

T.C.
SIİRT ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI
TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ETKİLERİNE KARŞI SÜNGER ŞEHİRLER:
BATMAN ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet Emin DİNÇ

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Serkan SABANCI

SIİRT-2025

TEZ KABUL TUTANAĞI
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Dr. Öğr. Üyesi Serkan SABANCI danışmanlığında, Mehmet Emin DİNÇ tarafından hazırlanan bu çalışma 20/01/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **Coğrafya Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Başkan	: Prof. Dr. Mesut DOĞAN	İmza:
Jüri Üyesi (Tez Danışmanı):	Dr. Öğr. Ü. Serkan SABANCI	İmza:
Jüri.Üyesi	: Dr. Öğr. Üyesi Zehra OBUT BİLİM	İmza:

Yukarıdaki imzalar adı geçen öğretim üyelerine aittir.

... /.../2025

İmza

Prof. Dr. Şahap BULAK

Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
ÖNSÖZ	XII
GİRİŞ	1
I. ÇALIŞMANIN AMAÇ VE ÖNEMİ.....	12
II. KAPSAM	13
III. MATERYAL	14
IV. METOD	17
V. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	20
BİRİNCİ BÖLÜM	26
1. COĞRAFİ FAKTÖRLER	26
1.1. JEOLojİK ÖZELLİKLER	26
1.1.1. Stratigrafi	26
1.1.1.1. Midyat (Hoya) Formasyonu (Teom).....	26
1.1.1.2. Germik Formasyonu (Tog)	27
1.1.1.3. Şelmo Formasyonu (Tmş).....	27
1.1.1.4. Gerçüş Formasyonu (Teg)	28
1.1.1.5. Plio-Kuvaterner Bazaltları (Qβ).....	28
1.1.1.6. Eski Akarsu Çökelleri (Qea).....	29
1.1.1.7. Avüvyonlar (Qal)	29
1.1.2. Tektonik Özellikler	30
1.2. TOPRAK ÖZELLİKLERİ.....	30
1.3. JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLER.....	32
1.4. HİDROGRAFYA	34
1.5. BİTKİ ÖRTÜSÜ	35
1.6. ARAZİ KULLANIMI.....	36
1.7. ARAZİ KABİLİYET SINIFLARI.....	38
2. BATMAN’IN İKLİM KOŞULLARI	40
2.1. BATMAN İKLİMİNİ ETKİLEYEN JENETİK-DİNAMİK FAKTÖRLERİ.....	40
2.1.1. Planeter faktörler:.....	41

2.1.2. Coğrafi Faktörler.....	43
2.2. İKLİM ELEMENLARININ İNCELENMESİ	44
2.2.1. Sıcaklık	44
2.2.2. Basınç.....	53
2.2.1. Rüzgârlar.....	54
2.2.4. Atmosferde Nem.....	56
2.2.5. Yağış Ve Nemlilik Derecesi	57
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	67
3. BATMAN’IN HİDROGRAFİK ÖZELLİKLERİ	67
3.1. AKARSULAR ŞEBEKESİNİN KURULUŞU VE GELİŞİMİ.....	67
3.2. ALT HAVZALARI	68
3.3. HİDROMETRİK ANALİZLER	69
3.3.1. Debi.....	69
3.3.2. Akış Yüksekliği	85
3.4. AKARSU REJİMİ	86
3.5. MORFOMETRİK ANALİZLER.....	88
3.5.1. Çizgisel Parametreler	89
3.5.2. Yüzeysel Parametreler	92
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	96
4. BATMAN’DA SEL VE TAŞKINLARIN ÖNLENMESİNDE SÜNGER ŞEHİR ÖNERİSİ	96
4.1. SÜNGER ŞEHİR FELSEFESİNİN BENİMSENMESİ.....	99
4.2. ÇALIŞMA SAHASINDA SÜNGER ŞEHİR UYGULAMALARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER	100
4.2.1. Kentsel Alanın Genişlemesi.....	100
4.2.2. Batman’ın Jeolojik Yapısı.....	102
4.2.3. Çalışma Alanının Toprak Tekstürü.....	104
4.2.4. Çalışma Alanındaki Akifer Ortamları.....	104
4.2.5. Yeraltı Su Seviyesi.....	105
4.2.6. Statik ve Dinamik Su Seviyeleri	106
4.2.7. Batman Hidrojeolojisi.....	108
4.3. SÜNGER ŞEHİR PLANLAMASI	109

4.3.1. Geçirgen Yüzeyler	110
4.3.2. Yeşil çatılar	114
4.3.3. Yağmur Bahçeleri	117
4.3.4. Yağmur Hasadı	121
4.3.5. Drenaj Sistemleri	124
4.3.6. Su Kalitesi İzleme	125
4.3.7. Toplumun Katılımı ve Eğitimi	125
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	127
KAYNAKÇA.....	131



ÖZET**YÜKSEK LİSANS TEZİ****İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ETKİLERİNE KARŞI SÜNGER ŞEHİRLER:****BATMAN ÖRNEĞİ****Mehmet Emin DİNÇ****2025/Sayfa: XII + 140**

Küresel ısınma ve iklim değişikliği 20. yüzyılın sonları gündeme gelen 21. yüzyılınsa henüz başında en önemli sorunlarında biri olmuştur. İklim değişikliği tetikleyen doğal sorunların yanında bir diğer faktör insanın yaptığı faaliyetlerdir. İnsan faaliyetleri içerisinde ise şüphesiz küresel ısınmaya etki edecek en önemli faktörlerden birisi de çarpık ve yanlış kentleşmedir. Bu durum şehirlerde birçok afeti karşımıza çıkarmaktadır. Çalışma sahasında petrol arama faaliyetlerinin sıklaşması ve buna bağlı olarak gelişen sanayileşme süreci şehrin hızla göç almasına neden olmuştur. Birinci sınıf alüvyal topraklar ve birikinti konisi üzerinde kurulan şehir 1940'lı yıllarda köy yerleşmesi iken, günümüzde yaklaşık 500.000 nüfusu ile büyükşehir olma yolunda ilerlemektedir. Bu durum şehrin yanlış yerde konumlanmasıyla adeta afetlere davetiye çıkarmaktadır. En son 2023 Kasım ayında 4 kişinin hayatını kaybetmesiyle sonuçlanan ve maddi kayıpların olduğu sel ve taşkın olayı meydana gelmiştir. Sahanın litolojik yapısı ve jeomorfolojik özelliklerinin de etkisiyle sağanak yağış sonrası sel ve taşkın olaylarının yaşanması muhtemeldir. Sel ve taşkınların önüne geçmek için Çin'de sünger şehir konsepti ortaya atılmış ve birçok ülkede bu konuda çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmada Batman şehir merkezinde de sel ve taşkın olaylarının önüne geçmek için yağışlarla yeyüzüne düşen suyun yavaşlatılması, yeraltına sızdırması ve yeniden kullanımıyla ilgili planlama yapılmıştır. Çalışma sahasında Çamlıtepe Mahallesi, Yaşar Kemal Ormanı ve çevresi pilot alan olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Batman, iklim değişikliği, sünger şehir, sel ve taşkın, arazi kullanımı.

ABSTRACT
MASTER'S THESIS
SPONGE CITIES AGAINST THE EFFECTS OF CLIMATE CHANGE:
BATMAN EXAMPLE
Mehmet Emin DİNÇ
2025/Page: XII + 140

Global warming and climate change is one of the most important problems of the late 20th and 21st centuries. In addition to natural problems that trigger climate change, another factor is human activities. One of the most important factors that will undoubtedly affect warming among human activities is unplanned and wrong urbanization. This situation brings many disasters in cities. The intensification of oil exploration activities in the study area and the industrialization that developed accordingly caused the city to receive rapid migration. The city, which was established on first class alluvial soils and a cone of accumulation, was a village in the 1940s, but today it is on its way to becoming a metropolitan city with a population of over five hundred thousand. This situation almost invites disasters with the wrong location of the city. Most recently, a flood occurred in November 2023, resulting in the death of 4 people and material losses. Due to the lithological structure and geomorphological characteristics of the area, floods and floods are likely to occur in the future with torrential rains. In order to prevent floods and floods, the new sponge city concept has been put forward in the world and studies are carried out in many countries. In this study, in order to prevent flooding and flooding events in Batman city center, the planning of slowing down the water with downpours and artificially infiltrating it underground was made. Çamlıtepe neighborhood, Yaşar Kemal forest and its surroundings were determined as pilot areas.

Keywords: Batman, climate change, sponge city, flood and overflow, land use.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil I. Milankovicth Döngüleri	2
Şekil II. 1990-2019 Yılları Arası Sera Gazları Değişimi.....	5
Şekil III. Şehir Isı Adası.....	6
Şekil IV. Kırsal ve Şehirsel Alanlardaki Yağış-Akım İlişkisi (Temsili)	8
Şekil V. Çalışma Sahasının Konumu.....	11
Şekil VI. Kırda Dağı'nda Litostratigrafi ile Alakalı Yapılan Arazi Çalışması...	14
Şekil VII. Çalışmada kullanılan materyaller.....	15
Şekil VIII. Topografik Nemlilik Haritası Oluşturma Süreci	18
Şekil IX. Strahler'e Göre Akarsu Çatallanma Derecesi.....	18
Şekil 1.1: Batman Jeoloji Haritası	26
Şekil 1.2: Batman Hasankeyf Yolu Üzerindeki Midyat(Hoya) Formasyonu	27
Şekil 1.3: Batman Merkezinin Önemli Bir Kısmını Oluşturan Şelmo Formasyonu	28
Şekil 1.4: Plio-Kuvaterner Yaşlı Kırda Dağı Bazaltları.	29
Şekil 1.5: Batman Toprak Haritası	31
Şekil 1.6: Çalışma Sahasının Jeomorfoloji Haritası	33
Şekil 1.7: Çalışma Sahasının Hidrografi Haritası	34
Şekil 1.8: Batman Meşcere Haritası	35
Şekil 1.9: Batman Arazi Kullanımı Haritası	37
Şekil 1.10: Batman Sahasının Kabiliyet Sınıfları Haritası	38
Şekil 3. 1: Çalışma Sahasının Hidrografi Haritası	68
Şekil 3. 2: Çalışma Alanındaki akarsu Havzaları Haritası	69
Şekil 3. 3: Batman Çayı Anlık Akım Tablosu	70
Şekil 3. 4: Mevsimlere Göre Akım Miktarı	77
Şekil 3. 5: Batman Çayının Mevsimsel Yağış ve Akış Grafiği	78
Şekil 3. 6: Sonbahar Mevsimi Akım Grafiği	79
Şekil 3. 7: Eylül Ayı Akım Grafiği	79
Şekil 3. 8: Ekim Ayı Akım Grafiği	79
Şekil 3. 9: Kasım Ayı Akım Grafiği	80
Şekil 3. 10: Kış Mevsimi Akım Grafiği	80

Şekil 3. 11: Aralık Ayı Akım Grafiği	81
Şekil 3. 12: Ocak Ayı Akım Grafiği	81
Şekil 3. 13: Şubat Ayı Akım Grafiği	81
Şekil 3. 14: İlkbahar Mevsimi Akım Grafiği	82
Şekil 3. 15: Mart Ayı Akım Grafiği	82
Şekil 3. 16: Nisan Ayı Akım Grafiği	83
Şekil 3. 17: Mayıs Ayı Akım Grafiği	83
Şekil 3. 18: Yaz Mevsimi Akım Grafiği	84
Şekil 3. 19: Haziran Ayı Akım Grafiği	84
Şekil 3. 20: Temmuz Ayı Akım Grafiği	85
Şekil 3. 21: Ağustos Ayı Akım Grafiği	85
Şekil 3. 22: Batman Çayı Havzasının Yıllık Ortalama Akış Yüksekliği	86
Şekil 3. 23: Batman Çayı'nın Akım-Yağış Grafiği	87
Şekil 3. 24: Batman Çayı'nın Akım-Rejim Grafiği	88
Şekil 3. 25: Batman Çayı'nın Akım-Sıcaklık Grafiği	88
Şekil 3. 26: Çalışma Sahasındaki Çatallanma Oranı Haritası	90
Şekil 3. 27: Direnaj Yoğunluğu Haritası	91
Şekil 3. 28: Eğim Derecesi Haritası	92
Şekil 3. 29: Bakı Haritası	93
Şekil 3. 30: Yükselti Haritası	94
Şekil 3. 31: Topografik Nemlilik Haritası	95

Şekil 4. 1. (a-b-c) Batman'da 2023 ve 2006 yıllarında Yaşanan Sel ve Taşkınlar	97
Şekil 4. 2: Gri altyapı ile yeşil altyapı (Yin vd., 2021:3).....	98
Şekil 4. 3: Sünger Şehir Planı	99
Şekil 4. 4: Yıllara Göre Batman Şehir Nüfusunun Değişimi.....	101
Şekil 4. 5: Batman Şehir Alanının Yıllara Göre Değişimi.....	102
Şekil 4. 6: Çalışma Alanın Stratigrafisi	103
Şekil 4. 7: Çalışma Alanının Toprak Tekstürü Haritası.....	104
Şekil 4. 8: Çalışma Alanındaki Akifer Ortamları	105
Şekil 4. 9: Yeraltı Su Seviyesi Haritası.....	106

Şekil 4. 10: Statik Yeraltı Su Seviyesi Haritası	107
Şekil 4. 11: Dinamik Su Seviyesi Haritası	108
Şekil 4. 12: Çalışma Sahasının Hidrojeoloji Haritası	109
Şekil 4. 13: Pilot Çalışma Bölgesi	110
Şekil 4. 14: Çalışma Sahasındaki Asfalt Yüzeyler	112
Şekil 4. 15: (a-b-c) Geçirgen Yüzey Uygulamaları	113
Şekil 4. 16: Yeşil Çatı Örneği	114
Şekil 4. 17: Yeşil Çatı Uygulanabilecek Alanlar	116
Şekil 4. 18: Qunli (Çin) Ulusal Kentsel Yağmur Bahçesi	117
Şekil 4. 19: Yağmur Bahçe Sisteminin Bileşenleri.....	118
Şekil 4. 20: Yağmur Bahçesi için Kullanılabilecek Alanlar	119
Şekil 4. 21: Yağmur Bahçesi Olarak Belirlenen Yaşar Kemal Parkı	120
Şekil 4. 22: Yaşar Kemal Parkı'nda Yapılabilecek Yağmur Bahçesi.....	121
Şekil 4. 23: Yağmur Suyu Deposu.....	122
Şekil 4. 24: Yeraltı Depolama Tankları Kurulabilecek Alanlar	123

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 2. 1. Batman Aylık Ortalama Güneşlenme Süresi Tablosu	42
Tablo 2.2. Batman, Siirt ve Mardin'in Aylara Göre Ortalama Sıcaklığı (1970-2024)	45
Tablo 2. 3: Batman Şehrinin Maksimum Sıcaklık Değerleri (1959-2024).....	47
Tablo 2. 4: Batman Şehrinin Minimum Sıcaklık Değerleri (1959-2024).....	47
Tablo 2. 5: Batman'ın Basınç Değerleri (1959-2024)	53
Tablo 2. 6: Çalışma Sahasının Rüzgar Hızları.....	55
Tablo 2. 7: Batman'a Ait Bağıl Nem Değerleri	57
Tablo 2. 8: Batman, Siirt ve Mardin'e ait Ortalama Yağış Değerleri (1970-2024)	59
Tablo 2. 9: Batman'da Yağışın Mevsimlere Dağılışı (1970-2024)	60
Tablo 2. 10: Batman Meteoroloji İstasyonuna Ait Sağanak Yağış İstatistiği...	62
Tablo 2. 11: Batman'ın Su Bilançosu	66
Tablo 3. 1: Batman Çayı Anlık Akım Tablosu	71
Tablo 3. 2: Batman Çayı Aylık Ve Yıllık Ortalamalar	74
Tablo 3. 3: Mevsimlere Göre Akım Miktarı	77
Tablo 3. 4: Mevsimlere Göre Yağış Ve Akım Yüzdelikleri	78
Tablo 3. 5: Sonbahar Ayları Akım Verileri (1961-2023)	78
Tablo 3. 6: Kış Ayları Akım Verileri (1961-2023)	80
Tablo 3. 7: Sonbahar Ayları Akım Verileri (1961-2023)	82
Tablo 3. 8: Yaz Ayları Akım Ortalamaları	84
Tablo 4.1: Batman Şehir Nüfusunun Yıllara Göre Değişimi	101

ÖN SÖZ

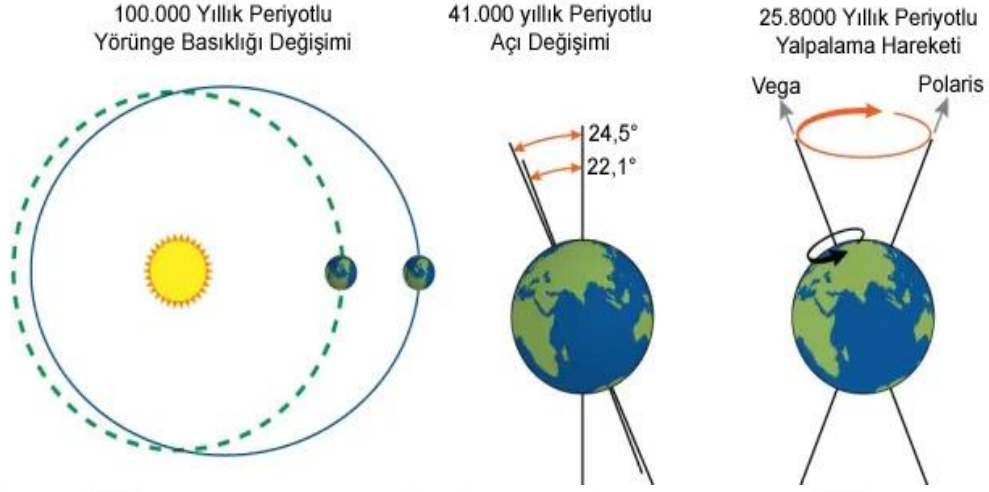
Bu çalışmamda her konuda bana yardımcı olan değerli hocam Dr. Serkan SABANCI'ya, hayat arkadaşım Elif DİNÇ'e, hayatımın en güzel hediyesi olan biricik oğlum Mehmet Akif'e ve benim bu günlere gelmemi sağlayan sevgili anne-babama teşekkür ederim.



GİRİŞ

İklim, herhangi bir yeryüzü parçasında uzun yıllar boyunca gözlenen hava koşullarının ortalamasıdır. İklim her ne kadar ortalama durumu ifade etse de atmosferdeki ekstrem durumları, hava koşullarındaki zamansal değişimi de içinde barındıran karmaşık bir sistemdir. İklim değişikliği ise, ortalama iklim koşullarının dışında uzun yıllar boyunca meydana gelen belirgin değişimleri ifade etmektedir (Türkeş, 2008:28). Yerküre sürekli bir değişim geçirmektedir. Değişim, doğanın temel kanunlarından biridir. İklim sistemi, atmosferin olduğu günden beri olgunlaşarak günümüzdeki halini almıştır. İklim sistemi hiçbir zaman durağan bir nitelikte olmamıştır. İklimin değişimi bazen milyonlarca yılı bulan uzun bir süreçken bazen birkaç on yıllık değişimler göstermiştir (Türkeş vd, 2000:1). Jeoloji, paleocoğrafya ve paleontoloji gibi alanlarda yapılan çalışmalar iklimde meydana gelen değişimleri ve bu değişimin etkilerini ortaya koymaktadır (Sabancı, 2019:246). İklim değişikliği, iç ve dış etmen ve süreçlerle meydana gelmektedir. İç etmen ve süreçler, iklim sisteminin içerisinde gelişmektedir (Türkeş, 2008:27). Atmosfer bileşimindeki değişimler, yeryüzü şekillerindeki değişimleri ve insan kaynaklı değişiklikleri içermektedir. Volkanik patlamalar sonucunda atmosfere salınan gaz ve kül bulutları, insanın gerçekleştirdikleri etkinlikler sonucunda arazi kullanımında meydana gelen değişimler, atmosfere salınan sera gazları ve aerosoller iklim değişimi üzerinde etkili olan iç etmen ve süreçlerdir. İklim sisteminin dışında gelişen dış etmen ve süreçler ise levhalarda meydana gelen hareketleri, solar konstattaki değişimleri ve güneş ile dünya arasındaki astronomik farklılıkları içermektedir. Levha hareketlerine bağlı olarak geniş alanlarda meydana gelen yükselme ve alçalmalar, milankovitch döngüleri olarak adlandırılan güneş yüzeyindeki ışıma bağlı olarak solar konstantta meydana gelen değişimler ile eksen eğikliğinde ve dünyanın yörüngesinde meydana gelen değişimler, iklim sistemi dışında meydana gelen dış etmen ve süreçlere örnek gösterilebilir (Kıçık, 2023:21; Ciner ve Sarıkaya, 2013:24). Uzun dönemli iklim değişikliklerinin açıklanmasında bir dizi dönemsel ilişkileri içeren Milankovitch Döngüleri önemli kanıtlar ortaya koyabilmektedir (Şekil I). Küresel iklim değişimine sebep olabilecek olan bu astronomik ilişkiler, yerkürenin eksen eğikliğindeki, dönüş yönündeki (presesyon) ve güneşin çevresindeki yörüngesinin şekil değişikliklerini içermektedir.

Şekil I. Milankovitch Döngüleri



Kaynak: Çiner ve Sarıkaya, 2013;25'den yeniden düzenlenmiştir.

Dünyanın yörüngesindeki şekli sabit değildir. Yörünge şeklindeki değişiklikler, ortalama 100.000 ile 400.000 yıllık dönemlerde meydana gelmektedir. Yerkürenin eksen eğikliği, yaklaşık 41.000 yıllık dönemlerle değişmektedir. Günümüzde $23^{\circ} 27'$ olan yer eksenine yörünge düzlemi arasındaki açı 22° ile $24,5^{\circ}$ arasında değişmektedir. Bu da yeryüzünün herhangi bir yerinde güneş ışınlarının geliş açısını ve güneş ışınlamını (insolasyonunu W/m^2) doğrudan etkilemektedir. Presesyon, yerkürenin yaklaşık 19.000 ve 23.000 yıllık döngülerle güneşe en yakın olma durumunun (perihel konumunun) gerçekleşme zamanındaki değişiklikleri ifade etmektedir. Bu da insolasyonun enlemsel ve mevsimsel dağılışı düzenlemektedir. Astronomik hesaplamalar, yerkürenin yörüngesindeki periyodik değişikliklerin, güneş ile dünya arasındaki uzaklıktan dolayı sadece küçük değişikliklere neden olabilmektedir. Ancak yörüngedeki değişiklik, eksen eğikliği ve presesyonun mevsimsel etkileriyle birleşerek daha fazla etki yaratabilmektedir (Türkeş, 2008:28).

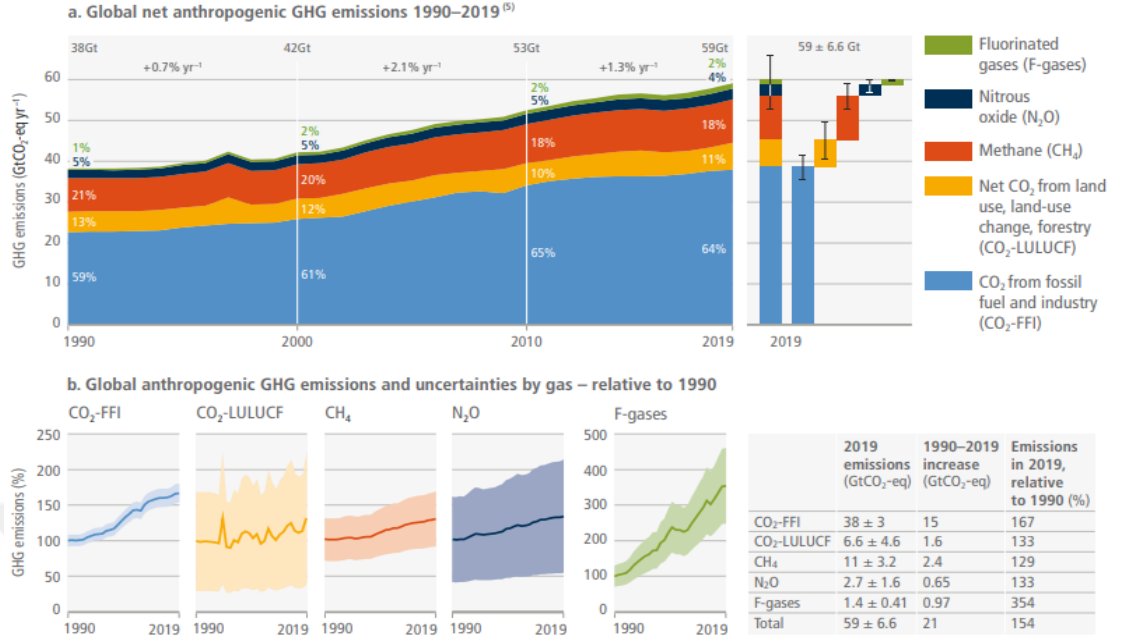
Kuvaterner'de meydana gelen son iklim değişikliği jeomorfolojik ve klimatolojik izler bırakmıştır. Bu iklim değişimi 2 milyon yıl sürmüştür. Buzul çağlarının (glasiyal dönemlerin) oluşmasında Kuzey Yarım Küre'nin yüksek enlemlerindeki yaz insolasyonunun azalması etkili olmuştur. Yaz sıcaklığının azalması kışın düşen karın daha uzun bir süre etkili olmasını yol açmış, örtü ve dağ buzullarının oluşmasına zemin hazırlamıştır. Buna karşın yaz insolasyonunun arttığı dönemlerde buzulların hızla eriyerek çekildiği, deniz seviyesinin yükseldiği ve sıcak dönemlerin (interglasyal)

yaşandığı görülmektedir. Geniş alanlarda meydana gelen 4-5 °C'lik sıcaklık değişimi ile birlikte ekolojik sistemlerde; çevresel, biyolojik, ekonomik ve sosyal şartlarda ciddi dönüşümler meydana gelmektedir. Su kaynaklarına erişim sıkıntısı, gıda güvensizliği, altyapı sorunları, göç, ekstrem sıcaklıklar, buzulların yayılış alanlarında daralma, deniz seviyesinde yükselmeler, biyoçeşitliliğin azalması, orman yangınları, kemirgen popülasyonunda ciddi artışlar gibi pek çok önemli problem, iklimde meydana gelen değişimin bir sonucudur. İklim değişikliği üzerinde etkili olan dış etmen ve süreçler; yeryüzünün sıcaklık dağılışını, basınç ve rüzgâr sistemlerini, yağış koşullarını ve bunun yeryüzündeki dağılışını, buna bağlı olarak okyanus akıntılarını etkilemekte ve atmosferdeki sera gazı içeriği üzerinde etkili olmaktadır. Astronomik hareketler sonucunda geniş yeryüzü parçalarında meydana gelen sıcaklık değişimi buzul alanlarının genişlemesine veya daralmasına neden olmaktadır. Ancak bütün iklim değişmelerini sadece astronomik nedenlere bağlayamayız. Kuvaterner'deki Son Buzul Çağı olan Würm'den çıkarken sıcaklıklardaki artış eğiliminin tersine Atlantik'in kuzeyinde ve Güney Yarım Küre'nin bazı bölgelerinde yaklaşık 500 yıl süren soğuma dönemi yaşanmıştır (Broecker ve Denton, 1989:326). Günümüze daha yakın bir süreçte Endonezya'nın Tambora Volkanı 1815 yılında infilak etmiş, atmosfere milyonlarca ton kül partikülü yaymıştır. Bu kül bulutu güneş ışınlarının yeryüzüne ulaşmasını engelleyerek bir sonraki yılda yaz mevsiminin yaşanmamasına neden olmuştur (Oppenheimer, 2003:230). Ancak Sanayi Devrimi'nden sonra iklimdeki doğal değişikliklere ek olarak, insan faaliyetleri de iklim üzerinde baskı oluşturmuştur (Clark ve Jäger, 1997:23). Günümüzde ortaya konan çalışmalar bugünkü küresel ısınmanın glasiyal koşullara bağlı bir soğumayla önlenemeyeceği ve yerkürenin en az 30.000 yıllık bir süreç boyunca glasiyal bir döneme giremeyeceğini ortaya koymaktadır (Türkeş, 2008:30). Sanayi devriminden beri insanın iklim değişikliği üzerinde başat bir rol oynadığı yeni bir döneme girilmiştir. Sanayi faaliyetleriyle birlikte artan fosil yakıt tüketimi, ormanların tahrip edilmesi, yanlış arazi kullanımı, şehirsiz alanların genişlemesi, üretilen atıklar, tarımsal faaliyetler ile atmosfer bileşiminde değişimler meydana getirmiştir. Günümüzde kullanılan iklim değişikliği kavramı da doğal süreçlerin dışında insan etkinliklerinin etkili olduğu değişime vurgu yapmaktadır. İlk kez Hükümetler Arası İklim Değişikliği Panelinin (IPCC) ikinci değerlendirme raporunda (IPCC, 1996:22), insanın iklim değişimi üzerindeki etkisine değinilmiştir. Birleşmiş

Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde (İDÇS) iklim değişikliği; belirli bir zaman aralığında doğal olarak gerçekleşen değişimin dışında, insanın atmosferin bileşiminde meydana getirdiği etkiler nedeniyle iklimde meydana gelen değişim olarak tanımlanmıştır. Aynı raporda iklim sistemine dair elde edilen bulgular neticesinde günümüz iklim değişikliği üzerinde insan etkisinin belirgin bir şekilde görüldüğü ve geçtiğimiz yüzyıl boyunca iklimin değiştiği vurgulanmıştır (Türkeş vd. 2000:1). 19. yüzyılın sonlarında başlayan iklimdeki değişim 20. yüzyılın sonlarına doğru belirginleşmiştir. Günümüzde her geçen yıl sıcaklıklar belirgin bir şekilde artmakta, ekstrem sıcaklıklar daha sıklıkla görülmeye başlanmıştır. Sanayi Devrimi'nden günümüze yerküre yaklaşık 1,1 °C ısınmıştır. Sera gazı emisyonları azaltılmayıp bu şekilde devam edilmesi durumunda 2100 yılına kadar 2 °C ile 5 °C arasında sıcaklık artışı öngörülmektedir (IPCC, 2021:48). Bu sıcaklık artışının su kaynaklarına erişim sıkıntısı, gıda güvensizliği, altyapı sorunları, göç, ekstrem sıcaklıklar, buzulların yayılış alanlarında daralma, deniz seviyesinde yükselmeler, biyoçeşitliliğin azalması, orman yangınları, kemirgen popülasyonunda ciddi artışlar gibi ekonomik, sosyal, çevresel ve ekolojik pek çok önemli problem karşımıza çıkması muhtemel görünmektedir.

Sanayi Devrimi'nden bu yana atmosferde gözlenen sera gazlarının antropojenik birikimindeki artış devam etmektedir. Sera gazlarından özellikle CO₂, atmosferde 50 ile 200 yıl arasında kalma süresine sahiptir. Atmosferde hızlı bir şekilde artmakta ve birikmektedir. Keeling ve Whorf (2004:2)'in yaptığı çalışmada Mauna Loa'nın 1958-2003 yılları arasındaki sera gazları ölçümleri atmosferdeki CO₂ (kARBONDİOKSİT) birikiminin çok hızlı bir şekilde arttığını göstermektedir. Sanayi Devrimi'nden önce 280 ppm (milyonda bir birim) olan CO₂ birikimi Sanayi Devrimi'yle 315 ppm'e çıkmış 2020 yılındaki ölçümlerde ise 405 ppm'e ulaşmıştır (IPCC 2022:59). 2010-2019 yılları arasındaki on yıl boyunca küresel net antropojenik sera gazı emisyonları, insanlık tarihindeki önceki tüm zamanlardan daha yüksektir. 2010 yılından bu yana sera gazı emisyonları artmaya devam ederek 2019'da yaklaşık 59 Gt (Cigaton=1 milyar ton) CO₂'ye ulaşmıştır (Şekil II). Sera gazlarının bu artan birikimi, uzun dalga radyasyonu yoluyla dünyanın soğumasını güçleştirerek ve dünyayı daha da ısıtma eğiliminde olan pozitif bir ışıınım kuvveti yaratmaktadır. Bu pozitif katkı atmosferdeki sera etkisini artırmaktadır (Türkeş, 2003:12).

Şekil II. 1990-2019 Yılları Arası Sera Gazları Değişimi



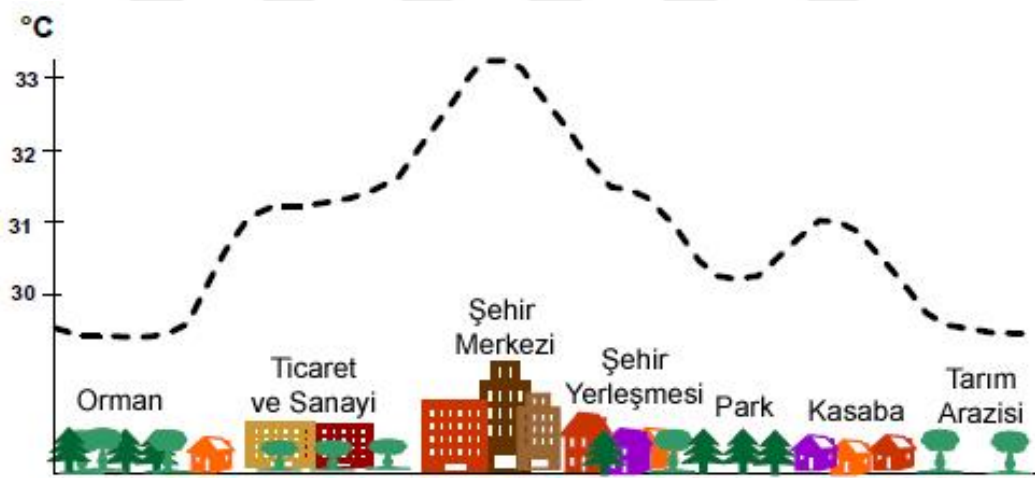
Kaynak: IPCC, 2022:59.

Troposferdeki küçük uçucu parçacıklara aerosol denilmektedir. Atmosferdeki artan aerosol miktarı, bulutların oluşmasında ve güneş ışınlarının bulutlardan yansıma oranını değiştirmektedir. Dolayısıyla genel olarak iklim üzerinde soğutucu bir etki oluşturmaktadır. Hem içinde yaşadığımız devirde ve diğer jeolojik dönemlerde volkanik patlamalar sonucunda ortaya çıkan kül partikülleri iklimde negatif yönde bir sıcaklık değişimine neden olmuştur. Troposferdeki antropojenik aerosoller, özellikle fosil yakıtların yakılmasıyla üretilen kükürtdioksitten (SO₂) elde edilen sülfat (SO₄) parçacıkları, güneş ışınımını dünyaya ulaşmadan önce yakalar ve onu uzaya geri yansıtır. Sera gazlarının ömrü yıllar ile yüzyıllar arasında değişirken, uçucu parçacıkların ömrü günler ile haftalar arasındadır. Bu nedenle atmosferdeki aerosollerin birikmesi sıcaklık dalgalanmalarına daha hızlı etki edebilmektedir (Türkeş vd., 2000:4; Türkeş,2008:34).

İklim değişikliğini ve küresel ısınmanın etkisinin en fazla etkilendiği bölgelerin başında şüphesiz şehirler gelmektedir. İklim değişikliği, nüfusun ve ekonomik faaliyetlerin yoğunlaştığı kentlerde önemli etkiler ortaya çıkarmaktadır. Şehirler, hızla büyüyen, çevresini tahrip eden, yutan ve dönüştüren büyük bir organizma gibi hareket etmektedir. Morfolojik, ekonomik, demografik ve sosyo-kültürel açıdan kırsal yerleşmelerden oldukça farklılaşan yaşam alanlarını oluşturmaktadır. Kentsel alanlar,

dünya nüfusunun yarısından fazlasını barındırmakla birlikte yeryüzünün sadece yüzde birini kapsamaktadır. Küresel iklim değişimlerinde birinci aktör olan sera gazlarının %80'i de şehirlerde üretilmektedir. Şehirlerin bu etkisi küresel ısınmadan en fazla etkilenen alanların başında olmasına da neden olmaktadır. Şehirdeki yoğun insan nüfusunun ısınma ve ulaşım gibi ihtiyaçlarını gidermek ve sanayi faaliyetleri için daha fazla fosil yakıt kullanılmaktadır. Ayrıca şehrsel yüzey alanının genişlemesine bağlı olarak daha fazla güneş ışınının absorbe edilmesi şehrsel alanların çevrelerine göre farklı bir iklimin meydana gelmesine neden olmaktadır. Sıcaklıkların dağılışında kentleşme ve kentsel yapılar önemli rol oynamaktadır. Sıcaklığın kentsel yapılaşmanın yoğun olduğu alanlardan doğal ortamın fazla olduğu kırsal alanlara doğru azaldığı görülmektedir. Aradaki sıcaklık farkı değişmekle birlikte bazen 3 °C'nin üzerine çıkabilmektedir (Şekil III). Tamamen kentsel yapılarla kaplı alanlarda buharlaşma miktarı 220 mm azalabilmekte ve hissedilen sıcaklık ise 13 W/m² artabilmektedir (Dow and de Walle, 2000:1835).

Şekil III. Şehir Isı Adası



Kaynak: Karakuyu (2002: 100)'dan yeniden düzenlenerek.

Şehrsel alanlar yağış üzerinde de ciddi değişimlere neden olmaktadır. Bunun başlıca sebepleri;

- Şehrsel alanların oluşturduğu ısı adaları sıcaklık kaynaklı düşey hava akımlarına neden olmakta bununla birlikte atmosferde meydana getirdiği kararsızlık,

- Şehirlerde daha fazla üretilen partiküler kirleticilerin yağış için yoğunlaşma çekirdeği oluşturması,
- Şehirsel alanların oluşturduğu pürüzlü yüzeylerin hava sistemlerinin hareketini engellemesinden dolayı yağışlı hava kütlelerinin şehir üzerinde daha yavaş hareket etmesiyle daha fazla yağışın düşmesidir (Kadıoğlu, 1997:2).

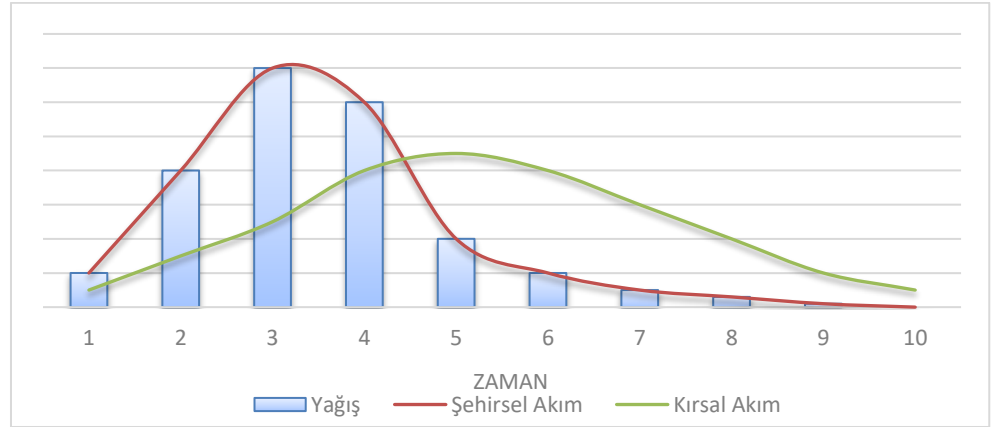
Yapılan bazı çalışmalarda şehirsel alanların iklimde nasıl sonuçlar meydana getirdiğini ortaya koymaktadır. Birbirine benzer coğrafi şartlara sahip Bursa ve Doğanşehir arasındaki sıcaklık ve yağış değişimini incelediği çalışmada Bursa’da sıcaklığın ve sağanak şeklindeki yağışın daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca Yenisehir’de 0,1 mm’den çok, 6,25 mm - 12,5 mm arasındaki ve 12,5 mm’den fazla yağışlarda artışın olduğu vurgulanmaktadır (Acar 2005:121). Bu da yağışın tane boyutunda artışın gözlemlendiğini ve sağanak yağış ihtimalinin arttığını göstermektedir. Ancak son yıllarda Doğanşehir’in şehirleşmesine bağlı olarak bu farklılıkların azalma eğiliminde olduğu belirtilmiştir. Şehirsel yerleşme olan Ankara Meteoroloji İstasyonu’yla kırsal yerleşme olan Esenboğa Meteoroloji İstasyonu’nun karşılaştırıldığı bir diğer çalışmada, şehirsel alan olan Ankara Meteoroloji İstasyonu’nda şiddetli yağışlı gün sayısının artarken, kırsal yerleşme olan Esenboğa Meteoroloji İstasyonu’nda azaldığı görülmüştür (Çiçek 2004:1). Bu da orta enlemlerde şehirsel alanların iklim üzerindeki etkisini ortaya koyan diğer çalışmalarla uygunluk göstermektedir. Bursa-Yenisehir’de de yağışlarda yağmurun boyutunda önemli bir artış gözlemlenmiştir (Acar, 2005:117). Bunun da şehirleşmenin etkisiyle gerçekleştiğine değinilmiştir. Marmara Bölgesi’nde şehirleşmenin etkisi Mann-Kendall trend analiz yöntemiyle analiz edildiğinde, Marmara Bölgesi’ndeki şehirlerde yağışlı gün sayısında artış olduğu gözlemlenmiştir (Kadıoğlu, 1997:3).

