiştir. Sonuçta bütüncül bir taşkın erken uyarı sistemi modeli hedeflenmiştir.

Kara, Turan, Cevher ve Cömert (2020), “*Taşkın Alanlarının Belirlenmesi, MapBOX Ortamında Sunumu ve Mobil Uygulama Geliştirilmesi*” adlı çalışmada elde edilen arazi modeli ArcGIS yardımıyla HEC-GeoRAS modülü seçeneğiyle HEC-RAS’a aktarılmıştır. Analizler sonuçlarından ArcGIS ortamında taşkın haritaları oluşturulmuştur. Sonrasında web haritalama

platformu diye bilinen MapBOX ile sunumu tamamlanarak, taşkın haritaları mobil cihazlarda Taşkın sel adıyla sunulmuştur.

Ertan, Özelkan ve Karaman (2021), “*Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Coğrafi Bilgi Sistemleri Ortamında Sel ve Taşkın Alanlarının Belirlenmesi: Çanakkale Karamenderes Havzası Örneği*” adlı çalışmada CBS ortamına aktarılan verilere AHS uygulanarak sel ve taşkın risk haritaları tasarlanmıştır. Önceki yıllarda olan sel ve taşkın olayları doğrulama amaçlı test edilmiş ve risk haritaları afet yönetimi açısından değerlendirilmiştir.

Sütünç ve Yavuz (2022), “*Taşkın Risk Alanlarının Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Mikro- Havza Ölçeğinde Değerlendirilmesi*” adlı çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında; akış birikimi, yağış yoğunluğu, jeoloji, arazi örtüsü/kullanımı, eğim, yükseklik ve drenaj ağlarından uzaklık olmak üzere yedi değişkeni üzerinden Analitik Hiyerarşi Süreci ile hesaplanmıştır. En yüksek ve yüksek taşkın riski taşıyan alanların 21,62 oranda olduğu ve Siirt Üniversitesi Kezer Yerleşkesinin, taşkın risk analizi sonucunda orta derecede yer aldığı değerlendirilmiştir.

Anadolu’da taşkın ile ilgili yapılan çalışmalarda yazılım odaklı değerlendirmeler dikkat çekicidir. Bu araştırmalarda öncelikle ArcGIS ve HEC-RAS yazılımlarının çoğunlukla kullanıldığı, haritalama ve verilerin işlenmesi adına belirlenen tercihlerde etkin olduğu düşünülmektedir. Anadolu’da yapılan çalışmaların büyük bir bölümü havza tabanlı ve planlama esaslı olduğu görülmekle birlikte, kampüs, yapı veya bölge üzerinde de taşkın risk analizlerinin farklı yöntemler ile ele alındığı da görülmüştür.

5.2 Bilecik İlinde Yapılan Jeoloji Çalışmaları

Bilecik ilinde gerçekleştirilen jeoloji temalı çalışmaların ilki 1980’li yıllarda başladığı ve paleocoğrafya çalışmalarına ışık uyandırdığı görülmektedir. Çalışmaların büyük bir bölümü Bursa-Bilecik arasındaki arazilerde ele alındığı bilinmektedir. Araştırmalarda özellikle stratigrafik kesitlerin değerlendirildiği ve yörenin jeolojik birimlerini anlamlandırmada ele alındığı görülmektedir.

Tablo 1.2. Bilecik İlinde Yapılan Jeoloji Çalışmaları.

Yayın Sırası	Yayın Yılı	Yazarı	Yeri
1	1980	Saner	Göynük-Mudurnu
2	1981	Şentürk ve Karaköse	Bursa-Bilecik
3	1982	Bargu	İznik-Yenişehir-Osmaneli
4	1997	Demirkol	Üzümlü, Bilecik
5	1998	İşçioğlu	Gölpazarı, Bilecik
6	2002	Şavaş & Ursavaş	Bilecik
7	2013	Apaydın, Poşluk & Koral	Bozüyük, Bilecik
8	2012	Önde	Gölpazarı, Bilecik
9	2015	Demirtaş & Çetiner	Muratdere, Bilecik
10	2018	Ak	Orta Sakarya, Bilecik
11	2018	Alp Arslan	Bozüyük, Söğüt
12	2019	Çatalbaş	Osmaneli, Bilecik

Saner (1980) “*Mudurnu-Göynük Havzasının Jura ve Sonrası Çökelim Nitelikleriyle Paleocoğrafya Yorumlaması*” adlı çalışmada, Mudurnu, Göynük ve Bilecik çevresinin stratigrafisi ve modeli çizilmekle birlikte, ilk çökelim Alt Jura döneminde başladığına vurgu yapmıştır. Üst Kretase’de Sakarya ve çevre havzaların derinleştiğine vurgu yaparak Miyosen ve Kuvaterner dönemlerinde tektonik çökmelerin meydana geldiğine dikkat çekmiştir.

Şentürk ve Karaköse (1981), “*Orta Sakarya Bölgesinde Liyas Öncesi Ofiyolitlerin ve Mavişistlerin Oluşumu ve Yerleşmesi*” adlı çalışmada, Bilecik ilinin de yer aldığı Orta Sakarya Havzasında ofiyolitli bloğun oluşması ve yeşil-mavi şistlerin yaşları hakkında uzman görüşü odaklı

göreceli yaşlandırma yapılmıştır. Öte yandan çalışma sahasının da içerisinde bulunduğu diyagonalda genişletilmiş stratigrafi çizimlerinden de faydalanılmıştır.

Bargu (1982), “*The Geology Of İznik-Yenişehir (Bursa) Osmaneli (Bilecik) Area*” adlı çalışmada Paleozoyik dönemde metamorfik kayaçların, Senozoyik’te kireçtaşı gruplarının varlığı ve formasyon adlandırmaları ele alınmıştır. Kalendoniyen ve Hersiniyen orojenezine ait olan Osmaneli fazlarının etkisiyle meydana gelen fayların ve eklemlerin görüldüğü ortaya koymuştur.

Demirkol (1977), “*Üzümlü-Tuzaklı (Bilecik) Dolayının Jeolojisi*” adlı çalışmada, Sakarya nehrinin orta bölümünde yer alan Üzümlü ile Tuzaklı çevresindeki metamorfik ve sediment istiflerinin karmaşık yapısı aydınlatmıştır. Bölgenin en yaşlı birimlerinin Paleozoyik yaşlı Söğüt Metamorfikleri olduğunu dile getiren yazar, Mesozoyik yaşlı Bayırköy formasyonunun kireçtaşı birimlerinden meydana geldiğini ifade etmiştir. Bayırköy ve Bilecik Kireçtaşı birimleri içerisinde ikinci jeolojik zamana ait olan omurgasız ammonite fosillerinin varlığına değinerek, bölgenin paleocoğrafik gelişimi değerlendirmiştir.

İşçioğlu (1998), “*Gölpazarı (Bilecik) dolayının üst jura ammonit faunası*” adlı çalışmada, bölgenin jeolojik birimleri değerlendirilmiş ve adı geçen birimlerin jeolojisi ve Üst Jura ammonit faunası incelenmiştir. Ammonite fosilinin familyalarına ait on iki cins ve yedi türün ayrımı tasniflenmiştir.

Şavaş ve Ursavaş (2002)“*Bilecik yöresi Jura-Kretase stratigrafisi*” adlı çalışmasında Bilecik yöresindeki Jura-Kretase yaşlı birimlerinin stratigrafisi ve ayrıntılı jeolojisi ortaya çıkarılmıştır. Yazar, Bilecik ve çevresinin Bolu-Eskipazar Zonu'nun güneyinde yer alan Sakarya Kıtası Tektonik Kuşağı içerisinde bulunduğunu ilk kez dile getiren araştırmacı olarak dikkat çekmiştir.

Ocakoğlu (2005), “*Eskişehir Bölgesinin Neotektonik Dönemdeki Tektono-stratigrafik ve Sedimentolojik Gelişimi*” adlı çalışmasında, Eskişehir ve Bozüyük (Bilecik) çevresinde yer alan tektonik uzanımları ve deprenselliği değerlendirmiştir. Kovalıca, Bozüyük, Çukurhisar ve Yörükçepni fay zonları hakkında değerlendirmeleri sıralamıştır. Bu özelliğiyle Bilecik güneyinde yer alan Eskişehir fay zonu hakkında çıkarımda bulunmuş, Bilecik ilinin güneyden Trakya-Eskişehir-Tuz Gölü fayı ile çevrelendiğini dile getirmiştir.

Apaydın, Poşluk ve Koral (2013), “*Bozüyük (Bilecik)-Okulbalı (Eskişehir) Arasının Neojen Stratigrafisi ve Yapısal Özellikleri*” adlı çalışmada Neojen yaşlı birimleri ve örtü birimlerinin üste

doğru Alt-Orta Miyosen yaşı Porsuk Formasyonu ve Akpınar Kireçtaşı, Orta Miyosen yaşı İnönü volkanitleri, Alt Pliyosen yaşı Ilıca Formasyonu ve Kuvaterner yaşı alüvyal çökeller olarak derecelendirmiştir. Ayrıca, Eskişehir Fay Zonu içinde Ormangüzle, Bozalan, Kandilli ve İnönü Fayları tespit edilmiştir.

Önde (2012), “*Gölpazarı Havzası'nın jeolojik evrimi (KB Türkiye)*” adlı çalışmada Bilecik ilinin kuzeydoğusunda yer alan Gölpazarı Ovasının jeolojik oluşum safhalarını irdelemiştir. Havza üzerinde jeolojik birimler açıklanmış, jeolojik sondajlar değerlendirilerek, paleocoğrafik gelişim dönemleri hakkında fikirler paylaşılmıştır. Araştırma haritalama teknikleri ve sondaj teknolojisinin değerlendirilmesi adına değerlidir.

Demirtaş ve Çetiner (2015), “*Eminağa Çiftliği ve Civarı Muratdere (Bozüyük-Bilecik) Cevher Sahası Kullanma Suyu Araştırmasına Esas Jeolojik Araştırma Raporu*” adlı çalışmada, Bilecik ilinin güneyinde konumlanan Bozüyük ilçesinin Muratdere Mevkii'nde yer alan jeomorfolojik, jeolojik ve tektonik araştırmaları kapsamaktadır. Raporda, kuyu derinliklerinin özellikleri üzerinden kullanma suyu değerlendirilmiştir.

Ak (2018), “*Orta Sakarya Havzasındaki Paleontolojik Bulguların Jeoturizm Potansiyeli Açısından Değerlendirilmesi*” adlı çalışmada, Orta Sakarya'nın arazi çalışmalarında elde edilen paleontolojik bulgular ışığında bölgenin jeoturizme kazandırılması gerektiğini ileri sürmüştür.

Alp Arslan (2018), “*Bursa-Bilecik-Eskişehir arasındaki bölgede jeokimyasal anomalilerin jeostatistiksel yöntemlerle incelenmesi*” adlı çalışmada, bölgedeki potansiyel maden yataklarını jeostatistiksel yöntemlerle tespit edilmiştir. Hesaplamalar sonucu bölgesel değişkenlerin alansal dağılımlarının izotrop olduğu tespit edilmiş ve SGeMS programı yardımıyla küresel modelleme yapılmıştır.

Çatalbaş (2019), “*Lefke taşının yapı taşı olarak kullanılabilirliği ve ekonomik potansiyeli*” adlı çalışmada, Bilecik ilinin kuzeybatısında yer alan Osmaneli ilçesinin önemli ekonomik ürünü olan Lefke taşının özelliklerini tanıttığı çalışmasında bölge jeolojisi hakkında çıkarımlarda bulunmuştur. Bayırköy formasyonu içerisinde yer alan Lefke taşının marn, kil ve silt minerallerinin yapısal özelliklerini incelemiştir.

Ramazanoğlu (2022), “*Kızıldamlar Geç Jura adakitleri (Söğüt-Bilecik, KB Türkiye): Tektonik önemleri*” adlı çalışmada, Sakarya Zonunun özelliklerinden bahsedilmiş olup, Kızıldamlar granitik kütesinin element verileri irdelenmiştir. Yazar, Batı Sakarya Zonu'nda kıtasal

yay gerisi havza, kıtanın güney kesiminde Neotetis Okyanusu'nun açılmasına zemin hazırladığı ifade edilmiştir.

Bilecik ilinde jeoloji ile ilgili yapılan çalışmaların büyük bir bölümü bölgenin genel jeolojisi, stratigrafisi ve paleocoğrafyası üzerine yoğunlaşmıştır. Özellikle Gölpazarı Ovasında yapılan çalışmalarda sondaj tekniğinin kullanılması yörenin jeolojik birimlerinin yorumlanmasında daha sağlıklı veriler sunmaktadır.

5.3 Bilecik İlinde Yapılan Jeomorfoloji Çalışmaları

Bilecik ili genelinde yapılan akademik çalışmaların ilki 1943 yılında Ahmet Ardel tarafından gerçekleştirilmiştir. Bölge adının ilk kez geçtiği kaynak olması bakımından Ardel'in çalışması değerlidir. Özellikle 1943-2000 yılları arasında gerçekleştirilen çalışmalarda genel jeomorfolojik özellikler arazi çalışmalarıyla tamamlanmıştır. Ancak 2000 yılından sonra teknolojik ilerlemelere bağlı olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımının kullanıldığı ve haritalama tekniklerinde ciddi iyileştirmelerin jeomorfolojide yer aldığı dikkat çekicidir.

Tablo 1.3. Bilecik İlinde Yapılan Jeomorfoloji Çalışmaları.

Yayın Sırası	Yayın Yılı	Yazarı	Yeri
1	1943	Ardel	Bursa, İznik
2	1955	Ardel	Yukarı Sakarya
3	1956	Tunçdilek	Orta Sakarya
4	1957	Yalçınlar	Eskişehir-Bilecik
5	1963	Kulin	Aşağı Sakarya
6	1980	Bilgin	Orta Sakarya
7	1998	Aygün	Bilecik
8	2004	Tuncer	Osmaneli
9	2011	Ören	Bilecik, Bozüyük
10	2013	Aydın	Osmaneli

11	2019	Duran ve Karataş	Harmankaya, Bilecik
12	2019	Erturaç ve diğerleri	Orta Sakarya
13	2020	Karakoca ve Uncu	İnhisar, Bilecik
14	2021	Gönençgil ve Halis	İzmit, Osmaneli
15	2022	Uzun	Osmaneli

Ardel (1943), çalışmada Bilecik ve çevresinden ilk kez bahsetmiştir. Yazar, Uludağ'ın eteklerinde meydana gelen aşınım ve taşınım ünitelerine değindikten sonra, Bursa ile İnegöl arasında Aksu Havzasının olduğunu ve Ahıdağı (Pazaryeri) ile Bilecik dağları arasında Gümüşdere Havzasının konumlandığını ve morfolojide 40-50 metre arasında değişen eski alüvyon depoların yer aldığını ifade etmiştir.

Ardel (1955), "*Yukarı Sakarya havzası (Morfolojik Etüd)*" adlı çalışmada havzaya toplu bir bakış yapmış ve Sakarya Havzasının batısında dağlık bölgenin varlığına, neojen örtülü dolgulara ve Üst Pliosen ile Kuvaterner dönemlerinde havzanın kenarlarında sedimentlerin varlığını açıklamıştır.

Tunçdilek (1956), "*Orta Sakarya Vadisinin İktisadi Tarihi Hakkında*" adlı çalışmada Orta Sakarya Vadisi şekilsel bakımdan kuzeyde Göynük, güneyde ise Sündiken Dağları arasında açılan, büyük bir bölümü doğu-batı istikametli, dar ve derin bir vadi jeomorfolojisine sahip olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca bu morfoloji, Sakarya Vadisinin iklim üzerinde de etkili olduğunu işaret etmiştir.

Yalçınlar (1957), "*Eskişehir Bilecik arasında morfolojik müşahedeler*" adlı çalışmada Eskişehir'den Bozüyük'e kadar monoklinal tabakaların uzandığını ifade etmiştir. Bozüyük çevresinde neojen örtü arazilerinden ve yer yer pliosen dolguların varlığına değinmiştir. Osmaneli ile İzmit arasında yer alan Karadin oluşu hakkında havzada meydana gelen dislokasyonların İzmit Gölü ve Antecedant karakterli Garsak Boğazı ile ilişkilendirilebileceğini açıklamıştır.

Kulin (1963), "*Aşağı Sakarya Vadisi Planlaması*" adlı çalışmada Sakarya Nehri'nin Osmaneli yakınlarında bulunan Paşalar boğazından çıktıktan sonra önce Karasu ve biraz ileride Göynük kolunu bünyesine aldığı ifade edilmiştir. Akabinde kuzey batıya yönelen Sakarya Nehri, Göksu kolunu bünyesine alır ve Cambazkaya boğazından kuzeydoğuya doğru yönelir. Bu bölümden sonra vadi genişler ve Sakarya Pamuk Ovası (13 500 ha.) kat ederek Geyve Boğazına

ulaşır. İfade edilen bölüm, Sakarya'nın "Orta Sakarya" bölümü olarak bilindiği yazar tarafından dile getirilmiştir.

Bilgin (1980), "*Orta Sakarya platolarında yapı satırları ve drenaj*" adlı çalışmada Orta Sakarya Havzasında yer alan jeomorfolojik birimler hakkında detaylı bir araştırma yapılmıştır. Proje çalışmasında öncelikle plato sahalarının morfolojik analizleri ele alınmış, akabinde üst pliyosende havzaya yerleşen Sakarya Nehri'nin gömük menderesler çizdiği konusuna değinilmiştir. Sakarya Nehri'nin Orta Sakarya bölümünde yer yer epijenik karakterli boğazların varlığına değinen yazar, Miyosen yaşlı birimlerin Bilecik Kireçtaşı diye bilinen birimlerin üzerine epijenik gömülme meydana getirdiğini işaret etmiştir.

Aygün (1998), "*Bilecik şehir coğrafyası*" adlı çalışmada Bilecik il geneli için derin vadilerce yarılmış ve yüksekte kalmış platolar üzerinde yer alan bir bölge olduğunu ifade edilmiştir. Yazar bölge için, kuzeyden Kuzey Anadolu Kenar Kuşak Dağları, İç Anadolu Platoları ve Marmara Bölgesinin kıyı, akarsu ve ova morfolojilerinin başlangıç kısımlarında yer aldığını vurgulamıştır. Araştırmacı, il genelindeki jeomorfolojik ünitelerin yüzdelik dilimlerine değinerek; dağların %32, platoların %60 ve ovaların ise %8 civarında bulunduğu dile getirilmiştir. İl genelindeki % 8 olarak yüzeyi kaplayan ovaların akarsularca parçalanmış dağları ovalara karşılık geldiği vurgulanmıştır.

Tuncer (2004), "*Sakarya Nehri-Göynük Çayı-Çatak Çayı arasındaki sahanın karst jeomorfolojisi*" adlı çalışmada Sakarya havzasında yer alan ve Sakarya'nın yan kolu konumunda olan Göynük ve Çatak Çayları arasındaki bölgenin jeomorfolojik ve özellikle karstik yapısı ele alınmıştır. Bölgenin en yüksek kesimlerinde Miyosen Anadolu Penepleni yer aldığını aktaran yazar, morfolojinin batıdan doğuya doğru gidildikçe arttığını ifade etmiştir. Osmaneli çevresinde yer alan sahanın 1350-1500 metre yükseltilerinde alt-orta miyosen aşınım yüzeylerinin (DI) yer aldığını ifade etmektedir. Bölgede alt-orta miyosen arazisinden arda kalan hakim tepelerin ve DI aşınım yüzeylerinin çevresinde, üst miyosen aşınım yüzeylerinin (DII) 1200-1250 metrelerde olduğunu işaret etmektedir. Sakarya Havzasında vadi tabanına doğru gidildikçe pliyosen DIII ve alt pleistosen tortullarına ait DIV yüzeylerinin hakim topoğrafyalar meydana getirdiği değerlendirilmektedir.

Ören (2015), "*Karasu çayı (Sakarya nehrinin bir kolu) havzasının jeomorfolojisi*" adlı çalışmada Orta Sakarya Havzasının en önemli yan kollarından birisi olan Karasu Çayı'nın jeomorfolojik karakteri açıklanmıştır. Flüvyal özellikler üzerinden aşınım ve taşınım sahaları

hakkında detaylı bilgiler veren yazar, rölyefin çizgileri hakkında açıklamaları dikkat çekicidir. Bozüyük kuzeyinde Miyosen yaşlı aşınım yüzeyleri, Pazaryeri ilçesinde alt pliyosen aşınım yüzeyi ve Bilecik ilçe merkezi ile kuzey kesiminde ise Üst Pliyosen aşınım yüzeyinin yüzlek veren jeomorfolojik birimlerden meydana geldiğini ifade etmiştir. Araştırmanın bir diğer bölümüne Karasu Çayı havzasının güneyden kuzeye doğru gidildikçe çentik vadi sistemlerinden geniş tabanlı vadi sistemlerine geçişin olduğu aktarılmıştır.

Aydın (2013), “*Osmaneli (Bilecik) yöresinin stratigrafisi*” adlı çalışmada bölgenin jeomorfolojik evrimi detaylı bir stratigrafi çizimi ile ele alınmıştır. Araştırma sahasının en yaşlı kayaç birimleri devoniyen dönemine ait olup, yapısal açıdan kaledoniyen kıvrımlanmasının yörede olduğu tespit edilmiştir. Bölge, karbonifer’de Hersiniyen oluşumları ve magmatik dayk sokulumlarına sahne olmuştur. Triyas devrinde karasal aşınım evresi geçiren saha, liyas-oligosen arasında sürekli transgresyon ve regresyon östatik şekillenmeye maruz kalmıştır. Miyosen’de görsel depoların yer aldığı sahada, pliosen ile birlikte havzaya Sakarya Nehri’nin yerleşmesine bağlı olarak taraça (seki) oluşları meydana gelmiştir. Son buzul maksimumu ve sonrasındaki iklimik durumlara bağlı olarak, havza östatik hareketlenmeye göre güncel morfolojiye sahip olmuştur.

Duran ve Karataş (2019), “*Harmankaya kanyonunun (Bilecik) jeomorfolojik evrimi*” adlı çalışmada Harmankaya Kanyonu ve yakınındaki dik yamaçları meydana getiren Mesozoik yaşlı (Orta Jura-Alt Kretase) kalkerlerinin kanyon çevresinde mağara oluşumu ve karstifikasyon olaylarına uygun zemin ortamı sağladığını dile getirilmiştir. Bölge, neotektonik süreçte kuzey-güney yönlü gelişen tektonik süreksizliklerin etkisinde kalmıştır. Özellikle kanyonda Üst Miyosen–Alt Pliyosen aralığında gelişen tektonik aktivitelere bağlı olarak kayaç grupları bloklar halinde ayrılmıştır. Parçalanan ve kompresif seriler şeklinde olmayan bloklar Orta Sakarya Platosunun genel morfolojisini meydana getirirken, Pliyosen havzalarının jeosenklinal ortamlarda oluşmasına uygun ortam sağlamıştır.

Erturaç ve diğerleri (2019), “*Fluvial response to rising levels of the Black Sea and to climate changes during the Holocene: Luminescence geochronology of the Sakarya terraces*” adlı çalışmada Orta Sakarya havzasında tespit edilen taraça (seki) basamaklarının GPS ile ölçülmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. OSL yaşlandırma tekniği kullanılarak yöredeki sekilerin yaşlarının 0.46 ± 0.03 mm/yıl ile 0.73 ± 0.06 mm/yıl aralığında olduğu değerlendirilmiştir.

Karakoca ve Uncu (2020), “*Orta Sakarya Vadisi Akarsu Seki Sistemlerinin Morfometrik ve Sedimentolojik Özellikleri (İnhisar-Gemiciköy Arası, Bilecik)*” adlı çalışmada Orta Sakarya havzasında tespit edilen taraça (seki) basamaklarının GPS ile ölçülmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. İnhisar ilçesi sınırlarında yer alan Yakacık ve Akçasu köyleri arasında deniz seviyesinden 150 m, vadi tabanından +52 m, +34 m, +18 m ve +10 m şeklinde ölçülmüş 4 seki basamağı; Hamitabat köyü çevresinde deniz seviyesinden 140 m, vadi tabanından itibaren +36 m, +24 m ve +12 m yükseklikte 3 seki basamağı ve son olarak Gemiciköy çevresinde ise deniz seviyesinden 124 m, vadi tabanından itibaren +19 m ve +10 m yüksekliklerinde iki seki basamağı tespit edildi. Bölgedeki sekilerin tektonik hareketleri tespit etmede önemli araç olduğu değerlendirilmekte ve önceki çalışmalarda ele alınan kantitatif yöntemle, Sakarya Nehri’nin aşağı çığırında sekilerin yıllık sabit yükselim hızının 0.73 ± 0.06 mm/yıl, orta çığırında yer alan İnhisar ’da 0.46 mm/ yıl ve Hamitabat yakınlarında ise 0.75 mm/yıl olduğu dile getirilmiştir.

Gönençgil ve Halis (2021), “*Samanlı Dağları’nın jeomorfolojik gelişimine ve uzun dönemli erozyon süreçlerine morfometrik yaklaşım*” adlı çalışmada hipsometrik integral çiziminde Sakarya Nehri ve havzasında drenajın iyi geliştiğini gösteren bulgulara rastlanılmıştır. Yazar, Sakarya Nehrine ulaşan yan kolların Karadeniz taban seviyesi tarafından kontrol edildiği östatik hareketlere bağlı olarak, uzun dönemli erozyon sürecinde de doğru orantıda farklılıkların olmasını tektonik hareketlere bağlamaktadır.

Uzun (2022), “*Sakarya Nehri Göksu Çayı Havzası'nın doğal ortam koşulları kapsamında sürdürülebilir havza yönetimi ve planlaması*” adlı çalışmada Bursa’nın en önemli akarsu kaynaklarından birisi olan ve Sakarya Nehri’nin yan kolu görevinde bulunan Göksu Çayı’nın havza yönetimi açısından planlanması ele alınmıştır. Bu araştırmada Bilecik ilinin batısı ve kuzeybatısının özellikleri de irdelenmesi bakımından değerlidir. Yazar, Bilecik ili sınırlarında yer alan Ahı Dağı, Kor Dağı ve Aşağı Göksu Havzası çevresinde jeomorfolojik birimlerin nitelikleri tespit etmiş, bölgede polisiklik bir topografyanın varlığına işaret etmiştir. Üst Miyosen-Pliyosen’den itibaren şiddetlenen neotektonik hareketler ile Göksu Çayı Havzası’nda blok yükselmeler ve havza tabanında jeosenkinal morfoloji oluştuğu ifade edilmiştir. Özellikle havzanın yukarı çığırında pliyosenden itibaren blok yükselmenin meydana geldiği değerlendirilmektedir.

5.4 Bilecik İlinde Yapılan Taşkın Risk Analizi Çalışmaları

Bilecik ilinde taşkın ve risk analizi ile ilgili gerçekleştirilen çalışmalarda, CBS ağırlıklı araştırmalar ağır basmaktadır. İncelemelerin odağında Bilecik merkez ilçe ve Osmaneli yerleşmelerinin olması dikkat çekicidir. Raporlar kısmında il geneli ve il sınırlarında yer alan belirli bölgelere yoğunlaşmış, yüksek lisans tezinde Osmaneli ilçe sınırları değerlendirilmiştir.

Tablo 1.4. Bilecik İlinde Yapılan Taşkın Risk Analizi Çalışmaları.

Yayın Sırası	Yayın Yılı	Yazarı	Yeri
1	2018	BEBKA	Bilecik ili
2	2021	AFAD	Bilecik ili
3	2021	Bayazıt	Bilecik ili
4	2022	Dursun	Osmaneli, Bilecik

BEBKA (2018), “*Bilecik İli Mekansal Strateji Planı Raporu*” adlı raporda Bilecik ili genelinde taşkın olabilecek alanlar haritalama tekniğiyle ele alınmıştır. Osmaneli merkezi, Gölpazarı, Bilecik Karasu Vadisi, Söğüt, Bozüyük ve Çaltı çevresinde taşkına karşı riskli bölgeler işaretlenmiş olup, DSİ çalışmalarıyla ilgili bilgi notları eklenmiştir.

AFAD (2021), “*Bilecik İRAP İl Afet Risk Azaltma Planı*” adlı raporda il genelinde riskli alanlar, geçmiş dönemde meydana gelen taşkın olayları ve olası senaryolar ele alınmıştır. Raporda geçmiş dönemlerde meydana gelen taşkın olaylarının zamansal döngüsü ele alınmış ve kayıt altına alınan ilk taşkın olayının 1959 yılında Söğüt Zenzemiye Köyünde meydana geldiği açıklanmıştır. Son dönemlerde taşkından zarar gören bölgenin yine Zenzemiye Köyü olduğu ve olayda bir kişinin yaşamını yitirdiği bildirilmiştir. Araştırmada Bilecik İl sınırları içerisinde yer alan Bilecik Merkez ilçe (Karasu Vadisi), Vezirhan Beldesi ve Osmaneli İlçesi için taşkın tehlike ve risk haritaları üretilmiştir. Hidrodinamik çalışmaları kapsamında Karasu Çayının 10, 50, 100 ve 150 yıllık yineleme olasılığı kapsamında taşkın pik yaptığı debilerin; 47.89 m³/s, 79.69 m³/s, 95.78 m³/s, 140.32 m³/s olarak analiz edildiği tespit edilmiştir. Bilecik İstasyon Mahallesi, Karasu Deresinin doğuya doğru kıvrım yaptığı bölge olası taşkından etkilenebilecek ve iskanların yaklaşık olarak 1.5 - 2 m civarında su altında kalması beklenmektedir. Sakarya Nehrinin Osmaneli Merkez

İlçe yerleşkesi için 10, 50, 100 ve 150 yıllık yinleme olasılığı kapsamında taşkın pik yaptığı debilerin; 475.7 m³/s, 794.3 m³/s, 1001.2 m³/s, 1431.7 m³/s olarak analiz edildiği tespit edilmiştir. Bilecik Osmaneli İlçe yerleşkesinin sol sahilinde bulunanların ve genellikle tarım arazilerinin yer alığı saha taşkından etkileneceği ve yayılım alanının ise 0.5 -1.0 m/s olabileceği tespit edilmiştir. Son olarak Vezirhan Beldesi kenarında akış gösteren Sakarya Nehri'nin sağ sahili üzerinde taşkın etkili bir problem olabileceği değerlendirilmiştir.

Bayazıt (2021), "*Bilecik İlindeki Şehirleşmenin Taşkın Riski Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması*" adlı çalışmada Bilecik ilinin 2000 ve 2018 yıllarına ait CORINE arazi kullanımı haritaları kullanılarak arazi sınıflandırması yapılmıştır. Çalışmada çeşitli coğrafi parametreler modellenerek Çok Kriterli Karar Verme Analizi üzerinden taşkın risk modellemesi tamamlanmıştır. Araştırma ile 2000-2018 yılları arasında arazideki değişimlere bağlı olarak ilin taşkın riski durumu ortaya konmuştur. Çalışmada 2000 yılında taşkın riski altında olan alan 12250 hektar olmuşken, 2018 yılında bu oranın 13547 hektar olduğu dikkat çekicidir. Böylece şehirleşmenin olumsuz etkisi kantitatif açıdan değerlendirilmiştir.

Dursun (2022), "*Coğrafi Bilgi Sistemi İle Taşkın Risk Analizi: Osmaneli/Bilecik Örneği*" adlı yüksek lisans tezinde, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak Osmaneli ilçe sınırları üzerinde taşkın risk analizi tasarlanmıştır. Araştırmada Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHS) kullanılarak, taşkına sebep olan parametrelerin ağırlık değerleri girilmiş ve taşkın riskine sahip olan sahalar belirlenmiştir. Bu kapsamda; yağış, akarsuya uzaklık, eğim, yükseklik, arazi kullanımı, bakı, jeoloji ve sıcaklık gibi parametreler öncü seçilmiştir. Taşkın risk analizinin sonucunda; Osmaneli merkez, Selçik, Düzmeşe, Kızılöz ve Çerkeşli yerleşmelerinin vadi tabanlarında çok riskli alanlar tespit edilmiştir.

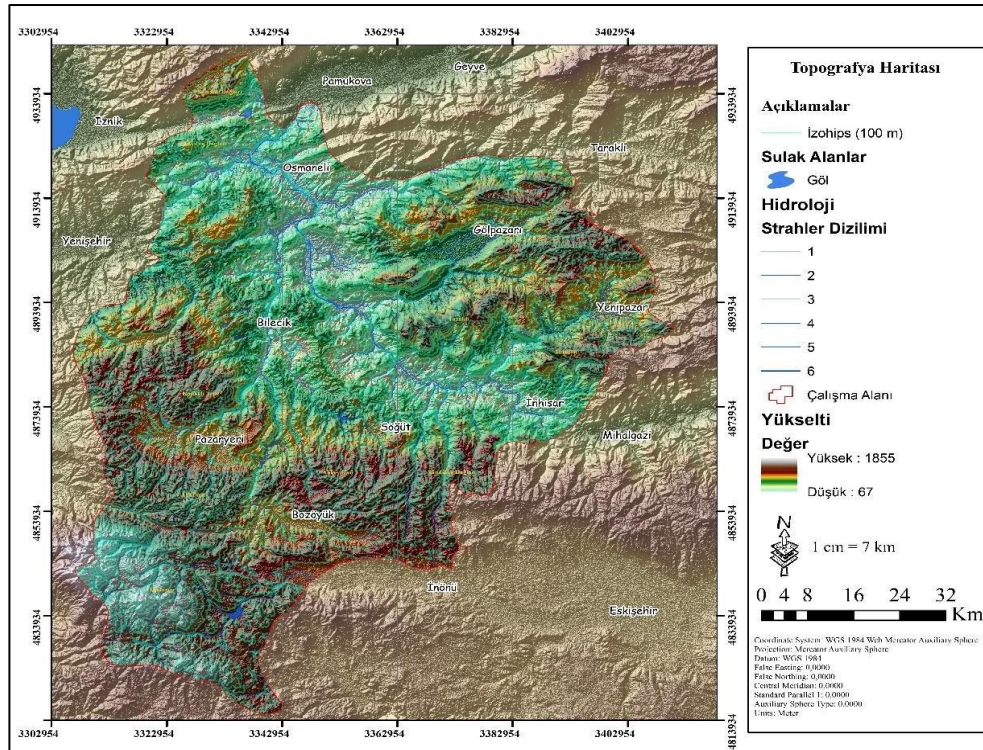
İKİNCİ BÖLÜM

BİLECİK İLİNİN FİZİKİ COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ

Bu bölümde Bilecik ilinin fiziki coğrafya örtüsünü karakterize edecek olan; topoğrafya, yükselti alan hesaplama, sayısal yükselti, eğim, bakı, hidroloji, iklim ve toprak gibi unsurlara yer verilmiştir.

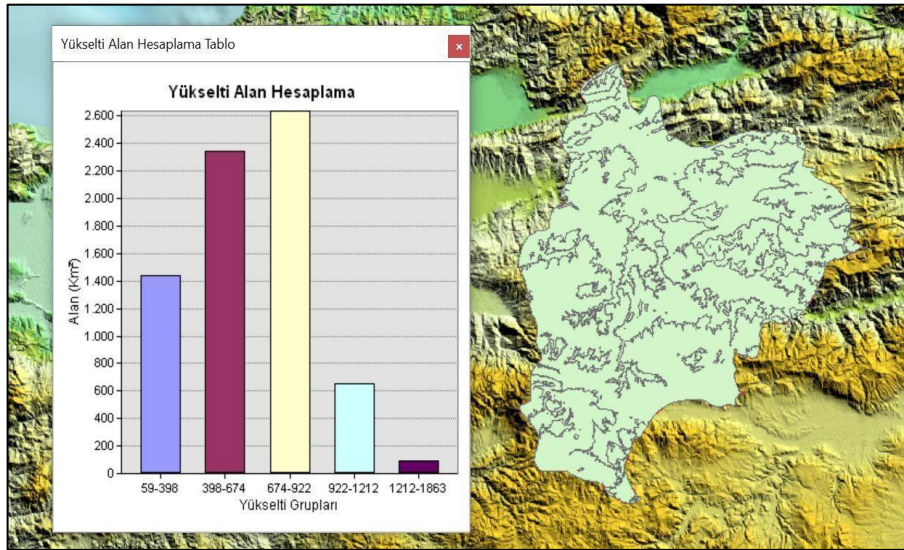
1. Bilecik İlinin Topografya Özellikleri

Bilecik, Marmara bölgesinde yer almaktadır. İl sınırlarında kuzeyden Samanlı Dağları, doğudan Sündüken Dağları, güneyden Uludağ'ın uzantısı konumunda olan Domaniç Dağları ve batıdan ise Göksu Havzasının doğu sınırını teşkil eden Kor Dağı yer almaktadır. İl sınırları içinde belirli bölgelerinde dağlık alan yer almaktadır. Dağların il topraklarının %32'sine yakın bir bölümünü kapladığı bilinmektedir. İlin en yüksek kesimi Bozüyük ilçesinin batı ve güneybatısında bulunan Kala Dağı (1906 m) dır. Bilecik'teki diğer dağlık alanlar ise; Yirce Dağı (1790 m), Metristepe (1300 m), Göldağı (1284 m), Kızılcaviran (1250 m), Osmaniye (1210 m), Ahi Dağı (1100 m), Dokuz Öküz Tepesi (1150 m), Ballıkaya (1050 m), Kızıltepe (990 m), Avdan Dağları (926 m), Paşa Dağları (922 m), Kurudağ (805 m)'dir (Harita 2.1).



Harita 2.1. Bilecik İlinin Topografya Haritası.

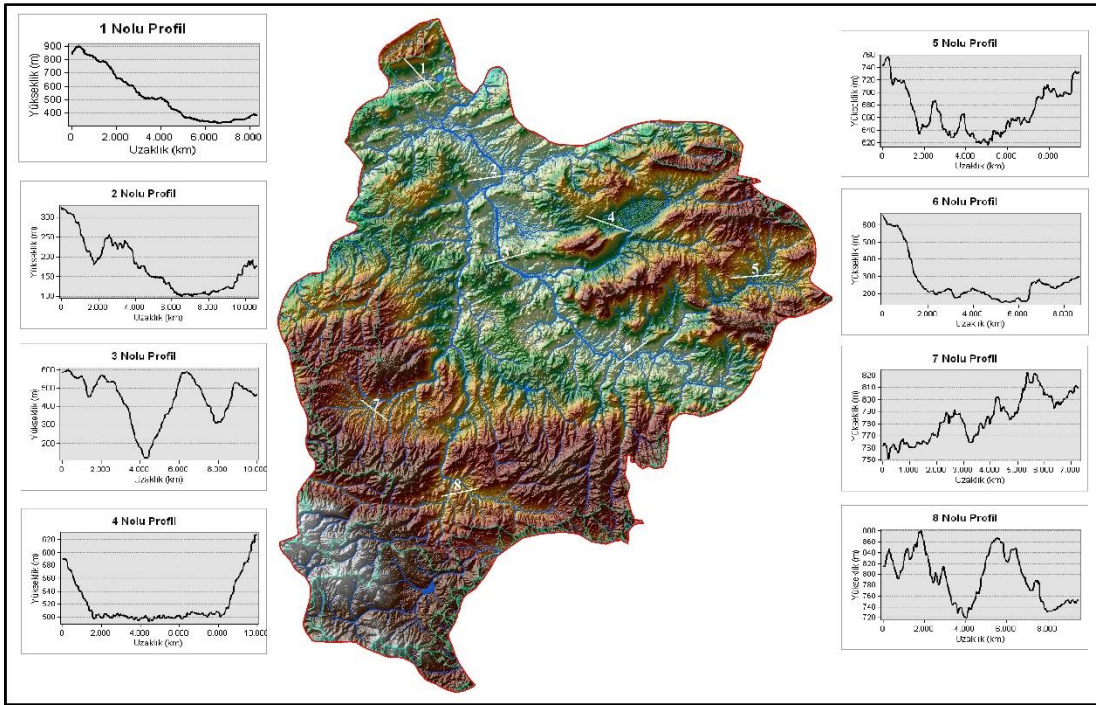
Bilecik ilinde yükseltinin arttığı bölgeler olan; Bozüyük, Yenipazar, Söğüt, Osmaneli ve Gölpazarı çevresinde yükselti basamakları aniden değişiklik göstermektedir. Morfolojideki bu değişimin sayısal analizi yapılarak, sahanın yükselti alan hesaplaması belirlenmiştir. Bu bağlamda; il genelinde 59-398 metre aralığında 1.419 km², 398-674 metre aralığında 2.370 km², 674-922 metre aralığında 2622 km², 922-1212 metre aralığında 620 km² ve 1212-1863 metre aralığında ise 88 km²'lik bir alan kapladığı analiz edilmiştir (Harita 2.2). Bu durumda Bilecik ili genelinde topografyanın büyük bir bölümünü 674-922 metre aralığı oluşturmuş olup, bu bölgenin alanının 2622 km² olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum topografyanın genelinde akarsularca yarılmış hafif dalgalı düzlükler olan plato morfolojisinin daha hakim olduğunu işaret etmektedir. Yüksek dağlık alanların 1212-1863 metre aralığında olduğu Bozüyük, Yenipazar ve Söğüt çevresindeki alanın sadece 88 km² olması il genelinde morfolojik açıdan dağlık alanların daha az yer kapladığını göstermektedir. İl genelinde topografyanın yarıma derecesinin en az olduğu vadi, havza tabanı, ova, birikinti konileri ve yelpazeleri gibi morfolojilerin yaygın olabileceği alanın 2.370 km² dir. Bu morfolojinin büyük bir bölümü Sakarya Havzası bünyesinde bulunmaktadır. Bu analizler sonucunda Bilecik ilinde gerçek alanın 5,701 km² olduğu hesaplanmış ayrıca, açık kaynaklardan elde edilen bilgiler ışığında izdüşüm alanın 4.307 km² olduğu değerlendirilmiştir. Bu durumda Bilecik ilinde gerçek ile izdüşüm alan arasındaki farkın 1,394 km² olduğu tespit edilmiştir. Bu coğrafi bilgiler ışığında il genelinde gerçek alan ile izdüşüm alan arasındaki farkın fazla olduğu ve bu durumun sahada topografyanın yarıma derecesinin fazla, eğim değerlerinin düzensiz olduğunu ortaya koymaktadır.



Harita 2.2. Bilecik İli Topografyasının Yükselti Alan Hesaplaması.

Bilecik ilinin topografya koşullarında oluşan fiziki şartları, sayısal yükseklik modeli üzerinden değerlendirmek ve vadi profilleri ile sahanın detaylarını aktarabilmek adına havza tabanlı şema oluşturulmuştur (Harita 2.3). İl topraklarının büyük bir bölümü Sakarya Havzası ve özellikle Orta Sakarya, Aşağı Sakarya kesimlerinde yer alır. Bunun dışında Sakarya Havzasına yan kol olarak düşünülebilecek Göksu, Göynük, Karasu, Yenipazar ve İlmece gibi havzalar yer almaktadır.

1 nolu Profil, Samanlı Dağları ve güneyinde yer alan Avdan (Gürle) Dağlarının hemen ortasındaki Karadin oluğu üzerinde yer almaktadır. Bu profilin kuzeyinde yükselti değerleri Samanlı Dağlarından dolayı 900 metrelere kadar varmaktadır. Çizimin güneyine doğru gidildikçe yükselti basamağının 400 metrelere düştüğü dikkat çekicidir. Bu asimetrik değişimin kökeninde Kuzey Anadolu Fayı'nın orta kolu olan İznik Fayı etkili olması muhtemeldir. 2 nolu Profil Orta Sakarya Havzası ile Aşağı Sakarya Havzasını birbirinden ayıran Paşalar Boğazı güneyinde çizilmiştir. Bu bölümde vadi içerisindeki yamaçlarda konkav ve konveks yapıyı incelemek mümkündür. Sakarya Nehrinin talveg bölümünde denizden 97 metre kadar bir yükseltinin olduğu dikkat çekicidir. Bu çizimin olduğu sahanın doğusuna doğru gidildikçe yükseltinin kademeli bir şekilde arttığı görülmektedir.



Harita 2.3. Bilecik İlinin Sayısal Yükseklik Modeli ve Vadi Profilleri.

3 nolu Profil Paşalar mevkiinin hemen üzerinde yer alıp, epijenik karakterde olduğu bilinen boğazın genel morfolojisini göstermektedir. Bu bölgedeki vadi tabanı denizden 100 metre kadar yükseklikte yer almaktadır. 4 nolu profil Gölpazarı Ovasında, Aktaş Platosu ile Göldağı arasında çizilmiştir. Ovanın kuzeyinde yer alan karstik kökenli Aktaş Platosunda yükselti 600 metreye yakındır.

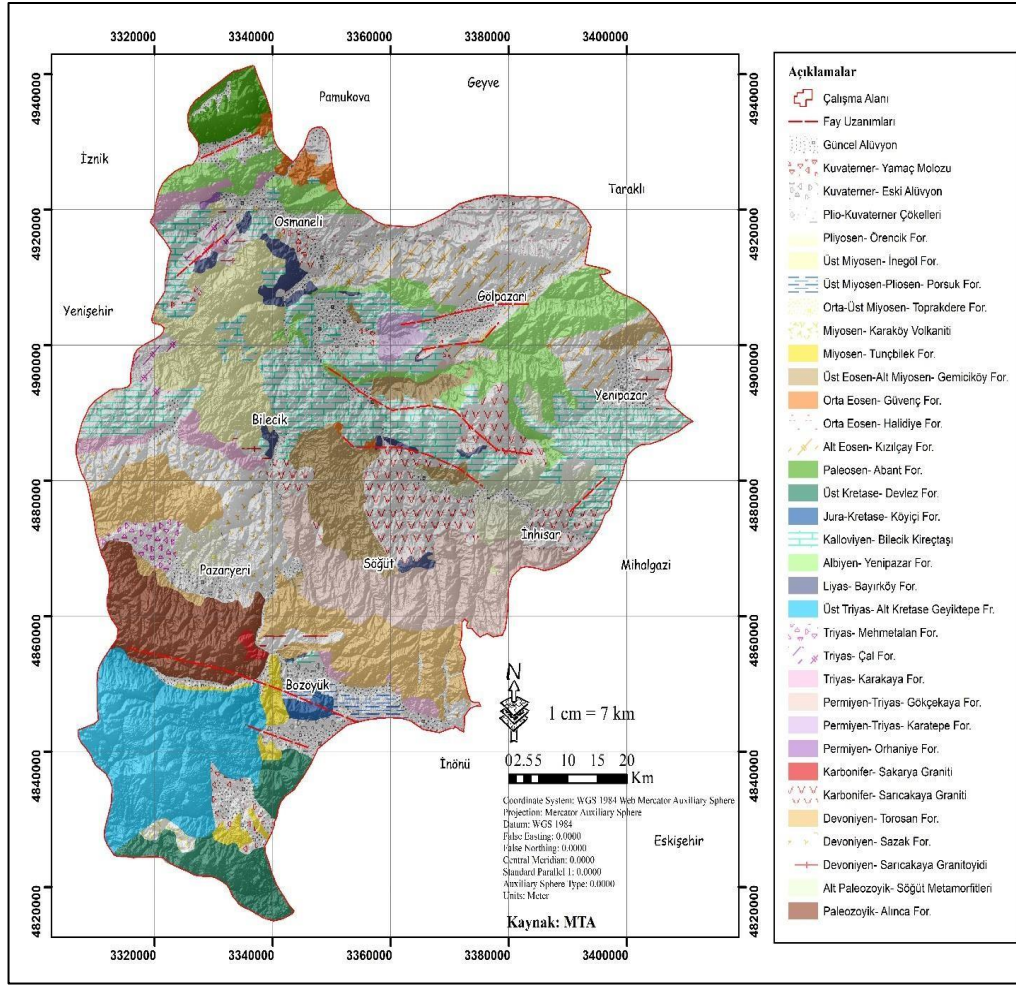
Gölpazarı Ovasının güney sınırını çevreleyen Göldağı ise kuzeye oranla daha yüksek bir morfoloji sergilemektedir. Bu durum havzanın asimetrik bir profilde olduğunu işaret etmekte, tektonik rejimli ova olduğunu ispatlamaktadır. 5 nolu profil Sakarya Nehrinin Orta Sakarya Havzasında yer alıp, Yenipazar alt havzasında konumlanmaktadır. Profil üzerinde küçük vadilerin olduğu ve akarsuyun akaçlama oranı yüksek olabileceğini işaret etmektedir. 6 nolu profil Orta Sakarya Havzasının merkezi kısmında, Yenipazar Çayı üzerinde konumlanmaktadır. Profili içeren vadinin alüvyon tabanlı vadi sistemi olduğu fikrini oluşturmaktadır. 7 nolu profil Pazaryeri havzasında yer almakta, ova morfolojisinin tipik görünümüne işaret etmektedir. 8 nolu profil Karasu Çayının yukarı çığırı konumunda yer alan Bozüyük'te yer almakta, vadi sistemleri ile ova morfolojisinin arasında bir görünüm oluşmaktadır.

