

JEO-İSTATİSTİKSEL VERİLER İŞİĞİNDA BİLECİK İLİNİN TAŞKIN RİSK ANALİZİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Oğuzhan AKTAŞ^{*1}, Levent UNCU²

^{*1}Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Lisansüstü Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Bilecik, TÜRKİYE.

²Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Fiziki Coğrafya Anabilim Dalı, Bilecik, TÜRKİYE.

^{*1}ORCID Code: 0009-0003-5607-0075

^{*2}ORCID Code: 0009-0002-3908-1157

ÖZET

Bu çalışma mekânsal olarak, Marmara Bölgesinin Güney Marmara Bölümünde yer alan Bilecik ili topraklarını kapsamaktadır. Orta Sakarya Havzası içerisinde kalan Bilecik ili topraklarının büyük bölümü, Sakarya Nehri ve kolları tarafından drene edilen plato görünümünde parçalı bir rölyefe sahiptir. Fiziki coğrafya özellikleri bakımından bir geçiş bölgesinde bulunan ilde, son yıllarda adımı sıkça duyurmaya başlayan taşkın olayları dikkati çekmektedir. Bu çalışma, il genelinde taşkın olaylarının gerçekleşme riskinin çeşitli jeo-istatistiksel veriler yardımıyla değerlendirilmesini amaçlamaktadır.

Çalışmada, öncelikle il sınırları içerisinde kalan akarsu havzaları harita yazılımı yardımıyla ana yüzey analizleri yapılmıştır. Bu analizlerde jeoloji, jeomorfoloji, iklim, toprak, akarsu, bakı, eğim, topografya ve bitki gibi dağılımlar yardımıyla ilin ekolojik özellikleri kendi içerisinde değerlendirilmiştir. Orta Sakarya Havzası'nda bulunan Bilecik ilini drene eden, Sakarya Nehri, Göksu Çayı, Göynük Çayı, Karasu Çayı, Yenipazar Çayı ve Akçay/Elbis Dere gibi akarsular bölgeyi parçalayarak ana morfolojik birimleri oluşturmuştur. Bilecik'te Gölpazarı çek-ayır havzası ve akarsuların tabanlı vadileri dışında düzlük alanlar sınırlı alan kaplamaktadır. Genel olarak, çukur alanlar taşkın açısından potansiyel taşkın risk alanları olduğundan bu sahalar coğrafi sınırları ile kadastro sınırları daha detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Bu amaçla taşkına maruz kalması yüksek olan yerlerde taşkınla dolaylı bağlantısı olan bazı analizler kullanılmıştır.

Çalışmada, yöreye ait DEM 5m şeklindeki alt sayısal veriler kullanılmıştır. Sediment taşıma, akarsu güç, eğim analizi, bakı, solar radyasyon, topografik heterojenlik, yamaç eğriliği ve akarsu drenaj yoğunluk analizlerinin yardımıyla taşkına uğrama riski olan alanlar tespit edilmiştir. Bunlardan elde edilen veriler, taşkın risk analizlerinde sıkça kullanılan iki harita analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. İlk olarak, belirli bir formül ve algoritma tasarlanarak "topografik nemlilik indeksi" yüzey analizi yapılmış, özellikle havza bazında değerlendirilmiştir. Çalışmada kullanılan bir diğer taşkın risk analizi ise Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi çözümlenmesidir. Bu analizde yol, eğim, hidroloji, yağış, toprak, arazi kullanım ve jeoloji verileri sayısallaştırılmış ve sonrasında haritalandırılmıştır. AHP yöntemiyle ve "Weighted Sum" aracıyla yöreye ait tüm sayısal veriler analiz edilerek, potansiyel taşkın yüzeyleri elde edilmiştir.

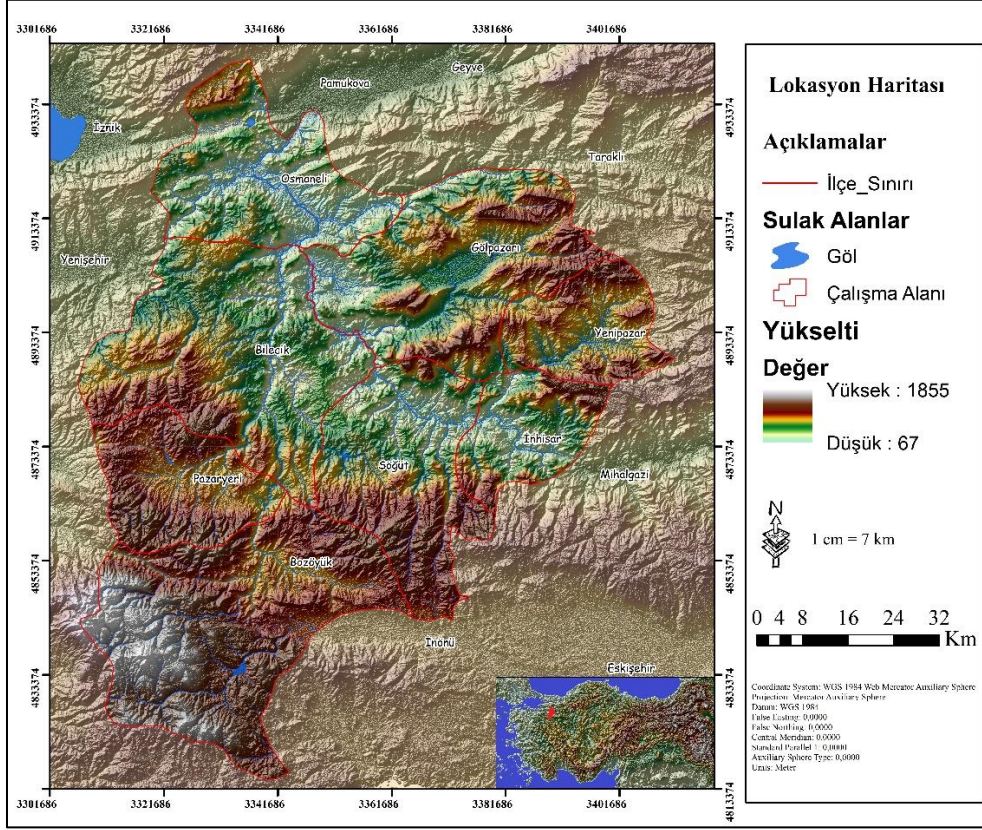
Anahtar Kelimeler: Bilecik, Taşkın, Taşkın Risk Analizi, Orta Sakarya.

GİRİŞ

Ülkemizde taşkınlar doğal afetler içerisinde en çok can ve mal kayıplarına neden olan afet türlerindedir. Taşkınlar özellikle ani gelişen afetler içerisinde değerlendirildiğinden, önleme çalışmalarında daha önem arz eden bir unsur haline gelmiştir. Ülkemizin iç ve kıyı kesimlerinde taşkınlar ile mücadele daha analitik ve kantitatif veriler ışığında çözümlenmeyi beklemektedir. Taşkın karasal ortamlarda özellikle mevsimlik akarsu ağları üzerinden daha ciddi zararlar verdiği bilinmektedir. Bilecik ilinde taşkınlar yıl içerisinde debisi yüksek akarsu hatlarında ve subsekant akarsu ağı üzerinden farklı niteliklerde tepki vermektedir. Kuzey Anadolu Fayı ile Eskişehir-Trakya Fay zonları arasında kalan ve topografik açıdan engeli bir arazide yer alan Bilecik ilinde taşkınlar son zamanlarda daha sık karşılaşılan bir sorunsal haline gelmiştir. Büyük çoğunluğu Orta Sakarya Havzasında yer alan Bilecik'te taşkınlar dağıcı havzalarında daha çok kümelenmesi olasıdır. Bu alanların hangi yüzeyinde daha çok taşkından kaynaklı zararların belirlenmesi önemlidir. Günümüzde birçok taşkın arazisinin yerleşme, tarım ve örtü altı yetiştiriciliği alanlarında yer alan yöre, haritalandırılması önem arz etmektedir. Yörede yaşayan insanların can ve mal kayıplarını önleme adına ele alınan bu çalışmada doğal ortam ve insan ilişkisi doğrudan göz önünde tutulmuştur.