Küresel iklim değişiminin sebep olduğu en önemli çevre sorunlarından biri şehirlerde meydana gelen sel ve taşkınlardır. Bitki örtüsü, toprak özellikleri drenaj ağı ve geometrisi ve yağışın şekli ve yoğunluğu sel ve taşkınlara sebep olan başlıca doğal faktörlerdir (Sönmez ve Kesici 2013:59). Şehirleşme, sanayi, yanlış arazi kullanımı ise insan kaynaklı nedenlerdir. Şehirlerde; binalar, asfalt yollar, kaldırımlar yeryüzüne düşen yağışın yer altına sızmasını engellemektedir. Şehrin büyümesiyle birlikte yanlış arazi kullanımına bağlı olarak genişleyen geçirimsiz alanların artması yer altına sızan su

miktarını azaltırken yüzeysel akışı artırmaktadır. İklim değişikliğiyle beraber kısa süreli sağanak yağışların artacağı ve yağış hacminin artacağı öngörülmektedir (Yomamoto vd., 2021:9; Şen, 2022:8). Bu durum suyun hızlıca şehirden uzaklaştırılmasına dayanan geleneksel gri altyapının yetersiz kalmasına ve daha fazla sel ve taşkın olayının gerçekleşmesine neden olacaktır.

Suyun kullanımı insanlık tarihinin önemli konularından biri olmuştur. Şehirsel suyun yönetimi ilk önce ihtiyaç duyulan suyun şehirlere yönlendirilmesiyle gerçekleşmiştir. Daha sonra sanayileşmeyle birlikte kirli suyun aktarıldığı temizlik aracı olmuştur. Sonraki süreçte suyun ana akarsuya bağlanmadan filtrelenip temizlenmesine dayanmaktadır. Suyun korunması ve yeniden kullanılmasını öngören bu süreç ve yaklaşım, dünyada gelişmiş ülkelerden gelişmekte olan ülkelere doğru yayılmaktadır (Nguyen vd, 2019:154). Şehirsel alanlarda küresel iklim değişikliğinin etkileri daha fazla hissedilmektedir. Şehirlerin artan nüfusu iklim değişikliğinden daha fazla insanın etkilenmesine neden olacaktır. Dünya şehirlerini bekleyen iki önemli problem uzun süreli kuraklık ile sel ve taşkınlardır. Şehirsel alanlarda düşen yağmur suyu tutulmadığı için hızlı bir şekilde akıma katılmaktadır. Kırsal alanlarda ise yağışın akıma katılımı daha dengeli bir şekilde gerçekleşmektedir (Şekil IV).

Şekil IV. Kırsal ve Şehirsel Alanlardaki Yağış-Akım İlişkisi (Temsili)



Şehirsel alanlarda suyun doğru yönetimi oldukça önemlidir. Gelişmiş ülkelerde suya karşı olan tutum değişmektedir. Suyun en kısa sürede şehirden uzaklaşmasına dayanan gri altyapı yerine suyun tutulması, yeraltına sızdırılması ve ihtiyaç halinde yeniden kullanımını öngören yeşil altyapı sistemlerine dönüşmektedir. Yağmur suyu,

şehirden uzaklaştırılması gereken bir unsur yerine sürdürülebilirliğin başat aktörü olarak görülmektedir.

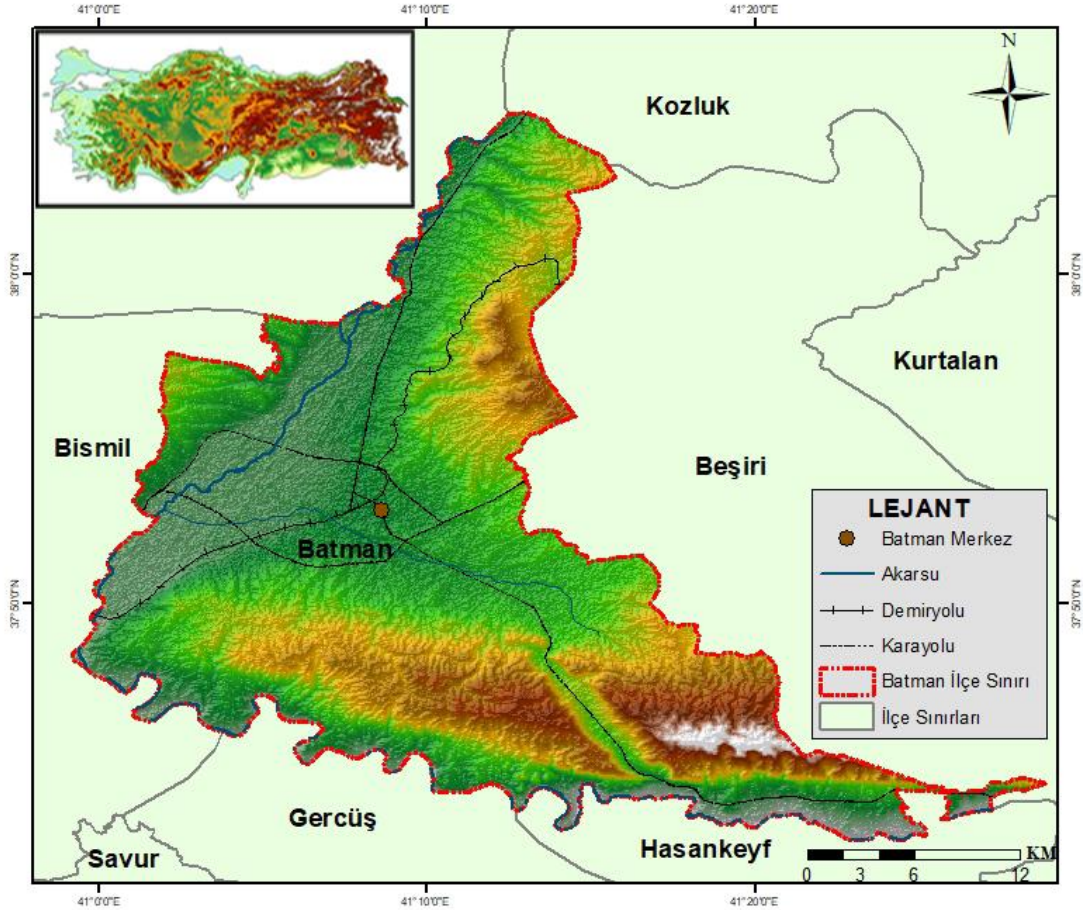
Yeşil altyapı yaklaşımında şehirleşmeyle beraber yok olan sulak alanların, ormanların, nehirlerin yerinin tekrar doldurulması, şehirdeki büyük veya küçük ölçekli boşlukların su ve biyoçeşitlilik unsurları dikkate alınarak yeniden tasarlanmasını amaçlamaktadır (Eşbah, 2022:2). Böylece şehrsel alanlarda hayatın yeniden filizlendiği, nefes alabileceğiniz birimler meydana getirilmiş olacaktır. Yerleşim birimlerindeki bu paradigmanın değişmesiyle kentlerdeki su yönetimiyle ilgili pek çok kavramın ortaya çıkmasını sağlamıştır. 1980 ve 90'lı yıllarda ortaya atılan yaklaşımlarda önceleri suyun iyi yönetim uygulamalarıyla başlamış daha suya duyarlı şehirlerden sürdürülebilir kentsel drenaj sistemlerine doğru bir dönüşüm gerçekleşmiştir (Eşbah, 2022:2). 21. yüzyılla beraber kentleşme oranları hızla artmış, kentler büyük nüfus yığınlarını barındıran merkezler haline gelmiştir. Yeşil alanlar hızla tüketilirken yapay yüzeyler, şehir yerleşimlerinin temel dokusu haline gelmektedir. Bundan dolayı kentsel alanlar yağmurun hızla toplandığı ve yüzeysel akışa geçtiği alanlar haline gelmektedir. Bu da şehirlerin sel ve taşkın riskini artırmakta ayrıca su, yer altına sızmadığı için depolanamamakta ve yağışsız dönemde su sıkıntısının yaşanmasına neden olmaktadır (Li vd., 2018: 1-2). İklimde meydana gelen değişimler insanların büyük bir çoğunluğunu barındıran şehirlerde daha fazla hissedilir olmuştur. Bir yandan ani sağanak yağışlar ve taşkınlar diğer yandan yıl içerisinde uzun süren kurak dönemler, şehirler üzerindeki baskısını giderek artırmıştır. Bu durum sünger şehir konseptinin ön plana çıkmasını sağlamıştır. Sünger şehir konsepti, şehrsel alanlardaki su problemlerini çözmek için alternatif çözümler sunmaktadır. Yeşil alanlar, parklar, çatılar, bahçeler ve yollar vasıtasıyla suyun yeraltına gönderilmesi, oluşturulan sulak alanlarla suyun korunması hedeflenmektedir. Yağmur sularının sel ve taşkın gibi doğal afetlere sebep olmayacak şekilde yer altına sızdırılması, depolanması ve arıtılarak yeniden kullanılması üzerinde durulmaktadır (Ekici, 2019:54). Temel olarak doğayı baz alan yüzeysel akış yerine yüzeyin geçirimsizliğini ön plana alan sünger şehir konsepti dünyada da ilgi uyandırmıştır. Dünyanın farklı ülkelerinde sünger şehir konseptiyle ilgili bilimsel çalışmalar artmış, şehirler geleceğe doğru taşınırken şehir planlarında yerini almaktadır. Sel ve taşkın olaylarından en fazla etkilenen ülkelerin başında Çin Halk Cumhuriyeti gelmektedir. Bu da “Sünger Kent” konseptinin Çin’de ortaya çıkmasına katkı sağlamıştır. Bu konseptte

kentin sahip olduğu su havzaları muhafaza edilmekte, kentsel su kalitesinin korunmakta ve suyun depolanması sağlanmaktadır. Su, şehirden koparılmaz ve şehir tarafında absorbe edilerek uyumlu bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çerçevede oluşturulan doğayla uyumlu alanlarla hem sel ve taşkınlar önlenmekte, su problemleri çözülmekte hem de diğer canlıların yaşama alanları korunmaktadır (Eşbah, 2021:17). Ayrıca şehirde yaşayan insanlar için şehrin karmaşasından uzaklaşabilecekleri rahatlama ve nefes alma alanları meydana getirilmiş olacaktır.

İlk kez 2014 yılında Çin’de, Konut, Kentsel-Kırsal Kalkınma Bakanlığı, sünger şehirlerin kurulmasına yönelik klavuz yayınlamış ve böylece Çin’de bu konseptte uygun planlar oluşturulmuştur (Lashford vd., 2019: 4). İlk önce gelişmekte olan Xiamen ve Vuhan gibi 16 şehirde bunu takip eden süreçte başkent Pekin ile Shenzhen ve Tianjin gibi Çin nüfusunun önemli bir kısmını barındıran 14 büyük şehirde pilot projeler hayata geçirilmiştir (Li vd., 2017:3). Ülkemizde de Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından çıkarılan imarla ilgili yönetmelikte doğrudan “Sünger Şehir” kavramına değinilmemekle beraber 2000 m²’den büyük alanlarda kurulacak tesislerde suyun yer altına sızdırılması, korunmasına ve arıtılarak yeniden kullanımına dair şartlar eklenmiştir (T.C. Resmi Gazete, 23 Ocak 2021, sayı: 31373). Ülkemizde hem bilimsel inceleme alanında hem de sünger şehir planlamasında yeterince çalışılmadığı görülmektedir. İncelenen bazı çalışmalarda sünger şehir inşaat programlarının planlanması ve uygulanmasındaki bazı eksiklikleri vurgulamıştır (Jia vd, 2017:11; Luo vd, 2020:269; Nguyen vd., 2019:215). Bu çalışmalar, Çin'deki tüm şehirlere uygulanabilecek evrensel bir sünger şehir inşaatı seçeneğinin olmadığını ortaya koymuştur (Jia vd., 2017:2). Bu çalışmalar, sünger şehir tesislerinin performansı ve inşaat sonuçlarının maliyet etkinliği hakkında niceliksel bilgi elde etmek için etkili bir izleme ve değerlendirme sisteminin eksikliğini de vurgulamıştır (Luo vd, 2020:263). Ayrıca, kentsel ekolojik çevreyi iyileştirmek ve korumak için yeşil ve gri altyapıyı (geleneksel kentsel altyapıyı) anlamlı bir şekilde entegre etmeye yönelik yöntem ve yolların eksikliği vardır. Her şehrin (bölgenin) kendine özgü ikliminin yanı sıra kendi politik, ekonomik durumu ve sosyal altyapısı vardır (Ding vd, 2023:2). Bu nedenle sünger şehir inşasının anahtarı, uygun tasarım programlarını belirlemek için farklı şehirler (bölgeler) için farklı tasarım programlarını değerlendirmek ve ardından bu programları optimize ederek bilimsel ve etkili sünger şehir inşaatı çözümleri elde etmektir.

Çalışma sahası olarak belirlenen Batman Şehri, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Diyarbakır Havzası'nın doğusunda yer almaktadır. Şehir, Tilmis Ovası'nın batısındaki Elih köyü çevresinde büyümüş ve günümüzdeki halini almıştır (Şekil V).

Şekil V. Çalışma Sahasının Konumu



Şehrin gelişimi son yüzyılda meydana gelen doğal ve ekonomik süreçlerle yakından ilişkilidir. El-Medine olarak bilinen yerleşme, 20. yy'ın başında Batman Çayı kenarında kurulmuştur. Verimli toprakları sayesinde gelişerek kaza merkezi olmuştur. Yerleşme 1926 yılında sel ve taşkın afetine maruz kalmıştır. Yerel halk, İkiztepe ve İluh köylerine taşınmak zorunda kalmıştır. Yaşanan göç olayından sonra büyüyen İluh köyü, 1940'larda Raman Dağı'nda petrolün bulunması ve ulaşım açılan Haydarpaşa-Kurtalan demir yolunun İluh'tan geçmesiyle hızla büyümeye başlamıştır. Batman, 1950'den önce küçük bir köy yerleşmesi iken Raman Dağında petrolün bulunmasıyla birlikte 1955'te belediye kurulmuş, 1957 Siirt İline bağlı bir ilçe olmuştur. Hızlı kentleşme süreciyle birlikte 16 Mayıs 1990 yılında il statüsüne kavuşmuştur (Zengin, 2005:25). 20. yüzyılın

ikinci yarısından sonra dünyada ve ülkemizde makineleşmeye bağlı olarak kentleşme hızı artmıştır. Ancak Batman Şehri gibi yüksek büyüme hızlarına erişen şehir sayısı oldukça sınırlıdır. Bundan dolayı Batman'ın kısa bir sürede kırsal bir yerleşmeden büyükşehir dönüşmesi şehrsel alanların etkilerini incelemek için güzel bir örnek oluşturmaktadır. Şehrin hızla gelişmesinde petrolün bulunması, kırsal alanlardan ve komşu ilçelerden göç alması etkili olmuştur (Tonbul ve Sunkar, 2008:2). Şehrin hızla büyümesi ve plansız-çarpık kentleşme, çevre kirliliği ve doğal afetler açısından olumsuz durumları da ortaya çıkartmıştır.

I. ÇALIŞMANIN AMAÇ VE ÖNEMİ

Günümüzde üzerine en fazla çalışma yapılan sorunlardan biri küresel iklim değişikliğidir. İklim değişikliği üzerinde insan faaliyetlerinin etkisi IPCC ve birçok bilimsel çalışmada incelenmiştir. İnsanların gerçekleştirdikleri faaliyetlerden dolayı atmosfere salınan sera gazlarının oranı artmakta ve iklimi zorlamaktadır. Küresel iklim değişikliği üzerinde etkili olan şehirler, nüfusları ve şehrsel alanlarıyla gün geçtikçe büyümektedir. Şehirler, oluşturdukları suni çevresel şartlarıyla güneşten gelen enerjinin daha fazla absorbe edilmesine, böylece şehirler yakın çevrelerindeki kırsal alanlara göre, daha sıcak bir ortamın oluşmasına neden olmaktadır. Şehirlerin meydana getirdiği bu şartların incelenip ortaya konması, meydana gelen sorunlara çözüm önerilerinin sunulması önemlidir. Bu yüzden 1940'larda küçük köy yerleşmesi olan Batman'da petrolün bulunmasıyla, yavaş yavaş şehirleşme süreci başlamıştır. 1960'larda belde ve daha sonra Siirt'e bağlı bir ilçe olan Batman, 1990'da il olmuştur. Bu süreçten sonra etrafındaki kırsal yerleşme ve şehirlerden hızla göç almıştır. Ancak bu şehir büyümesi plansız meydana gelmiştir. Batman, şehrin hızla büyümesi ve şehrin kuruluş yerinin hatalı olmasından dolayı yanlış arazi kullanımı, hava kirliliği, sel ve taşkın gibi sorunlarla karşı karşıyadır. Birikinti konisi üzerine kurulan Batman'da sanayileşme ve şehir alanlarının tamamı sel sularının etkisi altında kalabilmektedir. Batman'ın yüzleşmek zorunda olduğu en önemli sorunlarından birinin de hızlı kentleşme sürecinin ve sanayileşmenin yarattığı iklim değişikliğidir. Gelecekte iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek alanların başında şehrsel alanlar olacaktır. Şehrsel alanlar hem iklim değişikliğinin nedenlerinden biri hem de iklim değişikliğinden etkilenecek mekânlardır. Şehrsel alanların gelecekte maruz kalabileceği en önemli afetler, ani sağanak yağışlar ve uzun süren kuraklık

olacaktır. Buna çözüm olabilecek projelerden biri de Sünger Şehir Konseptidir. Yapılan literatür çalışmasında ülkemizde sünger şehirlerle ilgili tez çalışmasının olmadığı ve yapılan bilimsel makalelerin de oldukça sınırlı olduğu görülmüştür. Bu çalışmadaki öncelikli amaç; literatürde bu konuda oluşan boşluğa katkı sağlama ve sürekli sel ve taşkın afetlerine maruz kalan Batman’da, sünger şehir konseptinin nasıl uygulanabileceği konusunda çözüm önerileri sunmaktır.

II. KAPSAM

“İklim değişikliğinin etkilerine karşı sünger şehirler: Batman örneği” isimli tez çalışması, giriş ve sonuç kısmı hariç olmak üzere 4 bölümden oluşmaktadır.

Giriş bölümünde genel olarak küresel ısınma ve iklim değişikliğinin dünyaya, orta kuşağa, Türkiye’ye, Güneydoğu Anadolu Bölgesi’ne ve Batman’a olan etkilerinden bahsedilmiştir. Bu kısımda amaç, kapsam, materyal ve yöntem başlıkları bulunmaktadır. Ayrıca; literatür araştırmaları yapılarak, sünger şehir ve taşkınlarla ilgili kaynaklara yer verilmiştir.

Birinci bölümde sünger şehir konseptini etkileyebilecek olan coğrafi şartlara değinilmiştir. Jeoloji başlığı altında; formasyonlar, litostratigrafi ve tektonik etkilere bakılmıştır. Daha sonra yüzeysel akış açısından önemli olan jeomorfolojik faktörler incelenmiştir. Ayrıca, vejetasyon örtüsü, toprak özellikleri, CORİNE arazi kullanım yöntemi ve arazi kabiliyet sınıfları değerlendirilerek, sahayı sel ve taşkın açısından etkileyebilecek durumlar ortaya konmuştur.

İkinci bölüm sünger şehir konseptinin ana bölümlerinden birisi olan iklim elemanlarıdır. Sıcaklık, yağış, basınç ve rüzgâr faktörleri değerlendirilerek sahanın taşkın ve sel oluşturabilecek potansiyeli belirlenmiştir.

Üçüncü bölümde sahanın hidrografik özellikleri incelenmiştir. Bu başlık altında; hidrometrik analizler, morfometrik analizler ve akarsu rejimi değerlendirilmiştir.

Dördüncü bölümde tüm bu parametrelerin ışığında sahanın sünger şehir konsepti ortaya konulmuştur.

Sonuç bölümünde ise tüm bu aşamalar değerlendirilmiş ve çözüm önerileri sunulmuştur.

III. MATERYAL

Çalışma, 3 aşamada gerçekleştirilmiştir. Literatür tarama, arazi çalışmaları, veri toplama kısmı ve toplanan verilerin çeşitli programlarla görselleştirilmesi aşamasıdır.

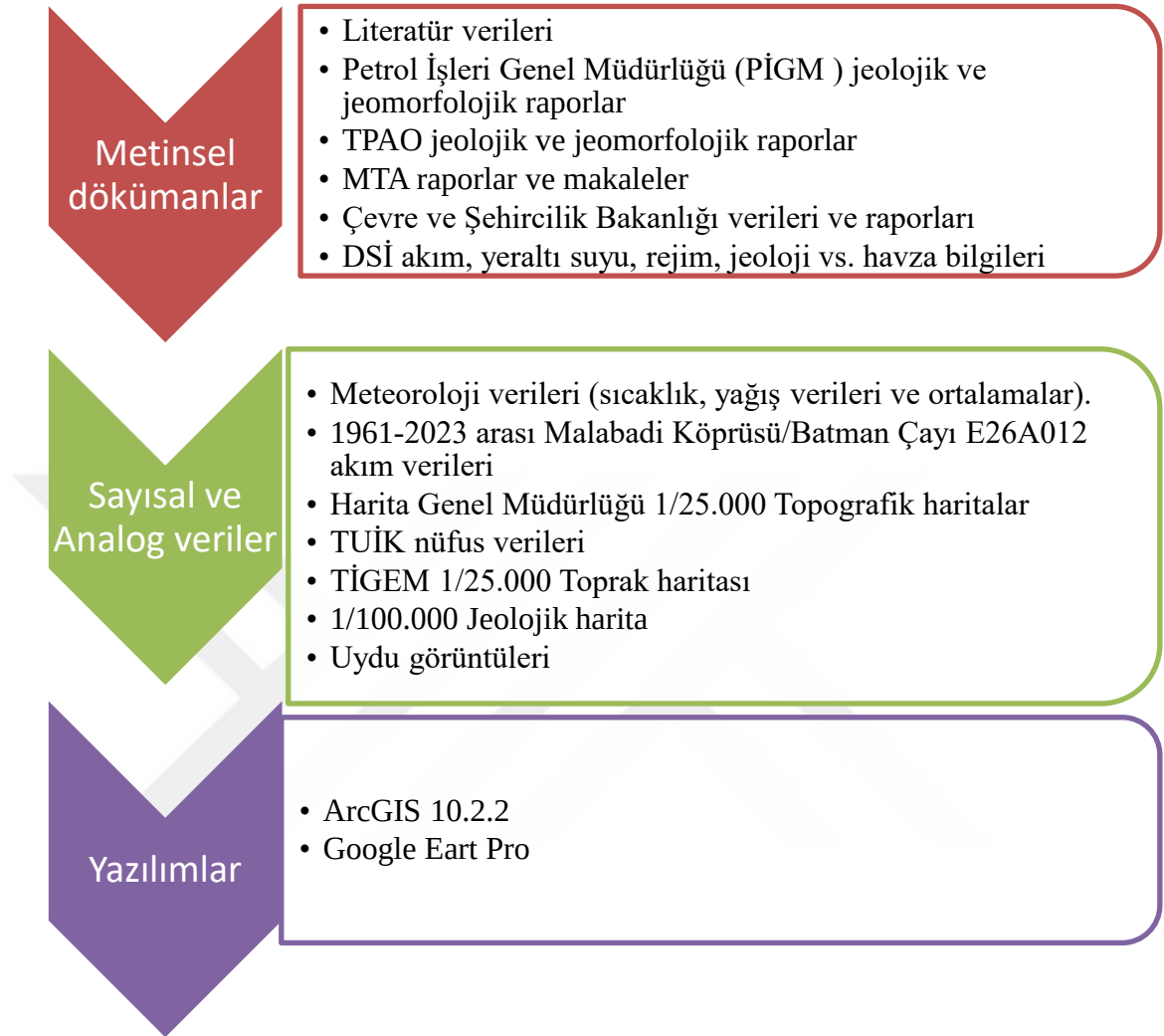
Şekil VI. Kıra Dağı'nda Litostratigrafi ile Alakalı Yapılan Arazi Çalışması



Öncelikle hem çalışma konusu hem de çalışma sahası ve çevresi ile alakalı literatür özenle taranmış ve coğrafi bir perspektifle değerlendirilmiştir. Bu amaçla, farklı zamanlarda arazi çalışmaları düzenlenmiştir (Şekil VI).

Tüm bu çalışmalar esnasında çeşitli kurumlardan dokümanlar, raporlar ve sayısal veriler alınmıştır. Bu materyalleri 3 başlık altında toplayabiliriz. Bunlar; metinsel dokümanlar, arazi çalışmaları sırasında toplanan ya da çeşitli kurumlardan alınan analog ve sayısal veriler ve materyallerin işlendiği ofis bölümünde kullanılan yazılım ve programlardır (şekil VII).

Şekil VII. Çalışmada kullanılan materyaller



Meteoroloji Genel Müdürlüğünden; Batman, Siirt ve Mardin'in 1970-2024 yılları arası 07-14-21 günlük sıcaklık verileri alınmıştır. Bu veriler Office programında çeşitli grafik ve tablo haline getirilmiştir. Bu sıcaklık verilerinden günlük, aylık, yıllık ve uzun yıllık ortalama sıcaklık verileri hesaplanmıştır. Meteorolojik bir verinin kullanılmasında aranacak şartlardan birisi olan farklı nokta ve yükseltilere ait verilerin daha iyi sonuç vereceği dikkate alınarak, çalışma sahası için; Siirt, Mardin ve Batman verileri kullanılmıştır. Batman'ın ilçelerinde istasyonlardaki veriler kısa süreli ya da kesintili olduğu için kullanılamamıştır. Sıcaklık ile alakalı sahanın maksimum ve minimum günlük verileri de alınmıştır. Bu veriler aynı zamanda kıyaslama ve iklim tipinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Bu doğrultuda sahanın sıcaklık frekansları ve Thornthwaite su bilançosu yöntemi belirlenmiştir. Ayrıca sahanın bülten verilerinden

yağış ve buharlaşma açısından önemli olan basınç ve rüzgâr elemanlarının grafikleri hazırlanmıştır. Son olarak günlük yağış verilerinden; sahanın aylık, yıllık ve uzun yıllık toplam ortalamaları çıkarılmıştır. İklim aşamasında son olarak sünger şehir konsepti ve taşkın açısından önemli olan sağanak yağış grafiği yapılmıştır.

Harita Genel Müdürlüğü'nden (Ulusal Haritacılık Kurumu) sahanın 1/25.000'lik; L46c3, L46d3, L46d4, M45b2, M45b3, M46a1, M46a2, M46a3, M46a4, M46b1, M46b3, M46b4, M46c1, M46c2, M46d1, M46d2, m47d1 topografya paftaları alınmıştır. Bu paftalar üzerinden ArcGIS 10.2.2 yazılımı kullanılarak sahanın DEM haritası (A Digital Elevation Model) üretilmiştir. Sayısal yükselti modeli temel alınarak çalışma sahasının; lokasyon, jeomorfoloji, eğim, bakı, yükselti, nüfus, hidrografya, akarsu havzaları, arazi kabiliyet sınıflandırması, çatalanma oranı, drenaj yoğunluğu, TWI, hidrojeoloji haritaları yapılmıştır.

Uydu görüntüleri kullanılarak sahanın bitki varlığı haritası üretilmiştir.

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğünden 1/100.000'lik; L46, M45, M46ve M47 paftaları alınarak jeoloji ve tektonizma haritası üretilmiştir. Haritayı yorumlamak için; L46 Muş paftası rapor no:71, M45 Mardin paftası rapor no:70, M46 Mardin paftası rapor no:69, M47 Mardin paftası rapor no:66 dokümanları temin edilerek jeoloji, stratigrafi ve tektonizma açıklamalarında kullanılmıştır. Ayrıca; Petrol İşleri Genel Müdürlüğü ve Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı'ndan çeşitli petrol ve maden arama raporları alınmıştır.

Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü'nden çalışma sahasının sayısal toprak verileri alınarak, toprak grupları belirlenmiştir.

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nden, E26A012 numaralı Batman Çayı Malabadi Köprüsü İstasyonu'ndan 1961-2023 arası akım verileri temin edilerek, sahanın hidrometrik analizleri ve akım-rejim durumu belirlenmiştir.

Avrupa Komisyonunun geliştirdiği CORINE (Çevre Hakkında Bilgi Koordinasyonu) arazi örtüsü verileri kullanılarak, çalışma sahasının 1990 ve 2018 arazi kullanımı haritaları yapılmıştır.

Tüm bu materyaller, arazi çaişmaları ile desteklenerek çeşitli programlarla görselleştirilmiş ve yorumlanmıştır.

IV. METOD

Çalışma sahasının fiziki özelliklerinin ortaya konabilmesi için inceleme alanının Harita Genel Müdürlüğü'nden elde edilen 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritaları ArcGIS programında koordinatlandırılarak sayısallaştırılmıştır. Daha sonra USGS sitesinden indirilen yüksek çözünürlükteki dem verileri dönüştürülerek çalışma sahasının yükselti, bakı, eğim gibi temel haritaları oluşturulmuştur.

Jeoloji haritası Maden Teknik Arama (MTA)'dan elde edilen jeoloji haritalarının ArcGIS programında sayısallaştırılması ve daha önce elde edilen topoğrafya paftalarındaki verilerin işlenmesiyle oluşturulmuştur.

Toprak ve Arazi Kabiliyet Sınıfları Haritası, Tarım ve Orman Genel Müdürlüğü'nden elde edilen verilerin ArcGIS programında işlenmesiyle elde edilmiştir.

Topografik Nemlilik Haritası(TWI), daha önce elde edilen DEM verileri üzerinde hidroloji analizleri yapılarak elde edilmiştir. Topografik nemliliğin hesaplanmasında Dem üzerine önce Spatial Analys Tools>Surface>Slope basamaklarıyla eğim değerleri oluşturulmuştur. Slope katmanı, Spatial Analys Tools>Mal Algabre>Rater Calculator sekmesinde;

$\tan(("Slope_tif3" * 1.570796) / 90)$ formülüyle işlenmiştir. Yeni oluşturulan katman üzerine aynı işlem bu sefer;

$\text{Con}(\text{eğim_rad} == 0, 0.001, \text{eğim_rad})$ formülü ile işlenmiştir.

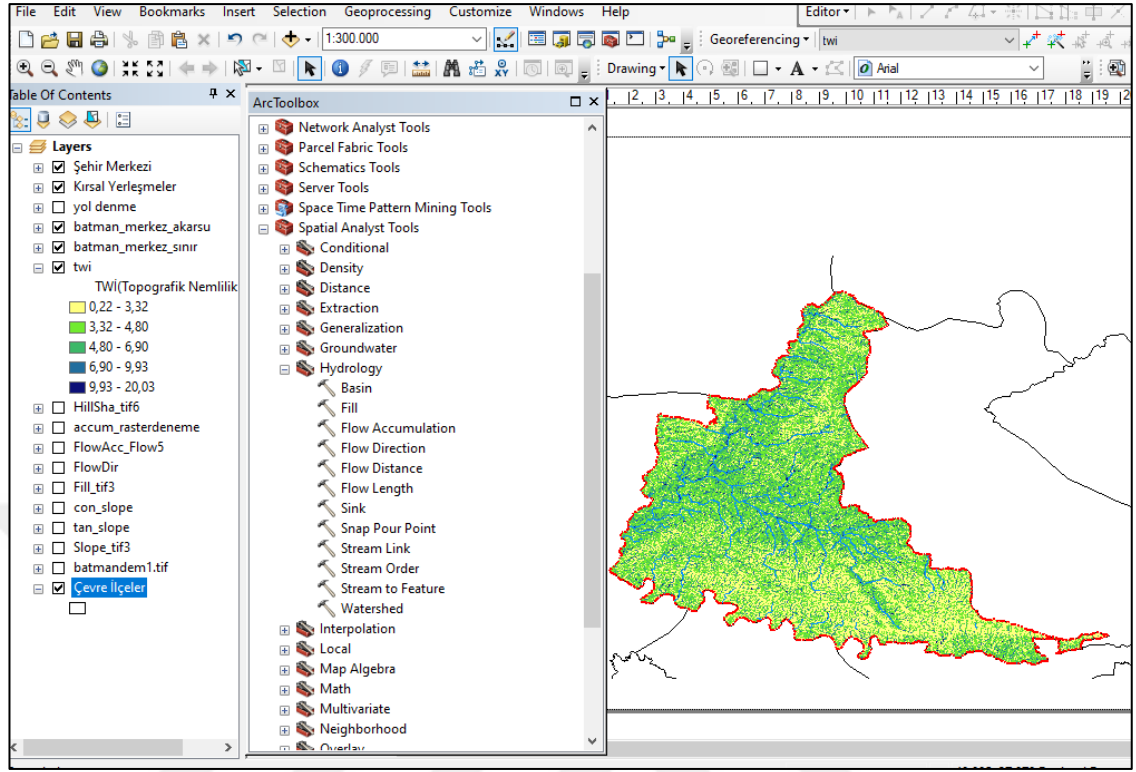
Daha önce oluşturulmuş Dem katmanı üzerinde, Spatial Analys Tools>Hydrology sekmesinden sırasıyla; Fill, Fill Direction, Flow Accumulation işlemleri yapılmıştır. Flow Accumulation işlemi yapıldıktan sonra oluşan yeni katman üzerine tekrar Spatial Analys Tools >Mal Algabre>Rater Calculator sekmesinde bu sefer;

$(\text{"FlowAcc_Flow5"} + 1) * 0.00028$ (bu değer, accumulation>source>cell size kısmına göre belirlenir) formülü işlenmiştir. Yeni oluşan katman üzerine daha sonra;

$\ln(\text{accum_raster} / \text{eğim_tan})$ formülüyle işlem yapılmıştır.

Yeni oluşturulan katman renklendirilerek Topografik Nemlilik İndeksi oluşturulmuştur (şekil VIII).

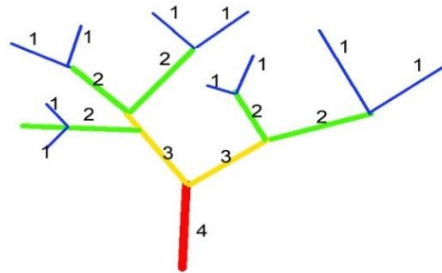
Şekil VIII. Topografik Nemlilik Haritası Oluşturma Süreci



Akarsu Çatallanması için Strahler'in yöntemi kullanılmıştır. Derecelendirme en küçük akarsudan başlayıp ana akarsuya doğru artmaktadır. Yan kolu bulunmayan en küçük akarsuyun derecesi 1'dir. Derecesi 1 olan akarsuların birleşmesiyle 2 dereceli akarsular oluşur. Derece ana akarsuya doğru artmaktadır (Şekil IX).

Arcgis programı üzerinden Çatallanma oranı haritası oluşturulurken sırasıyla Spatial Analys Tools>Hydrology>Basin ve Watershed sekmeleri kullanılarak oluşturulmuştur.

Şekil IX. Strahler'e Göre Akarsu Çatallanma Derecesi



$$R_b = N_u / N_{u+1}$$

Yağış ve sıcaklık haritalarının oluşturulmasında Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilen 1959-2023 dönemi iklim verilerinden yararlanılmıştır. Arcgis'de sıcaklık haritası için Lapse Rate; yağış haritası içinse Schreiber formülü kullanılmıştır.

Yağış İçin kullanılan Schreiber Formülü (Dönmez, 1990:5);

$$P_h = P_0 + (H_a - H_b) * 54 / 100$$

Ph: Yükseltisi belirlenen noktanın yağış miktarı

Po: Belirlenen istasyon Yıllık Yağış Ortalaması

Ha: Yağışı belirlenecek noktanın yükseltisi

Hb: Belirlenen istasyon yükseltisi

54/100: Ortalama 100 metrede 54 mm yağış artacağını belirten katsayı

Sıcaklık İçin kullanılan Lapse Rate Formülü (Dönmez, 1990:6);

$$W_a = W_b - (H_a - h_b) * x / 100$$

Wa: Düzeltilmiş Sıcaklık Ortalaması

Wb: İstasyon yıllık sıcaklık ortalaması

Ha: Düzeltilmiş sıcaklığı alınacak noktanın yükseltisi

Hb: İstasyon Yükseltisi

x/100: Mevsime göre her 100 metrede sıcaklığın azalacağını belirten katsayı

Formül; Yıllık Ortalama için 100 metrede 0,5 °C

Ocak ayı için 100 metrede 0,4 °C

Temmuz ayı için her 100 metrede 0,6 °C düşürülerek işlenmiştir.

İlk önce daha önce oluşturulan Dem verisi üzerinden Data Management Tools>Feature, Class>Create Random Points sekmesinden rastgele noktalar oluşturulmuştur. Sonra Dem verisinden yararlanarak noktaların yükseltisi belirlenmiştir. Yükseltisi belirlenen noktalar katmanına sağa tıklayıp open attribute table>add field

deyip yeni bir sütun oluşturulmuştur. Oluşturulan sütun üzerine sağa tıklanıp Field Calculator sekmesinden yağış veya sıcaklık formülleri girilerek yükseltiye göre sıcaklık ve yağış verileri oluşturulmuştur. Böylece gerekli renklendirmeler yapılarak haritalar oluşturulmuştur.

Çalışma sahasına ait güncel litoloji ve jeolojik formasyon verileri kullanılarak Hidrojeoloji haritası üretilmiştir. Sahada geçirimsizlik düzeyleri belirlenirken, ArcMap 10.2.2. programı üzerinde 'Interpolation' modülü kullanılarak 'Ters Mesafe Ağırlıklandırması (IDW)' enterpolasyon yöntemi kullanılmıştır.

V. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

“Exceptional years: a history of California floods and drought” adlı çalışmada Güney Kaliforniya’da meydana gelen sel ve kuraklık felaketlerine değinilmiştir. 1811 yılından beri belli aralıklarla sel felaketlerinin meydana geldiğine ve bunları kurak dönemlerin izlediğine değinilmiştir (Guinn, 1890:33).

“Tokat ve Amasya çevresinde su ve orman münasebetleri ve bunlara göre alınması lazım gelen tedbirler” adlı çalışmada Çoruh Nehri ve çevresinde meydana gelen sel ve taşkınların üzerinde ormanların tahrip edilmesinin etkili olduğuna, neredeyse her yıl meydana gelen sel ve taşkınların tarımsal alanlarda maddi zararlara sebep olduğuna değinmiştir (Peker1956:84).

“The effect of urbanization on floods of different recurrence interval” isimli çalışmada kentleşmenin sel ve taşkınlar üzerindeki etkisi araştırmıştır. Yapılan çalışmaların, bir havzanın kentleşmesinin bir nehrin taşkın özelliklerini büyük ölçüde değiştirebileceğini göstermiştir. Çalışmada kentleşmeyi takiben taşkın akışlarındaki artış ile havzanın asfaltlanmış yüzdesi ve taşkın tekrarlama aralığı arasındaki genel ilişki gösterilmektedir. Asfaltlanan yüzeyin havza alanında artmasıyla sel ve taşkın riskinin artacağı öngörülmektedir. Genel olarak küçük taşkınlar kentleşmeyle 10 kat artabileceği 100 yıllık bir tekrarlama periyoduna sahip taşkınların, havzanın %30'unun asfaltlanmasıyla iki katına çıkabileceğine değinilmiştir (Hollis, 1975:431).

Milly vd (2002:514) “Increasing risk of great floods in a changing climate” adlı çalışmayı yayımlamıştır. İncelemede atmosfer bileşiminde meydana gelen antropojenik değişimlerin iklim değişimlerine neden olduğu vurgulanmaktadır. Buna bağlı olarak su

döngüsünün yoğunlaşmasına bağlı olarak sel riskinin arttığını belirtmiştir. Çalışmada antropojenik iklim değişikliğinin sayısal simülasyonları kullanılarak büyük sel riskindeki değişiklikler araştırılmış ve 20. yüzyılda gerçekleşen büyük sel felaketlerinin arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Çin'in su yönetimi bazlı ekolojik yaklaşımından önce yapılan bazı çalışmalara bakıldığında sünger şehir kavramının daha çok çevresindeki nüfusu, göç yoluyla kendine çekerek büyüyen şehirleri tanımlamak için kullanıldığı görülmektedir. Alexander ve Mercer (2007:229)'in yayınladığı "Internal migration in Victoria, Australia testing the 'Sponge City' model" adlı çalışmada Avustralya'nın kırsal kesimindeki az sayıda büyük kasabayı karakterize etmek için sünger şehir kavramını kullandığını belirtmiştir. Eyalet başkentlerinin sayısı, görünüşe göre çevredeki kırsal alanlardan ve daha küçük bölgesel kasabalardan gelen göçmenleri 'emerek' büyüdüğünü vurgulamaktadır.

"The sponge city hypothesis: does it hold water?" adlı çalışmada o dönemde Sünger şehirler kavramı medyada, politika alanında ve akademide büyük ilgi gördüğüne değinmiştir (Argent vd. 2008:109). Bu görüş, bazı bölgesel merkezlerin çevredeki alanlardan nüfusu ve ticareti 'emdiği' ve böylece nüfusun azaldığı alanlardaki büyüme 'vahaları' olarak ortaya çıktığı fikrine dayandığını belirtmiştir.