2. Bilecik İlinin Jeolojik Özellikleri

Bilecik, Sakarya Zonu olarak adlandırılan tektonik kuşağın batısında, İstanbul ile İzmir-Ankara Suture Zonu arasında konumlanmaktadır. Çalışma alanı, Paleozoyik döneminden Kuvaterner'e kadar uzanan çeşitli kayaç gruplarına sahip olup, çalışmada bu adı geçen dönemler arasında olan jeolojik birimlerin adlandırmaları, kayaç gruplarının türleri ve paleocoğrafik değerlendirmeleri ele alınmıştır. Bilecik ili sınırında yer alan jeolojik birimler yaşlı kayaçlardan daha genç olana doğru sıralanarak haritalandırılmıştır (Harita 2.4).

Sakarya Havzasında birçok otokton ve allokton jeolojik birimler konumlanmaktadır. Çalışmada bu birimleri yaşlarına ve içindeki birimlerine göre sadeleştirmeye girilerek, 78 jeolojik birim 34 alt birimde genelleştirilmiştir. Böylece yörenin sadeleştirilmiş jeolojik birimleri ve aralarında bulunan korelasyon kolaylaşmıştır. Jeolojik birimler kendi içerisinde temel ve örtü birimleri şeklinde sınıflandırılarak, kayaç gruplarının nitelikleri ele alınmıştır. Bilecik ili ve genelinde yer alan jeolojik birimlerin yaşlı kayaç gruplarından genç birimlere göre sıralanışı şu şekildedir; Paleozoyik yaşlı Alınca formasyonu, Alt Paleozoyik yaşlı Söğüt Metamorfikleri, Devoniyen yaşlı Sarıcakaya Granitoyidi, Devoniyen yaşlı Sazak Formasyonu, Devoniyen yaşlı

Torosan Formasyonu, Karbonifer yaşı Sarıcakaya Graniti, Karbonifer yaşı Sakarya Graniti, Permian yaşı Orhaniye Formasyonu, Permian-Triyas yaşı Karatepe Formasyonu, Permian-Triyas yaşı Gökçekaya Formasyonu, Triyas yaşı Karakaya Formasyonu, Triyas yaşı Çal Formasyonu, Triyas yaşı Mehmetalan Formasyonu, Üst Triyas- Alt Kretase yaşı Geyiktepe Formasyonu, Liyas yaşı Bayırköy Formasyonu, Albien yaşı Yenipazar Formasyonu, Kalloviyen yaşı Bilecik Kireçtaşı Birimi, Jura-Kretase yaşı Köyiçi Formasyonu, Üst Kretase yaşı Devlez Formasyonu, Paleosen yaşı Abant Formasyonu, Alt Eosen yaşı Kızılçay Formasyonu, Orta Eosen yaşı Halidiye Formasyonu, Orta Eosen yaşı Güvenç Formasyonu, Üst Eosen-Alt Miyosen yaşı Gemiciköy Formasyonu, Miyosen yaşı Karaköy Volkaniti, Orta Üst Miyosen yaşı Toprakdere Formasyonu, Üst Miyosen- Pliosen yaşı Porsuk Formasyonu, Üst Miyosen yaşı İnegöl Formasyonu, Pliosen yaşı Örencik Formasyonu, Pliyo-kuvaterner çökelleri, Kuvaterner yaşı Eski Alüvyon birimleri, Kuvaterner yaşı Yamaç Moluzu (Yelpazeleri) Birimi ve Kuvaterner yaşı Güncel Alüvyon Birimleri şeklinde sıralanması mümkündür. Bilecik ili kuzeyinde Kuzey Anadolu Fayı ve Orta kolunun uzanımları yer alırken; güneyinde ise Tuz Gölü üzerinden diyagonal şekilde kuzeybatıya doğru açılan ve literatürde Eskişehir-Trakya fayı diye bilinen fay zonu arasında konumlanır. Bu durumda il toprakları Kuzey Anadolu Fayı ve Eskişehir-Trakya Fayı gibi iki büyük zon arasında makaslama görevi görmektedir. İl genelindeki jeolojik formasyonların çoğunun neotektonik dönem öncesine ait temel kayaç birimlerinden oluşması nedeniyle fay uzanımları ve sismik aktiviteden daha az etkilenmektedir (Harita 2.4).



Harita 2.4. Bilecik İlinin Jeoloji Haritası.

2.1 Temel Örtü Birimleri

Bilecik ilinde yer alan jeolojik birimler içerisinde temel örtü birimleri şeklinde konumlanmış kayaç grupları bulunmaktadır. Bu birimler en yaşlıdan en genç olana doğru sıralandığında; Alınca formasyonu, Söğüt Metamorfitleri, Sarıcakaya Granitoyidi, Sazak Formasyonu, Torosan Formasyonu, Sarıcakaya Graniti, Sakarya Graniti, Orhaniye Formasyonu, Karatepe Formasyonu, Gökçekaya Formasyonu, Karakaya Formasyonu, Çal Formasyonu, Mehmetalan Formasyonu ve Geyiktepe Formasyonu yer almaktadır. Alınca formasyonu içerisinde; kuvars, şişt, mikaşişt, amfibol, mermer ve kalkşişt gibi minerallerden meydana gelmektedir. Bilecik ilinin güneybatısında mostra veren formasyon, bölgede yer alan en yaşlı jeolojik birim olarak yer almaktadır. Paleozoyik yaşlı birim, Bilecik Penepleni ile Ahı Dağı arasındaki konkav yüzeyli topoğrafya arasında konumlanmaktadır.



Şekil 2.1. Çalışma Alanına ait Temel Örtü Birimleri.

a. Söğüt Metamorfitlelerine ait seriler, b. Sazak formasyonu içerisindeki marnlı ve kireçtaşı birimleri, c. Geyiktepe formasyonu içerisinde yer alan saf kireçtaşı birimleri ve üzerinde gelişen karstik karren oluşumları, d. Torosan formasyonu içerisinde yer alan metamorfik kayaç grupları.

Söğüt Metamorfitleleri; mikaşışt, amfibol, kuvars, şışt ve mermer gibi kayaçlardan oluşur ve kayaç grubu Orta Sakarya Havzasının Yukarı Sakarya alt bölümüne yakınlarında mostra vermektedir. Paleozoyik yaşlı birim, Yenipazar Çayının Sakarya Nehrine açıldığı havza bünyesinde konumlanmaktadır. Yörede yapılan ilk araştırmalarda bu birim Sakarya Karmaşığı şeklinde tanımlanmıştır (Altınlı, 1973). Yörenin güneydoğusunda yer alan bu birime ait metamorfizma bazı lokal yörelerde birden çok metamorfizmaya uğradığı bilinmektedir (Ayaroğlu, 1979). Sarıcakaya Granitoyidi; granit, granodiyorit, diyorit, aplit ve pegmatit daykları gibi minerallardan meydana gelmektedir. Sakarya Havzasının doğu ve batısında mikro alanlarda konumlanan kayaçlar, Devoniyen yaşlı olarak değerlendirilmektedir. Birimin ana yüzlek verdiği alan ise Eskişehir ilinin Sarıcakaya ilçesindedir. Granitoyidin sahada kırmızı, yeşil ve mavi renk tonlarında yüzlekler verdiği bilinmektedir (Demirkol, 1977).

Sazak Formasyonu; metatüf, fillat, şışt, mermer ve rekristalize kireçtaşı mineral ve kayaçlarından meydana gelmektedir. Bilecik penepreninin batısında ve Pazaryeri alt havzasında yüzlek veren birim, yeşilimsi ve sarımsı renkleriyle ayırt edilmektedir. Kalabak grubunun bir alt üyesi olarak bilinen formasyon, metatüf mineralleriyle dikkat çekmektedir. Birimin yaklaşık olarak

1000-2000 metre arasında bir kalınlığa sahip olduğu bilinmektedir (Kandemir, Pehlivan, Kanar, Tok, & Çakır, 2014, s. 9). Birimin çalışma alanı doğusunda yer alan Yenipazar Formasyonu ile uyumsuz bir geçiş gösterdiği dikkat çekicidir. Torosan Formasyonu içerisinde; fillat, şışt, metavolkanik ve mermer gibi mineral ve kayaçlardan meydana gelmektedir. Bozüyük'ün kuzeydoğusunda, Pazaryeri ilçesinin kuzeyinde ve Bilecik merkez ilçenin güneybatısında mostra vermektedir. Birim gri, grimsi, yeşilimsi kahverengi renklerde olduğu ve foliasyon gösterdiği bilgisi ile yapının 500-750 metre arasında kalınlığına sahip olduğu unsurları değerlendirilmektedir (Kandemir, Pehlivan, Kanar, Tok, & Çakır, 2014). Devoniyen yaşlı birim, penepren ve dağlık ünitelerde konumlanmasıyla ilgili jeomorfolojik birimlere etki göstermektedir. Sarıcakaya Graniti içerisinde; granit, diyorit ve aplit dayklardan meydana gelmektedir. Karbonifer yaşlı olan kayaç grubu, Devoniyen yaşlı granit birimiyle aynı jeo-kimyasal özellikleri sağladığı görülse de mineralojik açıdan farklılıkları bünyesinde barındırmaktadır.

Sakarya Graniti içerisinde granit, metagranit ve aplit dayk gibi kayaç grupları bulunmaktadır. Karbonifer yaşlı olan birim, Bozüyük'ün kuzeyinde ve Karasu Çayının Mezitler Deresiyle birleştiği yörenin kuzeydoğusunda kayaç mostra vermektedir. Granitlerde yapılan radyometrik yaş analizlerinde 295 Ma bulunmuştur (Sarıfakıoğlu, 2011, s. 5). Orhaniye Formasyonu içerisinde; konglomera, kumtaşı, kil taşı, marn, mercekli kireçtaşı gibi unsurlar yer almaktadır. Permiyen yaşlı birim, Göksu Çayı Havzasının aşağı çığırında vadi tabanına yakın olan kayaç grubu, sarımsı, pembemsi ve beyazımsı renklerle ayırt edilmektedir. Birim bünyesinde yer yer denizel fosiller bulunmakta ve formasyonun kalınlığının 150- 200 metre kadar olduğu değerlendirilmektedir (Kandemir, Pehlivan, Kanar, Tok, & Çakır, 2014, s. 11). Karatepe Formasyonu içerisinde; kumtaşı, kiltası, yer yer permiyen kireçtaşı ve metakumtaşı mineralojik birimleri bulunmaktadır. Permiyen-Triyas yaşlı kayaç topluluğu; türbidit fasiyesler ve pelajik kireçtaşı gibi birimleri de bünyesinde barındırmaktadır. Araştırma sahasının kuzeydoğusundaki Üyük-Aktaş Platoları üzerinde yüzlek veren birim yoğun kireçtaşı içermektedir. Bu oluşumlar birimin uzun süre derin deniz ortamında şekillendiğinin ve kıyı bölgelerde şekillendiğini göstermektedir. Sakarya Havzasında çökelen jeolojik birimler, havza çökelişi ve derin deniz ortamlarının paleocografik açıdan nasıl etkilendiği işaret etmesi açısından önemlidir. Bölgeye yakın bir konumda olan Mudurnu ve Gölpazarı çevresindeki eski bir çalışmada bu oluşumun detayları hipoteze göre doğru orantılıdır (Saner, 1980).

Gökçekaya Formasyonu içerisinde; şişt, fillat ve metabazik lav gibi kayaç grupları yer alır. Permian-Triyas yaşlı olan birim Sakarya Havzasında İnhisar ve Küre arasında mostra vermektedir. Bu yörede Eğriköy ve İnhisar mermerleri şeklinde iki alt üyeden meydana geldiği bilinmektedir (Duru, Gedik, & Aksay, 2002). Karakaya Formasyonu içerisinde; arkozik kumtaşı, metakumtaşı, şeyl ve çamurtaşı gibi mineral ve kayaç grupları kümelenmektedir. Triyas yaşlı olan birim Batı Anadolu coğrafya üzerinde tartışmalı yaş, konum ve yapıya sahiptir. Erzincan'dan Edremit Körfezine kadarki alanda mostra veren birim, kompleks bir kireçtaşı malzemesinden meydana gelir. Araştırma alanında Bilecik platosu, Göksu Çayı Havzası ve Bozüyük platoları üzerinde yer yer geniş kireçtaşı kümeleri şeklinde mostra vermektedir. Birim Bahçecik ve Kendirli köyleri yakınında Çal Formasyonu ile yanıl geçiş özeliği sergilemektedir (Kandemir, Pehlivan, Kanar, Tok, & Çakır, 2014, s. 14). Çal Formasyonu bünyesinde; spilitik bazalt, kumtaşı, aglomera ve tuf gibi minerolojik unsurlardan meydana gelmektedir. Triyas yaşlı olan birim, Bahçecik, Abadiye, Künceğiz, Karaağaç ve Pelitözü yerleşmeleri yakınında mostra vermektedir. Mehmetalan Formasyonu içerisinde; yeşil renkli tuf serileri, bazalt ve diyabazlardan oluşan minerolojik unsurlar yer alır. Triyas yaşlı olan kayaç grubu, Pazaryeri ilçesinin kuzeybatısındaki Nazıfpaşa ve Bahçesultan yerleşmeleri yakınında geniş bir yayılım sağlamaktadır. Geyiktepe Formasyonu içerisinde; mermer, amfibol, şişt ve kalkşişt gibi kayaç grupları yer almaktadır. Üst Triyas- Alt Kretase yaşlı olan birim, Bilecik'in güneybatısında geniş bir alanda yüzlek verir. Dodurga karst bölgesinde geniş bir alanı kaplayan jeolojik formasyon, aynı zamanda Eskişehir-Trakya fayının atım yaptığı sahanın da güneybatı yönünde yer almaktadır. Açık giri renkli ve iyi yapraklanma gösteren kayacda 200 metrelik bir kalınlığın olduğu da düşünölmektedir (Sarıfakıoğlu, 2011, s. 8).

Bayırköy Formasyonu içerisinde; kıltaşı, kumtaşı, konglomera, ammonitli killi kireçtaşı gibi mineral, fosil ve kayaç grupları yer almaktadır. Liyas yaşlı olan bu özel kayaç grubunda paleontolojik unsurların varlığını ilk kez (Alkaya, 1982, s. 35) dile getirmiş ve Bayırköy ile Günöören (Günüvıran) kırsal yerleşmesi arasında paleontolojik birimlerin varlığına değinmiştir. Kırmızımsı, sarımsı ve bej renklere görünüm sergileyen jeolojik formasyon, killi yoğunluğuyla dikkat çekicidir. Birim sahada 50-800 metre arası kalınlık arasında olduğu, altta Karakaya karmaşığı ve üzerinde ise Bilecik Kireçtaşı birimlerinin yer aldığı düşünölmektedir. Günöören köyünün güneybatısında yer alan olistostrom yapılı kireçtaşı blokları ve yüzlek veren Bayırköy formasyonu açısız uyumsuz bir tabakalanma gösterdiği dikkat çekicidir. Yenipazar Formasyonu içerisinde; konglomera, kumtaşı, silttaşı, kıltaşı, tuf ve kireçtaşı birimleri bulunmaktadır. Albiyen yaşlı

olan formasyon Bilecik Kireçtaşı ve Kızılçay Formasyonu arasında yer alır. Birim Bilecik ilinin kuzeydoğusunda geniş bir alanda yüzlek vermektedir. Formasyonun ilk kez adlandırılmasında (Saner, 1980) etkili olmuştur. Sakarya Zonu'nun yakınında yer alan birimde türbidit akıntılarının ve istiflerinin varlığı bilinmektedir. Birim 750-1500 metre kalınlığında olduğu değerlendirilmektedir (Kandemir, Pehlivan, Kanar, Tok, & Çakır, 2014, s. 18). Bilecik Kireçtaşı Birimi içerisinde; kireçtaş ve neritik kireçtaşı bulunmaktadır. Birim allokton bir şekilde Sakarya Zonu ve kıta yamacındaki sığ denizel ortamda şekillenmiş olup arazide Bilecik Penepleni, İlmece Dere havzası ve Yenipazar Çayı havzasında gözlemlenmektedir. Birim ilk kez (Altınlı, 1973) tarafından ele alınmış, çeşitli fosil kavkalarına sahip olduğu fikri gelişmiştir. Şelf sahasında çökelen birimin yer yer 500-750 metre kalınlığına sahip olduğunu değerlendirmek mümkündür. Köyiçi Formasyonu içerisinde; mikrit, çört ve kalsitürbidit kayaçlarından meydana gelmektedir. Jura-Kretase yaşlı olan birim bej rengiyle ve yumru serilerle dikkat çekicidir. Oolitik kireçtaşları içerisinde yer alan farklı denizel fosillerin olduğu yapı, araştırma sahasının güneyindeki Bozüyük Ovası yakınında yüzlek vermektedir (Harita 2.5). Devlez Formasyonu içerisinde; şışt, amfibol, mermer ve fillat gibi mineral ve kayaçlardan meydana gelmektedir. Üst Kretase yaşlı kayaçlardan meydana gelen birim, Dodurga ve çevresinde yüzlek vermektedir. Açık ve bej renkli mermerlerden meydana gelen kayaçların üzerinde yüzey karstının mikro şekillerinin gelişim gösterdiğini söylemek mümkündür.

Abant Formasyonu içerisinde; bloklu konglomera, kumtaşı, silttaşı ve marnlı birimler yer almaktadır. Paleosen yaşlı olan kayaç araştırma alanının en kuzeyinde yer alan Oğulpaşa yerleşmesi ve Samanlı Dağlarının üzerinde mostra vermektedir. Sarımsı gri, mor ve kahverengi renklerde gelişim gösteren kayaçları sığ sularda çökelim gösteren neritik kireçtaşlarından ve olistrom yapılarından oluştuğu da bilinmektedir. Arazide Abant Formasyonun güneyinde yüzlek veren Cambazkaya Olistostromu birimim şelf sahasında çökeldiğini ve eski bir kıta yamacında yer aldığını işaret etmektedir. Kızılçay Formasyonu içerisinde; konglomera, çamurtaşı ve kumtaşı gibi birimler yer almaktadır. Alt Eosen yaşlı olan kayaç topluluğu genellikle kırmızı renkli karasal malzemelerden oluşmaktadır. Birim ilk kez (Eroskay, 1965) belirlemiştir. Kayaç, Gölpazarı'nın kuzeyinde Kızılçay Vadisi bünyesinde mostra vermiştir. Halidiye Formasyonu içerisinde; kilttaşı, marn, türbidit kumtaşı ve kireçtaşı gibi kayaçlardan meydana gelmektedir. Orta Eosen yaşlı olan birim araştırma sahasının kuzeydoğusunda mostra vermektedir. Bölgede türbidit akıntılarının ve eski kıta yamacının varlığını ilk kez ortaya çıkaran (Saner, 1980) yapı içerisinde özellikle kumtaşı

biriminde nummulitik fosillerin olduğunu tespit etmiştir.

2.2. Tortul Örtü Birimleri

Güvenç Formasyonu içerisinde; kireçtaşı, konglomera, kumtaşı, marn, ve yer yer volkanit birimlerden meydana gelmektedir. Orta Eosen yaşlı olan birim araştırma sahasının güneydoğusunda mostra vermektedir. Birim şelf çökme ortamında ve bünyesinde fosillerin bulunduğu önceki araştırmalarda dile getirilmiştir (Duru, Gedik, & Aksay, 2002, s. 27). Gemiciköy Formasyonu içerisinde; kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı, marn ve konglomera gibi geçiş fasiyesleri bulunmaktadır. Birim kendi içerisinde yer yer çapraz tabakalanma ve kötü boylanma göstermektedir. Üst Eosen-Alt Miyosen yaşlı olan birim içinde kuvaterner yaşlı açısız uyumsuz tabakalanma görülebilmektedir. Birimin yaklaşık olarak kalınlığı 225 metre kadar olduğu dile getirilmiştir (Duru, Gedik, & Aksay, 2002, s. 27). Gemiciköy yerleşmesi yakınlarında yer alan formasyon karasal çökellerden ve yer yer Yenipazar Havzasından taşınan görsel malzemelerden oluşmaktadır. Karaköy Volkaniti, bazaltik andezit bileşimli lavlardan meydana gelmektedir. Araştırma alanında Camiliyayla ve Dodurga güneybatısında yüzlek veren birim, Miyosen yaşlı çökellerden oluşmaktadır. Birim üzerindeki volkanik çökellerde kahverengimsi bazalt bileşimi dikkat çekicidir.

Toprakdere Formasyonu konglomera, kumtaşı, ve sitli birimlerden meydana gelmektedir. Jeolojik birim Yarhisar, Gümüşdere, Günyurdu, Küçükemmalı ve Ericcek köyleri ve çevresinde yayılış göstermektedir. Kırmızımsı ve sasımsı renklerde olan birim yörede çömlek yapımı ve üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır. Birim kalınlığı 150 metre kadar olduğu araştırılmıştır (Kandemir, Pehlivan, Kanar, Tok, & Çakır, 2014, s. 31). Orta Üst Miyosen yaşlı birimin akarsu çökellerinden meydana geldiği düşünülmektedir. Porsuk Formasyonu, araştırma sahasının güneyinde marnlı, jipsli, killi, çamurtaşı ve kumtaşı gibi malzemelerinden meydana gelmektedir. Gölsel ve yer yer akarsu çökellerinden meydana gelen jeolojik birimin yaşı Üst Miyosen- Pliosen olacağı düşünülmektedir (Kandemir, Pehlivan, Kanar, Tok, & Çakır, 2014, s. 23). İnegöl Formasyonu, konglomera, kumtaşı, çamurtaşı, marn, kilitaşı ve kireçtaşı gibi birimlerden meydana gelmektedir. Birim İnegöl ovasında, Balçıkhisar, Düzmeşe, Avdan, Beşevler köyleri gibi lokasyonlarda yüzlek vermektedir. Kötü boylanma gösteren ve yamaç molozlarıyla birleşen birim, tabakalı ve laminalı bir yüzeyde yer alır. İnegöl formasyonu kalınlığının 300 metre olduğu dile getirilmiştir (Kandemir, Pehlivan, Kanar, Tok, & Çakır, 2014, s. 31). İnegöl formasyonu özellikle

Bilecik ilinin kuzeyinde Geç Miyosen karasal çökellerden meydana geldiği bilinmektedir. Üst Miyosen yaşlı birim içerisinde karasal, gölssel ve yamaç molozları yer almaktadır. Örencik Formasyonu, Bilecik ilinde yer alan en genç çökellerdendir. Birim içerisinde konglomera, kumtaşı, çamurtaşı ve kumtaşı ardalanması yer alır.

Bilecik il sınırı içerisinde yer alan Akköy ve İnhisar ilçe merkezi yakınlarında yüzlek veren yapı, Sakarya havzasında taraça ve geçiş fasiyeslerine malzeme oluşturmuştur. Pliyosen yaşlı birimde kötü boylanma ve alttan üste doğru siltasyon dikkat çekmektedir. Çapraz tabakalanma gösteren formasyon merceksi tabakalanmaya maruz kalmıştır. Birim akarsu boylarında ve karasal çökellerle meydana geldiği düşünülmektedir. Pliyo-kuvaterner çökelleri, Kuvaterner yaşlı Eski Alüvyon birimleri, Kuvaterner yaşlı Yamaç Moluzu (Yelpazeleri) Birimi ve Kuvaterner yaşlı Güncel Alüvyon Birimler ise özellikle sahanın genç arazilerinde yüzlek vermektedir (Şekil 2). Sedimentasyon sürecinin yoğun olduğu akarsu havzalarında, erozyon sahalarında ve yerçekimine bağlı olarak gelişen kaya düşmelerinin gözlemlendiği sahalarda Kuvaterner yaşlı bu birimler dikkat çekici özellikte mostralara vermektedir. Alüvyal çökeller ikinci bölümde yer alan jeomorfoloji başlığı altında havza bazından daha ayrıntılı ele alınmıştır.



Şekil 2.2. Çalışma Alanına ait Örtü Birimleri.

a) Sakarya Nehri yakınlarında yer alan Kuvaterner çökelleri sucul ortamlarda çökelmiştir, b) Akköy ve İnhisar yakınlarında Örencik formasyonuna ait birimler yüzlek vermektedir, c) Sakarya Havzasında yer alan yamaç döküntüleri ve vadi tabanında yer alan Kuvaterner yaşlı çökeller yörede tarımsal faaliyetlerde kullanılmaktadır, d) Sakarya Nehrinin krevas depoları ve çevresinden gelen sedimentler yörede dağiči ovalarını meydana getirmektedir.

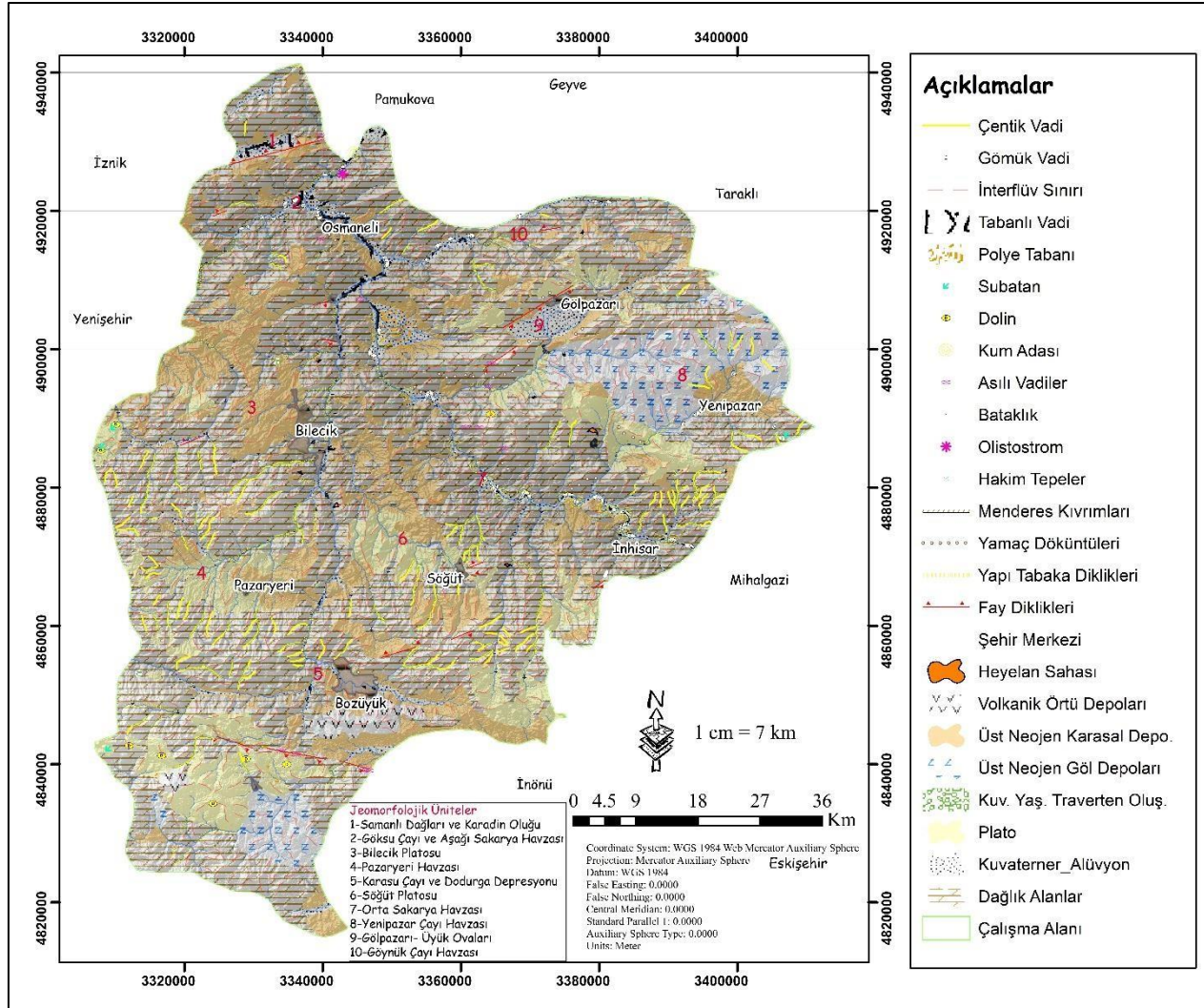
3. Bilecik İlinin Jeomorfolojik Özellikleri

Türkiye'nin en önemli akarsularından birisi olan Sakarya Havzası içerisinde kalan Bilecik ili, Marmara Bölgesinin güneydoğusundaki jeomorfolojik birimlerce etkin bir biçimde şekillenmiştir. Sakarya Havzası bünyesinde yer alan il toprakları ana jeomorfolojik birimler bakımından genel hatlarıyla; Orta Sakarya Havzası, Göynük alt havzası, Karasu havzası, Göksu havzası, İznik Depresyonu havzası, Pazaryeri havzası ve Bozüyük alt havzalarından meydana gelmektedir. Bilecik ili kuzeyden ve güneyden tektonik hatlarla sınırlanmış ve merkezi kesiminde yer alan Sakarya Nehri ile karasal çökellerle tarafından karakterize edilmektedir. Neojen ve Kuvaterner yaşlı çökellerin jeomorfolojik anlamda genç oluşumları meydana getirmektedir ve il bünyesinde sınırlı alanlarda yayılış göstermektedir.

İl genelinde genç jeomorfolojik birimler havza tabanları ve çevresinde konumlanırken, daha yaşlı birimler denüdasasyona bağlı olarak daha üst havzalarda yayılış göstermektedir. Paleocoğrafik gelişime bağlı olarak çeşitli jeolojik dönemlerde farklı morfolojiler gelişmiştir. Gerek allokon ve

gerekse otokton birimlerin üzerinde meydana gelen morfoloji, havzada dinamik süreçlerin etkili olduğunu ve polisiklik ile polijenik karakterlerin baskın rol oynadığını kanıtlamaktadır. Çalışma alanında yer alan tektonik uzanımlar, akarsu havzaları ve Neojen sonrası gelişen karasal çökeller Bilecik ilinin kabaca ana morfolojik uzanımlarını belirlemiştir. Özellikle kırıntılı karasal çökeller zamanla meydana gelen tektonik etki ve akarsu faaliyetlere bağlı olarak denüdasasyona maruz kalmıştır. Günümüzde dar ve parçalı bir alanda yayılış gösteren bu çökeller, jeolojik, jeomorfolojik ve ekonomik açıdan son derece önemli birimlerdir.

Büyük jeomorfolojik birimler diye ifade edebileceğimiz dağlar, platolar, ovalar ve neojen çökellerin yanı sıra; heyelan izleri, yapı ve tabaka uzanımları, kanyonlar, menderes kıvrımları, vadi tipleri, karstik birimler ve diğer mikro şekiller jeomorfolojik şekillerin önemli ipuçlarıdır. Çalışma alanındaki coğrafi yörelerin kendi içerisinde farklı morfolojik birimlere ayrılması mümkündür. Özellikle dağlık, plato ve ova tabanı şeklindeki bir tasnif genel jeomorfoloji çalışmalarında olmazsa olmazdır. Ancak çalışma alanındaki parçalı morfoloji bu şekilde basit bir sınıflandırmayı geride bırakmaktadır. Kendi içerisinde daha mikro ölçeklerde ele alınması gereken jeomorfolojik üniteler, havza bazında değerlendirmesi ve çalışmaya katkı sağlaması bakımından daha sağlıklı bir yaklaşım olacaktır. Bu açıdan değerlendirilen çalışmada kabaca 10 alt jeomorfolojik birim ele alınmıştır. Bu jeomorfolojik alt birimler; Samanlı Dağları-Karadin Oluğu, Göksu Çayı-Aşağı Sakarya Havzası, Bilecik Platosu, Pazaryeri Havzası, Karasu Çayı-Dodurga Depresyonu, Söğüt Platosu, Orta Sakarya Havzası, Yenipazar Çayı Havzası, Gölpaazarı-Üyük Ovaları ve Göynük Çayı Havzası şeklindeki alt birimlere ayrılmıştır.



Harita 2.5. Bilecik İlinin Jeomorfoloji Haritası.

Samanlı Dağları ve Karadin Oluğu

Bilecik ilinin en kuzeyinde Samanlı Dağları (1601 metre) yer almaktadır. Samanlı Dağları Güney Marmara sahillerini D-B uzantısında yayılış gösterdikten sonra, İznik Gölünün kuzeyindeki kıyıları kat ederek Pamukova Depresyonuna doğru uzanmaktadır. Samanlı Dağı'nın kuzeydoğu bölümleri Bilecik ili sınırlarında yer alıp, morfolojik açıdan da değerlidir. Samanlı Dağlarının güneyinde Karadin oluğu ve Katırlı (Avdan) Dağı bulunmaktadır. Katırlı Dağı, Karadin oluğuna paralel uzanım sağlamakta ve hakim tepeleri ise basık bir görünüm sergilemektedir (Şekil 2.3). Karadin oluğunun güneyinde yer alan bu tepelik alanların geneli neojen karasal çökellerden meydana gelmekte ve hafif dalgalı aşınım yüzeylerden oluşmaktadır.

Dağlık alanın zirveye yakın bölümleri göreceli olarak üst-orta ve alt miyosen, geçiş fasiyeslerinin bulunduğu bölümlerde ise pliosen aşınım yüzeyleri dağılıp sergiler (Harita 2.5). Karadın oluşunun kuzeyinde paleosen yaşlı konglomera, kumtaşı, silt taşı ve marnlı birimler yer alırken; güneyindeki platoluk alanda ise albiyen yaşlı konglomera, kumtaşı, silttaşı, kiltası, tuf ve kireçtaşı birimleri mostra vermektedir (Harita 2.5). Katırlı Dağlarının güneyinde yer alan Bereket köyü ve çevresine karasal neojen çökeller daha geniş alanlarda dikkat çekmektedir. Karadın oluşu üzerinde muhtemelen pleyistosen döneminin serin-nemli devresinde akarsu şekillenmesi yer almış ve günümüzdeki yayvan ve dolgulu vadi sistemini geliştiği bilinmektedir. Karadın oluşu ve Katırlı Dağını ayıran yamaçlar Kuzey Anadolu Fayı'nın güney kolu tarafından deformasyona maruz kalmıştır ve bu yörede fay morfolojisine ait kalıcı izler bırakmıştır. İznik Gölü çanağı, batıda Gemlik Körfezinden, doğuda Geyve-Pamukova çöküntü alanına kadar uzanan tektonik çukurlar dizisi içindedir (İzbırak, 1972). Pamukova ile Karadın oluşu arasında yer alan doğu yönlü yamaçlar üzerinden listrik faylar dikkat çekmektedir. Kademeli bir şekilde uzanım gösteren bu fay doğrultusunda yer yer 150-200 metreler arasında atım bulunur. Karadın oluşu üzerinden İznik Gölü havzasına açılan fay, İznik Gölü güneyindeki yamaçlarda fay aynası morfolojisi sergiler ve bu yörede iki farklı tabaka arasında milonit zonların yayılmasına olanak vermektedir. Karadın oluşu kuzeyinde yer alan Samanlı Dağları kütesini doğrudan kesen bir fay çizgiselliği bulunmasa da bölgesel jeoloji açısından Kuzey Anadolu Fayının kuzey koluyla ilişkisi yüksektir. Bu nedenle Karadın oluşu ve İznik Gölü Depresyonu graben tabanında olması muhtemeldir. İznik Gölü havzası üzerinde yapılan sondaj çalışmalarında 4,5 metre derinlikte turba katmanı tespit edilmiş ve sonrasında yapılan C14 yaşlandırma tekniğiyle birimin 5750 yıl öncesine ait olduğu değerlendirilmiştir (Kayan, 1993, s. 9). Jeolojik anlamda Pliyosenden bu yana sedimantasyon süreçlerinin etkin olduğu bilinmektedir. Yapılan çalışmada depresyonun en net Erken Kalkolitik dönemden günümüze kadar sediment aldığı nitelendirilmiştir.



Şekil 2.3. Samanlı Dağları ve Karadin Oluğuna ait morfolojik Birimler.

a. Kuzey Anadolu Fayının güney kolu üzerinde konumlanan Çerkeşli Gölü b. Karadin Oluğu doğusunda yer alan listik fayların topoğrafya üzerindeki yansımaları c. Oğulpaşa Ovasına kuzeybatıdan bakış d. Karadin Oluğu güneyinde Üst Neojene ait karasal çökeller.

Çerkeşli Gölü ile Gemlik ilçesinin doğusunda yer alan Garsak Boğazı arasındaki uzanımda yer alan graben kabaca 64 km kadardır. Grabenin doğudan batıya doğru ortalama eğimi 0,70 iken, maksimum eğim değerlerinin ise 5,70 olduğu hesaplanmıştır. Neotektonik dönem itibariyle Çerkeşli Gölü doğusunda yer alan genç listik karakterli fay morfolojisi dikkat çekicidir. Gerek kuzeydeki Samanlı Dağlarından gerekse güneyde yer alan Katırlı Dağından Karadin oluğu üzerine gelen mevsimsel karakterdeki akarsular malzemelerini yamaç molozu şeklinde biriktirmeye devam etmektedir. Akçapınar köyü önlerinde yer alan yamaç molozları diğer lokasyonlara göre daha büyük olduğu ve havzada geçiş fasiyesi olan bu oluşumların daha genç olduğunu işaret etmektedir. Yörede deprensellik üzerine yapılan çalışmalarda paleosismolojik hendek çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda Beşevler lokasyonunda 16 metre uzunluğunda ve 2,5 metre genişliğinde hendek; Bereket köyü kuzeyindeki lokasyonda ise 14 metre uzunluğunda ve 4 metre genişliğinde hendek açılmıştır (Barka, 1993). Hendek çalışmalarında alüvyal yelpazelerin faylanmaya bağlı olarak etkilendiğini işaret etmektedir. Çalışma alanının yakınındaki Mecece üzerinde yer alan hendek çalışmalarında fay denetimli, kapan sırtı, ötelenmiş dere yatağı, alüvyal yelpaze ve yamaç çökelleri ile şekillenen bir morfoloji üzerinde açıldığı değerlendirilmiştir (Akyuz, Zabcı, Aksoy, Doğan, & Tıgılı, 2015).

Katırlı Dağlarının güneyinde ve Göksu Çayı arasında kalan morfoloji tipik bir plato görünümünde olup, neojen karasal dolgulara ait fasiyesleri içerir. Kuzeyde yer alan Samanlı

Dağlarının üzerinde (Oğulpaşa-Adliye) flüvyal ve tektonik etkiye bağlı olarak ikinci bir ova fasiyesi gelişmiştir. Oğulpaşa Ovası kendi içerisinde su ekosistemi ve bataklıklar içermekte ve çevresindeki yüzey şekilleriyle birlikte tipik bir plato varlığını da beraberinde getirmektedir. Ova, D-B doğrultusunda uzanım göstermekte ve batıdan doğuya doğru 7 km kadar bir bölgede yer almaktadır. Bu bölgede batıdan doğuya doğru ortalama eğimi $m= 2,01$ iken, maksimum eğim değerlerinin ise $m=11,40$ olduğu hesaplanmıştır. Karadın oluşu üzerinde yer alan grabenin doğudan batıya doğru eğimlenmesi ve Samanlı Dağları üzerinde yer alan Oğulpaşa Ovasında ise bu yönelimin batıdan doğuya doğru şekillenmesi, jeomorfolojik gelişim ile bölgesel tektonik açıdan önemli ipuçları sunmaktadır.

Göksu Çayı ve Aşağı Sakarya Havzası

Göksu Çayı Sakarya Havzasının büyük ölçekteki alt havzalarından birisidir. Göksu Çayı güneyden Domaniç Dağları, batıdan Uludağ, kuzeyden Avdan Dağı ve doğudan ise Ahı Dağı ile çevrilidir. Havzanın tabanında İnegöl Ovası, Yenişehir Ovası ve Osmaneli Ovası yer almaktadır. Göksu, Bilecik il sınırlarına ulaştığında Hayriye (Bursa) köyü kuzeydoğusunda derin bir kanyona girmektedir. Kanyon içerisinde menderesler çizen akarsu, Dereyörük ve Orhaniye köyünün kuzeyine kadar dar ve derin bir görünüm sergilerken, Düzmeşe Köyü ve Sakarya Nehri ile kavuştuğu alana kadar dağ içi ovası manzarasındadır. Göksu Çayının her iki sahil bandı üzerinde kalloviyen yaşlı kireçtaşı ve triyas yaşlı bazalt, kumtaşı ve aglomera birimleri yer almaktadır (Harita 2.5).

Göksu Çayının Sakarya Nehri ile kavuştuğu alanın kuzeyinde geniş plato sahası karasal kökenli neojen çökeller ve dağlık birimlerden meydana gelmektedir. Dağlık alan içerisinde yer alan genç faylar kireçtaşı birimleri arasında asimetrik vadi tipleri meydana getirmiştir. Bu asimetrik vadilerden birisi olan Arapuçtu, faylanmaya bağlı olarak kısa mesafede kanyon ve bünyesinde fay aynaları oluşturmuştur. Arapuçtu Kanyonu bünyesinde fay dikliklerine bağlı olarak cep şeklinde gelişen genç mağara sistemleri bulunmaktadır. Avdan Dağları ve güneydeki Arapuçtu Kanyonu arasında kalan sahada mevsimlik akarsular neojen karasal dolguları aşındırarak Karadın Oluğu ve Göksu Çayı havzasına sediment taşınımı yapmaktadır. Karasal çökeller erozyona bağlı olarak alt havzalara taşınırken, kısa mesafede değişen akarsu yatakları faylanmaya bağlı olarak kapma olayına yakalandığı bir bölge olarak nitelendirilmelidir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Göksu Çayı ve Aşağı Sakarya Havzasına Ait Morfolojik Birimler.

a.Göksu Çayına Dereyörük köyü güneybatısından bakış b. Göksu Çayının güneydoğusunda konumlanan Belenalan köyü yakınlarındaki erozyon c.Göksu Çayı kuzeybatısında yer alan Bilecik Kireçtaşı blokları üzerindeki faylanma sonucu oluşan cep mağaraları d.Paşalar Boğazı kuzeyi Aşağı Sakarya Ovasının morfolojik sınırı olarak bilinir ve Osmaneli Dağı Ovasına güneydoğudan bakış.

Bilecik Platosu

Bilecik platosu batısında Yenişehir Ovası, kuzeyinde Göksu Çayı, doğusunda Orta Sakarya Havzası ve güneyinde ise Pazaryeri havzası ile sınırlanmaktadır. Bilecik platosu, Bilecik il merkezinin de yer aldığı akarsular tarafından aşınan ve gerisinde kaldığı hafif dalgalı düzlüklere karşılık gelmektedir. Platonun ortalama yükselti aralığı 400-550 metreler arasında değişmektedir. Plato üzerinde 1000 metreye varan tepelik alanlar ve 400 metrenin altına düşen vadi tabanlarına rastlanmaktadır.

Platonun güneyinde yer alan Paleozoyik yaşlı Kapaklı Tepe (1243 m) bölgenin en yüksek yeridir ve kuzeye doğru bu yükselti ve eğim kademeler halinde azalmaktadır. Plato yüzeyindeki akarsular batıda Yenişehir Ovası ve Göksu Çayına sediment taşıırken, doğusunda yer alan akarsu hatları ise Orta Sakarya Havzası ve Karasu Çayına ulaşmaktadır. Bilecik platosu üzerinde neojen karasal çökeller, alüvyonlar, dağlık alanlar, çentik vadiler, gömük vadiler, faylanmaya bağlı olarak gelişen yamaç tipleri, karstik birimler ve omurgasız fosil izlerine rastlamak mümkündür. Bilecik platosu kuzeyinde yer alan Beyce, İlyasça, Balçıkhisar, Erkoca, Karaağaç, Çukurören, Pelitözü,

Künceyiz ve Bahçecik yerleşmeleri yakınlarında neojen karasal çökeller yayılış göstermektedir (Şekil 2.5).

Çökeller çevresinde bölgesel açıdan geniş bir alanı kaplayan Bilecik Kireçtaşı jeolojik anlamda yöreyi sınırlandırmaktadır. Bölgede Kapaklı Tepe (1243 metre), Karadağ (507 metre), Kapaklı Tepe (1243 metre), Arpadere Tepe (1029 metre) ve İkizce Tepe (1003 metre) gibi dağlık alanlardan yer almaktadır. Bu tepelik alanlar genel hatlarıyla yöreyi güneyden sınırlandırırken, kuzeye doğru akarsu faaliyetlerine yön vermiştir. Yöre içerisinde yer alan mevsimlik akarsular ve yan kollar genç evre vadi sistemlerine karşılık gelmektedir. Vadi tabanı yok denecek kadar az ve vadi sahil bantları “V” şeklinde kalmış bu vadi sistemleri; Kapaklı Tepe kuzeyinde, İkizce Tepe kuzeydoğusunda, Girdap Dere kuzeyinde, İlmece Dere kuzeybatısında ve Hamsu Dere kuzeydoğusunda dikkat çekmektedir. Bölgede alüvyal çökeller sınırlı alanlarda yayılış göstermektedir. Girdap Dere Havzasında ve Karasu Çayı bünyesinde genç alüvyal çökeller yayılış göstermektedir. Girdap Dere havzası kabaca KD-GB yönünde uzanım göstermekte ve güneydoğu bölümünde normal faylarca kesilmiştir. Bu fay hattı üzerinde fay aynaları dikkat çekici bir şekilde gözlemlenmektedir. Girdap Dere havzası çevresine yer alan Devoniyen yaşlı Bilecik Kireçtaşı içerisinde fillat, şist, mermer, rekristalize kireçtaşı ve Triyas yaşlı Karakaya Formasyonu içerisinde arkozik kumtaşı, metakumtaşı, şeyl ile çamurtaşı kayaları yer almaktadır. Girdap Dere havzası tabanında yer alan genç kuvaterner çökelleri Kapaklı Tepe, İkizce Tepe ve Ulupınar yakınlarından kaynağını alan akarsular tarafından taşınan malzemelerle dolmuştur.



Şekil 2.4. Bilecik Platosu üzerinde yer alan Morfolojik Birimler.

a. Bilecik Platosu üzerinde yer alan Balçıkhisar köyü yakınlarındaki plato yüzeyi, b. Bilecik Platosu üzerinde yer alan Hamsu Dere havzası ve Dereşemşettin Köyü yakınlarından bir görünüm c. Bilecik Platosu üzerindeki karstik bölgede gelişen genç (lapy) karren oluşumları d. Bilecik Platosunun kuzeyinde yer alan Günüören köyü kuzeydoğusundaki Bilecik Kireçtaşı biriminde meydana gelen karstik mağara gelişimi.

Girdap Dere havzasının kuzeydoğusunda yer alan saha Hamsu Dere, Borçak Dere ve İlmece Dere bölgesinde akarsu kapma gücüne bağlı olarak havza sınırını belirlemiştir. Bu sahada meydana gelen kapma yörenin kayaç yapısı hakkında ipuçları sunmaktadır. Faylanmaya bağlı olarak gelişen yamaç tipleri asimetrik görünüm vermektedir. İlmece Derenin Kınık-Ayvacık arasındaki kesiminde, Kanalar Derenin Gökpınar-Vezirhan arasında, Girdap Derenin Abadiye-Koyunköy arasında, Hamsu Derenin Selöz-Bilecik merkez ilçe arasında ve Sorgun Derenin Kapaklı-Küplü yerleşmeleri arasında gömük menderesli vadiler ve faylanmaya bağlı gelişen topografyalar dikkat çekicidir. Karstik birimler Bilecik Platosu üzerinde sınırlı bir alanda olgun şekiller sunmaktadır. Karstlaşmaya bağlı meydana gelen aşınım şekilleri plato üzerindeki Bilecik Kireçtaşı birimleri üzerinde karren (lapy) formunda gözlemlenirken, daha çok yüzeysel akışa ve dissolüsyon hareketine bağlı şekillenmeler mevcuttur (Şekil 2.5). Öte yandan lapy oluşumlarının bu yörenin Girdap Dere çevresinde ve özellikle kuzeybatısındaki plato yüzeyinde gelişim göstermesi, litolojik, klimatolojik, flora ve diğer etmenlere bağlı olarak sağlıklı gelişim göstermesiyle nitelendirilmesi gerekmektedir. Bu plato yüzeyinde düden, erime dolinleri ve küçük galeri formları dikkat çekicidir. Kanalar Dere havzasının yukarı çığırında yer alan tufalar yörenin tektono-karstik özelliklerini

doğrudan sunabilen veriler olarak bilinmelidir. Yöredeki soğuk ve ılık suların litolojik birimler ve bitki kalıntıları karstik unsurlarca birleşerek ayrı bir ekolojik ortam meydana getirmiştir. Çukurören köyünün batısında vadinin her iki sahil bandında yer alan bu tufa oluşumları küçük ölçekte karstik bir yapı platosu meydana getirmiştir. Bilecik Platosu üzerinde yer alan kireçtaşı birimleri üzerinde palocoğrafya açısından son derece önemli olan omurgasız denizel canlı kalıntıları yer alır. Bu birimler Orta Miyosen öncesi coğrafyanın sınırlarını net bir şekilde çizmekte ve yörenin doğa tarihi hakkında derin ip uçları sunmaktadır. Künceyiz köyü ile Abadiye köyü arasında yer alan plato yüzeyinde ikinci jeolojik zamana ait jura dönemine ait arazilerde genellikle 120-130 milyon yıllık olduğu bilinen ammonite fosilleri (yumuşakçalar) geniş bir alanda yüzlek verir. Özellikle Bilecik Kireçtaşı bünyesinde bulunan bu fosil türü 5 mm ile 20 cm arasında değişen genişlikte şekiller dikkat çekmektedir.