Çalışma Alanı, Materyal, Yöntem

Coğrafi konumu Anadolu'nun kuzeybatısında Marmara Bölgesinin Güney Marmara Bölümünde yer alan Bilecik ili topraklarının büyük çoğunluğunun Sakarya Havzasının Orta Sakarya bölümünde yer almaktadır. Bilecik il sınırı matematiksel konumu itibariyle kuzeyden $40^{\circ}31'16.05''K - 29^{\circ}57'22.69''D$, doğudan $40^{\circ}11'55.32''K - 30^{\circ}38'55.67''D$, güneyden $39^{\circ}38'57.13''K - 29^{\circ}59'57.52''D$ ve batıdan $39^{\circ}59'36.01''K - 29^{\circ}43'0.91''D$ koordinatları arasında konumlanmaktadır (Harita 1). Bilecik, 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 diye bilinen Karadın Oluğu ile sınırlanmaktadır. İlin toplam alanı 4.307 km^2 olup, Kuzeyinde Kocaeli ile Sakarya, doğudan Bolu, güneyden Eskişehir ve batıdan ise Bursa ili ile çevrelenmiştir (Harita 1).



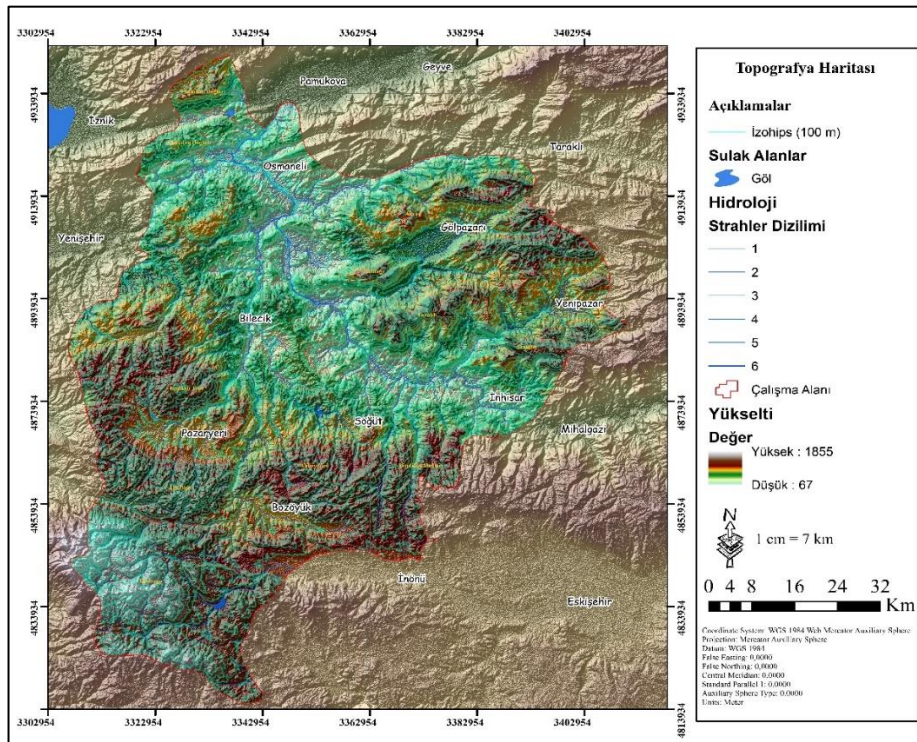
Harita 1: Çalışma Alanının Coğrafi Sınırları.

Bu çalışmada, Marmara Bölgesinin Güney Marmara Bölümünde yer alan Bilecik ilinin hidrografik şartları altında kalan peyzaj örtüsüne taşkın riskinin jeo-istatistiksel veriler ışığında değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, ofis ve arazi bölümleri şeklinde iş-akış şeması oluşturulmuştur. İlk olarak her bilimsel çalışmada olması gereken literatür çalışması ile başlanılmış olup, yayınlar kendi içerisinde zamansal ve mekânsal olarak sınıflandırılmıştır. Ofis çalışmalarında ilk olarak sahnin harita analizlerinde kullanılmak üzere Harita Genel Komutanlığı tarafından 1/100.000 ölçekli H23, H24, H25, İ23 ve İ24 paftaları ile Maden Teknik Arama kurumu tarafından 1/100.000 ölçekli hazırlanan jeolojik ve jeoteknik harita çizimleri elde edilmiştir. Elde edilen ham jeo-istatistiksel veriler harita yazılımları ile sayısallaştırma işlemleri ardından analiz sürecine dahil edilmiştir. Arazi çalışmaları kısmında işlenen harita verileri konuya ilişkin değerlendirmelere tabii tutulmuştur. Çalışmada harita yazılımları ve su akışı hidroloji analizleri gerçekleştirilerek kantitatif yöntemler ışığında süreç tesis edilmiştir. Böylece çalışma alanı üzerinde eksik olan literatüre yeni bir bakış açısı altında değerlendirme kazandırılmıştır. Çalışmada belirli zaman aralığında arazi çalışmaları gerçekleştirilmiş ve saha üzerinden GPS ölçümleri (Garmin Etrex El tipi) yardımıyla elde edilmiştir. Jeolojik ve jeomorfolojik gözlemler Nikon D5200 fotoğraf makinesi ile çekilmiştir. Ofis kısmında harita yazılımlarından Arcgis 10.8 programı kullanılmış ve harita analizleri sağlıklı bir şekilde tasarlanmıştır. Taşkın Risk Analizi kapsamında Türkiye’de elde edilen çalışmalar öncelikle değerlendirilerek sonrasında Bilecik ili özelinde taramalar yapılmış olup, bölgede gerçekleştirilen yayın sıklığının nicelik ve nitelik olarak diğer sahalara oranla iyi düzeyde olduğu dikkat çekicidir. Çalışmaların büyük bir bölümü saha üzerinde geniş ye kaplayan Sakarya Nehri üzerinde yoğunlaştığı bilinmektedir. Bu çalışmaların sınıflandırılarak değerlendirilmesi adına zamansal ve mekânsal ölçekte ele alınmıştır.

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.

Fiziki Coğrafya

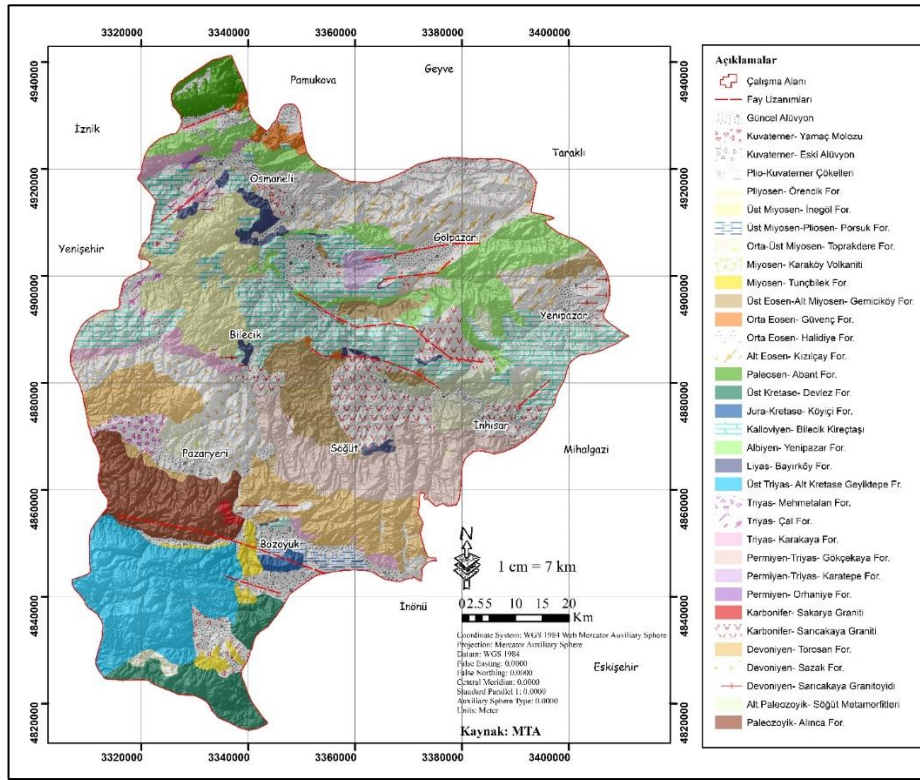
Çalışma alanında yer alan topografik şartlar fiziki coğrafya adı altında değerlendirilmektedir. Bilecik, Türkiye'nin Marmara bölgesinde yer almaktadır. İl sınırlarında kuzeyden Samanlı Dağları, doğudan Sündüken Dağları, güneyden Uludağ'ın uzantısı konumunda olan Domaniç Dağları ve batıdan ise Göksu Havzasının doğu sınırını teşkil eden Kor Dağı yer almaktadır. İl sınırları içinde belirli bölgelerinde dağlık alan yer almaktadır. Dağlar il topraklarının %32'sine yakın bir bölümünü kapladığı bilinmektedir. İlin en yüksek kesiminde Bozüyük ilçesinin batı ve güneybatısında bulunan Kala Dağı (1906 m) yer almaktadır. Bilecik'teki diğer dağlık alanlar ise şunlardır; Yirce Dağı (1790), 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).