Sünger şehir kavramının Çin'dekiyle tamamıyla aynı olmasa bile önceki bazı çalışmalarda kullanıldığı görülmüştür. Vaon Rooijen vd.'nin (2005:81) "Sponge city: water balance of mega-city water use and wastewater use in Hyderabad, India" adlı çalışmada Haydarabat özelinde şehirlerin ortaya çıkan su kıtlığına karşı nasıl müdahale edilebileceği, şehrsel su kullanımının tarımsal su kullanımını nasıl etkileyebileceği üzerinde durulmaktadır. Şehirleşmenin artmasıyla birlikte atık su sulamanın nasıl daha sürdürülebilir ve güvenli hale getirilebileceği konusunda durulması gerektiği vurgulanmaktadır.

"Build sponge eco-cities to adapt hydroclimatic hazards" adlı araştırmada dünya nüfusunun istikrarlı bir şekilde arttığını ve çoğunluğun şehirlerde yaşadığını belirtmektedir (Liu vd., 2015:1). Hızla büyüyen şehirler artan hidroklimatik tehlikelerle karşı karşıyadır. Çalışmada; taşkın önleme, su kaynaklarının yenilenmesi, ısı adasının azaltılması, biyolojik çeşitliliğin geliştirilmesi, hava ve su kalitesinin iyileştirilmesi konularında kapasitelerini artırmak amacıyla şehirleri sünger eko-şehirlere dönüştürmeyi

önermektedir. Kentsel üstyapıların yük taşıyan, geçirgen, nefes alabilen ve sürdürülebilir üstyapılarla değiştirilmesi öneri olarak sunulmaktadır. Su ve havanın toprağın altına ulaşmasıyla yeraltı ekosistemi gelişerek kentsel biyolojik çeşitliliği zenginleştireceğine değinilmektedir.

Çin'in ekolojik temelli sünger şehir yaklaşımından sonra çalışmaların tüm dünyada bu yönde yoğunlaştığı görülmüştür. Li vd.(2017:1)'nin "Sponge city construction in china: a survey of the challenges and opportunities" adlı çalışmalarında Çin'deki sünger kentler incelenmiş, anketler yapılmış ve bu anketler sonucunda sünger kentlerin inşaatında ortaya çıkan sorunlara değinilmiştir. Anket sonuçları, sünger şehir programının kentsel çevreye sağlayabileceği umut verici faydalara rağmen, sünger şehir programının geniş ölçekli uygulamasını ve uzun vadeli başarısını engelleyebilecek fiziksel, teknik, finansal, yasal birçok zorluğun mevcut olduğunu göstermektedir. Sünger şehirler planlanırken bu tür sorunların dikkate alınması sürecin daha başarılı bir şekilde yürütülmesini sağlayacaktır.

"Sponge city in China breakthrough of planning and flood risk management in the urban context" isimli makalede sünger şehir konseptini ve gelişimini açıklamakta ve Çin'deki kentsel arazi kullanımı planlaması ve kentsel su yönetimi uygulamalarının dönüşümünün sonuçlarını değerlendirmektedir (Chan vd., 2018:772). Sünger şehir konsepti sürdürülebilir su kullanımı ve daha iyi taşkın kontrolünü amaçlamaktadır. Belirtilen hedeflere ulaşmak için sünger şehir konseptinin üç temel amacının olduğu belirtilmektedir; İlki kentsel yoğun su akışının etkili kontrolünü geliştiren ve yağmur suyunu geçici olarak depolayan, geri dönüştüren ve arıtan konseptlerini benimsemek ve geliştirmektir. İkincisi taşkınlara karşı daha dirençli altyapı kullanarak geleneksel drenaj sistemlerini geliştirmek (örneğin yer altı su depolama tankları ve tünellerinin inşası), azami deşarjları dengelemek ve aşırı yağmur suyunu azaltmak için mevcut drenaj koruma standartlarını arttırmak ve son olarak doğal su kütlelerini birbirine entegre ederek ek yapay su kütleleri ve yeşil alanlar sağlamak ve böylece drenaj tasarımında çok işlevli hedefleri teşvik etmektir.

"Implementation of a specific urban water management-sponge city" adlı makalede; birçok ülkede iklim değişikliği, hızlı kentleşme ve uygunsuz kentsel planlama politikaları, sel felaketleri, su kirliliği ve su kıtlığı gibi kentsel suyla ilgili sorunlara yol

açtığına değinmektedir (Nguyen vd., 2019:147). Bu makale geleneksel kentsel su yönetimiyle ilgili yaklaşımları eleştirel bir şekilde değerlendirmekte daha sonra sünger şehir konsepti ve benimsenmesi, sınırlamaları ve fırsatları kapsamlı bir şekilde değerlendirmek için incelenmektedir. Sünger şehrin kentsel su kaynaklarının sağlanması (1), ekolojik su yönetimi (2), yeşil altyapılar (3) ve kentsel geçirgen kaldırım (4) olmak üzere dört ana prensibi olduğu belirtilmektedir. Sünger şehir tasarımı ve planlamasındaki belirsizlikler ve finansal yetersizlikler sünger şehir konseptinin başarısızlığa uğrama riskini taşıyabilecek en ciddi sorunlardır. Önemli engeller mevcut olsa da sünger şehri hayata geçirme fırsatları ortadadır. Sünger şehir çoklu ekosistem hizmetlerini elde etmek için havza ölçeklerinde uygulanmalı ve farklı karar seviyelerine veya havza özelliklerine bağlı olarak esnek olmalıdır.

Sünger kentle ilgili bibliyometrik analizler gerçekleştirmiş ve ulaştığı sonuçlara göre, sünger kent üzerine yapılan araştırma makalelerinin sayısının son 10 yılda (1998-2020) yıldan yıla arttığını, bilimsel araştırmalarda büyük ilgi gördüğünü anlaşılmaktadır (Zha vd., 2021:1).

“Sponge city strategy and application of pavement materials in sponge city” adlı çalışmada sünger şehrin durumu kısaca belirtildikten sonra sünger şehirler için önemli bir konu olan geçirgen yüzeyler kavramı üzerinde durulmuştur (Guan vd., 2021:2). Burada şehirde önemli bir alan kaplayan kaldırımların geçirgen olup olmaması nasıl bir etki yaratacağı araştırılmıştır. Sonuç olarak geçirgen kaplamaların geleneksel kaplamalardan daha çevre dostu olmadığı ancak su arıtma, trafik gürültüsünün azaltılması, kentsel ısı adasının azaltılması ve atık malzemelerin geri dönüştürülmesi gibi bazı belirgin faydalara sahip olduğu belirtilmiştir.

“Kentsel sürdürülebilirlik, dirençlilik ve iklim değişikliğiyle mücadele bağlamında yerel yönetimler üzerine bir değerlendirme” adlı çalışmada yerel yönetimlerin gelecekte yaşanabilecek kentsel sorunlarla ilgili çözüm önerilerini araştırılmıştır (Tuğaç, 2021:38). Çalışmada yeşil alt yapının iklim kriziyle mücadelede oynayabileceği rol üzerinde durulmaktadır. Yeşil altyapının ekosistemle uyumlu sürdürülebilir bir kent yaşamı için önemli olduğu; hava kalitesi, su arıtma, sera gazı azaltımı ve rekreasyon alanların artması gibi önemli katkıların sağlandığını vurgulanmaktadır.

“Sünger şehirler” adlı derleme makalede sünger şehir kavramını açıklanmakta sünger şehrin ortaya çıkış sürecine değinilmektedir (Eşbah, 2022:99). Ülkemizin su ile ilgili uluslararası düzeyde gelişmeleri takip ettiği ancak şehir planlaması ve kent tasarlaması konusunda yetersiz kalındığına vurgu yapmaktadır. Daha önce şehir kanalizasyon sistemlerinin suyun bir an önce tahliye edilmesine odaklanmışken sünger şehirlerde suyun hasat edilmesi depolanması ve tutulması ön plana çıktığını belirtmektedir.

“Sünger kentlerde suyun geri dönüşümü politikaları” adlı makalesinde gelecekte şehirleri bekleyen en önemli sorunlardan birinin içme suyu temini olacağını belirtmekte gelecekte kentlerde yaşanacak su kıtlığına karşı yerel yönetimlerin su yönetimi ve atık suların geri dönüşümü konusunda politikalar geliştirmeleri gerektiğine değinmektedir (Bostancı, 2022:10). Geleceğin kentlerinde ekolojik şehir modellerinin ön plana çıkacağı ön görülmektedir. Bu modeller içinde sünger şehir konsepti suyun absorbe edilmesini ve geri dönüşümünü temel alan bir yaklaşım olduğunu belirtmektedir.

“21. yüzyılda kente ilişkin olarak ortaya çıkan yeni kavramlar” adlı makalelerinde milenyum çağında ortaya çıkan şehrsel kavramlar incelenmiştir. Bu kavramlar içinde ‘yedek kent’, ‘wifi kent’, ‘dirençli kent’, ‘15 dakikalık kent’, ‘öğrenen kent’, ‘pandemi sonrası kent’ ve ‘sünger kent’ gibi geleceğin şehrsel kavramları açıklamaktadır (Gürsoy ve Sadioğlu, 2022:45). Burada sünger şehirlere değinilirken daha iyi su yönetimi için yenilikçi bir çözüm önerisi olduğu ve ilk kez Çin’de ortaya çıktığı, Çin’in sünger şehir konseptini daha fazla sahiplendiği belirtilmektedir. Çin’de aşırı yağışlı dönemin ardından uzun süreli kuraklıkların yaşandığı bu da suyun kontrolü konusunda çalışmalara ihtiyacın doğmasına neden olmuştur. Sel felaketine sebep olabilecek aşırı yağışların afet meydana getirmeden toplanması, depolanması daha sonra da geri dönüştürülmesini esas alan sünger şehirler bu çalışmalara öncülük ettiğine değinmektedir.

“Designing with ecosystem modelling: the sponge district application in ‘Izmir, Turkey” adlı çalışmada küresel iklim değişikliğinin şehirlerde sel ve taşkın afetlerinin artmasında etkili olduğu vurgulanmıştır (Salata ve Aslan, 2022:1). Toprağın hidrolojik iletkenliği, arazi kullanımı haritalarından yararlanılarak oluşturulmuş ve sünger şehir konseptinin uygulanması için değerlendirilmiştir.

“Ecosystem-based adaptation to address urbanization and climate change challenges: the case of China’s sponge city initiative” isimli makalelerinde hızlı kentleşme ve iklim değişikliğinin bir şehrin sürdürülebilir kentsel kalkınmayı hedeflerken karşılaştığı iki büyük zorluk olduğunu belirtmektedir (Ma ve Jiang, 2023:268). Ekosistem temelli uyum uygulamaları dünya çapında önemli bir kentsel gelişim stratejisi olarak giderek daha fazla tanınıp benimsenmektedir. Küresel ölçekte, ekosistem temelli uyum çalışmaları, kentsel gelişimin çevresel etkilerini azaltmak, iklim direncini artırmak ve yeşil kentsel geçişi ve sürdürülebilirliği teşvik etmek için şehirler tarafından giderek daha fazla tanınmakta ve benimsenmektedir. Bu makale, şehirleşme ve iklim değişikliğinin su ile ilgili zorluklarını ele almak için ekosistem temelli bir yaklaşımın (sünger şehir gelişimi) uygulanmasında Çin’in durumunu sunmaktadır.

“Application of sponge city strategies in flood susceptible areas; Hatay, Antakya example” adlı çalışmada, Kahramanmaraş depreminden sonra büyük bir yıkımı uğrayan Hatay şehrinin yeniden imarı sırasında sel ve taşkın duyarlılığın fazla olduğu alanlarda bu riskin azaltılması için sünger şehir konseptinin uygulanması gerektiği belirtilmektedir (Aksoy, erken ve Sökmen, 2024:1).

BİRİNCİ BÖLÜM

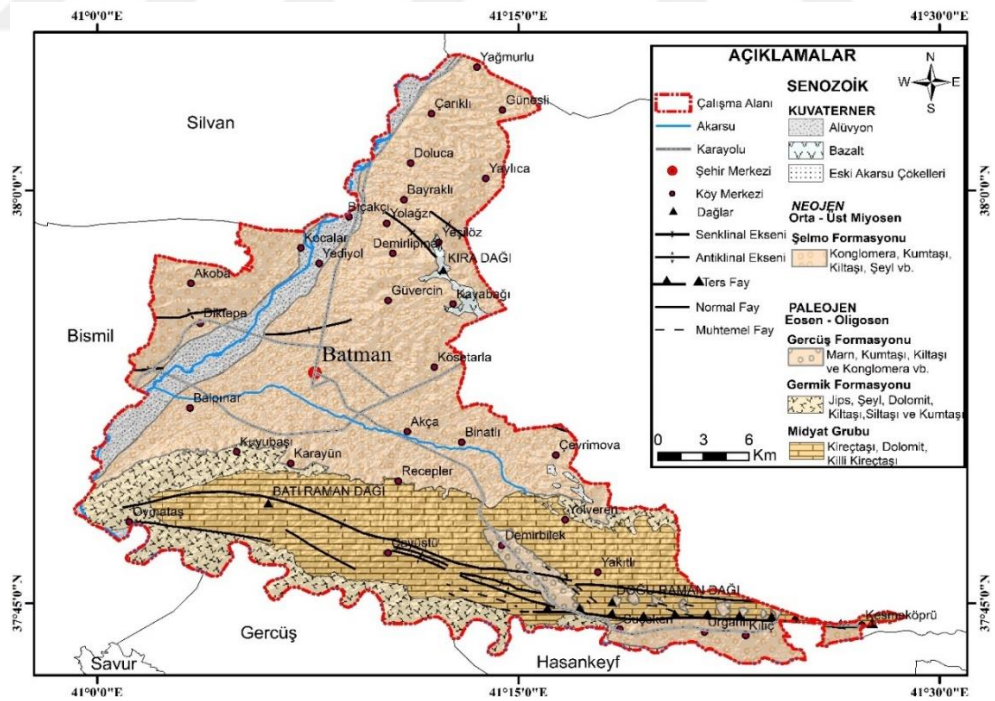
1. COĞRAFİ FAKTÖRLER

1.1. JEOLojİK ÖZELLİKLER

1.1.1. Stratigrafi

Çalışma alanı jeolojik olarak incelendiğinde Neojen ve kuvaternere ait arazilerin hâkim olduğu görülmektedir. Batı Raman Dağı'ndaki Hoya Formasyonu, Batı Raman Dağı'nın kuzeybatı ve güneyinde yüzeylenen Germik Formasyonu, Batman merkez çevresinde çalışma alanının önemli bir kısmını oluşturan Şelmo Formasyonu, kuzeydoğuda dar bir alanda görülen Plio-Kuvaterner yaşlı bazaltlar, Batman Çayı ve İluh Deresi'nin oluşturduğu kuvaterner birimleri yayılış göstermektedir (Şekil 1.1). Batman şehir merkezinin kurulduğu alana bakıldığında ise Üst Miosen-Pliosen yaşlı Şelmo Formasyonu ile kuvaterner birimlerinin yüzeylendiği görülmektedir.

Şekil 1.1: Batman Jeoloji Haritası



1.1.1.1. Midyat (Hoya) Formasyonu (Teom)

Hoya Formasyonu, Batı Raman Dağı'nda kireçtaşı ile dolomitik kireçtaşlarıyla yüzeylenmektedir (Şekil 1.2). Hoya formasyonu Alt Eosen-Alt Oligosen döneminde

meydana gelmiştir. Kalınlığı Batman-Hasankeyf arasında 228 metreye kadar çıkmaktadır (Yılmaz ve Duran, 1997:305). Dolomitlerin ekonomik olarak değerlendirilmesi konusunda yapılan bir çalışmada dolomitlerin azda olsa kalsit minerali içerdiği tespit edilmiştir (Çelik vd., 2018:411).

Şekil 1.2: Batman Hasankeyf yolu üzerindeki Midyat (Hoya) Formasyonu



1.1.1.2. Germik Formasyonu (Tog)

Germik Formasyonu, Batı Raman Dağı'nın kuzeybatı ve güney kesimlerinde, Hoya Formasyonunu çevreleyecek şekilde görülmektedir. Kireçtaşı, şeyl ve jipsle karakterize olmaktadır. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, maden aramalarında pek çok kuyu açmaktadır. Yörede açılan sondaj kuyusunda Germik Formasyonu; silt, dolomit, şeyl ve jips ardalanmasından meydana geldiği görülmüştür. Germik Formasyonu Midyat grubu içerisinde yer almaktadır. Midyat grubunun Üst-Eosen-Oligosen döneminin evaporitik evresinde meydana gelmiştir (Yılmaz ve Duran, 1997: 315).

1.1.1.3. Şelmo Formasyonu (Tmş)

Şelmo Fortmasyonu, Üst Miosen-Alt Pliosen yaşlıdır. Kumtaşı, çamurtaşı ve konglomera ardalanmasından oluşan Şelmo Formasyonu çalışma alanının önemli bir kısmını kapsamaktadır. Batman şehir merkezi de bu formasyon üzerinde kurulmuştur (Şekil 1.3). Raman Dağı'nın eteklerinde ince olan birimin kalınlığı merkeze doğru artmaktadır. Kalınlığı 300-800 metreye kadar çıkmaktadır. Formasyonun alt kısmında

çamurtaşı, kumtaşı ve jips ardalanırken üst kısmında şeyl, kumtaşı ve çakıltası tabakalanmaktadır (Gümüş Kıran, 2019:7).

Şekil 1.3: Batman Merkezinin Önemli Bir Kısımını Oluşturan Şelmo Formasyonu



1.1.1.4. Gercüş Formasyonu (Teg)

Çalışma alanının güneydoğusunda Raman Dağı'nın çekirdeğinde bulunmaktadır. Akarsu aşındırması sonucunda oluşan boğazda yüzeylemektedir. Midyat Formasyonun aşınması sonucunda ortaya çıkmıştır. Gercüş Formasyonu; siltası, şeyl, marn, kumtaşı ve çakıltasının tabakalanmasından oluşmaktadır. Formasyon, Germav Formasyonunu üzerlediğinde, 2-3 m kalınlığındaki çakıltalarıyla başlamaktadır. Çakıltalarının üzerinde kiltası daha sonra kumtaşı ardalanması gelir. Kiltası üzerine silt, silti ise kumtaşı örtmektedir. Üste doğru çakıltası ve çakıllı marnlar gelmektedir. En üstte ise çakıllı kireçtaşı ve çakıllı marnlar bulunur (Mardin, Savur Jeoloji Raporu, 2023:20).

1.1.1.5. Plio-Kuvaterner Bazaltları (Qβ)

Kuzeydoğuda Kıra Dağı'nda Pliyo-Kuvaterner yaşlı bazaltlar yüzeylemektedir. Kalınlığı 30-40 m arasında olup bir hat boyunca gerçekleşen volkanizma faaliyeti sonucunda olduğu söylenebilir. Yüzeydeki bazaltların altında Miosen-Pliosen yaşlı kumtaşı, çamurtaşı ardalanmaları ve bunları kesen dayklar bulunmaktadır (Mardin M46 Jeoloji Raporu, 2007:13). Fissür çıkışıyla beraber daykların daha önce oluşmuş yastık lavların arasına sokulduğu görülmektedir (Şekil 1.4).

Stratigrafik olarak incelendiğinde en altta Eosen yaşlı Gercüş Formasyonu'nu örten Eosen yaşlı Hoya Formasyonu bulunmaktadır. Hoya formasyonu'nu Oligosen yaşlı

Germik formasyonu örtmektedir. Miosen yaşı Şelmo formasyonu da Germik Formasyonu'nu kaplamaktadır. En üstte tüm bu formasyonları uyumsuz bir şekilde örten Kıra Dağı'ndaki bazaltlar bulunmaktadır (Polat ve Caran, 2019:1).

Şekil 1.4: Plio-Kuvaterner Yaşlı Kıra Dağı Bazaltları



1.1.1.6. Eski Akarsu Çökelleri (Qea)

Günümüz, İluh Deresi havzasındaki Çevrimova ve Yolveren köyleri arasında yüzeylenmektedir. Eski Dicle Nehri'nin çökellerinden olan gevşek tutturulmuş çamurtaşı, silttaşı, kumtaşı ve konglomeradan oluşmaktadır (Mardin M46 Jeoloji Raporu, 2007:14).

1.1.1.7. Avüvyonlar (Qal)

Batman Çayı ve İluh Deresi çevresinde kuvaterner yaşlı alüvyonlara rastlanmaktadır. Bu akarsuların taşkın yatağında ve Batman Çayı'nın oluşturduğu taraçalar, şehir merkezinde ise İluh Deresi'nin oluşturduğu birikinti yelpazesi kuvaterner birimlerine karşılık gelmektedir. Birim genellikle kum, çakıl, kil, sil ve çamur depolarından oluşmaktadır (Şekil 1.1).

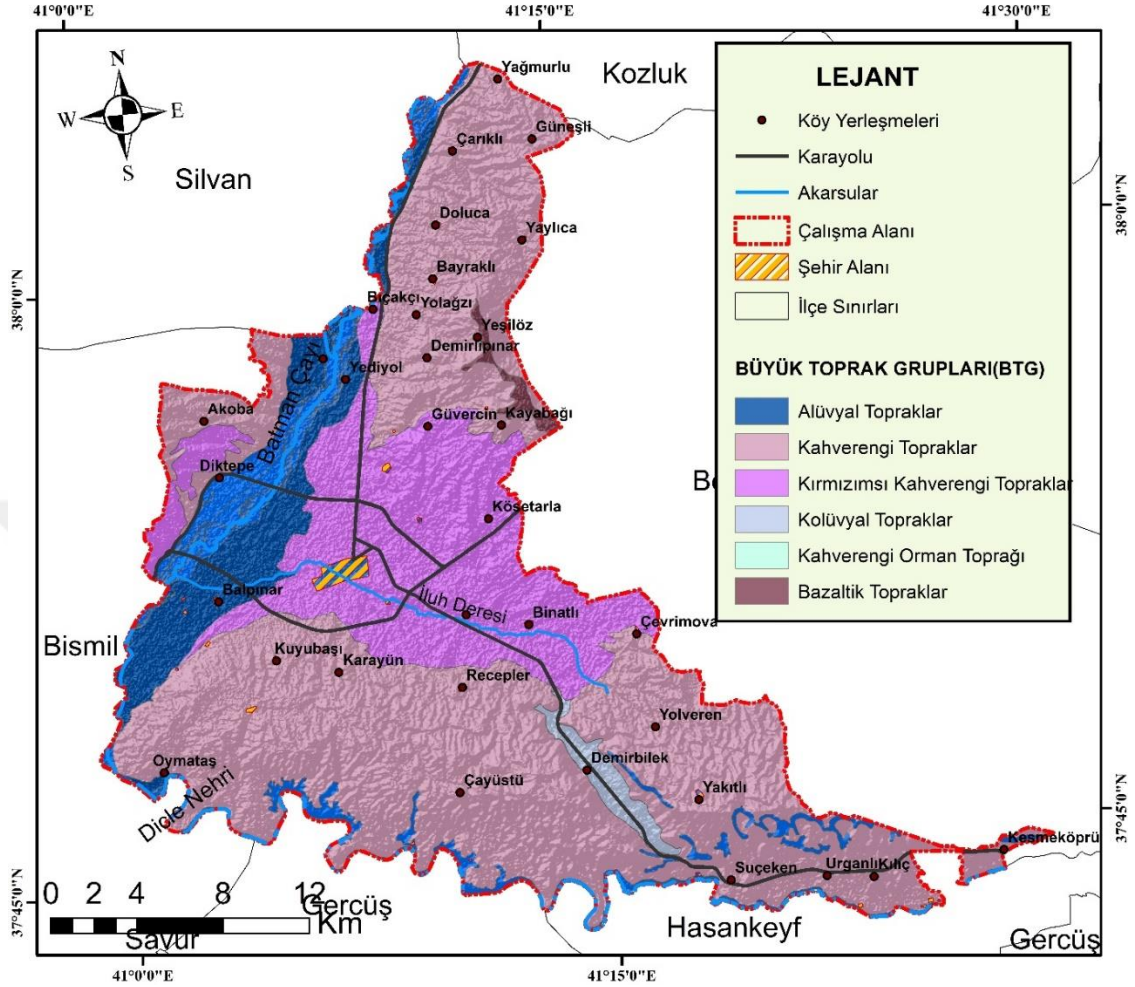
1.1.2. Tektonik Özellikler

Çalışma alanı Miosen’de meydana gelen tektonik hareketlerden etkilenmiş ve günümüzdeki şeklini bu süreçten sonra almıştır (Sözer, 1969:9). Batman’ın kuzeyinde yer alan Sason ve Kozluk’tan geçen Bitlis-Zağros Bindirme Kuşağı çalışma alanını da etkilemiştir. Bu bindirme sırasında kıvrımlanmalar, faylanmalar meydana gelmiştir. Batman’ın güneyinde yer alan Batı Raman Dağı’nın D-B yönünde uzanmasında kuzey güney yönlü sıkıştırma etkili olmuştur. Sıkıştırmanın devam etmesine bağlı olarak Raman Dağı’nın güneyinde bindirme ve faylanmalar meydana gelmiştir. Çalışma alanındaki en önemli fay Raman Fay Hattı’dır (Şekil 1.1). Bu fay hattı bindirme (ters) fay türü ve genel topoğrafya istikametinde D-B yönünde, Raman Dağı’nın güneyinde bulunmaktadır. Meymune Boğazı’nın iki yamacında düşey doğrultulu faylar bulunmaktadır. Bu faylar K-G yönlü uzanmaktadır. Ayrıca Oymataş ve Danalı köyleri yakınında ve Kıra Dağı’nın kuzey ve güney yamaçlarında muhtemel fayların varlığından bahsedilebilir. Çalışma sahası, Türkiye geneli deprem risk haritasına göre 2. dereceden riskli deprem bölgesinde yer almaktadır. Her ne kadar çok riskli deprem bölgesinde yer almasa bile gevşek yapılı zeminden dolayı Batman merkez ilçe ve çevresi risk altında bulunmaktadır. Nitekim 2023 yılında Kahramanmaraş’ta meydana gelen depremlerde Batman şehri de etkilenmiş bazı binalar hasar görmüştür.

1.2. TOPRAK ÖZELLİKLERİ

İnsanlar ve diğer kara canlılar, yaşamlarını sürdürmek için gerekli besin kaynaklarını topraktan sağlamaktadır. Toprak kayaçların ayrışması sonucunda meydana gelen litosferin örtü tabakasıdır. Torağın oluşumunda iklim, anakaya, zaman, bitki örtüsü gibi faktörler etkili olmaktadır. Birkaç milimetreden birkaç metreye kadar farklı kalınlıktaki bu örtü tabakası her ne kadar cansız gibi görünse de içinde barındırdığı hayvanlar ve mikroorganizmalarla hayat doludur. Topraklar, kayaçların oldukları yerde çözünmesi ya da çözünen kayaçların taşınıp bir yerde biriktirilmesiyle meydana geldikleri için ayrışan kayaçların özelliklerini taşımaktadır. Bu da kayaçların farklı tekstür (bünye) ve strüktüre (yapı) sahip olmalarını sağlamaktadır. Toprağın bu yapısı suyun geçirirliliği ve suyu depolama özelliği de etkilemektedir. Kum gibi kaba unsurlu malzemelerin fazla olduğu topraklar suyu kolay bir şekilde geçirirken killi toprakların, su adezyon kuvveti yüksek olduğu için suyu sıkı bir şekilde tutmakta ve suyun akışını azaltmaktadır.

Şekil 1.5: Batman Toprak Haritası



Topraklar tekstür, strüktür, oluşum şartları, verimlilikleri ve kalınlıkları dikkate alınarak toprak sınıflandırmaları yapılmaktadır. 1938’de Amerika’da oluşturulan “Eski Toprak Sınıflandırma Sistemi” uzun yıllar boyunca ülkemizde kullanılmıştır. Toprakları; zonal, azonal ve intrazonal olmak üzere üç ana gruba ayırmaktadır. Günümüzde hala ortaöğretim coğrafya ders kitaplarında kullanılmaktadır. ‘Toprak Taksonomisi’ adıyla yayınlanan 1950’lerde başlayıp 1975’te son hali verilen diğer toprak sınıflandırması oluşturulmuştur. Toprağın ordolara, alt gruplara, serilere ve familyalara ayrıldığı bir sınıflama sistemidir. Bundan dolayı kullanım alanı geniştir. Her türlü toprak etüdünde kullanılabilir. Bir diğer önemli sınıflandırma Dünya Tarım Örgütü tarafından oluşturulan ‘FAO-UNESCO Toprak Sınıflandırma Sistemi’dir. 1961’de başlayan çalışmalar 1974 tamamlanmıştır. 1990 yılında revize edilerek son halini almıştır. Toprak birimleri ve alt bölümlerinden oluşan iki kategorili bir sınıflama sistemidir (Tanju, 1996:121). Batman toprak haritası incelendiğinde, Batman merkezinde kırmızımsı kahverengi topraklar,

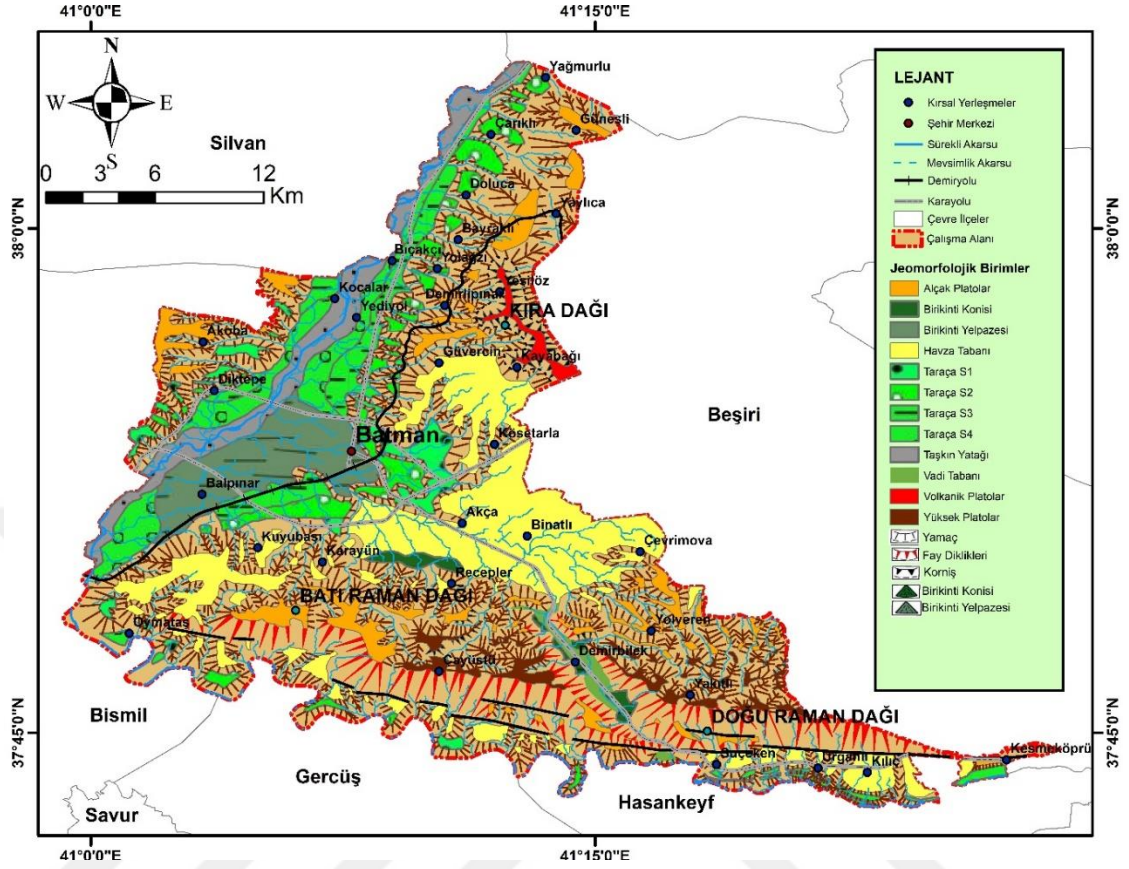
onun çevresinde kahverengi topraklar ve Batman Çayı civarında alüvyal toprakların yayılış gösterdiği görülmektedir. Az da olsa Kıra Dağı ve Raman Dağı eteklerinde kolüvyal topraklar bulunmaktadır (Şekil 1.5). Batman’da bulunan topraklar iklim ve bitki örtüsünden dolayı organik madde bakımından fakirdir. Ancak potasyum, fosfor gibi bitki besinleri açısından zengindir. Çalışma alanındaki topraklar genelde alkali bir özellik göstermektedir. Topraklar killi, kumlu ve humuslu bir tekstüre sahiptir. Toprağın organik madde bakımından fakir olması, toprağın havalanma ve su tutma kapasitesini azaltmakta bitkilerin gelişme sürecini ve tarımsal faaliyetleri olumsuz yönde etkilemektedir.

1.3. JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLER

Çalışma alanı genel olarak Güneydoğu Toros Dağ Kuşağı’nın güneyinde yüksek olmayan yer şekillerine sahiptir. Ana jeomorfolojik şekiller vadiler, dağlık alanlar, platolar, taraçalar ve birikinti yelpazeleridir. Çalışma sahasının güney sınırını Dicle Nehri oluşturmaktadır. Doğudaki sınır ise büyük çoğunlukla Batman Çayı’nı takip etmektedir. Batman Çayı’nın oluşturduğu taşkın alanları ve eski taraça düzlükleri önemli jeomorfolojik birimlerden biridir. Dicle Havzası’nın doğusunda bulunan Batman Çayı, Muş Güney Dağları’ndan doğup çalışma alanının güneybatısında Dicle Nehri’ne kavuşmaktadır. Üst Miosen-Pliosen döneminde kapalı bir havza özelliği gösteren Dicle Havzası bu devrede birikim alanına karşılık gelmektedir. Pliosen sonlarında dış drenaja bağlanmış olup bu dönemden sonra özellikle Kuvaterner’deki yükselmelerle beraber Batman Çayı, akarsu yatağına gömülmeye başlamıştır. Bu gömülme sonucunda Batman Çayı etrafında farklı dönemlere ait taraçalar meydana gelmiştir. Batman şehrinin doğusunda, Raman Dağları’nın kuzeyinde 650-800 m arasında hafif dalgalı düzlüklerden oluşan Tilmis Ovası bulunmaktadır. Tilmis Ovası Pliyosen’e ait çakıl ve kum taşlarından meydana gelmiştir (Arden, 1961:141).

Raman Dağı’nın Tilmis Ovası’yla birleştiği alanlarda küçük çaplı birikinti konileriyle karşılaşmaktadır. Çalışma sahasında Batman şehrinin de eski mahallelerinin üzerinde kurulduğu jeomorfolojik birim İluh Deresi ve yan kollarının oluşturduğu birikinti yelpazesidir. Batman şehri Batman Çayı’nın oluşturduğu taraçalar ve İluh Deresi’nin oluşturduğu birikinti yelpazesi üzerinde kurulmuştur. Yeraltı suyu ve tarımsal alan açısından verimli olan bu alanlar, yerleşme için uygun değildir (Şekil 1.6).

Şekil 1.6: Çalışma Sahasının Jeomorfoloji Haritası



Kaynak: Sunkar ve Tombul (2013:47)'dan yeniden düzenlenerek.

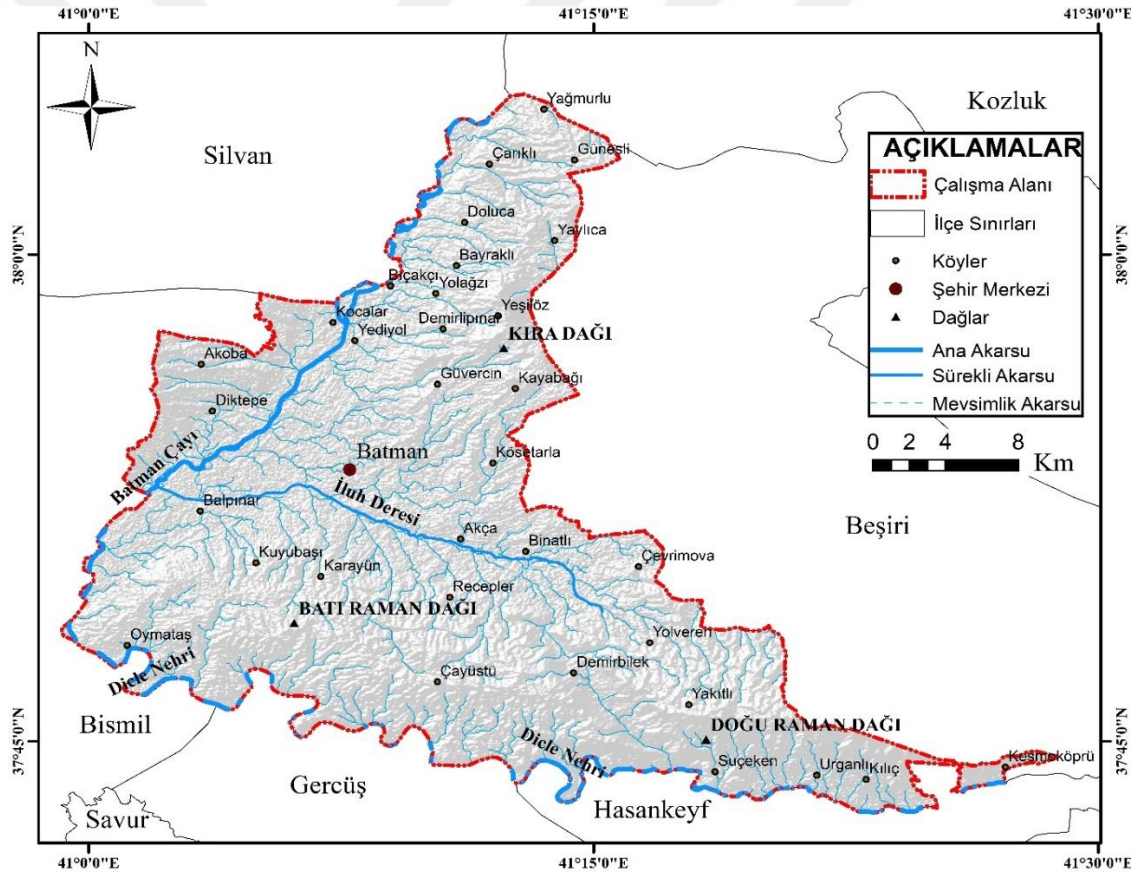
Kuzeyde Kıra Dağı'nın sadece batı kısmı çalışma alanı içine girmekte olup ortalama yükseltisi 900-1000 m arasında değişmektedir. Kıra Dağı, Batman Çayı ve Garzan Çayı havzaları arasında bulunmaktadır. Güneyde D-B yönlü uzanan Batı Raman Dağı bulunmaktadır. Batı Raman Dağı'nın kuzey ve güney yamaçları akarsu vadileri tarafından parçalandığı görülmektedir. Meymune Boğazı, dağlık kütleyi derince yarmış ve Raman Dağı'nı Doğu ile Batı Raman olmak üzere ikiye ayırmıştır. Batı Raman, daha basık ve alçak bir görüntü oluşturmaktadır. Batı Raman'daki en yüksek yer Türbe Tepe (1057 m)'dir.

Kuzeydoğudaki Plio-Kuvaterner yaşlı bazaltların yüzeylediği Kıra Dağı üzerinde 900-1000 m yükseltide volkanik plato bulunmaktadır. Raman Dağı üzerinde ise aşınım platoları bulunmaktadır. Bunlardan 100-1200 m yükseltide bulunan yüksek platolar Üst Miyosende gelişirken, 800-900 m yükseltideki alçak platolar Pliyosen'de oluşmuştur (Sunkar ve Tonbul 2013:48).

1.4. HİDROGRAFYA

Çalışma alanındaki en önemli akarsu Dicle Nehri'dir. Dicle Nehri Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin doğusundaki ana akarsu havzasını oluşturmaktadır. Dicle Nehri, çalışma sahasının güney sınırını oluşturmaktadır. Batıda ise Dicle Nehri'nin önemli kollarından biri olan Batman Çayı, kuzey güney yönlü hareket ederek Batman ile Diyarbakır arasında doğal bir sınır meydana getirmektedir. Yaklaşık 144 km uzunluğu ve $127 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik debisi bulunmaktadır (DSİ,2013). Çalışma alanında önemli olan bir diğer akarsu da Batman merkezinden geçerek Batman Çayı'na bağlanan İluh Deresi'dir (Şekil 1.7).