Pazaryeri Havzası

Pazaryeri Havzası, Bilecik ilinin batısında yer alır. İnegöl havzası ve Pazaryeri havzası D-B uzanımlı olup, iki havzanın totullarında neojene ait izler bulunmaktadır. İnegöl depresyonu neotektonik süreçte Eskişehir-Trakya Fay zonu ve bölgesel tektonik uzanımları neticesinde çökerken, Pazaryeri havzası yükselmiş ve geniş aşınım yüzeyleri şeklini almıştır. Yükselti açısından 810 metrelerde yer alan Pazaryeri Havzası, Sakarya Nehri'ne açılan Sorgun çayı boğazı ile drene olmaktadır. Havzanın kuzeyinde Kapaklı Tepe (1243 metre), doğusunda Karasu Çayı, güneyinde Ahı Dağı (1322 metre) ve batısında ise Bediralan Tepe (1323 metre) dikkat çekmektedir. Havzanın batısında (İnegöl, Bursa) yer alan ve çalışma alanının güneyinde konumlanan Eskişehir-Trakya Fay zonu yörenin yamaçlarında antitetik fay zonu meydana getirmiş, havzanın paleotektonik dönemde de tabaka duruşlarını etkilemiştir. Ahı Dağının batısında ve Bediralan Tepe doğusunda yer alan vadinin güneyinde asılı vadi profilleri dikkat çekicidir. Bu yöre Ahı Dağının güneyden sınırlandırılan ve muhtemelen miyosenden sonraki süreçte bölgesel yükselimler ve fay bindirmeleriyle tiltlenmiş olmalıdır. Yörenin güneyinde yer alan Bediralan Tepede Sarıdayı Deresi konumlanır ve akarsu ağı Pazaryeri havzasına sediment taşınımı yapmaktadır. Akarsu kaynak noktasında geniş plato yüzeyinde çeşitli yönlerde gelişen su bölümü alanına sahiptir. Neojen arazilerinin büyük bölümü Sorgun Çayı vasıtasıyla Karasa çayına taşınarak, günümüzde havzanın kuzey ve güneyindeki paleozoyik yaşlı aşınım yüzeyleri belirgin bir şekilde yüzlek vermiştir. Bu durum neojen karasal çökellerin havzanın tabanına yakın bölümlerinde kümeler halinde yerleşmesine neden olmuştur. Pazaryeri ilçe merkezi kuzeydoğusunda yer alan ve Sorgun Çayının

orta kesimine yakın bölümlerinde kuvaterner yaşlı alüvyon birimler dar bir alanı kapsamaktadır. Sorgun Çayı'nın Günyurdu Deresiyle birleştiği yörenin kuzeydoğusu ile Ahmetler köyünün kuzeybatısındaki alanda menderes özelliği gösteren akarsu havzası dikkat çekicidir. Sorgun Çayının orta çığırında gömük menderesli bir profil yer alırken bu hattın kuzeydoğusunda dar ve çentik karakterli vadi göstergesi yer almaktadır (Şekil 2.6).



Şekil 2.5. Pazaryeri Havzasında yer alan Morfolojik Birimler.

- a.Pazaryeri Havzasında yer alan Pazaryeri ilçe merkezi ve kuzeyinde yer alan Kapaklı Tepenin güneye bakan yamaçlarından bir görünüm, b.Sorgun Çayının aşağı çığırılar, c.Pazaryeri havzasında yer alan plato morfolojisi, d.Pazaryeri havzasının güneyinde yer alan Ahı Dağı ve çevresi.

Sorgun Çayı'nın yukarı, orta ve aşağı çığırılarında yer alan asimetrik vadi türleri yörenin epijenik karakterli olduğunu işaret etmektedir. Ahı Dağının kuzeydoğusundaki yamaçlardan kaynağını alan Değirmendere Sorgun Çayıyla Ahmetler köyü yakınlarından karışmaktadır. Yörenin kuzeydoğusunda yer alan ve günümüzde akarsu ağı dışında kalan yayvan ve dolgulu Şükranıye alt havzası, kuvaterner çökelleri ile neojen karasal çökellerden meydana gelmektedir. Alt havza Değirmendere'nin avulsiyon sebepleriyle etkilendiği ve havzanın Ahı Dağı güneyindeki Eskişehir-Trakya Fay zonu etkisiyle zayıf ve dirençsiz bir hat olan kuzeydeki Sorgun Çayına doğru tiltlendiğinin göstergesidir. Bölgedeki bir diğer tiltlenme örneği Demirköy yerleşmesinin kuzeyindeki alt havzada olması muhtemeldir. Demirköy yerleşmesi gerisinde yer alan havza batıda meydana gelen tektonik yükselmeler neticesinde geriye doğru aşınımın durmasına ve havzanın

kuzeydoğuya doğru tiltlenmesine olanak vermiştir. Günümüzde güneydeki tiltlenmenin neticesinde kuzeye doğru eğimlenen havza, mevsimlik akışın da kuzeye doğru erişmesine neden olmuştur.

Tüm bu süreçler Pazaryeri havzasının güneydeki tektonik hareketler neticesinde ve havzanın kuzeybatısında daha çok karasal çökellerinin Sorgun Çayı vasıtasıyla taşınımına olanak verdiğini kanıtlamakta, havzanın Miyosen'den günümüze kadarki geçen süreçte denüstasyon alanı olduğunu ispatlamaktadır. Özellikle Pliosen'de Sakarya Nehrinin havzaya yerleşmesiyle, sıcak ve nemli koşullar altında sediment hızı ve yönü kuzeye doğru yoğunlaşmıştır.

Karasu Çayı ve Dodurga Depresyonu

Karasu Çayı Orta Sakarya Havzasının batısında, Bilecik Platosunun doğusunda, Göksu Çayı- Aşağı Sakarya Havzasının güneyinde ve Dodurga karst platosunun güneyinde yer alır. Karasu Çayı Dodurga çevresinden kaynaklanıp kuzeye doğru, Bozüyük, Kurtköy, Bilecik İstasyon vadisi, Vezirhan ve Bayırköy kesiminde Paşalar Boğazının kuzeybatısından Sakarya Nehri'ne ulaşmaktadır. Bu bölge il toprakları içerisinde yer alan en yüksek rakımlı coğrafyadır. Karasu Çayı havzası üzerinde yer alan paleozoyik kayalar vadinin iki sahil bandı üzerinde konumlanmaktadır. Alt Miyosen yaşlı konglomera, kumtaşı ve kireçtaşı birimleri havzanın genelinde yaygın olup, Bilecik Merkez İstasyon vadisinin güneyinde ise granitoid kayalar grupları otokton bir biçimde mostra vermiştir. Karasu Çayı havzasının doğusunda yer alan Söğüt Platosu ile Bilecik Platosu arasında kademeler halinde yamaçlar gelişim göstermiş ve yüzeylerinde denüstasyona bağlı olarak erozyon rölyefi gelişmiştir. Bu alanların başında Kurtköy köyünün kuzeybatısında yer alan Sorgun Derenin yan kolları gösterilebilmektedir. Kurtköy neojen karasal çökellerin yayılış alanı olup, bünyesinde yer alan karasal çökeller Karasu Çayı'nın havzaya yerleşmesinden sonra denüstasyona uğraması ve taşınmasına olanak vermiştir. Kurtköy çevresinde yer alan plato sahası Söğüt Platosunun devamı olup, havzada yer alan birimlerin benzerliği Pazaryeri Havzasında da olduğu gözlemlenmektedir. Bu durum Karasu Çayı'nın Pliosen sonunda havzaya yerleşmesiyle bir dönem bir olan Pazaryeri-Kurtköy havzalarının ayrılmasına neden olduğunu işaret etmektedir. Kurtköy neojen karasal çökelleri flüvyal ve denüstasyon sonucunda taşınması havzanın aynı zamanda dinamik süreçlere etken olduğunu da göstermekte, jeomorfolojik birimlerin yenilenme süreçlerini de etkilemektedir. Karasu Çayının güneyinde yer alan Bozüyük Ovası aynı zamanda İnönü Ovasından bağımsız olarak düşünülse de tektonik rejimli bir karakter sergilediği bilinmelidir. Bozüyük Ovası Karasu Çayının yan kolu üzerinde yer almış ve Bozüyük şehrinin de gelişim sahası

olarak uzun yıllar kullanılmıştır. Bu ovada kuvaterner yaşlı çökeller geniş bir alanı kaplamakta, örtülü çökeller faylanmaya bağlı olarak yer yer belirgin çizgisellik altında şekillenmiştir. Karasu Çayının Bozüyük Ovası kuzeybatısında Mezitler dağıçı ovasında yan kol oluşturduğu ve Eskişehir-Trakya Fay zonunun yöredeki etkinliklerine bağlı olarak kapma ve yatak değişimi neticesinde Avulsion süreçlerin etkili olduğunu işaret etmektedir. Günümüzde dağıçı ovasında bu yatak değişimlerin güncel alüvyal çökeller içerisinde ve antropojenik etkinlikler neticesinde levee birimleri net bir şekilde gözlenmemektedir.

Yöre akarsu şekilleri ve karstik birimlerden meydana gelmektedir. Rölyefin ana çizgileri dışında yer yer tektonik uzanımlar da dikkat çekicidir. Karasu Çayı havzası üç tarafı dağlık alanlardan meydana gelmesi, dar olup K-G yönünde akış göstermesi ve litolojik bakımdan çeşitlilik göstermesi yamaç tiplerini de etkilemiştir. Yamaçların iç bükey olması havzanın olgun bir topoğrafya; dış bükey olması ise genç bir topoğrafyanın varlığını kanıtlamaktadır (Wilson & Gallant, 2000).

Karasu Çayında iç bükey yamaçların daha özellikle Dodurga çevresinde yer alması, birimin olgun safhada olan bir akarsuya sahip olduğunu işaret etmektedir. Dodurga depresyonu Eskişehir-Trakya Fay zonunun güneyinde, Ardıçyayla, Çiçekliyayla ve Kömürsu yaylasının kuzeyinde yer alır. Karasu Çayının kaynak yöresi olan depresyon akarsu etkinliği ve tektonik uzanımlar neticesine şekillenmiş olup, karstik birimlerin gelişimiyle polisiklik bir morfolojiye sahip olmuştur. Dodurga Depresyonunda Pliyosen sonundan itibaren gelişim gösteren Karasu Çayı yörede aşınım ve denüdasyonu sağlamıştır. Yüzeyde platoların varlığı ve temelinde kireçtaşının olması birimin karstlaşma açısından etkilenmesine olanak vermiştir. Karstlaşmada önemli bir etken olan saf kireçtaşı varlığı, yükseltiye bağlı olarak karlı günlerin artması, flora varlığının durumu, güneşlenme süresi gibi çeşitli faktörlerle bağlantı kurulduğunda yörenin gelişmiş bir karstlaşmaya uğramasına olanak vermektedir. Yöredeki birçok karstik birimin belirli bir eğim doğrultusunda gelişmiş olması dikkat çekicidir. Bu durum yörede etkili olan Eskişehir-Trakya Fay zonunun karstlaşmadan sonra yörede etkili olduğunu düşündürmektedir. Yapılan çalışmalarda Orta Anadolu'yu karakterize eden neotektonik rejimlerin başlangıç yaşı erken Pliyosen sonrası olarak değerlendirilmiştir (Koçyiğit, 2003). Böylece Dodurga ve çevresinde karstlaşmanın da Pliosen öncesinde gerçekleştiği düşünülmektedir. Günümüzde yörede yer alan karstik şekillerin içerisinde neojen karasal çökellerin varlığı tektonik hareketlerin etkisiyle çöken kütleler üzerinde birikimin olduğunu işaret etmektedir.

Yöredeki karstik şekiller aşınım ve birikim şeklinde değerlendirilmesi jeomorfolojik açıdan değerlidir. Dodurga depresyonunda dolin oluşumları, uvalalar ve küçük çaptaki polyeler yaygın olarak görülmektedir. Dolinlerin kireçtaşı birimi üzerinde erime dolinleri olduğu ancak Eskişehir-Trakya Fay zonunun yöredeki etkinliğiyle çökme dolini şeklinde gelişim gösterdiği birimlerin yer aldığı da dikkat çekicidir. Ancak genel anlamda erime dolinlerinin varlığı yöredeki kireçtaşının saflığı ve dönemin iklimsel parametreleri hakkında fikirler sunmaktadır. Karstik birimlerin en küçük şekilleri olan lapyra (karren) kendi içerisinde çeşitli alt türleri bünyesinde barındırır. Ancak daha çok kireçtaşı üzerinde faylanmaya bağlı olarak meydana gelen eğimlenme yüzeyde oluklu lapyra türlerinin gelişmesine ve dissolüsyonun etkisine dikkat çeker. Bu tektonik birimlerin başında Eskişehir-Trakya Fay zonu gelmektedir.

Eskişehir fay zonu Ege-Batı Anadolu bloğunu kuzeydoğuda Orta Anadolu bloğundan ayıran sağ yönlü doğrultu atımlı normal bileşenli bir fay zonu olduğu bilinmektedir (Altunel & Barka, 1998, s. 41). Fay Bilecik il sınırlarında KB-GD yönünde uzanım sergilemekte, Dodurga Depresyonu kuzeydoğusunda ise fay diklikleriyle dikkat çekmektedir. Kandilli, Bozalan ve Erikli köyleri arasındaki diagonal sistemde fay topoğrafya üzerinde uzanım gösterip, fay morfolojisine ait izleri taşımaktadır. Bu izler arasında fay diklikleri, fay aynası, milonit zon, fay façetaları gibi morfolojiler gösterilmesi mümkündür (Şekil 2.7).



Şekil 2.6. Karasu Çayı Havzasında ve Dodurga’da yer alan Morfolojik Birimler.

a. Karasu Çayının Sakarya Nehriyle buluştuğu Bayırköy mevki ve hemen güneyinde yer alan epijenik karakterli Paşalar Boğazı, b. Karasu Çayının Sorgun Çayı ile birleştiği tabanlı vadi ve alüvyon birimleri, c. Yörenin karstlaşmaya uğradığı en tipik morfolojisi Dodurga Karst platosu ve birim üzerinde yer alan erime dolinlerinin genel görünümü, d. Bilecik ilinin güneyinde yer alan Karasu Çayı ve Dodurga Karst platosunu KB-GD yönünde kesen Eskişehir-Trakya fay zonu ile morfoloji üzerinde gelişen fay diklikleri.

Fay zonunun özellikle İnönü-Dodurga arasında yer alan kesiminde uzun süreli depremlerin olmadığı ve oblik karakterde gelişim gösterdiği dikkat çekicidir. Birim yüzeyinde yer alan fay diklikleri ve fay aynası bu oblik fayın mekanizması hakkında morfo-tektonik fikirler sunmaktadır. Bozalan köyü güneyinden geçen fay hattı yükselen ve alçalan blok şeklinde mostra verirken, Darıdere vadisinde doğrultu atımlı fay sisteminde görünüm sergilediğini işaret eden unsurlar yer almaktadır. Özellikle ana fay hattının güneyine doğru açılan uzanımların aktif olmayan fay çizgiselliklerine karşılık geldiği bilinmelidir. Eskişehir-Trakya Fayı depremsellik açısından üretkendir. 20 Şubat 1956 Eskişehir (Çukurhisar) depremi ($M=6.4$) bu fay üzerinde meydana gelen en büyük deprem olduğu kayıtlara geçmiştir (Tokay & Altunel, 2005, s. 1). Depremsellik açısından potansiyel etkinliğin bu bölümde gerçekleşmesi muhtemeldir.

Söğüt Platosu

Söğüt Platosu Orta Sakarya Havzasının doğusunda, Sündiken Dağlarının kuzeybatısında, Karasu Çayı havzası ve Bozüyük Ovasının doğusunda yer alır. Söğüt Platosu kendi içerisinde Kurtköy havzası, Yeniköy havzası, Küre havzası ve Çaltı Vadilerini barındırmaktadır.

Genel hatlarıyla parçalı bir topoğrafya görünümünde bulunan Söğüt, karakteristik bir plato şeklinde yayılış göstermektedir. Kurtköy havzasının yamaçlarında paleozoyik yaşlı kayalar üzerinde antropojenik faaliyetler sonucunda heyelanlar meydana gelmektedir. Bozüyük kuzeydoğusu ile Söğüt güneybatısı arasında kalan topoğrafyada yörede Alibeydüzü olarak bilinen tipik plato neojen karasal çökellerden oluşmaktadır. Bu birim tektonik etki neticesinde yüksekte kalmış yatay yapılı bir platform ve kornişli tabakaları da bünyesinde barındırır. Yörede yer alan Üst Eosen-Alt Miyosen yaşlı Gemiciköy formasyonu, killi ve siltli mineralleri bünyesinde barındırır. Söğüt platosunun kuzeydoğusunda geniş killi, kireçli ve marnlı seriler üzerinde erozyon yüksek düzeydedir. Söğüt Platosu Kürenin kuzeybatısında yer alan Yeniköy havzasında ova morfolojisine geçişi göstermektedir. Yeniköy havzasında yer alan gömük menderesli akarsu yatağı denütasyon ve sedimantasyon süreçleri hakkında izlenimler sunmaktadır. Söğüt Platosunun güneybatısında yer alan Rızapaşa çevresinde yerel faylanmaya bağlı olarak gelişen yüzeyler bulunmaktadır. Bu yörede tektonik bir kırık üzerinde olduğunu bildiğimiz Rızapaşa Gölü, fay kaynağı ile beslendiği düşünülmelidir. Rızapaşa Göleti ve çevresinde Söğüt metamorfite yayılış gösterirken, kuzeyindeki dokanak sınırında fay uzanımları dikkat çeker. Rızapaşa Gölü Bilecik ili sınırlarında yer alan tek doğal göl ekolojisine sahip olup, bataklık görünümüyle dar bir alanda ayrı bir ekosistem oluşturmaktadır. Söğüt Platosunu kuzeyden sınırlandıran Gemiciköy ve kuzeyindeki Tuzaklı Bindirmesi yörenin literatürdeki en çok bilinen tektonik birimidir. Bu birim güneybatısındaki Gemiciköy’de epijenik karakterde bir boğaza sahiptir (Şekil 2.8).



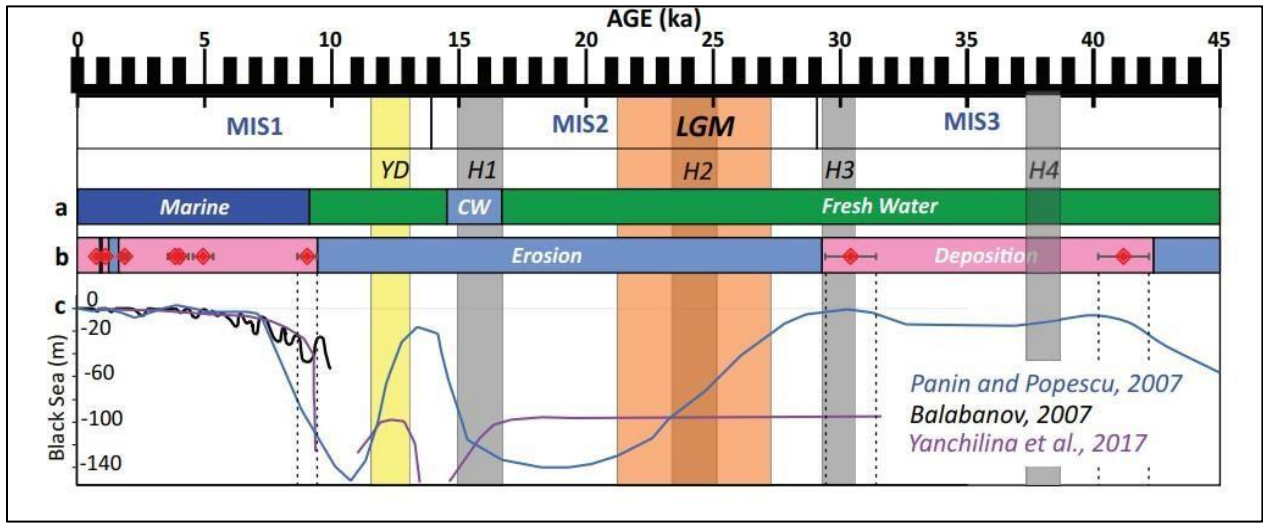
Şekil 2.7. Söğüt Platosu üzerinde yer alan Morfolojik Birimler.

a. Söğüt Platosunun güneyinde yer alan ve tektono-karstik oluşum ve fay kaynağı neticesinde meydana gelen Rızapaşa Gölü, b.Söğüt Platosunun güneydoğudan görünümü, c. Söğüt Platosunu Orta Sakarya Havzasından ayıran ve üzerinde neojen karasal çökeller yer alan Küre çevresi, d. Söğüt Platosunun kuzey sınırını meydana getiren ve Orta Sakarya havzasını doğudan sınırlandıran Deresakarı köyü çevresi.

Orta Sakarya Havzası

Orta Sakarya havzası, Sakarya Nehri'nin belirli kriterlere göre belirlenen bir alt bölümüdür. Havzayı kuzeyden Paşalar Boğazı, güneyden Bilecik il sınırı, doğudan Tuzaklı Bindirmesi ve batıdan ise Söğüt ile Bilecik Platoları sınırlandırmaktadır. Orta Sakarya havzası yörenin en büyük jeomorfolojik, hidrografik ve morfolojik birimidir. Bilecik ili genelinde yer alan havzaların hemen hemen hepsi Orta Sakarya Havzası bünyesinde yer almaktadır. Bu özelliğiyle ana havza konumunda yer almaktadır. Toplam yağış alanı 63.303 km² olan havzada bitki ve flora çeşitliliği de çevresindeki havzalara göre daha çeşitlidir. Orta Sakarya havzası jeolojik birimlerin karmaşık oluşturduğu bir ortam olup, kuzeyde pontid ile güneydeki Anatolid kuşağın kapandığı İzmir-Ankara-Erzincan kenet zonunun merkezinde konumlanmaktadır. Erken üst kretesa ve sonrasında dalma-batma zonu üzerinde olan ve bünyesinde çokça ofiyolit serileri barındıran birim, jeomorfolojik açıdan da çeşitlilik göstermesine imkân sağlamıştır. Orta Sakarya Havzası ile Aşağı Sakarya Havzasını birbirinden ayıran Paşalar Boğazı epijenik kökenli morfolojik gelişim bölgelerindedir. Boğazın güneyinde yer alan Üyük Ovası, boğazın epijenik bir gömülmeye maruz kaldığını işaret eden delillere sahiptir.

Pliosen döneminde havzaya yerleşen Sakarya Nehri bu yöredeki eski karstik polye ovasını alüvyal çökellerle doldurmuş ve birim içerisinde boğulmuş vadi olan Paşaları meydana getirmiştir. Günümüzde Üyük Ovası paleokarstik birimleri içerisinde barındırmakta, eski karstik polye tabanında olan hum (pepino hills) kalıntılarını günümüze kadar ulaştırmaktadır. Üyük Ovasının güneybatısında yer alan seki kalıntıları yörenin epijenik kökenli gömülme yaşadığını doğrudan kanıttır. Yörede yer alan seki kalıntısı akarsu yatağından on üç metre kadar yükseklikte yer alır. Çökel kalıntısının çok yüksek ve yoğun olduğu birim içerisinde taşkın sürecini işaret eden çapraz tabakalanma dikkat çekmektedir. Orta Sakarya Havzasında yer alan bir diğer epijenik kökenli boğaz, Akçay/Elbis Dere havzası ile Sakarya Nehrinin kavuştuğu bölgededir.



Şekil 2.8. Sakarya Nehri Sekilerinin son 45 bin yılda Karadeniz'in özellikleriyle ilişkisi.

Kaynak: (Erturaç ve diğerleri, 2019).

Pliosen'de havzaya yerleşen Sakarya Nehri yörede etkin aşındırma ve taşıma faaliyetlerin gerçekleştirdiğine göre bir yan kol olan Akçay/Elbis Dere muhtemelen geç pliosen döneminde Sakarya Nehrine drene olmuştur. Bu süreçte östatik ve tektonik hareketlerinde de etkisiyle Sakarya Nehrine açılan Akçay/Elbis Dere kendi içerisinde seki (taraça) kademeleri göstermiştir. Akçay/Elbis Derenin akarsu yatağına paralel uzanan ve Sipahi Dağı kuzey yamaçlarına doğru yayılış gösteren üç farklı seviyede taraça yer alır. Derenin kuzeydoğusundaki sahil bandı üzerinde 1 m, 2 m ve 4 metre seviyelerde taraçalar yer alır. Göldağı'nın güneybatısında ve derenin vadi tabanında yer alan Tuzaklı Bindirmesinin kuzeybatıya doğru açılan uzantı fay diklikleri bu yörede etkin rol oynayarak taraçaların yayılış alanını sınırlandırmıştır.

Gölpazarı havzası ve Yenipazar havzasının kuzeyindeki yer alan alüvyal ve neojen karasal çökeller Akçay/Elbis Derenin drene hattıyla Sakarya Nehrine aktarılmakta, mikro alanlarda taraçaların gelişmesine olanak vermektedir. Seki oluşumları havzada iklim ve deniz seviyesi delillerini doğrudan ölçmede etkili parametreleri göstermektedir. Bu süreçlerin dışında yörenin genç tektonizma kayıtlarına ulaşabilmek üzere kesin kayıtlar sunan yaşlandırma yöntemleri de çok değerlidir (Şekil 2.8). Sakarya Nehri'nin Geç Pleistosen'deki gelişimi hakkında daha detaylı veriler sunan çalışmalar incelendiğinde; Aşağı Sakarya ve Orta Sakarya havzalarında üç farklı seki kalıntısı tespit edilmiş ve OSL yaşlandırma yöntemiyle yörenin sekilerin ortalama yaşının 0.46 ± 0.03 mm/yıl ile 0.73 ± 0.06 mm/yıl aralığında olduğu değerlendirilmiştir (Erturaç ve diğerleri, 2019). Tüm bu süreçler bölgesel tektonik, östatik hareketlilik ve paleo-iklimsel kayıtlar hakkında fikir vermekte, Sakarya Havzasının dinamik bir ortamda geliştiğini belirlemektedir. Orta Sakarya Havzasının güneyinde yer alan yörede menderes özelliği gösteren ve taşkınlardan arda kalan levee, kum adaları, ölü menderes yenikleri gibi morfolojik birimler yer almaktadır. Bu oluşumlar taşkın ovası bünyesinde yer almakta ve akarsuyun etkin rol oynadığı hidrolojik toprakları meydana getirmektedir. Orta Sakarya Havzasında yer alan Gemiciköy dağ içi ovası, Hamitabad güneyi, İnhisar çevresi ve Tozman güneydoğusundaki vadi tabanları taşkın ovası üzerinde yer almaktadır (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. Orta Sakarya Havzasında yer alan Morfolojik Birimler.

a.Üyük Ovasına güneydoğudan bakış, b.Akçay/Elbis Dere havzasında yer alan epijenik karakteri boğaz, c.Tuzaklı Bindirmesi, d.Deresakarı ve Orta Sakarya Havzasına bakış.

Yenipazar Çayı Havzası

Yenipazar Çayı havzası Bilecik ilinin güneydoğusunda yer alır. Havza Yenipazar kuzeyinde yer alan Kükürt çevresinden kaynaklanıp, güneye doğru devam ettikten sonra Harmankaya Kanyonunu aşındırır ve güneybatıya yönelip, Sakarya Nehrine dökülür. Yenipazar Çayı Havzası Sakarya Nehrinin yan kolu olup, çevresinde yer alan neojen karasal çökelleri alt havzalara taşımaktadır. Yenipazar Çayının kuzeybatısında karasal çökellerin varlığından dolayı badlands (Oğuz Erol'a göre dilikbayır) topoğrafyası gelişmiştir. Kükürt çevresinde yer alan blok faylanma neticesinde devrik antiklinal yüzeyleri rölyefte düzensiz bir morfoloji oluşturmuştur. Monoklinal yapıların gölsel depoları şekillendirdiği sahada kuesta ve hogbek formasyonlarının gelişmesine olanak vermiştir. Gölsel depolara Selim, Katran ve Yukarıboğaz yerleşmeleri yakınlarında kümeler halinde ve yatay yapılarını koruyarak çimentolanma fasiyesi geçirmiştir. Yenipazar Havzasının özellikle yukarı çığırında yer alan yüzeyde gully oluşumları erozyonun şiddetini göstermektedir. Bu kapsamda Yenipazar Çayı üzerinde su erozyonu diğer havzalara göre daha fazladır. Bu durum erozyon gün/şiddet sayısının artmasına ve malzeme taşınımında diğer havzalara oranla artışın yaşanmasına neden olmuştur (Şekil 2.10).

Harmankaya Kanyonu Bilecik ilinde yer alan en büyük kanyon tipindeki vadi şeklindedir. Üst

Miyosen- Pliosen aralığında meydana gelen tektonik hareketler neticesinde blok faylanma ve blok yükselmeler meydana gelmiştir. Blok yükselmeler Orta Sakarya Platosunu şekillendirerek pliyosen havzalarının meydana gelmesini sağlamıştır (Yılmaz, 1979); (Karakoca ve Uncu, 2020). Harmankaya Kanyonunun kuzeybatısındaki yamaçlarda neojen gölsel çökeller yüzeylemiştir. Kanyonun kuzeydoğusundaki Selim Köy civarında 850 m yükseltilerinde Üst Eosen-Alt Miyosen göl çökellerine rastlanması, sahada epijenezi takip eden antesedansın bir göllenmeyi takiben meydana gelmiştir (Duran ve Karataş, 2019, s. 143). Kanyonun yapısındaki bu morfolojik tespitler sahanın flüvyal ve tektonik etkilerce geliştiğini desteklemektedir. Arazide yapılan çalışmalarda yörenin antesedant özelliğinde olduğunu kanıtlar çalışmalar savı desteklemektedir. Paleozoyik döneme ait kayaçlar arasında antklinal yüzeyini kesen Harmankaya Boğazı akarsu ağının derine doğru aşındırma yapmasına olanak vermiştir (Bilgin, 1980). Kanyon boyunca üç ayrı kesitte vadi tabanı genişliği–vadi yüksekliği analizi yapılmış olup, Vf değerleri kuzeyden güneye doğru sırasıyla birinci kesitte Vf = 0,08, ikinci kesitte Vf = 0,02 ve son kesitte Vf = 0,06 değerinde hesaplanmıştır (Duran ve Karataş, 2019, s. 147). Asimetrik düzeylerin varlığı yükselme ve yarıma oranları antesedant boğaz özelliğinde olduğunu CBS yazılımları yardımıyla da desteklemiştir. Yenipazar Çayının güneydoğusunda yer alan Nardin Platosu karstik bir özellik göstermektedir. Nardin-Beyyayla arasında kalan kireçtaşı birimleri üzerinde Orta Miyosenden günümüze kadar jeomorfolojik gelişim polijenik karakterlidir. Oligosen’de karasal duruma geçerek aşınma süreçleri başlamış, karstlaşma tabakanın alçalması ve tektonizma etkileri ile özellikle Pliosen ve Kuvaterner dönemlerinde bölgedeki Jura ve Kretase kireç taşları ileri düzeyde karstlaşmıştır (Soylu, Ekmekci ve Aydın, 2007, s. 18). Pliosen’de havzaya yerleşen Sakarya Nehri, tektonik ve östatik hareketlere bağlı olarak plato yüzeyinin şekillenmesine neden olmuştur. Nardin çevresinde pliyosen çökelleri karstik birimler olan kör vadi, subatan ve polye tabanlarında tıkaç görevi görerek, karstlaşma sürecinde hiyatüs oluşturmuştur.

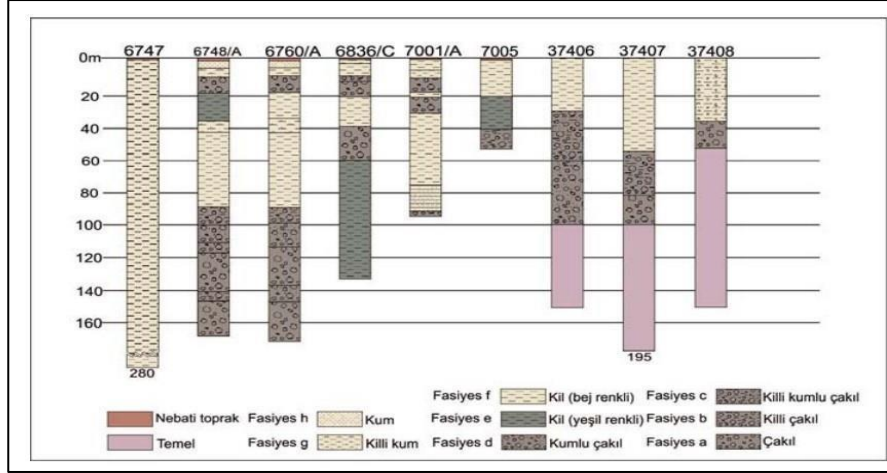


Şekil 2.10. Yenipazar Çayı Havzasında yer alan Morfolojik Birimler.

a.Harmankaya Kanyonu, b.Nardin Karst platosu, c.Harmankaya Kanyonuna kuzeydoğudan bakış, d.Selim köyü yakınlarında yer alan neojen görsel çökeller üzerinde badlans topoğrafyası gelişmiştir.

Gölpazarı-Üyük Ovaları

Gölpazarı Ovası Bilecik ilinin kuzeydoğusunda yer alır. Ova oluşum ve gelişim itibarıyla tipik bir pull-apart havza niteliğindedir. Havza'nın kuzeyinden geçen Üyük-Gölpazarı fayı ile güneyinden geçen Kurşunlu segmenti fayı arasında yer alan ova, hidrolojik analizler sonucunda tabanı kireç taşı bloklarından meydana geldi ve üzerindeyse 280 metreye varan alüvyal kalınlığın bulunduğu tespit edilmiştir (Şekil 2.11). Gölpazarı Ovasının güneybatı bölümünde yer alan Göldağı kütlesi 1200 metre yükselti basamağında yer alır. Bu dağlık alanın tam ortasından geçen kurşunlu Segmenti dağlık alanın merkezinden geçmekte olup, blok faydalanmalar neticesinde fay morfolojisine ait derin izler bırakmıştır. Orta Miyosen döneminden önce Pontid ve Anatolid kuşağın arasında konumlanan İzmir-Ankara Erzincan sutürünün kapanması sonucu eski kıyı platformu karasal süreçlere dönüşmüştür (Saner, 1980). Gölpazarı Ovası bu kıta yamacının güneyinde konumlanmıştır.



Şekil 2.11. Gölpezarı Ovasının Hidrojeolojik Raporu.

Kaynak: (Gürbüz & Seyitoğlu, 2014:14).

Orta Miyosen dönemine kadar geçen süreçte yörede mostra veren Bilecik kireçtaşı varlığı neticesinde karstlaşma süreçlerine etken hazırlanmıştır. Miyosenden önce Gölpezarı Ovasının karstik bir özelliğinin olduğu değerlendirilmektedir. Sakarya Nehri'nin yöreye yerleşmesi ile birlikte ve iklimsel kayıtların elverişli hale gelmesi neticesinde bölgede karstik ortamlar karasal çökenler altında kalmıştır. Gölpezarı Ovası yukarı havzalardan taşınan sedimentlerin yardımıyla alüvyal ortama dönüşmüştür. Süreç içerisinde Gölpezarı Ovasını Sakarya Nehri'ne drene eden Akçay/Elbis Deresi flüviyal süreçleri meydana getirmiştir. Neotektonik süreçlerle birlikte KAF denetiminde olan ve güney kolunun güney bölümünde yer alan Gölpezarı Ovası, depremsellik açısından dinamiklidir.



Şekil 2.12. Gölpazarı-Üyük Ovalarında yer alan Morfolojik Birimler.

a.Üyük Ovasına güneydoğudaki Göldağı kütlesi üzerinden bakış, b. Gölpazarı Ovasına kuzeyden bakış ve Kurşunlu Segmenti, c.Üyük Ovasındaki karstik birimlerden olan Hum tepeleri, d.Üyük Ovasının güneyinde yer alan fay diklikleri.

Karstik dönemlerde Gölpazarı Ovası ile batısında yer alan Üyük Ovası arasında kalan Dikenli boğaz geçidi düden görevi görmekteydi. Gölpazarı karstik bölgesinden kaynağını alan kalsiyum içerikli sular dikenli boğaz vasıtasıyla Üyük Ovasına drene edilmekteydi. Kuvaterner döneminde meydana gelen sedimentler bu drenaj alanının tıkanmasına neden olmuştur. Üyük Ovası Gölpazarı Ovası'nın batısında bulunur. Eski bir karstik polye tabanı olan ova günümüzde Sakarya Nehri'nin çökelleriyle kaplıdır. Pliosenen önce karşılaşmaya uğradığını gösteren morfolojik deliller bulunmaktadır. Bu deliller arasında Hum (Pepino Hills) tepeleri dikkat çekmektedir (Ak, 2018, s. 2). Sakarya Nehri'nin taşınmış olduğu alüvyonlar Üyük Ovasını doldurmuş ve kuzeyinde bulunan Paşalar Boğazına kadar geniş bir alanda yayılmış göstermiştir. Bu durum ovanın epijenik karakterde olduğunu işaret etmektedir. Üyük Ovasının güneybatı bölümünde yer alan taraça sistemleri ovanın süreçleri hakkında derin izler sunmaktadır (Şekil 2.12).

Göynük Çayı Havzası

Göynük Çayı havzası Bilecik ilinde yer alan ve D-B yönünde uzanım gösteren alt havzalardan birisidir. Havza Gölpazarı Ovasının kuzeyinde yer alır ve tabanında menderesler çizen bir akarsu ağına sahiptir. Tektonik açıdan Anadolu'nun kuzeyini şekillendiren KAF bu havzanın hemen kuzeyinde yer alır ve havzanın tektonik açıdan sınırlanmasına olanak verir.

Göynük Çayı havzası paleocoğrafik gelişim dönemleri içerisinde Pontid ve Anadolu tektonik birlikleri arasında yer alan kapanma zonu üzerindeki kıta yamacında konumlanır (Saner, 1980). Göynük çayının kuzeyindeki yamaç ve plato yüzeylerinde yer alan fliş serileri ve marnlı birimler eski kıta yamacının dolaylı izleri olup, havzanın kuzeybatısında konumlanan Cambazkaya Olistostomu ise kıta yamacında olduğunu doğrudan kanıtlayan unsurlardan olmuştur. Göynük Çayı havzasının güneyinde yer alan sahil bandı üzerinde yapı tabaka diklikleri yer alır. Kuzeydoğu yörelerde neojen karasal çökeller akarsuyun sedimentasyon çökellerini oluşturmuştur. Havza tabanında yer alan gömük menderesli morfoloji, Sakarya Nehri'nin östatik ve tektonik hareketlilikleri açısından değerlidir. Akçay/Elbis Dere havzasında yer alan akarsu sekileri bu havza tabanında flora yoğunluğundan dolayı net olarak gözlenmemektedir (Şekil 2.13).



Şekil 2.8. Göynük Çayı Havzasında yer alan Morfolojik Birimler.

- a. Göynük Çayı Havzasına kuzeydoğu yönünde bakış, b. Havzada yer alan platolar topoğrafik faktörlere ve tektonizmaya bağlı olarak şekillenmiştir, c. Plato yüzeyinde gelişen konveks tütündeki yamaçlarda erozyon şiddetidir, d. Göynük Çayı havzası KAF tarafından kuzey yönünde sınırlanmaktadır.

4. Bilecik İlinin Hidrografik Özellikleri

Bilecik ili arazisi, Sakarya Havzası'nın orta çığırında bulunur ve yüzölçümünün büyük bir kısmında hidrolojik tesirli topoğrafya özellikleri gelişmiş bulunmaktadır. Sakarya Nehri, Kızılırmak ve Yeşilirmak Nehirlerinden sonra ülkemiz karasularında doğup denize dökülen en uzun üçüncü akarsu havza alanına sahiptir. Sakarya Havzasında kişi başına düşen su miktarı 1.000 –

1.700 m³ arasındadır ve Falkenmark indeksine göre su sıkıntısı olan havzalar sınıfında olduğu bilinmektedir (Yaykiran, 2016, s. 13). Sakarya Havzasının batısında Susurluk ile Marmara, güneyinde Akarçay ile Konya kapalı havzaları, doğusunda Kızılırmak ve kuzeyinde ise Batı Karadeniz ile Karadeniz yer almaktadır. Sakarya havzasının drenaj alanı 58,162 km² olup, havza uzanış doğrultusu ise K-G yönünde uzanış gösterdiği bilinmektedir. Bilecik ilinin merkezi konumunda yer alan Sakarya Nehri havzası, kendi içerisinde Aşağı Sakarya alt havzası ve Orta Sakarya alt havzasına ayrılmaktadır. Sakarya Havzasını iki alt bölüme ayıran coğrafi sınırın epijenik karakterli Paşalar Boğazı olduğu kabul edilmektedir. Paşalar Boğazı kuzeyinde kalan bölüme Aşağı Sakarya Havzası, güneyinde kalan bölümüne ise Orta Sakarya Havzası adı verilmektedir. İl genelinde Sakarya Havzasının alt kolları Göksu Çayı, Göynük Çayı ve Karasu Çayı şeklinde sınıflandırılmakla birlikte doğrudan Sakarya Nehrine dökülen dereler, adı geçen çaylara açılan havzalar ve Bilecik ili sınırlarından çevredeki diğer ana havzalara yönelen akarsu hatları da bulunmaktadır.

Araştırma alanı olan Bilecik'te kendi içerisinde 22 alt havza CBS yazılımları yardımıyla tasnif edilmiş olup, haritalama sürecinde her biri tek tek ele alınmıştır. Bu havzalar kendi içerisinde yer alan morfolojik ve doğal veriler ışığında değerlendirilmiştir. Ayrıca Hidrografik haritalama althığında yörenin erozyona karşı duyarlılığını gösteren Akarsu Güç İndeksi (SPI) eklenerek, havzalardaki denüasyon ve sedimantasyon süreçlerinin anlamlandırılması amaçlanmıştır. Çalışma alanında yer alan başlıca alt havzalar şunlardır; Söğütalan Dere, Kıran Dere, Arapuçtu Deresi, Göksu Çayı Havzası, Sarmaşık Dere, Kanalar Dere, İlmece Dere, Girdap Dere, Hamsu Dere, Selöz Dere, Sorgun Dere, Mezitli Dere, Karasu Çayı, Sarısu Çayı, Söğüt Çayı, Dudaş Çayı, Yeşilyurt Çayı, Tozman Çayı, Yenipazar Çayı, Akçay/Elbis Dere, Göynük Çayı ve Sakarya Nehri havzası yer almaktadır.

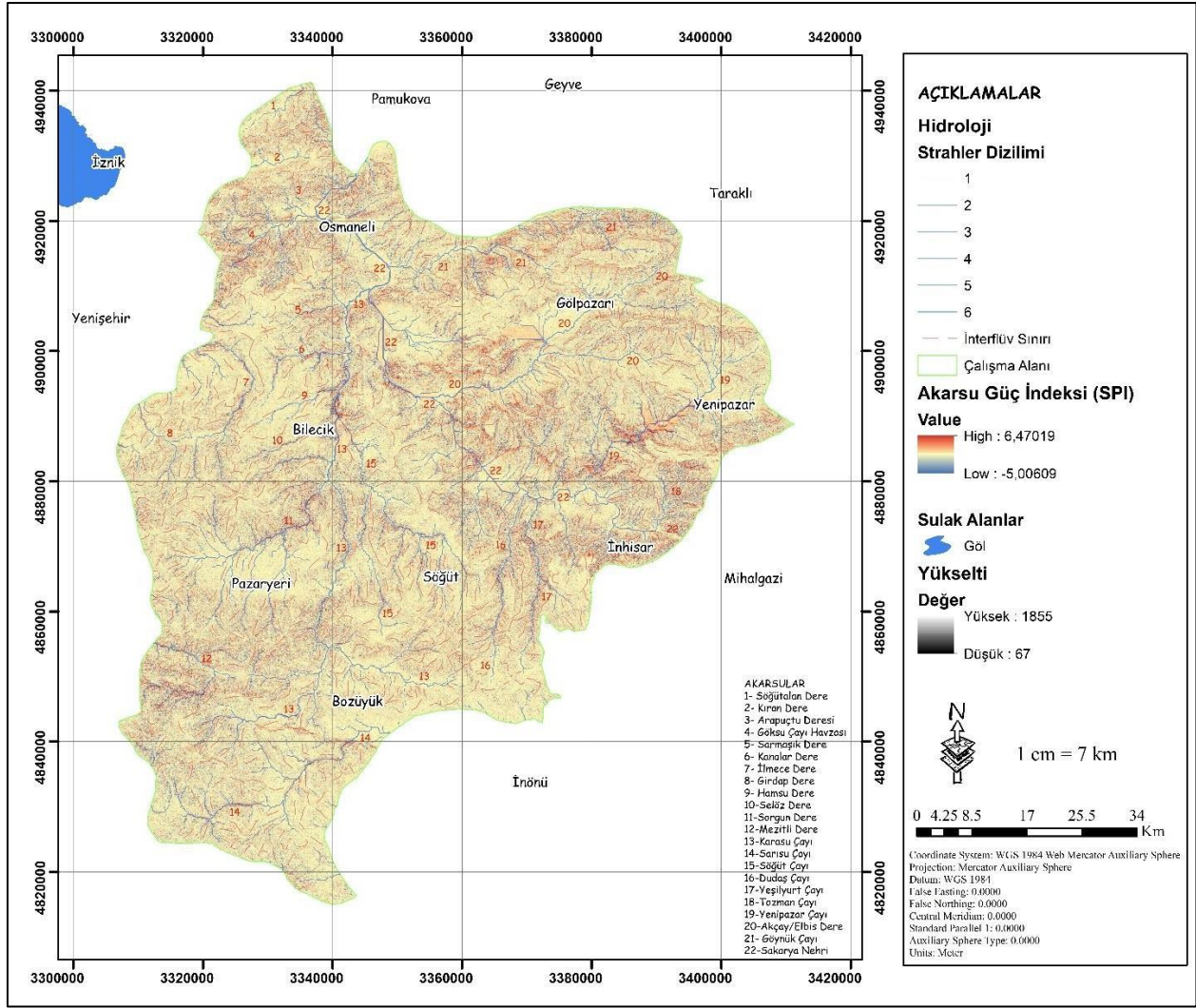
Söğütalan Dere

Bilecik ilinin kuzeyinde yer alan Karadin Oluğu ve Samanlı Dağları jeomorfolojik birimi üzerinde konumlanan dere, Samanlı Dağlarının il toprakları içerisindeki yüksek plato ve ova tabanı kesiminde bulunmaktadır. Dere, kabaca D-B yönünde akış göstermekte, kaynak kısmında Oğulpaşa yerleşmesinin kuzeyinden Oğulpaşa Ovasına doğru akış göstermektedir. Orta çığırında menderesler çizen dere, yer yer bataklıklar oluşturmaktadır. Dere, Sakarya Nehrine doğrudan dökülen bir drenaj sistemine sahip olup, akış yönü KAF denetiminde belirlenmiştir. Söğütalan Dere, D-B

yönünde uzanan oluğun içerisinde 7 km kadar uzunluk ve 2,5 km kadar genişlikteki bir yüzeyde dağılışı göstermektedir. Derenin kuzey ve özellikle güneyinde yer alan neojen karasal dolgular Söğütalan Deresi tarafından Sakarya Havzasına taşınmıştır ve sedimantasyonun yönünü tayin etmiştir.

Kıran Dere

Karadin Oluğu üzerinde yer alan bu akarsu, KAF güney kolunda akış göstermektedir. Bulunduğu dinamik morfoloji, akarsu ağının yeniden şekillenmesine olanak vermiş, yüzeydeki morfolojik birimlerin çeşitlenmesine katkı sağlamıştır. Kıran Dere, D-B yönünde akış göstererek İznik Gölüne ve antedant yapılı Garsak Boğazından Gemlik Körfezine akış göstermiştir. Bilecik il sınırları içerisinde doğup Marmara Denizine ulaşan ender akarsu ağlarından birisi olan derenin, yöredeki tarımsal faaliyetlerde kullanıldığı bilinmektedir. Kabaca 23 km uzunluğa sahip ve 1,3 metre kadar genişlikteki Karadin Oluğu üzerinde konumlanan derenin her iki sahil bandı üzerinde, geçiş fasiyeslerine ait birikinti yelpazesi morfolojileri gelişmiştir. Samanlı Dağları ve Avdan Dağı eteklerinde yer alan Neojen karasal çökeller, birikinti konilerinin kaynağını oluşturmakta, Karadin Oluğu üzerindeki zeminde ince taneli çökellerin yayılışını sağlamaktadır. Avdan Dağı üzerinde yer alan mevsimlik akarsular özellikle ebuli taşınımına olanak verdiği bilinmektedir. Kıran Dere tabanında tabanlı vadi özelliği gösteren morfoloji yer alırken, yer yer menderes özelliği sergileyen profiller de dikkat çekicidir. Bu akarsu vadisiyle ilgili önceki çalışmalarda pleistosen döneminde yayvan bir vadi özelliği sergilediği ve muhtemelen serin ile nemli dönemde sediment birikimi yaşandığı düşünülmektedir. Tabanlı vadinin kuzeyinde eğime uygun olan vadiler (konsekant) yer almakta ve bu durum Karadin Oluğu üzerindeki epirojenez sonrası eğim koşullarının etkili olduğunu işaret etmektedir. Öte yandan oluk güneyinde yer alan vadi ve yamaçlarda eğime uygun olmayan vadi ve kolları dikkat çekicidir. Bu yörede KAF güney kolunun akarsu vadilerinde inkonsekant özelliği gösteren morfoloji meydana getirdiği görülmektedir.