Harita 2: Çalışma Alanının Topografya Haritası.

Yöredeki jeolojik kayalar oldukça çeşitlidir. Paleozoyik yaşlı Alınca formasyonu, Alt Paleozoyik yaşlı Söğüt Metamorfileri, Devoniyen yaşlı Sarıcakaya Granitoidi, Devoniyen yaşlı Sazak Formasyonu, Devoniyen yaşlı Torosan Formasyonu, Karbonifer yaşlı Sarıcakaya Graniti, Karbonifer yaşlı Sakarya Graniti, Permiyen yaşlı Orhaniye Formasyonu, Permiyen-Triyas yaşlı Karatepe Formasyonu, Permiyen-Triyas yaşlı Gökçekaya Formasyonu, Triyas yaşlı Karakaya Formasyonu, Triyas yaşlı Çal Formasyonu, Triyas yaşlı Mehmetalan Formasyonu, Üst Triyas- Alt Kretase yaşlı Geyiktepe Formasyonu, Liyas yaşlı Bayırköy Formasyonu, Albiyen yaşlı Yenipazar Formasyonu, Kalloviyen yaşlı

Bilecik Kireçtaşı Birimi, Jura-Kretase yaşlı Köyiçi Formasyonu, Üst Kretase yaşlı Devlez Formasyonu, Paleosen yaşlı Abant Formasyonu, Alt Eosen yaşlı Kızılcay Formasyonu, Orta Eosen yaşlı Halidiye Formasyonu, Orta Eosen yaşlı Güvenç Formasyonu, Üst Eosen-Alt Miyosen yaşlı Gemiciköy Formasyonu, Miyosen yaşlı Karaköy Volkaniti, Orta Üst Miyosen yaşlı Toprakdere Formasyonu, Üst Miyosen- Pliosen yaşlı Porsuk Formasyonu, Üst Miyosen yaşlı İnegöl Formasyonu, Pliyosen yaşlı Örencik Formasyonu, Pliyo-kuvaterner çökelleri, Kuvaterner yaşlı Eski Alüvyon birimleri, Kuvaterner yaşlı Yamaç Moluzu (Yelpazeleri) Birimi ve Kuvaterner yaşlı 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 topraklar neotektonik dönem öncesinde yer alması ve temel jeolojik birimlerden oluşması neticesinde fay uzanımları ve sismik aktiviteden daha az etkilenmektedir (Harita 3).

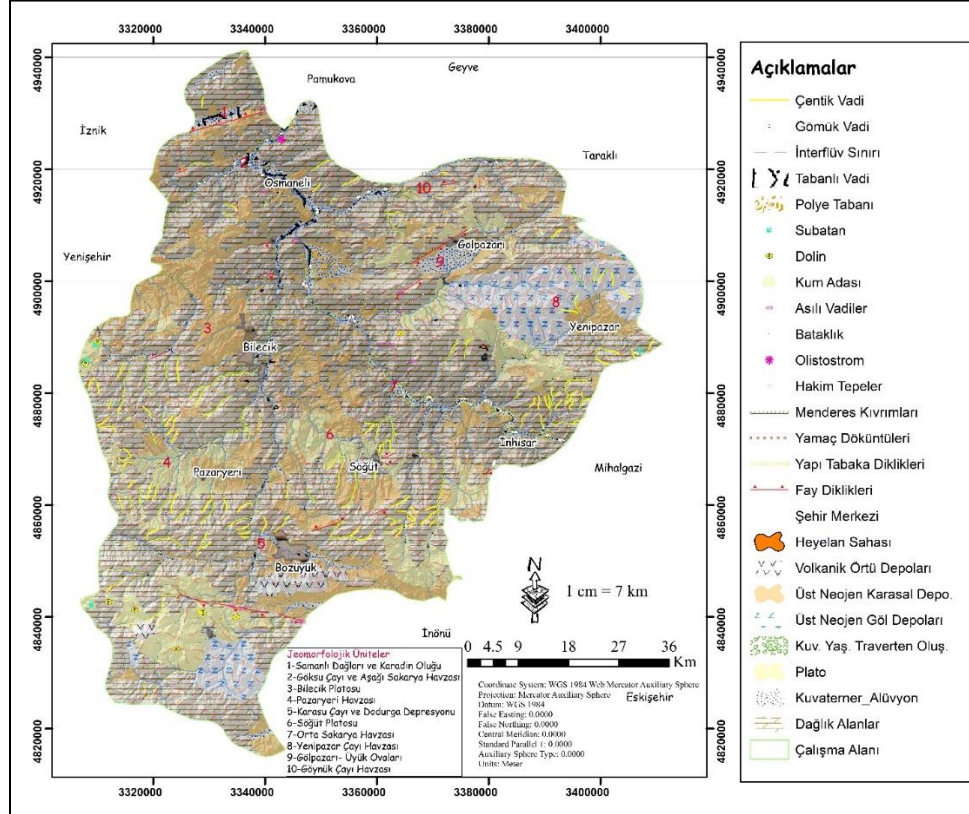


Harita 3: Çalışma Alanının Jeoloji Haritası.

Türkiye'nin önemli sulak alanlarından birisi olan Sakarya Havzasındaki Bilecik ili, Marmara coğrafi bölgesinin güneydoğusundaki jeomorfolojik birimlerce etkin bir biçimde şekillenmiştir. Sakarya Havzası bünyesinde yer alan il toprakları 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 çökellerin dağılışıyla dikkat çekmiştir.

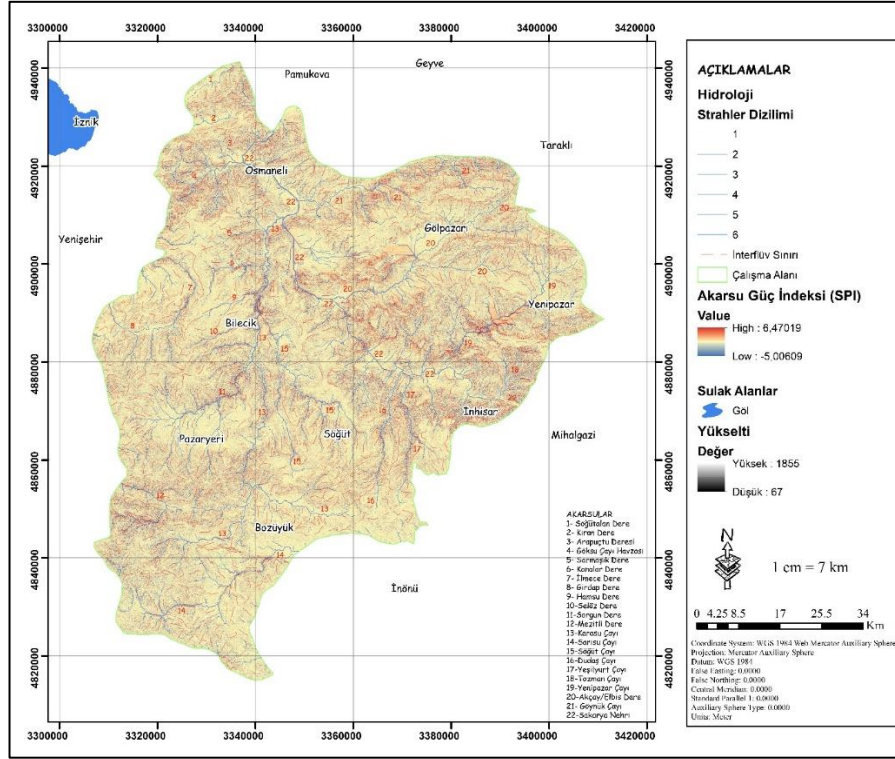
Neojen ve kuvaterner çökellerin jeomorfolojik anlamda genç oluşumlar olduğu ve il bünyesinde sınırlı alanlarda yayılım gösterdiği düşünüldüğünde, Bilecik ilinde neojen oluşumlarının daha geniş

alanları şekillendiği düşünülmelidir. 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-Karadın Oluğu, Göksu Çayı-Aşağı Sakarya Havzası, Bilecik Platosu, Pazaryeri Havzası, Karasu Çayı-Dodurga Depresyonu, Söğüt Platosu, Orta Sakarya Havzası, Yenipazar Çayı Havzası, Gölpazarı-Üyük Ovaları ve Göynük Çayı Havzası şeklindeki alt birimlere ayrılmıştır (Harita 4).