Şekil 1.7: Çalışma Sahasının Hidrografi Haritası



İluh Deresi çalışma sahası içerisinde Batman Çayı'na bağlanan en büyük akarsu havzasını oluşturmaktadır. Bundan dolayı İluh Deresi'nde meydana gelen sel ve taşkın gibi afetler Batman şehrini doğrudan etkilemektedir. İluh Deresi dantritik drenaj ağına sahiptir. Ayrıca primidal ve akarsuyun iki kenarındaki yan kollarının simetrik şekli nedeniyle yan kollardaki sular ana akarsuya aynı anda bağlanmakta bu sel ve taşkın riskini

Batman şehir merkezi ve çevresinde ilkbahar yağışlarıyla yeşerip boylanan yazın yüksek sıcak ve kurak şartlarında sararan step bitki örtüsüyle kaplıdır. Bu step bitki örtüsü oldukça cılızdır. Çünkü bitkiler sadece ilkbahar yağışlarının olduğu dönemde yeşerip büyümekte yazın sıcak ve kurak havasıyla vejetasyon dönemi kısa sürede sonlanmaktadır. Bu step alanlarının da gerçek step olmayıp insanların ormanları tahrip

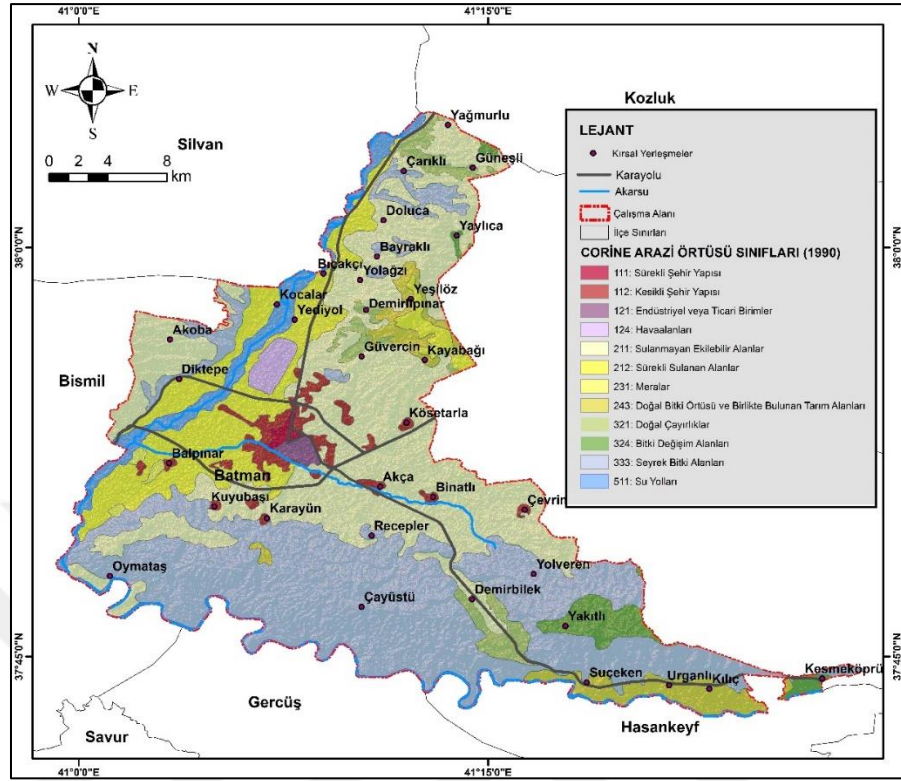
etmesiyle oluşan antropojen bozkır olduğu söylenebilir (Dönmez ve Aydınözü, 2012:12). Çünkü kurak ormanlar yağışın azlığı sebebiyle nemli ormanlar gibi tahribe uğradığında kendini yenileyememekte ve insanlar tarafından ortadan kaldırıldığında bozkıra benzer bir bitki topluluğu meydana getirmektedir. Ayrıca çalışma alanında bitki örtüsünün yoğun bir şekilde tahrip edildiği ve tarımsal alanlara dönüştürüldüğü görülmektedir.

1.6. ARAZİ KULLANIMI

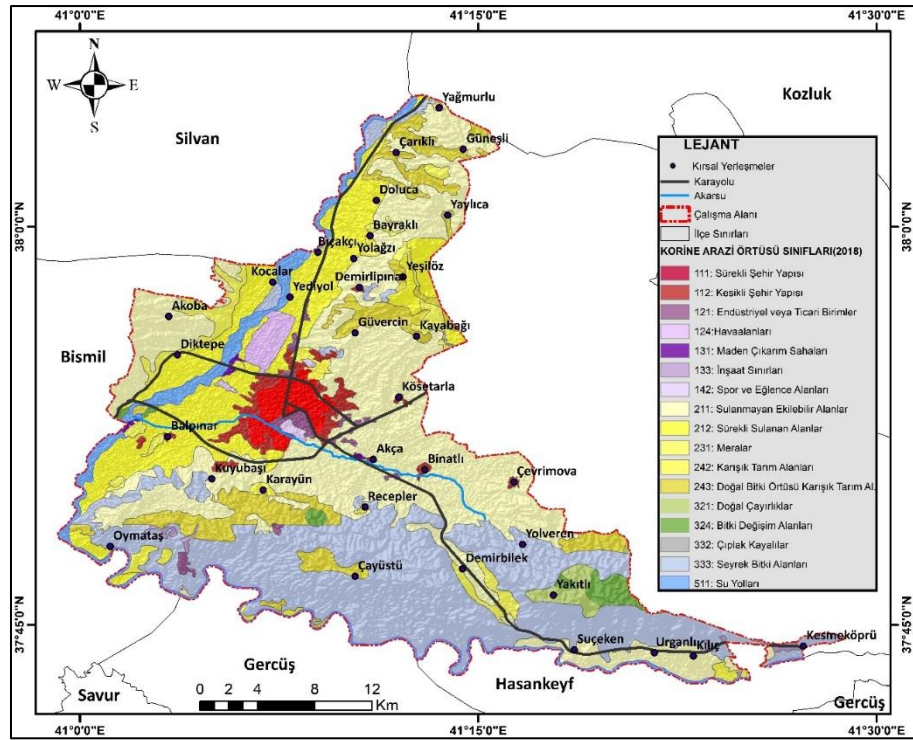
Şehirsel alanlar ve çevresindeki arazi kullanımı coğrafi araştırmalardaki dikkat çekici konulardan biridir. Sanayi veya şehirsel alanlar zamanla genişleyerek çevresindeki orman, mera, tarım alanları gibi farklı yüzeyleri işgal etmektedir. Bunun çevresel bir felaket boyutuna ulaşması, arazi kullanımının izlenmesi ve doğru kullanılması çabalarını doğurmaktadır. Arazinin amaç dışı kullanımı; hava, su, toprak kirliliği, erozyon gibi sorunların doğmasına neden olmaktadır. Çalışma alanının önemli bir bölümünü oluşturan tarım alanları Batman Çayı etrafında sulu tarım şeklinde gerçekleştirilirken Batman şehir merkezinin doğusunda kalan kısmında kuru tarım şeklinde gerçekleştirilmektedir (Şekil 1.9, Şekil 1.10).

Hızla büyüyen Batman şehri de arazi üzerinde önemli değişimler meydana getirmektedir. Önemli tarım alanları şehirsel alanlara dönüştürülmektedir. Çalışma sahasındaki 1990 ile 2018 yıllarına ait arazi kullanım haritaları incelendiğinde özellikle sulu ve kuru tarım alanları üzerinde kentsel büyümeye bağlı olarak geçirimsiz yüzey alanları artmıştır. İluh Deresi havzasındaki bu geçirimsiz yüzey alanları sel ve taşkınların meydana gelmesinde önemli rol oynamaktadır. Tarım için verimi olan bu araziler, şehirsel alanlara dönüştürüldüğünde, sel ve taşkının yanında hava kirliliği, su kirliliği gibi önemli problemlere sebep olmuştur. Batman'ın güneyindeki Raman Dağı'nın bulunduğu bölgede doğal bitki örtüsü olan bozkırın yayılımı gösterdiğini söyleyebiliriz. Raman Dağı eteklerinde ve Kıra Dağı çevresinde meralar bulunmaktadır.

Şekil 1.9: 1990 Yılına Ait Batman Arazi Kullanımı Haritası



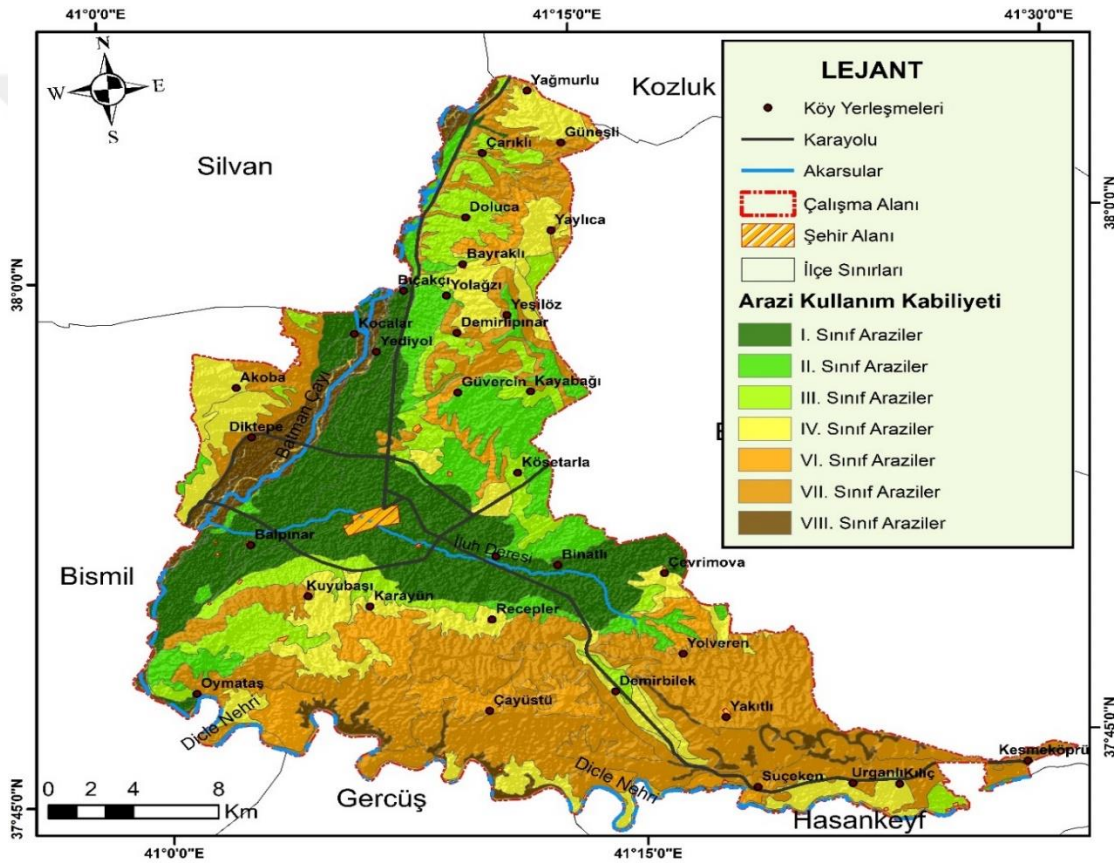
Şekil 1.10: 2018 Yılına Ait Batman Arazi Kullanımı Haritası



1.7. ARAZİ KABİLİYET SINIFLARI

Yeryüzündeki farklı toprak grupları farklı şekillerde sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırmalardan biri de arazi kullanma kabiliyeti sınıflamasıdır. Toprağın tarımsal açıdan değerlendirildiği bu sınıflandırmada toprak sekiz gruba ayrılmaktadır. I. Sınıf arazileri en verimli topraklar iken VIII. Sınıf arazilere doğru gidildikçe toprağın verimi ve tarımsal değeri azalmaktadır. Arazinin değer bakımından sınıflandırılmasında amaç arazisinin değerine göre en faydalı şekilde kullanabilmeyi temin etmektir.

Şekil 1.11: Batman Sahasının Arazi Kabiliyet Sınıfları Haritası



Çalışma alanının büyük bir kısmı I. ve II. sınıf arazilerden oluşmaktadır. Tilmis Ovası'nı oluşturan bu verimli alanlar şehirleşme riskiyle karşı karşıyadır. Özellikle Batman şehir merkezinin kuruluş ve gelişimi bu verimli arazilerde meydana gelmiştir. Şehirleşmenin bittiği yerde tarımsal faaliyetler yoğun bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Bu da verimli arazilerin şehir tarafında yutulmasına neden olmuştur. VI. ve VII. Sınıf araziler ile ise çoğunlukla Raman Dağı çevresinde görülmektedir. Batman şehrinin gelişimi için oldukça elverişli olan bu alanlar, TOKİ konutlarının ve Batman

Üniversitesi'nin buraya kurulmasıyla nüfuslanmaya başlamıştır. Yerleşim alanı dışında hayvancılık içinde elverişli olan bu alanların doğru bir şekilde kullanımı Batman şehrinin geleceği için önem arz etmektedir. VIII. Sınıf araziler, Batman Çayı'nın taşkın alanına karşılık gelen kum depoları, kum adalarının oluşturduğu sınırlı alanlardır (1.10).



İKİNCİ BÖLÜM

2. BATMAN'IN İKLİM KOŞULLARI

İklim, insanların ve diğer tüm canlıların yaşamını etkileyen önemli bir faktördür. Bitkilerin kök sisteminden yaprak sistemine, hayvanların deri yapısından beslenme koşullarına, insanların barınmasından ekonomik faaliyetlere kadar pek çok noktada belirleyici olan faktör iklimdir. Canlıların dışında yer şekilleri, toprak, akarsu gibi fiziki sistemlerinin meydana gelmesindeki belirleyici faktör yine iklimdir. İklim, yeryüzünün herhangi bir parçasında uzun yıllar boyunca elde edilen sıcaklık, yağış, rüzgâr ve nem gibi atmosfer faktörlerinin ortalamasını ifade etmektedir. Her ne kadar iklimden bahsederken bazı ortalama değerler ortaya konulsa da iklim durağan değil dinamik bir süreçtir. Herhangi bir iklim bölgesinin uzun yıllardaki seyri incelendiğinde sıcaklık veya yağış şartlarında meydana gelen belirgin değişimler bunu ortaya koymada yeterli olacaktır. İklimin tanımlanması, sınıflandırılması ve ortalama değerlerin belirlenmesinin yanında iklimde meydana gelen uç değerlerinde ortaya konması gerekmektedir. Ayrıca bilindiği gibi iklim sınıflandırmalarında farklı ölçekler de kullanılabilir (Sabancı 2016:26). Genel bir sınıflandırma da ülkemizin tamamı Akdeniz iklim bölgesindeyken daha dar bir alanda Batman'da, karasal iklim şartlarının görüldüğü söylemek mümkündür. Bundan dolayı yapılacak çalışmalarda genel iklim özelliklerinin yanında çalışma alanını etkileyen özel coğrafi koşullarının ve iklimde meydana gelmiş uç değerlerin ortaya konmasıyla yapılacak sosyo-ekonomik çalışmalar daha sağlıklı bir zemine oturmuş olacaktır. İklimin meydana gelmesinde pek çok genetik-dinamik faktör etkili olmaktadır.

2.1. BATMAN İKLİMİNİ ETKİLEYEN JENETİK-DİNAMİK FAKTÖRLERİ

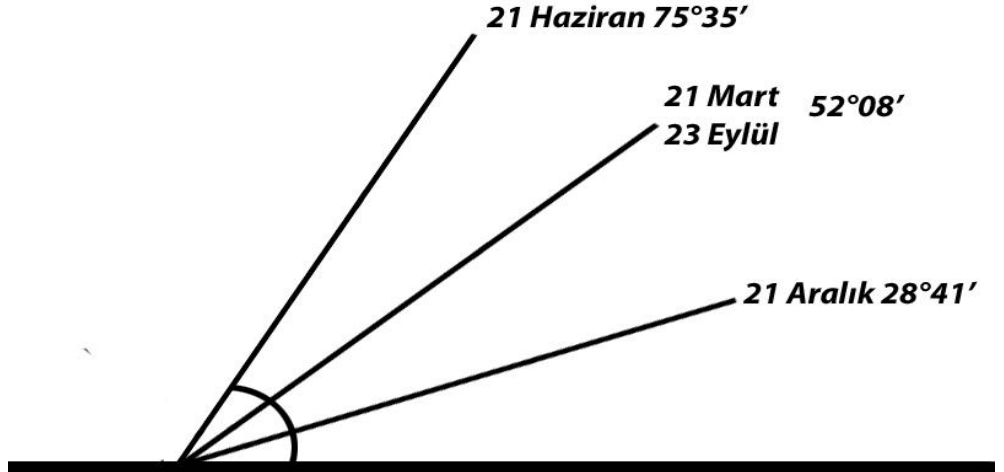
Bir bölgede ve yöredeki iklim elemanlarının yıl içindeki değişmelerini etkileyen faktörlerin başında genetik-dinamik faktörler gelmektedir. Bunun için inceleme alanındaki iklim unsurlarını tek tek değerlendirmeden önce planeter ve coğrafi faktörlere değinilmelidir. Planeter faktörler, iklimin oluşmasının sağlayan temel faktörler iken coğrafi faktörler bunların yerelde değişimine sebep olan faktörlerdir.

2.1.1. Planeter faktörler:

2.1.1.1. Güneş Işınlarnn Geliş Açısı ve Güneşlenme Süresi

Güneş ışınlarnn geliş açısıyla sıcaklık arasında doğru bir ilişki bulunmaktadır. Güneş ışınlarnn geliş açısı büyüdükçe sıcaklık artmaktadır. Güneş ışınlarnn geliş açısını etkileyen temel faktörler; dünyanın küresel şekli, eksen eğikliği ve dünyanın yıllık ve günlük hareketi ile yer şekillerinden kaynaklı bakı durumudur. Dünyanın küresel şeklinden dolayı ekvatorndan kutuplara doğru gidildikçe güneş ışınlarnn geliş açısı daralmaktadır. Güneşin geliş açısındaki daralma yeryüzüne düşen enerji miktarının azalmasına neden olmaktadır. Bu da sıcaklığın düşmesine neden olmaktadır. Dünyanın güneş yörüngesindeki hareketi ve eksen eğikliğinden dolayı dünyanın herhangi bir noktasına düşen güneş ışınlarnn geliş açısı değişmektedir. Bu açı farkı Türkiye gibi orta kuşak ülkelerinde belirgin farklar oluşturmakta ve mevsimlerin de oluşmasını sağlayan temel faktördür. Batman ili Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde $37^{\circ} 52'$ kuzey enleminde bulunmaktadır. Batman güneşten gelen ışınları yıl içerisindeki en büyük açıyı $75^{\circ} 35'$ ile 21 Haziran'da, en dar açıyı ise 21 Aralık'ta $28^{\circ} 41'$ ile almaktadır. Ekinoks tarihlerinde ise $52^{\circ} 08'$ ile güneş ışınlarnn almaktadır (Şekil 2.1).

Şekil 2. 1. $37^{\circ} 52'$ Enlemindeki Batman'nın Güneş Işınlarnn Geliş Açısı



Türkiye'de kuzey yarım kürede yer aldığından güneş ışınlarnn 21 Haziran'da en dik açı ile almakta, 21 Aralık'ta ise en eğik açı ile almaktadır. Yıl içerisindeki bu yüksek açı değişimi Batman'da mevsimlerin oluşmasını sağlayan temel faktördür. Buna bağlı olarak sıcaklık kış aylarında düşer yaz aylarında artmaktadır. Yıl içinde en yüksek

güneşlenme süresi haziran ayında 11,6 saat en düşük ise aralık ayında 3 saattir (Tablo 2.1).

Tablo 2. 1. Batman Aylık Ortalama Güneşlenme Süresi Tablosu

Batman	AYLAR												YILLIK
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Aylık Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	3,3	4,7	5,5	7,4	9,2	11,6	12,0	11,2	9,9	7,1	5,2	3,0	7,5

Kaynak: Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

2.1.1.2. Hava Kütleleri

Güneş ışınları; yeryüzünün ısınmasındaki temel kaynak olmakla birlikte, hava kütleleri de sıcaklık üzerinde belirleyici olmaktadır. Türkiye'nin de üzerinde bulunduğu subtropikal kuşakta, ekvatora ya da kutuplara yakın bölgelerden gelen hava kütleleri özellikle iklim elemanlarının etkileri bakımından belirleyici duruma geçmekte ve güneş ışımasının önemi azaltmaktadır. Hava kütlesi sahip olduğu karakteri etkisi altına aldığı bölgelere yansıtarak iklim elemanlarının oluşum ve seyrini de kontrol edebilmektedir.

2.1.1.2.1. Yaz Mevsimindeki Durum

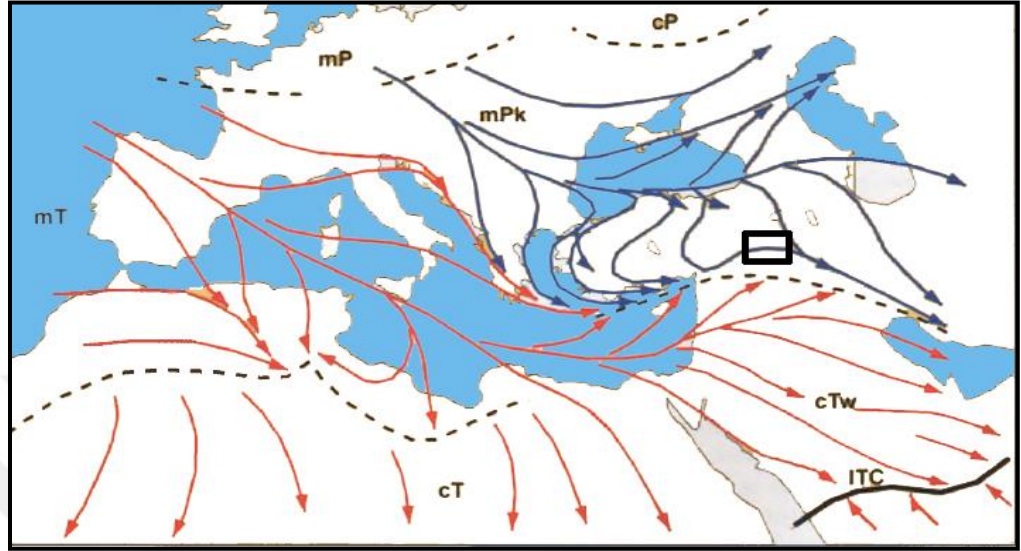
Ülkemize güneyden gelen tropikal hava kütleleri sıcak ve kuru bir havanın oluşmasına neden olmaktadır. Özellikle Muson sisteminin bir parçası olan Basra alçak basıncı çalışma sahasının da içinde bulunduğu Güneydoğu Anadolu Bölgesini etkilemektedir (Atalay 2011:11). Suriye ve Arabistan çölleri üzerinden ülkemize ulaştığı için nem oranı düşük, mevsim normallerinin üstünde seyreden sıcaklıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Şekil 2.2).

2.1.1.2.2. Kış Mevsimindeki Durum

Sonbahar mevsiminde başlayıp ilkbahara kadarki süreçte Batman, soğuk hava kütlelerinin etkisinde kalmaktadır. Orta kuşakta tropikal ve polar hava kütlelerinin karşılaşma alanına karşılık geldiği için cephe oluşmaktadır (Atalay 2011:11). Bu da kış aylarında yağışın olmasını sağlamaktadır. Ülkemiz ve çalışma alanı Sibiryaya yüksek

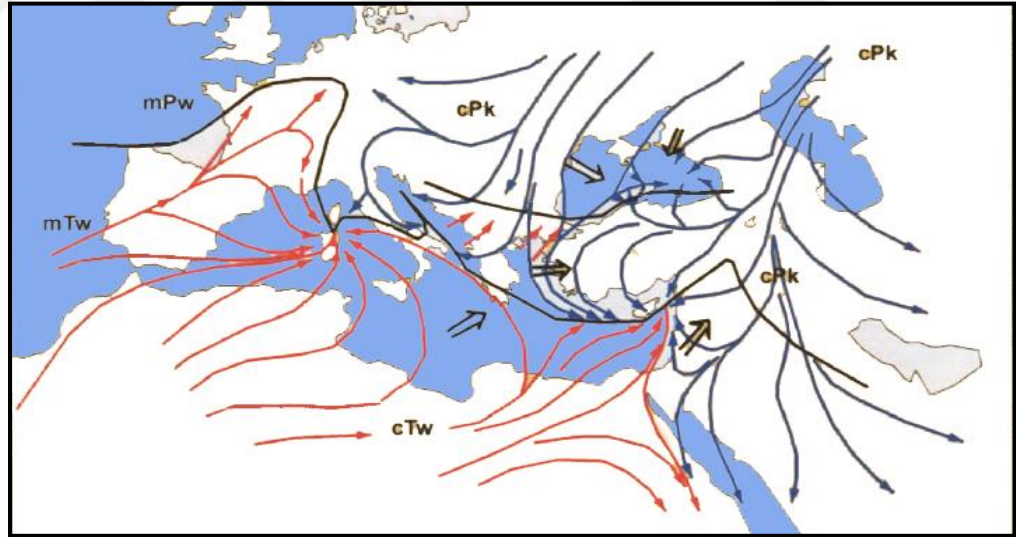
basınç alanının etkisine girdiği kışlar sert ve kurak geçerken İzlanda alçak basıncının etkili olduğu yıllarda sıcaklık daha yüksek yağış daha fazla olmaktadır (Şekil 2.3).

Şekil 2. 2: Batman İlinde Yaz Mevsiminde Etkili Olan Hava Kütleleri



Kaynak: Atalay 2011:11'den değiştirilerek alınmıştır.

Şekil 2. 3: Batman İlinde Kış Mevsiminde Etkili Olan Hava Kütleleri



Kaynak: Atalay 2011:11'den değiştirilerek alınmıştır.

2.1.2. Coğrafi Faktörler

Bir yerin iklimini şekillendiren bir diğer önemli faktör coğrafi şartlardır. Denizellik-karasallık, yükselti, bakı, dağların uzanış doğrultusu, rüzgârlar ve okyanus akıntıları gibi pek çok coğrafi faktör iklimi şekillendirmektedir. Batman'ın kuzey ve

güneyinde bulunan dağlık alanlar doğuda birleşmekte bu da Batman'ın içinde bulunduğu Tilmis Ovası'nda küçük bir depresyon alanı oluşturmakta, hava sirkülasyonunu güçleştirmekte ve hava kirliliğinin de yüksek olmasına neden olmaktadır.

Araştırma sahasının kuzey kesimini kaplayan Güneydoğu Toroslar, kış mevsiminde tropikal havanın Doğu Anadolu'ya sokulmasını ve buradaki polar havanın güneye inmesini önler. Güneydeki ovalık alanlar, çölden gelen sıcak ve kuru havanın Suriye üzerinden ülkemize geçişini kolaylaştırmaktadır. Bundan dolayı Güneydoğu Anadolu Bölgesi ülkemizin en az yağışını almamasına rağmen kuraklık şiddetinin en fazla hissedildiği bölge olarak karşımıza çıkmaktadır. Yerel coğrafi koşulların yanında özellikle karasallık derecesi ve orografik özellikler iklim şartlarını etkileyen faktörlerin başında gelmektedir (Gürgen, 2001:7). Anadolu'nun 3 tarafı denizlerle çevrili olmasına karşın kuzey ve güneyde kıyıya paralel uzanan dağ sıraları nedeni ile denizel etkilerin iç bölgelere ulaşması büyük oranda engellenmektedir. Bu özellik iç bölgelerdeki aylık ortalama sıcaklık değerleri arasında büyük farklılıklar oluşmakta ve karasallığın artmasına neden olmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin denizden uzak oluşu nem miktarının düşük olmasından dolayı hem günlük hem de yıl içerisindeki sıcaklık farkı yüksek olmaktadır. Bu da karasallığın belirgin bir şekilde yaşanmasına neden olmaktadır.

2.2. İKLİM ELEMANLARININ İNCELENMESİ

2.2.1. Sıcaklık

Güneş dünyanın ısınması sağlayan esas enerji kaynağıdır. Güneş ışınları, atmosferin üst kısmında 1 cm²'lik alanda saniyede 2 joule enerji taşır. Bunun bir kısmı bulutlar, ozon tabakası vb. atmosfer parçaları tarafında uzaya yansıtılırken kalan kısmı atmosferin ve yer kürenin ısınmasını sağlamaktadır. Güneş ışınlarını geliş açısı, yükselti, bakı, nem, yer şekilleri, bitki örtüsü, rüzgâr gibi faktörlerde yer kürenin ısınması üzerine etkili olmaktadır. Burada güneş ışınlarının yeryüzüne geliş açısı ısı birikimini doğrudan etkilemektedir. Daha yüksek bir açıyla güneş ışını alan yeryüzü parçaları daha fazla güneş enerjisi absorbe ettiği için daha fazla ısınmaktadır. Ekvatordan uzaklaştıkça sıcaklık azalması da bundan kaynaklanmaktadır.

2.2.1.1. Yıllık Ortalama Sıcaklık ve Termik Rejim

Termik rejim, sıcaklığın yıl içinde veya mevsimle arasındaki değişimi ifade etmektedir. Çalışma alanındaki Batman Meteoroloji İstasyonu'yla birlikte komşu il merkezlerinden Siirt ve Mardin'in sıcaklık verileri incelenmiştir. 1970-2024 yılları arasındaki 55 yıllık veriler incelendiğinde sıcaklığın yıl içerisinde belirgin bir şekilde değiştiği her üç istasyonda da görülmektedir. Burada temel etken güneş ışınlarının yıl içerisinde değişen açısıdır. Batman'ın uzun yıllık ortalaması incelendiğinde ortalama 16,4 °C'lik bir sıcaklığa sahip olduğu görülmektedir. Yıllık sıcaklık farkı değeri 28,1 °C'dir. Sıcaklık farkı yıl içerisinde belirgin bir şekilde yaşanmaktadır. Yıllık ortalama sıcaklık grafiğine baktığımız zaman ocak ayı ortalamalarının 0 °C'nin altına düşmediğini buna karşın yaz ortalamalarının ise çok yüksek olduğunu görmekteyiz. Bu durumun nedeni güneş ışınlarının yıl içerisindeki değişimiyle beraber kışın kuzeyde yer alan polar kütlenin kuzey kesiminde bulunan dağlık kuşak nedeni ile güneye sokulamaması; yazın ise güneyden gelen Kuru (Tropikal) hava kütlesinin etkisi altına girmesidir. Ocak ayından temmuz ayına kadar bir sıcaklık yükselişi hâkimdir. Temmuz ve ağustos aylarında en yüksek değerlere ulaşan sıcaklıklar aralık ayına kadar azalmaktadır (Tablo 2.2). Benzer duurm komşu il merkezleri Siirt ve Mardin içinde söylemek mümkündür.

Tablo 2.2. Batman, Siirt ve Mardin'in Aylara Göre Ortalama Sıcaklığı (1970-2024)

1970-2024	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	YILLIK
Batman	2,7	5,1	9,6	14,8	19,8	26,4	30,8	30,1	25,0	18,0	9,9	4,5	16,4
Siirt	2,9	4,6	8,9	14,3	19,6	26,3	30,7	30,5	25,8	18,7	10,8	5,0	16,5
Mardin	3,3	4,5	8,4	13,9	19,7	25,8	30,0	29,8	25,5	18,8	11,2	5,6	16,4

Kaynak: Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

Batman, Siirt ve Mardin şehir merkezlerinin aylık ortalama sıcaklıklarına incelendiğinde en düşük sıcaklıkların Ocak ayında 2.7 °C ile Batman'da ölçülürken en yüksek sıcaklıklar ise Temmuz ayında görülmekte olup yien en yüksek ortalama sıcaklık 30.8 °C ile Batman'da kaydedilmiştir (Şekil 2.4).

Şekil 2.4. Batman, Siirt ve Mardin'e Ait Aylık Ortalama Sıcaklığın Dağılışı (1970-2024)

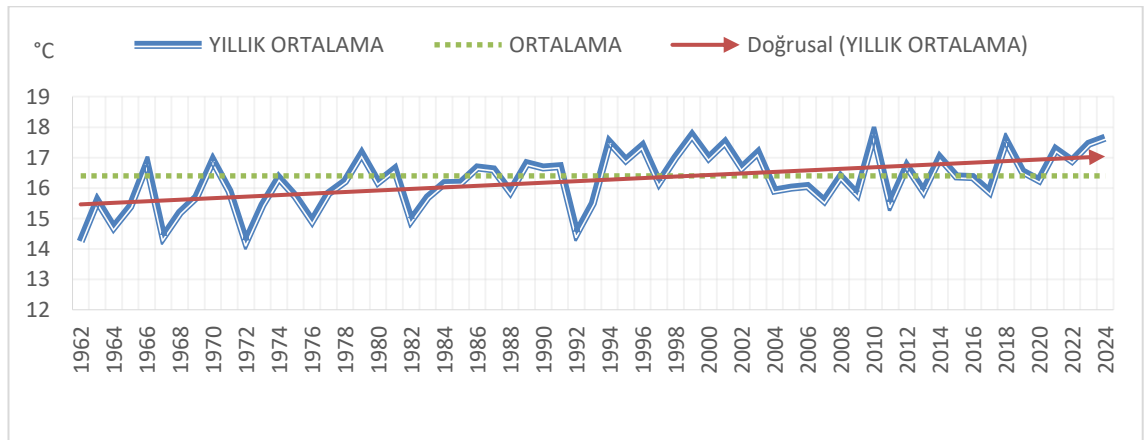


Kaynak: Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

Batman, Siirt ve Mardin şehir merkezlerindeki sıcaklığın yıllara göre değişimi incelendiğinde sıcaklığın dağılışının paralel olduğu, yıllık sıcaklık ortalamalarında sapmaların belirgin olduğu görülmektedir. Güneş ışınlarının geliş açısı sıcaklığın yıl içindeki dağılışını belirleyen en önemli faktördür.

Sıcaklıkla ilgili önemli olan bir diğer husus sıcaklığın seyridir. Sıcaklığın tüm dünyadaki küresel ısınmaya paralel olarak arttığını ve bu artış eğiliminin devam edeceğini öngörmek mümkündür. Batman Meteoroloji İstasyonu'na ait uzun kayıt dönemleri incelendiğinde dünyadaki trende uygun olarak sıcaklıkta belirgin bir artış olduğu görülmektedir (Şekil 2.5).

Şekil 2. 5:Batman'a ait Yıllık Ortalama Sıcaklığın Değişimi (1962-2024)



Kaynak: Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

2.2.1.2. Mutlak Maksimum Sıcaklıklar

İklim çalışmalarında sadece ortalama değerlere bakmak yanıltıcı olabilmektedir. Ortalama değerlerin yanında uç değerlerin de ortaya konması çalışmaların daha sağlıklı yürütülmesini sağlayacaktır. Meteoroloji istasyonunda rasat dönemi boyunca kaydedilmiş en yüksek sıcaklık değerine mutlak maksimum sıcaklık denir. Çalışma alanımız olan Batman şehir merkezinin ortalama sıcaklığının yanında mutlak maksimum sıcaklıkları da bulunmuş olup tablo haline getirilmiştir. Oluşturduğumuz tablo incelendiğinde Batman’da ölçülen en yüksek sıcaklık 10 Temmuz 1962 tarihindeki 48.8 °C’dir. Ocak ayında ise maksimum sıcaklık 22 Ocak 2004 yılında 18,6 °C’ye ulaşmıştır (Tablo 2.3).

Tablo 2. 3: Batman Şehrinin Maksimum Sıcaklık Değerleri (1959-2024)

Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	YILLIK
18,6	24,6	30,6	35,8	42,0	45,1	48,8	46,2	43,8	37,0	28,6	22,6	48,8
22/01/ 2004	27/02/ 2004	24/03/ 2008	25/04/ 2008	25/05/ 1960	29/06/ 1960	10/07/ 1962	14/08/ 1960	03/09/ 1979	02/10/ 1999	02/11/ 1960	06/12/ 2010	10/07/ 1962

Kaynak: Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

2.2.1.3. Mutlak Minimum Sıcaklıklar

Mutlak minimum sıcaklık, meteoroloji istasyonunda rasat dönemi boyunca ölçülen en düşük sıcaklığı ifade etmektedir. Mutlak minimum, özellikle tarımsal faaliyetlerde önemli olmaktadır. 1959-2024 yılları arasındaki değerlere baktığımızda, en düşük sıcaklık 1 Ocak 2007 tarihinde -24,0 °C ile ölçülmüştür (Tablo 2.4).

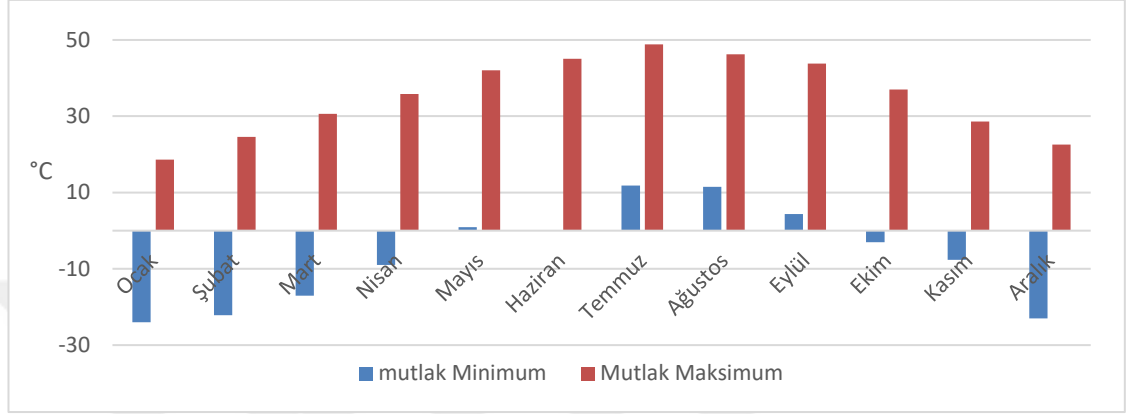
Tablo 2. 4: Batman Şehrinin Minimum Sıcaklık Değerleri (1959-2024)

Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	YILLIK
-24,0	-22,2	-17,0	-9,0	0,9	0,0	11,8	11,5	4,4	-3,0	-7,6	-23,0	-24,0
01/01/ 2007	01/02/ 1972	02/03/ 1985	05/04/ 2004	01/05/ 1984	25/06/ 2012	06/07/ 1982	20/08/ 1977	30/09/ 1976	23/10/ 1977	26/11/ 2011	31/12/ 2006	01/01/ 2007

Kaynak: Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

1959-2024 yılları arasında ölçülen en yüksek sıcaklık değeri ile en düşük sıcaklık değeri arasındaki fark 72,8 °C'dir. Buda oldukça şiddetli bir karasallığı ifade etmektedir (Şekil 2.6).

Şekil 2.6. Batman İline Ait Mutlak Maksimum ve Mutlak Minimum Sıcaklık Grafiği (1959-2024)

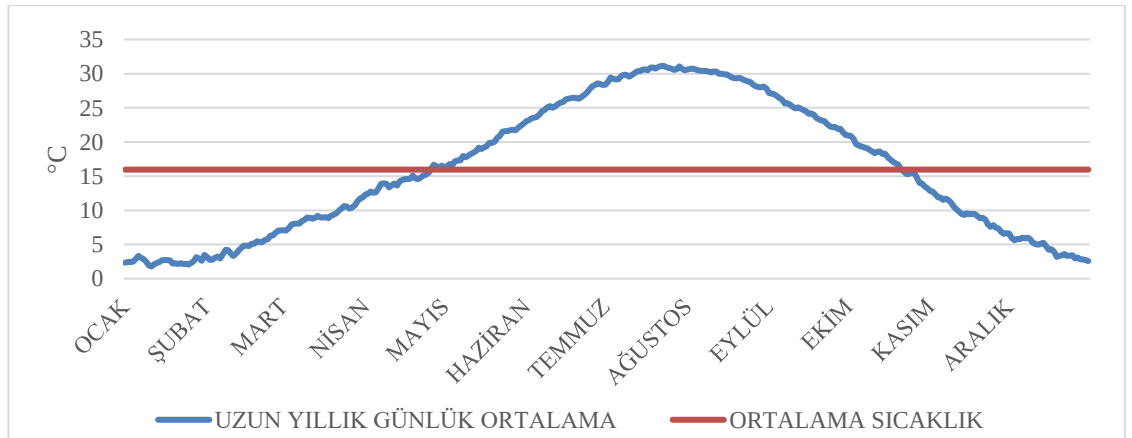


Kaynak: Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

2.2.1.4. Günlük Ortalama Sıcaklıklar

Günlük ortalama sıcaklıklar, her güne ait uzun yıllar sıcaklıkları ortalamalarıyla elde edilmektedir. Batman'a ait günlük ortalama sıcaklıklar incelendiğinde aylık sıcaklık ortalamalarına paralel bir seyir izlediği görülmektedir (Şekil 2.7). kış aylarındaki 5 °C'nin altında olan sıcaklıklar yaz aylarına doğru 30 °C'nin üstüne çıkmaktadır.

Şekil 2. 6: Batman'da Günlük Ortalama Sıcaklıkların Yıl içinde Değişimi (1959-2024)



Kaynak: Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

2.2.1.5. Sıcaklık Frekansları

Bir çalışma sahasının iklim özelliklerinin ortaya konmasında sıcaklık frekansları önemlidir. Sıcaklık frekansları, bir meteoroloji istasyonuna ait belli sıcaklık değerlerinin tekrarlanma sıklığını göstermektedir. En düşük ve en yüksek sıcaklıkların görülme sıklığı orada yaşayan canlıların, özellikle bitkilerin vejetasyon devresini doğrudan etkilemektedir. Düşük sıcaklıklar tarımsal ürünlerde don riski oluştururken yüksek sıcaklıklar tarımsal ürün dekoltesinin düşmesine neden olmaktadır. 1959-2024 yılları arasında, Batman meteoroloji istasyonuna ait sıcaklık verileri incelenerek çalışma sahasının sıcaklık frekans tablosu oluşturulmuştur. 22386 veri seti incelendiğinde -18 °C'den düşük sıcaklıkların sadece 2 defa yaşandığı kış aylarında günlük sıcaklık ortalamasının 0 °C'nin üstünde olduğu görülmektedir. Yaz aylarında ise sadece bir gün 39,1-42 °C arasında, 10 gün 36,1-39 °C arasında sıcaklık değerleri görülmüştür. Yaz aylarında sıcaklık frekansının yoğunlaştığı sıcaklık değerleri 24-33 °C arasındadır.