Harita 2.6. Bilecik İli Hidrografya ve Havzalar Haritası.

Arapuçtu Deresi

Göksu Çayı havzasının kuzeyinde, Karadin oluğunun güneyinde yer alan ve iki birimin merkezinde geniş plato ağının yer aldığı bölgede Arapuçtu Deresi yer almaktadır (Harita 2.6). Kuzeyden güneye doğru akış gösteren akarsu, kuzeyden KAF ve tektonik bindirme neticesinde güneye doğru tiltlenme geçirmiştir. Avdan Dağının güneyinde yer alan neojen karasal çökeller Arapuçtu Deresi vasıtasıyla Sakarya Nehrine taşınmış, sedimentasyon yönünü güneye doğru gerçekleştirmiştir. Arapuçtu, KAF etkisiyle kuzeydeki yukarı çığırında kapma olayına sahne olmuş ve akarsu drenaj ağında değişikliklere olanak vermiştir. Bu özelliğiyle monoklinal bir yapıda yer alan platodaki akarsu ağı, konsekant bir durum sergilemektedir. Arapuçtu Deresine yan kollarla bağlanan subsekant akarsular mevsimlik karakterde olup, asimetrik profil içermektedir.

Konsekant özellikte olan Arapuçtu Deresi Göksu Çayı havzasına açıldığı noktada tektonik yükselmeler neticesinde dar ve küçük bir kanyon meydana getirdiği gözlemlenmiştir. Bu durum monoklinal yapıların hepsinde görüldüğü gibi konsekant özellikteki akarsu ağlarında sık sık rastlanabilen bir ölçüttür.

Göksu Çayı Havzası

Havza kuzeyinde Avdan Dağı, doğusunda Ahı Dağı, güneyinde Uludağ ve batısında ise İnegöl ile Yenişehir Ovaları yer almaktadır. Bilecik il sınırları havzanın aşağı çığırında yer alıp, Dereyörük- Düzmeşe köyleri arasında akarsu ağı bulunmaktadır. Havza aşağı çığırında dar ve derin bir boğazdan dağiči ovasına doğru bir morfoloji sergilemektedir. Dereyörük çevresindeki kireçtaşı birimleri arasında yol kat eden akarsu Düzmeşe yerleşkesinin kuzeydoğusunda Sakarya Nehri havzasına açılan ova morfolojisine sahiptir. Göksu Çayı havzası Bilecik il sınırı dışından kaynağını alıp, Bilecik ili sınırları içerisinde Sakarya Nehrine dökülmekte, yer aldığı konum itibariyle tabanlı vadi, kanyon vadi ve V profilli vadi tiplerini bünyesinde barındırmaktadır. Göksu Çayı havzası yukarı çığırı ve aşağı çığırında dar ve derin bir topografya içerisinde akış göstermektedir. İki bölümde de yükseklik kademesi oldukça çeşitli olup, bu durum drenaj yoğunluğunu arttırmıştır. Bölgedeki akarsu güç indeksi, topografik nemlilik, topografyanın yarıлма derecesi ve sıvılaşma gibi unsurlarda pozitif yönde eğilim sergilemektedir. Çalışma alanını kapsayan önceki çalışmalarda Göksu Çayının aşağı çığırında, çoklu tehlike duyarlılık derecesinin yüksek olduğu değerlendirilmiştir (Uzun, 2022, s. 467). Havzanın özellikle Osmaneli dağiči ovasıyla bağlantı bölümünde ova morfolojisinin yer alması ve tabanlı bir vadinin varlığı doğal afetler açısından

planlanması, üzerinde yapılabilecek imar faaliyetlerinin ovanın hidrojeolojik dinamiklere göre değerlendirilmesi gerekmektedir (Şekil 2.14).

Sarmaşık Dere

Sarmaşık Dere, Bilecik Platosu üzerinden kaynağını alıp, Sakarya Vadisine doğru akış gösteren ve bünyesinde çokça mevsimsel akarsuyu barındıran düşük debili akarsulardan birisidir. Havza D-B yönünde akış göstermekte ve yukarı çığırında neojen karasal çökelleri barındırmaktadır. Yukarı çığırında Göksu Çayı havzasıyla interflüv alanı bulunmakta ve doğuya doğru karasal çökeller üzerinde çokça gully oluşumuna da olanak vermektedir. Sarmaşık-Bayırköy arasında nispeten dar bir topografya içerisinde akış gösteren akarsuyu güneyden normal faylar sınırlandırmış ve Sakarya Nehrine dökülmeden önce Karasu Çayına drene edilmesine olanak vermiştir.

Kanalar Dere

Kanallar Dere Bilecik Platosunun kuzeydoğusunda yer alıp, Karasu Çayına drene olmaktadır. Kabaca D-B yönünde akış gösteren akarsu havzası bünyesinde kireçtaşı birimleri ve yer yer alüvyonlar yer alır. Kanalar Derenin yukarı çığırında yer alan neojen karasal çökeller Kanalar dere ile alt havzalara taşınmış ve birim kendi içerisinde Karasu Çayına göre yerel kaide seviyesi oluşturmuştur. Kanalar Dere Gökpınar köyü ile Vezirhan arasında dar ve gömük menderes çizen bir profil sergilemektedir. Çukurören köyü yakınlarında yer alan tufa oluşumları, Kanalar dere havzasındaki su kimyasına kimyasal yönden katkı sağlamaktadır.

İlmece Dere

İlmece Dere havzası Bilecik platosunun kuzeybatısında yer almaktadır. Akarsu ağı dentritik özellikte olup, orta ve aşağı çığırında gömük menderes profili dikkat çekicidir. İlmece Dere havzası yukarı çığı Girdap Dere ve Hamsu Derenin interflüv alanına karşılık gelmekte, Girdap Dere yakınlarında yer alan faylanma neticesinde su bölümü çizgisi günümüz şeklini elde edebilmiştir. Havzanın yukarı çığırında dağlık alanların fazla olmasına bağlı olarak çentik vadilerin oranı oldukça fazladır. Havzanın orta çığırında yer alan karasal çökeller akarsuyun denüdasyon ve sedimentasyon süreçlerine katkı sağlamış, vadinin iki sahil bandı üzerinde alüvyal çökeller birikim oluşturmuştur.

Girdap Dere

Girdap Dere havzası Bilecik platosunun güneybatısında konumlanmaktadır. Havzanın güneyinde Kapaklı Tepe bulunup, akarsuyun kuzeybatı yönünde akış göstermesine olanak vermiştir. Girdap Dere Kapaklı Tepe ve çevresinden kaynağını alıp önce kuzeye ve daha sonra batıya doğru akış gösterir. Yönünde değişikliğin olmasındaki temel neden Künyeyiz yakınlarında yer alan blok faylanma ve sonrasındaki akarsuyun kapma olayını yaşaması etkili olduğu düşünülmektedir. Derenin Künyeyiz-Bahçecik arasında alüvyon tabanlı bir vadi özelliği sergilemesi, güneydoğusundaki eğim ve topografyanın yarılma derecesine bağlı geliştiğini işaret etmektedir. Girdap Derenin aşağı çığırında gömük menderesli vadi yer alıp, bu hattın batısına doğru akış yer alır. Girdap Derenin aşağı çığırında karstlaşmaya bağlı olarak yer yer kör vadi ve düden oluşumlarının da yer aldığı gözlemlenmiştir. Bu durum havzanın flüvyal ve karstik morfoloji neticesinde şekillendiğini kanıtlamaktadır. Bahçecik yerleşmesinin kuzeydoğusundan Göksu Çayına akış gösteren akarsu ağı, yukarı çığırında dentritik ile ışınsal, orta çığırında sentripedal ile karstik ve aşağı çığırında ise menderesli drenaj tiplerine sahiptir. Bu süreçler havzanın dinamik bir ortamda olduğunu ve sürekli gençleşmeye maruz kaldığını işaret etmektedir.

Hamsu Dere

Bilecik platosu üzerinde ve şehir merkezinin kuzeyinde yer alan akarsu, Kapaklı Tepe'nin kuzeydoğusundan kaynaklanmaktadır. Yukarı çığırı dağlık ve engebeli olan akarsuyun orta çığırı plato yüzeyinde yer alır. Aşağı çığırında Bilecik kireçtaşı biriminin içerisine gömülü olarak doğuya doğru akan dere, Karasu Çayına dökülmektedir. Akarsuyun yukarı çığırı dentritik ile ışınsal, orta çığırında paralel ile subparalel ve aşağı çığırında ise kafesli drenaj tiplerine sahiptir. Hamsu dere havzasının orta çığırında yer alan Selöz yakınlarında tufa oluşumları dikkat çekicidir. Bu özelliğiyle farklı jeomorfolojik birimleri bünyesinde barındıran dere, havzanın su kimyasına katkı sağlamaktadır.

Selöz Dere

Selöz Dere havzası Bilecik il merkezinin hemen güneybatısında yer alır. Havza suları doğrudan Karasu Çayına dökülür. Havza dar ve yer yer gömük menderesli bir özellik sergiler. Yukarı çığırı Kapaklı Tepe olan akarsu, orta çığırında dağlık birimler ve plato yüzeyine geçiş yaptıktan sonra Bilecik kireçtaşı birimlerini aşındırıp kanyon birimi içerisinden akış gösterir. Karasu Çayına kavuştuğu noktada birikinti yelpazesi gelişmiştir. Selöz Deresi yukarı çığırında dentritik, orta çığırında paralel ve aşağı çığırında ise kanyon tipi drenaj ağı gelişmiştir.



Şekil 2.9. Bilecik ilinde yer alan başlıca akarsu ağları.

a. Karasu Çayının yukarı çıkırında yer alan flüvyo-karstik özellikteki mevsimlik akarsu ağı, b. Göksu Çayı havzasının tabanında yer alan V profilli vadi tipi, c.Sorgun Derenin aşağı çıkırında yer alan yüksek derecedeki su erozyonu, d.Sakarya Nehri'nin Orta Sakarya ile Aşağı Sakarya sınırında yer alan Paşalar Boğazı.

Sorgun Dere

Sorgun Dere havzası Pazaryeri havzasının drenaj ağını oluşturmaktadır. Havza Ahı Dağı ile Kapaklı Tepe arasındaki Pazaryeri alt havzasının doğuya doğru açılan bölümünde yer alır. D-B yönünde pazaryeri havzasında yer alan akarsu, Ahmetlerin kuzeyinde gömük menderesli bir profile dönüşmektedir. Pazaryeri ilçe merkezinin güneyinde yer alan Ahı Dağı üzerinde paralel drenaj tipleri Sorgun Çayına akış gösterir ve Ahmetler çevresinde akarsu kapma gelişiminde etkin rol oynamıştır. Pazaryeri havzasının çevresinde yer alan paleozoyik yaşlı arazilerde denüdayon az olsa da havza yamaçlarında yer alan karasal çökeller Sorgun Çayı vasıtasıyla Karasu Çayına dökülmektedir.

Erozyonun fazla olduğu havzada özellikle aşağı ığırda yamaç erozyonu çok fazla olup, su erozyonuyla mücadele edilmesi gereken bir seviyeye ulaşmıştır (şekil 2.14). Akarsuyun gömük menderesli ilerlediği Ahmetler kuzeyinde yörenin epijenik kaynaklı bir sürece maruz kaldığını işaret etmektedir. Selz Deresi yukarı çığırında sentipedal ile dentritik, orta çığırında paralel ve aşağı çığırında ise kanyon tipi drenaj ağı gelişmiştir.

Mezitli Dere

Çalışma sahasının güneyinde, Karasu ayının yukarı bölümünde yer alan ve Dodurga karstik platosunun kuzeyi ile Ahı Dağının arasındaki bölümünde yer alan havza, tektonik hareketler neticesinde son şeklini almıştır. Karasu ayı ve Bozüyük çevresinde yayılış gösteren Eskişehir-Trakya Fayı yörenin akarsu evrimini etkilemiştir. Mezitli Dere akarsu kapma ve tektonik etkiler neticesinde batıya doğru titlenerek Göksu ayı havzasına doğru akış göstermektedir. Kuzeyi ve güneyinde yer alan paleozoyik yaşlı kayalar akarsuyun sediment taşıma yükünü şekillendirmektedir. Yörede yer alan az sayıdaki karasal çökel alanları denüdasyon bölgeleri olup, Mezitli ayı havzasına sediment taşımaktadır. Mezitli Deresine katılan yan kollar üzerinde Eskişehir-Trakya Fayının yöredeki etkinliğinden oluşan asılı vadiler, akarsuyun rölyef enerjisine ve doğrudan debiye katkı sağlamıştır. Mezitli Dere Dodurga karst bölgesinde gömük menderesli bir akarsu profili sergilerken, orta çığırında paralel ve aşağı kesiminde ise dentritik bir akarsu drenajı oluşturmuştur. Karasu ayı ile Mezitli Dere Aksutekke civarında su bölümü çizgisi oluşturmuş ve son tektonik hareketler ile birlikte batıya doğru blok yükselme neticesinde şekillenmiştir. Akarsu yukarı çığırında flüvyo-karstik özellikler sergilediği ve aşağı kesiminde ise tamamen flüvyal süreçlerin etken olduğu gözlenmektedir.

Karasu ayı

Karasu ayı Orta Sakarya Havzasında yer alan K-G yönlü akaçlama havzasıdır. Karasu ayı bünyesinde yer alan metamorfik birimler ve yörenin jeomorfolojik birimleri havza üzerinde etkide bulunmuş, blok faylanmanın neticesinde yörenin su toplama alanı belirlenmiştir. Karasu ayı güneydeki Eskişehir-Trakya Fay zonu ile kuzeydeki Paşalar Boğazı kuzeybatısı arasında sınırlanmıştır. Bu iki jeomorfolojik birim arasında akarsu rölyef enerjisi güneyden kuzeye doğru azalmış ve birikim yönü belirlenmiştir. Dentasyon sahası olan güney saha, karstik ve tektonik birimlerden meydana gelmiş olması ve Mezitler Deresi ile tektonik uzanımın kapmaya maruz kalması gibi durumlar, akarsuyun su toplama alanını daraltmıştır. Güney sahada yer alan polisiklik

topoğrafya akarsuyun denüstasyon hızında da azalış meydana getirmiştir. Karasu Çayının orta çığırında Söğüt Çayı ve yan kollarında meydana gelen epijenik boğazlar ve Bilecik il merkezinin kuzeydoğusunda yer alan kanyon oluşumları yörenin litolojik ve tektonik etkisi hakkında değerlendirme imkanı sağlamaktadır. Küplü çevresinde Sorgun Derenin taşıdığı alüvyonlar neticesinde dağ içi ovası meydana gelmiş ve tarımsal faaliyetlere uygun zemin oluşturmuştur. Havzada yer alan yamaçlardan gelen sedimentler geçiş fasiyeslerinin gelişmesine olanak vermiştir. Karasu Çayı'nın iç bükey yamaçları üzerinde alüvyonların birikmesi sonucu oluşan burun seti depolarına da rastlandığı değerlendirilmiştir (Ören, 2015, s. 65). Karasu Çayı Bozüyük-Karaköy arasında epijenik gömülmeye bağlı geliştiğini işaret eden ve yamaçlarda iyi yuvarlanmış malzemelerden oluştuğu arazi çalışmalarında gözlenmiştir. Bu durum Karasu Çayı'nın epijenik bir gömülme yaşadığını işaret etmektedir.

Sarısu Çayı

Dodurga karst platosunun güneydoğusunda yer alan Sarısu Çayı, Eskişehir-Trakya Fay zonunun güneyinde yer almış ve tektonik çarpılmalar sonucu yönünü güneydoğuya ve Porsuk Çayı havzasına yönelmiştir. Kabaca GB-KD yönünde akış gösteren akarsu, tektonik etkinin ve karstlaşmanın neticesinde polisiklik bir topoğrafyaya dönüşmesine neden olmuştur. Akarsuyun aşağı çığırında yer alan Kandilli köyü kuzeybatısında Eskişehir-Trakya Fay zonunun meydana getirdiği fay aynası vadinin yamaçlarında yer alan kireçtaşı birimlerini keserek, rölyef enerjisini arttırmıştır. Bu yörede akarsu dağlık bölümden ova morfolojisine keskin bir geçiş sağlamıştır.

Söğüt Çayı

Söğüt Çayı Orta Sakarya Havzasında Karasu Çayına subsekant özellikte bir akaçlama alanıdır. Söğüt Çayı kabaca GD-KB yönünde yatak uzanımı göstermekte, bulunduğu litolojik birimler ise daha çok kırıntılı tersiyer formasyonlarından meydana gelmektedir. Söğüt Çayının yukarı çığırında yer alan Kızıldağlar Barajı siltasyonu etkilemektedir.

Dudaş Çayı

Dudaş Çayı Orta Sakarya Havzasında Söğüt Çayının güneydoğusunda yer alır. Dudaş Çayı Dudaş köyü yakınlarında heyelanlı bir saha bünyesinden doğuya doğru akış göstererek Çaltı üzerinden Sakarya Nehrine dökülmektedir.

Yeşilyurt Çayı

Yeşilyurt Çayı Dudaş Çayının güneydoğusunda yer alır. Bilecik ilinin en güneydoğusunda yer alan akarsu, dar bir topoğrafya içerisinde akış gösterir. Yeşilyurt Çayı, Rızapaşa ile Yeşilyurt arasında konumlanan Rızapaşa Gölü yakınlarında bir fay kaynağı şeklinde belirginleşir.

Tozman Çayı

Tozman Çayı Orta Sakarya Havzasının güneydoğusunda yer alır. Yenipazar Çayının doğusunda yer alan Tozman Çayı bünyesinde tersiyer yaşlı kırıntılı kayalar ve yer yer granit sokulumları yer alır. Bu yörede yer alan volkanik kayalar alterasyona maruz kalarak içerisinde yer alan kuvars yumruları çözülmekte ve birim içerisinde yer alan diğer kayaların suyla temasıyla kimyasal çözülme ve denüdayona maruz kalmaktadır. Bu sebeple yörede volkanik kayalar ani yağışlar neticesinde tepkimeye girerek aşınmakta ve taşkınlara ana malzeme fasiyesi oluşturmaktadır. Yakın tarihte havzada yer alan taşkınların ana kaynağı bu litolojik birimlerdir.

Yenipazar Çayı

Yenipazar Çayı, Orta Sakarya Havzasında yer alan ve kapladığı alan bakımından il topraklarındaki en geniş havzalardan birisidir. Yenipazar Çayının yukarı çığırında yer alan Kükürt Köyü ve çevresinde gölsel ve karasal neojen örtüler akarsu yatağının denüdayon ve sedimantasyon süreçlerine maruz kalmaktadır. Akarsuyun orta çığırında yer alan Harmankaya Kanyonu Güney Marmara'nın en büyük kanyonu konumundadır. Kanyon kireçtaşı ve Bilecik kireçtaşı birimlerini yarararak güneybatıya doğru akış göstermektedir. Paleocoğrafik gelişim ve Sakarya Nehri'nin Pliosen'de havzaya yerleştiği düşünülürse, Harmankaya kuvaternerde tektonik rejime bağlı olarak antedant bir karakterde yörede yer alması muhtemeldir. Kanyon içerisinde konumlanan korelan depolarda düzensiz sedimentler yer alır. Kanyon girişinde ise fay ve fay aynasının bulunması yörenin tektonik açıdan dinamik bir ortamda geliştiğini işaret etmektedir.

Akçay/Elbis Dere

Gölpazarı Havzası ve yakın çevresinin dış drenaja açıldığı Akçay Dere, Orta Sakarya Nehri'nin kuzeydoğusunda yer alır. Sakarya Nehri'nin pliosen'de yöreye yerleşmesi ve Gölpazarı Ovasının karstik ortamdan alüvyal çökel fasiyesine dönüşmesi sonrasında morfoloji dış drenaja açılabilmiştir. Öncesinde Gölpazarı paleokarstik polyesinin Dikenli boğaz vasıtasıyla Üyük Ovasına yeraltı sularıyla drene edildiği ancak sonrasında Kurşunlu-Göldağ fayının yörede yer

almasıyla Akçay Deresinin kapma yaşaması neticesinde bugünkü yerden drenaj ve yatak değişimi yaşadığı arazi gözlem ve raporlarından elde edilebilmektedir. Geç Pliosen- Erken Kuvaterner dönemleri arasında Akçay Dere, Sakarya Nehrine drene edilmekte ve sonrasında sıcak ve nemli koşullar altında taraça oluşumlarını bünyesinde yerleştirmektedir. Bu durum flüvyal süreçlerin yanı sıra bölgesel tektonik hareketlilik ve Kuzey Anadolu Fayı zonunun yöredeki sismik etkinliğiyle yakından ilişkilidir. Akçay/Elbis Derenin akarsu yatağına paralel uzanan ve Sipahi Dağının kuzey yamaçlarına doğru yayılış gösteren üç farklı seviyede seki oluşumları yer alır. Akarsuyun kuzeydoğusundaki sahil bandı üzerinde 1 m, 2 m ve 4 metre seviyelerde taraçalar dikkat çekmektedir. Sakarya Havzasında yer alan önceki çalışmalara uyumlu olan bu sekiler kuvaternerde meydana gelen paleocoğrafik gelişimleri desteklemiştir.

Göynük Çayı

Göynük Çayı Sakarya Nehrine dökülen ve il sınırını kuzeydoğu bölümünü oluşturan akarsu havzasıdır. Göynük Çayı Gölpazarı Ovası ile Pamukova Ovasının arasında yer alıp, Aşağı Sakarya Havzasına dökülmektedir. Havzada yer alan metamorfik ve kimyasal kayalar akarsu yatağında rölyefi etkilemiştir.

Sakarya Nehri

Sakarya, Batı Karadeniz Bölümünde yer alan en büyük akarsu havzasıdır. Uzunluğu kabaca 825 km, yağış alanı ise 57 bin km² dir. Yukarı çığırından orta çığına kadar batıya doğru kıvrılan akarsu, aşağı çığına tamamen kuzeye doğru akış göstermektedir. Sakarya Nehri Bilecik il sınırlarında Orta Sakarya ve Paşalar Boğazından kuzeye doğru olan bölümüyle de Aşağı Sakarya bölümü diye nitelendirilmektedir. Sakarya Nehri Bilecik yakınlarında kuzeye doğru yön değiştirir, dağ sıralarını enine keser, dar boğazlara girer, yolu boyunca yer yer hızlı akar, bu arada Bozüyük çayı, Göynük çayı, Göksu, Mudurnu çayı, Sapanca Gölünün ayağı olan Çarksuyu gibi akarsuları alır, sığ ve kumsal bir ağızdan Karadeniz'e dökülür (İzbırak, 1972, s. 79). Sakarya Nehri'nin orta Sakarya ve aşağı Sakarya bölümleri Bilecik il sınırları içerisinde yer alıp, flüvyal süreçlere katkı sağlamaktadır.

5. Bilecik İlinin İklimsel Özellikleri

Bilecik ili farklı coğrafi bölgelerin kesişim ağı üzerinde yer alır. Bu coğrafi bölgelerin temelinde ise iklimsel farklılıklar yer almaktadır. Anadolu topoğrafyası üzerinde çeşitli indeksler kullanılarak iklim sınıflandırma yönetimleri oluşturulmuştur. Bu indisler içerisinde kurak ve nemli iklimleri birbirinden ayırmada etkili olduğunu bildiğimiz Köppen-Trewartha iklim sınıflandırma yönetimi öncelikle esas alınmıştır. Geyve’de Do Yazları sıcak, Kışları serin, Ilıman Denizel bölgesinde, Bilecik’te merkezi Köppen-Trewartha iklim sınıflandırmasına göre denizel ılıman iklim (Dobk Yazları ılık, Kışları serin, Ilıman Denizsel) bölgesinde, Bozüyük’te Dcbk Yazları ılık, Kışları serin, Ilıman Karasal bölgesinde, Bursa’da Csak Yazları sıcak, Kışları serin, Subtropikal kuru yaz iklimi, Akdeniz iklimi bölgesinde, Eskişehir’de Dcbo Yazları ılık, Kışları soğuk, Ilıman Karasal bölgesinde ve Bolu’da ise Dcbk Yazları ılık, Kışları serin, Ilıman Karasal iklim sınıflandırması alt bölümlerinde arasında yer alır (Harita 2.7). Bu durum Bilecik kuzeyindeki ilçelerde subtropikal iklimin, doğusunda ve güneyinde karasal ılıman iklimin, batısında ise subtropikal kuru yaz iklimi yani Akdeniz İkliminin hakim olduğunu göstermektedir.



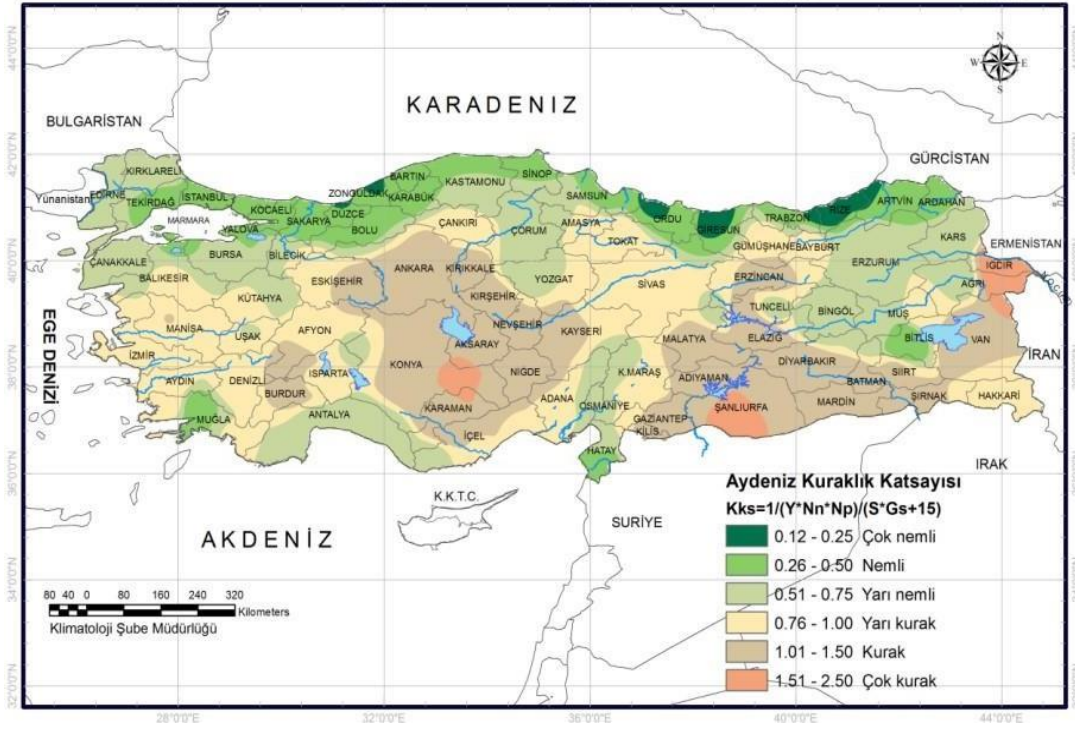
Harita 2.7. Köppen-Trewartha iklim sınıflandırması.

Kaynak: (Bölük & Kömüşçü, 2018:12).

İklim tasnifinde bir diğer yöntem de Martonne kuraklık indeksidir. Bu yöntemde kuraklık temelinde esas alınmış, yöreler hakkında doğal olayların analitik çıkarımlarında temel alınabilecek bir veri kataloğu sunmuştur. İndise göre Türkiye anakarası kurak, yarı kurak, yarı kurak-nemli arası, yarı nemli, nemli ve çok nemli şeklinde formalize edilmiştir. Analize göre ocak ayı nemli, şubat ayı nemli, mart ayı Bilecik genelinde nemli olup Bursa çevresinde çok nemli Eskişehir çevresinde ise yarı nemli özelliktedir. Nisan ayı Bilecik geneli yarı nemli olup Bursa ve Kütahya çevreleri çok nemli özelliktedir (Harita 2.10).

Mayıs ayında Bilecik'in kuzeydoğu ve kısmen güneyinde yarı kurak özellik hesap edilmiş olup ilin güneybatısında yarı nemli ve nemli indis elde edilmiştir. Haziran ayında Bilecik il genelinin tamamı yarı nemli-nemli arasıdır. Temmuz ayında Bilecik ilinin tamamına yakını yarı kurak özellikte olup, kuzeye doğru gidildikçe yarı kurak nemli arası indis görülür. Ağustos ayında Bilecik'in batı güney ve güneydoğu bölümlerinde kurak kuzeydoğu bölümünde ise yarı kurak bir indis hesap edilmiştir. Eylül ayında Bilecik ilinin güney ve güneydoğu bölümlerinde yarı kurak hakim olurken, kuzey ve kuzeydoğu bölümlerinde ise yarı kurak nemli arası indis yüksek yoğunluktadır. Ekim ayında Bilecik ilinin tamamına yakını yarı-nemli özellikleri olup, güneydoğu bölümünde yarı kurak nemle arası indis hesaplanmıştır. Kasım ayında Bilecik ilinin tamamına yakını nemli özelliktedir Bilecik il merkezinin kuzeybatı bölümünde yarı nemli bir topoğrafya Göksu çayının çevresinde kümelenmiştir. Aralık ayında Bilecik ilinin tamamına yakını nemli karakterdedir. Ancak ilin güneyi, batısı ve kuzeyinde çok nemli bir indis hesaplanmıştır.

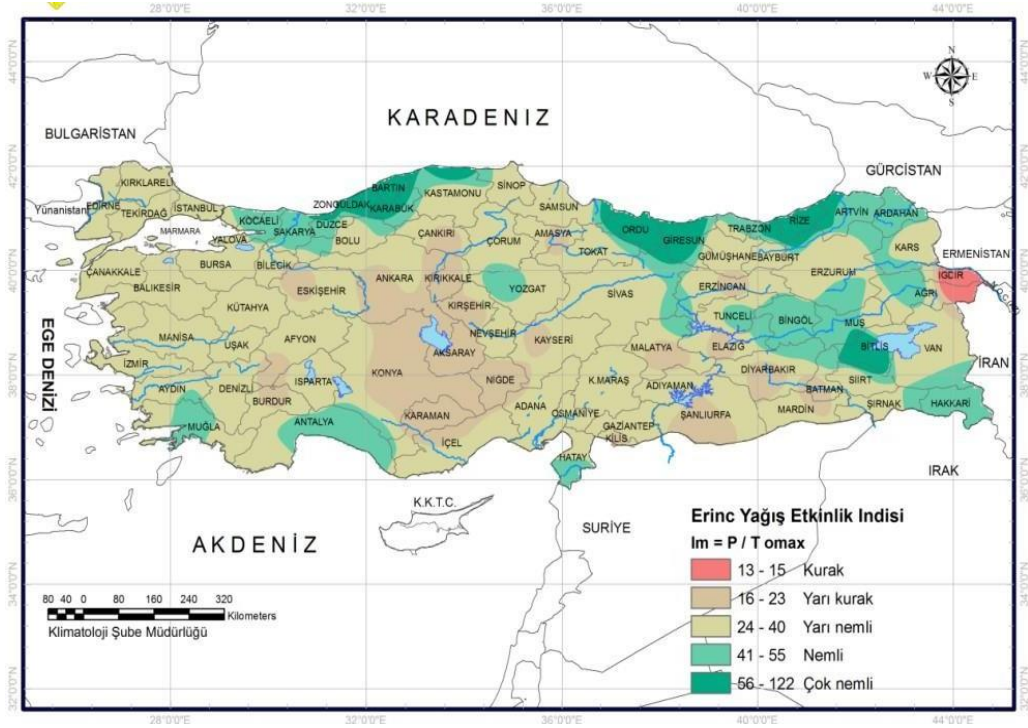
Yıllık olarak bakıldığında; Bilecik ilinin kuzeyinde yarı nemli, batısında nemli, doğu ve güneydoğu bölümünde yarı kurak ve il genelinin tamamına yakınında ise, yarı kurak nemli arası bir indis hesaplanmıştır. Bir diğer hesaplama ise Aydeniz iklim tasnif metodudur. Bu metoda göre; Bilecik ilinin kuzey bölümleri çok nemli, kuzeydoğusu ve doğusunda yarı kurak, güneybatısında yarı nemli ve il genelinin tamamına yakınında ise, yarın önemli bir indis katsayısı hesaplanmıştır. Yenipazar ve İnhisar çevresinde yarı kurak bir İndis dikkat çekmektedir (Harita 2.8).



Harita 2.8. Aydeniz'e göre Türkiye İklimi.

Kaynak: (Anonim, İklim Sınıflandırmaları , 2015:7).

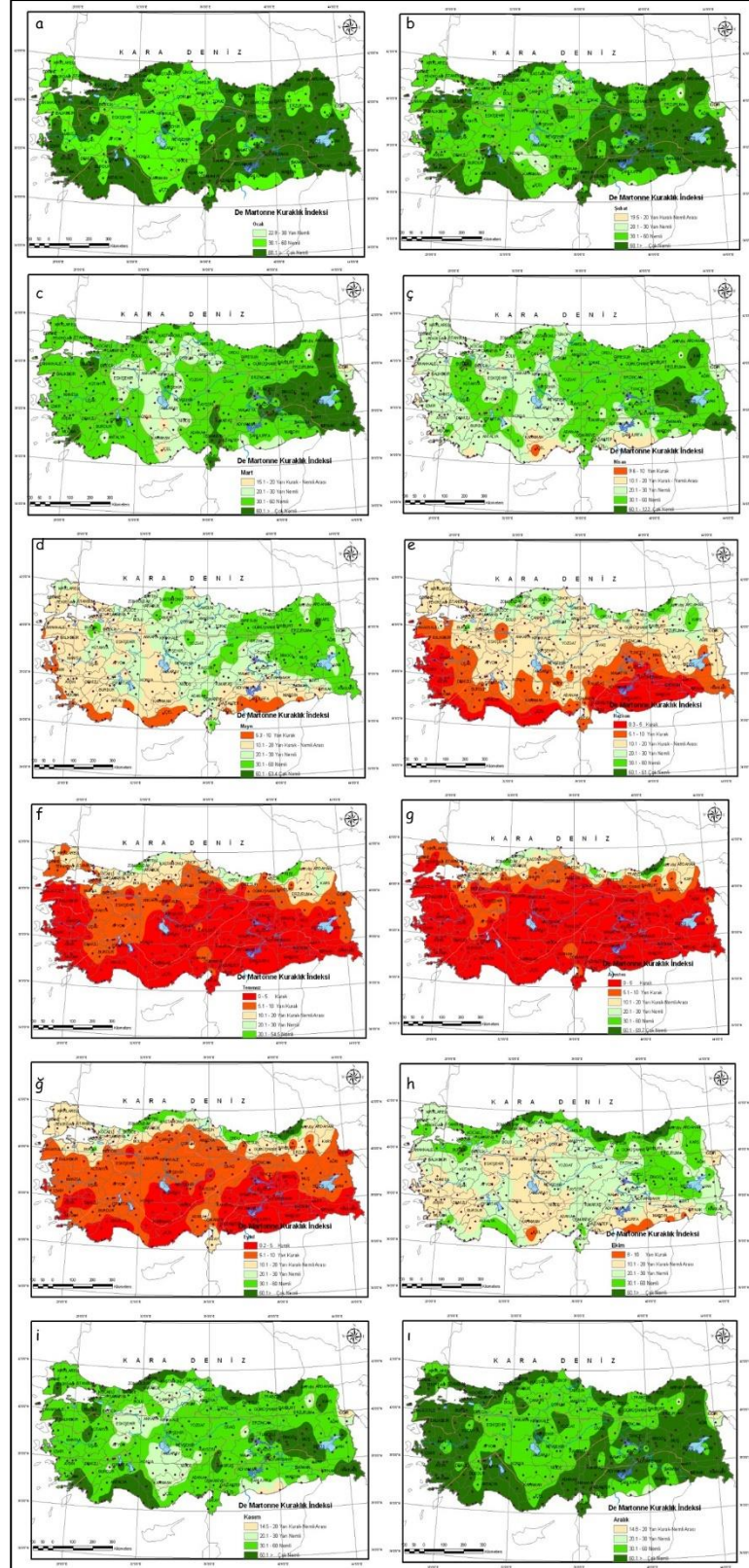
Son olarak Sırrı Erinç'e ait iklim sınıflandırması metoduyla yörenin iklimsel kayıtları değerlendirilmiştir. Analize göre Oğulpaşa havzası, Karadın Oluğu ve Osmaneli'nin kuzeyinde yer alan Göksu Çayı çevresinde nemli bir etkinlik hesaplanmıştır. Bunun dışında İnhisar ve Yenipazar çevresinde yarı kurak bir iklim olduğu ve il genelinin tamamında ise yarı nemli bir iklim özelliğinin var olduğu dikkat çekmektedir (Harita 2.9).



Harita 2.9. Erinc'e göre Türkiye İklimi.

Kaynak: (Anonim, İklim Sınıflandırmaları , 2015:8).

Çeşitli iklim metotlarına göre ele alınan yörenin benzer karakterdeki iklim sınıflandırmalarına sahip olduğu görülmüştür. Bilecik kuzeyinde genel itibarıyla yarı nemli ve nemli bir iklimin var olduğu tespit edilmiştir. İlin doğusunda yer alan bölgelerde karasal iklimin izleri dikkat çeker. Bozüyük ve güneyinde yer alan yörelerde karasal iklim ile kısmen nemli iklim kesişmektedir. İlin batısında yer alan bölgede Akdeniz iklimi hakimdir. Tüm bu özellikler bölgede taşkın hesaplamalarında dikkate alınmalıdır. Uzun süreli iklimsel kayıtlar mevsimsel özelliklere göre taşkın yoğunluğunu belirlemektedir. İlin kuzeyindeki bölgelerde taşkın periyodu nemliliğe bağlı olarak kısa periyotlarda gerçekleşir. Doğu ve güneyindeki bölümlerde ise taşkın periyodu uzun süreli olup, mevsimsel karakter gösterdiği değerlendirilebilir.



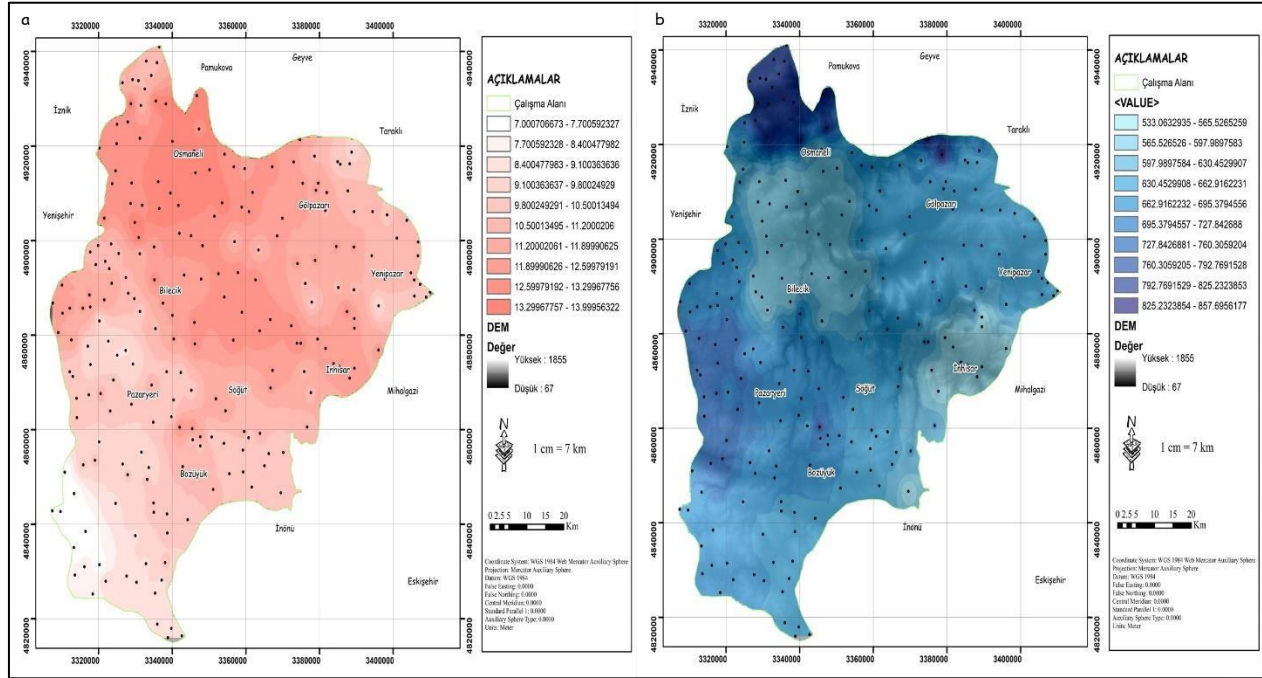
Harita 2.10. De Martonne kuraklık indeksine göre Türkiye'nin iklim tasnifi.

Tablo 2.1. Bilecik İlinin Uzun Süreli Meteorolojik Rasat Verileri.

1975 2006	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Sıcaklık	2.5	3.3	6.6	11.6	16.0	19.9	22.1	21.9	18.3	13.7	8.4	4.4	12.4
Yağış	49.8	38.7	41.7	43.0	44.9	33.4	20.3	11.2	20.2	43.6	42.8	54.6	444.1

Bilecik ili kuzeyinde Karadeniz, doğusunda karasal, güney ve batısında ise Akdeniz iklim kuşakları ile çevrilidir. İl genelinde yer alan yüksek topografya ve parçalı görünüm, global iklimlerin coğrafi sınırlarını belirlemiştir. Sakarya havzasında Sakarya Nehri'nin açtığı topoğrafya üzerinde nemlilik yıl boyunca fazladır. Ortalama sıcaklıkların ve yağışların yüksek topoğrafyaya bağlı olarak havzalar içerisinde farklılık gösterdiği değerlendirilmektedir. Bu bağlamda yerel basınçlar ve toprak sıcaklıkları dinamik bir sürece bağlıdır. Global etkilerinin merkezi noktasında yer alan il genelinde orajlı gün sayısı ve rüzgârlı gün sayısı doğrudan etkiye açıktır.

İl genelinde yerel basınçlar sonbahar ve kış mevsiminde yüksek, ilkbahara doğru alçak basınç özelliği sergiler. Yöredeki ortalama sıcaklıklar eksi değerlere düşmemektedir. En yüksek sıcaklık ağustos ayında (22.1°C) ölçülmüş, en düşük ortalama sıcaklık ise ocak ayında 2.5°C olduğu görülmüştür (Tablo 2.1). Yöredeki ortalama sıcaklıklarda en yüksek sıcaklığın temmuz ayı olduğu, en düşük sıcaklıkların ise ocak ayında gerçekleştiği dikkat çekmektedir. Sıcaklıkların yörede Osmaneli-İnhisar arasında uzandığı ve morfolojide Orta Sakarya Havzası diye bilinen sahada kümelendiği görülmektedir. Bu yörede sıcaklıklar örtü altı yetiştiriciliğini desteklemiştir. Sıcaklıklar Bilecik ilinin güneybatısında yer alan Dodurga ve çevresinde, Gölpazarı kuzeydoğusunda ve Yenipazar havzasının kuzeydoğusunda kümelendiği görülmüştür (Harita 2.11). Yöredeki uzun yıllar toplam yağışın 444.0 mm olduğu ancak aylık olarak en fazla yağışın aralık- ocak aylarında düştüğü görülmektedir. Yağışlar kuzeyde yoğunlaşmış olup, Vezirhan-Bilecik arası ile İnhisar-Söğüt arasında azaldığı dikkat çekicidir (Harita 2.11). Mayıs ve ekim aylarında yağışların yoğunlaştığı ve açık kaynak analizinde bu aylarda taşkınların kümelendiği görülmüştür. Bu durum yörenin taşkın-yağış ilişkisini yorumlanabilir düzeye çıkarmıştır. Yörede ortalama kar örtülü gün sayısı ocak ve şubat aylarında kümelenmiştir. Bu aylarda zemindeki güneş radyasyonu azlığı toprak sıcaklığını, yüzeysel sıcaklığı ve doğa oluşumlarını da etkilemiştir.



Harita 2.11. Çalışma Alanına ait Sıcaklık ve Yağış verilerinden üretilen haritalar.

6. Bilecik İlinin Toprak Özellikleri

İklimin yeryüzünde çeşitlilik göstermesine bağlı olarak şekillenen toprak oluşumu, ana kayadan fiziksel, kimyasal ve organik yollarla ayrıışan malzemelerin yeryüzünün üst kısmında oluşturduğu bileşenler olarak bilinmektedir. Buna bağlı olarak iklimsel çeşitliliğinin en çok görüldüğü Marmara Bölgesinde toprak çeşitliliği de topoğrafya ve diğer dış kuvvetlere bağlı çeşitlenmiştir. Marmara Bölgesi iklimsel çeşitliliğın fazla olduğu bir bölge olması yanı sıra kendi içerisinde Bilecik ilinde global iklimlerin kesişim noktası olmasına bağlı olarak da il bazından toprak çeşitliliği artmıştır (Harita 2.12). İlin kuzeyinde Karadeniz ikliminin görülmesine bağlı olarak kahverengi orman toprakları, batısında ve merkezi bölümünde terra rossa toprakları, güney ve güneydoğu bölümünde ise kahverengi ve kestane renkli bozkır toprakları yayılış göstermektedir (Şekil 2.15). Zonal karakterli toprakların içerisindeki kahverengi orman toprakları özellikle ormanlık alanların kümelenildiği ve kışın yaprak döken ağaçların çokça yer aldığı kuzey ve kuzeybatı bölümlerinde yayılış gösterir. Humus bakımından zengin olan bu topraklarda mineral zenginliğı dikkat çekmektedir. Bölgedeki yağışların fazla olmasına bağlı olarak topraktaki yıkanma fazla olup, kireçlenme oranı ise düşüktür. Oğulpaşa havzası, Karadın Oluğunun kuzey ve güneyindeki yamaçları, Göksu Çayı vadisi, Göynük çayı vadisinde çoğu yörede kahverengi orman toprakları yayılış göstermektedir. Akdeniz ikliminin karakteristik toprak bileşeni olan terra-rossa

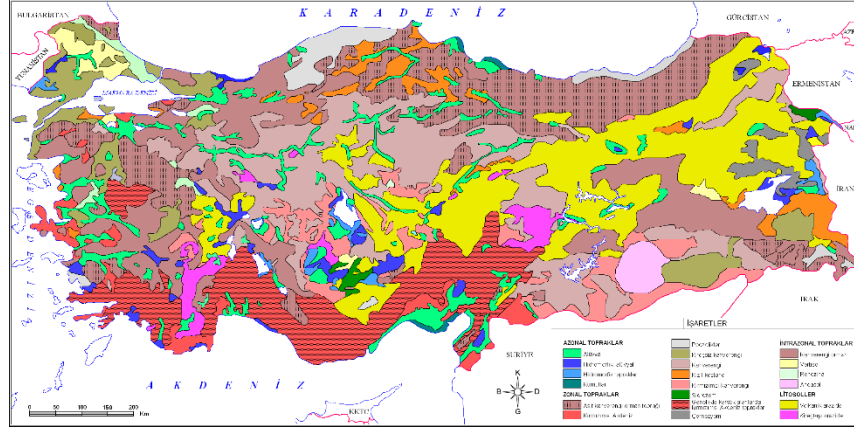
yörede büyük bölümde yayılış gösterir. İklimsel olarak il topraklarının güney, güneybatı ve Orta Sakarya Havzası bünyesinde terra-rossa toprakları yayılış gösterir. Özellikle kalkerin yöredeki çeşitliliği, bu toprak grubunun gelişmesine katkı sağlamaktadır. Bileşiminde demir oksitlenmenin fazla olmasına bağlı olarak arazide kırmızımsı renkte yer alan bu topraklarda kireçlenme fazla olup, verimlilik düşüktür. Bu topraklar üzerinde Bilecik ve çevresinde Ayçiçek üretimi yaygındır. Sandal, yabancı kocayemiş ve yabancı zeytinlikler yörede bu toprak üzerinde yayılış göstermektedir. Toprak, yörenin güneybatısında, Orta Sakarya Havzası bünyesinde ve Bilecik merkezin kuzeydoğusundaki arazilerde yayılış göstermektedir. Kahverengi ve kestane renkli bozkır toprakları step bölgelerin karakteristik toprak grubudur. Bu birim yıllık yağış miktarının çok az olduğu, kireçli yumrulara (kaliş) sahip olan ve organik madde bakımından fakir olan yörelerde gelişmiştir. Kahverengi ve kestane renkli bozkır toprakları ilin güneyinde, güneydoğusunda ve batısındaki havzalarda yayılış göstermektedir. Bilecik'te tahıl tarımının yoğun olarak yapıldığı havzalarda bu toprakların daha fazla yayılış gösterdiği bilinmektedir.