Harita 4: Çalışma Alanının Jeomorfoloji Haritası.

Bilecik ili Sakarya Havzası bünyesinde kurulu olup, yüzölçümünün büyük bir kısmında hidrolojik tesirli topoğrafya özellikleri sergilemektedir. Bilecik, Sakarya Nehri havzasında yer alır. Bu havza Türkiye'nin Kızılırmak ve Yeşilirmak havzalarından sonra ülkemiz karasularında doğup denize dökülen en uzun üçüncü havza alanı olarak bilinmektedir. Sakarya Havzası 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). 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 (Harita 5).



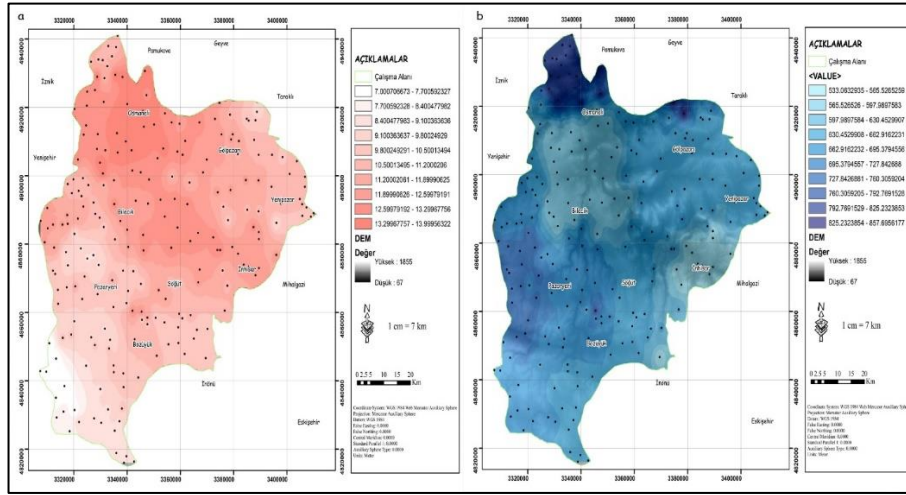
Harita 5: Çalışma Alanının Hidrografya Haritası.

Bilecik ili farklı coğrafi bölgelerin keşişim 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 Doak Yazları sıcak, Kışları serin, Ilıman Denizsel 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, Subtropical kuru yaz iklimi, Akdeniz iklimi bölgesinde, Eskişehir’de Debo Yazları ılık, Kışları soğuk, Ilıman Karasa bölgesinde ve Bolu’da ise Dcbk Yazları ılık, Kışları serin, Ilıman Karasal iklim sınıflandırması alt bölümlerinde arasında yer alır.