Bitkiler için elverişli sıcaklıklar olan kabul edilen ve bitkilerin yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmeleri için 9-21°C arasındaki değerler önemlidir (Dönmez, 1990:38). Batman istasyonuna ait sıcaklık frekanslarının yalnızca %33,82'si bu değerler arasındadır. Buda Batman'da bitkilerin vejetasyon süresinin oldukça kısa olduğunu göstermektedir. Burada yaz sıcaklık ortalamasının yüksek olması etkilidir. Sıcaklıkların %10,22'si 30°C'nin üstünde ölçülmüştür. Ayrıca kaydedilen sıcaklıkların %4,17'si de 0°C'nin altındadır (Şekil 2.8).

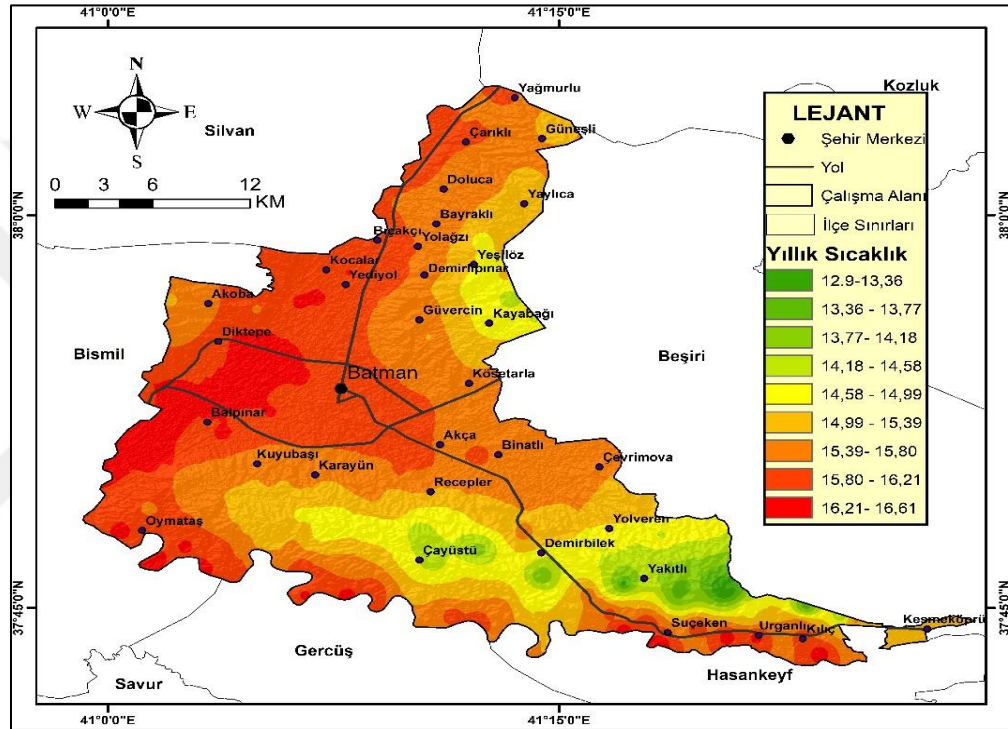
Şekil 2. 7: Batman Şehrinde Sıcaklık Frekansları

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam	
-18°C'den küçük	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	-18°C'den küçük
(-18,0) - (-15,1)	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	(-18,0) - (-15,1)
(-15,0) - (-12,1)	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	(-15,0) - (-12,1)
(-12,0) - (-9,1)	19	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	10	40	(-12,0) - (-9,1)
(-9,0) - (-6,1)	42	25	4	0	0	0	0	0	0	0	0	17	88	(-9,0) - (-6,1)
(-6,0) - (-3,1)	82	53	8	0	0	0	0	0	0	0	3	32	178	(-6,0) - (-3,1)
(-3,0) - (0)	270	142	16	0	0	0	0	0	0	0	12	168	608	(-3,0) - (0)
0,1 - 3,0	574	295	58	2	0	0	0	0	0	5	64	408	1406	0,1 - 3,0
3,1 - 6,0	518	502	214	14	0	0	0	0	2	22	204	553	2029	3,1 - 6,0
6,1 - 9,0	312	486	547	75	0	0	0	0	8	51	439	469	2387	6,1 - 9,0
9,1 - 12,0	66	193	616	374	17	0	1	0	24	85	638	194	2208	9,1 - 12,0
12,1 - 15,0	3	29	331	608	193	2	3	3	30	305	371	27	1905	12,1 - 15,0
15,1 - 18,0	0	1	75	513	458	21	15	5	38	554	94	1	1775	15,1 - 18,0
18,1 - 21,0	0	0	11	202	606	104	14	30	133	574	9	0	1683	18,1 - 21,0
21,1 - 24,0	0	0	0	43	485	361	36	34	484	239	1	0	1683	21,1 - 24,0
24,1 - 27,0	0	0	0	9	134	658	104	137	761	72	0	0	1875	24,1 - 27,0
27,1 - 30,0	0	0	0	3	14	550	563	751	328	3	0	0	2212	27,1 - 30,0
30,1 - 33,0	0	0	0	0	1	154	981	838	29	0	0	0	2003	30,1 - 33,0
33,1 - 36,0	0	0	0	0	0	2	185	85	1	0	0	0	273	33,1 - 36,0
36,1 - 39,0	0	0	0	0	0	0	10	1	0	0	0	0	11	36,1 - 39,0
39,1 - 42,0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	39,1 - 42,0
42,1 - 45,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42,1 - 45,0
45,1 - 48,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45,1 - 48,0
	1899	1740	1882	1843	1908	1852	1913	1884	1838	1910	1835	1882	22386	

2.2.1.6. Sıcaklığın Dağılışı

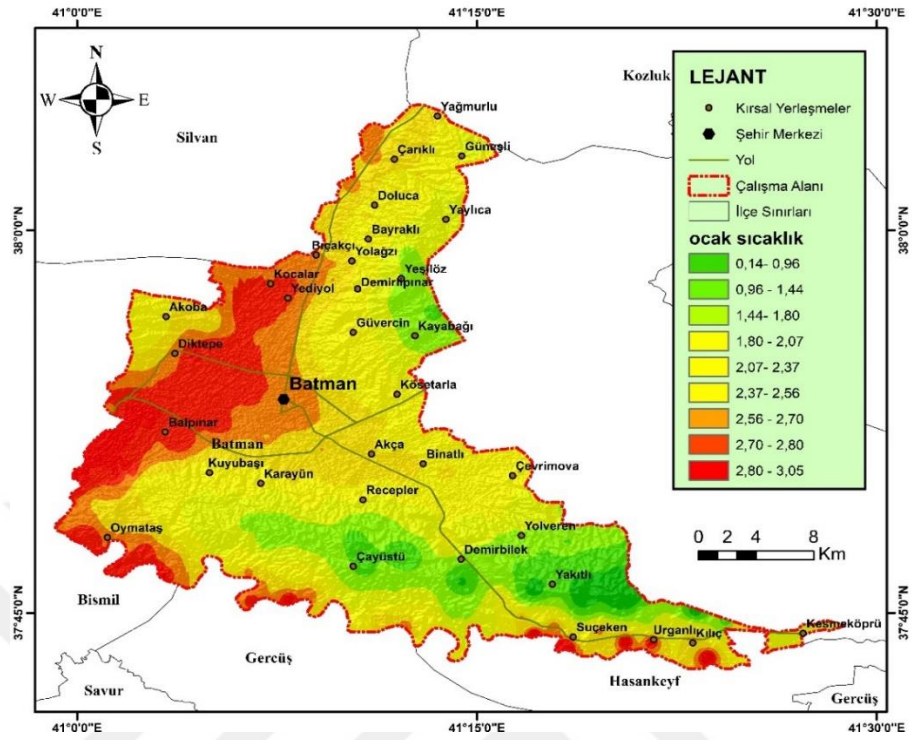
Çalışma alanı incelendiğinde güneş ışınlarının geliş açısı, yükselti, bakı ve dağların uzanış doğrultusuna bağlı olarak sıcaklığın değiştiği söylenebilir. Batman merkezinin bulunduğu depresyon kentsel ısı adasının da etkisiyle sıcaklığın en fazla olduğu alana karşılık gelirken Kıra ve Raman dağlarına ve kırsal alanlara doğru sıcaklık azalmaktadır (Şekil 2.9).

Şekil 2. 8: Yıllık Ortalama Sıcaklık Haritası



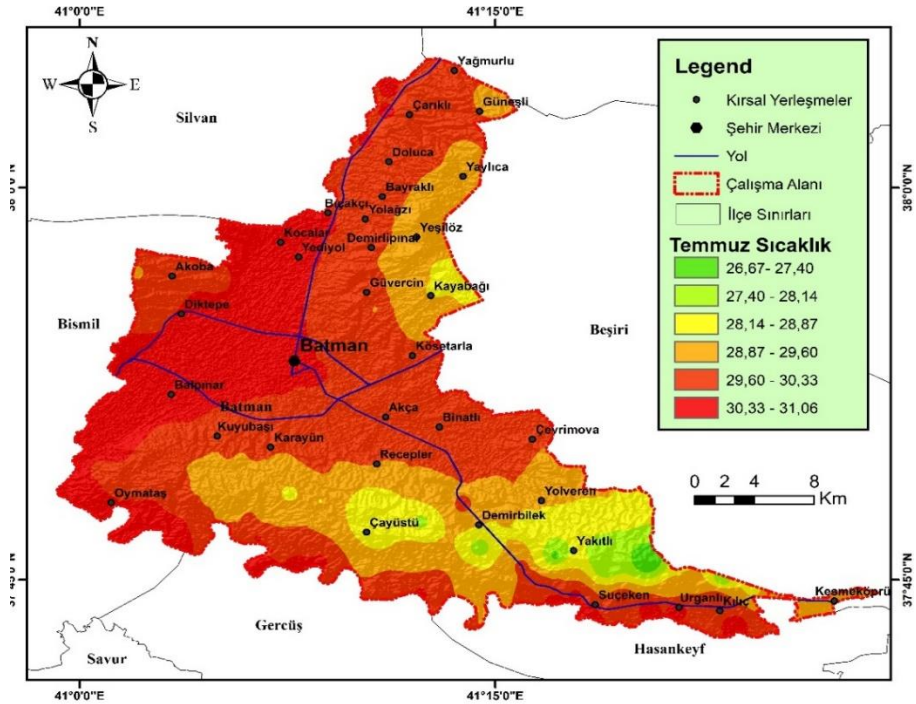
Kış aylarında sıcaklık ortalamaları $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin altına düşmese de sıcaklık ortalamaları düşüktür. Batman Ovası'nda $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ olan ocak ayı ortalaması yükselti ve şehirsal ısı adasının etkisiyle çevrede doğru azalmaktadır (2.10). Sıcaklık ortalamalarının $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin altına düşmemesi kar yağışlı gün sayısının ver karın yerde kalma süresinin kısa olmasına sağlamaktadır. Ancak karasallığın şiddetli olmasından dolayı gece ile gündüz arasında sıcaklık farklı belirgin bir şekilde hissedilmektedir. Buna bağlı olarak zaman zaman don olayları tarımı olumsuz bir şekilde etkileyebilmektedir.

Şekil 2. 9: Ocak Ayı Sıcaklık Haritaları



En sıcak ay olan Temmuz ayında Batman Ovası'nda 30 °C'nin üstünde sıcaklık ortalaması görülmektedir. Sıcaklık kırsal kesimlere ve yükseltinin arttığı Kır ve Raman dağlarına doğru azalmaktadır (2.11).

Şekil 2. 10: Temmuz Ayı Sıcaklık Haritaları



2.2.2. Basınç

Atmosferi oluşturan gazların yeryüzündeki herhangi bir cismin üzerine uyguladığı kuvvete atmosfer basıncı denir. Gazların büyük bir bölümü yerçekiminin etkisiyle yere yakın atmosfer kısmında bulunmaktadır. Bundan dolayı yerden yükseldikçe atmosfer basıncı hızla azalmaktadır. Gazların ağırlığının yanında, dünyanın eksenindeki günlük hareketi, ısınma ve soğuma da basınç alanlarının oluşmasını sağlamaktadır.

Kış mevsiminde Sibirya Antisiklon'u etki sahasını genişlettiği için Türkiye'ye kadar sokulur, bu Türkiye sıcaklıklarının düşmesine neden olmaktadır. Aynı mevsimde kuzeye doğru genişleyen Asor Antisiklon'u ile karşılaşır ise Anadolu kütlesi aşırı derecede soğur. İlkbahar mevsiminde ise Basra alçak basınç alanı Türkiye'ye sokularak sıcaklıkların artmasına neden olmaktadır. Çalışma alanı, Sonbahar ve Kış aylarında Sibirya yüksek basıncının etkisine, ilkbaharda ise Basra alçak basıncının etkisine girmektedir.

Aylık ortalama basınç değerleri incelendiğinde Batman'da ortalama basıncın, en yüksek olduğu ay Aralık'tır. Ocak'tan itibaren basınç değerleri büyük sapmalar olmaksızın, azalmaya başlamaktadır. Bu gidiş Temmuz ayına kadar sürer ve bu ayda ortalama basınç değerleri, yılın en düşük seviyesine iner. Ağustos'tan sonra belirgin bir şekilde yükselen basınç, kasım ayında maksimum değerlerin ölçülmüş olduğu Aralık değerlerine çok yakın ya da aynısıdır. Buna göre yaz aylarındaki ortalama basınç, yıllık ortalama değerlerinin altında, kış aylarındaki ortalama basınç, yıllık ortalamaların üzerindedir. Bahar dönemlerindeki ortalama basınç değerleri ise, ortalamalara yakın bir seyir izlemektedir (Tablo 2.5).

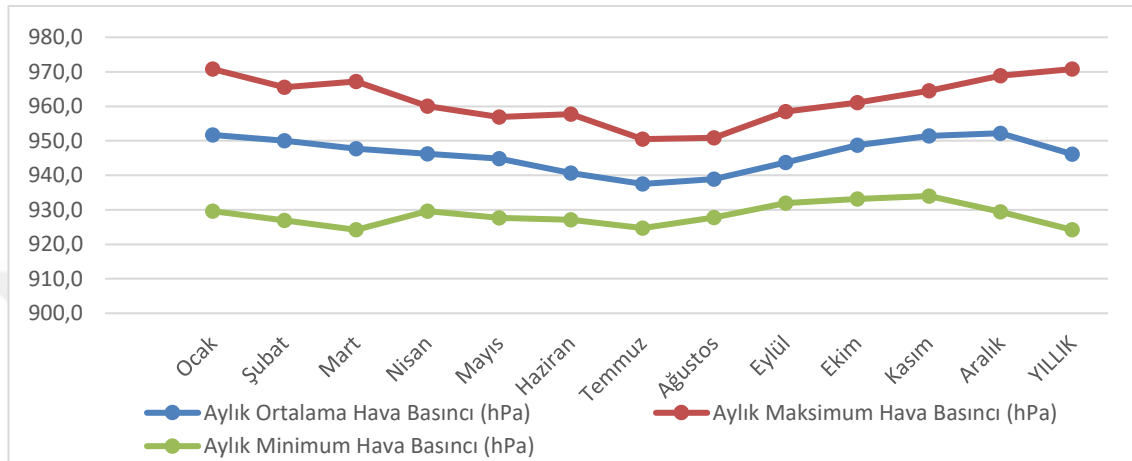
Tablo 2. 5: Batman'ın Basınç Değerleri (1959-2024)

Parametre	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	YILLIK
Ortalama (hPa)	951,7	950,0	947,7	946,2	944,8	940,7	937,5	938,9	943,7	948,7	951,4	952,2	946,1
Maksimum (hPa)	970,8	965,5	967,2	960,1	956,9	957,7	950,5	950,9	958,5	961,1	964,5	968,9	970,8
Minimum (hPa)	929,6	926,9	924,2	929,6	927,7	927,1	924,7	927,8	931,9	933,1	934,0	929,4	924,2

Kaynak: Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

Batman’da yıllık ortalama yerel basınç 946,1 hPa, maksimum basınç ocak ayında ölçülmüş olan 970,8 hPa iken minimum basınç mart ayında ölçülmüş olup 924,2 hPa’dır. Yaz aylarında maksimum basınç değerleri arasındaki fark az iken kış aylarında bu fark artmaktadır (Şekil 2.12).

Şekil 2. 11: Batman İlinde Ortalama Aylık Basınç



Kaynak: Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

2.2.1. Rüzgârlar

İklim araştırmalarında incelenen en önemli konulardan biri de rüzgârlardır. Rüzgârlar, nem, yağış ve sıcaklık gibi iklim elemanlarını doğrudan etkileyebilmektedir. Doğal çevre şartları ve insan yaşamını da etkilemektedir. Rüzgârlar aynı zamanda atmosferin enerji taşıyıcıları olarak görülebilir. Geldikleri yerin; nemini, sıcaklığının estikleri yere taşırlar.

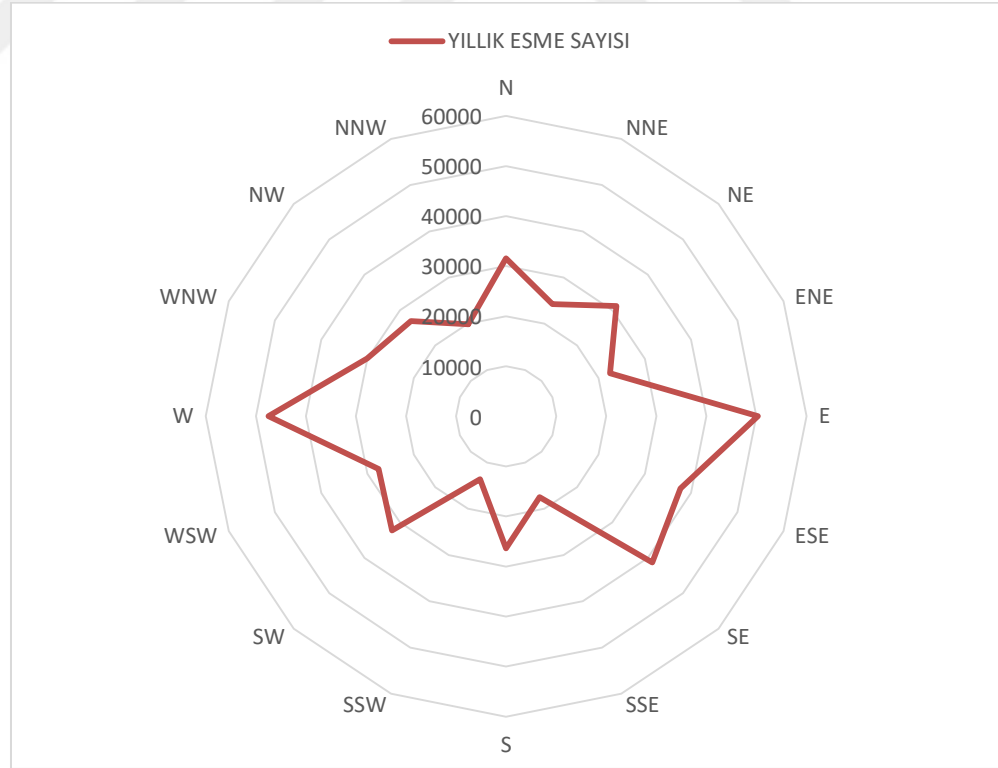
Çalışma alanımızda rüzgâr hızına baktığımızda Batman’da yıllık ortalama rüzgâr hızı 1,6 m/sn’dir. En hızlı esen rüzgârın yönü Kuzeydoğu (NE), hâkim rüzgâr yönü doğu-batıdır. Kış ayında hâkim rüzgâr yönü doğu (E) ve Güneydoğudur (SE). Bu da kış aylarındaki kirli havanın şehirden uzaklaşmasını engellemektedir. Yaz aylarında ise hâkim rüzgâr yönü Batı (W) ve Güneybatıdır (SW). Sanayi tesislerinin şehrin içinde kalmasından dolayı rüzgâr, yaz ve kış aylarında kirli havanın şehrin üzerine çökmesine neden olmaktadır. (Tablo 2.6, Şekil 2.13, 2.14).

Tablo 2. 6: Çalışma Sahasının Rüzgar Hızları

Parametre	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	YILLIK
Ortalama Rüzgâr Hızı (m÷sn)	1,5	1,7	1,9	1,9	1,8	1,9	1,7	1,6	1,5	1,4	1,2	1,3	1,6
Maksimum Rüzgâr Yönü ve Hızı (m÷sn)	NE 40,1	SSE 29,0	S 27,6	SSE 30,0	ENE 30,2	ESE 24,7	WSW 26,3	S 25,2	SSE 21,7	WSW 30,1	ESE 25,7	NE 31,9	NE 40,1

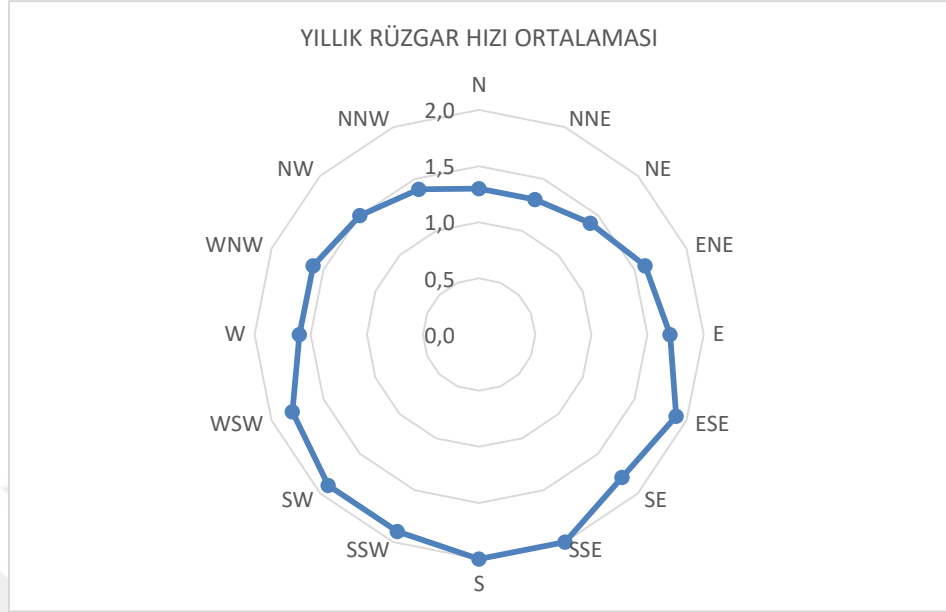
Kaynak: Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

Batman ilinde ortalama rüzgâr hızlarına ait en düşük değerler kasım ve aralık aylarında belirlenmiştir. Ocaktan itibaren hafifçe artan rüzgâr hızları, mart ve nisan aylarında en yüksek değerlerine ulaşmaktadır. Bu dönemden itibaren yine azalmaya başlayan rüzgâr hızları, küçük düşüşlerle kasım ve aralık aylarındaki minimum değerlere ulaşırlar.

Şekil 2. 12: Batman'da Rüzgâr Esiş Sayısına Göre Rüzgâr Frekans Gülü

Kaynak: Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

Şekil 2. 13: Batman’da Yönlere Göre Ortalama Rüzgar Hızları (m/sn)



Kaynak: Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

2.2.4. Atmosferde Nem

2.2.4.1. Bağıl Nem

Havada bulunan mutlak nem miktarının havanın sahip olduğu sıcaklığın taşıyabileceği maksimum nem oranına bağıl nem denir. Bağıl nem yüzdelik olarak ifade edilir ve sıcaklık arttıkça maksimum nem miktarı artacağı için bağıl nem azalmaktadır. İnceleme sahasında ele alınan iklim elemanları arasında nem faktörünün önemli bir yeri bulunmaktadır. Türkiye’de bağıl nemin ortalama olarak en düşük olduğu bölgede yer alan (%60) Batman’da ise bağıl nem oranları Türkiye ortalamanın altındadır (%57). Ortalama bağıl nem oranlarının düşük olması, özellikle yaz aylarında çok düşük seviyelere inen bağıl nem oranları ile ilgilidir. Bağıl nem ve sıcaklık arasında ters bir orantı bulunmaktadır. Sıcaklık arttıkça havanın hacmi artmakta ve taşıyabileceği maksimum nem miktarı artmaktadır. Sıcaklık düştüğünde havanın taşıyabileceği nem miktarı azalmakta bu da yağış ihtimalini artırmaktadır. Kış mevsiminde yağışların artmasına bağlı olarak bağıl nem oldukça yüksek, yaz mevsiminde ise sıcaklığın artmasına bağlı olarak bağıl nem miktarı azalmaktadır. Buna bağlı olarak minimum değerler Temmuz ve Ağustos aylarına denk gelmektedir. Batman şehrinde en yüksek bağıl nem miktarı Aralık

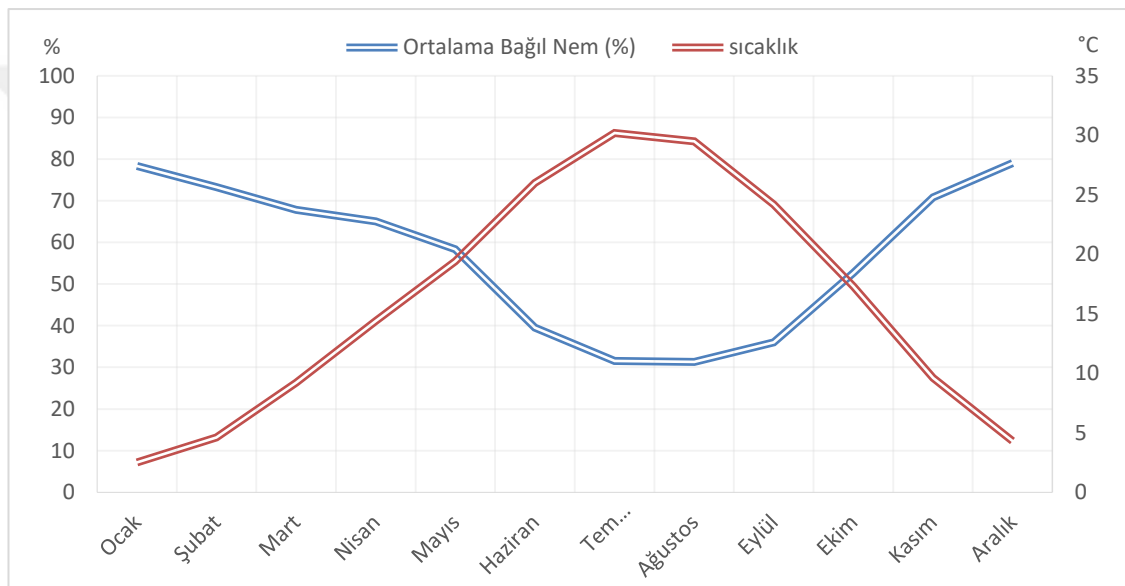
ve Ocak aylarında yaşanırken, en düşük değerler ise genelde Temmuz ve Ağustos aylarında yaşanmaktadır (Tablo 2.7, Şekil 2.15).

Tablo 2. 7: Batman’a Ait Bağıl Nem Değerleri

Parametre	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	YILLIK
Ortalama Bağıl Nem (%)	78,4	73,3	67,8	65,1	58,4	39,5	31,5	31,3	36,0	52,7	70,8	79,1	57,0

Kaynak: Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

Şekil 2. 14: Batman İline Ait Sıcaklık ve Bağıl Nem



Kaynak: Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

2.2.5. Yağış Ve Nemlilik Derecesi

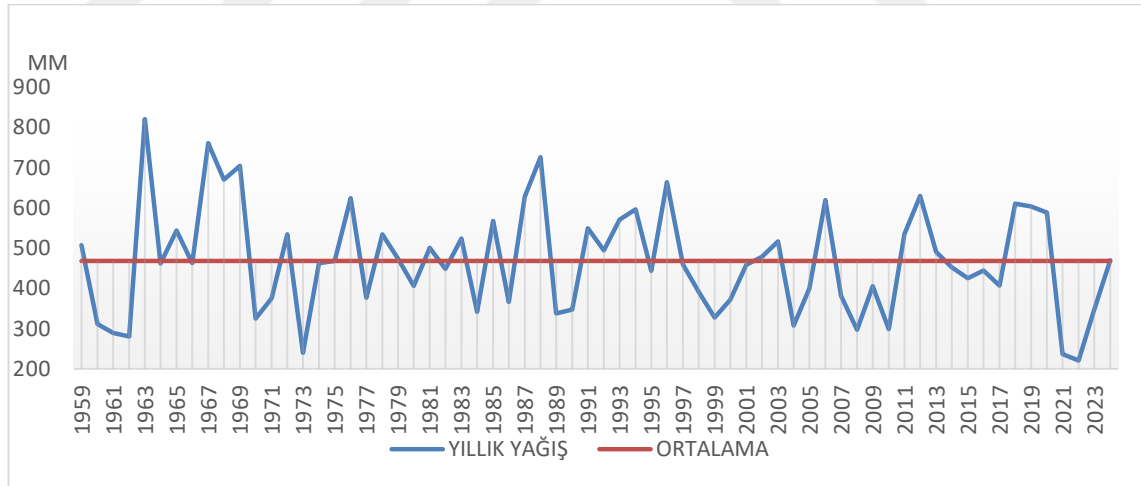
2.2.5.1. Çalışma Sahasının Genel Yağış Özellikleri

Ülkemizin yağış miktarı dağların uzanış doğrultusu, denizellik-karasallık, yükselti ve ülkemizi etkileyen hava kütleleri belirleyici olmaktadır. Dağların uzanış doğrultusu ve yükselti yağışın kıyı kesiminde fazlayken iç kesimlere doğru hızla düşmesine neden olmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi, kuzeyinde Toros Dağları'nın uzanması, güneyinde dinamik yüksek basınç alanlarından kaynaklanan çöllerin bulunması yağış miktarının düşmesine neden olmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin güneyinde alçak bölgelerde yağış miktarı 500 mm'nin altına düşmektedir. Araştırma sahasında 1970-2024 yılları arasındaki yıllık yağış ortalaması 456,4 mm'dir.

Sahasında yağışın büyük bir bölümü ilkbahar ve kış mevsimlerinde görülmektedir. Yağışın en az olduğu yaz mevsiminde ise özellikle de temmuz ve ağustos ayları çok kurak geçmektedir. Çalışma sahasının iklim özelliklerini enlem, hava kütleleri ve topoğrafik özellikler belirlemektedir. Bölge genelinde olduğu gibi Batman ili de yarı kurak bir iklim özelliklerini taşımaktadır. Çalışma sahasında, kış aylarında gerçekleşen cephesel yağışlar, Akdeniz cephe sisteminin bir parçasını oluşturmaktadır. Bundan dolayı kış ayları, ilkbahara yakın yağış miktarına sahiptir.

Uzun yıllar yağış miktarı değişimi incelendiğinde Batman'da düşen yağışın çok istikrarsız ve yüksek bir yağış aralığına sahip olduğu söylenebilir. En fazla yağışı 1963 yılında 820,8 mm ile alan Batman'da en düşük yağış miktarı 2021 yılında 236,8 mm'ye kadar düşmüştür. En düşük yağış ile en yüksek yağış arasındaki fark 584 mm'dir. Bu da bize Batman'da hem ciddi kuraklık riskinin bulunduğunu hem de sel ve taşkın riskinin yaşanma ihtimalinin yüksek olduğunu göstermektedir. Nitekim hem son yıllarda meydana gelen kuraklık olaylarına bağlı olarak tarımsal üretimde meydana gelen düşüş hem de 2006 ve 2023 yıllarında sel ve taşkın afetiyle yüzleşen şehir, bu durumu doğrulamaktadır.

Şekil 2. 15: Batman Şehrinde Yağışın Yıllara Göre Değişimi (1959-2024)



Kaynak: Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

2.2.5.2. Aylık Ortalama Yağışlar

Yağış özellikleri incelenirken üzerinde durulması gereken bir diğer önemli konu da, aylara ve mevsimlere göre durumudur. Batman şehri, komşu il merkezlerine göre en düşük yağış değerlerine sahiptir. Batman'ın kurulduğu depresyon alanı yağışın çevresine

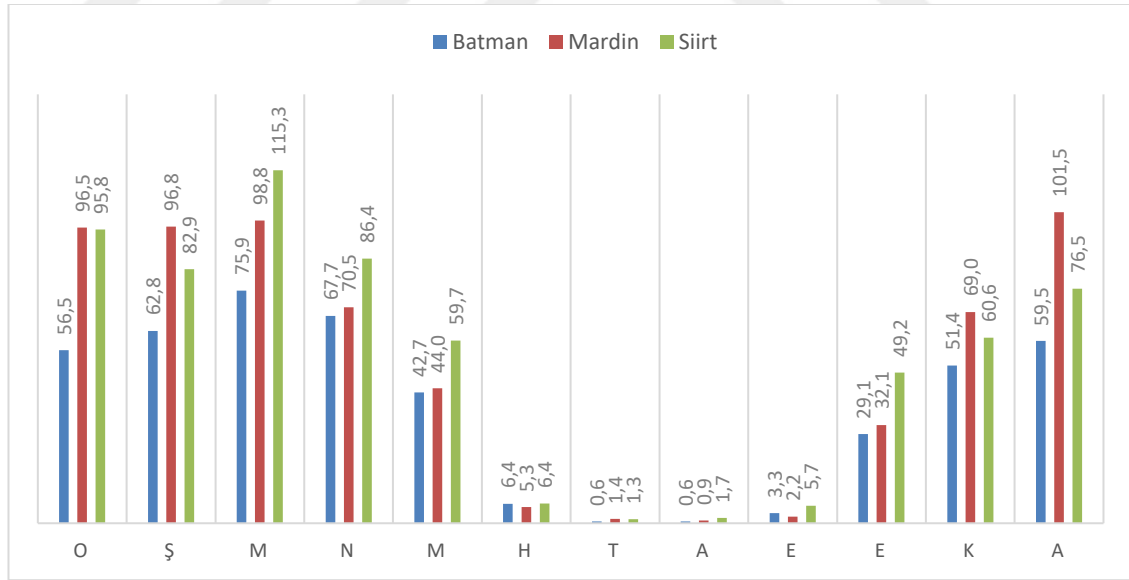
göre düşük olmasında etkilidir. Batman, bir yandan ilkbahar aylarında yükselim yağışları görülürken kış aylarında cephesel yağışlardan etkilenmektedir. Bundan dolayı her ne kadar en fazla yağışı ilkbahar aylarında alsa da kış yağış ortalaması, ilkbahar yağışına oldukça yakındır. Mart-Nisan aylarında en fazla yağış yağışı alırken yaz aylarında ise tam bir kuraklık yaşanır ve yağış miktarı yok denecek kadar azalmaktadır (Tablo 2.8, Şekil 2.17).

Tablo 2. 8: Batman, Siirt ve Mardin'e ait Ortalama Yağış Değerleri (1970-2024)

Toplam Yağış Ortalaması (mm=kg÷m ²)	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	YILLIK
Batman	56,5	62,8	75,9	67,7	42,7	6,4	0,6	0,6	3,3	29,1	51,4	59,5	456,4
Mardin	96,5	96,8	98,8	70,5	44,0	5,3	1,4	0,9	2,2	32,1	69,0	101,5	613,3
Siirt	95,8	82,9	115,3	86,4	59,7	6,4	1,3	1,7	5,7	49,2	60,6	76,5	641,5

Kaynak: Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

Şekil 2. 16: Batman, Siirt ve Mardin'in Aylara Göre Ortalama Yağışı (1970-2024)



Kaynak: Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

Yağışın mevsimlere dağılışına baktığımızda Batman şehrinde yağışın büyük bir bölümü ilkbahar ve kış aylarında düşmektedir. Toplam 456,4 mm yağışın %40'ı ilkbahar mevsiminde %38'i kış mevsiminde %3'ü yaz mevsiminde %19'u sonbahar mevsiminde

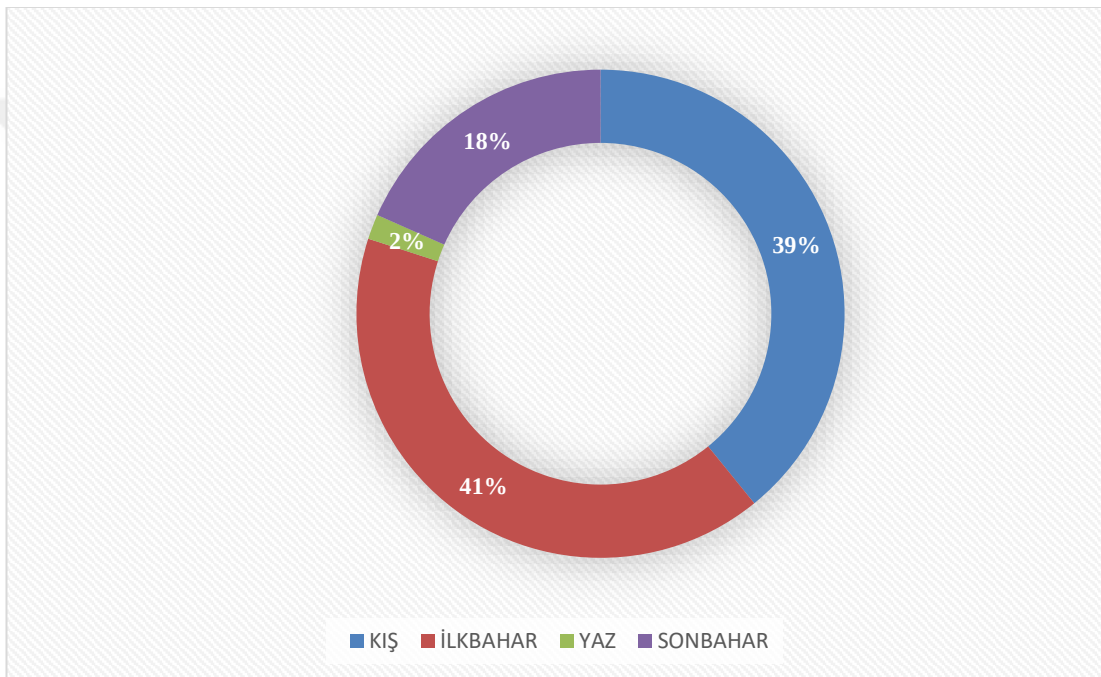
düşmektedir. Genel olarak çalışma alanında kış ve ilkbahar aylarının yağışlı, yaz aylarının sıcak ve kurak geçtiği görülmektedir (Tablo 2.9, Şekil 2.18).

Tablo 2. 9: Batman'da Yağışın Mevsimlere Dağılışı (1970-2024)

MEVSİMLER	KIŞ	İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR	TOPLAM
YAĞIŞ MİKTARI	178,7	186,3	7,6	83,9	456,4

Kaynak: Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

Şekil 2. 17: Batman'da Yağışın Mevsimlere Göre Dağılışı



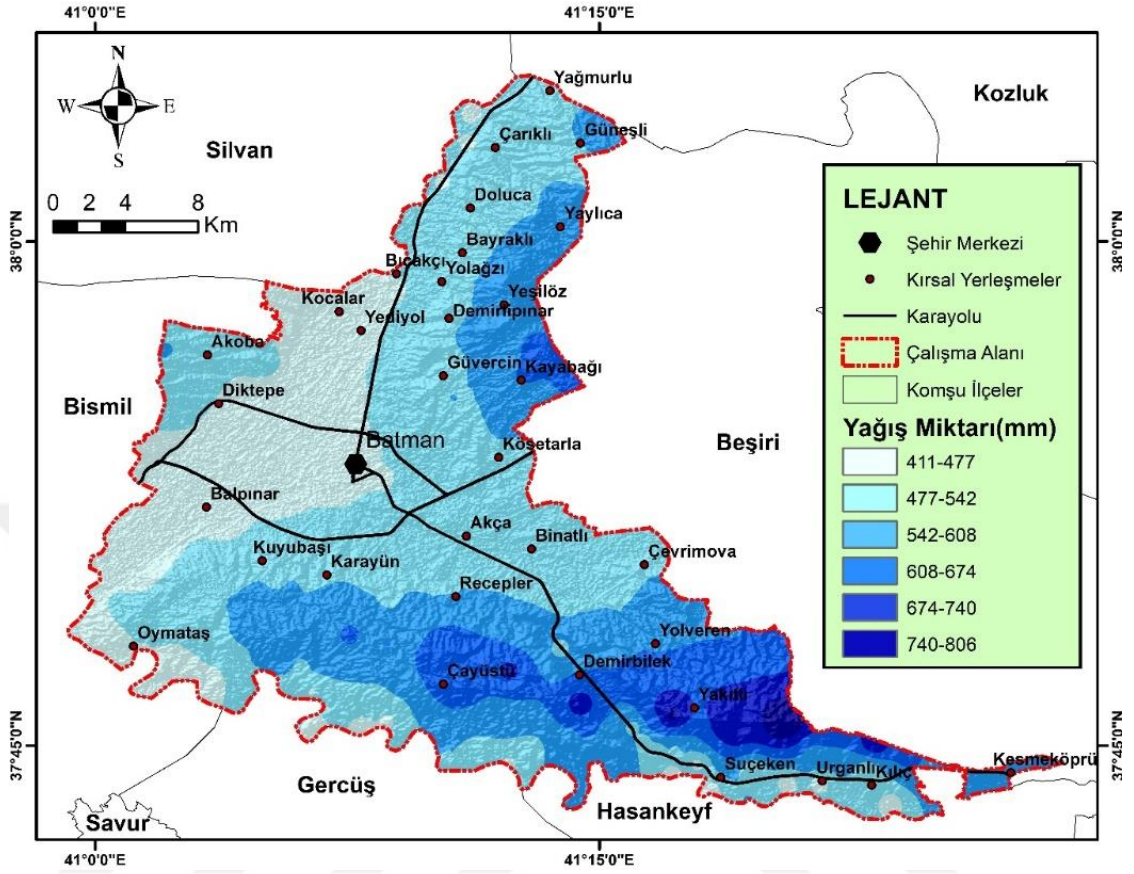
Kaynak: Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

2.2.5.3. Yağışın Dağılışı

Yağış miktarı üzerinde enlem, hava kütleleri ve topoğrafik faktörlerin etkili olduğu görülmektedir. Batman şehrinin bulunduğu Tilmis Ovası'nda 400 mm'lere düşen yağış yükseltinin etkisiyle Kırâ ve Raman dağlarına doğru artmaktadır (Şekil 2.19).