Bilecik ilinde azonal topraklar akarsu etkisiyle yörede yayılış göstermiştir. Bu azonal topraklar içerisinde belirli bir horizon olmamakla birlikte, iklimsel etkiler de bulunmamaktadır. Yörede yer alan kabaca 22 akarsu havzasında alüvyal kökenli topraklar yer almaktadır. Bu havzalar içerisinde yer alan Sakarya Nehri havzası üst havza konumunda olduğu için daha fazla alüvyal taşımaktadır. Sakarya Nehri dışında yörede alüvyal taşıyan diğer önemli havzalar şunlardır; Karasu Çayı, Göksu Çayı, Söğüt Çayı, Göynük Çayı, Yenipazar Çayı ve Akçay/Elbis Dere'dir.

Alüvyal kökenli malzemeler dağ içi ovaları denilen iki tektonik hat arasında yayılış göstermekte, ilin tarımsal faaliyetinde en önemli mekanlar olarak değerlendirilmektedir. Mineral ve organizmalar açısından zengin olan bu verimli topraklar eğimin azaldığı dar havzalarda ise seki (taraça) morfolojisine oluşum sağlamaktadır. Azonal topraklardan bir diğeri kolüvyal topraklardır. Dağlık ve engebeli arazilerde yer alan ve topoğrafyanın yarıлма derecesine göre birikim sağlayan bu topraklarda düzensiz tortul kümeleri yer alır. Dağlık alanlar ile ova arasında yer alan bu topraklar çoğunlukla tektonik hatlar tarafından kesilen yüzeylerde, erozyona uğrayan bölgelerde ve eğim kırıklıklarının yer aldığı sahalarda görülmektedir. İl genelinde kolüvyal topraklar Gölpazarı havzasında, Yenipazar Çayı havzasında, Karasu Çayı alt havzalarında ve Karadin oluşu çevresinde görülmektedir. Kuzeyde ve güneyde yer alan bu toprakların tektonik çizgiselliklerin etrafında geliştiği bilinmektedir. Karadin oluşu ve Dodurga çevresinde yer alan kolüvyal topraklar tektonik etki sonucu çevrede yayılış göstermişlerdir. Eğimin artmasına bağlı olarak yamaçlarda görülen ve

içerisinde bitki kalıntılarının olmadığı topraklara litosol topraklar denilmektedir. Bu tür iri taneli taşlı topraklar özellikle Gölpazarı havzasının güneyinde yer alan sahada, Avdan Dağlarının kuzeye bakan yamaçlarında, Bozalan köyünün güneyinde yer alan fay dikliği üzerinde, Karasu Çayı vadisinin batıya bakan yamaçlarında ve Tuzaklı Bindirmesi üzerinde dağılışı göstermektedir.

İntrazonal topraklar açısından çok derece zengin olan yöre, yer şekilleri ve ana litolojiye bağlı olarak gelişen topraklardır. Bu birimler içerisinde özellikle B horizonunun gelişmediği, A ve C horizonlarının yer şekillerinin de etkisiyle üst kısmının, litolojik tesirle alt kısmının gelişim gösterdiği bilinmektedir. Yumuşak karakterdeki kireç taşı ile neojen karasal çökellerden arta kalan killi serinin kırıntılı malzemelerle sentezlenmesiyle gelişen taş doğuran topraklar, kalsimorfik topraklar olarak nitelendirilmektedir. Vertisoller olarak bilinen bu topraklar Güney Marmara'da özellikle Bilecik-Bursa arasında yer alan plato yüzeyinde yayılışı göstermektedir. Kalsimorfik topraklar kil oranı ve kireçtaşı varlığıyla özellikle Yenipazar Çayı havzasındaki Nardin çevresinde, Gölpazarı Ovasının güneydoğusundaki plato yüzeyinde, Bilecik platosu üzerinde ve Karasu Çayının güneyindeki karstik arazide geniş alanlarda kümelenme göstermektedir. Yumuşak dokulu kireçtaşlarının ayrışması sonucu meydana gelen topraklar Redzina topraklar olarak bilinir. Bu topraklar Vertisoller gibi kireç varlığı ile gelişen topraklar olup, içerisinde kil ve killi kireçtaşı olmamasıyla ayırt edilir. Yörede kalış şeklindeki birimler Redzina oluşumlarına kısmen uygun zemin hazırlamıştır. Yörede Redzina oluşumlarının Çukurören kuzeyinde, Bilecik OSB yol yarmalarında, Yenipazar-Gölpazarı yolu üzerinde, Tuzaklı Bindirmesinin kuzeybatıya bakan yamaçlarında, Eskişehir- Trakya fayının kuzeydoğu yamaçlarında, Karadın oluğunun güneye bakan yamaçlarındaki kireçli seriler üzerinde ve Cambazkaya Olistostromu çevresindeki dar topografyada yayılışı göstermektedir. Araştırma alanında yer alan hidromorfik topraklar akarsu, göl ve bataklık alanlarında yayılışı göstermektedir.



Harita 2.12. Türkiye'nin Büyük Toprak Grupları Haritası.

Kaynak: (Saygılı, 2024).



Şekil 2.15. Bilecik ilinde yer alan başlıca Toprak Gruplarına ait birimler.

- a. Kahverengi Orman Toprakları çalışma alanının kuzeybatısında yayılış gösterir, b.terra-rossa toprakları Bilecik Platosu üzerinde geniş yer kaplamaktadır, c.Alüvyal topraklar havza tabanlarında geniş bir alanda yayılış göstermektedir, d. Kahverengi ve kestane renkli bozkır toprakları güneydeki havzalarda yayılış gösterir.

Taban suyunun yüzeye yakın olduğu bu yörelerde deltaik süreçler de etkilidir. Karasal yörelerde menderes çizen morfolojinin sahil bantlarında gelişmiş olan hidromorfik toprakların tabanı genellikle ot, saz ve kamış gibi bitkilerle kaplıdır. Çalışma alanı içerisinde kil, mil ve siltli birimlerin yer aldığı bu hidromorfik topraklar; Üyük Ovası, Osmaneli- Cambazkaya Olistostromu arasındaki vadide, Göksu Çayı aşağı havzasında, Karasu Çayının orta çığırında (Demirköy-Karaköy) ve Akçay/Elbis Dere havzasında yayılış göstermektedir. İntrazonal topraklardan olan halomorfik toprak türleri çalışma alanında karstlaşmanın olduğu yörelerde görülmektedir. Suda

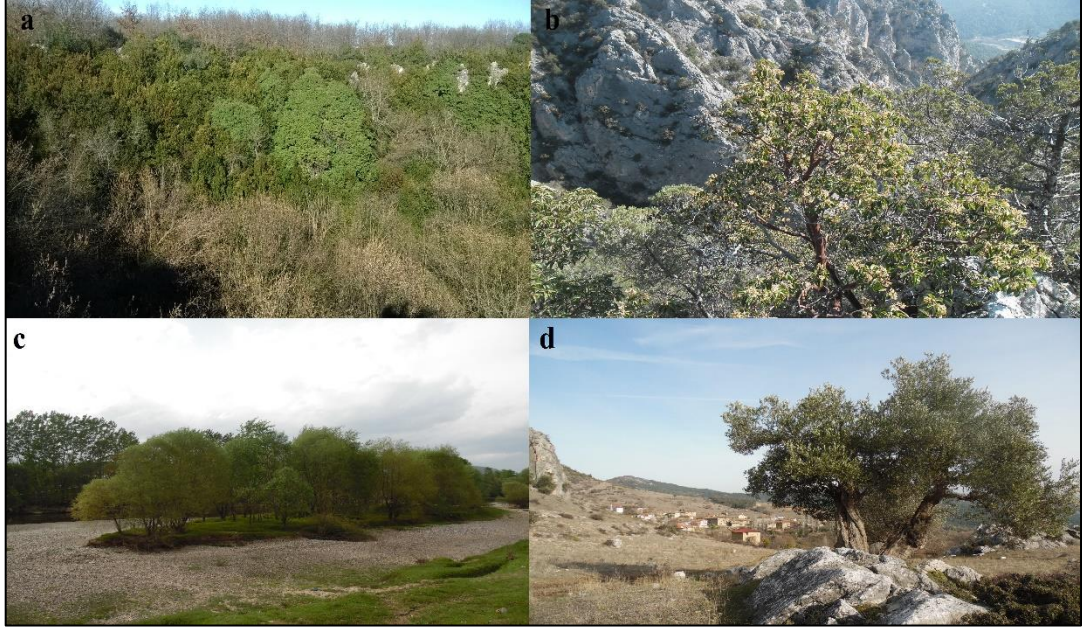
çözölmüş halde bulunan tuz ve karbonatın yüzeyde veya mağara birimlerinde tortullaşmasıyla gelişim gösteren bu topraklar daha az yüzeyde yayılış gösterir.

7. Bilecik İlinin Flora Özellikleri

Bilecik ili Karadeniz İklimi, Marmara Geçiş iklimi ve Akdeniz ikliminin keşişim noktasında yer almakta olup, bu iklimsel örtülere göre de coğrafi bölgelere ayırında sınır kabul edilen çizgisellikte yer alır. Bu bakımdan Marmara, Karadeniz, İç Anadolu ve Ege Bölgelerinin de birbirinden ayrıldığı alanda konumlanır.

Bilecik ili kuzeyinde yer alan Osmaneli ve Bilecik merkez ilçede Marmara Geçiş İkimi, Osmaneli ile Yenipazar ilçelerinde Karadeniz İklimi, Bozüyük, Pazaryeri, Söğüt ile çevresinde Karasal iklim ve Orta Sakarya Havzası ile Gölpazarı alt havzalarında ise Akdeniz iklimine ait flora varlıkları dikkat çekicidir. “Anadolu Diagonali” Orta Sakarya Havzasının kuzeydoğusunda yer alan Kocadağ’da keşitiği düşünölmektedir. Bu bölgesel değerlendirmeler Bilecik ilinin flora açısından çeşitlilik arz ettiğini işaret eder. Bilecik ili genelinde yer alan flora ve flora bölgeleri Akdeniz, Avrupa-Sibirya ve İran-Turan’a ait izler taşıdığı bilinmektedir (Davis, 1970). Bilecik ilinde sadece bir köy yerleşmesi üzerinde bile 244 floristik bölgenin olduğu; yapılan bu taramalardan sonra ilk sırada % 16.77 ile Akdeniz flora bölgesi elementleri ve sırası ile % 12.62 ile Avrupa-Sibirya ve % 8.15 ile İran-Turan flora bölgesi elementleri yer aldığı değerlendirilmiştir (Erdem, 2018, s. 20). Bilecik ili üzerinde yer alan önemli dağlık yörelerden birisi olan Gülümbe Dağında yapılan çalışmalarda; Akdeniz florasına ait 67 takson (%14,66), İran-Turan florasına ait 46 takson (%10,06), Avrupa-Sibirya florasına ait 32 takson (%7,0), Öksin florasına ait 4 takson (%0,87), Geniş yayılışlı floraya ait 174 takson (%38,07) ve bilinmeyen floralara ait ise 127 takson (%27,8) olduğu belirlenmiştir (Ocak A. , 1996, s. 17). Bilecik ilinin genelini kapsayan bir diğere çalışmada bitki taksonlarının fitocoğrafik bölgelere dağılımında; % 9.02’si İran-Turan, % 6.94’ü Akdeniz ve % 11.1’i Avrupa-Sibirya elementi olduğu ve çok bölgeli veya fitocoğrafik bölgesi bilinmeyenlerin oranının ise % 65.96 olduğu, bu taksonlardan 90 tanesi endemik olup, bölgedeki endemizm oranının ise % 6.44 şeklinde değerlendirildiği dikkat çekmektedir (Öztürk & Ocak, 2020, s. 1590). Bilecik ilinde yer alan başlıca flora türleri ise şunlardır; kayın, gürgen, meşe, karaçam, sarıçam, kızılçam, Uludağ köknarı, sandal, kocayemiş, yabancı fındık, zeytin, defne, kızılağaç, kestane, laden, bozkır türleri gibi flora varlıkları bilinmektedir (Şekil 2.16).

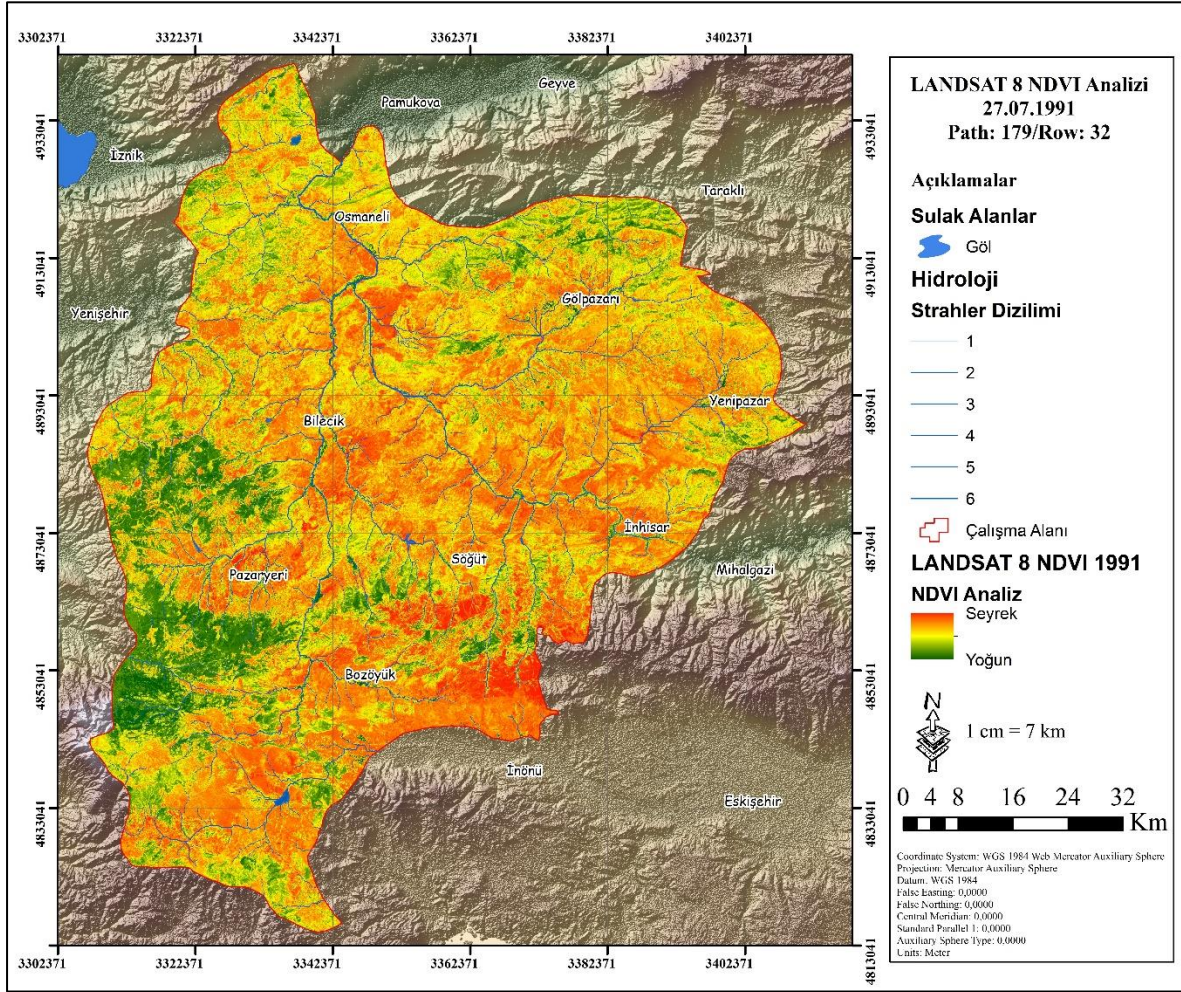
Bilecik ilinin kuzeyinde ve doğusunda Karadeniz iklimi flora türleri, ilin kuzeybatısında Marmara Geçiş İklimi türleri, güneyinde bozkır örtüsü ve Orta Sakarya havzası ve alt havzalarında ise Akdeniz iklimine ait flora grupları yer almaktadır. Osmaneli ve kuzeydoğusunda yer alan alt havzalarda kızılçam türleri, Girdap Dere havzasındaki karstik bölgede yabancı fındık türleri, Dodurga kuzeybatısında Uludağ Göknarı türü, Orta Sakarya havzasında (Paşalar Boğazı- İnhisar) Söğüt ve Sandal türü, Bilecik Platosu üzerinde Zeytin, Macar Meşesi türü, Gölpazarı güneybatısında Karaçam türü, Pazaryeri havzasında Kızılçam ile Şerbetçi otu türü, Nardin Platosu üzerinde Sarıçam türleri ile Söğüt çevresinde Türk meşesi türü dikkat çekici özellikte yayılış göstermektedir. Bilecik ilinde yer alan bitki varlıkları dışında ilde uzun yıllar flora dağılışı alanları dikkat çekmektedir. Bu amaçla il sınırları üzerinde yer alan LANDSAT 8 NDVI bantlarına ait veriler derlenmiş ve ArcGIS yazılımıyla değerlendirilmiştir. Çalışma sahasına ait en eski bant verisi 1991 yılına ait olup, sırasıyla 2001, 2011 ve 2021 yıllarına ait 30 yıllık fenolojik kayıtlar esas alınmıştır.



Şekil 2.16. Bilecik İlinde yer alan Başlıca Flora Varlıkları.

a. Çalışma alanının kuzeybatısında yer alan ve Girdap Dere havzası bünyesinde konumlanan Bahçecik karst platosu üzerindeki kör vadi ve erime dolinleri içerisindeki Avrupa-Sibirya flora bölgesine ait yabani fındık türünün yayılış alanını oluşturmaktadır. b.Orta Sakarya Havzası yamaçlarında yer alan Bilecik Kireçtaşı jeolojik birimi üzerindeki Akdeniz flora varlığına ait olan Sandal türünün doğal yaşam alanıdır. c.Orta Sakarya Havzası ile Aşağı Sakarya Havzasını birbirinden ayıran Paşalar Boğazı güneyindeki akarsu yatağı içerisinde gelişen ırmak adası üzerindeki söğüt flora türleri d.Aşağı Sakarya havzası bünyesinde yer alan ve Sarmaşık Dere alt havzasındaki Günüören köyünde yayılış gösteren zeytin flora alanı.

LANDSAT 8 NDVI 1991 tarihli Bant Analizi

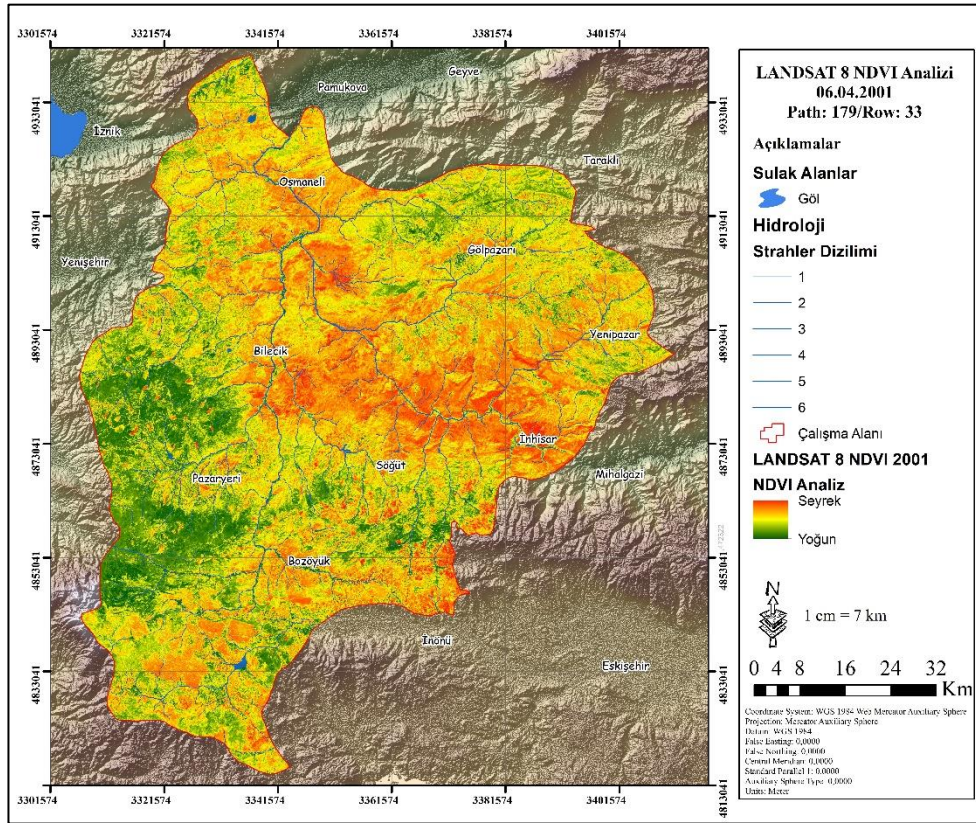


Harita 2.13. LANDSAT 8 NDVI 1991 tarihli Bant Analizi Haritası.

1991 yılına ait LANDSAT 8 bant analizine göre Oğulpaşa Vadisi'nin kuzeye bakan yamaçlarında flora varlığı seyrek, kuzeydoğu bölümünde ise yoğun olarak tespit edilmiştir. Samanlı Dağları ile Avdan Dağı arasında yer alan Karadin oluğu vadi tabanında flora ağırlığı seyrek olup, Çerkeşli göletinin kuzeydoğusundaki bölümde yoğun olarak analiz edilmiştir. Avdan Dağlarının güneyinde ve Göksu çayının kuzeybatısındaki bölümünde flora yoğun olup, güneydoğu yamaçlarında ise seyrek olarak değerlendirilmiştir. Osmaneli ile Bilecik arasındaki plato üzerinde flora varlığı seyrek olup, bölgenin tarımsal amaçlı kullanıldığı LANDSAT görüntülerinden yorumlanmıştır. Karasu Çayının aşağı ve orta kesimlerinde flora varlığı seyrek, Pazaryeri Havzasının vadi tabanında seyrek, Kapaklı Tepe ve Ahı Dağı çevresinde oldukça yoğun flora varlığı yer almaktadır. Araştırma alanının güneybatı bölümünde flora varlığı seyrek ve bu bölümde yer

alan karstik yapılar üzerinde floranın oldukça seyrek olduğu dikkat çekicidir.

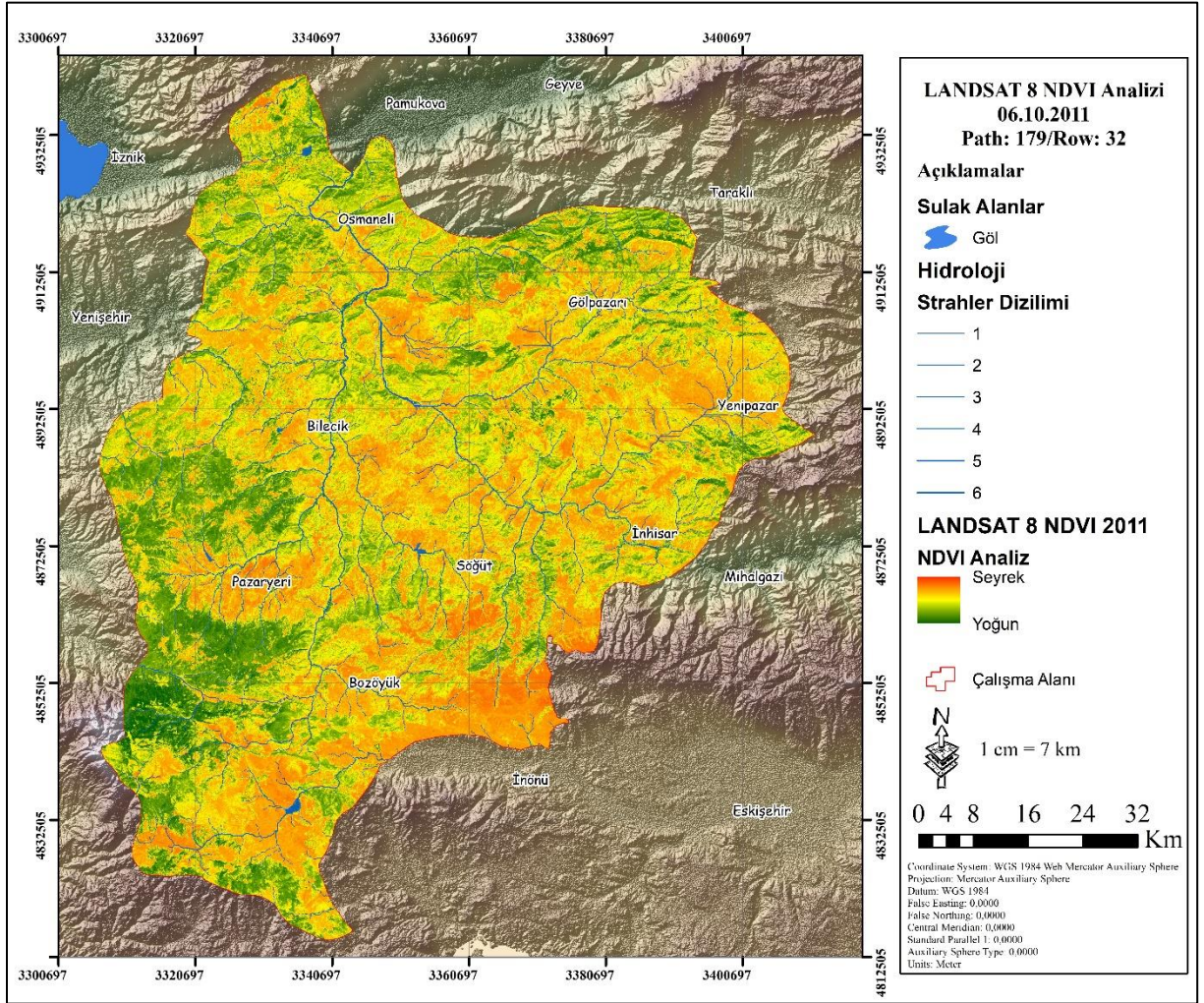
Mezitler ve Bozüyük Ovaları üzerinde seyrek flora devam eder ve Bozüyük ilçe merkezinin güneydoğu bölümünü kapsayan alanda şiddetli seyrek flora dikkat çekmektedir. Bozüyük ile Söğüt arasında yer alan Alibeydüzü Platosu üzerinde çok seyrek flora yer alırken, sahanın kuzeybatı bölümünde ve Karasu Çayına bakan yamaçlarda flora nispeten daha yoğundur. Orta Sakarya vadisi boyunca flora varlığı orta yoğun şeklinde gözlemlenmektedir. İnhisar, Söğüt ve Bilecik arasındaki kesimde dağlık alanların fazla olması ve erozyon şiddetinin yüksek olmasından dolayı flora oldukça seyrek olarak dikkat çeker. Üyük Ovası tabanında tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak yapılmasından dolayı seyrek bir flora dikkat çekmektedir. Yenipazar Havzası ve Gölpazarı Ovaları arasındaki kalan bölümde orta düzeyde yoğunluk yer alır. Göksu Çayı havzasında flora yoğun olup, batıya doğru devam eden topoğrafya üzerinde yoğunluk azalmaktadır. 1991 yılına ait LANDSAT 8 görüntülerinde ilin güneybatı bölümü ile kuzeydoğu bölümlerinde flora varlığı yoğundur. Bozüyük'ün doğusu Söğüt ilçe merkezinin güneyi, Bilecik il merkezi, İnhisar ilçesinin kuzeydoğusu ve Üyük Ovası tabanında şiddetli seyrek flora varlığı yer alır (Harita 2.13).



Harita 2.14. LANDSAT 8 NDVI 2001 tarihli Bant Analizi Haritası.

LANDSAT 8 NDVI 2001 tarihli Bant Analizi

2001 yılına ait LANDSAT 8 görüntülerinde Oğulpaşa Ovasının kuzey ve güney bölümlerinde nispeten flora seyrek. Ancak Oğulpaşa Ovasının vadi tabanı flora yoğunluğu ile dikkat çekmektedir. Samanlı Dağları ile Avdan Dağı arasında yer alan Karadin oluğu üzerinde flora seyrek. Göksu Çayı havzasının kuzeybatı bölümü ile havzanın aşağı çıkışında flora seyrek. Göksu Çayının kuzeybatı bölümünü ve Avdan Dağlarının batısında flora yoğun olarak görülür. Osmaneli ile Sarmaşık dere havzası arasındaki plato yüzeyinde tarım alanlarının mekânsal olarak artmasına bağlı floranın aşırı seyrek olduğu görülür. Göksu Çayı havzası ile İlmece Dere arasındaki plato yüzeyinde flora yoğun olarak yer alır. Hamsu Derenin yukarı çıkışı ile Girdap Dere havzalarında flora çeşitliliği fazladır. Bilecik il merkezinin güneyinde ve Pazaryeri havzasının kuzeybatısında yer alan Ahı Dağı çevresinde flora yüksek yoğunluktadır. Bu dağlık alanın kendi içerisinde yer yer tarımsal alanların sayısının artmasına bağlı olarak, seyrek flora yoğunluğu dikkat çekmektedir. Pazaryeri ilçe merkezinin güneyinde yer alan Ahı Dağı'nın kuzey ve güney kesimlerinde flora yüksek yoğunluktadır. Pazaryeri havzasının vadi tabanında beşeri ve tarımsal faaliyetler neticesinde küçük kümeler şeklinde aşırı seyrek flora alanları yer alır. Mezitler Boğazı ve Dodurga'nın kuzeybatısındaki dağlık alan üzerinde flora çeşitliliğini sürdürmektedir. Dodurga Karst Platosu üzerinde flora düşüktür ayrıca bu bölgede çıplak arazi yüzeylerinin varlığı yoğunluğun seyrek olmasında temel faktördür. Eskişehir-Trakya fay zonu üzerinde ve özellikle kuzeydoğuya bakan fay dikliği yamaçlarında floranın yoğun olduğu görülmektedir. Bu duruma neden olan unsur bakı ve solar radyasyon olmalıdır. Bozüyük Ovasının kuzeybatı ve güneydoğu bölümlerinde yüksek derecede seyrek flora yer alır. Özellikle Bozüyük ilçe merkezinin ve Bilecik il merkezinin güneydoğu bölümü il genelindeki en seyrek flora bölümü olarak görülür. Bozüyük ile Söğüt arasındaki plato yüzeyinin kuzeydoğu ve kuzeybatı yamaçlarında flora yoğundur. Orta Sakarya havzasının İnhisar ile Bilecik arasındaki kesiminde beşeri faaliyetler neticesinde floranın aşırı seyrek olduğu görülür. Üyük Ovası ve Göldağı bölümlerinde flora aşırı seyrek. Yenipazar Çayının orta çıkışında yer alan Harmankaya Kanyonunun güneybatı bölümünün arazinin çıplak olması nedeniyle aşırı seyrek floraya sahiptir. Yenipazar Çayının kuzey bölümü ile Gölpazarı Ovasının kuzeydoğu kesimlerinde flora nispeten yoğundur. Göynük Çayı havzasının güney ve kuzeydoğu yamaçlarında flora çeşitlidir (Harita 2.14).



Harita 2.15. LANDSAT 8 NDVI 2011 tarihli Bant Analizi Haritası.

LANDSAT 8 NDVI 2011 tarihli Bant Analizi

2011 yılına ait LANDSAT 8 görüntülerinde Oğulpaşa Havzasında bir önceki analiz sonucuna göre flora daha seyrek olarak dikkat çeker. Karadın oluğu üzerinde floranın nispeten daha yoğun olduğu görülmektedir. Osmaneli ilçe merkezinin batısında kalan ve Göynük Çayı havzası vadi tabanında floranın yüksek yoğunlukta olduğu görülür. İlmece Dere ile Kanalar Dere arasında kalan plato yüzeyinde, flora orta yoğunluktadır. Girdap Dere ile Kapaklı Tepe arasında kalan bölümde flora yüksek yoğunluktadır. Bilecik ilçe merkezi ile Söğüt Platosu arasındaki yüzeyde flora düşük yoğunluktadır. Pazaryeri havza tabanında floranın bir önceki döneme göre düşük yoğunlukta flora sergilediği görülür.

SENTİNAL 2-A 8 NDVI 2021 tarihli Bant Analizi

Çalışma alanına ait en yeni uydu bant görüntüleri 2021 yılına aittir. SENTİNAL 2-A uydusuna bağlı olarak gözlem yapan bant verilerin analizi sonucunda metrekareye düşen yüksek çözünürlüklü flora yoğunluğu hesaplanmıştır. Oğulpaşa havzasında ve Karadin oluğu üzerinde flora yoğunluğu tüm zamanların en iyi yüksek yoğunluğundadır. Göksu Çayı havzası ve Osmaneli arasındaki bölümde flora orta yoğunluktadır. İlmece Dere ve Sarmaşık Dere arasında kalan plato yüzeyinde beşeri faaliyetler sonucu flora yoğunluğu seyrek. Bilecik il merkezi ve Söğüt platosu arasında kalan plato yüzeyinde flora yoğunluğu seyrek. Girdap Dere ve Kapaklı Tepenin arasında kalan bölümde flora yoğunluğu alt havzalar içerisinde kümelenmiştir. Pazaryeri ilçesinin batısı ve güneyinde yer alan Ahı Dağı üzerinde flora yoğunluğu alt havzalar içerisinde görülmektedir. Pazaryeri ilçe merkezi ve Bozüyük ilçe merkezi yakınları floranın seyrek yoğunlukta olduğunu gösterir. Dodurga Karst platosu ve yakın çevresinde flora yoğunluğu orta düzeydedir. Mezitler Derenin yukarı çığırında yer alan alt havzalar içerisinde flora yoğunluğu aşırı seyrek olarak görülür. Bu duruma neden olan temel faktörün ormancılık faaliyetleri olması muhtemeldir.

Bozüyük ilçe merkezinin güneydoğu bölümü tüm zamanların en yoğun flora örtüsüyle şekillenmiş olup, yine de düşük flora yoğunluğuna sahiptir. Bozüyük ile Söğüt arasında kalan dağlık alan içerisindeki alt havzalarda flora yoğunluğu nispeten fazladır. Ancak bu bölümde flora yoğunluğu tüm zamanların en seyrek yoğunlukta olduğunu işaret eder. İnhisar ile Bilecik merkez ilçe arasındaki Orta Sakarya havzası flora yoğunluğunun tüm zamanlara göre nispeten daha yoğun olduğu bir döneme girmiştir. Yenipazar Çayı havzasının yukarı kesimleri ile Gölpazarı Ovasının vadi tabanı seyrek flora özelliği ile dikkat çeker. Gölpazarı havzasının tabanı ve Osmaneli dağ içi ovasının tabanında flora seyrek. Göynük Çayı havzasının güney yamaçlarında kümeler halinde floranın aşırı seyrek olduğu görülür (Harita 2.16).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BİLECİK İLİNİN TAŞKIN RİSK ANALİZİ

1. Bilecik İlinde CBS yazılımı yardımıyla Taşkın Riskini Hazırlayıcı Etmenlerin Analizi

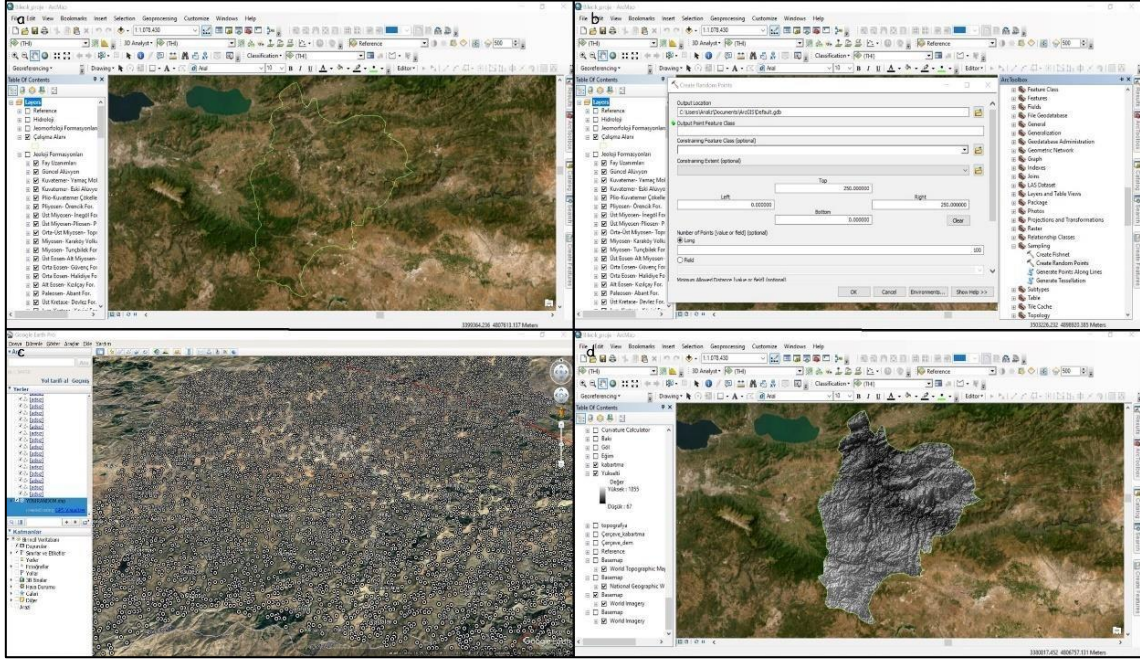
Bilecik il sınırları içerisinde yer alan alt havzalarda taşkın alanlarının nerelere kadar etkili olduğunu belirlemek amacıyla CBS yazılımlarından birisi olan ArcGIS uygulaması kullanılarak, havzalardaki taşkın alanları belirlenmiştir. Bu kapsamda harita yazılımında taşkını işaret edebilecek alt analizlere değinilmiştir. Bu alt analizler yardımıyla taşkın riskini hazırlayıcı etmenler ele alınmıştır. Taşkın risk analizi için topografik nem indeksi analizi ve AHS ile taşkın risk analizi tasarlanarak, yüzeydeki taşkın potansiyeli olan yerler belirlenmiş, kadastro karşılıkları belirlenmiştir.

1.1. DEM Verisi

Yerbilimlerinde ve mikro bölgeleme çalışmalarında en önemli husus çalışılacak yörenin altlık veri ve bunlar üzerinden üretilen haritalarıdır. Çoğu çalışmacı tarafından dikkat edilmeyen ancak araştırmada detaylandırma ve ayrıntıları görebilmeye en önemli araç olan veri ve veri sistemleri titizlikle hazırlanmalıdır. Çalışma alanına ait raster ve vektör verilerin tasnifi için çeşitli açık kaynak taramaları gerçekleştirilmiş ve bu ham verilerin düzensiz, eksik veya çözünürlük açısından yeterli düzeyde olmadığı görülmüştür. Literatürde özellikle taşkın gibi detaylı araştırma yayınlarında raster verilerin yeteri kadar dikkatle seçilmediği, paket veya genel yayınlar içerisinde tercih edilip yayınlandığı dikkat çekicidir. Çoğu araştırmacı için gerekli görülmeyen bu ince detay, taşkın gibi mikro analiz çalışmalarında sonuca doğrudan etkide bulunduğu da unutulmamalıdır.

2000 yılından sonra artan yüksek teknoloji, CBS yazılımlarında da ciddi iyileştirmelere sahne olmuştur. İlk CBS yayınlarında çözünürlük, verilerin analiz edilmesi, analizlerin işlem süresi ve veri tabanındaki işleme özelliklerinde ciddi iyileştirmeler dikkat çekmektedir. Özellikle haritalama tekniklerinde QGIS, MAPINFO, NETCAD ve ARCGIS gibi yazılımların 2010 yılından sonra hızla gelişen teknolojik ve uzay çalışmaları tasarımlarıyla altın çağına eriştiği dikkat çekmektedir. Özellikle mekânlara bağlı, yer veya konuma dayalı bilgilerin yönetilmesinde, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) birçok ekonomik, politik, sosyal ve kültürel kaynakların yönetimi ve bütünleşmesi gibi karmaşık analiz gerektiren uygulamalarda önemli rol oynamaktadır (Yomralıoğlu, 2010, s. 48).

Karmaşık analizlerde detaylı hassasiyet ve çözümleme önemlidir. Bu bağlamda DEM verilerinin önemi büyüktür. Çalışmada, DEM verileri 30m şeklinde temiz edilmiş olmakla birlikte bu bölümde en küçük havzalarda bile detaylı çözünürlük sağlayacak ve sonuca doğrudan etkiye bulunacak data setleri mikro boyutta ele alınmıştır. Bu nedenle çalışmanın bu bölümünde DEM raster verileri özellikle 5m şeklinde tasarlanmıştır.



Harita 3.1. DEM verisi hazırlama süreçleri.

a.Çalışma alanında coğrafi sınırlamalar, b. CreateRandomPoints seçeneğinin tasarlanarak alana ait nokta verisinin yüksek çözünürlük kapasitesine uygun tasarımı, c.Nokta verilerinin yüzeyel tasarımında yükseklik verisiyle kıyaslanarak, alana ait yükselti kademesinin tasarlanması, d. Yüzeyle ait yükseklik verilerinin RasterCalculator ve IDW ile Kriging araçlarıyla desteklenerek, TIF formatında 5DEMBulk şekline transform edilmesi süreci.

Taşkın analizinde kullanılmak üzere, yöreye ait coğrafi sınır ve çalışma alanı olan Bilecik il sınırı esas alınmıştır. Bu süreçte sınır belirlemede koordinat sistemi WGS 1984 Web Mercator Auxiliary Sphere diye bilinen ve alan koruyan Mercator projeksiyonu tercih edilmiştir. Bu projeksiyonun tercih edilmesinde Dünyanın orta enlemlerinde ve özellikle ekvator çevresinde ışık kaynağının merkezinde yer alması ile paralel-meridyenlerde eşitliği sağlaması bakımından etkili olmuştur. Alana ait DATUM bilgileri WGS 1984 kullanılarak, Dünya üzerindeki nokta verisinin jeofizik DATUM veri değişiklikleri tasarlanmıştır. Temel projeksiyon ve koordinat sistemleri ayarlandıktan sonra, yöreye ait poligon çalışma alanı “World Boundaries and Places” atlığı ile çakıştırılarak test edilmiştir. Böylece doğru koordinat sistemi ve projeksiyon ile geometrik hatalar

ortadan kaldırılmıştır. Böylece havzaların sınırları ve çalışma alanına ait raster veri alanları net bir şekilde belirlenmiştir (Harita 3.1). Çalışma alanının güneydoğu ve kuzeydoğusunda geometrik hataların çokça olduğu gözlemlenmiştir (Harita 3.2).



Harita 3.2. Create Random Points ve Raster Calculator işlemleri sonrası havza sınırlarında görülen geometrik hatalar.

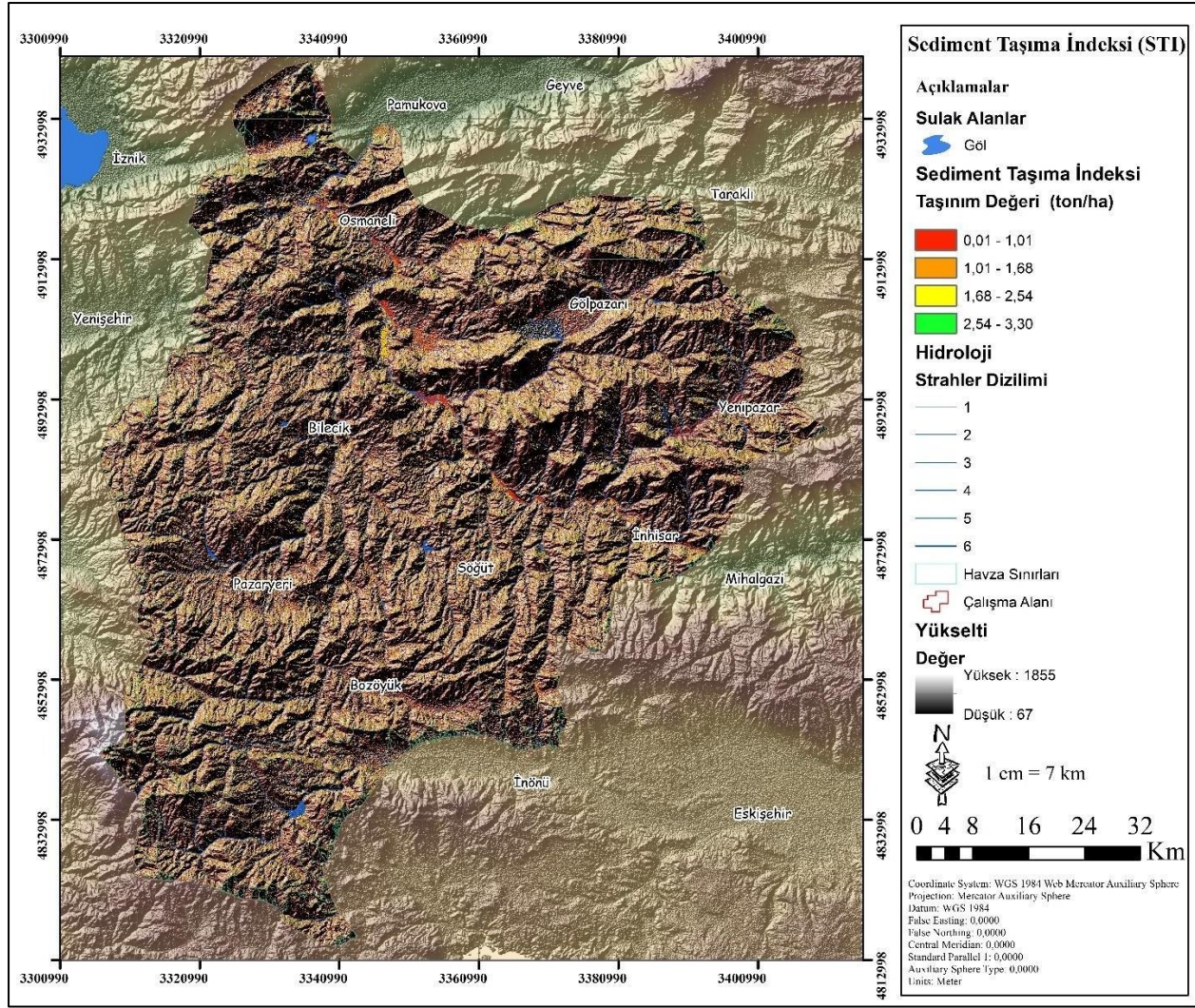
1.2. Sediment Taşıma İndeksi (STI)

Yer bilimlari arasında coğrafya ve jeoloji araştırmaları açısından oldukça kullanışlı olan Sediment Taşıma İndeksi, heyelan ve taşkın analizlerinde sıkla kullanılmaktadır. Formülde akarsuyun eğim değerleri, akarsu dizilimi ve akışkan yüzey arasındaki ilişki değerlendirilmektedir. Sabit değer aralıkları yüzey analizinde işleme alınarak, arazideki sediment taşımın miktarı ton/ha başına belirlenmektedir (Tablo 2.2).