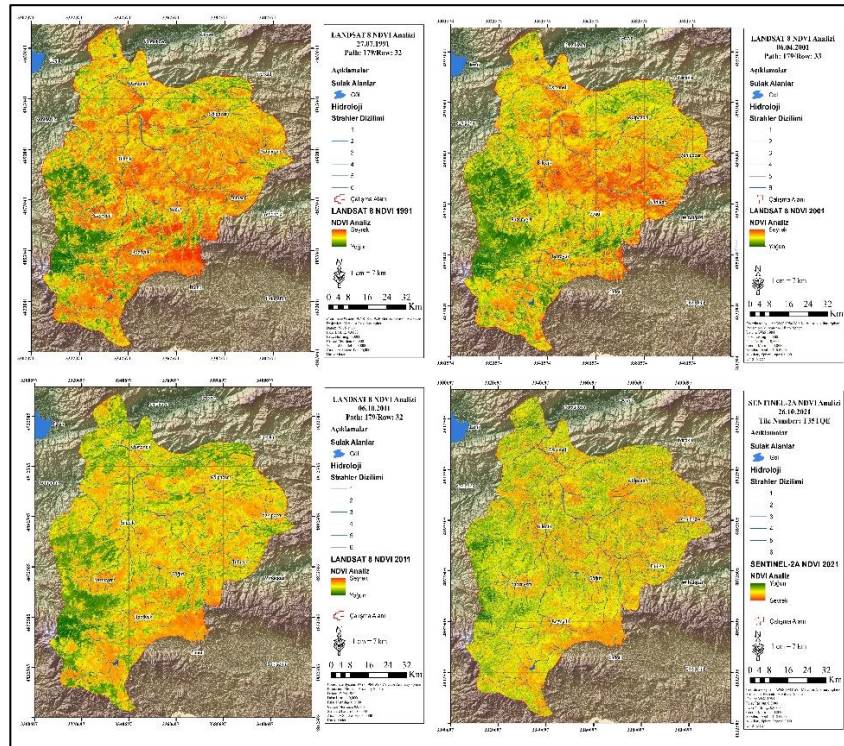
Enlem : 40.09 Boylam : 28.59 Yükseklik : 535 m	Bilecik												
	METEOROLOJİK VERİLER												
	Saat S. (YTL)	T	TT	TTT	TV	V	VT	A	V	L	A	V	
Ortalama Yıllık Hava Sıcaklığı (Orta)	32	954.9	954.0	952.5	950.8	952.0	951.6	950.8	951.2	953.6	955.5	955.2	953.2
Saat 07'deki Ortalama Sıcaklık (C)	32	9.7	1.0	3.5	6.7	13.4	17.5	19.3	18.0	14.6	10.5	5.5	2.7
Saat 13'deki Ortalama Sıcaklık (C)	32	4.8	6.1	10.3	15.7	20.7	24.7	27.4	27.6	23.9	18.2	11.6	6.6
Saat 19'deki Ortalama Sıcaklık (C)	32	2.2	3.1	6.2	11.0	15.0	18.7	20.8	20.6	17.3	13.1	8.9	4.1
Ortalama Sıcaklık (C)	32	2.5	3.9	6.6	11.6	16.0	19.9	22.1	21.9	18.3	13.7	8.4	4.4
Ortalama Yıllık Sıcaklık	32	5.9	7.4	11.0	17.0	21.8	25.8	28.3	28.4	24.8	19.3	12.8	7.6
Ortalama Düşük Sıcaklık	32	-0.3	0.0	2.5	6.8	10.6	14.1	16.2	16.3	13.0	9.5	5.0	1.7
En Yüksek Sıcaklık (C)	32	18.7	22.2	29.0	32.7	35.0	36.7	41.0	40.2	36.6	34.3	26.0	25.0
En Düşük Sıcaklık (C)	32	-13.1	-14.3	-10.1	-6.0	-3.0	-4.6	-8.0	-9.4	-6.6	-0.60	-6.4	-10.0
Ortalama Toprak Sıcaklığı Minimum Sıcaklık	32	-2.4	-2.2	0.2	4.2	7.8	11.3	13.2	13.9	10.3	7.0	2.4	-0.4
Ortalama 5 cm Toprak Sıcaklığı (C)	32	1.9	3.1	6.6	12.3	18.1	22.9	25.9	25.5	20.3	14.3	7.7	3.6
Ortalama 10 cm Toprak Sıcaklığı (C)	32	3.3	4.2	7.5	12.8	18.3	22.8	25.4	25.3	21.2	15.6	9.1	5.0
Ortalama İyileşim Sıcaklığı (Dobk)	32	5.9	5.9	6.7	8.9	12.1	14.8	16.9	16.9	13.5	11.0	8.2	6.5
Saat 07'deki Ortalama Bağıl Nem (%)	32	82	81	79	76	77	78	76	78	79	82	83	81
Saat 13'deki Ortalama Bağıl Nem (%)	32	69	66	57	53	51	48	46	45	46	55	62	68
Saat 19'deki Ortalama Bağıl Nem (%)	32	78	75	71	68	70	68	65	70	70	74	75	72
Ortalama Bağıl Nem (%)	32	77	74	68	66	66	63	63	65	66	72	73	76
Ortalama Bulutluluk (0-10)	32	6.3	6.3	5.5	5.6	4.5	3.3	2.6	2.6	2.8	4.5	5.3	6.2
Saat 07'deki Ortalama Bulutluluk (0-10)	32	7.0	6.8	6.3	5.8	4.5	3.1	2.7	2.9	3.2	5.0	5.8	5.0
Saat 13'deki Ortalama Bulutluluk (0-10)	32	6.3	6.6	6.2	6.3	5.5	4.3	3.4	3.2	3.5	4.7	5.6	6.4
Saat 19'deki Ortalama Bulutluluk (0-10)	32	4.7	4.6	4.6	4.6	3.6	2.4	1.9	1.6	2.1	3.7	4.5	5.7
Ort. Açık Günler Sayısı (Dört. D.0-1.9)	32	4.7	3.8	4.8	4.4	7.0	11.3	15.8	15.3	13.9	9.1	6.2	3.7
Ort. Bulutlu Günler Sayısı (Dört. D.2-9.9)	32	16.3	16.1	15.6	16.0	20.0	17.0	16.3	14.8	14.7	16.3	15.6	16.3
Ort. İspatlı Günler Sayısı (Dört. A.1-10.0)	32	12.0	10.4	10.5	7.6	4.0	1.6	0.9	0.8	1.4	5.6	8.3	11.0
Günlük En Çok Yağış Miktarı (mm)	32	36.4	28.8	25.6	36.4	37.3	46.4	74.5	28.8	37.3	60.0	28.0	41.6
Saat 07'deki Ort. Toplam Yağış Miktarı (mm)	32	22.0	17.2	16.3	15.7	13.6	7.6	6.1	3.6	6.9	18.0	17.0	16.0
Saat 13'deki Ort. Toplam Yağış Miktarı (mm)	32	13.1	10.5	11.1	10.1	10.5	6.8	4.8	2.8	4.6	11.1	11.7	11.6
Saat 19'deki Ort. Toplam Yağış Miktarı (mm)	32	10.5	11.3	15.6	15.4	22.4	16.3	7.2	5.3	8.1	14.7	14.6	15.7
Ortalama Toplam Yağış Miktarı (mm)	32	49.8	38.7	41.7	43.0	44.5	35.4	29.3	11.2	20.1	43.6	42.8	54.3
Ortalama Kar Ortalama Sayısı (mm)	32	8.0	7.4	3.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.2
En Yüksek Kar Ortalama Sayısı (mm)	32	41.0	44.0	28.0	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	9.0	32.0
Ortalama Sıcak Günler Sayısı	32	2.5	2.3	1.7	1.1	0.3	0.1	0.0	0.0	0.2	0.5	1.2	1.7
Ortalama Bulutlu Günler Sayısı	32	8.7	9.0	6.1	6.2	5.6	4.1	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0	7.6
Ortalama Sıcak Günler Sayısı	32	0.0	0.0	0.4	1.9	5.3	4.5	2.5	2.0	1.4	1.3	0.3	0.2
Ortalama Bulutlu Günler Sayısı	32	2.5	2.3	2.0	2.4	2.1	2.5	2.6	2.2	1.9	2.0	2.0	1.9
Saat 07'deki Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	32	1.8	1.8	1.6	1.4	1.2	1.2	1.3	1.2	0.9	1.1	1.6	1.9
Saat 13'deki Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	32	2.7	3.0	3.3	3.5	3.6	3.8	4.2	4.0	3.4	4.2	4.9	3.3
Saat 19'deki Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	32	2.0	2.0	2.1	2.3	2.3	2.4	2.5	2.5	2.3	2.0	1.8	2.1
En Hızlı Esen Rüzgarın Hızı (m/s)	32	18.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8
En Hızlı Esen Rüzgarın Hızı (m/s)	32	28.8	31.0	29.7	29.7	24.0	22.7	26.2	20.6	28.9	28.1	26.2	31.6
Ort. Rüzgarın Ort. Hızı (m/s)	32	1.8	1.7	1.7	1.7	1.2	1.1	1.1	1.1	0.8	1.0	1.0	1.0
Ort. Rüzgarın Ort. Hızı (m/s)	32	6.4	5.7	7.7	7.8	8.9	10.3	14.5	14.2	8.1	5.3	4.4	6.1
Ortalama Bulutluluk (mm)	32	6.4	6.4	5.5	5.5	4.5	3.5	2.6	2.6	2.8	4.5	5.3	6.2
Günlük Ort. Güneşlenme Süresi (saat, dakika)	32	1.4	0.0	0.0	0.0	10.0	12.0	15.0	14.5	8.6	7.5	6.0	1.8
Günlük Ort. Güneşlenme Süresi (saat, dakika)	32	13.18	03.53	04.50	06.00	08.02	09.46	10.15	09.52	08.23	05.14	04.08	03.01
Günlük Ort. Güneşlenme Süresi (saat, dakika)	32	148.36	296.94	294.80	307.37	403.67	321.79	515.83	465.18	381.08	251.37	146.16	120.71

Tablo 2: Bilecik İlinin Uzun Süreli Meteorolojik Rasat Verileri.

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. Yıllık olarak ortalama sıcaklıkların saat 07:00'de en yüksek olduğu ay 2.5°C ile temmuz olurken, en düşük sıcaklıklar ise ocak ayında 0.7°C olduğu görülür. Yıllık olarak ortalama sıcaklıkların saat 14:00'te en yüksek olduğu ay ağustos ayı, (27.6°C) en düşük sıcaklıklar ise ocak ayında 4.8°C olduğu görülür. Yıllık olarak ortalama sıcaklıkların saat 21:00'de en yüksek olduğu ay 20.8°C ile temmuz olurken, en düşük sıcaklıklar ise ocak ayında 2.2°C olduğu görülür (Tablo 2). 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 6).



Harita 6: Çalışma Alanına ait Sıcaklık ve Yağış verilerinden üretilen haritalar.



Harita 7: 1991, 2001, 2011 ve 2021 tarihli Bant Analizi Haritaları.

Bilecik ilinde global iklimlerin kesişim noktası olmasına bağlı olarak da il bazından toprak çeşitliliği artmıştır. 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. 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 kesiştiği düşünülmektedir. Bu bölgesel değerlendirmeler Bilecik ilinin flora açısından çeşitlilik arz ettiğini işaret eder (Harita 7).

Bulgular ve Tartışma

Bilecik il sınırları içerisinde yer alan alt havzalarda taşkın alanlarının nerelere kadar etkili olduğunu belirlemek amacıyla CBS yazılımlarından birisi olan Arcmap uygulaması kullanılarak, havzalardaki taşkın yöreleri belirlenmiştir. Bu kapsamda harita yazılımında taşkın işaret edebilecek alt analizlere değinilmiştir. Bu alt analizler yardımıyla taşkına neden olan hazırlayıcılar ele alınmıştır. Taşkın risk analizi için topografik nem indeksi analizi ve AHP ile taşkın risk analizi tasarlanarak, yüzeydeki taşkın potansiyeli olan yerler belirlenmiş, kadastro karşılıkları tespit edilmiştir. Taşkın analizde kullanılmak üzere, yöreye ait coğrafi sınır ve çalışma alanı olan Bilecik il sınırı belirlenmiştir. Bu süreçte sınır belirlemede koordinat sistemi WGS 1984 Web Mercator Auxiliary Sphere diye bilinen ve alan koruyan mercator projeksiyonu tercih edilmiştir.

Yerbilimleri arasında coğrafya ve jeoloji araştırmaları açısından oldukça kullanışlı olan Sediment Taşıma İndeksi, heyelan ve taşkın analizlerinde sıkça kullanılmaktadır. Formülde akarsuyun eğim değerleri, akarsu dizilimi ve akışkan yüzey arasındaki ilişki değerlendirilmektedir. Sabit değer aralıkları yüzey analizinde işleme alınarak, arazideki sediment taşınım miktarı ton/ha başına belirlenmektedir. 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 çıkırının 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.