Batman merkezi karasal iklim özelliklerine sahip olduğu için çok fazla yağış almamaktadır. 456,4 mm ortalama yağışa sahiptir. Yağışlar genellikle ilkbahar aylarında konveksiyonel şeklindedir. Kış aylarında ise Akdeniz havzasında yer aldığı için cephesel yağışların meydana geldiği görülmektedir.

Şekil 2. 18: Batman Yıllık Ortalama Yağış Dağılışı Haritası



Kaynak: Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

2.2.5.4. Sağanak Yağışlar

Kısa bir süre içerisinde düşen büyük miktardaki yağışa sağanak yağış denir. Özellikle sel ve taşkınların incelendiği çalışmalarda sağanak yağışlar ayrı bir öneme sahiptir. Büyük bir su kütesinin kısa bir süre içerisinde yeryüzüne ulaşması, toprağın suyu absorbe etmesini engellemekte ve akarsu yataklarına normal taşıma kapasitelerinin üstünde yük bindirmektedir. Bu da akarsuyun, yatağının dışına taşmasına özellikle akarsu kenarında kurulan yerleşmelerin bulunması halinde sel ve taşkınlara sebep olmaktadır. Yağış miktarının sağanak kabul edilebilmesi için günlük yağış miktarının 25 mm'nin üzerinde olması gerekmektedir. Ayrıca sağanak yağışın değerlendirilirken 25-50 mm arası yağış az şiddetli, 50-100 mm arası orta şiddetli ve 100 mm'nin üstündeki günlük yağışlar şiddetli sağanak yağış olarak değerlendirilmektedir (Dönmez, 1990:186). Çalışma alanı incelendiğinde, sağanak yağışların ilkbahar aylarında en fazla oluşu görülmektedir. Özellikle karasal iklim bölgelerinde ilkbahar aylarıyla birlikte ısınan hava kütleleri

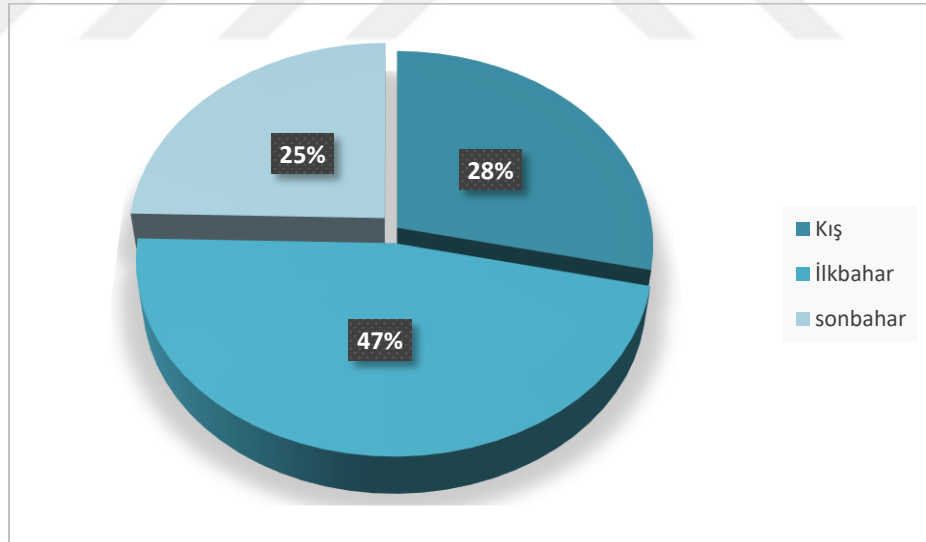
konveksiyonel yağışların oluşmasına neden olmaktadır. Bu dönemde görülen kararsız hava kütleleri kısa sürede şiddetli yağışların oluşmasına neden olmaktadır. Ayrıca çalışma alanı incelendiğinde gerçekleşen son iki sel ve taşkın felaketinin sonbahar aylarında meydana geldiği görülmektedir. Bu süreçte özellikle havzada büyük alan kaplayan tarımsal alanların hasat döneminde sonra bitki örtüsünde yoksun kalması suyun yeraltına akışını azaltmakta ve sel ile taşkınların meydana gelmesine neden olmaktadır. Yaz aylarında havadaki nem açığının artmasından dolayı yağışlar buna bağlı olarak 25mm'yi geçen sağanak yağış miktarı yoktur (Tablo 2.10, Şekil 2.20, Şekil 20.21).

Tablo 2. 10: Batman Meteoroloji İstasyonuna Ait Sağanak Yağış İstatistiği

Mevsim	25 mm'den Fazla Yağış Düşen Gün Sayısı
Kış	37
İlkbahar	61
Yaz	0
Sonbahar	32

Kaynak: Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

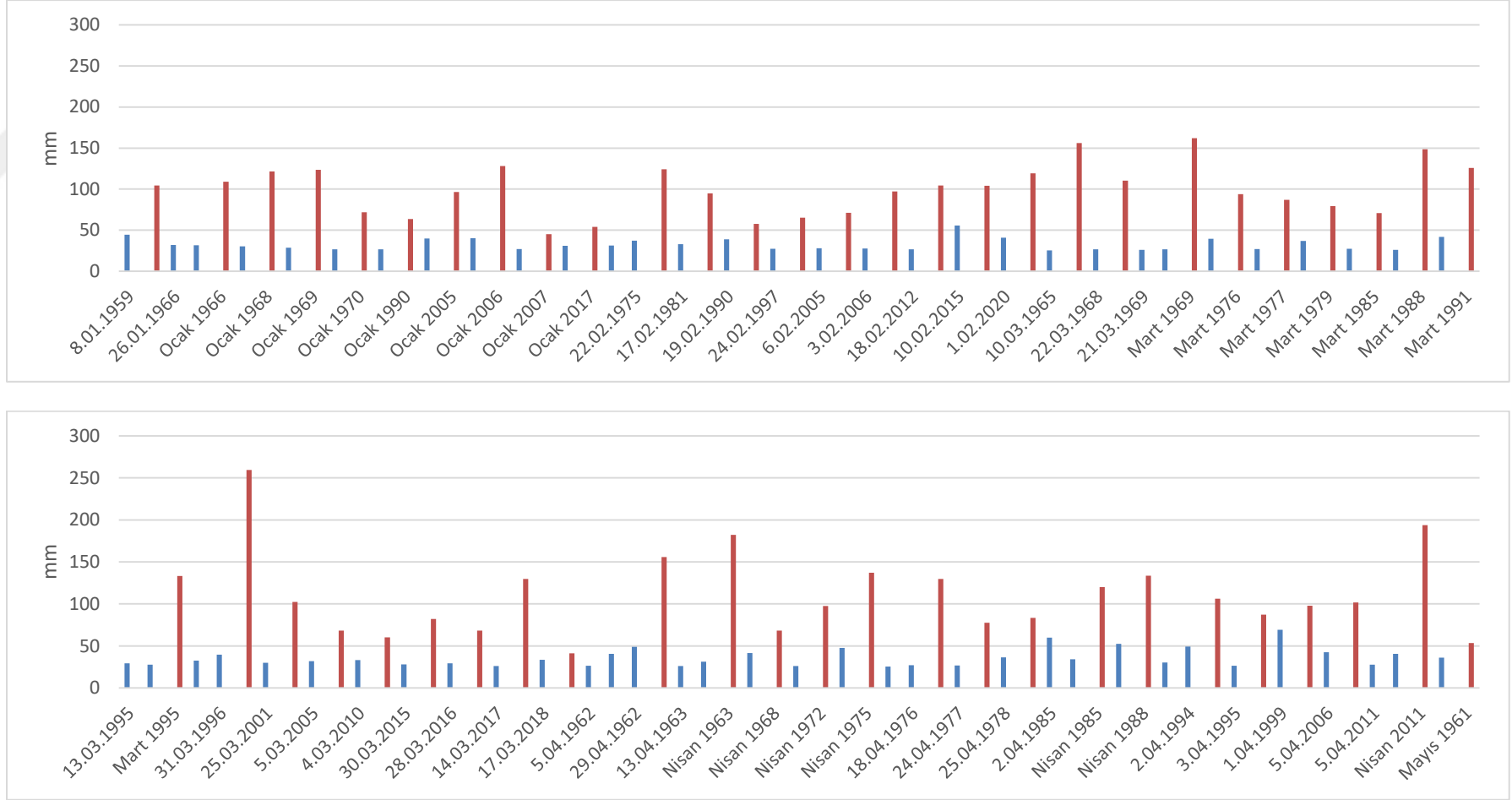
Şekil 2. 19: Batman Meteoroloji İstasyonuna Ait Sağanak Yağışın Mevsimlere Göre Dağılımı



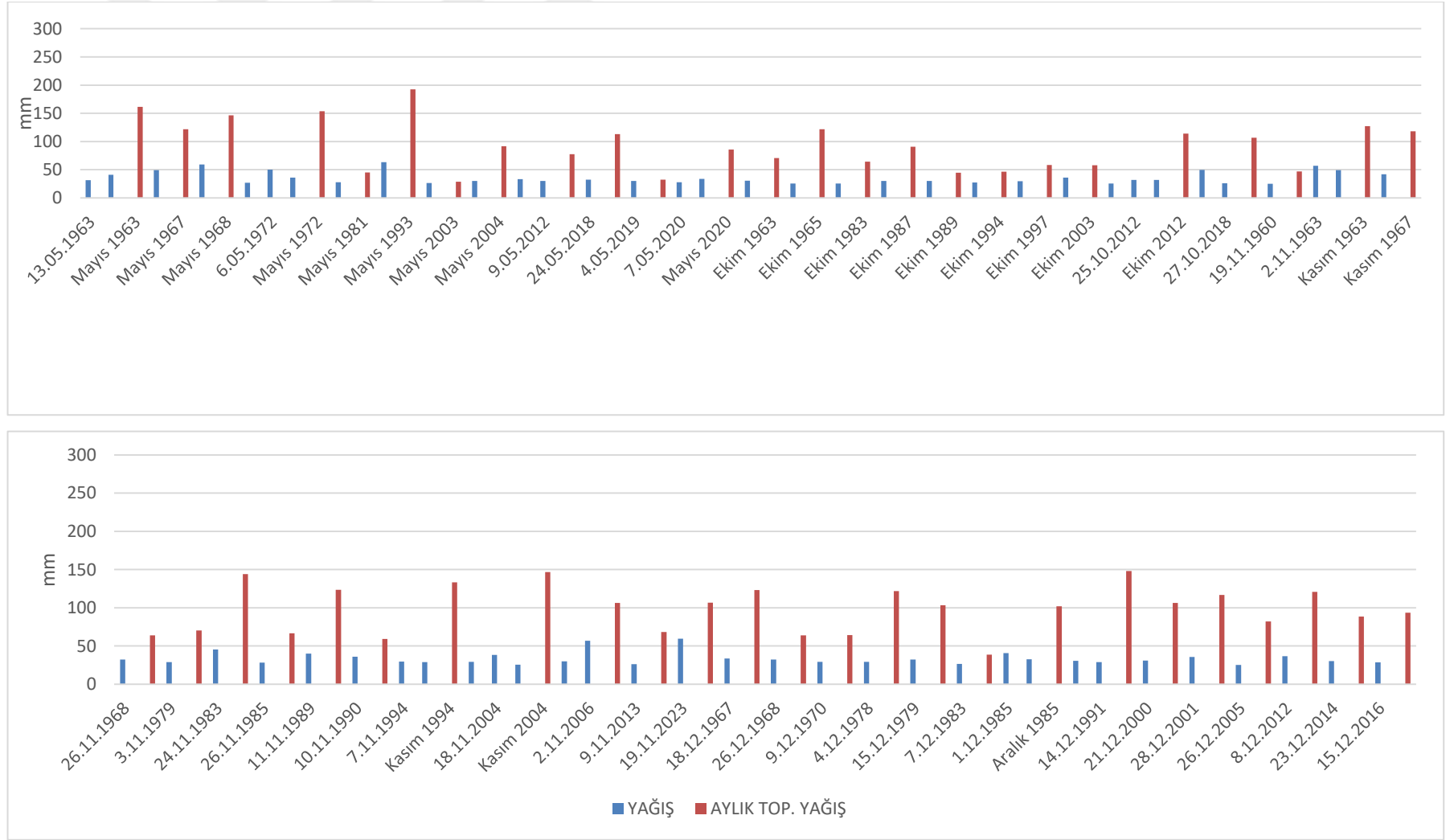
Kaynak: Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

Batman'da meydana gelen önemli son iki sel ve taşkın olayı 2006 ve 2023 Kasım ayında meydana gelmiştir. Bu taşkınlarda yağış miktarı en yüksek değerlere ulaşmamasına rağmen böyle felaketlerin meydana gelme nedenine bakıldığında saatlik bazda düşen yağışın fazla olduğu görülmektedir.

Şekil 2. 20: Batman İstasyonuna Ait Sağanak Yağış Grafiği



Şekil 2. 21: Batman İstasyonuna Ait Sağanak Yağış Grafiği Devamı

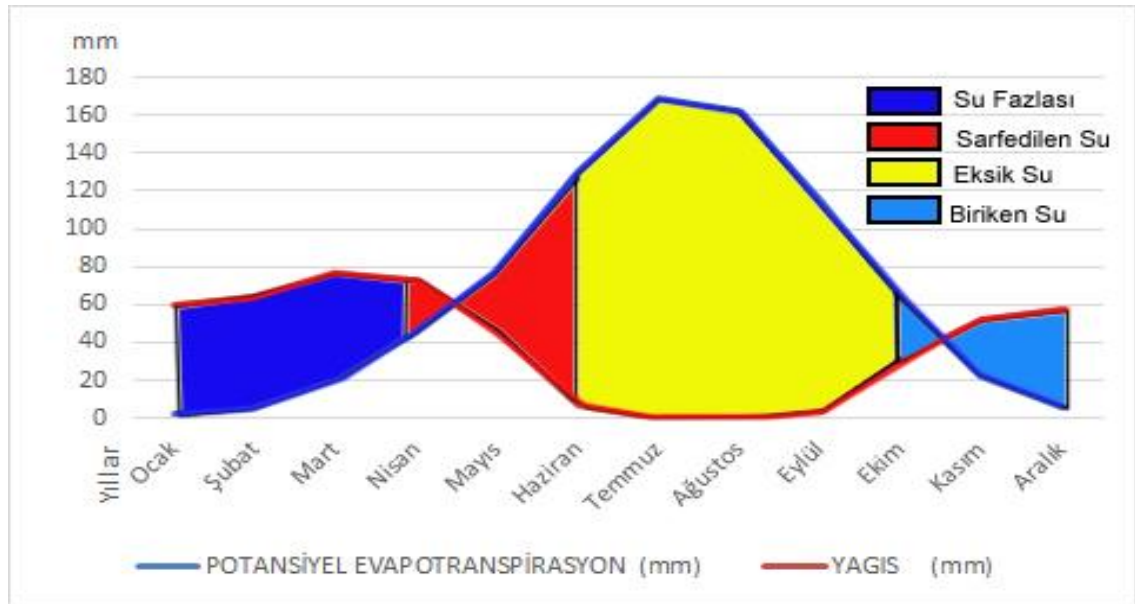


2.2.5.5. Thornthwaite Su Bilançosu

Thornthwaite, evapotranspirasyon ile sıcaklık veya yağış arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için oluşturulmuş toprak nemine dayalı bir sınıflandırmadır. Buna göre bir alanda eğer yıl boyunca yağış evapotranspirasyondan fazla ise toprağın neme doymuş olduğu söylenebilir. Bu alanda su fazlalığı bulunduğu için nemli bir iklime sahip olduğu anlaşılmaktadır. Eğer yağış, evapotranspirasyondan yıl boyunca düşükse bu durumda alanda su eksiğinin bulunduğu için kurak bir iklime sahip olduğu belirtilmektedir.

Çalışma alanı incelendiğinde Ekim ayları itibaren sıcaklığın azalması ve yağışların başlamasından dolayı toprakta su birikimi başladığı görülmektedir. Kasım-Aralık döneminde artan yağışlarla birlikte topraktaki su miktarı artmaya başlamaktadır. Ocak ayından itibaren su fazlası vermeye başladığı görülmektedir. Bu süreç ilkbahar aylarına kadar devam etmektedir. Mayıs ayından itibaren yağışın azalması ve sıcaklığın artmasıyla beraber toprak nemini kaybetmeye başlamakta ve buharlaşma yağıştan fazla olduğu için toprak nemi hızla azalmaktadır. Haziran ayıyla başlayan sıcak ve kurak iklim şartları topraktaki nem miktarının en düşük seviyeye ulaşmasına neden olmakta Ekim ayına kadar bütün yaz döneminde toprakta nem açığı oluşturmaktadır (Şekil 2.21, Tablo 2.10).

Şekil 2. 22: Batman Thornthwaite Su Bilançosu Diyagramı



Tablo 2. 11: Batman'ın Su Bilançosu

AYLAR	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	YILLIK
Sıcaklık °C	2.50	4.60	9.20	14.40	19.40	26.00	30.20	29.50	24.20	17.30	9.60	4.30	15.93
Sıcaklık İndisi	0.35	0.88	2.52	4.96	7.79	12.13	15.22	14.69	10.89	6.55	2.68	0.80	79.46
Potansiyel Evapotranspirasyon (mm)	2.07	6.09	0.73	45.78	77.54	130.1	169.6	62.7	114.6	63.32	22.3	5.40	820.36
Enlem Düzeltme Katsayısı	0.85	0.84	1.03	1.10	1.23	1.24	1.25	1.17	1.04	0.96	0.84	0.82	
Düzeltilmiş PE(mm)	1.76	5.11	21.35	50.57	95.38	161.4	212.8	191.1	119.2	60.79	18.8	4.43	942.67
Yağış (mm)	59.5	63.7	76.30	72.70	46.50	6.90	0.60	0.60	3.40	31.40	51.6	57.5	470.70
Birikmiş Suyun Değişimi(mm)	14.10	0.00	0.00	0.00	-48.88	-1.12	0.00	0.00	0.00	0.00	32.8	53.0	
Birikmiş Su(mm)	00.0	100.0	100.0	100.0	51.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32.8	85.9	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	1.76	5.11	21.35	50.57	95.38	58.02	0.60	0.60	3.40	31.40	18.8	4.43	291.40
Eksik Su (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	103.3	212.1	190.5	115.8	29.39	0.00	0.00	651.27
Fazla Su (mm)	43.6	58.5	54.95	22.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	179.30
Akış (mm)	21.8	51.1	56.77	38.54	11.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	179.30
Nemlilik Oranı	32.8	11.4	2.57	0.44	-0.51	-0.96	-1.00	-1.00	-0.97	-0.48	1.75	1.9	

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

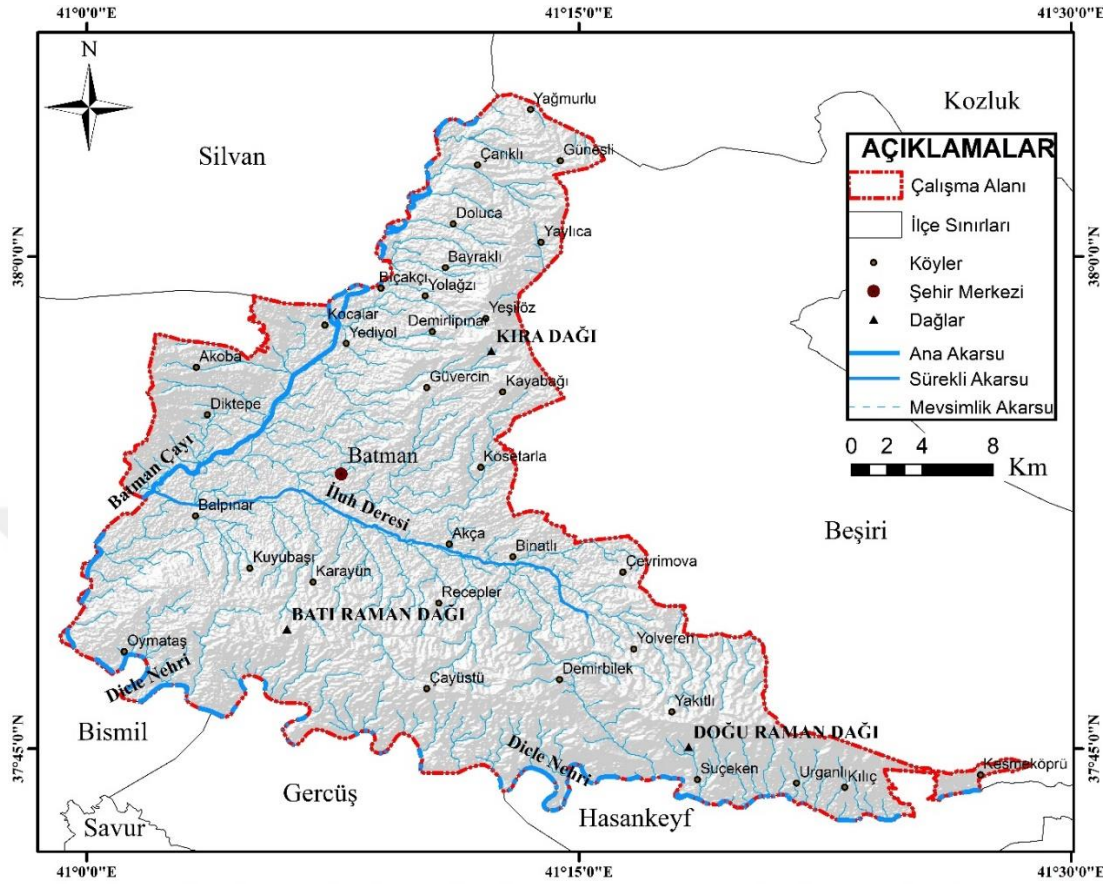
3. BATMAN'IN HİDROGRAFIK ÖZELLİKLERİ

3.1. AKARSULAR ŞEBEKESİNİN KURULUŞU VE GELİŞİMİ

Kendi mecrasında belli bir eğim doğrultusunda akış gösteren sulara akarsu denilmektedir. Ülkemizde akarsular genellikle dere, çay ve ırmak ya da nehir olmak üzere küçükten büyüğe doğru sıralanmaktadır. Göllerle birlikte yeryüzündeki tatlı suların yalnızca %0,3'lük kısmını oluştursa da insanların hayatını en çok etkileyen su kaynaklarıdır. İnsanların ilk yerleşim alanlarının belirlenmesinden günümüzdeki pek çok sanayi tesisinin kuruluş yerinin belirlenmesindeki belirleyici faktördür.

Batman Çayı, Dicle Nehri Havzası'nda yer alan önemli akarsulardan biridir. Batman Çayı'nın önemli yan kolları Sason Çayı, Zori Çayı, Sarım Çayı ve Kulp Çayı'dır. Bu akarsular Güneydoğu Toros Dağları'ndan doğup Batman sınırları içerisinde birleşerek Batman Çayı adını almaktadır. Batman Çayı, Muş Dağları'ndan kaynağını almaktadır. Üst Miosen-Pliosen döneminde Dicle Havzası'nın doğu kısmında alüvyonların birikmesinde etkili olmuştur (Efe ve Önen,2015:85). Kuzey-güney yönlü konsekant bir akarsu olan Batman Çayı, tektonik hareketlerle yükselen dağlık alanlara antedant olarak gömülmüştür. Gömülme sonucunda Batman Barajı'nın bulunduğu alanda bir klüz meydana gelmiştir. Pleistosen döneminde Batman Çayı, Batman şehrinin kurulduğu alanda geniş menderesler çizerek Dicle Nehri'ne bağlanmıştır. Raman Dağı'nın kuzeye doğru çarpılmasıyla da Batman Çayı batıya doğru kaymıştır. Sürecin dönemler halinde gerçekleşmesi farklı dönemlere ait menderes yeniği taraçaların oluşmasını sağlamıştır (Tonbul ve Sunkar, 2008:108). Batman şehrinde geçen İluh Deresi, akım miktarı düşük yer yer yazın kuruyan mevsimlik akarsu özelliği taşımaktadır. İluh Deresi dantritik drenaj ağına sahiptir. İluh Deresi'nin piramidal şekli, ayrıca Batman şehrinin İluh Deresi'nin Batman Çayı'na kavuştuğu mecrada kurulması, şehirde sel ve taşkınların meydana gelmesinde etkilidir (Şekil 3.1).

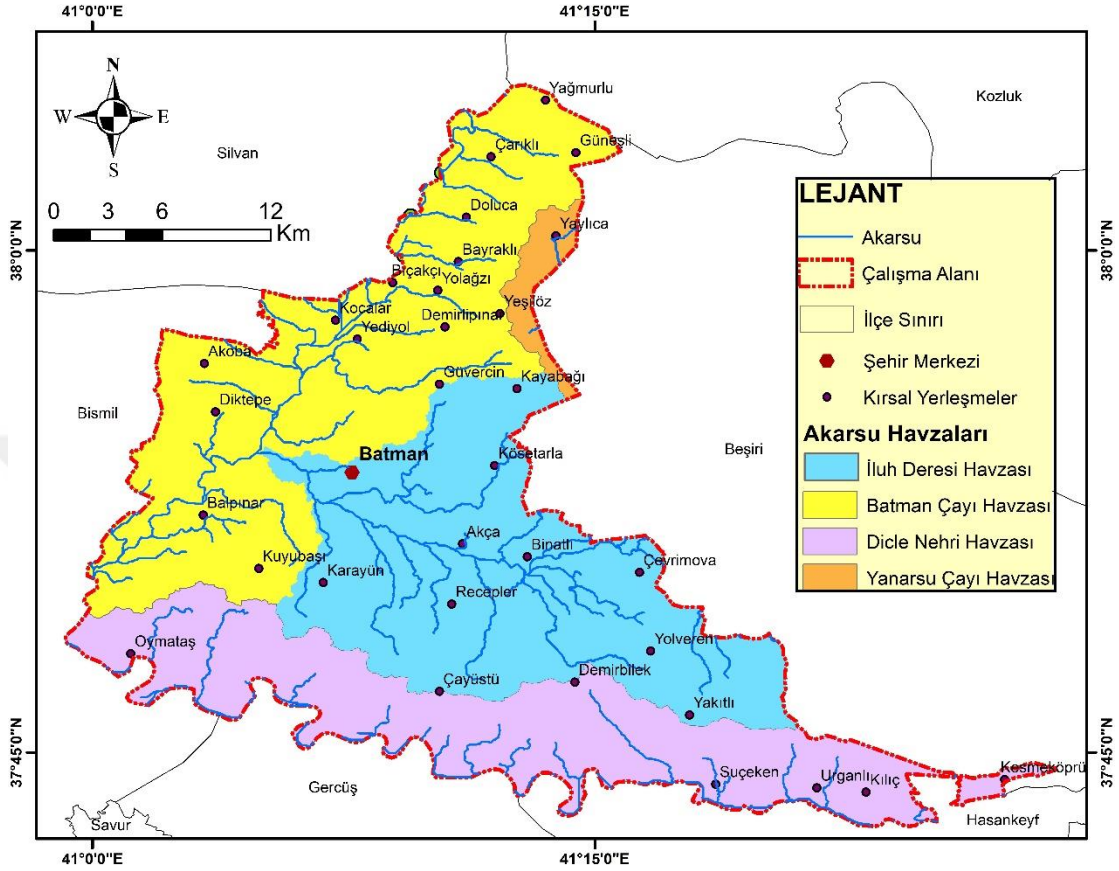
Şekil 3. 1: Çalışma Sahasının Hidrografi Haritası



3.2. ALT HAVZALARI

Çalışma alanının önemli bir kısmı Dicle Nehri'nin Batman Çayı Havzası'nda bulunmaktadır. Güneyde Dicle Nehri, batı-doğu doğrultusunda hareket ettiği için doğrudan Dicle Nehri'ne bağlanan akarsular bulunmaktadır. Çalışma alanında Batman Çayı'nın en önemli alt havzası İluh Deresi olarak görülmektedir. Genel olarak yüksek akım değerlerine sahip olmamasına rağmen su toplama alanının genişliği ve pramidal yapısı özellikle sağanak yağış dönemlerinde akarsu akımını hızla yükseltmekte, sel ve taşkın riski doğurmaktadır (Şekil 3.2).

Şekil 3. 2: Çalışma Alanındaki Akarsu Havzaları Haritası



3.3. HİDROMETRİK ANALİZLER

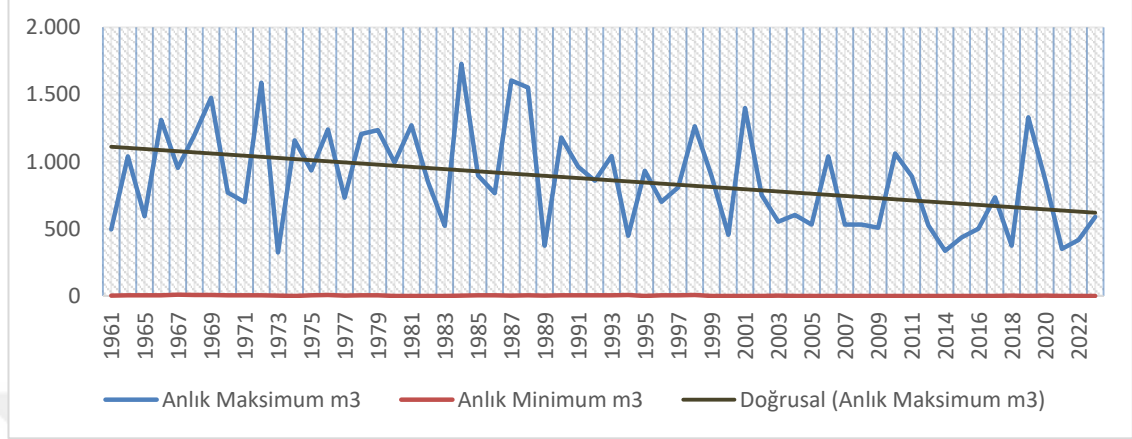
3.3.1. Debi

Batman Çayı, Muş Dağları'ndan doğup çalışma alanında kuzeydoğu-güneybatı istikametinde akış göstermektedir. Toplam 4105,20 km² yağış alanına sahip akarsuyun ortalama akım değeri 110,9 m³/sn'dir. Gözlem süresinde elde edilen anlık en çok akım 18.11. 1993 yılında 1.728 m³/sn olarak ölçülmüştür. En düşük akım ise akımın olmadığı 12.10.1994 yılıdır.

Batman Çayı'nın 1957-2023 yılları arasında DSI'den elde edilen AGİ verileri ışığında uzun yıllar ortalaması 111,14 m³/sn'dir. 60 yıllık akım gözlem süresi içinde maksimum ortalama akım 1969 yılında 209,15 m³/sn, minimum ortalama akım 2014 yılında 23,57 m³/sn olarak ölçülmüştür. 60 yıllık ortalama akım miktarıysa 111.14

m^3/sn 'dir. Maksimum akımın doğrusal değişimi incelendiğinde günümüze doğru azalan bir eğilim göstermektedir (Şekil 3.3).

Şekil 3. 3: Batman Çayı Anlık Akım Tablosu (1961-2023)



Kaynak: DSI

Batman Çayı'nın 1961-2023 yılları arasındaki anlık akım tablosu incelendiğinde toplam akım ortalaması $3498,2 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'dir. Verilen yıllar içerisindeki en düşük ortalama akım $840,5 \text{ m}^3/\text{sn}$ ile 2008 yılında ölçülürken en yüksek akım ortalaması $6228,8 \text{ m}^3/\text{sn}$ ile 2004 yılında gözlemlenmiştir. Batman Çayı'nın ortalama akış yüksekliği ise $852,2 \text{ mm}$ 'dir. Kayıt altına alınmış anlık en yüksek akım miktarı 30.04.1972 tarihinde 1.588 mm iken anlık en düşük akım miktarı $0,0 \text{ mm}$ ile 12.10.1994 tarihine aittir. Anlık akım miktarı yağış durumuyla paralellik göstermekte olup ilkbahar aylarında yükselirken yaz aylarında en düşük seviyeye ulaşmaktadır (Tablo 3.1).

Akım miktarının yıl boyunca çok fazla değişmediği akarsular düzenli rejime sahipken yıl içerisinde akım miktarında belirgin değişimlerin olduğu akarsular düzensiz rejime sahiptir. Akarsuyun düzenli veya düzensiz rejim özelliği göstermesindeki en önemli etken bölgenin sahip olduğu iklim koşullarıdır. Çalışma sahasındaki karasal iklim koşulları hakim olduğu için Batman Çayı'nın aylık ve yıllık akım ortalamaları incelendiğinde düzensiz akım rejimine sahip olduğu görülmektedir. Eylül ayıyla birlikte artan yağışlar kış ve ilk bahar dönemleri boyunca artmaktadır. Bundan dolayı ortalama akım miktarının en fazla olduğu mevsim ilkbahar mevsimidir. En fazla yağışın düştüğü Nisan ayında en fazla akım miktarı ölçülmektedir Nisan ayında ortalama akım miktarı $334,37 \text{ mm}$ 'dir. Yaz aylarına doğru akım miktarı hızla düşmektedir. En düşük ortalama akım miktarı $11,69 \text{ mm}$ ile Ağustos ayında ölçülmektedir (Tablo 3.2).

Tablo 3. 1: Batman Çayı Anlık Akım Tablosu

Yıl	Toplam Su (m3/sn)	Akış Yüksekliği (mm)	Birim alana sn'de düşen yağış (lt/sn/m3)	Anlık en çok akım (m3/sn)		Anlık en az akım (m3/sn)	
1961	1731,4	422	13,4	497	9.05.1961	3,700	25.08.1961
1962	3528,8	860	27,3	1.039	20.02.1962	5,460	1.10.1962
1965	3494,8	851	27	595	29.04.1965	5,620	14.09.1965
1966	4514	1100	34,9	1.312	26.01.1966	6,500	1.10.1966
1967	4832,5	1177	37,3	955	21.04.1967	9,740	1.09.1967
1968	5605,6	1365	43,2	1.201	22.12.1968	9,040	20.09.1968
1969	6601,2	1608	51	1.477	17.12.1969	8,840	5.10.1968
1970	2993,4	729	23,1	771	13.02.1970	4,340	16.09.1970
1971	2728,6	665	21,1	700	17.04.1971	5,700	1.10.1970
1972	3766,8	918	29	1.588	30.04.1972	5,700	20.08.1972
1973	1795,78	437	13,9	325	15.02.1973	3,080	8.08.1973
1974	3319,76	809	25,6	1.160	16.03.1974	1,430	1.08.1974
1975	2996,3	730	23,1	936	30.04.1975	4,650	1.10.1974
1976	5338,3	1300	41,1	1.241	12.04.1976	7,270	23.08.1976
1977	4059,2	989	31,4	732	10.02.1976	4,180	29.08.1977
1978	4965,8	1210	38,3	1.207	17.02.1978	6,280	4.10.1977
1979	3484,6	849	26,9	1.235	16.12.1978	4,490	3.08.1979
1980	4323,97	1053	33,3	995	28.03.1980	0,045	1.09.1980
1981	3758,89	916	29	1.272	15.03.1981	0,065	1.09.1981
1982	4143,07	1009	32	846	27.04.1982	0,110	1.10.1981
1983	2052,71	500	15,9	524	17.05.1983	0,340	7.09.1983
1984	4080,1	994	31,4	1.728	18.11.1983	3,500	11.10.1983
1985	3095,2	754	23,9	898	2.04.1985	6,650	27.10.1984
1986	2688,1	655	20,8	765	16.04.1986	5,150	27.09.1986
1987	5548,2	1352	42,9	1.605	13.04.1987	2,310	1.10.1986

Tablo 3. 2: Batman Çayı Anlık Akım Tablosu Devamı

Yıl	Toplam Su (m3/sn)	Akış Yüksekliği (mm)	Birim alana sn'de düşen yağış (lt/sn/m3)	Anlık en çok akım (m3/sn)		Anlık en az akım (m3/sn)	
1988	6603,8	1609	50,9	1.553	14.04.1988	5,160	1.10.1987
1989	1610,2	392	12,4	374	15.12.1988	4,300	29.06.1989
1990	5603	1365	43,3	1.180	19.02.1990	5,660	14.09.1990
1991	3702,2	902	28,6	962	5.03.1991	5,520	2.09.1991
1992	4444,7	1083	34,2	860	13.04.1992	4,640	2.10.1991
1993	5458,2	1330	42,2	1.042	20.04.1993	5,930	10.10.1992
1994	2292,7	558	17,7	448	31.03.1994	7,550	25.09.1994
1995	4970,6	1211	38,4	934	3.05.1995	0,000	12.10.1994
1996	3764,7	917	29	701	13.04.1996	5,810	19.09.1996
1997	4454,7	1085	34,4	808	27.12.1996	4,470	1.10.1996
1998	4768,3	1162	36,8	1.264	30.03.1998	7,610	29.08.1998
1999	2149,54	524	16,6	898	2.04.1999	0,015	2.02.1999
2000	2865,41	698	22,1	455	9.04.2002	0,199	10.11.1999
2001	1482,75	361	11,5	1.400	7.04.2001	0,155	30.12.2000
2002	4126,74	1005	31,9	752	3.01.2002	0,170	3.02.2002
2003	4258,8	1037	32,9	553	12.04.2003	2,030	4.11.2002
2004	6228,8	1517	48	605	12.03.2004	0,170	6.05.2004
2005	2339,5	570	18,1	533	14.03.2005	0,277	12.10.2004
2006	3679,5	896	28,4	1.041	18.04.2006	0,410	8.10.2005
2007	2724,2	664	21	533	24.07.2007	0,170	16.12.2006
2008	990	241	7,6	533	3.05.2008	0,488	21.09.2008
2009	1910,86	465	14,8	509	17.04.2009	0,388	21.01.2009
2010	4390,7	1070	33,9	1.061	5.01.2010	0,371	3.04.2010

Tablo 3. 1: Batman Çayı Anlık Akım Tablosu Devamı

Yıl	Toplam Su (m3/sn)	Akış Yüksekliği (mm)	Birim alana sn'de düşen yağış (lt/sn/m3)	Anlık en çok akım (m3/sn)		Anlık en az akım (m3/sn)	
2011	3806,4	927	29,4	893	13.04.2011	1,470	19.02.2011
2013	3443,1	839	26,6	525	12.05.2013	0,638	24.01.2013
2014	743,5	181	5,7	337	26.04.2014	0,972	15.11.2013
2015	2631,1	641	20,3	438	8.04.2015	0,115	23.04.2015
2016	1988,6	484	15,3	501	2.08.2016	0,024	18.02.2016
2017	2047,7	499	15,8	736	15.04.2017	0,914	5.11.2016
2018	1070,4	261	8,3	376	28.12.2017	2,030	6.04.2018
2019	5571,6	1357	43	1.332	8.07.2019	0,853	29.01.2019
2020	4185,8	1020	32,2	874	18.04.2020	3,200	14.11.2019
2021	840,5	205	6,5	351	31.05.2021	0,456	29.05.2021
2022	1977,56	482	15,3	417	12.04.2022	0,367	24.10.2021
2023	1321,61	322	10,2	589	15.04.2023	0,323	22.02.2023
Ortalama	3498,2	852,2	27,0			3,1	