Tablo 2.2. Sediment Taşıma İndeksi Denklemi.

$$\left[STI = (As / 22.13)^{0.6} \times (\sin\beta / 0.0896)^{1.3} \text{ As means Flow accumulation and Sin}\beta \text{ is Slope Or, } STI = \text{Power} ("Flow accumulation"/22.13, 0.6) * \text{Power} ("Sin("Slope)"/0.896, 1.3) \right]$$

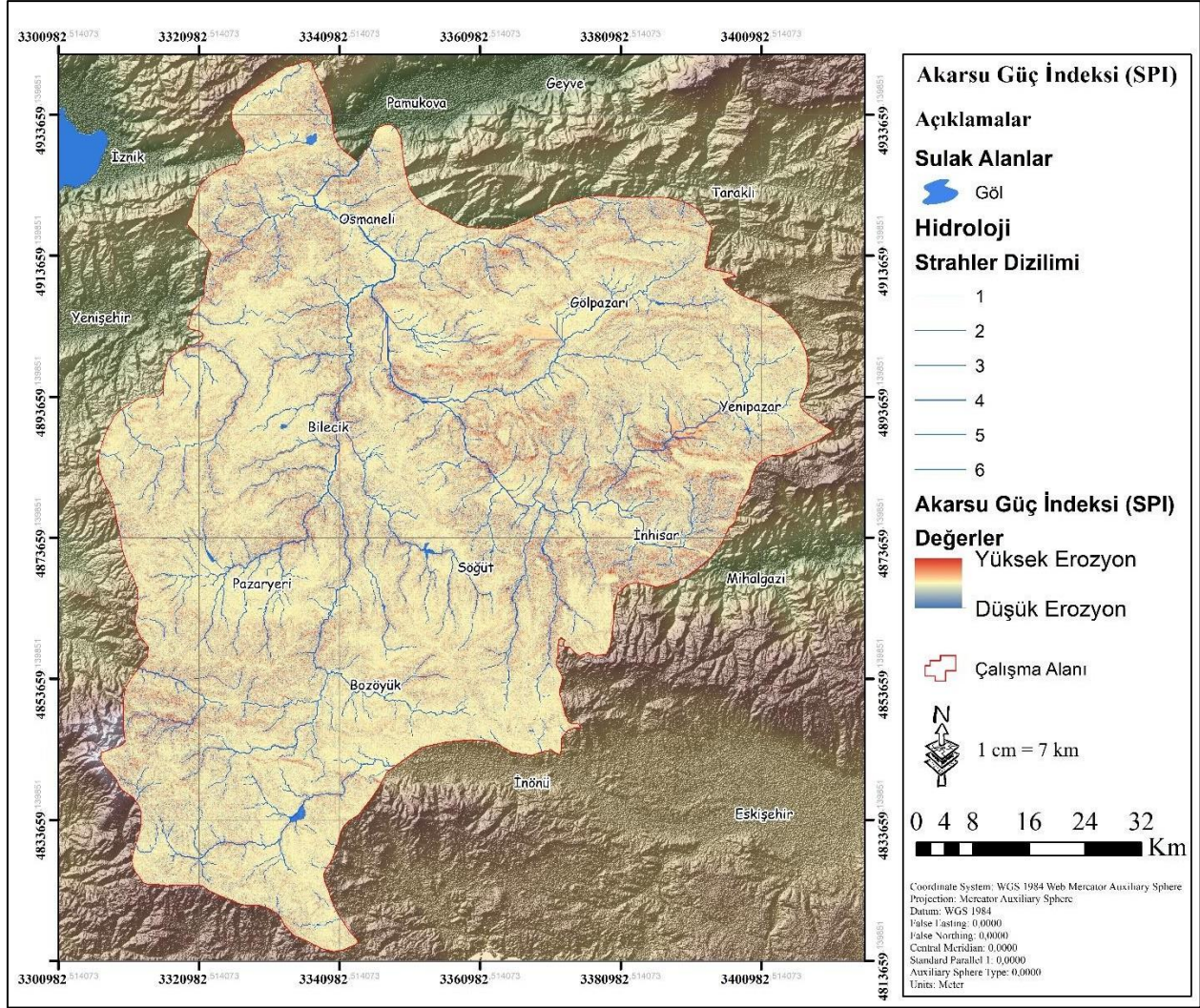
Bilecik'te yüksek akarsu güç indeksi erozyonun çok fazla olduğu ve bu doğrultuda havzalara denüstasyonun taşınımı ve sonrasında yüksek debi içerisinde havza tabanlarına birikim sağladığı düşünülmelidir. Sedimentlerinden özellikle taşkınlar ile birlikte havza tabanında yayılış gösterdiğini ifade etmek gerekir. Yukarıda açıklanan formül ve denklem sonucu ArcGIS yazılımında elde edilen analiz sonucu; Orta Sakarya Havzasında denüstasyon ve sedimantasyon süreçlerinin normal bir dağılışıyla yüksek olması sonucu yer almaktadır. Analiz sonuçlarına göre, Osmaneli şehir merkezinin kuzeydoğu ve güneydoğusu sahil bandı (1,01-2,54 ton/ha), Paşalar Boğazı-Meryem Dağı arasında konumlanan Üyük Ovasında (1,68-2,54 ton/ha), Gemiciköy dağıcı ovasında (0,01-1,01 ton/ha), Çaltı ve dağıcı ovasında (0,01-2,54 ton/ha), Gölpazarı Ovasında (0,01-1,01 ton/ha), Yenipazar Havzası orta çığırının tabanında (0,01-1,01 ton/ha), Bozüyük Ovasında (0,01-1,01 ton/ha) ve Pazaryeri Havzasının tabanında (0,01-1,01 ton/ha) sediment taşınımı yüksek yoğunluktadır. Sediment taşınımı Bilecik ilinde özellikle orajlı ve yağışlı günlerde yüksek yoğunlukta olduğu düşünülmelidir. Bu kısa süreli hava olayları taşkınlarla ilişkilendirilmekte, havza tabanlarında sedimet birikimine doğrudan katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda sediment taşınımının yüksek yoğunlukta olduğu Osmaneli, Üyük Ovası, Gemiciköy ve Çaltı çevresinde taşkınların taşıdığı malzeme ve siltasyon da doğru orantıda fazladır (Harita 3.3).



Harita 3.3. Bilecik İlinde Sediment Taşınımı İndeks Analizinin Haritası.

1.3. Akarsu Güç İndeksi (SPI)

Akarsu güç indeksi, CBS yazılımları yardımıyla ele alınan nicel analizlerdendir. Akarsu güç indeksi (Stream Power Index), topografik vektör veriden üretilen sayısal morfolojik bir süreç olarak bilinmektedir. SPI, yüzey sularının aşındırıcı etkisinin, suyun debisinin (q) spesifik havza alanına (As) oranına biçiminde ifade edilir (Moore, Grayson, & Ladson, 1991). Bu analiz için gerekli olan formül $SPI = (AS * \tan\beta)$ (3) şeklinde belirtilmiştir (Avcı, 2016, s. 889). Formülde yer alan AS değeri havza alanının (m²/m) ve β ise derece olarak eğim değerini ifade etmektedir. Akarsu güç indeksi, yörede meydana gelecek olan erozyon ve doğrudan denüdasyon mikro alanlarının tespitinde kullanılmaktadır. Şiddetli erozyona maruz kalan lokasyonlar genel hatlarıyla interfluv alanlarını ve yamaç tekstürünü yakından ilgilendirmektedir.



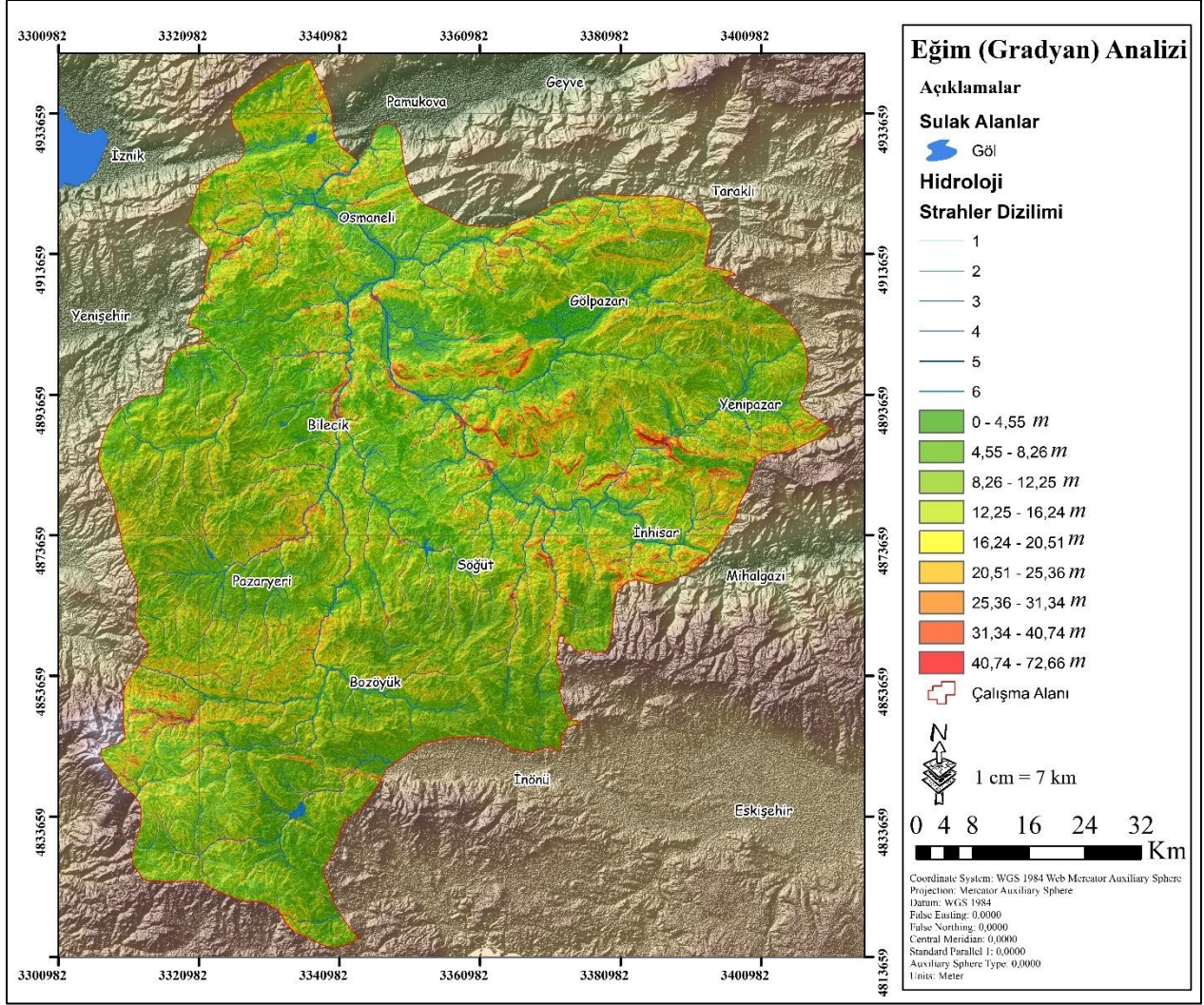
Harita 3.4. Bilecik İlinde Akarsu Güç İndeksi Analizini Haritası.

Arazinin akarsu güç indeksi analizi sonuçlarına göre; özellikle İnhisar, Yenipazarı, Elbis Dere Havzası, Dodurga'nın kuzeybatısı, Osmaneli çevresi ve Göksu Çayının aşağı çığırında yüksek erozyon dikkat çekmektedir (Harita 3.4). Bu denüasyon sahaları aynı zamanda doğal afetlerin yüksek yoğunlukta olabileceği alanları işaret etmesi bakımından değerlidir. Akarsu güç indeksinin yüksek olduğu söz konusu alanlarda akarsu yatağı derine, yana ve geriye doğru yapacağı aşındırma ve tahribat miktarı artacağından, yöredeki taşkınlarda en sık etkilenen yörelerin sınırlarını belirlemesi bakımından çalışmada kullanılması ve yörenin akarsu ağı ile drenajın litolojiye etkisini göstermesi açısından son derece doğru jeo-istatistiksel ve bilimsel veri kaynağı oluşturmaktadır. Erozyonun düşük olduğu yöreler genellikle birikim alanlarının yoğunlaştığı havza tabanları olup, bu bölümlerde ise sediment taşınımı indeks analizine göre yoğunluğun miktarı belirlenmiştir. Böylece dağlık ve ova morfolojileri üzerinden meydana gelen degradasyon ve

süreçleri arazideki taşkın, erozyon ve heyelan gibi afetlerin düzey ve yayılış sınırlarını belirleyebilmektedir.

1.4. Eğim (Gradyan) Analizi

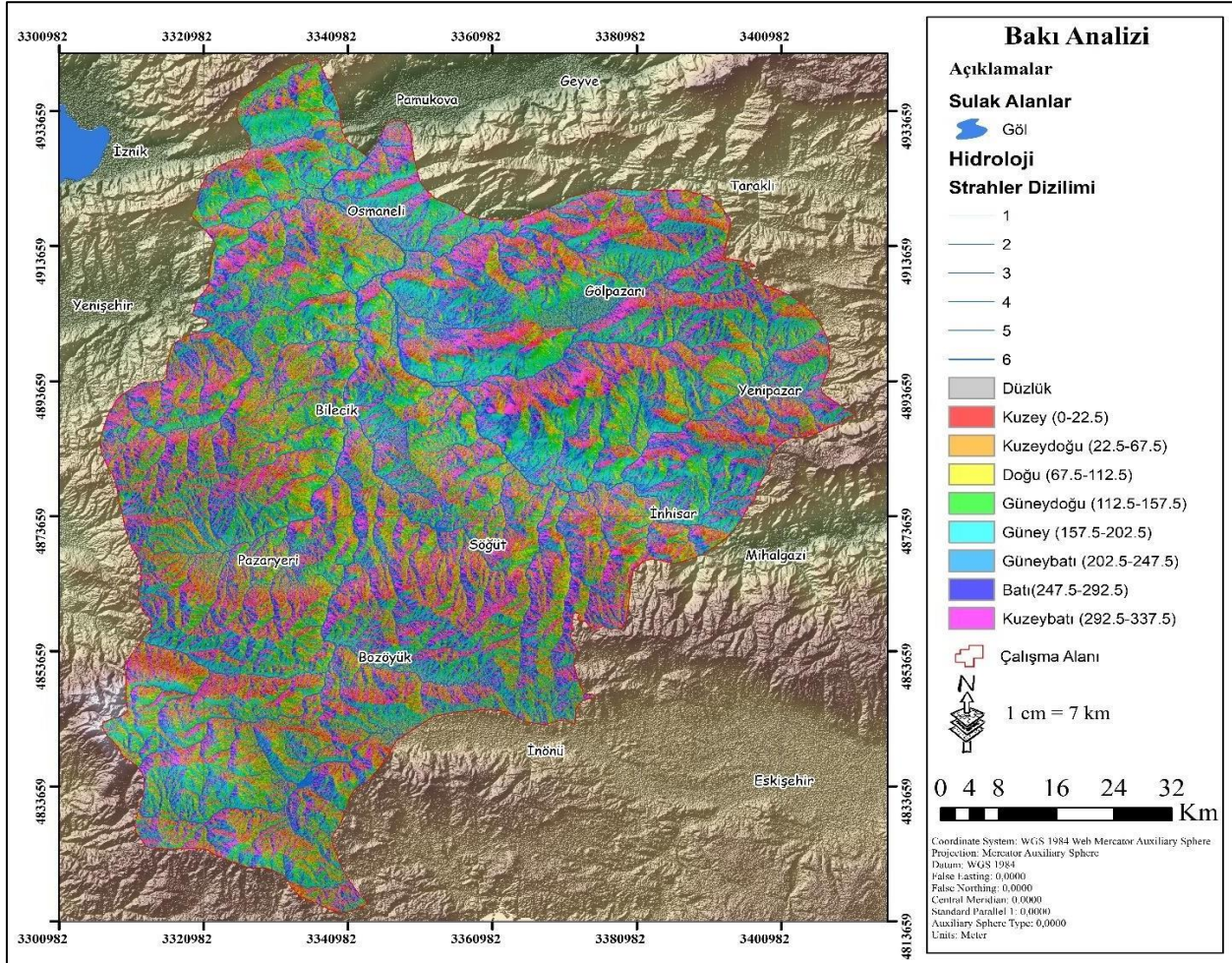
Arazideki yükseklik ile yatay düzlem arasındaki topografik açıyı belirleyen eğim, yörelerin topografik düzeyleri hakkında bilgi vermektedir. Arazi eğimi başta yamaçlar ve rölyef üzerindeki morfolojik birimlerin enerji düzeyleri hakkında doğrudan veriler sunabilmek özelliğine sahiptir. Bilecik ilindeki eğim değerleri ArcGIS 10.8 programında yardımıyla, arazi üzerindeki eğim basamakları elde edilmiştir. Bu analize göre Bilecik ilindeki eğimin en fazla olduğu havzalar; Yenipazar Havzası (Harmankaya), Göldağı (Gölpazarı), Karasu Çayı Kanyonu (Bilecik), Göksu Çayı havzası (Dereyörük), Orta Sakarya Havzası (Gemiciköy), Mezitler Boğazı (Bozüyük), Sarısu Çayı (Kandilli) ve Sorgun Çayı Havzası (Ahmetler) çevresinde yüksek düzeydedir (Harita 3.5). Bu durum taşkınlarda havzaların doğal sınırlılıkların ve rölyefin enerji miktarının artmasına, taşkın yüzeydeki coğrafi dağılışına, taşkın malzeme taşıma kapasitesine, taşkın litoloji birimlerinin etkilerine ve taşkın tehdit ettiği alanları belirlemede kullanılmaktadır.



Harita 3.5. Bilecik İlinin Eğim Analizi Haritası.

1.5. Bakı Analizi

Bakı Güneş'in yeryüzü üzerinde yaptığı açıyla doğrudan ilişkili olan iklimik kökenli bir durumdur. Bakı bir dağın güneş ışınlarını belirli bir açıdan alan durumu ifade ederken; dulda ise güneş ışınlarının erişemediği ve gölgede kalan yamaçları ifade etmektedir. Sadece bakı koşulu coğrafi analizlerde bir anlam ifade etmezken, farklı morfolojiler ile ilişkisine bakılarak, doğrudan analiz etme düzeyine olanak verir. Bakı ile doğrudan ilişki kurulabilecek faktörler; iklim, jeomorfolojik birimler ve yerleşme tercihi gibi durumları doğrudan kapsamaktadır. Ülkemiz Kuzey Yarım Kürede Yengeç Dönencesinin kuzeyinde yer almasından dolayı daima bakı yönünün güneyli yamaçlarda olmasına olanak vermiştir. Ülkemizde dağların konumuna bağlı olarak topografyanın verdiği imkanlar dahilinde bakının yönünden çok açı değerine bağlı farklılıklar meydana gelebilmektedir.



Harita 3.6. Bilecik İlinin Bakı Analizi Haritası.

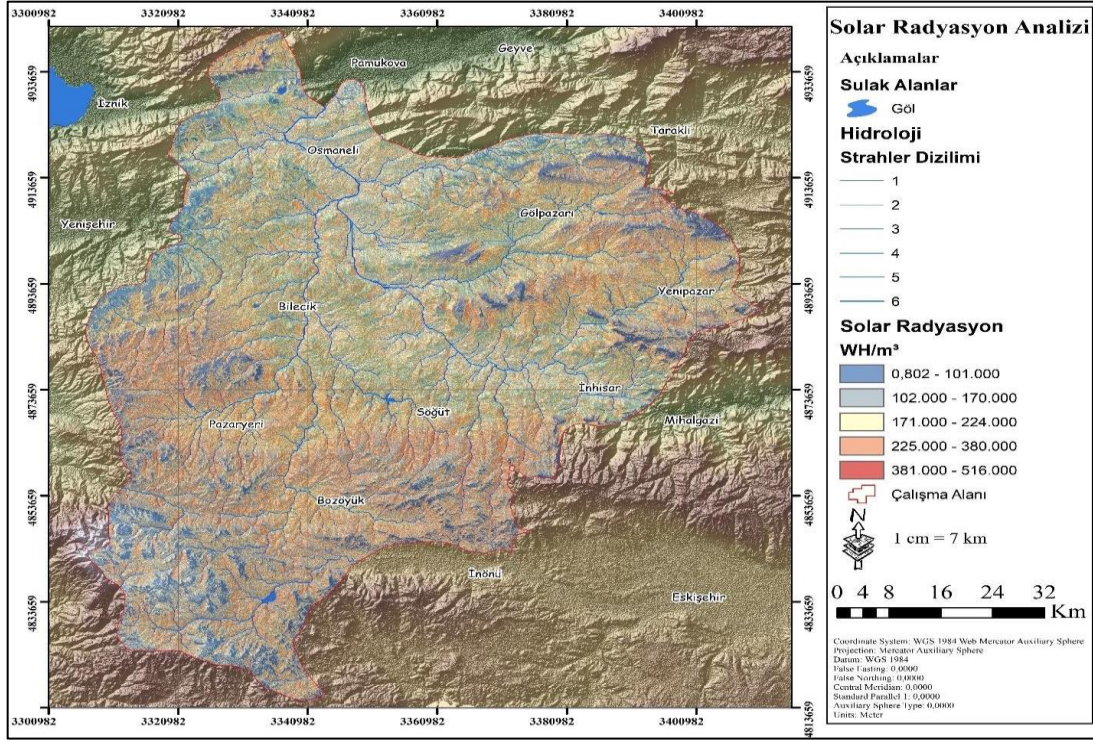
Kuzey Anadolu Dağları ile Anatolid kuşak arasında konumlanan Bilecik ve yöresi, dağların Türkiye ölçeğinde olduğu gibi D-B yönünde uzanmasına bağlı olarak güneş ışınlarını belirli bir açıda alabilmektedir. Bilecik ilinde yer alan Orta Sakarya Havzası K-G yönünde uzanmasına bağlı olarak güneş ışınlarını doğrudan alabilmekte, havza tabanı diğer yörelere bağlı olarak buharlaşma durumunu da değiştirebilmektedir (Harita 3.6). Böylece yörede buharlaşma ve yağış ilişkisi ile orajlı günler ve taşkın analizi yapılabilmektedir. Bilecik ilinde bakı yönünün en çok olduğu yön kuzeybatı doğrultuludur. Bu durum Marmara Bölgesinde yer alan geçiş iklimi ve hava durumunun doğrudan orografik bir şekilde Bilecik ilinde yağış olarak oluşmasına neden olmuştur. Böylece orajlı gün sayısının yoğun olarak yaşandığı Marmara ve Karadeniz iklimlerinin kesişim bölgesinde olan Bilecik taşkın süreçlerine klimatik olarak doğrudan etkiye açık bir konumda olduğunu göstermektedir.

1.6. Solar Radyasyon Analizi

Solar Radyasyon, bir bölgedeki bakının koşullarına bağlı olarak meydana gelebilecek güneş enerjisinin miktar cinsinden belirlenmesine yönelik analiz edilmektedir. Bu analiz ile birlikte bakı yönüyle sınırlı olan analize nicelik verisi verilerek, güneş enerjisinin WH/m³ birimi üzerinden ölçülmesine olanak verir. Çeşitli mühendislik yapılarında sıkça kullanılan kantitatif analiz özellikle güneş enerjisinden faydalanma ve Güneş enerji sistemlerinin yapımında detaylı bir şekilde kullanılmaktadır. Solar radyasyon bilgileri için gerekli olan birçok pahalı yazılımsal ve donanımsal araçlara gerek kalmadan elde edilen bu analizle birlikte yöredeki bakı koşullarına niceliksel değerler yüklenebilmektedir. Bilecik ilinde bakı analizinin hemen sonrasında yüzeylerin ne derecede solar enerji aldığını belirlemek üzere solar radyasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analiz sayesinde bakının yönü ile enerji miktarı arasındaki ilişki kurularak, yörede meydana gelebilecek olan doğal afetlerde solar enerjinin etki ve derecesi tayin edilebilmektedir. Özellikle klimatik doğa olaylarında sıkça gündemde olan ve çok değerli bir analiz olması neticesinde sıklıkla yapılamayan bu analiz ile doğal afetler niceliksel açıdan ele alınabilmektedir. Bilecik ilindeki solar radyasyon miktarı kabaca 0,802-516,000 WH/m³ olarak tespit edilmiştir. Analiz sonucuna göre, en düşük solar radyasyon miktarı kuzeydoğu, güneybatı yönündeki arazilerde elde edilmiş; en yüksek solar radyasyon miktarı ise Bilecik-Pazaryeri-Bozüyük ile Gölpazarı-Yenipazar arasındaki diyagonalde elde edildiği belirlenmiştir. Çalışma alanı içerisinde havza bazında değerlendirme yapıldığında; Oğulpaşa havzası kuzeyinde solar radyasyon 171,000-224,000 WH/m³ aralığında olduğu, güneye bakan yamaçlarda artan bitki örtüsüne bağlı olarak solar radyasyon miktarı 0,802-

101,000 WH/m³ deęerleri arasına kadar dūřmūřtūr. Karadin oluęu ūzerinde solar radyasyon miktarı meyvecilik ve orta sıklıktaki bitki ūrtūsüne baęlı olarak 102,000-171,000 WH/m³ deęerleri arasındadır. Bilecik Platosu ūzerinde solar radyasyon miktarı 102,000-380,000 deęerleri arasındadır.

Bilecik platosu ūzerinde ūzellikle yūzey kesiminde solar enerji miktarı 102,000 WH/m³ iken, vadi tabanlarının gūneydoęuya bakan yamaçlarında bu deęer 225,000 WH/m³ kadar çıkmaktadır (Harita 3.7). Gūlpazarı Havzasında solar radyasyon miktarı 102,000 WH/m³, Gūynūk ayı tabanında 101,000 WH/m³ az, Pazaryeri Havzasında 171,000 WH/m³, Bozūyūk Depresyonunda 225,000 WH/m³, Sūęūt platosunda 225,000 WH/m³, Yenipazar ayı havza tabanında 171,000 WH/m³ ve Orta Sakarya havzası tabanında ise 102,000 WH/m³ kadar bir miktarı biriktirebilmektedir. Burada ūzellikle bitki ūrtūsünün varlıęı, bakının durumu ve yūzeydeki doęal engeller solar enerji miktarının dūřurmektedir. Bu durum tařkın sūrelerinde buharlařma miktarını, yaęıřın tūrūnū ve yūzeydeki bozulmayı doęrudan etkilemesi bakımından deęerlidir. Tařkın analiziyle elde edilen coęrafi sınırlar ile solar radyasyon miktarları arasında bir deęerlendirme yapıldıęında, solar enerjinin 171,000-225,000 deęerleri arasında olan yūrelerde tařkınların daha fazla olduęunu iřaret etmektedir. Būylece tařkın sūrelerinde hazırlayıcı bir etmen olarak solar enerjiyi gūstermek ve yorumlamanın mūmkūn olduęunu ifade etmektedir.

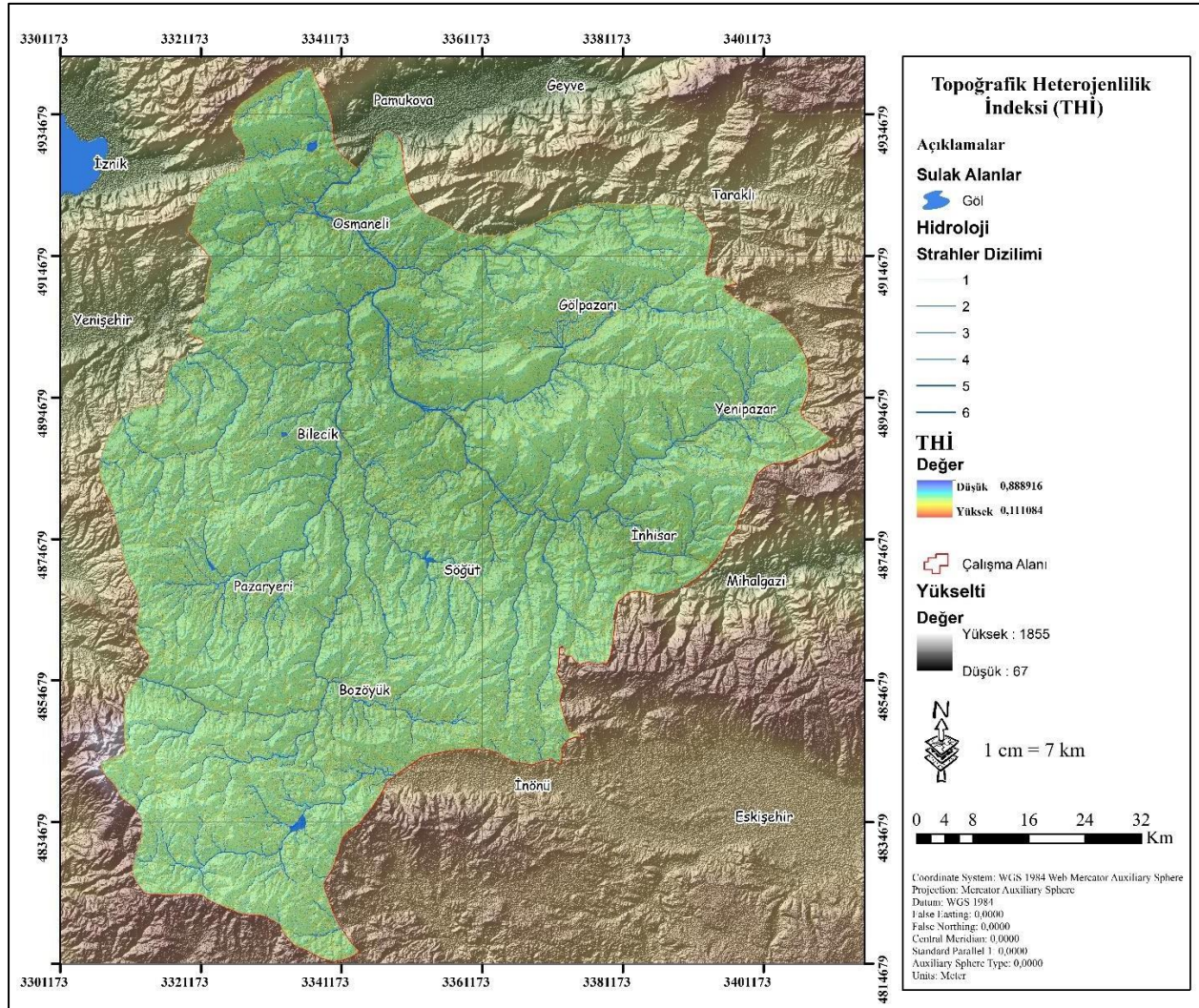


Harita 3.7. Bilecik ilinin Solar Radyasyon Analizi Haritası.

1.7. Topğrafya Heterojenlik Analizi (THİ)

Topğrafya, benzersiz yüzeylerden oluşan ve mozaik bir biçimde sentezlenen arazi yüzeyleri olarak tarif edilebilmektedir. Topğrafyada gözlenen morfolojik birimler genellikle dağlık alan, plato ve ova tabanlarından oluşur. Bu düzeyler homojen yüzeyler olarak bilinmektedir. Her bir morfolojinin karakteristik bir yapısı bulunmaktadır. Dağlık alanlarda konkav ve konveks yamaç ve yüzeyleri, platolarda hafif dalgalı unsurlar ve ova morfolojisinde ise alüvyal ve benzeri çökeller homojen özelliktedir. Bu morfolojinin dışında heterojen olarak nitelendirilecek arazi yüzeyleri degradasyon sonucu oluşan birimleri kapsamaktadır. Çözülme, bozulma ve biriktirme süreçlerinde heterojen unsurlar belirli bir morfolojide birikerek, jeomorfoloji haritasında farklı bir birim olarak işaretlenir. Bu analizde doğal afetlerin taşıdığı malzemeleri belirli bir yüzeyde biriktiren mikro sahaların tespitinde kullanılmaktadır. Böylece morfolojiye yabancı kalan ve heterojen özellikteki birimler heyelan, taşkın, sel ve benzeri olayların yaşandığı sahalar olarak değerlendirmek mümkündür. Analizde topğrafyada heterojenliğin en yüksek olduğu alanlar kırmızımsı ve sarımsı renk aralığında belirtilmiştir. Bu yüzeylerin tespitinde altlık veri önemlidir. Analizde morfoloji, üzerinden bulunan jeomorfolojik birimler yöre topğrafyasının homojen veya heterojen olmasını belirlemektedir. Arazide yüksek heterojenlik morfolojide degradasyonun yüksek olduğu yöreleri

işaretlemiştir. Bu araziler taşkın, heyelan ve sel gibi benzer doğa olaylarının oluşma potansiyeli yüksek mikro arazileri olabilmektedir. Bilecik ilinde yüksek heterojenlik düzeyi genellikle vadi tabanlarında ve hidrolojik tesirin yakınlarında olduğunu, bu durumun taşınan malzeme ve yamaç morfolojisiyle de yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Osmaneli ilçe merkezinin kuzeyindeki vadi tabanında, Göksu ayı havza tabanında, Bilecik Platosunun batısında, Gölpazarı Ovasının batısında (Kurşunlu köyü kuzeyi), Yenipazar ayı havza tabanında (Harmankaya Kanyonu güneydoğusunda), İnhisar ilçe merkezi güneyinde, Pazaryeri Havza tabanında, Bozüyük depresyonunun güneyinde ve Sarısu ayının havza tabanında mikro alanlarda analiz sonucu yüksek olarak kayıt edilmiştir (Harita 3.8).

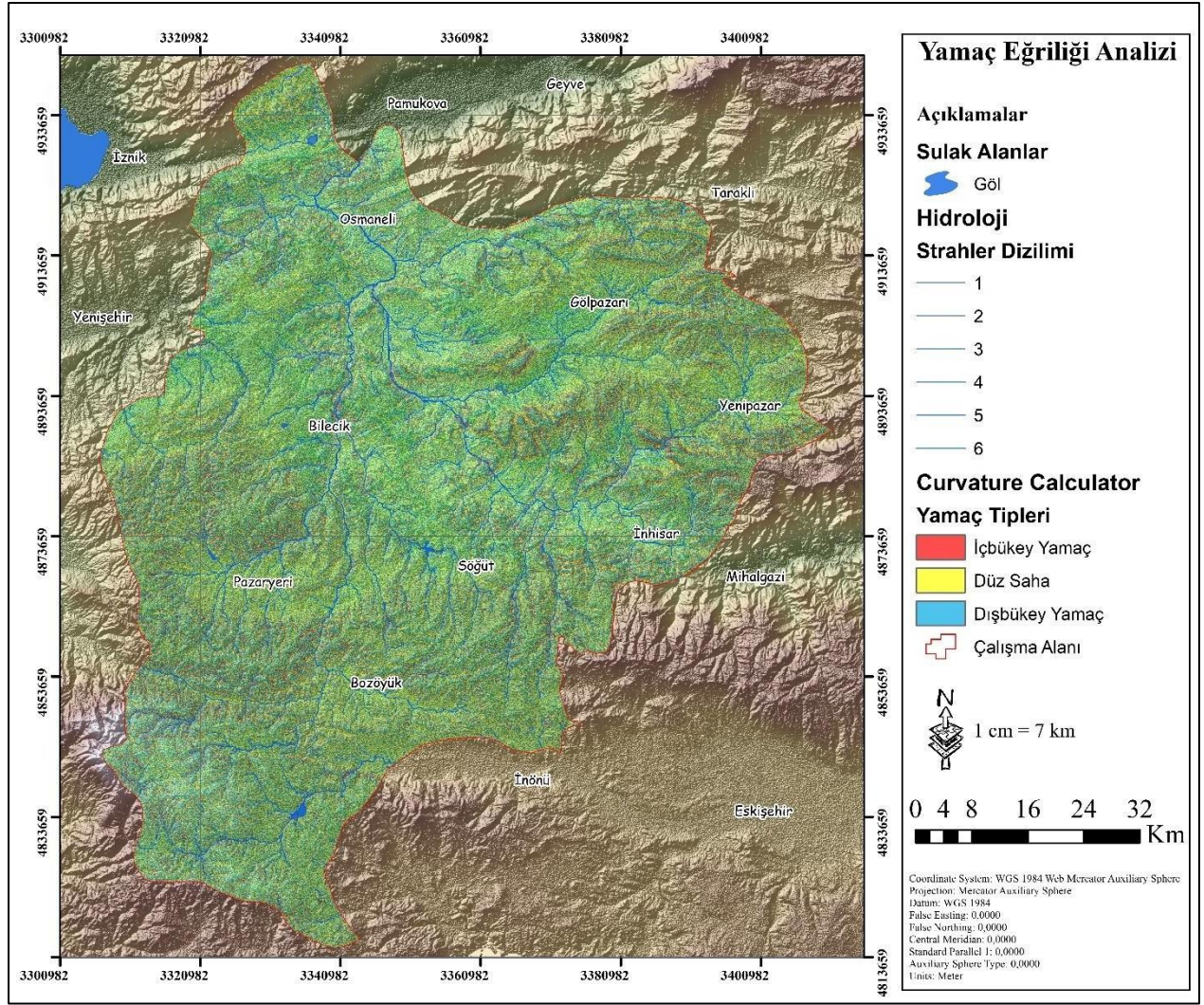


Harita 3.8. Bilecik İlinin Topografik Heterojenlik Analizi Haritası.

1.8. Yamaç Eğriliği Analizi

Morfoloji çalışmalarında ele alınması gereken en önemli yapı vadilerin her iki yakasında uzanan yamaçlardır. Yamaç belirli bir düzlemde ve eğimde meydana gelen akarsu havzalarının en önemli aracıdır. Bu araç suyun taşınması, yüzeyde topografik şekillenmeyi ve vadinin planlanması açısından önemlidir. Yamaçlar kabaca üç farklı sınıflandırmaya tabii tutulabilmektedir. Yamaçların vadi içerisindeki düzeyi ve durumu havzanın geçmiş ve gelecekteki durumu hakkında ipucu sunmaktadır. İçbükey yamaçlar (konkav) vadi içerisinde yamaçların geriye doğru geliştiği ve çukur yüzeyleri ifade etmektedir. Bu yamaçlar su toplama havzaları açısından son derece elverişli bir zemin özelliği sunar. Suların drene edilmesi ve yamaçlarda aşındırmanın yüksek oluşu bu yamaçlarda daha belirgindir. Dışbükey yamaçlar (konveks) yamacın vadi tabanına doğru genişlediği ve tümseksi bir morfolojinin yer aldığı yamaçlardır. Bu yamaçlar bünyesinde su toplayamazlar ve suyu aniden drene etmesiyle bilinir. Bu yamaçlarda ani yağın yağmur suyunun vadi tabanına taşınımı konkav yüzeylere göre daha fazladır.

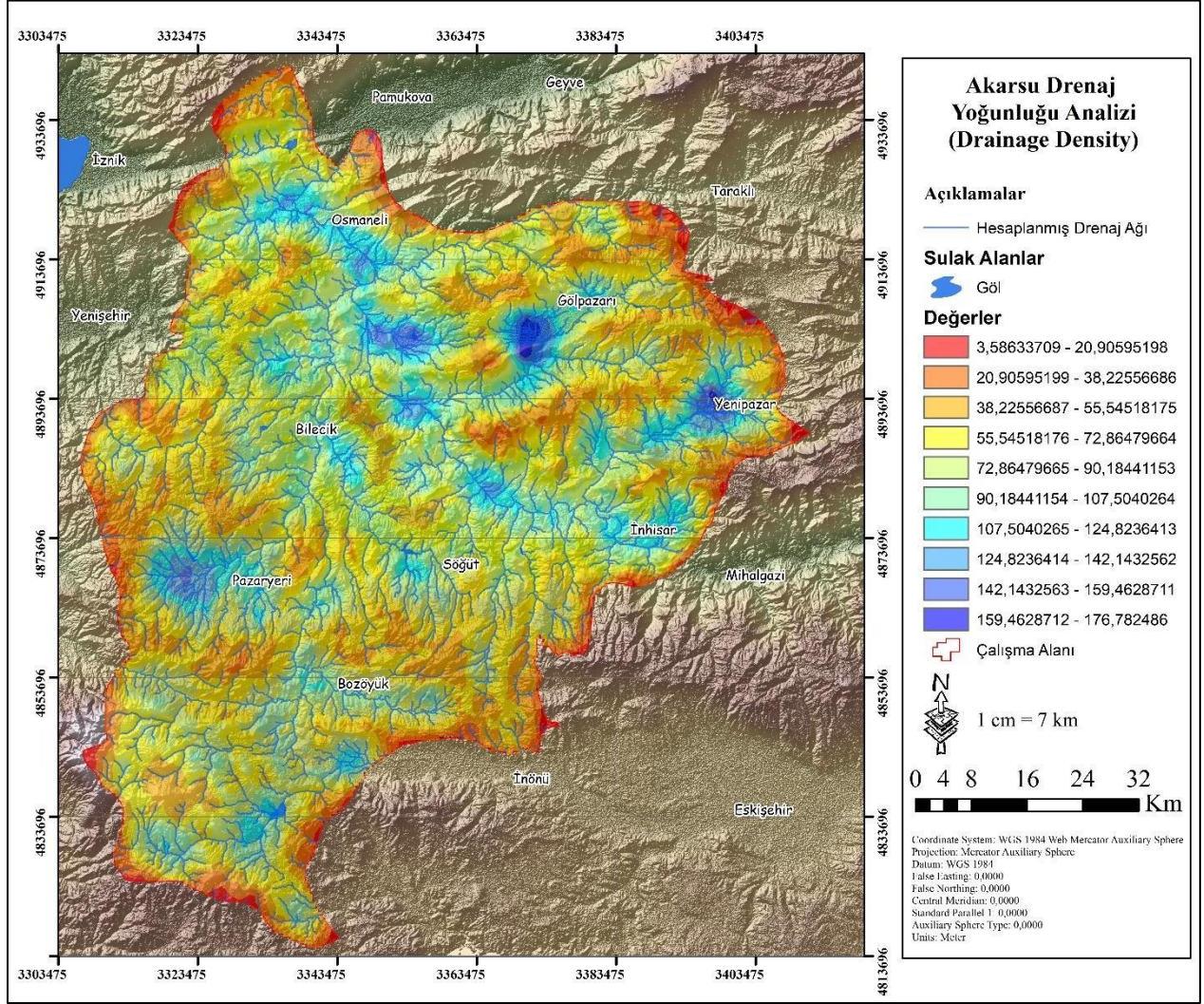
Son olarak düz veya düzleme yakın olan yamaçlar bulunur. Bu yamaçlar daha çok ova morfolojisi üzerinde ve hafif dalgalı yüzeylerde yer alan geçiş fasiyesleridir. Bilecik ilindeki dağlık alanlar, platolar ve ova yapıları aniden değişen topografya üzerinde yamaçların da kısa mesafelerde değişmesine olanak vermektedir. Göksu çayı havzasında, Harmankaya Kanyonu ve çevresinde, Göldağı'nın kuzeyinde, Kapaklı Tepe ve çevresinde, Bozüyük batısında, Dodurga ve çevresi ile İnhisar ve çevresinde içbükey yamaçlar oldukça fazladır. Bu alanlarda su toplama havzaları ve gelişmiş bir akarsu ağı bulunmaktadır. Öte yandan dışbükey yamaçlar; Üyük Ovasında, Osmaneli Ovasında, Gölpazarı Ovasını batısında, Pazaryeri şehir merkezinde, Söğüt ilçe merkezinde, Dodurga belde merkezinde, Yenipazar ilçe merkezinde ve Orta Sakarya Havza tabanının tamamında görülmektedir. Bu yörelerde aniden yağışların taşkın oluşturma potansiyelini desteklemiştir. Bu yamaçların yağmur sularını aniden tahliye etmesi, havza tabanında vadi yamaç yüksekliğine bağlı olarak taşkın artışının oluşmasına neden olmaktadır (Harita 3.9).



Harita 3.9. Bilecik İlının Yamaç Eğriliği Belirleme Analizi Haritası.

1.9. Akarsu Drenaj Yoğunluğu Analizi

Bilecik, Orta Sakarya Havzasında ve Sakarya Nehri'nin yan kolları ile birlikte topografya üzerinde bir yayılış sergilemektedir. Bu nedenle, taşkınla en ilişkili analiz ise akarsu drenaj yoğunluğu analizidir. Bu analiz ile birlikte taşkına maruz kalacak yerler net bir şekilde akarsuların ağı ve dizilişi yardımıyla belli olmaktadır. Analizde akarsu ağı dizilişleri tasniflenerek, yörenin topografik uzanımları ile birlikte değerlendirilebilmektedir. Böylece yörenin akarsu ağı durumu ve debileri de göz önünde bulundurularak taşkın alanları önceden belirlenebilmektedir. Akarsu drenaj yoğunluğu analizi sonucu arazide Gölpazarı Ovasının batısı, Yenipazar Çayı havzasının orta çığı, Pazaryeri Sorgun havzasının orta çığı, Üyük Ovası havza tabanı ve Osmaneli şehir merkezinin yakınları taşkın riski açısından yüksek düzeyde akarsu ağına sahiptir (Harita 3.10).



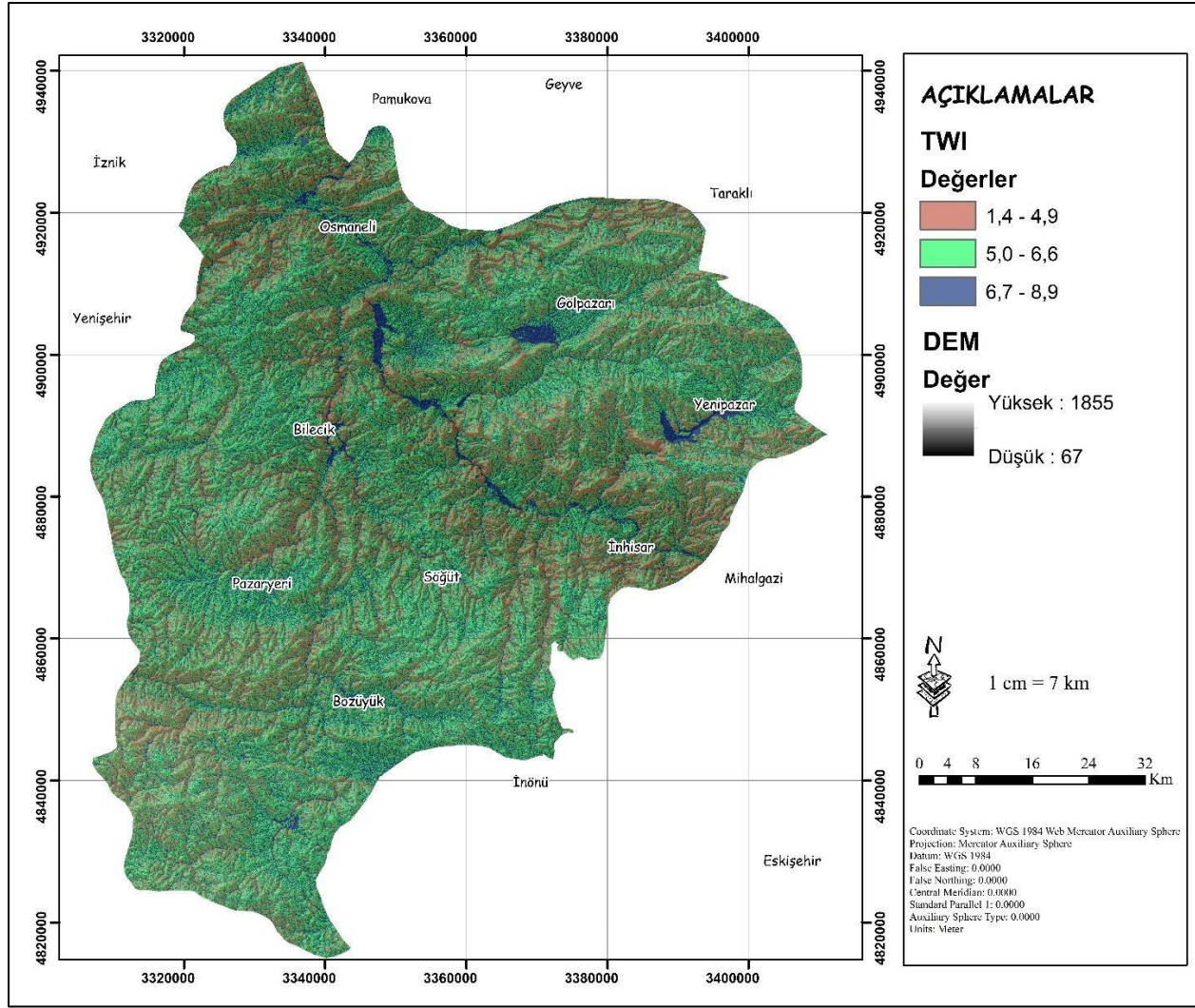
Harita 3.10. Bilecik İlinin Akarsu Drenaj Yoğunluğu Analizi Haritası.

2. Bilecik İlinde Topografik Nem İndeksi (TWI) Yöntemiyle Taşkın Risk Analizinin Hesaplanması

Topografik nemlilik indeksi, arazide meydana gelebilecek ve stratigrafisinde diskordant oluşturabilecek doğa olaylarının CBS ile belirlenebilmesinde sıkça kullanılan bir yöntemdir (Ermiş, 2015). Bu yöntemde topografik nem indeksinin hazırlanması en önemli araçtır. Topografik nem indeksi, arazide var olan mevcut suya doygun zeminlerin porozite etkinliği ile erozyon ve heyelana maruz kalabilecek zeminlerin tespitinde kullanılmaktadır. Ayrıca bu indeks algoritmasının taşkın yörelerindeki yüzeylerde etkin sonuçlar vermektedir (Beven & Kirkby, 1979). Topografik nem indeksi (TWI), topografik anlamda suya doygun alanların yerlerinin ve boyutlarının ifade edilmesi amacıyla yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Ermiş, 2015, s. 29). CBS yazılımlarında indeksin hesaplanabilmesi için, A_s değeri özgül havza alanını, $\tan \beta$ yamaç eğimini işaret etmektedir (Denklem TWI) . Bu analiz ile harita yazılımında elde edilebilecek ölçüm değerlerinde ağ hücre yapısı oldukça önemlidir. Çalışmada en önemli özellik alana ait dem verilerinin tarafımızca 5 metrelik hücresel kareyaj ağında oluşturulmasıdır. Bir önceki bölümde dem oluşturma ile sahanın ağ hücre yapısında ciddi iyileştirmeler yapılarak, mikro ölçekte analiz elde edilmiştir.

$$TWI = \ln(A_s \div \tan\beta)$$

Çalışmada DEM 5m kareyaj ağı kullanılarak mikro analiz yeteneği geliştirilmiştir. Bu analiz ile birlikte Osmaneli- İnhisar arasında yer alan Aşağı ve Orta Sakarya Havzaları, Gölpazarı Ovasının batısı, Yenipazar Çayı havzası güneydoğusu ve Dodurga Barajı ve yakın çevresinde yüksek nemlilik elde edilmiştir. Bu durum yörede ani yağışlar ile birlikte tampon bölgeye kadar su yüzeyinin ulaşabileceğini işaret etmektedir (Harita 3.11).