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. Arazinin akarsu güç indeksi analizi sonuçlarına göre; özellikle İnhisar, Yenipazar’ı, Elbis Dere Havzası, Dodurga’nın kuzeybatısı, Osmaneli çevresi ve Göksu Çayının aşağı çıkırında yüksek erozyon dikkat çekmektedir. Eğim analizine göre; Bilecik ilindeki eğimin en fazla olduğu havzalar; Yenipazar Havzası (Harmankaya), Göladağı (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. Bilecik ilinde yer alan Orta Sakarya Havzası K-G yönünde uzanmasına bağlı olarak güneş ışınlarını doğrudan alabilmekte, havza tabanı diğer coğrafyalara bağlı olarak buharlaşma durumunu da değiştirilebilmektedir. Bilecik ilindeki solar radyasyon miktarı kabaca 0,802-516,000 WH/m³ olarak analiz 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. Göksu çayı havzasında,

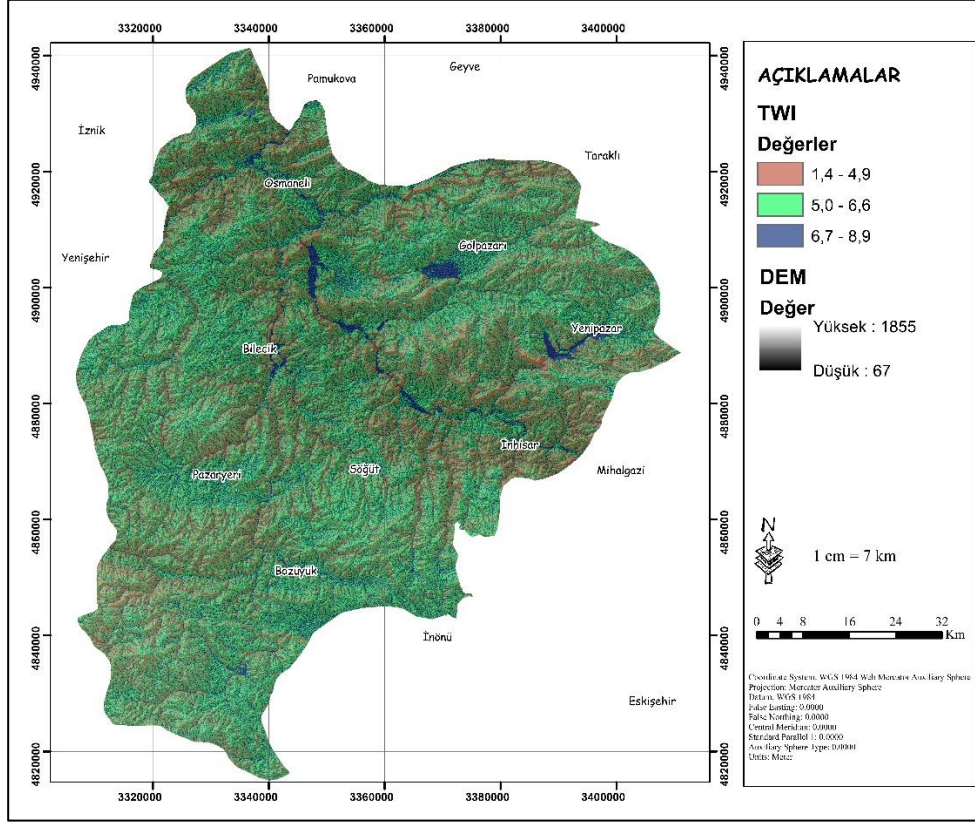
Harmankaya Kanyonu ve çevresinde, Göldağı'nın kuzeyinde, Kapaklı Tepe ve çevresinde, Bozüyük batısında, Dodurga ve çevresi ile İnhisar ve çevresinde içbükey yamaçlar oldukça fazladır. Bu alanlarda su toplama havzaları ve gelişmiş bir akarsu ağı bulunmaktadır. Öte yandan dışbükey yamaçlar; Üyük Ovasında, Osmaneli Ovasında, Gölpaazarı Ovasını batısında, Pazaryeri şehir merkezinde, Söğüt ilçe merkezinde, Dodurga belde merkezinde, Yenipazar ilçe merkezinde ve Orta Sakarya Havza tabanının tamamında görülmektedir. Akarsu drenaj yoğunluğu analizi sonucu arazide Gölpaazarı Ovasının batısı, Yenipazar Çayı havzasının orta çıkırı, Pazaryeri Sorgun havzasının orta çıkırı, Üyük Ovası havza tabanı ve Osmaneli şehir merkezinin yakınları taşkın riski açısından yüksek düzeyde akarsu ağına sahip olduğu belirlenmiştir. Osmaneli ilçe merkezinin kuzeyindeki vadi tabanında, Göksu Çayı havza tabanında, Bilecik Platosunun batısında, Gölpaazarı Ovasının batısında (Kurşunlu köyü kuzeyi), Yenipazar Çayı havza tabanında (Harmankaya Kanyonu güneydoğusunda), İnhisar ilçe merkezi güneyinde, Pazaryeri Havza tabanında, Bozüyük depresyonunun güneyinde ve Sarısu Çayının havza tabanında mikro alanlarda analiz sonucu yüksek olarak kayıt edilmiştir (Harita 10).

Arazide meydana gelebilecek ve stratigrafisinde diskordant oluşturabilecek doğal olaylarının CBS ile belirlenebilmesinde sıkça kullanılan bir yöntemdir (Selin Ermiş, 2015). Bu amaçla topografik nem indeksinin hazırlanması en önemli araçtır. Topografik nem indeksi, arazide var olan mevcut suya doymun zeminlerin porozite etkinliği ile erozyon ve heyelana maruz kalabilecek zeminlerin tespitinde kullanılmaktadır. Topografik nem indeksi (TWI), topografik anlamda suya doymun 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 (Tablo 3). 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 karelej ağına oluşturulmasıdır. Bir önceki bölümde dem oluşturma ile sahanın ağ hücre yapısında ciddi iyileştirmeler yapılarak, mikro ölçekte analiz elde edilmiştir.

$$TWI = \ln \left(\frac{A_s}{\tan \beta} \right)$$

Tablo 3: Topografik nem indeksi (TWI) Formülü.

Bu analiz ile birlikte Osmaneli- İnhisar arasında yer alan Aşağı ve Orta Sakarya Havzaları, Gölpaazarı 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 8).

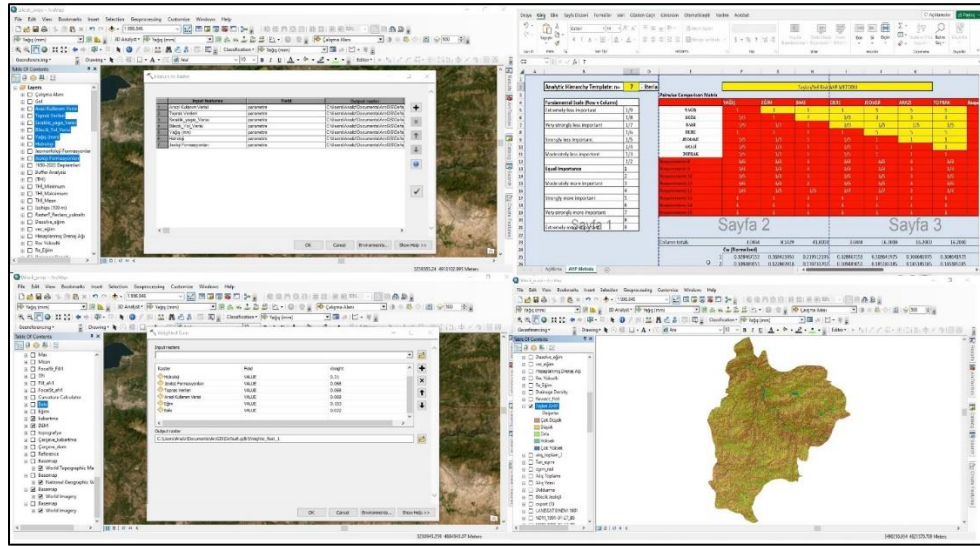


Harita 8: Bilecik İlinin Topografik Nem İndeksi (TWI).