Kaynak: DSİ

Tablo 3. 2: Batman Çayı Aylık ve Yıllık Ortalamalar

Yıl	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Yıllık Ortalama	Su Yılı Maksimumu	Su Yılı Maks. Tarihi
1961	9,77	15,17	13,09	60,71	74,10	96,88	194,07	150,72	30,40	8,24	4,12	4,19	55,12	497	9.05.1961
1962	5,81	54,62	155,14	80,41	212,98	269,94	276,13	198,61	68,36	15,59	7,01	6,41	112,58	1.039	20.02.1962
1965	6,71	53,88	38,28	52,62	147,64	219,29	390,33	284,48	105,92	22,93	8,68	5,81	111,38	595	29.04.1965
1966	106,44	90,32	163,26	310,74	206,00	182,71	338,53	205,77	75,90	24,25	9,64	8,98	143,55	1.312	26.01.1966
1967	15,11	23,27	59,22	151,60	112,07	291,68	461,60	505,58	143,24	46,59	14,47	11,53	153,00	955	21.04.1967
1968	17,13	112,96	268,46	186,48	157,98	377,06	450,97	369,39	129,46	33,54	12,79	9,48	177,14	1.201	22.12.1968
1969	23,26	44,07	293,81	226,74	204,21	568,61	516,93	454,19	126,46	29,02	11,08	11,40	209,15	1.477	17.12.1969
1970	39,78	31,50	65,53	69,13	333,83	215,29	217,89	123,64	38,63	12,75	5,71	5,13	96,57	771	13.02.1970
1971	8,41	38,33	75,66	32,49	54,43	196,87	356,40	192,77	56,64	13,43	6,88	6,34	86,55	700	17.04.1971
1972	44,55	56,58	116,71	47,21	76,90	146,95	414,50	401,06	86,12	24,67	7,52	6,81	119,13	1.588	30.04.1972
1973	12,07	44,21	17,31	16,00	107,05	106,32	197,80	139,64	30,86	9,24	3,50	4,76	57,40	325	15.02.1973
1974	10,36	36,87	46,54	44,68	54,10	364,61	464,70	188,99	37,96	6,32	2,38	4,11	105,13	1.160	16.03.1974
1975	6,52	22,66	42,84	71,73	163,09	231,13	349,03	195,01	31,30	16,43	8,10	9,76	95,63	936	30.04.1975
1976	27,78	42,39	50,08	149,81	168,84	221,05	519,73	460,32	254,57	103,48	20,64	12,18	169,24	1.241	12.04.1976
1977	97,22	87,82	219,32	75,72	155,93	225,55	324,23	253,19	79,92	16,44	5,46	6,42	128,94	732	10.02.1976
1978	15,70	19,83	88,85	118,60	390,49	370,35	404,20	324,00	131,79	24,73	11,63	9,24	159,12	1.207	17.02.1978
1979	12,83	12,73	195,51	234,09	158,99	190,16	277,67	170,65	50,82	11,14	6,35	6,33	110,60	1.235	16.12.1978
1980	65,19	155,16	133,90	127,79	127,42	321,13	420,17	226,74	49,99	12,23	1,47	1,63	136,90	995	28.03.1980
1981	10,39	37,12	79,99	144,68	210,75	369,84	289,90	207,48	69,56	16,00	0,57	0,17	119,70	1.272	15.03.1981
1982	6,43	40,75	82,63	164,52	148,83	200,42	499,13	308,19	93,60	31,10	4,67	1,19	131,79	846	27.04.1982
1983	10,29	13,21	14,35	28,06	47,17	174,66	213,23	206,35	56,90	10,92	1,88	3,08	65,01	524	17.05.1983
1984	17,70	365,54	136,36	55,35	148,54	283,54	281,30	179,35	54,17	19,85	8,37	6,58	129,72	1.728	18.11.1983
1985	13,71	45,43	25,23	68,00	155,42	228,04	403,23	180,74	36,29	13,14	8,50	8,78	98,88	898	2.04.1985

Tablo 3. 2: Batman Çayı Aylık ve Yıllık Ortalamalar

Yıl	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Yıllık Ortalama	Su Yılı Maksimumu	Su Yılı Maks. Tarihi
1986	14,30	29,31	49,55	101,84	151,97	174,39	256,17	164,94	59,14	14,57	7,49	5,68	85,78	765	16.04.1986
1987	23,87	78,85	75,31	206,80	295,29	300,77	511,57	392,10	168,99	45,16	15,20	11,02	177,08	1.605	13.04.1987
1988	53,76	156,36	373,17	171,74	243,00	361,00	533,90	384,03	147,94	59,65	14,08	10,08	209,06	1.553	14.04.1988
1989	43,13	70,27	123,20	40,99	33,80	129,96	116,45	28,85	7,10	5,06	5,50	6,31	50,88	374	15.12.1988
1990	49,27	267,98	408,03	130,28	276,42	247,58	362,40	277,84	84,73	17,64	10,15	9,49	178,48	1.180	19.02.1990
1991	44,10	101,20	83,29	32,71	137,65	429,32	322,23	198,40	36,65	9,97	7,92	7,78	117,60	962	5.03.1991
1992	17,18	48,90	60,76	45,43	112,63	274,06	506,03	408,29	172,85	24,77	10,24	8,86	140,83	860	13.04.1992
1993	22,90	67,04	87,47	87,05	113,73	414,58	576,97	526,87	132,62	25,07	10,95	9,44	172,89	1.042	20.04.1993
1994	13,39	51,79	38,10	81,56	86,62	153,13	236,92	155,05	24,61	13,42	10,83	9,67	72,92	448	31.03.1994
1995	21,98	53,43	101,63	75,85	118,65	372,19	472,40	524,77	114,43	14,86	11,75	11,46	157,78	934	3.05.1995
1996	49,07	56,15	39,62	70,41	162,43	271,45	423,03	260,87	65,24	19,49	8,18	7,54	119,46	701	13.04.1996
1997	28,60	26,64	192,73	144,77	149,66	229,65	477,70	336,52	72,22	20,65	8,49	9,22	141,40	808	27.12.1996
1998	69,30	71,20	90,83	84,63	141,33	309,39	596,37	320,68	98,93	17,41	10,10	8,38	151,54	1.264	30.03.1998
1999	14,97	72,20	0,40	0,81	80,15	92,04	352,01	136,83	16,13	29,93	14,73	14,94	68,76	898	2.04.1999
2000	74,93	0,30	0,16	21,06	150,54	195,77	341,20	161,85	59,99	44,23	19,39	24,67	91,17	455	9.04.2002
2001	20,27	9,98	3,88	0,19	0,31	4,33	296,56	140,12	33,94	14,55	20,41	20,69	47,10	1.400	7.04.2001
2002	1,15	0,75	216,41	216,08	183,79	258,71	388,23	178,58	65,83	18,64	23,22	22,23	131,14	752	3.01.2002
2003	16,93	83,53	104,88	81,54	171,29	319,39	417,97	272,92	36,60	32,25	31,43	57,46	135,51	553	12.04.2003
2004	108,84	84,85	103,90	364,84	167,36	460,19	311,32	266,62	185,80	183,59	83,20	35,43	196,33	605	12.03.2004
2005	6,78	9,57	16,91	43,65	92,58	252,82	178,89	131,29	65,69	58,81	22,04	11,63	74,22	533	14.03.2005
2006	9,12	13,18	33,57	84,21	290,13	169,19	417,71	270,79	53,51	27,72	29,06	19,66	118,15	1.041	18.04.2006
2007	3,96	117,09	17,96	15,28	82,42	168,19	186,05	267,41	54,28	47,35	47,36	30,31	86,47	533	24.07.2007

Tablo 3. 2: Batman Çayı Aylık ve Yıllık Ortalamalar Devamı

Yıl	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Yıllık Ortalama	Su Yılı Maksimumu	Su Yılı Maks. Tarihi
2008	6,09	5,96	13,57	54,55	26,77	28,31	105,79	69,25	29,13	18,68	12,27	6,01	31,37	533	3.05.2008
2009	4,18	3,23	3,84	24,17	24,78	91,05	288,74	177,30	24,85	48,65	21,40	14,42	60,55	509	17.04.2009
2010	14,13	84,84	83,38	539,58	327,02	246,58	137,58	131,26	29,87	47,67	31,10	6,20	139,94	1.061	5.01.2010
2011	26,74	21,47	4,25	34,01	5,77	193,55	541,93	326,38	159,05	45,49	71,65	15,30	120,47	893	13.04.2011
2013	4,52	37,00	143,78	196,80	189,17	299,58	191,43	64,54	20,72	49,44	104,08	11,34	109,37	525	12.05.2013
2014	12,75	7,55	33,05	10,06	36,31	99,52	26,00	6,80	5,56	15,80	12,37	17,02	23,57	337	26.04.2014
2015	35,28	61,10	8,42	74,06	156,17	125,35	298,78	163,02	17,21	33,51	23,51	13,77	84,18	438	8.04.2015
2016	35,55	9,80	12,17	160,51	95,09	221,97	120,97	10,94	26,69	13,88	34,31	11,89	62,81	501	2.08.2016
2017	33,25	6,76	107,41	44,04	66,24	91,56	262,42	110,03	9,14	13,15	25,74	10,52	65,02	736	15.04.2017
2018	4,77	5,10	32,75	105,29	55,70	104,18	12,84	11,12	18,86	14,93	20,78	20,43	33,90	376	28.12.2017
2019	19,46	78,92	256,53	228,47	126,63	199,05	464,10	361,42	50,18	295,73	10,35	21,54	176,03	1.332	8.07.2019
2020	20,30	40,43	56,66	226,91	94,44	221,16	450,77	359,92	62,83	22,25	12,70	18,82	132,27	874	18.04.2020
2021	24,21	20,73	16,06	11,17	16,80	28,77	79,01	73,52	12,76	14,51	11,35	10,43	26,61	351	31.05.2021
2022	6,41	0,74	3,53	34,69	122,18	124,01	253,68	139,95	54,82	3,96	4,70	11,55	63,35	417	12.04.2022
2023	14,51	18,39	12,93	0,74	0,75	43,75	284,63	97,37	8,35	5,09	7,16	10,10	41,98	589	15.04.2023
Orta.	25,89	55,28	89,87	106,07	136,71	225,98	334,37	230,59	68,77	31,83	16,61	11,69	111,14	866	

Kaynak: DSİ

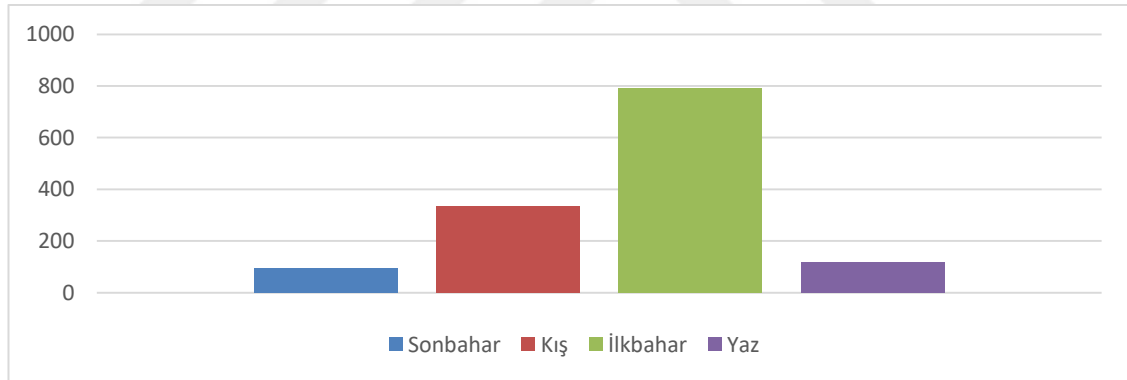
Batman şehrinde karasal iklim koşullarının yaşandığını görülmektedir. Karasal iklimin yağış özellikleri incelendiğinde en fazla yağışın sıcaklığın artmasına bağlı olarak buharlaşmanın artması sonucu meydana gelen konveksiyonel yağışlar olduğu görülmektedir. Sıcaklığın artmaya başladığı ilkbahar aylarının en fazla yağış aldığı dönem olarak karşımıza çıkmaktadır. Batman şehrinde kış aylarında da yağış fazladır. Batman Çayı'nın akım verileri incelendiğinde en fazla akımın ilkbahar aylarına ait olduğu görülmektedir(Tablo 3.3, Şekil 3.4). Bunda en yağışlı dönem olmasının yanında kaynağını aldığı Güneydoğu Toroslar'da ilkbahar aylarındaki kar erimelerinin de etkili olduğunu söylemek mümkündür.

Tablo 3. 3: Mevsimlere Göre Akım Miktarı

	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
Akım(m ³ /sn)	92,86	332,64	790,94	117,20
Oran	6,96	24,94	59,31	8,79

Kaynak: DSİ

Şekil 3. 4: Mevsimlere Göre Akım Miktarı



Kaynak: DSİ

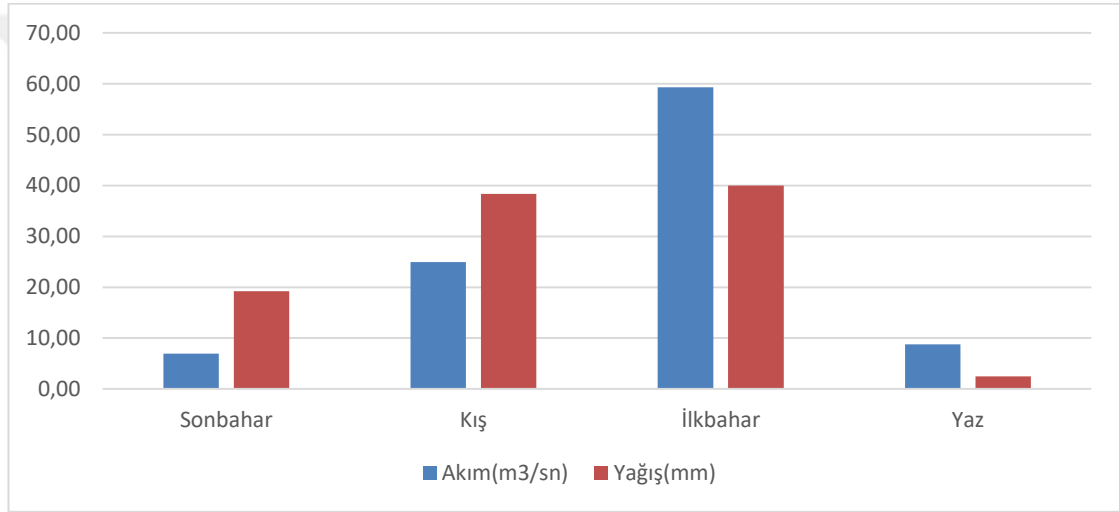
Akımla yağış arasındaki ilişki Batman Meteoroloji İstasyonu'na ait yağış ve DSİ'den elde edilen akım verileri kullanılarak elde edilmiştir. Akım ve yağışın mevsimsel dağılışı incelendiğinde özellikle kış aylarında düşen yağışın önemli bir kısmının akarsu akımına katılmadığı görülmektedir. Bunun nedeni Batman Çayı'nın kaynağını Torosların yüksek kesimlerinden almasıdır. Kışın bu yüksek kesimlerde yağış kar şeklinde meydana gelmektedir. Kış mevsiminde akıma katılmayan yağış, ilkbahar aylarında kar erimeleriyle beraber akımın atmasını sağlamaktadır. Bundan dolayı Batman Çayı'nın yıllık akım miktarının %60'ı ilkbahar aylarında gerçekleşmektedir (Tablo 3.4). Dikkat çekici bir

diğer nokta yıllık yağışın %20'si sonbahar aylarında düşmesine rağmen akım miktarının en az olduğu döneminde bu döneme karşılık gelmesidir (Şekil 3.5). Bu durumun sebebi yağışsız geçen yaz mevsimi boyunca toprağın kaybettiği nemini tamamlamasıdır.

Tablo 3. 4: Mevsimlere Göre Yağış Ve Akım Yüzdelikleri

	Oran	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
1961-2023	Akım(m ³ /sn)	6,96	24,94	59,31	8,79
1959-2023	Yağış(mm)	19,19	38,38	39,98	2,46

Şekil 3. 5: Batman Çayının Mevsimsel Yağış ve Akış Grafiği

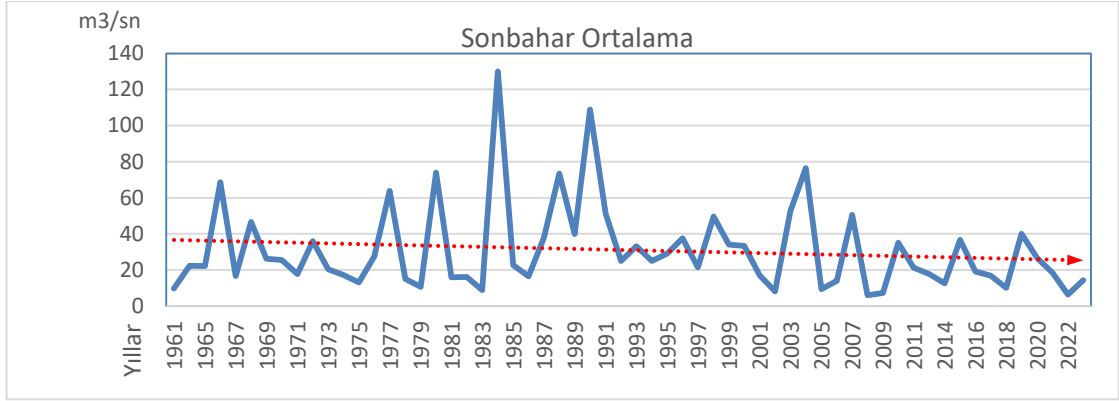
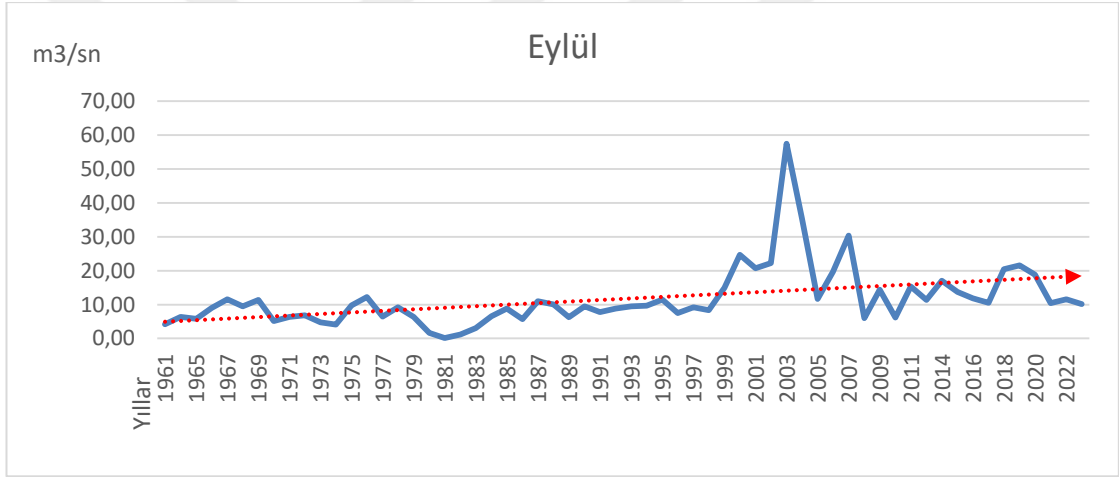
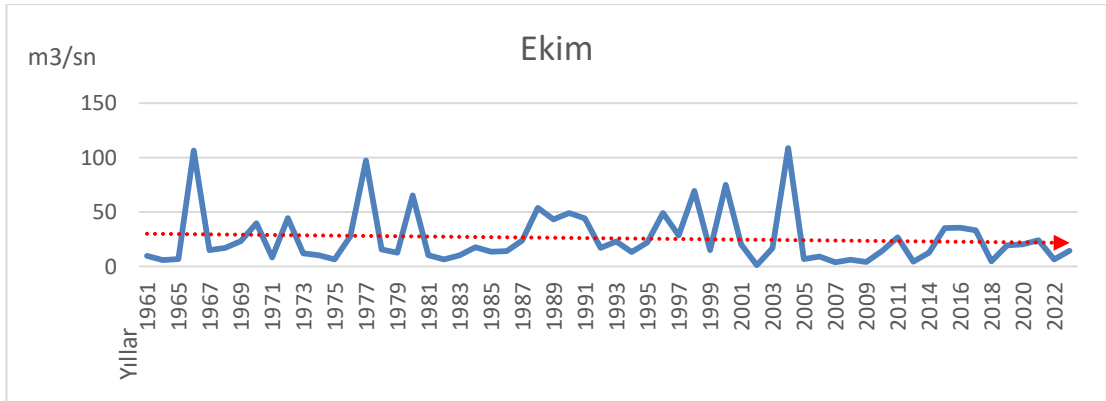


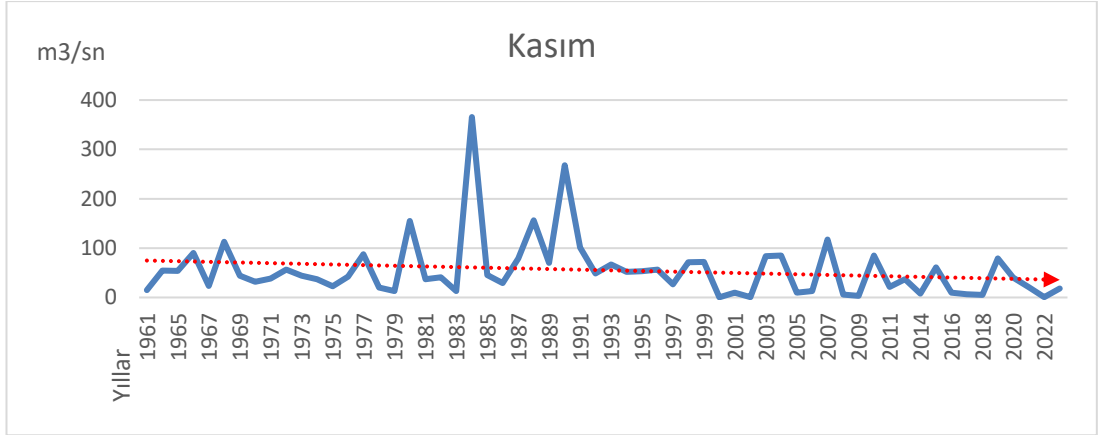
Sonbahar, su yılının başlangıcı kabul edilmektedir. Batman Çayı'nın Sonbahar aylarındaki akım verileri incelendiğinde ortalama akımın 30,95 m³/sn olduğu görülmektedir. Akımın Eylül ayından Kasım ayına doğru hızlı bir şekilde arttığı görülmektedir. Akımın bu şekilde artmasını artan yağışlara bağlamak mümkündür (Tablo 3.5; Şekil 3.6; 3.7; 3.8; 3.9).

Tablo 3. 5: Sonbahar Ayları Akım Verileri (1961-2023)

Aylar	Eylül	Ekim	Kasım	Ortalama
Akım(m ³ /sn)	11,69	25,89	55,28	30,95

Kaynak: DSI

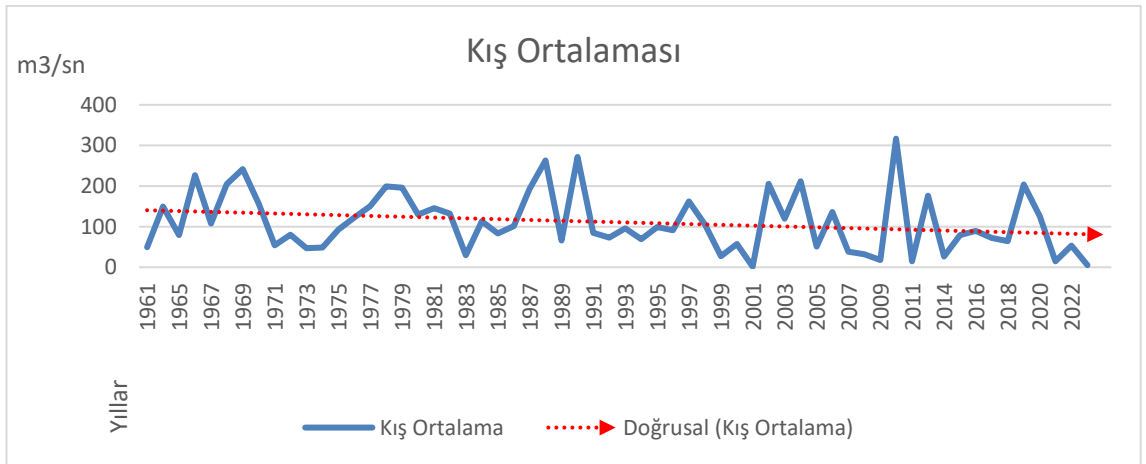
Şekil 3. 6: Sonbahar Mevsimi Akım Grafiği**Kaynak: DSİ****Şekil 3. 7: Eylül Ayı Akım Grafiği****Kaynak: DSİ****Şekil 3. 8: Ekim Ayı Akım Grafiği****Kaynak: DSİ**

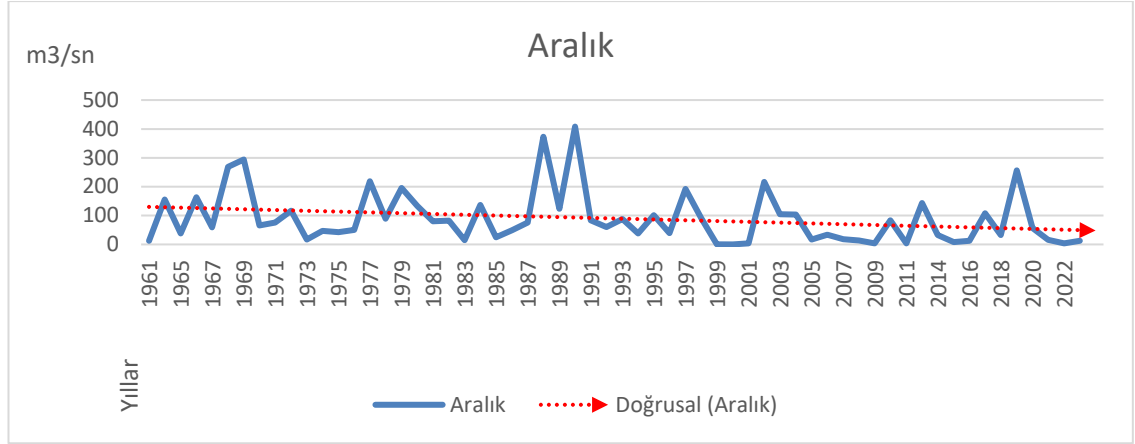
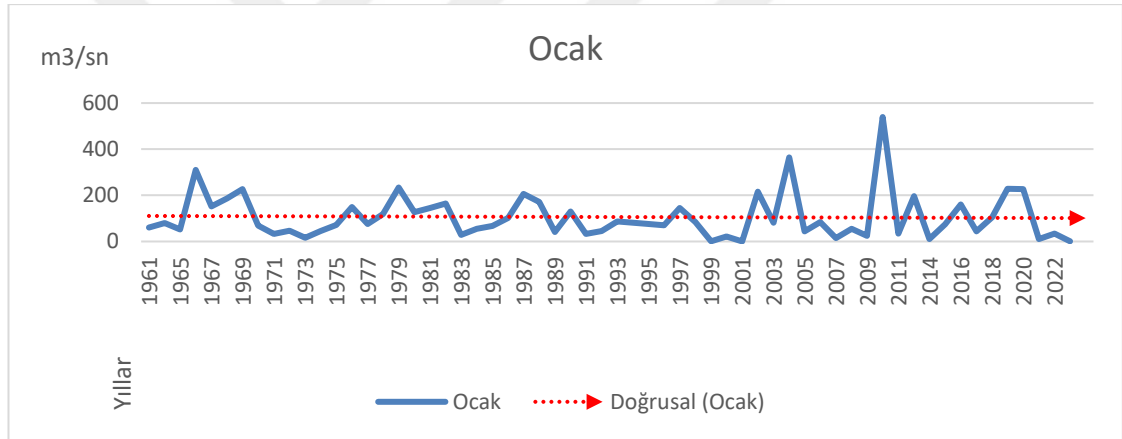
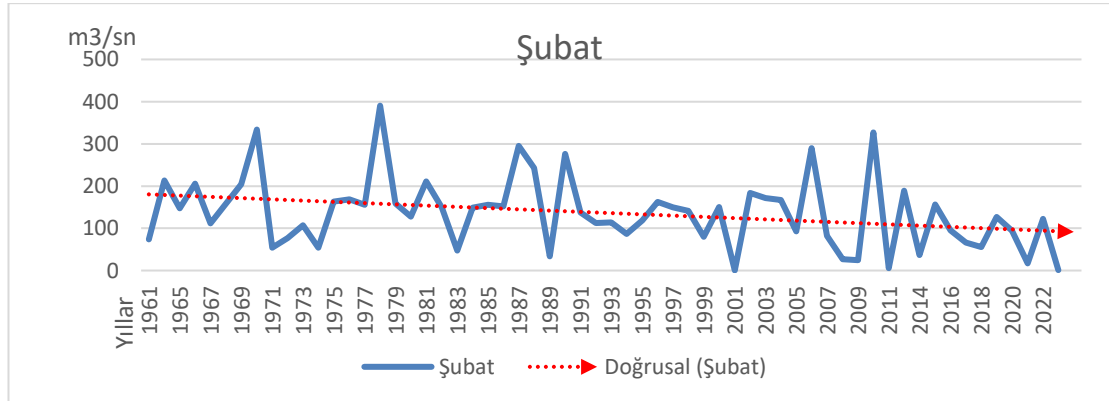
Şekil 3. 9: Kasım Ayı Akım Grafiği**Kaynak: DSİ**

Batman Çayı'nda sonbahar aylarıyla artmaya başlayan akımlar, kış mevsiminde de artırmaya devam etmektedir. Ancak bu artış yağış miktarıyla paralellik göstermemektedir. Bunun nedeni Batman Çayı'nın kaynak alanlarında yağışın kar şeklinde düşmesidir. Kış mevsiminde aylık akım ortalaması 110,88 m³/sn'dir (Tablo 3.6; şekil 3.10; 3.11; 3.12; 3.13).

Tablo 3.6: Kış Ayları Akım Verileri (1961-2023)

Aylar	Aralık	Ocak	Şubat	Ortalama
Akım(m ³ /sn)	89,87	106,07	136,71	110,88

Kaynak: DSİ**Şekil 3. 10: Kış Mevsimi Akım Grafiği****Kaynak: DSİ**

Şekil 3. 11: Aralık Ayı Akım Grafiği**Kaynak: DSİ****Şekil 3. 12: Ocak Ayı Akım Grafiği****Kaynak: DSİ****Şekil 3. 13: Şubat Ayı Akım Grafiği****Kaynak: DSİ**

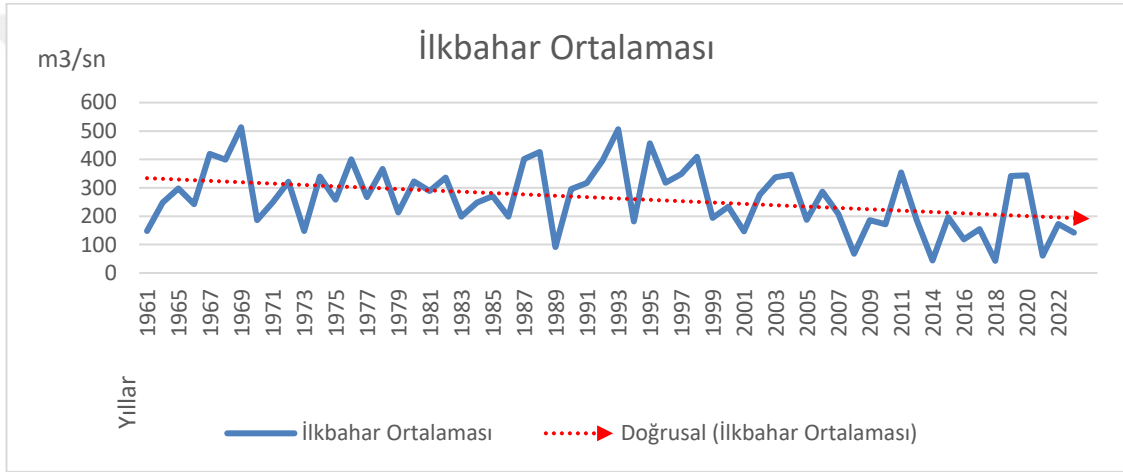
Kış aylarıyla başlayan akımlardaki artış ilkbahar mevsimi boyunca sürmekte hem kar erimeleri hem de yağışların artışıyla beraber en fazla akım ilkbahar aylarında meydana gelmektedir. İlkbahar aylarında ortalama akım miktarı $263,65 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'dir (Tablo 3.7; şekil 3.14; 3.15; 3.16; 3.17).

Tablo 3.7: Sonbahar Ayları Akım Verileri (1961-2023)

Aylar	Mart	Nisan	Mayıs	Ortalama
Akım(m^3/sn)	225,98	334,37	230,59	263,65

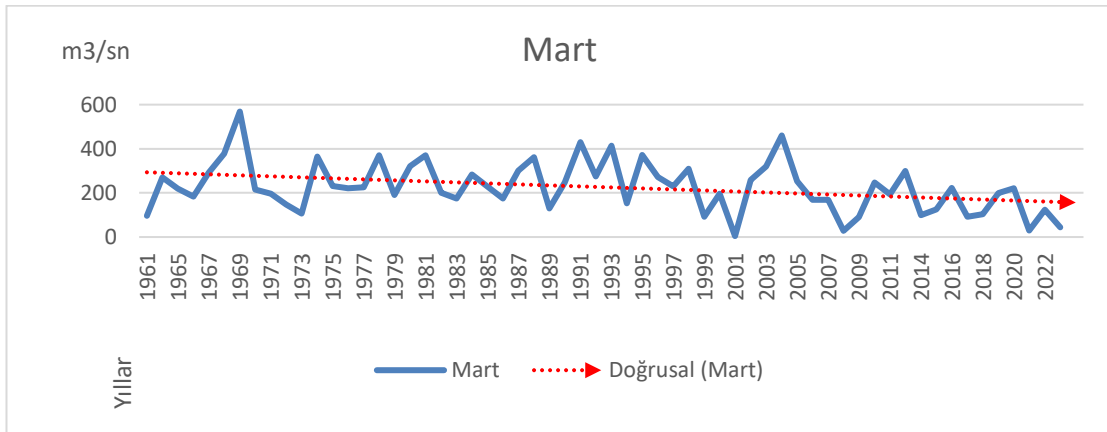
Kaynak: DSİ

Şekil 3. 14: İlkbahar Mevsimi Akım Grafiği

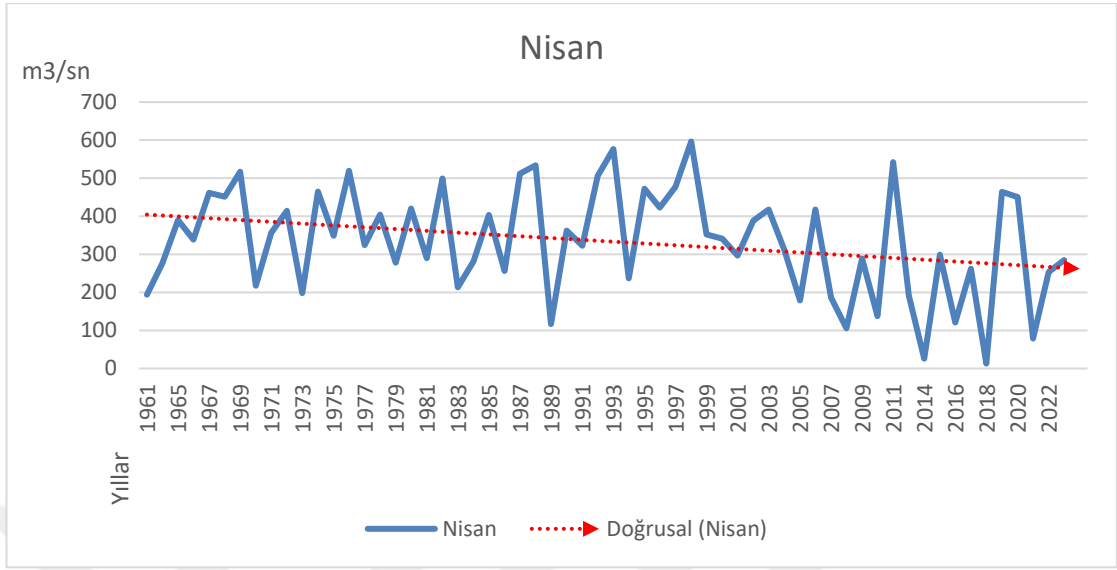
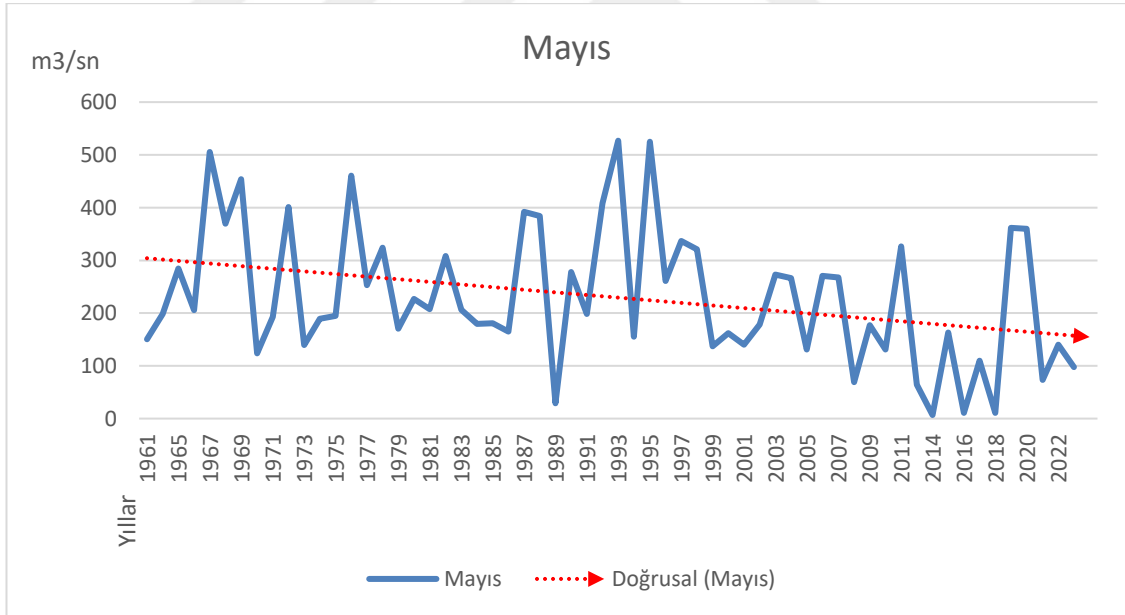


Kaynak: DSİ

Şekil 3. 15: Mart Ayı Akım Grafiği



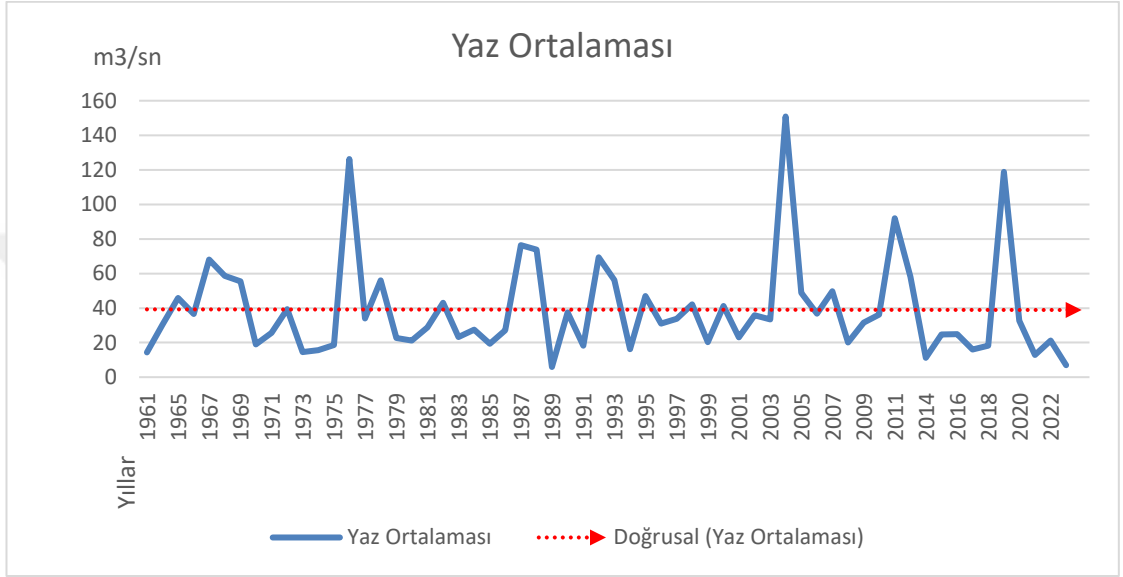
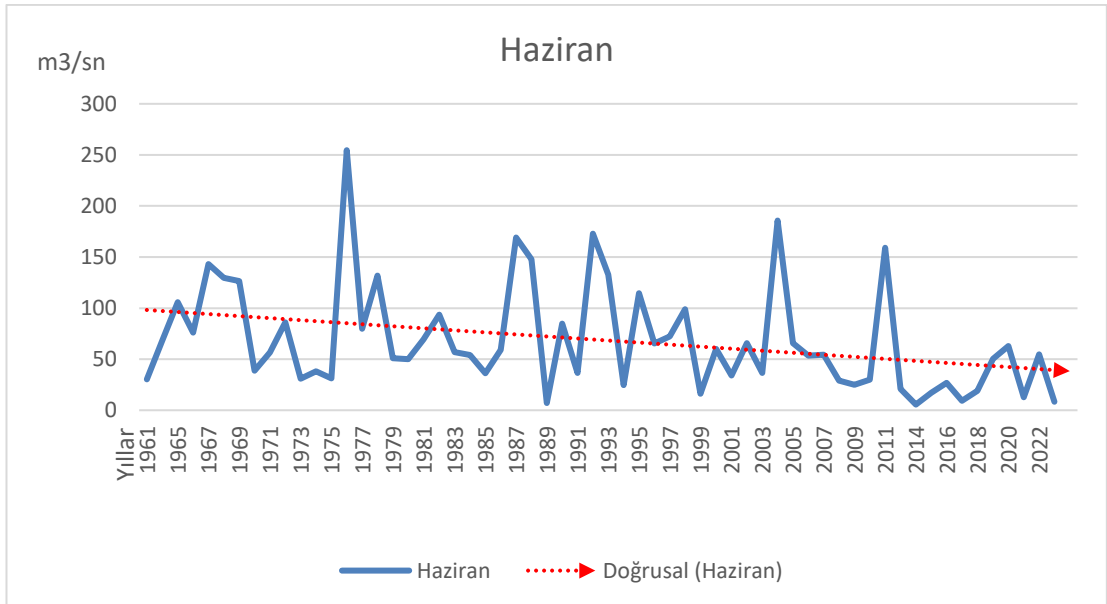
Kaynak: DSİ

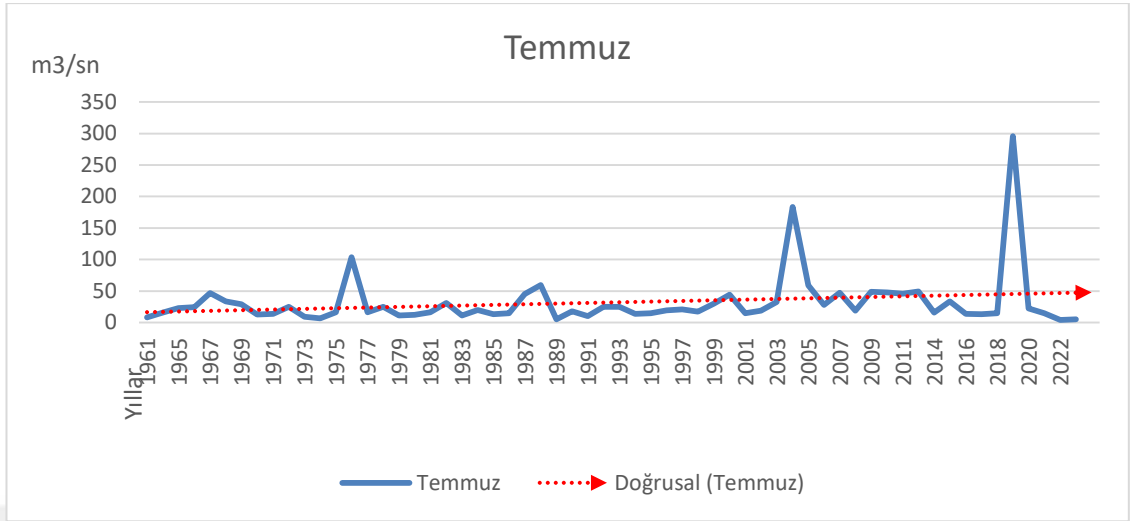
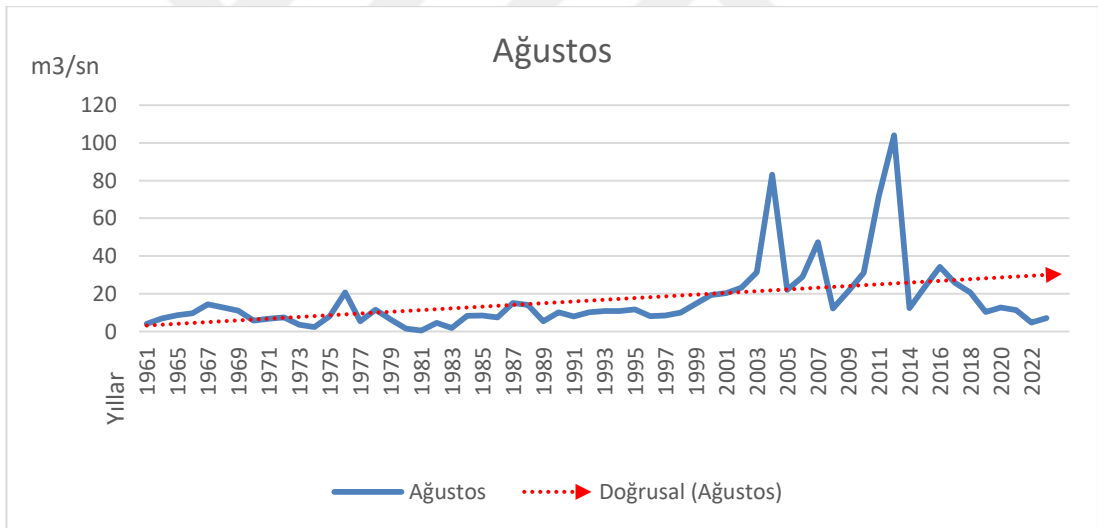
Şekil 3. 16: Nisan Ayı Akım Grafiği**Kaynak: DSİ****Şekil 3. 17: Mayıs Ayı Akım Grafiği****Kaynak: DSİ**

Yaz aylarında yağış miktarı en düşük seviyeye ulaşması ve akarsuyu besleyecek güçlü kaynakların bulunmaması ilkbahar aylarındaki yüksek akım değerlerinin yaz aylarında hızla düşmesine neden olmaktadır. Yaz aylarının ortalama akım miktarı 39,07 m³/sn'dir (Tablo 3.8; şekil; 3.18; 3.19; 3.20; 3.21).