Harita 3.11. Bilecik İlinin Topografik Nem İndeksi (TWI)

3. Bilecik İlinde Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ile Taşkın Risk Analizinin Hesaplanması

Taşkın analizlerinde kullanılan ve yaygın bir şekilde ele alanına bir diğer bilimsel yöntem, analitik hiyerarşi yöntemidir. Bu bölümde analitik hiyerarşi yöntemi kullanılarak, yörenin taşkına karşı hassas ve duyarlı alt havza sınırları tespit edilmiştir. Bu kapsamda öncelikle veri hazırlayıcıları ve sonrasında bu alt verilerin tasarımı ve ürün yoğunluk düzeyleri ele alınmıştır.

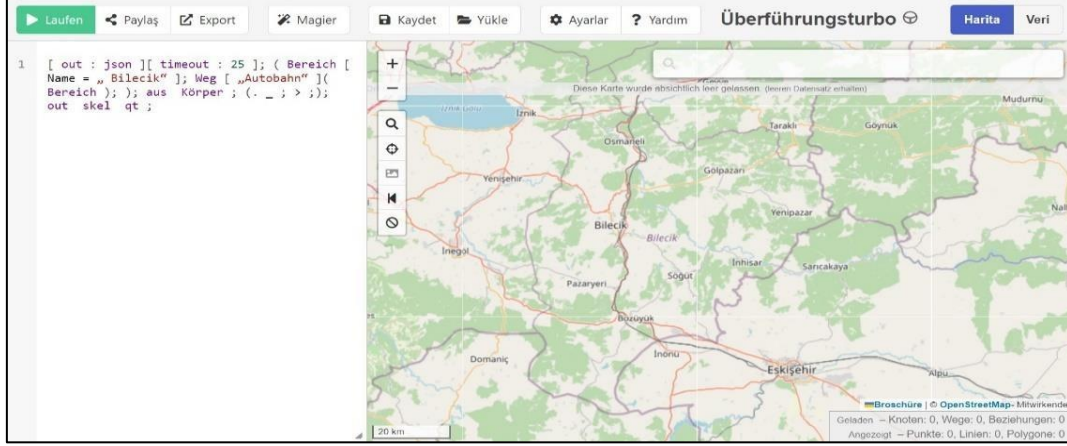
3.1 Veri Hazırlayıcıları

Bu bölümde analitik hiyerarşi yöntemiyle elde edilecek taşkın risk analizinin hazırlayıcı veri katalogları tasniflenmiştir. Bilimsel araştırmalarda taşkın analitik hiyerarşi yöntemi ile ele alındığı yayınlar oldukça fazladır. Bu yayınlar içerisinde ise verilerin neler olduğu ve kapsam geçerliliğinin nasıl olması gerektiği ise standart bir düzeyde ilerlememiştir.

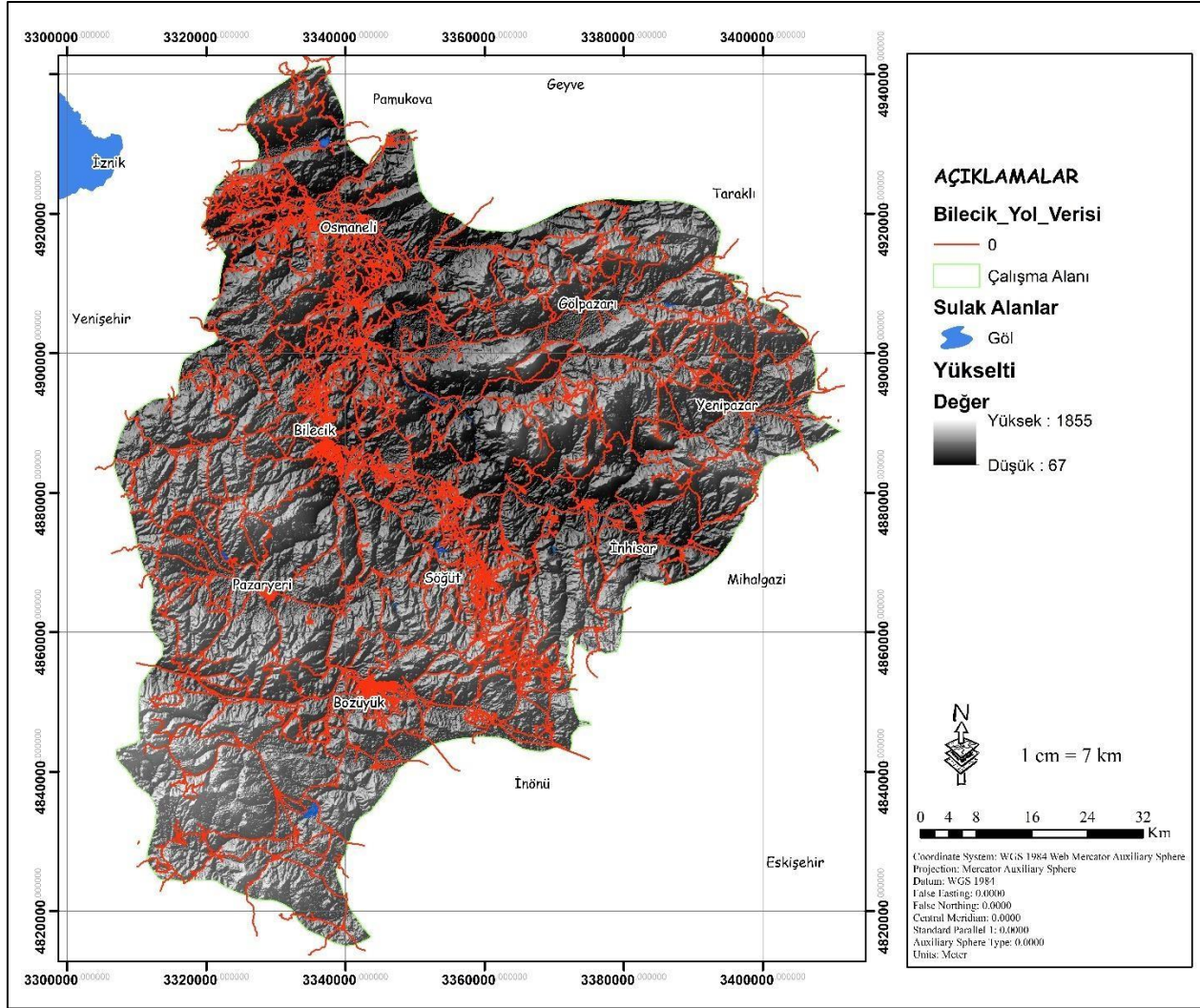
Elbette bir taşkın çalışmasında jeoloji, hidroloji, topoğrafya eğimi ve yağış verileri değerlendirilerek yörelerin taşkına karşı duyarlılıkları elde edilebilmektedir. Ancak her yörenin morfolojik düzeyleri ve şekillenmesi farklı olması, taşkın gibi dinamik bir doğa olayının da yörenin çizgilerine uygun düzeyde belirlenmeyi zorunlu hale getirmiştir. Bu amaçla veri hazırlayıcıları Bilecik ili özelinde değerlendirilmiştir. Bu kapsam ve geçerlilikte; yol verisi, eğim verisi, hidroloji verisi, yağış verisi, toprak verisi, arazi kullanım verisi ve jeoloji verisi değerlendirilerek, sahanın taşkın risk analizi bir diğer bilimsel yöntem olan analitik hiyerarşi yöntemiyle ele alınmıştır. Bu verilerin tasnifi ve hazırlanma süreçleri sırasıyla belirtilmiştir.

3.2 Yol Verisi ve haritasının tasarlanması

Çalışmada taşkının nereleri etkileyeceği ve insan yapıları üzerinde yıkıcı etkinin nerelerde yüksek düzeyde olabileceği durumu için yol verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Yol verisi topoğrafya üzerindeki beşeri faaliyetlerin en yoğun işlendiği etkinlik olarak dikkat çekmektedir. Arazi üzerinde taşkınların en fazla hasar verdiği ve kamu kaybına neden olan yollar, Analitik Hiyerarşi Sürecinin en önemli alt parametrelerinden biridir. Yollar ve üzerinde yer alan köprü, yaya yolları, orta refüj drenaj sistemi, menfez ve kanallar yol kategorisi içerisinde değerlendirilmiştir. Yol verisi ile taşkının yönelimi, şiddeti ve insan yapıları üzerindeki yıkıcı etkisi doğrudan elde edilmekte, sonuçlarıyla taşkının yoğunlaştığı alanlarda havza planlamasının değiştirilmesi amaçlanması gerekmektedir. Bu amaçla 1:100:000 ölçekli karelaj düzeninde saha üzerinde ayrı ayrı veri işlemcisi çalıştırılmıştır. SQL veri sorgulama dili üzerinden yapılan çalışmada açık kaynak kodlu işlemci üzerinde sorgu yazılmış, sonrasında Bilecik ilindeki tüm yol ve insan yapıları vektör veri mantığında harita altlığına çekilmiştir. Çalışmada SQL Microsoft SQL server Management Studio 18 yazılımı kullanılarak, veriler tasniflenmiş ve açık kaynak kodlu sorgulama dili üzerinden yeniden değerlendirilmiştir (Harita 3.12).



Harita 3.12. Açık Kaynak Kodlu İşlemciler ile İl sınırında yer alan Tüm yol Verileri.

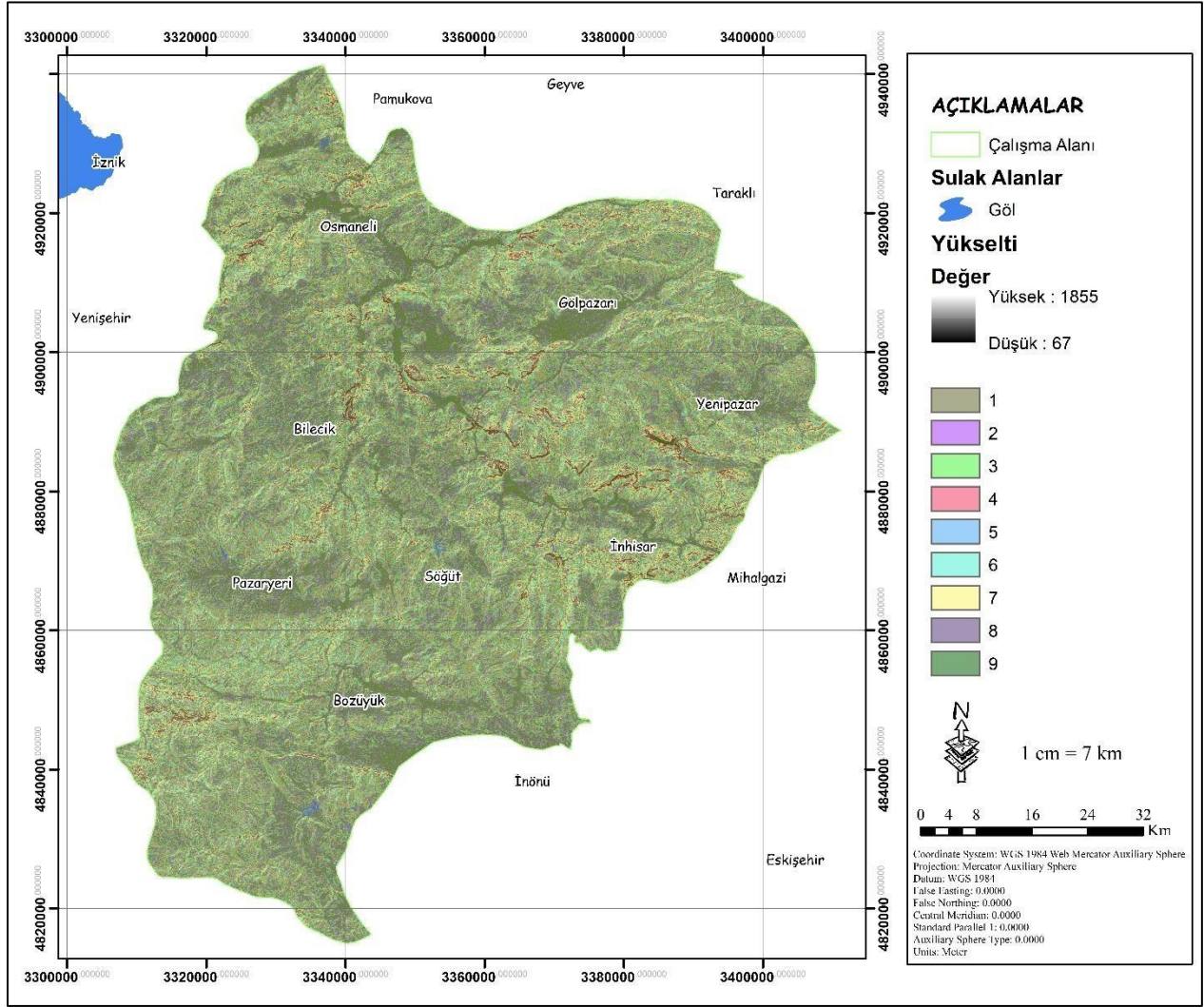


Harita 3.13. Bilecik Yol ağı Haritası.

Taşkın risk analizi için microsoft sql server management studio sistemine alınan 23.854 veri tasnif edilerek, vektör tabanlı veriler raster veriye dönüştürülmüş, topoğrafya üzerinde aplikasyonu sağlanmıştır. SQL üzerinden tasniflenen veriler Arcmap 10.8 harita yazılımına aktarılarak, yörenin yol ağı tasarlanmıştır. Yol verisi içerisinde otoyol, duble yol, karayolu, şehiriçi yollar, caddeler, sokaklar, çıkmaz sokak, köy yolu, köy grup yolu, orman yolu, patika yollar, menfezler, orta refüj drenaj sistemleri, menfezler ve diğer insan yapılarının tamamı yer almaktadır. Bu kapsamda yol verisi genel geçer bir veri olmaktan çok sistematik bir tasnifle amaca hizmet eder önemli araç konumuna erişmiştir. Bilecik ilinde yer alan yolların özellikle Osmaneli, Bilecik ve Bozüyük ilçelerinde yoğunlaştığı dikkat çekicidir. Genel itibariyle Göksu Çayı havzası, Aşağı Sakarya Havzası ve Karasu Çayı havzalarında yol verisi daha çok olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum taşkınlarda antropojenik etkinin artmasına ve doğrudan taşkının doğal süreçlerindeki degradasyondan beşeri bir afete dönüşmesine zemin hazırladığını belirtmektedir (Harita 3.13).

3.3 Eğim Verisi ve haritasının tasarlanması

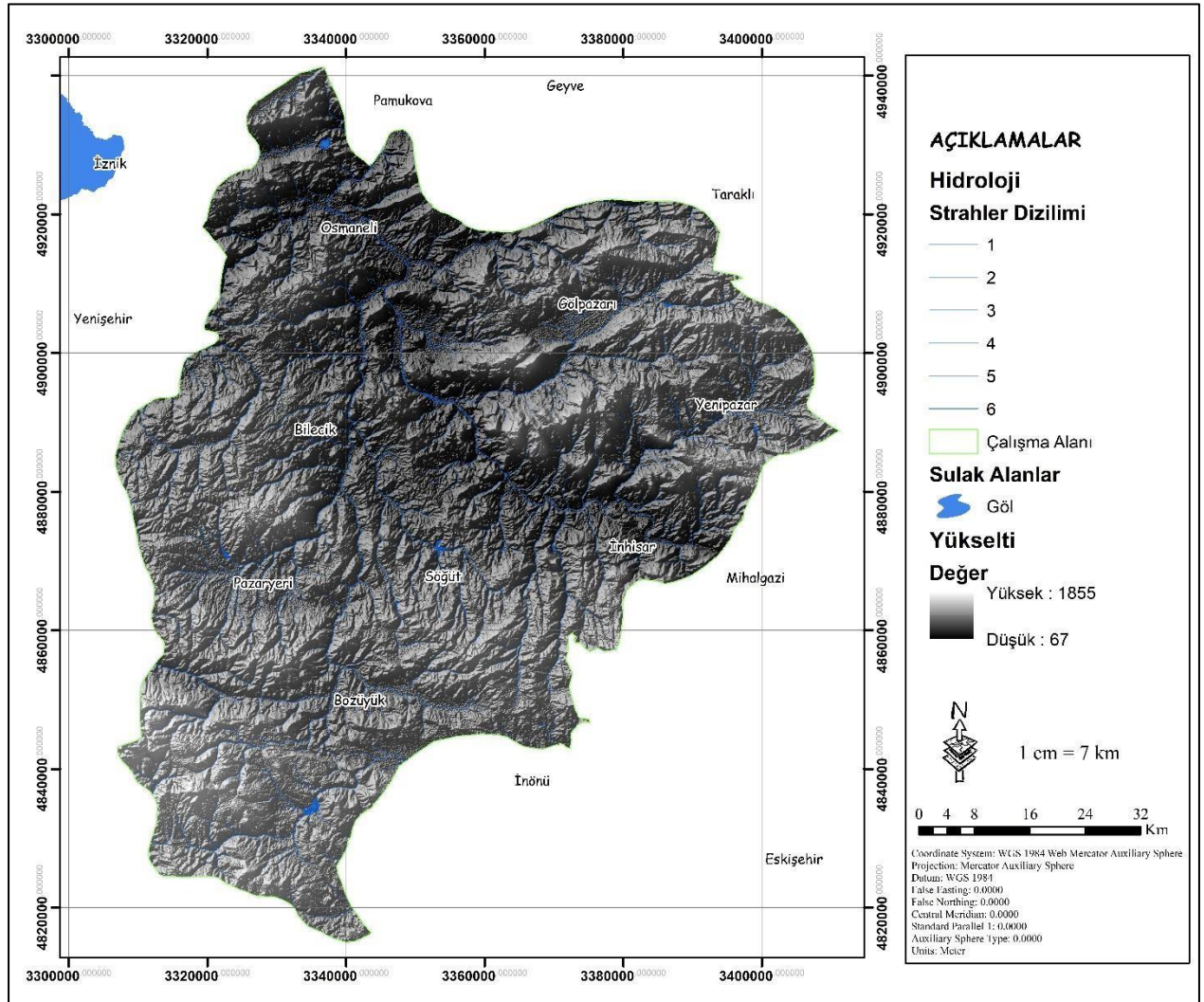
Yöredeki topoğrafya Kuzey Anadolu Dağlarının batısı ile güneydeki Sündiken Dağları arasında konumlanır. Bu arazi tektonik, akarsu ve diğer etkin süreçlerce şekillenmiştir. Bu nedenle rölyef enerjisi yüksek bir arazi meydana gelmiş ve üzerinde yerçekimine bağlı olarak eğim değerleri de şekillenmiştir. Eğim değerleri ArcGIS 10.8 harita yazılımında “Spatial Analyst Tools” ve “Surface” sekmesi yardımıyla tasarlanmıştır. Bu süreç sonunda 9 farklı eğim kategorisi düzenlenmiş ve her bir eğim değeri basamağı elde edilmiştir. Bu süreçler sonunda Bilecik ilindeki eğim değerlerinin Gölpazarı güneyinde, Yenipazar havzasının güneybatısında (Harmankaya Kanyonu), Karasu Çayı Kanyonu (Bilecik), Göksu Çayı havzası (Dereyörük), Sorgun Çayı havzasında ve Ahı Dağı'nın güneybatısında yer alan Mezitler Boğazı çevresinde yoğunlaştığı dikkat çekmektedir. Bu değerler taşkınlarda rölyefin enerjisiyle doğru orantıda oluşmayı ve taşkınların süre/şiddet derecesinin artıp azalmasına neden olması bakımından değerlidir (Harita 3.14).



Harita 3.14. Eğim Verisi sonucu elde edilen mikro eğim haritası.

3.4 Hidroloji Verisi ve haritasının tasarlanması

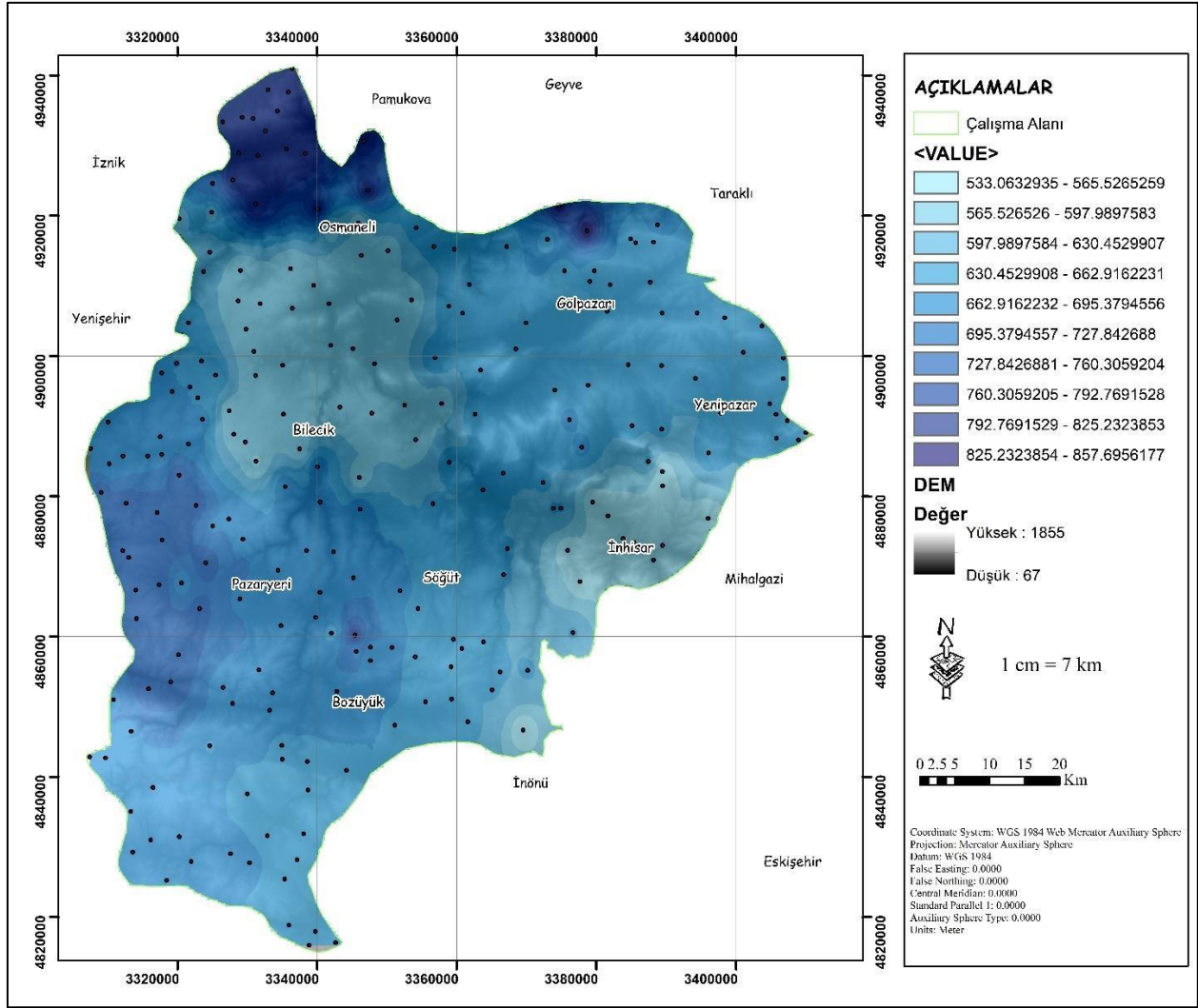
Yörede yer alan akarsu havzaları alt havzalar şeklinde tasnif edilerek, Strahler dizilimine uygun bir şekilde büyüklüklerine göre akarsu ağları yeniden düzenlenmiştir. Bu sayede akarsuyun yoğunlaştığı ve debisindeki etki de hesaba katılarak, Analitik Hiyerarşi Sürecinde etki derecesine göre sınıflandırılmıştır. Hidroloji verisi “Spatial Analyst Tools” ve “Hydrology” üzerinden 6 farklı işlem sonucunda tasarlanmıştır. Bu sayede ele edilen veriler taşkın analizinde önemli birer parametre haline getirilmiştir (Harita 3.15).



Harita 3.15. Akış Verisi sonucu elde edilen hidrografya haritası.

3.5 Yağış Verisi ve haritasının tasarlanması

Bilecik ilinde yer alan yağış verileri uzun yıllar meteorolojik bilgiler ışığında elde edilmiştir. Bu veriler Bilecik ili genelinde kareler ağı şeklinde ve yerleşim bazında elde edilerek, alana ait en yakın veri katologları veri tabanına yüklenmiştir. Bunun dışında uluslararası veri güvenliği olduğu bilinen ve birçok akademik kaynakta tercih edilen “climate-data” online açık kaynak veri adres defteri tercih edilerek, veri katologu güçlendirilmiştir. Yağış verisi sadece bir lokasyon veya rasat ölçümü ve çevresini kapsamamakta, geçitli meteorolojik yöntemler vasıtasıyla yöre hakkında değerlerin dağılışını sunmaktadır. Bu bağlamda yağış verisi ArcGIS programında “Spatial Analyst Tools” kullanılarak ve “İnterpolation” ve “IDW” seçenekleri yardımıyla nokta verisi sayısallaştırılmıştır. Elde edilen raster veriler aracılığla yörenin 32 yıllık yağış verileri değerlendirilmiştir. Bu kapsamda ilin kuzeyinde Samanlı Dağları ve Avdan Dağları güneyindeki sahada yıllık yağış değerleri daha yoğundur. Gölpazarı kuzeyinde yer alan ve Göynük Çayı havzasında konumlanan alanda ikinci en yüksek yağış dikkat çekmektedir. Bilecik genelinde kuzeyden batıya doğru yağışların fazla olduğu; güneyden doğuya doğru ise yağışların azaldığı dikkat çekmektedir. Bilecik ilinde yer alan alt havzalarda ve vadi tabanlarında yağışların fazla düşmesi taşkın riskini tetikleyici bir faktör olarak belirlenmek mümkündür. Taşkında yer alan önemli parametrelerden birisi olan yağış kısa süreli ve ani taşkın doğa olayında en dikkat çeken birimdir. Taşkınlarda yağış değerlerinin havza bazında artış göstermesi, yüzeyde meydana gelebilecek olan degradasyonun şiddetini doğru orantıda artırmaktadır. Bu bağlamda yağış verisi AHS yönetimde veya TWI yönteminde yüzdelik dilimi yüksek olan alt verilerdendir (Harita 3.16).



Harita 3.16. Meteoroloji Verisi sonucu IDW Yöntemiyle elde edilen Yağış haritası.

3.6 Toprak Verisi ve haritasının tasarlanması

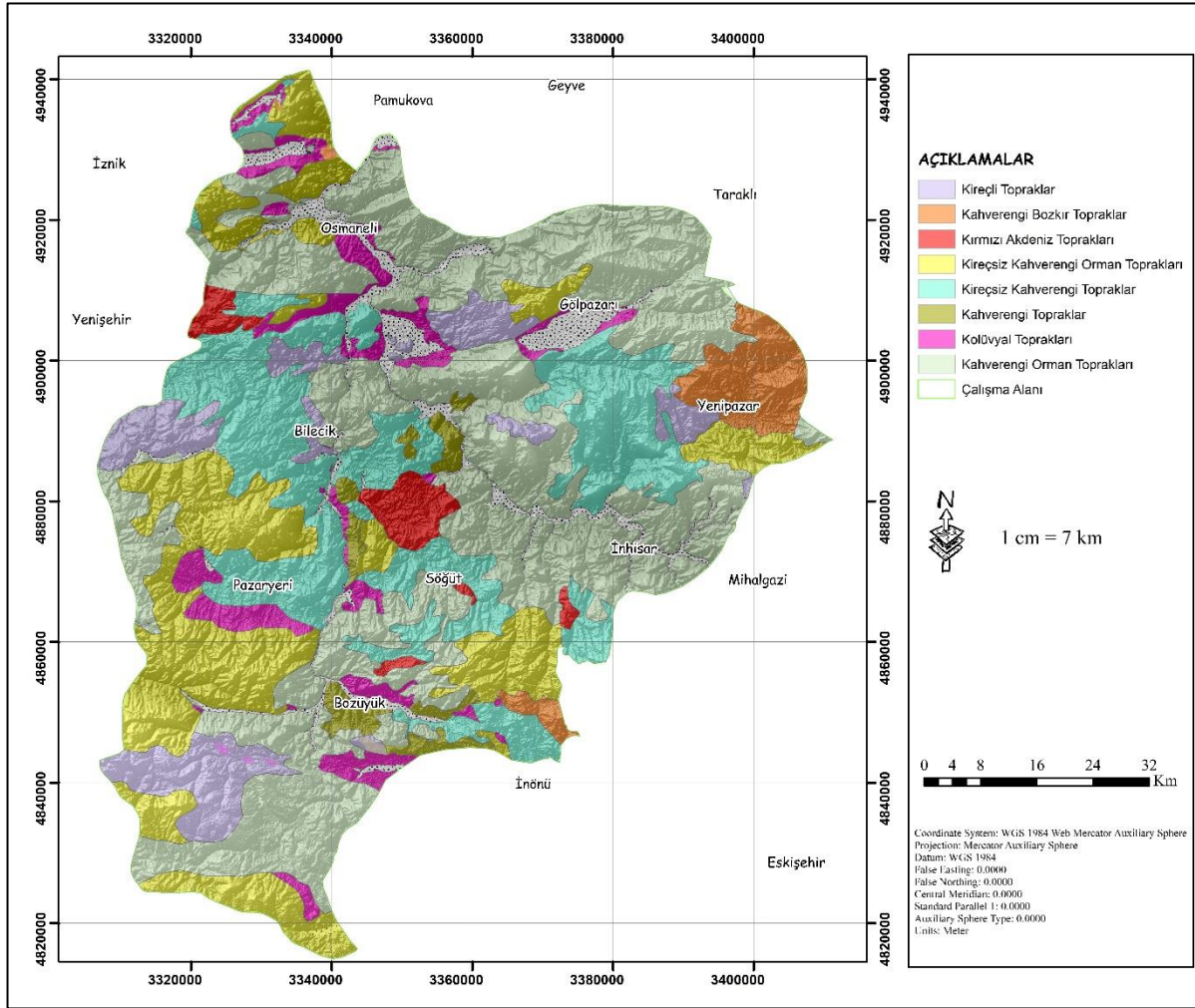
Araştırma alanında yer alan farklı iklim tipleri arazide toprak çeşitliliğini de desteklemiştir. Bilecik ilinde yer alan topraklar, zonal, intrazonal ve azonal topraklardan meydana gelmiştir. Zonal topraklar iklimsel parametreler sonucunda şekillenirken; azonal topraklar ise denütasyon ve sedimantasyon süreçleri sonucunda şekillenen topraklar olarak dağılım sergilemişlerdir. İklimsel farklılıklar ve jeolojik çeşitlilik toprakların kısa mesafede değişiklikler sergilemesine neden olmuştur. Bu çeşitlilik toprakların fiziksel, kimyasal ve organik bağlarında minerolojik olarak değişik doğal verilerin sergilenmesine olanak vermektedir.

Bilecik ilinin kuzeyinde yağışlı ve sıcak bir iklim etkisi, güneyinde ise az yağışlı ve kurak bir iklimsel profilin varlığı topraklarda nemlilik ve ıslaklık değerlerinin kuzeyden güneye doğru azalmasına sebep olmuştur. Bilecik ilinde yer alan toprak grupları; Kireçli topraklar, Kahverengi Bozkır Toprakları, Kırmızı Akdeniz Toprakları, Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları, Kireçsiz Kahverengi Topraklar, Kahverengi Topraklar, Kolüvyal Topraklar, Kahverengi Orman Toprakları ve Alüvyal Topraklar şeklinde tasnif edilmiştir.

Bilecik ilinin kuzey ve batısında yer alan ormanların varlığı neticesinde kahverengi orman toprakları ve kireçsiz kahverengi orman toprakları daha geniş alanlarda yayılış sergilemektedir. Kahverengi Orman toprakları funda ve çalı formasyonlarının dağılış sergilediği sahalarda daha geniş yayılış sergiler. Kireçsiz kahverengi orman toprakları ise metamorfik kayaçların dağılış sergilediği ve üzerinde sarıçam, karaçam ve Uludağ göknarı gibi türlerin dağılış gösterdiği floralarda yayılış göstermiştir. Bilecik ilinde yer alan en büyük jeolojik kayaç gruplarından olan Bilecik kireçtaşı, toprakların kireçli olmasında en büyük etmendir. Bilecik'te hemen hemen her havzada konumlanan kireçli toprakların havzalarda eşdeğer minerolojik değerlerin baskın bir şekilde artmasına neden olmaktadır. Kahverengi bozkır toprakları ilin güney ve kuzeydoğu bölümlerinde iklimsel değerlerin neticesinde yayılış göstermektedir. Kısa mesafede küresel iklimin baskın olduğu uç sınırdaki yer alan Bilecik'in güney ve kuzeydoğu bölümleri ılıman karasal iklime sahiptir. Bu alanlarda kuraklık yüksek ve flora çeşitliliği ot formasyonları ile meşe türlerinden meydana gelmektedir. Topoğrafya üzerinde yer alan bu kısıtlı çeşitlilik, toprağın bozkır ve benzeri bir pedojenez karakterine sahip olmasına olanak vermiştir. Bilecik ilinin Yenipazar Havzasında (Kükürt alt havzası) ve Söğüt Platosunun güneybatısında (Rızapaşa-Zemzemiye) bozkır toprakları yayılış göstermektedir. Bozkır toprakları taşkın süreçlerinde denütasyon arazisine denk gelmesi neticesinde en çok fiziksel ve kimyasal çözülmenin ve ardından gelişen yamaç gerilemesinin görüldüğü nirengi noktalar olarak dikkat çekmektedir. Kırmızı Akdeniz toprakları, yörede yer alan kireçtaşı, ılıman iklim ve litolojinin tesiriyle lokal bölgelerde gelişim göstermektedir. Bu toprakların en önemli özelliği oksitlenme ve kırmızımsı renginin olmasıdır. Bilecik ilinde yer alan kireçtaşı ve kaliş yumrularının varlığı sebebiyle Akdeniz toprakları yörede yayılış sergiler. Bu havzaların başında Göksu Çayı ile Bilecik Platosu arasında kalan eski penne düzlükleridir. Yörede yer alan taş ocaklarının kuzeye bakan yamaçlarında Akdeniz Toprakları dağılış sergiler. Toprağın dağılış sergilediği bir diğer lokasyon ise Söğüt Platosunun kuzeyinde yer alan yöredir. Bu bölgede kil

ocaklarının kuzeybatısında kırmızımsı topraklar dağılışı göstermektedir.

Kireçsiz kahverengi topraklar yörede metamorfik ve kimyasal çökellerin olmadığı sahalarda yayılışı göstermektedir. Bilecik platosu kuzeybatısında, Yenipazar Çayı havzasının kuzeybatısında, Pazaryeri havzası doğusunda, Söğüt platosu güneyinde ve Bozüyük Depresyonunun güneydoğusunda Kireçsiz kahverengi topraklar dağılışı sergiler. Kolüvyal topraklar azonal toprakların yörede dağılışı sergilediği türlerden birisidir. Yerçekimine bağlı olarak yüksek dağlık alanlar ile alt havzalar arasında oluşan dinamik ortamlarda bir yamaç boyunca dağılışı sergileyen ebuli, moloz, milonit ve alüvyal fanlar kolüvyal toprakların ana maddeleridir. Kolüvyal topraklar sıvılaşma açısından uygun zemin göstermesi ve taşkınların bu toprakların yelpaze uç kısımlarına denk gelmesi bakımından önemli etkileri bulunmaktadır. Dağlık alanlar ile alüvyal topraklar arasında bir geçiş fasiesi olan bu topraklar; Osmaneli ilçe merkezinin güneyinde, Bayırköy yerleşim alanının güneybatısında, Gölpazarı Ovasının yamaçlarında, Göksu Çayı havzasının kuzeyinde, Karadin oluğunun her iki yamacında, Pazaryeri havzasının güneybatısında, Karasu Çayının güneyinde, Bozüyük Ovasının kuzeydoğusunda ve Dodurga havzasının güneydoğusunda kolüvyal karakterli topraklar oldukça fazladır. Bu toprak türünün Bilecik ilinde birçok yerde gelişim göstermesi, yöredeki topoğrafyanın yarıлма derecesinin yüksek olduğunu işaret etmesi bakımından değerlidir. Taşkınlarda bu toprakların yelpaze sınırları doğrudan etkilenmesi açısından da coğrafi sınırlılık sağlaması araştırma özünde değerlidir (Harita 3.17).



Harita 3.17. Bilecik ilinin Toprak haritası.

3.7 Arazi Kullanımı Verisi ve Haritasının Tasarlanması

Orta Sakarya Havzasında yer alan Bilecik ili, sahip olduğu arazi yapısıyla çeşitlilik göstermektedir. Bilecik ili Marmara Bölgesinde ve Güney Marmara Bölümünde arazi kullanımı açısından son 20 yılda yeniden dönüşüme maruz kaldığı düşünülmektedir. Bu dönüşümün başında ilin jeolojik çeşitliliği çekici bir faktör olarak taş ocaklarının sayısında ciddi faaliyet alanı yer almaktadır. Bilecik ili son 20 yıllık ortofoto ve uydu görüntüleri indirilerek yörede meydana gelen değişim dikkatle incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda yörede taş ocaklarının sayısında artışın olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum il sınırları içerisinde antropojenik dolguların ve etkinin etkin rol oynadığını işaret etmiştir. Taşkın risk analizinde arazi kullanımının doğrudan etkisi olması sebebiyle veri tasarımı ele alınmıştır. Bu amaçla USGS açık kaynak taramasında 1991-2023 yılları

arasına ait uydu görüntüleri ele alınarak yöredeki uzun yıllar arazi değişimi raster veri formatında tasarlanmıştır. ARCmap 10.8 haritalama programında ele alınan son uydu görüntüsü verilerinde araziye ait değerler “Maximum Likelihood Classification” tools seçeneği sayesinde kontrollü sınıflandırmaya ayrı ayrı tabii tutulmuştur. Burada elde edilen görüntülerde kontrollü sınıflandırmanın daha sağlıklı sonuçlar verdiği değerlendirilmiştir. Kontrollü sınıflandırma yapıldıktan sonra ürün tekrar operasyonel taramaya alınmış ve çıktılarının uydu görüntüsü üzerindeki koordinat ve poligon köşelerinde hata oranları sınırlanmıştır. Bu ayrıntılı analiz çalışması sonucunda yörenin arazi kullanım haritası elde edilmiştir (Harita 35). Verilerin sayısallaştırma sürecinde uydu görüntüsündeki karşılıklarına bakılarak 10 farklı arazi türünün coğrafya için uygun ve mevcut olduğu değerlendirilmiştir. Bu altlık veriler; sulu tarım arazisi, kuru tarım arazisi, ormanlık arazi, funda ve çalılık arazi, taş ocağı arazisi, sanayi arazisi, şehir arazisi, mera arazisi, kompresif kaya serileri arazisi ve denüasyon arazisi şeklinde tasnif edilmiştir. Bu sınıflandırma türü içerisinde kompresif kaya serileri arazisi yörede yer alan dikey ve yatay yönlerde geniş alan kaplayan kaya grupları yer alır. Bu seri kayalar yörede genellikle mezozoik yaşlı kireçtaşı gruplarından meydana gelmektedir. Bir diğer sınıflandırma türü olan denüasyon arazisi ise bölgede çıplak arazi yüzeyini ve erozyona uğramış topoğrafyaları işaret etmektedir. Bu bölgelerde toprak fiziksel çözülmeye aşığın uğramış, asidik olmayan toprak ve horizonlarda aşırı bozulmanın olduğu bilinmelidir.

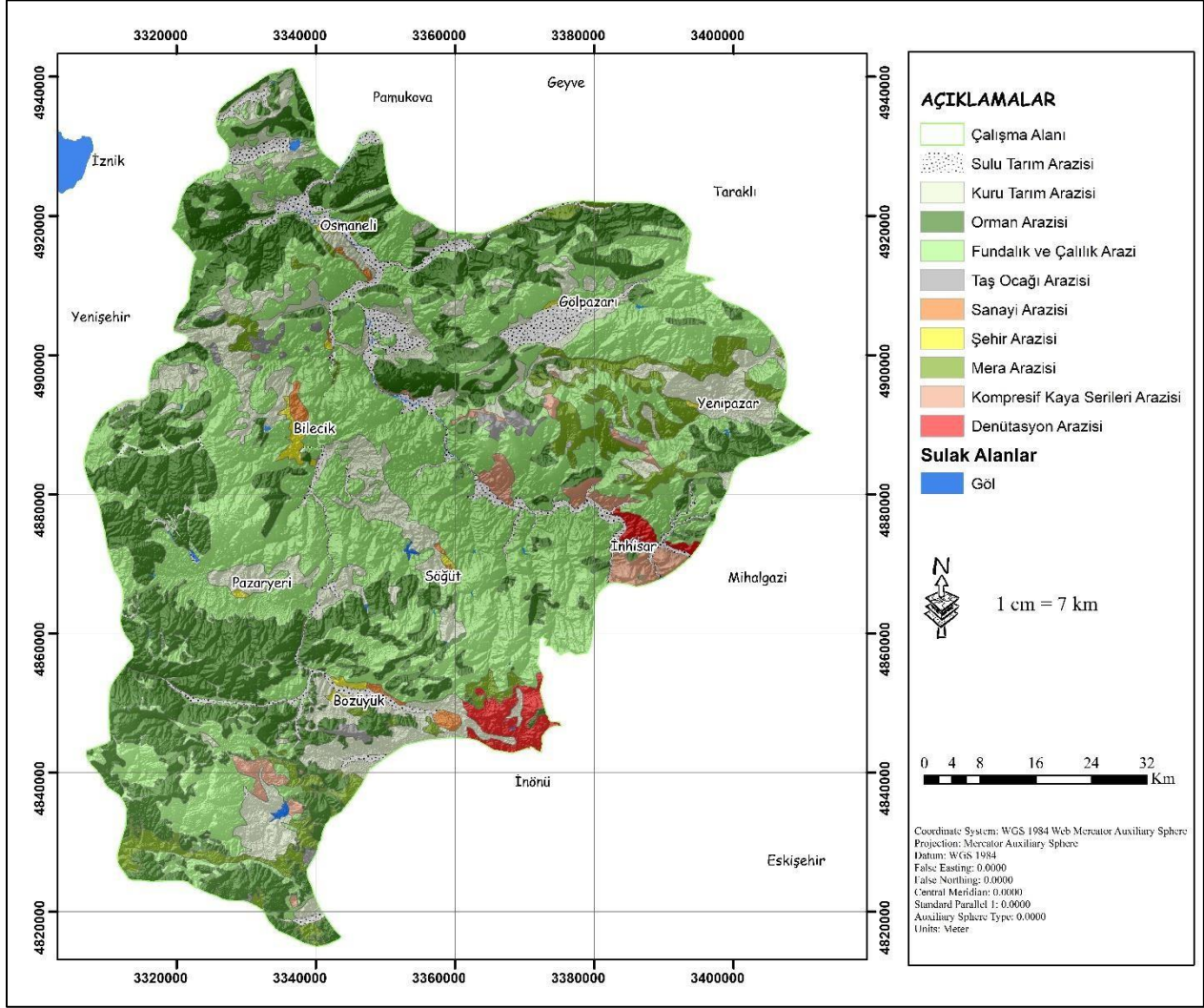
Araştırma alanında sulu tarım arazileri genellikle ova tabanları ve akarsu ağına yakın konumdaki bölgelerden meydana gelmektedir. Sulu tarım arazilerinde genellikle seracılık faaliyetleri, sebze üretimi ve meyvecilik yapılmaktadır. Sulu tarım arazileri alüvyonlarca kaplı zeminlerden oluşup, özellikle pliosen’den sonra havzaya yerleştiği bilinen Sakarya Nehri’nin binlerce yıllık çökellerinden meydana geldiği bilinmektedir. Sulu tarım yapılan bu arazilerde mineral zenginliği; kalsiyum, potasyum, demir ve oksijen kaynaklı elementlerce de zengin olduğu bilinmektedir. Çalışma alanında yer alan Sulu tarım arazileri; Karadin oluşu, Osmaneli dağıcı ovası, Göksu çayı havza tabanı, Üyük ovası, Gölpazarı ovası tabanı, Karasu ve İstasyon Vadisi, Demirköy (Pazaryeri) oluşu, Bahçecik (Bilecik batısı) oluşu, Bozüyük Ovası kuzeybatısı ve Orta Sakarya Vadisi boyunca yayılış göstermektedir. Bu arazilerde taşkın risk analizi sonucunda yüksek riskli alanlar oldukça fazla olup, ıslah ve kontrol çalışmalarının elzem olduğunu göstermektedir. Kuru tarım arazileri genellikle Miyosen-Plioson yaş aralığında yer alan Neojen karasal örtüler üzerinde yayılış göstermektedir. Bu araziler plato ve konveks yüzeyli yamaçlarda sık sık görülebilmektedir. Araziler genellikle su kaynaklarına ve sulama kanal projelerine uzak olup, ilkbahar aylarında

Üretim yapıldığı tarımsal ürünlerin ekiminde ve yaz sıcaklı öncesi hasat yapılabilen üretimlerde tercih edilmektedir.

Oğulpaşa Vadisi ile Karadin Oluğu arasında yer alan Samanlı Dağlarının kuzey ve güneye bakan yamaçlarda, Karadin Oluğunun güneyinde yer alan Avdan Dağının güneyinde, Bilecik Platosunun batısında, yk Ovasının doğu yamaçlarında, Pazaryeri Havzasının kuzeyinde, Söğüt-Karasu (Bilecik) Vadisi arasında, Gölpazarı Ovası güneydoğusundaki yamaçlarda, Yenipazar Havzasının tamamında, Bozüyük Ovasının güneybatısında ve Dodurga Havzasının güneyindeki arazilerde kuru tarım arazileri yayılış göstermektedir. Orman Arazileri, nceki alt başlıkta uydu görüntülerinden elde edilen veriler ve ortofoto görüntülerden elde edilen çalışmalar neticesinde doğrulanmıştır. Orman Arazilerinin yüzdesi bakımından %57 ormanı olduğu bilinen Bilecik ili flora çeşitliliği bakımından da zenginlik sergilemektedir (Karacabey, 2020, s. 42). Marmara Bölgesinin toplam orman arazisi (ha) 2.934.321 olarak belirlenmiş olup, Bilecik ilinde ise bu alanın 240.252 ha olduğu belirlenmiştir. Marmara Bölgesi Türkiye ortalamasının %12,8'sinin karşıladığı ve Bilecik ilinin ise Türkiye ortalamasında %1,4'ünün karşıladığı bilinmektedir. Bilecik il sınırı içerisinde ormansız alan 190.879 ha olduğu ve bu yörelerin erozyona açık olduğu tehdidini göstermektedir. Bilecik ilinde kızılcam, karaçam, sarıçam, Uludağ Göknarı, ardı, kayın, ak meşe, kırmızı meşe, herdem meşe, kavak, dışbudak ve ıhlamur gibi ağaç türleri yaygın flora türleri olarak gösterilmektedir (Anonim, Orman ve Su işleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, 2020, s. 41). Orman arazileri Bilecik ilinin genellikle batı ve güneybatı yönlerinde kümelendiği dikkat çekicidir. Bu yörelerde yer almasında kuzeydeki Samanlı Dağları ile güneydeki Uludağ'ın devamı niteliğindeki Domaniç Dağlarının etkisinin olması etkindir. Samanlı Dağlarının kuzeyinde, Avdan Dağlarının güneyinde, Osmaneli ilçe merkezinin kuzeydoğusunda, Meryem Dağı (Gölpazarı) doğusunda, Bahçecik (Bilecik) ve batısında, Pazaryeri güneyindeki Ahı Dağı ve batısında, Söğüt ilçe merkezinin batısında ve Dodurga platosunun kuzeybatısında orman arazileri geniş yayılış göstermektedir. Cumhuriyetin ilk yıllarında faaliyete giren ve ülkemizin ilk kereste fabrikası olan Bozüyük Kereste Fabrikası, Dodurga kuzeyindeki sarıçam ve karaçam hammaddeleriyle işletmeye açılmıştır. Bu retim yöredeki orman florasının kereste üretimine yetecek etiklikte olduğunu ve ormanlardan üretim meydana geldiği işaret etmiştir. Bilecik ilinde fundalık ve çalılık türleri diğer arazi türlerine göre daha baskın durumdadır. Bu durumun oluşmasında farklı iklim ve bitki türlerinin keşişim yöresinde yer alması etken olmaktadır. Bilecik Marmara Geçiş ikliminde ve Akdeniz iklimi florasında baskın olması neticesinde yörede Akdeniz iklim elemanlarından çalı

türlerinin geniş yer kaplamasına neden olmuştur. Bu türler arasında arazide en çok rastlanılan Akdeniz flora türü olan Sandal özellikle yörenin batısında geniş bir alanda gözlemlenmektedir. Funda ve çalı formasyonları içerisinde bir diğer baskın tür ise meşedir. Özellikle ak ve kırmızı meşe türleri ile Türk meşesi türleri yörenin tamamına yakınında yer almaktadır. Funda ve çalılık araziler Bilecik'in Avdan Dağı üzerinde, Osmaneli ilçe merkezinin güneydoğusunda, Üyük-Aktaş platosunun güneyinde, Osmaneli-Bilecik arasındaki plato yüzeyinde, Gölpazarı-Yenipazar arasındaki dağlık alanda, Bilecik-Söğüt platosu arasındaki arazide, Söğüt-İnhisar arasındaki plato yüzeyinde, Pazaryeri havzasının yamaçlarında ve Dodurga platosunun güneyinde gözlemlenmektedir.