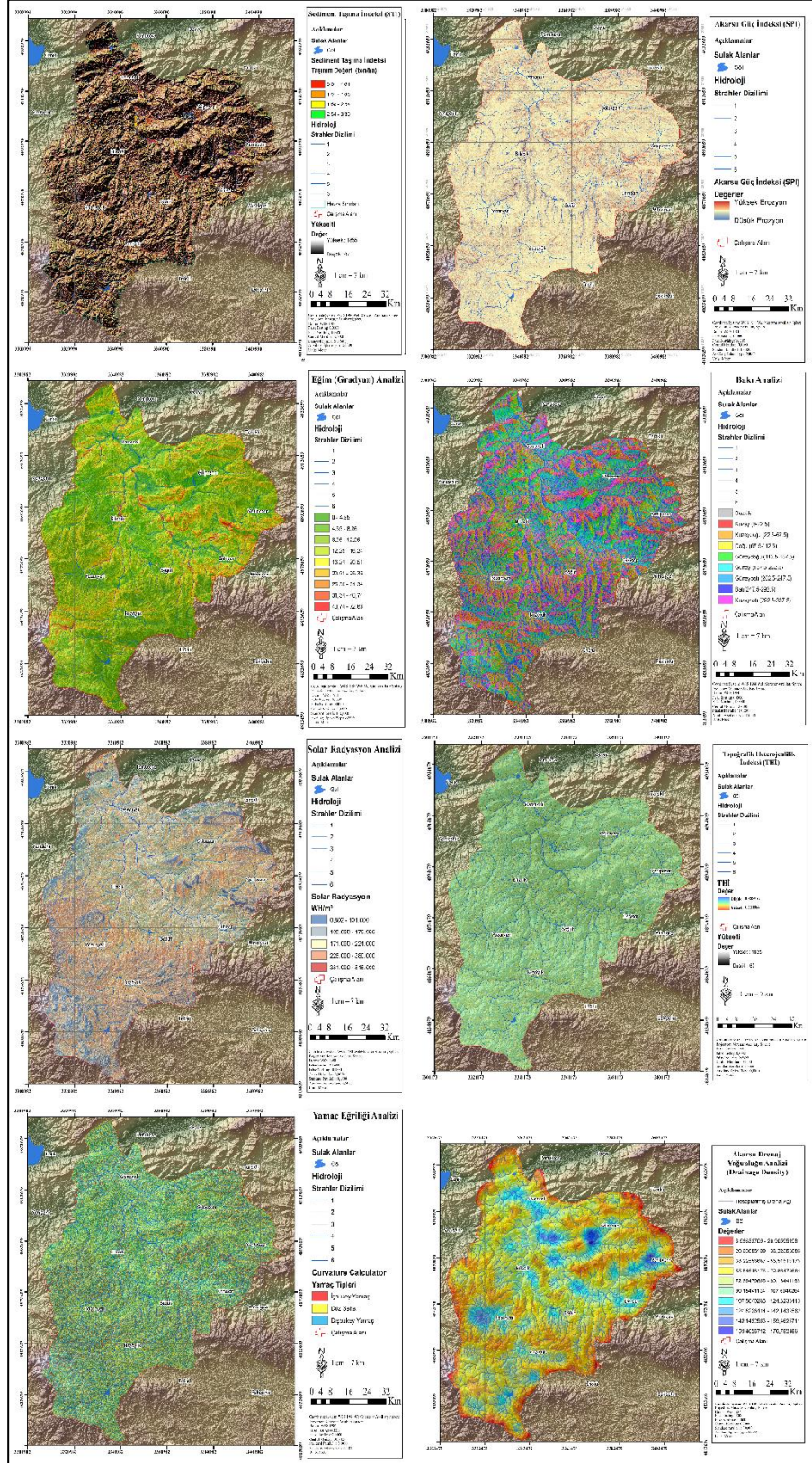
Taşkın analizlerinde kullanılan ve yaygın bir şekilde ele alanına bir diğer bilimsel yöntem, analitik hiyerarşi yöntemidir. Bu bölümde analitik hiyerarşi yöntemi kullanılarak, yörenin taşkına karşı hassas ve duyarlı alt havza sınırları tespit edilmiştir. Bu kapsamda öncelikle veri hazırlayıcıları ve sonrasında bu alt verilerin tasarımı ve ürün yoğunluk düzeyleri ele alınmıştır. 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. Çalışmada taşkın neresi etkileyeceği ve sanat yapıları üzerinde yıkıcı etkinin nerelerde yüksek düzeyde olabileceği durumu için yol verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. 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. Bilecik ilindeki eğim değerlerinin Gölpaazarı 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. Yörede yer alan akarsu havzaları alt havzalar şeklinde tasnif edilerek, Strahler dizilimine uygun bir şekilde büyüklüklerine göre akarsu ağları yeniden düzenlenmiştir. ilin kuzeyinde Samanlı Dağları ve Avdan Dağları güneyindeki sahada yıllık yağış değerleri daha yüksektir. Gölpaazarı kuzeyinde yer alan ve Göynük Çayı havzasında konumlanan alanda ikinci en yüksek yağış dikkat çekmektedir. 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. 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 denütasyon arazisi şeklinde tasnif edilmiştir. Son olarak 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.

Çalışmanın bu bölümünde taşkın risk analizi için gerçekleştirilen alt parametrelerin risk analizi için uygun düzeye getirilmesi planlanmıştır. AHP yöntemiyle taşkın hesaplanması birçok yazar tarafından ele alınmıştır (Saraç & Musaoğlu, 2011); (Tokgözlü & Özkan, 2018); (Sözer, Kocaman, Nefeslioğlu, Fırat, & Gökçeoğlu, 2019); (Sütüncü & Yavuz, 2022). Bu analizler kantitatif veri vermesi ve mikro bir analiz olması bakımından değerlidir. 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 denemiştir. Sonrasında ise alt verilerin ağırlıklı çakıştırma analizi tamamlanmak üzere “Weighted Sum” seçeneği kullanılarak alana ait değerler uzman görüşümüze göre sınıflandırılmıştır. Bu amaçla yaygın bir şekilde ele alınan değer basamakları incelenmiş ve tabloya uygun düzenlemeler gerçekleştirilmiştir (Barnard, 2012). “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 9).



Harita 9: Parametrelerin Sınıflandırılması ve Taşkın Analizinin Raster Sonucu.



Harita 10: Taşkın Riskini Hazırlayıcı Etmenlerin Harita Analizleri.

AHP yöntemi analiz sonucunda Bilecik ilinde altı farklı taşkın bölgesinin oluşmasına karar verilmiştir.

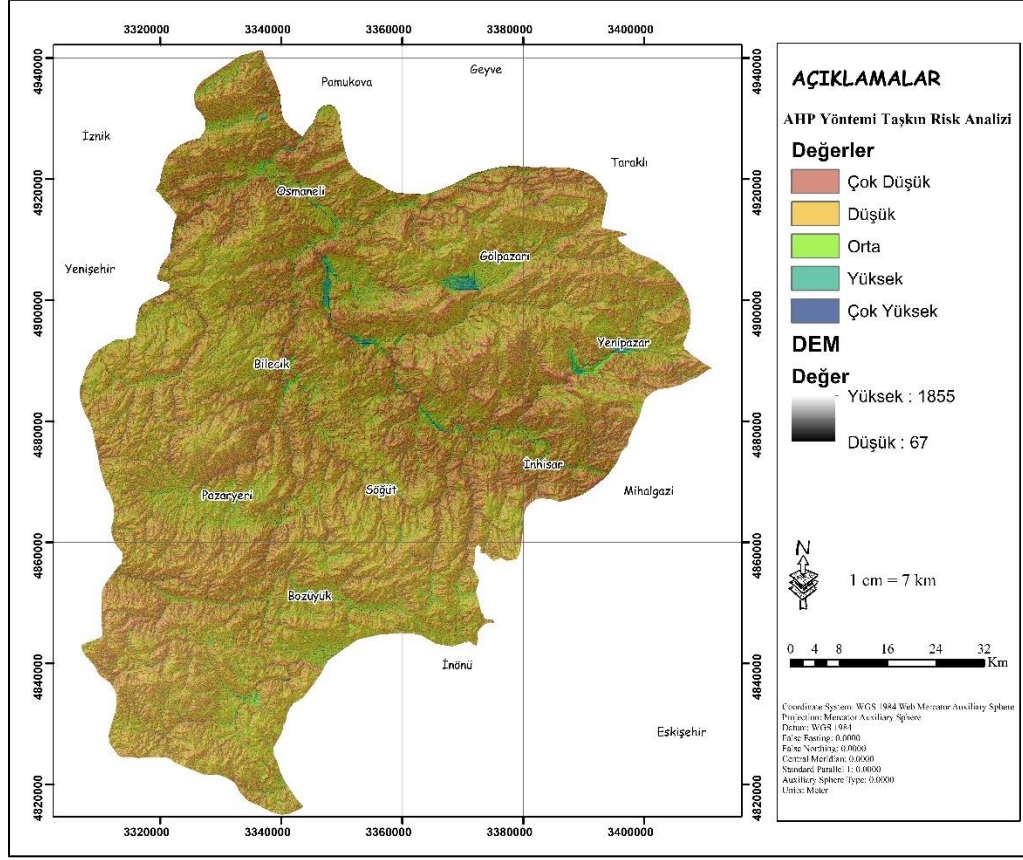
Bu yöreler şunlardır;

- ✓ 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 38). Ancak bu yörelerde taşkın riskinin diğer havzalara oranla daha çok olması nedeniyle, adı geçen sahaler 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 AHP yönetimiyle elde edilen alanların tapu kayıtlarında adı geçen ada numaralarını paylaşmak proaktif bir anlayışa hizmet edebilecektir (Tablo 4). 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 11).

Sıra	Havza Adı	Tapu Ada Kodu
1	Osmaneli Dağı 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

Tablo 4: Bilecik İli Genelinde Doğrudan Taşkına Maruz Kalacak Parsellerin Bilgileri.



Harita 11: Bilecik İlinin Taşkın Risk Haritası.

Sonuç ve Öneriler

Bilecik Marmara Bölgesinin Güney Marmara Bölümünde yer alan ve Marmara Bölgesinde denize kıyısı olmayan tek il konumundadır. İlin temel geçim kaynağı birincil ekonomik faaliyetlerden birisi olan tarım ve kısmen hayvancılık faaliyetleri oluşturmaktadır. İl genelinde ikincil ekonomik faaliyetlerden seramik, taşa ve toprağa dayalı sanayi özellikle son 15 yılda hızla gelişim göstermiştir. İl genelinde üçüncü ekonomik faaliyetler özellikle Bilecik merkez ilçe ve Bozüyük ilçe merkezlerinde gelişim gösterdiği bilinmektedir.

Bilecik ili Pontid ve Anatolid kuşak arasında konumlanan ve kuzeyde Kuzey Anadolu Fayı ile güneydeki Trakya-Eskişehir Fay zonu arasında konumlanır. Bu özelliğinden dolayı iki aktif tektonik depresyonun ortasında ve batıya doğru hafif dalgalı bir plato morfolojisi sergilemesi, yörede tektonik izlerin rolünü işaret etmektedir. İlin jeomorfolojik üniteleri içerisinde neojen karasal çökeller ve neojen göl tortulları paleocoğrafik açıdan düzeyi belirlemiştir. Özellikle Orta Miyosenden sonra yörede meydana gelen neotektonik etkinlikler, pliosen'de Sakarya Nehrinin havzaya yerleşmesi ve östatik hareketler sonucunda oluşan deniz yüzey seviyesinin değişmesine bağlı olarak havzalarda oluşan denütasyon ve sedimantasyon ilişkisi günümüz jeomorfolojik kayıtların eski delilleri niteliğindedir. 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, Gölpaazarı Havzası, Yenipazar Çayı Havzası, Göynük Çayı Havzası ve Karadin 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. 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. İlin kuzeyinde nemliliği seven flora türleri yayılış gösterirken, güneye doğru bu durum iğne yapraklı bitki türlerine dönüşmektedir. Bilecik il genelinde flora varlığının coğrafi sınırlarını belirlemek üzere NDVI analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analizde dört farklı zamansal aralık belirlenerek, mekandaki dağılış değerlendirilmiştir. Çalışmanın son bölümde taşkın analizi için gerekli araçlar belirlenmiştir. Bu araçlar; hazırlayıcı etmenler, TWI yöntemi ve AHP yönetimiyle sınanmıştır. Hazırlayıcı etmenlerde ilk olarak yörenin dem verisi tarafımızca 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 düzeyiyle doğrudan bağlantılıdır. Solar radyasyon analizi ile ise yörenin solar enerjisi ve buharlaşma gibi parametrelerle bağlantısı ele alınmıştır. Topografya heterojenlik analizde ise taşkınlara 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, 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 çıkırı, Pazaryeri Sorgun havzasının orta çıkırı, Üyük Ovası havza tabanı ve Osmaneli şehir merkezinin yakınları taşkın riski açısından yüksek düzeyde akarsu ağına sahip olduğu belirlenmiştir.

Bilecik ili genelinde taşkınlara nereleri etkileyebileceği mikro analiz yöntemleri yardımıyla belirlemek gerekmektedir. Bu amaçla topografik nem indeksi analizi (TWI) ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemleri kullanılmıştır. Topografik nem indeksi ile havza alanı ve yamaç eğimi dikkate alınarak, yörenin taşkın risk analizi tasarlanmıştır. Çalışmada DEM 5m karelej 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 bir diğer mikro analiz Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemidir. Bu yöntem ile birlikte uzman görüşü kullanılarak, yüzeydeki birçok parametrenin de yardımıyla taşkın hesaplanabilmektedir. Veri hazırlayıcıları arasında; yol verisi, eğim verisi, hidroloji verisi, yağış verisi, toprak verisi, arazi kullanım verisi ve jeoloji verisi değerlendirmeye tabii tutulmuştur. Analiz “Weighted Sum” yardımıyla ve çeşitli akademik indeksler ile birlikte işlenerek, yüzeydeki değerlendirmeye anılan parametre derecelemesine 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 kadastro 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 tasarlama taraflarımızca önerilmektedir.

Kaynakça

- Avcı, V. (2016). *Gökçeli Çayı Havzası'nda (Bingöl) Aktif Tektonik Etkinin Morfometrik Analizlerle Belirlenmesi. TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu*, 883-897.
- Barnard, S. (2012, Mart 13). *Scbuk.com. Analytic Hierarchy Process: <https://www.scbuk.com/AHP%20Template%20SCBUK.xls> adresinden alındı.*
- Ermış, I. (2015). *Akarsu havzalarında topoğrafik nem indeksleri ile taşkına meyilli alanların belirlenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Hidrolik ve Su Kaynakları Mühendisliği Bilim Dalı.*
- Moore, I., Grayson, R., & Ladson, A. (1991). *Digital terrain modeling: a review of hydrological, geomorphological and biological applications. Hydro. Process.*, 5(1) , 3–30.
- Saral, A., & Musaoğlu, N. (2011). *Çok Kriterli Karar Verme Ve Bilgi Difüzyonu Yöntemleri Yardımıyla, Taşkın Risk Analizi Yazılımının Gerçekleştirilmesi. TMMOB Harita ve Kadaströ Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı (s. 1-8). Ankara: 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı.*
- Sözer, B., Kocaman, S., Nefeslioğlu, H., Fırat, O., & Gökçeoğlu, C. (2019). *Değiştirilmiş AHP (M-AHP) Yöntemi Kullanılarak Ankara İçin Taşkın Duyarlılık Haritası Üretimi. Harita Dergisi*, 12-24.
- Sütüncü, H., & Yavuz, V. (2022). *Taşkın Risk Alanlarının Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Mikro-Havza Ölçeğinde Değerlendirilmesi. Kent Araştırmaları Dergisi (Journal of Urban Studies) Sayı 37, Cilt 13, 1667-1690.*
- Tozgölü, A., & Özkan, E. (2018). *Taşkın Risk Haritalarında AHP Yönteminin Uygulanması: Aksu Çayı Havzası Örneği. Sdü Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı: 44, 151-176.
- Yaykırın, S. (2016). *Sakarya Havzası'nın Yüksek Çözünürlüklü Hidrolojik Modelinin Yapılandırılması. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı.*