İl genelinde birçok yerde gözlenen taş ocakları ve arazileri son 20 yılda oldukça geniş bir arazide yayılış göstermektedir. 2000'li yıllara kadar Bilecik'in batısında sınırlı bir arazide yer kaplayan taş ocakları, günümüzde Bilecik ilinin kuzeydoğusunda ve güneyindeki kireçtaşı birimleri üzerinde geniş yer kaplamaktadır. Taş ocaklarının geniş bir alanda yüzlek yermesi, yörenin özellikle litolojik farklılıklarını ortaya çıkarmaktadır. Taş ocakları arazide topoğrafik bozulmaları ve beraberinde dekapaj örtünün çevreye verdiği sorunsalları beraberinde getirmektedir. Bilecik arazisinde ekonomik bir kazanç olan taş ocakları, aynı zamanda çevresel degradasyonu da beraberinde getirmiştir (Harita 3.18).



Harita 3.18. Bilecik İlinin Arazi Kullanımı Haritası.

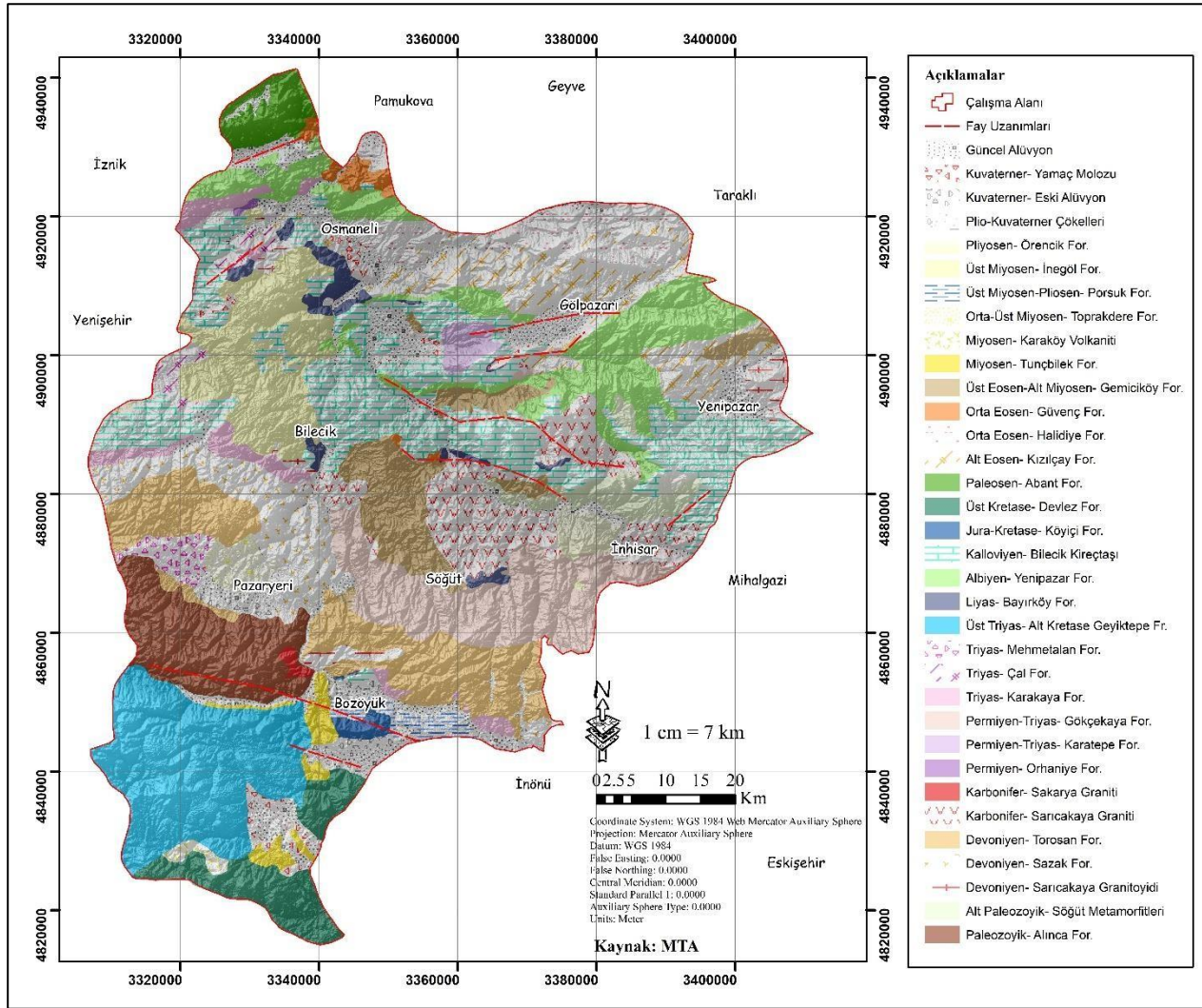
Sanayi arazisi, Bilecik ilindeki organize sanayi tesislerini kapsamaktadır. Bu araziler özellikle tapu kayıtlarında sanayi arazisi şeklinde nitelendirilmiş ve yöredeki ikincil ekonomik faaliyetlerin üretim merkezi olmuşlardır. Sanayi arazileri Osmaneli güneydoğusunda, Bilecik kuzeyinde, Söğüt ilçe merkezinin kuzeybatısında, Bozüyük ilçesinin güneydoğusunda, Vezerhan kuzeyinde, Gölpazarı batısında ve Pazaryeri ilçesinin doğusunda yer almaktadır. Bu bölgeler taş ocakları kadar olmasa da çevresel sorunlar oluşturmaktadır. Üretimde seramik ve taşa dayalı sanayi tesislerinin olduğu sanayi bölgelerinde üretim sonrası ortaya çıkan kirletici sıvı atıkları yakın bölümlerdeki havuzlarda depolanmakta, sonrasında ise yerel drenaj ağlarıyla çevreye dolaylı yollardan ulaşabilmektedir. Bu durum çevresel sorunların ve çevresel tıbbi jeolojinin bozulmasına da neden olmaktadır. Şehir arazileri ilçe merkezleri ile belde yerleşim alanlarını kaplamaktadır. Arazi kullanımında şehir ekolojisini doğrudan sunan bu alanlar, beşeri faaliyetlerin etkisi altında

gelişim göstermiştir. Bilecik ilindeki en eski şehir yerleşmeleri Bilecik ve Bozüyük olmuştur. İdari şehir fonksiyonu gösteren Bilecik ve sanayi kenti olan Bozüyük il genelinde en geniş şehirleşme ağına sahiptir. 1970-2000 yılları arasında sanayi, ticaret ve hizmet sektöründe ilerleme kateden bu iki yerleşim bölgesi günümüzde de ildeki en geniş hinterland alanı konumundadır. 1990-2000 yılları arasında ikinci şehirleşme ilerlemesi Osmaneli ve Söğüt ilçelerinde gerçekleşmiştir. Osmaneli ilçesi tarıma dayalı sanayi, Söğüt ilçesi ise kültür ve tarım şehri olarak gelişim göstermiştir. Osmaneli ilçesinin İznik'e (Bursa) ve Sakarya iline doğrudan bağlanan karayolu nedeniyle lojistik bir merkez olma potansiyeline sahiptir. Ankara-İstanbul, Karaman-İstanbul yüksek hızlı tren hatlarının geçiş güzergahında yer alan ilçe, 2025 yılıyla birlikte Bandırma-Osmaneli yüksek hızlı tren hattıyla Bursa'nın lojistik kapısı konumuna erişmesi beklenmektedir. Bu hattın tamamlanmasıyla şehrin kültür şehri haline gelmesi, günlük yolcu taşıma kapasitesinin artmasıyla turizm gelirinden daha fazla pay alması muhtemeldir. Söğüt platosu üzerinde yer alan Söğüt şehri, tarihsel kimliği ve toprağa dayalı sanayisiyle gelişim göstermektedir. Bozüyük-Söğüt ve Söğüt-Bilecik karayolunun faaliyete açılmasıyla yatırım alan arz-talep etkisiyle şehrin yakın zamanda sanayi şehrine dönüşümü beklenmektedir. Söğüt ilçesinde faaliyete açılan ve Türkiye'nin en büyük altın madeni olan Söğüt altın işletmeleri de şehrin maden ve doğrudan sanayi şehrine dönüşümünü de beraberinde getirmesi beklenmektedir. 2000'li yıllardan sonra sırasıyla; Pazaryeri, Bayırköy, Vezirhan, Yenipazar ve İnhisar ilçe ve beldelerinde şehrsel fonksiyonlar gelişim göstermiştir. Mera arazisi Bilecik ilinde hayvancılık faaliyetlerinin gerçekleştiği yörelerdir. İl sınırları içerisinde Yenipazar ilçesinde ve Dodurga güneybatısında mera arazisi geniş alanlarda formasyon vermektedir. Hayvancılık faaliyetlerinin azalması neticesinde bu arazilerin erozyona maruz kalması yakın gelecekte çevresel bir tehdit oluşturması muhtemeldir. Kompresif kaya serileri arazisi geniş blok kaya kütlelerini işaret etmektedir. Bu araziler eski paleocoğrafik gelişimde kıta yamacında yer alan ve sonrasında ekolojik değişikliklerle kara içlerinde kalan olistrom ve benzeri yapıları kapsamakta, üzerinde herhangi bir erozyon meydana gelmeyen arazileri işaret etmektedir. Denütasyon arazileri aşınmanın ve taşınmanın fazla olduğu yüzeyleri kapsamaktadır. Bu araziler neojen karasal çökellerden meydana gelmekte, taşkın sürecinde akarsuya doğrudan sediment taşınımının gerçekleşmesine olanak vermektedir. Bilecik ilinde yer alan göl alanları ise yapay göl şeklindedir. İl genelinde doğal göl Söğüt ilçesinin güneyinde yer alan Rızapaşa gölüdür. Bu arazide Eskişehir-Trakya fayının etkisiyle fay kaynağı şeklinde kaynak belirlenmiş ve yüzeyde küçük bir göl ekosistemi şekillendirmiştir. Polimetamorfizma süreçlerine uğrayan Rızapaşa gölünde sert ve

dirençli kayaçları kıramayan fay segmenti, yörede sınırlı bir kaynak potansiyeli geliştirmesi meydana getirmiştir. İldeki Dodurga barajı, Çerkeşli Göleti, Küçükemalı göleti, Borcak göleti, Akçay Barajı ile yakın zamanda faaliyete giren Bayırköy göleti en büyük su toplama alanları olarak kayıtlara geçmiştir.

3.8 Jeoloji Verisi ve haritasının tasarlanması

Jeoloji verisi bir önceki bölümde tasarlanırmış ve bu bölümde ise verinin taşkın analizinde kullanılmak üzere çeşitli parametrelerce yeniden tasnif edilmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Jeoloji verisi, yörede yer alan jeolojik birimlerin yaş ve kayaç grupları sınıflandırması üzerine düzenlenmiş ve taşkın analizi yönteminde kullanılan analitik hiyerarşi yöntemine uygun tasarlanarak, taşkınlarda kırıntılı ve sediment türleri üzerinden doğrudan taşkına yardımcı eleman olarak ele alınması gerektiği ifade edilmiştir. Temel arazilerde taşkın etkisi ve süreçleri daha az olurken, örtü birimleri üzerinde taşkın etkisi doğrudan etkide bulunabilmektedir. Örtü birimlerinin taşkın sırasında vereceği tepki, elementer yapılarına, dokunak sınırlarına, porozite düzeyine, viskozite niteliklerine göre değerlendirilerek, yörenin jeolojisi ile taşkınlar arasındaki doğrudan korelasyon araştırılmıştır (Harita 3.19).

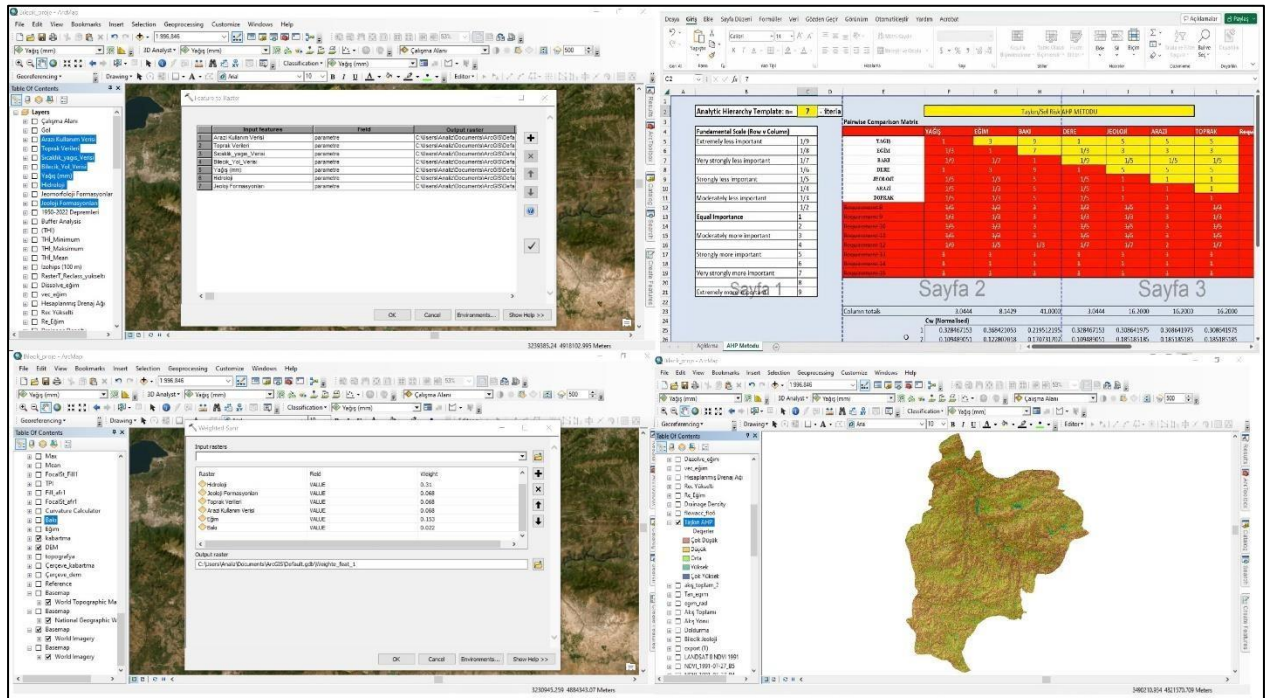


Harita 3.19. Bilecik İlinin Jeoloji Analizi Haritası.

3.9 AHS Yöntemi Sonucu oluşan Taşkın Risk Haritası

Çalışmanın bu bölümünde taşkın risk analizi için gerçekleştirilen alt parametrelerin risk analizi için uygun düzeye getirilmesi planlanmıştır. AHS yöntemiyle taşkın hesaplanması birçok yazar tarafından ele alınmıştır Saral & Musaoğlu, 2011; Tozgülü & Özkan, 2018; Sözer, Kocaman, Nefeslioğlu, Fırat, ve Gökçeoğlu, 2019; Sütüncü & Yavuz, 2022. Bu analizler kantitatif veri vermesi ve mikro bir analiz olması bakımından değerlidir. Bu amaçla bazı alt veriler raster veriden vektör tabanlı veriye dönüştürülmüştür. Dönüşüm sonrası parametrelerin uzman görüşüne göre değerlendirilmesi süreci gelmektedir. Burada amaç alt verinin taşkına ne derecede etkiye bulunacağını belirlemektir.

Parametrelerin değer aralıkları verilmeden önce ise; “Data Management Tools” ve “fields” bölümünde parametrelerin yeni fields adı ve fields tipi (double) belirlenmiştir. Parametre belirlemeden önce alt veriler “conversion tools” seçeneği “to raster” “feature to raster” işlem basamaklarıyla veriler kayıt yeri işlemleri denenmiştir. Sonrasında ise alt verilerin ağırlıklı çakıştırma analizi tamamlanmak üzere “Weighted Sum” seçeneği kullanılarak alana ait değerler literatüre göre sınıflandırılmıştır. Bu amaçla yaygın bir şekilde ele alınan değer basamakları incelenmiş ve tabloya uygun düzenlemeler gerçekleştirilmiştir (Barnard, 2024). “Weighted Sum” üzerinden gerçekleştirilen değerlendirme çalışmasında yörenin uzun yıllar yapılan arazi çalışmaları ve morfolojik birimlerin etki derecesi de incelemeye dahil edilmiştir. Tüm bu süreçlerin sonunda yörenin taşkın risk analizi tamamlanmıştır (Harita 3.20).

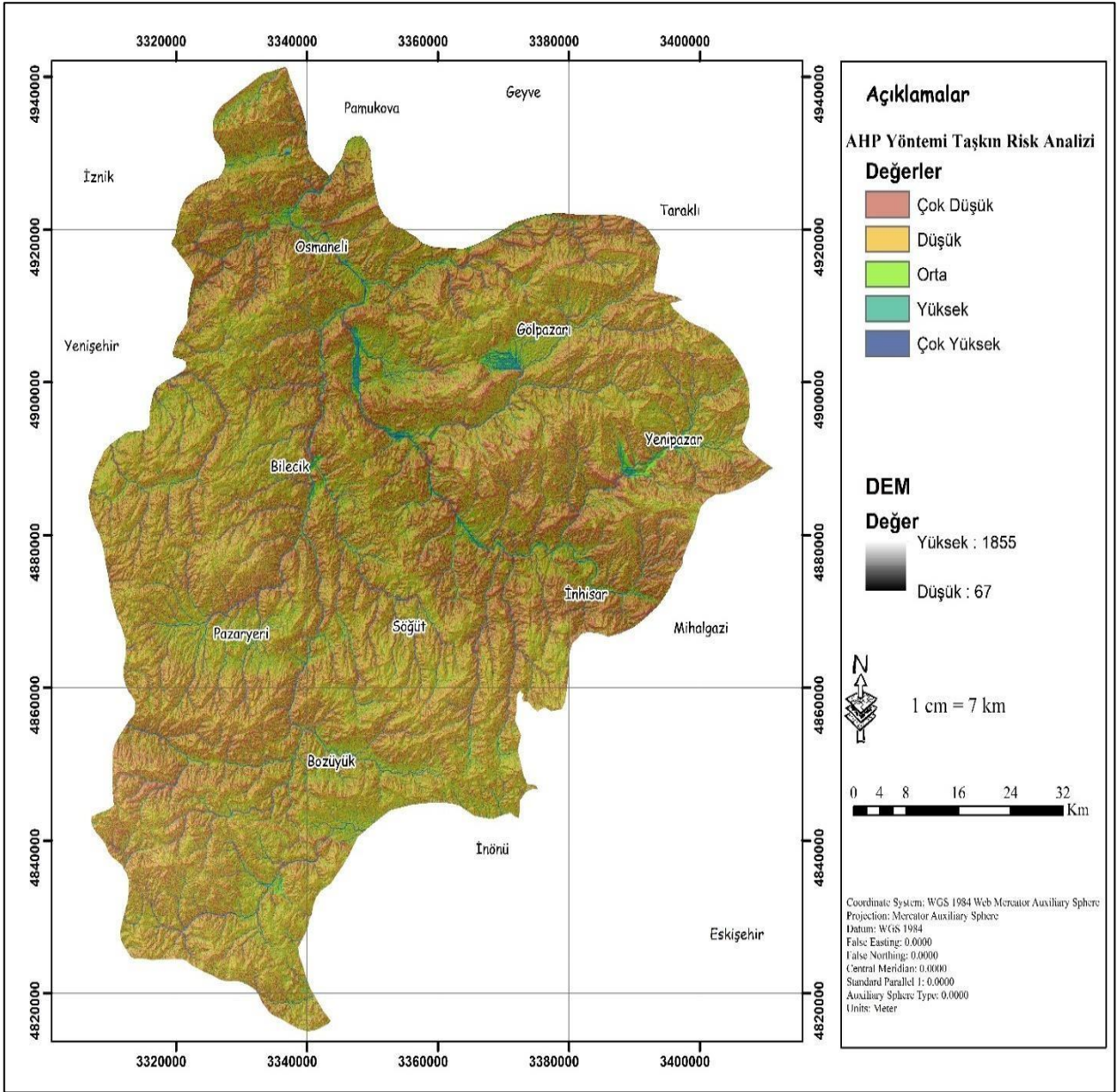


Harita 2:20. Parametrelerin Sınıflandırılması ve Taşkın Analizinin Raster Sonucu.

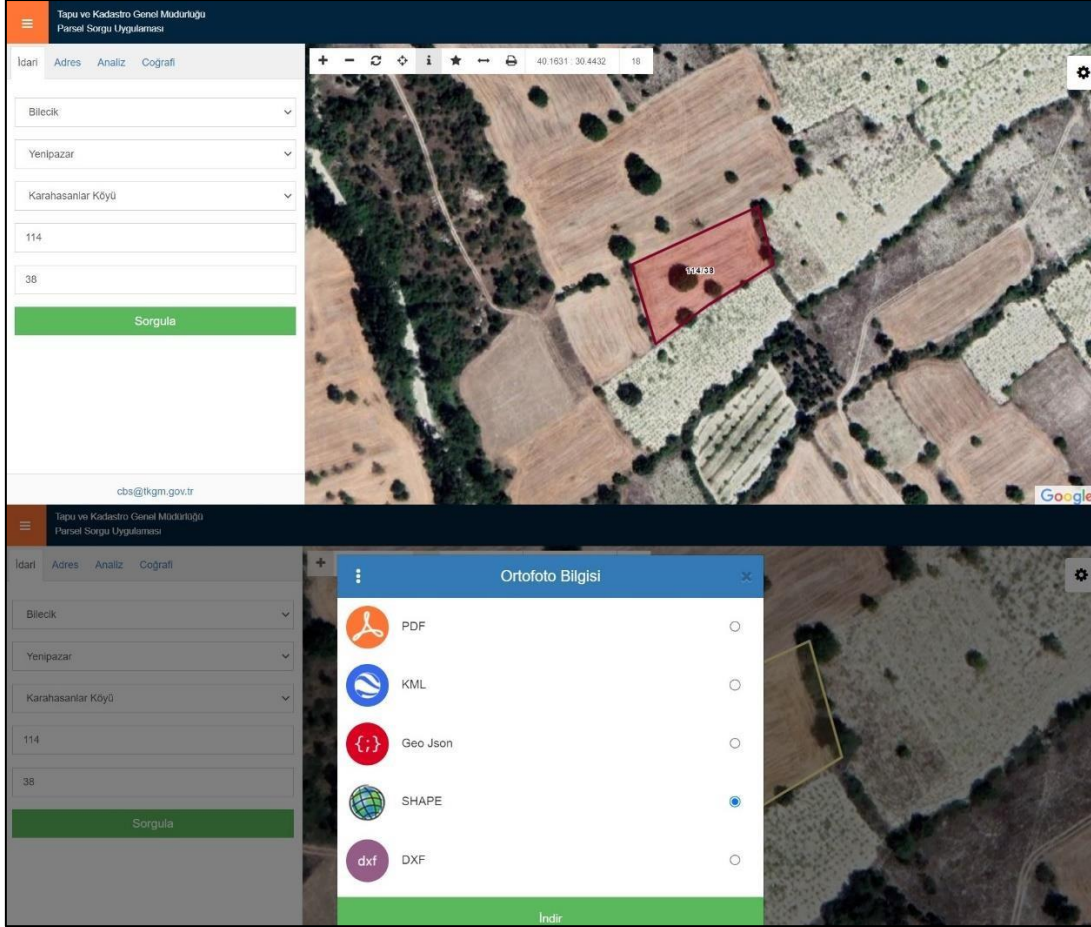
Analiz sonucunda Bilecik ilinde altı farklı taşkın bölgesinin oluşmasına karar verilmiştir. Bu yöreler şunlardır;

- ✓ Osmaneli Dağı Ovası
- ✓ Üyük Ovası
- ✓ Gölpazarı Ovası
- ✓ Orta Sakarya Havzası (Meryem Dağı-Çaltı arası)
- ✓ Yenipazar Havzası (Harmankaya Kanyonu kuzeydoğusu)
- ✓ Karasu Çayı (İstasyon-Küplü arası)

Analiz sonucunda belirlenen altı yerin dışında diğer havzalarda da taşkın riskinin yüksek olduğu yerler bulunmaktadır (Harita 3.21). Ancak bu yörelerde taşkın riskinin diğer havzalara oranla daha çok olması nedeniyle, adı geçen sahalar bölgelendirilmiştir. Adı geçen havzaların tamamında taşkına maruz kalacak yerlerin tarım arazisi olması dikkat çekicidir. Bu arazilerde filizlenme, olgunlaşma ve hasat dönemlerinde olası bir taşkında ekili alanların sular altına kalacak olması, ekonomik bir kayıp şeklinde nitelendirilecektir. Bundan dolayı AHS yönetimiyle elde edilen alanların tapu kayıtlarında adı geçen ada numaralarını paylaşmak proaktif bir anlayışa hizmet edebilecektir (Tablo 3.1). Arcmap yazılımında elde edilen risk sonuçları ile alan üzerinde yer alan tapu kayıtları Tapu Sorgulama aracıyla harita yazılımına aplikasyon yapılarak, somut bir şekilde taşkın bölgeleri mikro bölgelendirmeye hazır hale getirilmiştir (Harita 3.22).



Harita 3.21. Bilecik İlının Taşkın Risk Haritası.



Harita 3.22. Taşkına maruz kalacak alanların Tapu Bilgilerinin Arcmap yazılımı aracıyla
Aplikasyonu.

Tablo 3.1 Bilecik İli Genelinde Doğrudan Taşkına Maruz Kalacak Parsellerin Bilgileri.

Sıra	Havza Adı	Tapu Ada Kodu
1	Osmaneli Dağıçı Ovası	241, 242, 829, 818, 817, 741, 733, 220, 221, 729, 224, 873, 227, 882, 886, 139, 810, 333, 132, 119, 107, 101, 3835, 25, 259, 4184, 689, 122, 338, 298, 297, 227, 223, 809, 817, 870, 873
2	Üyük Ovası	273, 271, 121, 153, 230, 1, 153, 155, 136, 136, 118
3	Gölpazarı Ovası	164, 165, 166, 196, 186, 188, 191, 190
4	Orta Sakarya Havzası (Meryem Dağı-Çaltı arası)	122, 131, 161, 164, 163, 113, 152, 153, 156, 155, 146, 144, 108, 240, 225, 224, 229, 223, 101, 113, 148, 160, 172, 111, 130
5	Yenipazar Havzası (Harmankaya Kanyonu kuzeydoğusu)	127, 167, 119, 113, 111, 130, 165, 128, 125, 124, 115, 109, 106, 103, 108, 105, 119, 142, 188, 181, 102, 101
6	Karasu Çayı (İstasyon- Küplü arası)	496, 4024, 1476, 223, 248, 252, 270, 287, 288, 398, 179, 400, 401, 191, 312, 315, 316, 1215, 1229, 1234, 1288, 102, 143, 227, 278, 180, 182, 171, 161, 299, 272, 284, 292, 296, 250, 247, 242, 209, 205, 136, 151, 139, 100, 122, 138, 394, 101, 103, 109, 108, 116, 126, 131

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bilecik Marmara Bölgesinin Güney Marmara Bölümünde yer alan ve Marmara Bölgesinde denize kıyısı olmayan tek il konumundadır. Bilecik ili Pontid ve Anatolid kuşak arasında konumlanan ve kuzeyde Kuzey Anadolu Fayı ile güneydeki Trakya-Eskişehir Fay zonu arasında konumlanır. Bilecik ili topografik çeşitliliğe bağlı olarak farklı akarsu havzalarına ve alt havza birimlerine ayrılmıştır. Bu havzalar ana grupta incelendiğinde; Orta Sakarya Havzası, Aşağı Sakarya Havzası, Göksu Çayı Havzası, Karasu Çayı Havzası, Gölpazarı Havzası, Yenipazar Çayı Havzası, Göynük Çayı Havzası ve Karadın Oluğu şeklinde tasnif edilebilmektedir. Bilecik ili farklı iklimlerin kesişim alanında yer alır. Kuzeybatıda Marmara geçiş iklimi, kuzeydoğusunda Karadeniz iklimi, güneydoğusunda karasal iklim gibi iklimler il genelinde karşılaşmaktadır. Bu durum ilde farklı iklimlerin ve yüzeyde onun etkisini doğrudan yansıtmaktadır. Köppen iklim sınıflandırmasında il toprakları denizel ılıman iklim, Aydeniz'e göre yapılan iklim sınıflandırmasında Bilecik yarı nemli, yarı kurak özelliktedir. Erinç'e göre il toprakları yarı nemli olarak değerlendirilmiştir. De martonne göre ise Bilecik ili farklı mevsimlerde farklı iklimsel unsurlara ayrılmıştır. Bilecik ilinde topraklar zonal, intrazonal ve azonal topraklar açısından çeşitlidir. Özellikle farklı iklimlerin geçiş noktası üzerinde yer alması, yörede zonal toprakların çeşitlilik göstermesine olanak vermiştir. Bilecik ili farklı iklim türlerinin geçiş ağı üzerinde yer almasına bağlı olarak flora çeşitliliğinin de kısa mesafede değişiklik göstermesine olanak vermiştir.

Çalışmanın son bölümde taşkın analizi için gerekli araçlar belirlenmiştir. Bu araçlar; hazırlayıcı etmenler, TWI yöntemi ve AHS yönetimiyle sınanmıştır. Hazırlayıcı etmenlerde ilk olarak yörenin dem verisi hazırlanmıştır. Haritalamada hassasiyet önemli bir kriter olduğu için dem verisinin DEM 5m şeklinde tasarımı ele alınmıştır. Hazırlayıcı etmenler taşkında önemli olabilecek araçları kapsamaktadır. Bu amaçla ilk olarak yörenin sediment taşıma indeksi hesaplanmış ve taşkın ve benzeri doğal afetlerde sedimentin birikim yüzeyi ve yönü ele alınmıştır. Analiz sonucunda sediment birikiminin Meryem Dağı ile Çaltı arasında yoğunlaştığı değerlendirilmiştir. Akarsu güç indeksi analizde yörede yüksek erozyon ve düşük erozyon ele alınmış ve taşkınlarda taşınan malzemenin hangi yörelerde daha çok gelebileceği nitelendirilmiştir. Bu analizde ise ilin güneydoğusunda yüksek erozyonun görüldüğü hesaplanmıştır. Eğim bir taşkın sırasında havza tabanındaki düzeyi şekillendirmektedir. Bakı analizi ise güneşlenme süresiyle ve buharlaşma

düzeyle doğrudan bağlantılıdır. Solar radyasyon analizi ile ise yöenin solar enerjisi ve buharlaşma gibi parametrelerle bağlantısı ele alınmıştır. Topografya heterojenlik analizde ise taşkınların olabileceği alanlar homojen olmayan havzaları işaret etmektedir. Yamaç eğrilik analizde ise yamaçların düzeyi ile akarsu havzaları ele alınmıştır.

Taşkınla en ilişkili analiz ise akarsu drenaj yoğunluğu analizidir. Bu analiz ile birlikte taşkına maruz kalacak yerler net bir şekilde akarsuların ağı ve dizilişi yardımıyla belli olmaktadır. Analizde akarsu ağı dizilişleri tasniflenerek, yöenin topografik uzanımları ile birlikte değerlendirilebilmektedir. Böylece yöenin akarsu ağı durumu ve debileri de göz önünde bulundurularak taşkın alanları önceden belirlenebilmektedir. Akarsu drenaj yoğunluğu analizi sonucu arazide Gölpazarı Ovasının batısı, Yenipazar Çayı havzasının orta çığı, Pazaryeri Sorgun havzasının orta çığı, Üyük Ovası havza tabanı ve Osmaneli şehir merkezinin yakınları taşkın riski açısından yüksek düzeyde akarsu ağına sahip oluşu belirlenmiştir. Bilecik ili genelinde taşkınların nereleri etkileyebileceği mikro analiz yöntemleri yardımıyla belirlemek gerekmektedir. Bu amaçla topografik nem indeksi analizi (TWI) ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemleri kullanılmıştır. Topografik nem indeksi ile havza alanı ve yamaç eğimi dikkate alınarak, yöenin taşkın risk analizi tasarlanmıştır. Çalışmada DEM 5m karelaç ağı kullanılarak mikro analiz yeteneği geliştirilmiştir. Bu analiz ile birlikte Osmaneli- İnhisar arasında yer alan Aşağı ve Orta Sakarya Havzaları, Gölpazarı Ovasının batısı, Yenipazar Çayı havzası güneydoğusu ve Dodurga Barajı ve yakın çevresinde yüksek nemlilik elde edilmiştir. Bu durum yörede ani yağışlar ile birlikte tampon bölgeye kadar su yüzeyinin ulaşabileceğini işaret etmektedir.

Çalışmada kullanılan bir diğer mikro analiz Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemidir. Bu yöntem ile birlikte, yüzeydeki birçok parametrenin de yardımıyla taşkın riski hesaplanabilmektedir. Veri hazırlanmasında; yol verisi, eğim verisi, hidroloji verisi, yağış verisi, toprak verisi, arazi kullanım verisi ve jeoloji verisi değerlendirmeye tabii tutulmuştur. Analiz “Weighted Sum” yardımı ve çeşitli indeksler ile birlikte işlenerek, yüzeydeki değerlendirmeye alınan parametre derecesine bağlı olarak süreç tamamlanmıştır. Analiz sonucunda, Osmaneli Dağı Ovası, Üyük Ovası, Gölpazarı Ovası, Orta Sakarya Ovası, Yenipazar Çayı havzası ve Karasu Çayı havzasında taşkın için riskli yüzeyler elde edilmiştir. Bulunan taşkın yüzeyleri tapu kadastr verileriyle aplikasyon süreçleri tamamlanmış ve Bilecik genelinde yüzeydeki taşkın alanları en detaylı şekilde ortaya çıkartılmıştır. Böylece elde edilen taşkın arazilerinin büyük çoğunluğunun tarım arazisi ve sera alanlarına karşılık geldiği tespit edilmiştir. Bu bağlamda kamu kurum ve

kuruluşlarının elde edilen taşkın risk analizi haritasına göre yeniden havza planlamalarını tasarımları tarafımızca önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Ak, S. (2018). Orta Sakarya Havzasındaki Paleontolojik Bulguların Jeoturizm Potansiyeli Açısından Değerlendirilmesi, *TÜCAUM 30.Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, s. 1487-1490.

Akyuz, H. vd. (2015). Kuzey Anadolu Fayı, güney kolunun eski deprem tarihçesi: Geyve ve İzni-Mekece fayları üzerinde paleosismoloji çalışmaları, *Aktif Tektonik Araştırma Grubu Çalıştayı*, 5-7 Kasım, Adıyaman.

Alkaya, F. (1982). Kuzey Anadolu Alt Jura (Liyas) Phylsocetatiflerinin Taksonomik Revizyonu (1. Bölüm), *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni c. 25*, s. 31-40.

Alp Arslan, Ç. (2018). Bursa-Bilecik-Eskişehir arasındaki bölgede jeokimyasal anomalilerin jeostatistiksel yöntemlerle incelenmesi. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Altınlı, E. (1973). Bilecik Jurasığı. *50. Yıl Yer Bilimleri Kongresi Tebliğler Dergisi* , 86(86), 112-113.

Altunel, E., & Barka, A. (1998). Eskişehir fay zonunun İnönü-Sultandere arasında neotektonik aktivitesi, *Türkiye Jeoloji Bülteni, c.41*, s.41-52.

Anonim. (2015). *İklim Sınıflandırmaları* . Ankara: Meteoroloji Genel Müdürlüğü.

Anonim. (2020). *Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü*. Ankara: Orman ve Su İşleri Bakanlığı.

Apaydın Poşluk, E., & Koral, H. (2013). Bozüyük (Bilecik)-Okclubalı (Eskişehir) Arasının Neojen Stratigrafisi ve Yapısal Özellikleri. *İstanbul Yerbilimleri Dergisi, 26(2)*, 83-103.

Ardel, A. (1943). Marmara Bölgesinin Güneydoğu Havzalarının Morfolojik Karakterleri. *Türk Coğrafya Dergisi, 1(2)*, 160 - 173.

Ardel, A. (1955). Yukarı Sakarya havzası (Morfolojik Etüd). *Türk Coğrafya Dergisi, 13(14)*, 3 - 24.

Avcı, V. (2016). Gökçeli Çayı Havzası'nda (Bingöl) Aktif Tektonik Etkinin Morfometrik Analizlerle Belirlenmesi, *TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu*, s. 883-897.

Ayaroğlu, H. (1979). Bozüyük Metamorfhtlerinin (Bilecik) Petrokimyasal Özellikleri, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, c. 22, s.101-107.

Aydın, H. (2013). *Osmaneli (Bilecik) Yöresinin Stratigrafisi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.

Aygün, K. (1998). *Bilecik Şehir Coğrafyası*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Bargu, S. (1982). The Geology Of İznik-Yenişehir (Bursa) Osmaneli (Bilecik) Area. *İstanbul Yerbilimleri Dergisi*, 3(1-2), 191-233.

Barka, A. (1993). *Kuzey Anadolu Fayı'nın Sapanca-İzmit ve Geyve-İznik Kolları Üzerinde Paleosismik Araştırmalar*. TÜBİTAK Projesi Raporu, Proje No: TBAG1013/YBAG 0021, Ankara.

Barnard, S. (2024, Mart 13). *Analytic Hierarchy Process*. [Erişim: 02.01.2024, <https://www.scbuk.com/AHS%20Template%20SCBUK.xls>]

Batur, E. (2011). *Uzaktan Algılama ve CBS Entegrasyonu ile Taşkın Alanlarının Belirlenmesi: Meriç Nehri Örneği*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hava Harp Okulu Komutanlığı, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, İstanbul.

Bayazıt, Y. (2021). Bilecik İlindeki Şehirleşmenin Taşkın Riski Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8(1), 217 - 227.

BEBKA. (2018). *Bilecik İli Mekansal Strateji Planı Raporu*. Bursa: BEBKA.

Beven, K., & Kirkby, M. (1979). A Physically Based, Variable Contributing Area Model Of Basin Hydrology. *Hydrological Sciences Journal*, 24(1), 43-69.

Bilgin, T. (1980). *Orta Sakarya Platolarında Yapı Satırları ve Drenaj*, Proje No: TBAG275, Ankara.

Bölük, E., & Kömüşçü, A. (2018). *Köppen-Trewartha İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye'nin İklimi*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara.

Çatalbaş, A. (2019). *Lefke Taşının Yapı Taşı Olarak Kullanılabilirliği ve Ekonomik Potansiyeli*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

- Davis, P.** (1970). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Edinburgh Uni, Press, USA.
- Demirkol, C.** (1977). Üzümlü-Tuzaklı (Bilecik) Dolayının Jeolojisi, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, c. 20, s.9 -16.
- Duran, C., & Karataş, A.** (2019). Harmankaya Kanyonunun (Bilecik) Jeomorfolojik Evrimi. *I. İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresi Bildiri Kitabı*, s. 143-151.
- Dursun, Y.** (2022). *Coğrafi Bilgi Sistemi İle Taşkın Risk Analizi: Osmaneli/Bilecik Örneği*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Konya Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Konya.
- Duru, M., Gedik, İ., & Aksay, A.** (2002). *1:100000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları*. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Düden, İ.** (2010). *Darıdere Barajının Tedrici Yıkılması ve Yarıktan Çıkan Taşkın HEC-RAS ve DAMBRK Programlarında İncelenmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Efe, H.** (2014). *Batman Çayı'nın Taşkın analizinin HEC-RAS Programıyla Yapılması*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Erdem, C.** (2018). *Abbaslık Köyü (Bilecik) Florası ve Etnobotanik Özellikleri*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ankara.
- Ermış, I.** (2015). *Akarsu Havzalarında Topoğrafik Nem İndeksleri ile Taşkına Meyilli Alanların Belirlenmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Eroskay, S.** (1965). Paşalar Boğazı-Gölpazarı Sahasının Jeolojisi. *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası* , 3(4), s.135-170.
- Ertan, A., Özelkan, E., & Karaman, M.** (2021). Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Coğrafi Bilgi Sistemleri Ortamında Sel ve Taşkın Alanlarının Belirlenmesi: Çanakkale Karamenderes Havzası Örneği. *Journal of Research in Atmospheric Science*, 3(2) s.1-9.

Erturaç, M. vd. (2019). Fluvial Response to Rising Levels of The Black Sea and to Climate Changes During the Holocene, Luminescence Geochronology of the Sakarya Terraces. *The Holocene*, 29(6), 941-952 .

Geyikli, M. (2015). *Taşkın Risk Haritalarının CBS Yazılımları Yardımıyla Belirlenmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.

Gönençgil, B., & Halis, O. (2021). Samanlı Dağları'nın Jeomorfolojik Gelişimine ve Uzun Dönemli Erozyon Süreçlerine Morfometrik Yaklaşım. *Türk Coğrafya Dergisi*, 78, 109 - 126.

Gürbüz, E., & Seyitoğlu, G. (2014). Gölpazarı Havzası'nın Kuvaterner Gelişimi (KB Türkiye). *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 57(2), 1-17.

İşçioğlu, A. (1998). *Gölpazarı (Bilecik) Dolayının Üst Jura Ammonit Faunası*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

İzbırak, R. (1972). *Türkiye I*. Milli Eğitim Bakanlığı Kültür Yayınları.

Kandemir, Ö. vd. (2014). *1:100000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları* . Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

Kara , Ö. (2009). *Su Yüzü Profillerinin HEC-RAS Paket Programıyla İncelenmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

Kara, G. vd. (2020). Taşkın Alanlarının Belirlenmesi, MapBOX Ortamında Sunumu ve Mobil Uygulama Geliştirilmesi. *Harita Dergisi*, 163(1), 38-49.

Karaca, C., Birdal, A., & Türk, T. (2016). Taşkın Risk Alanlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri İle İncelenmesi, *6. Uzaktan Algılama-Cbs Sempozyumu*, 5-7 Ekim, Adana.

Karacabey, B. (2020). *Türkiye Orman Varlığı*. T.C Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.

Karakoca, E., & Uncu, L. (2020). Orta Sakarya Vadisi Akarsu Seki Sistemlerinin Morfometrik ve Sedimentolojik Özellikleri (İnhisar-Gemiciköy Arası, Bilecik). *Coğrafya Dergisi – Journal of Geography*, 41,165-177.

Kayan, İ. (1993). Kuarterner Araştırmalarında İznik-Ilıpınar Örneği. *Türkiye Kuarteneri, Workshop Bildiri Özleri*, 8-11.

- Koçyiğit, A.** (2003). Orta Anadolu'nun Genel Neotektonik Özellikleri ve Depremselliği. *Türkiye Petrol Jeologları Dergisi*, 5,1-26.
- Kulin, M.** (1963). Aşağı Sakarya Vadisi Planlaması. *Bilimsel Madencilik Dergisi*. Cilt 3, Sayı 10,, 667 - 676.
- Moore, K., Grayson, R., & Ladson, A.** (1991). Dijital Arazi Modelleme: Hidrolojik, Jeomorfolojik ve Biyolojik Uygulamaların Gözden Geçirilmesi. *Hidrolojide Dijital Arazi Modellemesi*, 3-30.
- Musaoğlu, N., & Özcan, O.** (2009). Taşkın Risk Analizinde Hidrolojik Modelleme ve Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi. *TUFUAB V. Teknik Sempozyumu*, 25-27 Nisan, Aksaray.
- Nas, S., & Nas, E.** (2015). Olası Taşkınların Altyapı Tesislerine Etkileri: Harşit Çayı-Gümüşhane. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 31(1), 56-67.
- Ocak, A.** (1996). *Gülümbe dağı (Bilecik) Flora ve Vejetasyonu*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Ocak, F., & Bahadır, M.** (2020). Örnek Taşkın Risk Modeli Oluşturulması ve Ünye Şehrindeki Derelere Ait Taşkın Risk Analizleri. *The Journal of Academic Social Science Studies*,13(80), 499-524.
- Onuşluel, G.** (2005). *Floodplain Management Based on the HEC-RAS Modeling System* .(Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Önde , E.** (2012). *Gölpazarı Havzası'nın Jeolojik Evrimi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,Ankara.
- Ören, A.** (2015). *Karasu Çayı (Sakarya nehrinin bir kolu) Havzasının Jeomorfolojisi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü,İstanbul.
- Özcan, O.** (2017). Taşkın Tespitinin Farklı Yöntemlerle Değerlendirilmesi: Ayamama Deresi Örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 3(1), 9-27.
- Özdemir , H.** (2007). Farklı Senaryolara Göre Taşkın Risk Analizi Havran Çayı Örneği Balıkesir, *TMMOB Afet Sempozyumu*, 1 - 04 Aralık , Ankara.

Özdemir , H., Akbulak, C., & Özcan , H. (2011). Çokal Barajı (Çanakkale) Çökme Modeli ve Taşkın Risk Analizi, *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 8(2) , 559-698.

Öztürk, D., & Ocak, A. (2020). Bilecik Florasına Katkılar. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(3), 1590-1596.

Ramazanoğlu, A. (2022). *Kızıldamlar Geç Jura Adakitleri (Söğüt-Bilecik, KB Türkiye): Tektonik Önemleri.* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.

Saner, S. (1980). Mudurnu-Göynük Havzasının Jura ve Sonrası Çökelim Nitelikleriyle Paleocoğrafya Yorumlaması. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, c.23,s.39-52.

Sarıfakıoğlu, E. (2011). *1:100000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları.* Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

Saygılı, R. (2024). Türkiye Toprak Haritası, Coğrafya Harita.com.

Soylu, M., Ekmekci, M., & Aydın, H. (2007). Nardın Mağarası (Bilecik) Dolgusunun Paleoortamsal Koşullar Açısından Değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Dergisi*, 28(1), 15-31.

Sönmez, O., & Demir , F. (2016). Ağva'nın Taşkın Riskinin Belirlenmesi, *4th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science* , 3-5 Kasım, Antalya

Sözer, B. vd. (2019). Değiştirilmiş AHS (M-AHS) Yöntemi Kullanılarak Ankara İçin Taşkın Duyarlılık Haritası Üretimi. *Harita Dergisi*, 1, 12-24.

Sür, Ö. (1981). *Stratigrafi.* Ankara Üniversitesi Yayınları.

Sütünç, H., & Yavuz, V. (2022). Taşkın Risk Alanlarının Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Mikro-Havza Ölçeğinde Değerlendirilmesi. *Kent Araştırmaları Dergisi (Journal of Urban Studies)*,37(13), 1667-1690.

Şavaş Ursavaş, T. (2002). *Bilecik Yöresi Jura-Kretase Stratigrafisi.* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.

Şentürk, K., & Karaköse, C. (1981). Orta Sakarya Bölgesinde Liyas Öncesi Ofiyolitlerin ve Mavişistlerin Oluşumu ve Yerleşmesi, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, c.24, s.1-10.

Taş, E., İcağa, Y., & Zorluer, İ. (2016). Taşkın Yayılım Haritalarının Oluşturulması ve Taşkın Zarar Analizi: Akarçay Afyon Alt Havzası Örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(3), 711-721.

Tokay, F., & Altunel, E. (2005). Eskişehir Fay Zonunun İnönü- Dodurga Çevresinde Neotektonik Aktivitesi. *MTA Dergisi*, 130, 1-15.

Tozgölü, A., & Özkan, E. (2018). Taşkın Risk Haritalarında AHS Yönteminin Uygulanması: Aksu Çayı Havzası Örneği. *Sdü Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 44, 151-176.

Tuncer, K. (2004). *Sakarya Nehri-Göynük Çayı-Çatak Çayı arasındaki Sahanın Karst Jeomorfolojisi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Tunçdilek, N. (1956). Orta Sakarya Vadisinin İktisadi Tarihi Hakkında. *İktisat Fakültesi Dergisi* 17(1-4), 179-192.

Uçar , İ. (2010). *Trabzon Değirmendere Havzasında Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Bir Hidrolik Model Yardımıyla Taşkın Analizi Yapılması*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Uzun, S. (2022). *Sakarya Nehri Göksu Çayı Havzası'nın Doğal Ortam Koşulları Kapsamında Sürdürülebilir Havza Yönetimi ve Planlaması*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Yalçınlar, İ. (1957). Eskişehir Bilecik Arasında Morfolojik Müşahedeler. *Türk Coğrafya Dergisi*, 1(17) , 143 - 145.

Yaykırın, S. (2016). *Sakarya Havzası'nın Yüksek Çözünürlüklü Hidrolojik Modelinin Yapılandırılması*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yılmaz, Y. (1979). Söğüt-Bilecik Bölgesinde Polimetamorfizma ve Bunların Jeoteknik Anlamı. *TJK Bülteni*, 22, 85–100.

Yomraloğlu, T. (2010). Coğrafi Bilgi Teknolojileri. *Bilim ve Teknik Dergisi*, 514, 48-51