Tablo 3. 8: Yaz Ayları Akım Ortalamaları

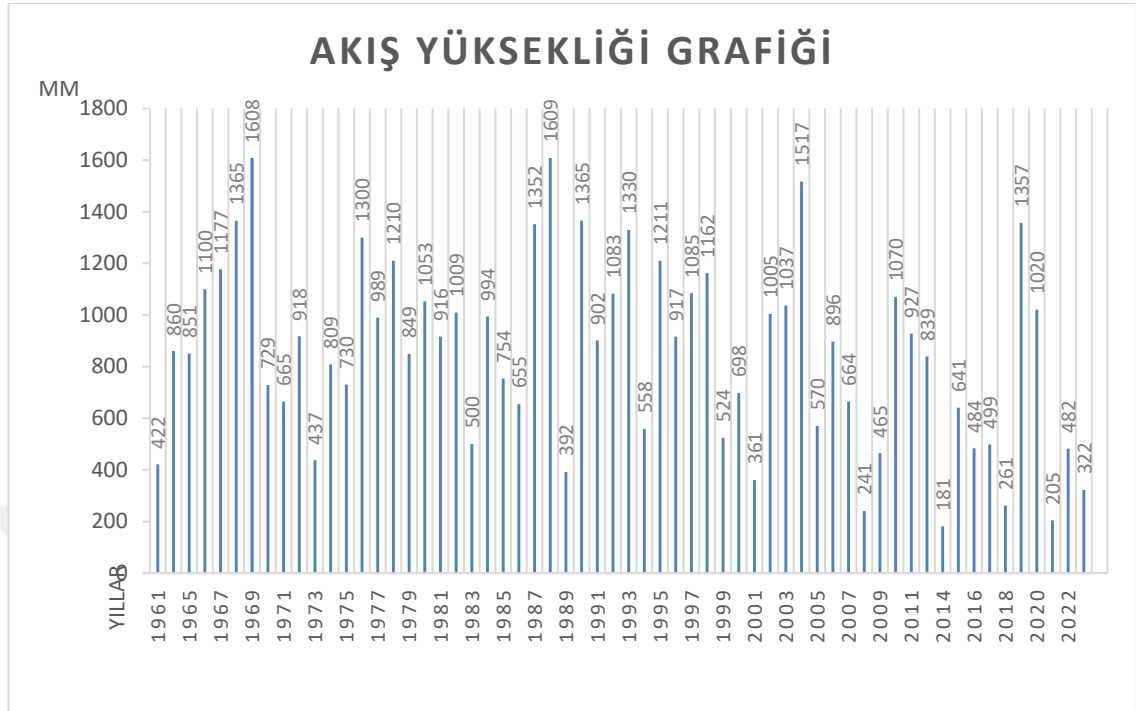
Aylar	Haziran	Temmuz	Ağustos	Ortalama
Akım(m ³ /sn)	68,77	31,83	16,61	39,07

Kaynak: DSİ**Şekil 3. 18: Yaz Mevsimi Akım Grafiği****Kaynak: DSİ****Şekil 3. 19: Haziran Ayı Akım Grafiği****Kaynak: DSİ**

Şekil 3. 20: Temmuz Ayı Akım Grafiği**Kaynak: DSI****Şekil 3. 21: Ağustos Ayı Akım Grafiği****Kaynak: DSI****3.3.2. Akış Yüksekliği**

Havzanın çıkış noktasından belli bir süre içinde geçen akış hacminin, havza alanına oranıdır. Akarsuyun akış düzlemine göre belirlenen su kotu seviyesine akış yüksekliği denir. Batman Çayı'nın 1961-2023 yılları arasındaki 60 yıllık akım verileri incelendiğinde ortalama akış yüksekliğinin 852,2 mm olduğu görülmektedir. Ölçülen en düşük akım yüksekliği 2021 yılında 205 mm ile ölçülürken en yüksek akış yüksekliği ise 1988 yılında 1.609 mm olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.22).

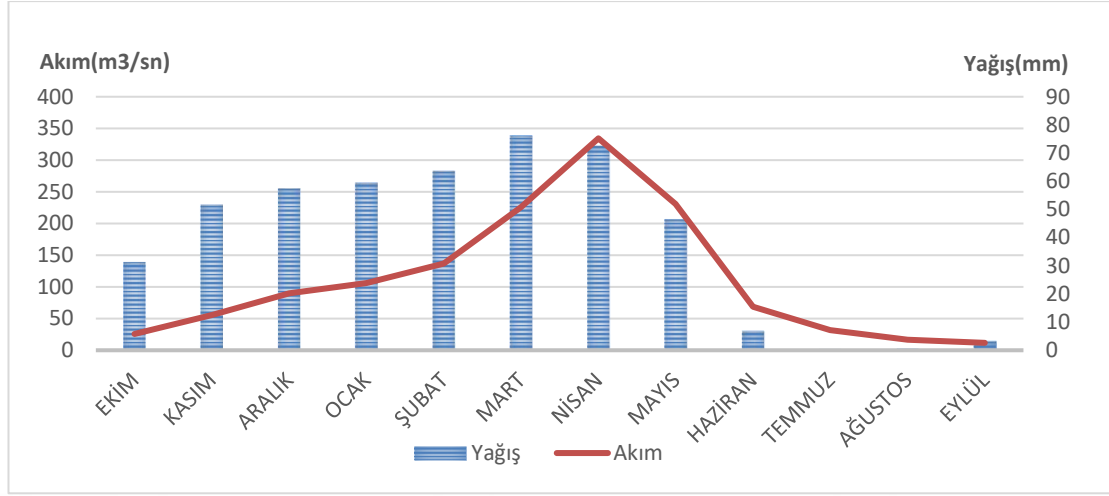
Şekil 3. 22: Batman Çayı Havzasının Yıllık Ortalama Akış Yüksekliği



3.4. AKARSU REJİMİ

Akarsu rejimini, akarsuların beslenme kaynaklarında ve akım miktarında meydana gelen değişimlerin tamamı olarak tanımlamak mümkündür (Akyol, 1949:2). Akarsuyun rejimini belirleyecek pek çok faktör bulunmaktadır. Akarsu havzasının genişliği ve şekli, akarsuyun saçaklanması, sıcaklık, yağış ve buharlaşma gibi iklim özellikleri, arazinin jeolojik- jeomorfolojik yapısı, toprak özellikleri, bitki örtüsü gibi doğal faktörler akarsuyun rejimini etkilemektedir. Sulama, akarsu yatağının değiştirilmesi veya suyun barajlar vasıtasıyla tutulması gibi beşeri faktörlerde akarsuyun rejimi üzerinde etkili olmaktadır. Batman Çayı havzası, yağış miktarı düşük ve yağışın yıl içerisindeki dağılımı düzenli olmadığı için akım miktarı yıl içerisinde belirgin olarak değişmektedir. Rejimin düzensiz olmasında topoğrafyanın da rolü bulunmaktadır. Eğimin fazla olduğu havzalarda yukarı çığırın suları hızla aşağı çığıra ulaşmakta akım değerlerinde ve rejimde yıl içerisinde belirgin farklar ortaya çıkarmaktadır (Sabancı, 2016:126).

Şekil 3. 23: Batman Çayı'nın Akım-Yağış Grafiği



Batman Çayı'nın yukarı çığırında bulunan Güneydoğu Toroslar'ın eğimli yüzeylerinden doğan akarsular yağışla düşen sular hızla Batman Çayı'na katılmakta akımı ve rejimi değiştirmektedir. Yağışın arttığı sonbaharla birlikte akım miktarının da arttığı görülmektedir. Ancak kış aylarındaki yağış miktarının akıma çok fazla katılmadığı görülmektedir. Bunun temel sebebi akarsuyun kaynağını aldığı Güneydoğu Toroslar'da kış yağışının genellikle kar yağışı şeklinde olmasıdır. İlkbahar aylarında hem yağışın artışı hem de sıcaklığın artışıyla beraber kar erimleri artmakta böylece en yüksek akım değerine ulaşılmaktadır (Şekil 3.23). En az akımın görüldüğü mevsim ise yaz mevsimidir. Hem yağış miktarının azalması hem de topraktaki nem açığının artması akım değerlerinin en düşük seviyeye inmesine neden olmaktadır.

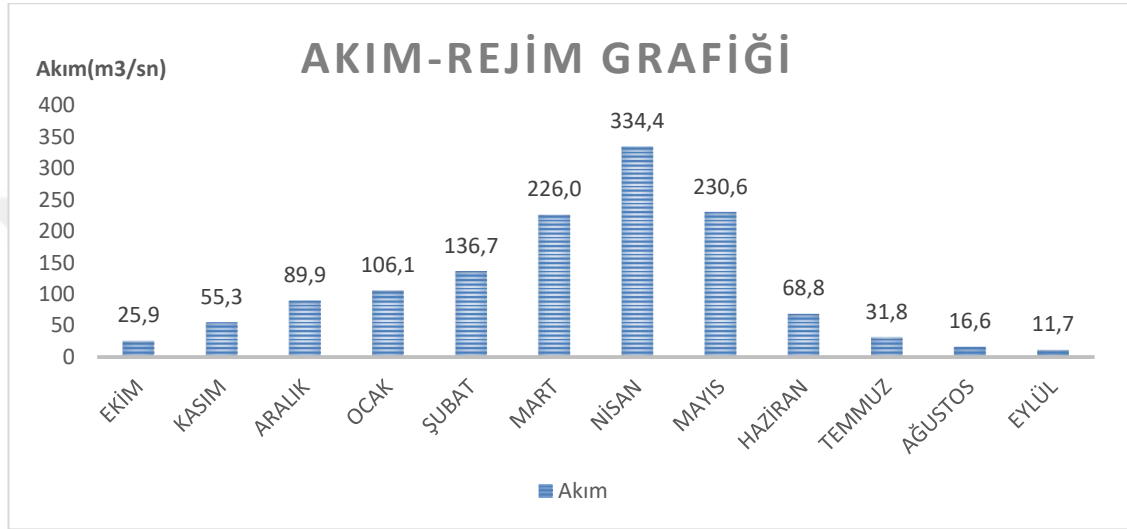
Akarsular, rejimlerine göre basit ve karmaşık rejimler olmak üzere ikiye ayrılır. Basit rejimler, buz, kar ve yağmur rejimleri iken karmaşık rejimlerde yağmurlu karmaşık, karlı-yağmurlu ve yağmurlu-karlı karmaşık rejimler olarak sınıflandırılmaktadır (Hoşgören 2013:82).

Batman Çayı'nın, akım rejimi yağmurlu-karlı karmaşık rejim olarak değerlendirilebilir (Hoşgören 2013:82). Batman Çayı'nda en fazla yağış ilkbahar aylarında düşmektedir. Kış aylarında ilkbahar aylarına yakın yağış olmasına rağmen yağışın önemli bir kısmı akıma katılamamaktadır. Bunda Batman Çayı'nın yukarı çığırında yağışın kar şeklinde düşmesi etkili olmaktadır. Böylece kış aylarında yağmurların etkisiyle akım miktarı artmaya başlamakta ilkbahar aylarında hem yükselen

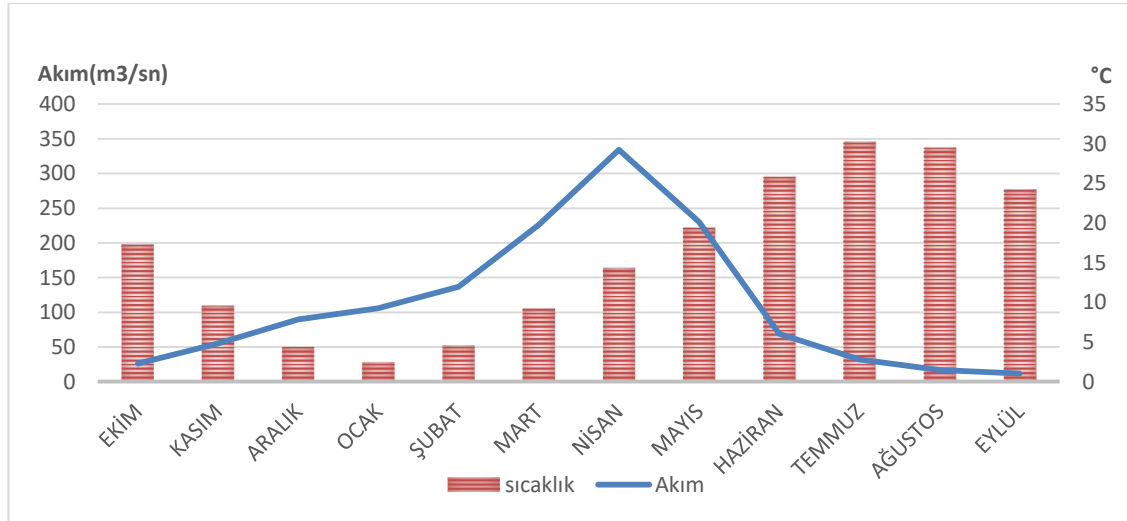
yağışlar hem de yüksek kesimlerdeki kar erimeleri akımın en yüksek değerlere ulaşmasını sağlamaktadır. (Şekil 3.24).

Sıcaklığın artmaya başladığı ilkbahar döneminde konveksiyonel yağışlarla artmaya başlayan yağış, sıcaklığın artışı ve nem oranının düşmesiyle yaz aylarında en düşük seviyeye ulaşmaktadır (Şekil 3.25).

Şekil 3. 24: Batman Çayı'nın Akım-Rejim Grafiği



Şekil 3. 25: Batman Çayı'nın Akım-Sıcaklık Grafiği



3.5. MORFOMETRİK ANALİZLER

Morfometri, jeomorfoloji açısından düşünüldüğünde yer şekillerine veya drenaj havzalarına uygulanabilmektedir. Yer şekillerinin matematiksel analizinde, yer

şekillerinin boyut ve biçimlerinin tanımlanması ve ölçülmesinde kullanılmaktadır. Havza morfometrisi; havzaya ait çizgisel, alansal ve yüzeysel özelliklerini tanımlayan bir dizi geometrik özellikler barındırmaktadır. Bu geometrik özellikler ölçülebilir niteliktedir.

3.5.1. Çizgisel Parametreler

Çizgisel parametreler, akarsu uzunluğu. Akarsuyun çevre uzunluğu, çatallanma oranı gibi ölçümleri içermektedir. Bu çalışmada havza tabanlı değil ilçe merkezi çalışma alanı olarak belirlendiği için akarsu uzunluğu, havza çevre uzunluğu gibi parametreler kullanılmayıp çatallanma oranı üzerinde durulmuştur.

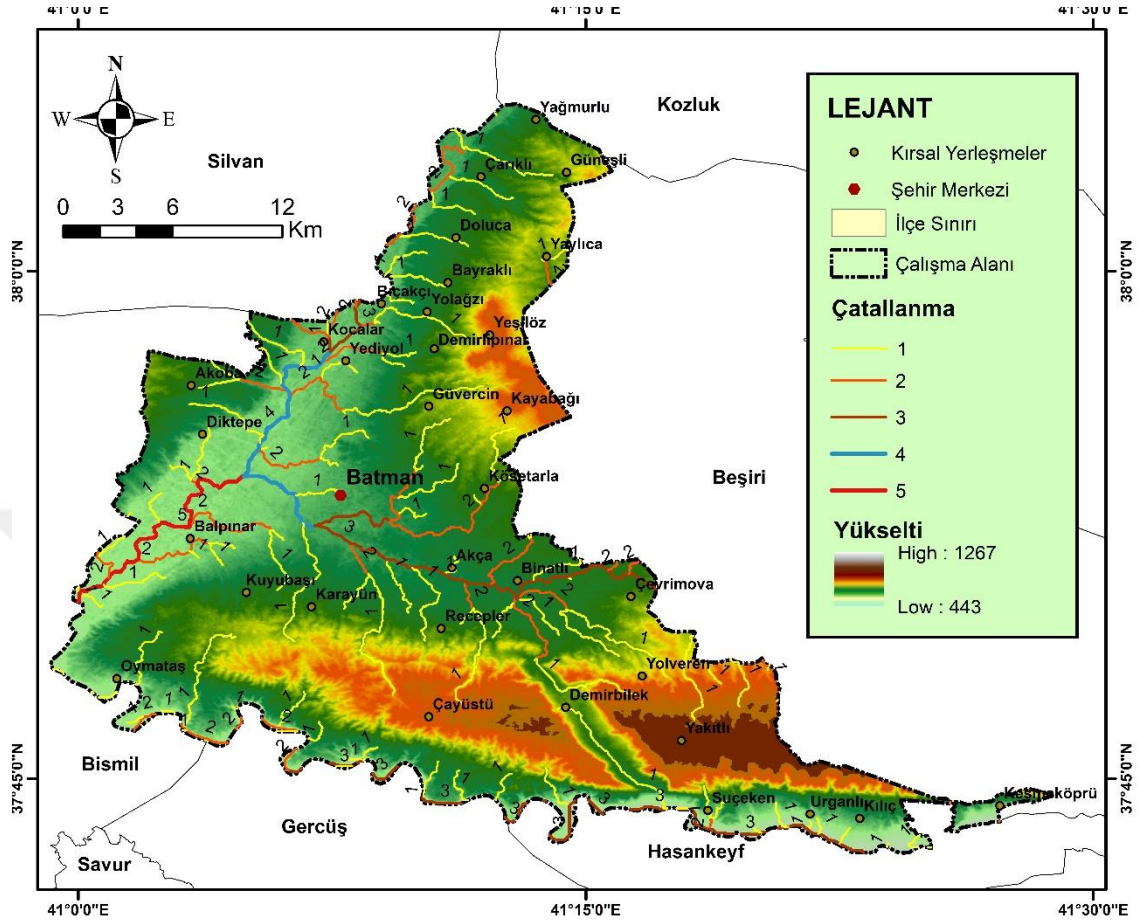
3.5.1.1. Çatallanma Oranı (R_b)

Ana akarsuya bağlanan her akarsuyun farklı bir önem derecesi bulunmaktadır. 1975’de Strahler tarafından geliştirilen ve küçük akarsulardan ana akarsuya doğru derecelendirme yapılarak oluşturulan sistemdir (Sabancı, 2016:146). Derecelendirme en küçük akarsudan başlayıp ana akarsuya doğru artmaktadır. En küçük akarsuyun derecesi 1’dir. Derecesi 1 olan akarsuların birleşmesiyle 2 dereceli akarsular oluşur. Aynı dereceye sahip iki akarsu birleştiğinde bir üstteki dereceye geçilir ve bu şekilde ana akarsuya kadar ilerlemektedir. Ancak farklı derecelerdeki akarsular birleştiği zaman büyük dereceli akarsuyun derecesi kıstas alınarak devam edilmektedir. Bu derecelendirme sistemi dışında Horton (1945:275) ve Shreve (1967:168)’ye ait farklı derecelendirme sistemleri bulunmaktadır.

İlk üç derecedeki akarsular havza kaynaklarından beslendikleri için eğim alanlarda hareket etmekte ve akış hızları yüksektir. 4-6. Dereceler orta büyüklükteki akarsular olarak kabul edilmekte olup akış hızları düşmesine rağmen küçük akarsulardan beslendikleri için akım miktarları yüksektir. 6. Dereceden yüksek akarsular ise ırmak ya da nehir olarak ele alınırlar ve yüksek akım oranlarına sahiptir.

Çalışma alanındaki çatallanma oranı Strahler’e göre belirlenmiştir. Ana akarsu olan Batman Çayı, 5. Derece ile en yüksek dereceye sahip akarsudur. Batman şehir merkezinden geçen ve Batman şehrini en çok etkileyen İluh Deresi ise 4. Derecede bir akarsu olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 3.26).

Şekil 3. 26: Çalışma Sahasındaki Çatallanma Oranı Haritası



3.5.1.2. Alansal Parametreler

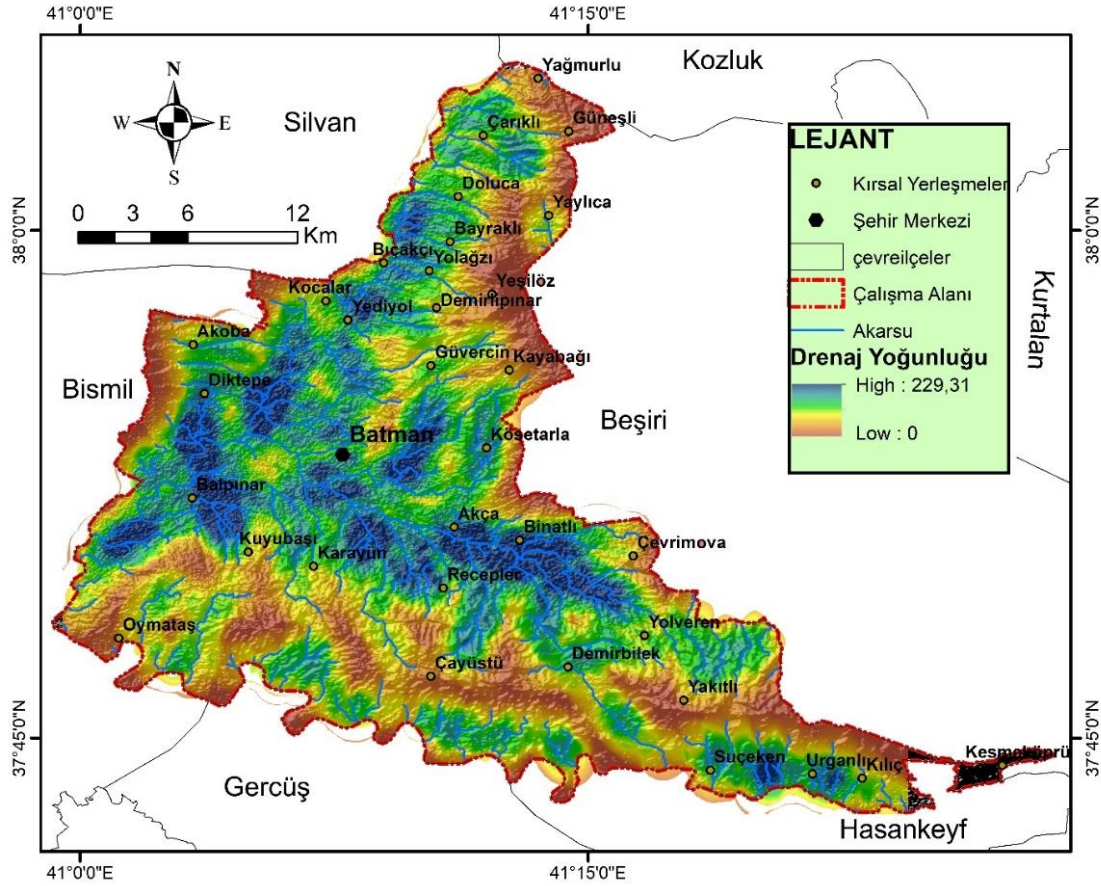
Havza hidrolojik karakterinin ortaya konması için oluşturulan iki boyutlu parametrelerdir. Akarsu sıklığı akarsu uzunluğu, vadi yoğunluğu, havza alanı, yoğunluk oranı gibi farklı faktörle parametreler oluşturulmaktadır (Sabancı, 2016:150). Bu çalışma da sel ve taşkın özelinde çalışıldığı için drenaj yoğunluğu ortaya konmaya çalışılmıştır.

3.5.1.3. Drenaj Yoğunluğu

Havzadaki akarsu ağının yapısını, sıklığını belirlemede kullanılan bir yöntemdir. Her bir akarsu havzasındaki yan kolların uzunluğunun havza alanıyla oluşturduğu oranı ifade etmektedir. Drenaj yoğunluğunu, jeolojik yapı, toprak özellikleri, bitki ve arazi kullanımı örtüsü gibi durumlar etkilemektedir. Bitki örtüsü suyun tutulmasını sağlayarak akışı yavaşlatmaktadır. Jeolojik yapının ise geçirimli olup olmaması yüzeysel akışı doğrudan etkilemektedir. Toprağın tane boyutu da gözenekliliğini ve su tutma kapasitesini etkilediği için drenaj yoğunluğu üzerinde etkili olmaktadır.

Batman şehir merkezinin kurulduğu alan başta olmak üzere Akça, Binatlı, Recepler ve Balpınar gibi köy yerleşmelerinin kurulduğu alanlar direnaj yoğunluğunun fazla olduğu alanlara karşılık gelmektedir (3.27). Şehrin büyüme yönünün Akça, Binatlı ve recepler gibi yine direnaj yoğunluğunun fazla olduğu sahalara doğru olması gerekli tedbirlerin alınması gerektiğini bir kez daha göstermektedir. Batman şehrinin kuruluş alanının direnaj açısından yoğun bir bölgeye karşılık gelmesi ve şehrin büyümesine paralel olarak geçirimsiz yüzey alanlarının genişlemesi sel ve taşkın riskinin yüksek olmasına neden olmuştur. Batman şehri son 25 yıl içinde iki önemli sel ve taşkın afetine maruz kalmıştır. Kuyubaşı ve Karayün köyleri gibi dağ eteklerine doğru şehrsel imar alanının belirlenmesi sel ve taşkın riskinin azaltılmasına katkı sağlayacaktır.

Şekil 3. 27: Direnaj Yoğunluğu Haritası

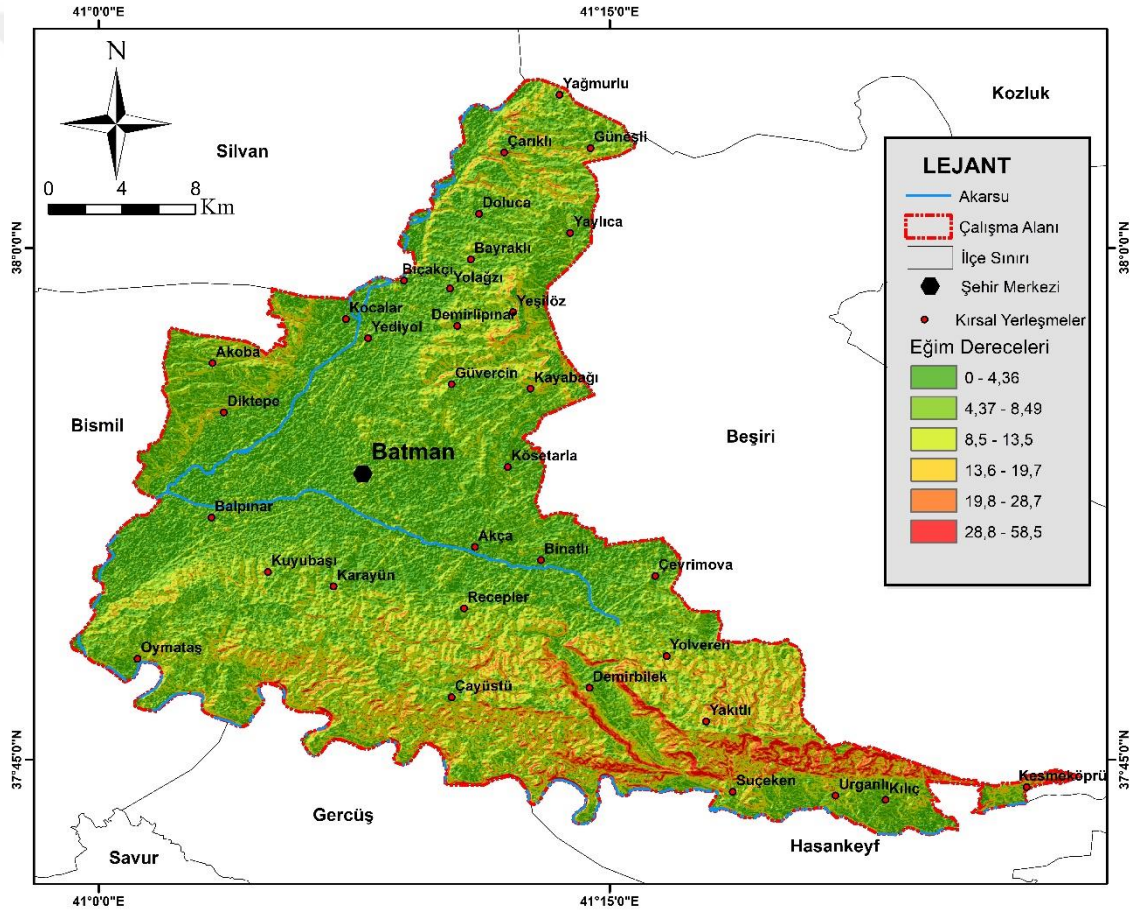


3.5.2. Yüzeysel Parametreler

3.5.2.1. Eğim

Çalışma alanında eğimin çok az olduğu görülmektedir. Önemli bir alanda eğim %10'un altındadır. Eğimin %40-60 arasında olduğu alanlar Raman Dağı'nın doğusunda görülmektedir. Batıya doğru gidildikçe eğim azalmaktadır. Ayrıca Raman Dağı'nın kuzey yamaçları güney yamaçlarına göre daha düşük eğim değerlerine sahiptir. Eğimin en fazla olduğu alanlar, Raman Fay Hattı'nın bulunduğu Raman Dağı güneyinde ve Meymune Boğazı'nın iki yamacıdır (Şekil 3.28).

Şekil 3. 28: Eğim Derecesi Haritası

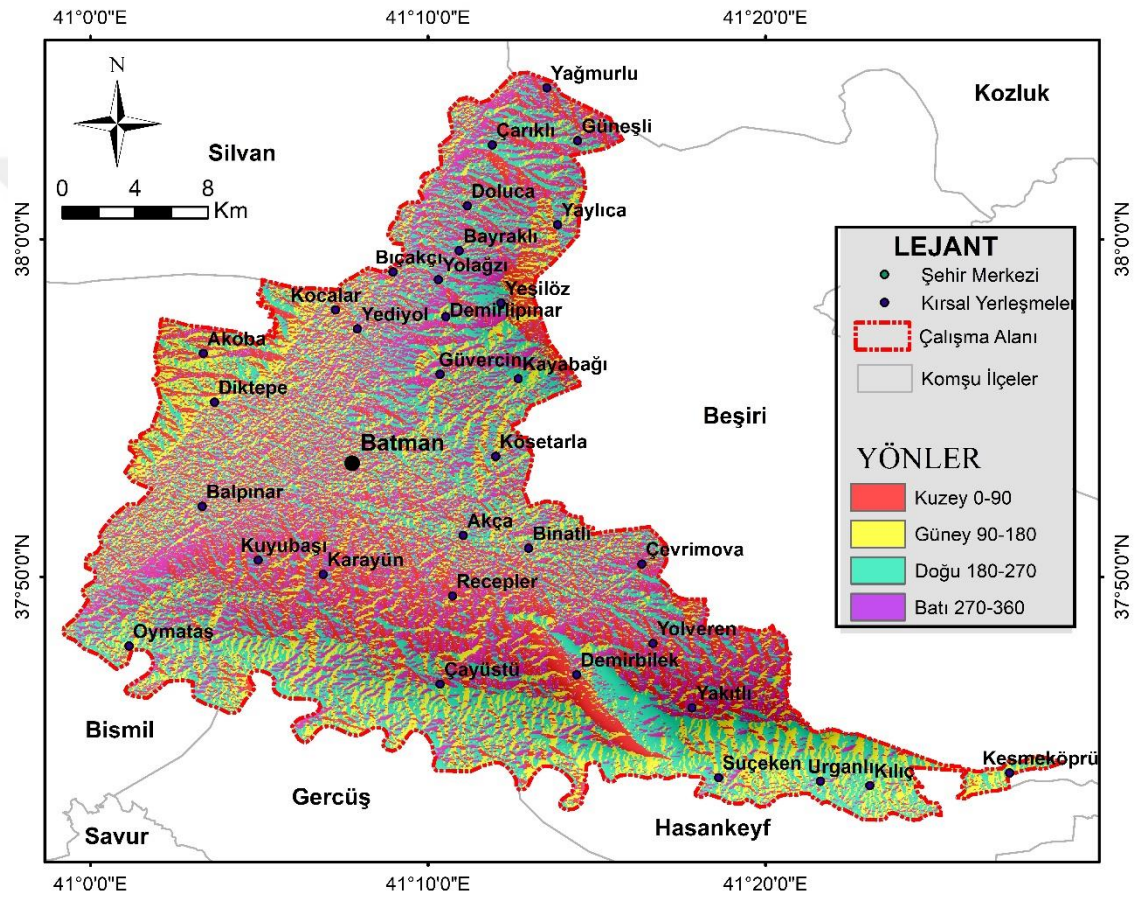


3.5.2.2. Bakı

Bakı etkisi, güneş ışınlarının geliş açısını doğrudan etkilemektedir. Bu da sıcaklık, bitki örtüsü, toprak nemi, orman üst sınırı, karın yerde kalma süresi, yerleşme ve tarımsal faaliyetler gibi pek çok doğal ve beşeri faktörü etkilemektedir (Şekil 3.29).

Çalışma sahası incelendiğinde, topoğrafyadaki hakim yönlerin K ve B olduğu görülmektedir. Topoğrafyanın uzanış doğrultusu hakim bakı yönlerinin belirlenmesindeki ana etkidir. Burada özellikle Raman Dağı'nın uzanış doğrultusunun D-B yönünde olması hakim bakı yönünü etkilemektedir. Batman şehrinin kurulduğu Tilmis Ovası'nda eğim değerlerinin düşük olması hakim bir bakı yönünün oluşmasını engellemektedir.

Şekil 3. 29: Bakı Haritası

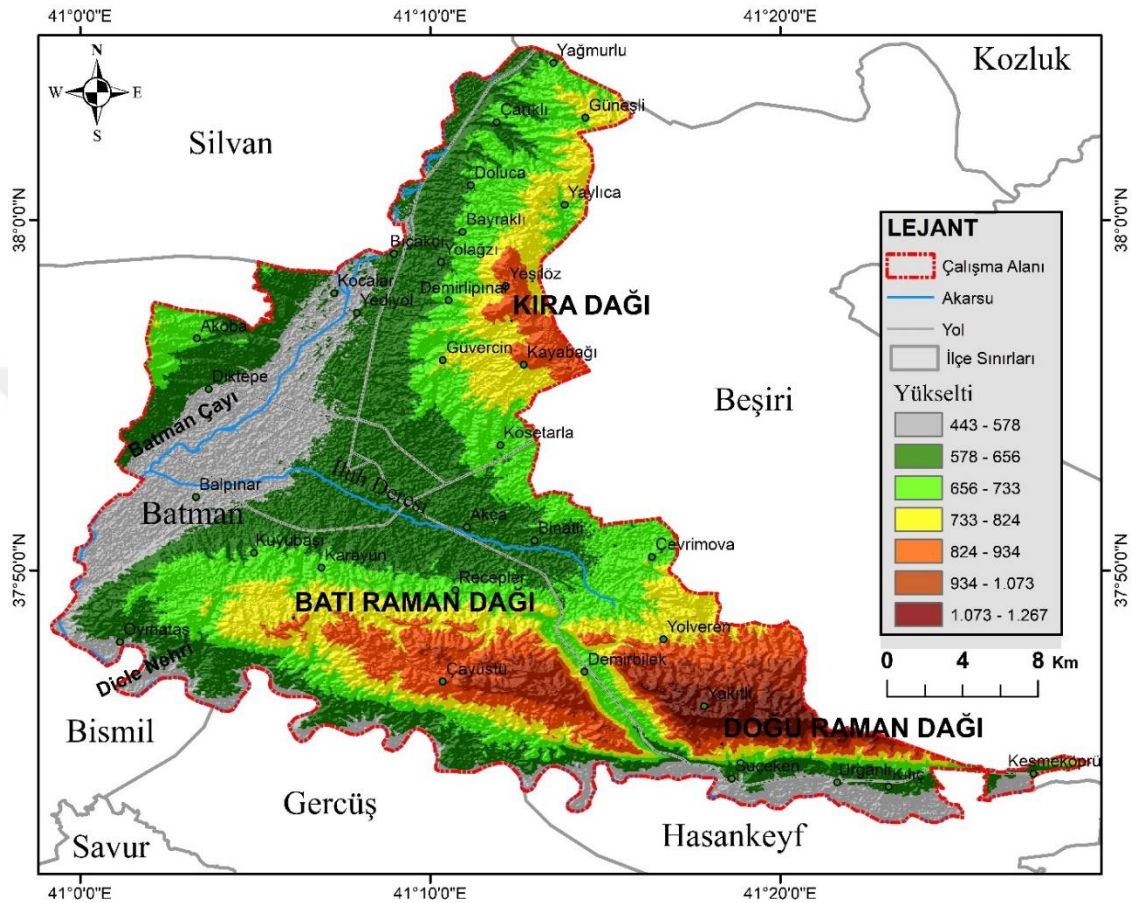


3.5.2.3. Yükselti

Çalışma alanı, Güneydoğu Toros Bindirme Kuşağı'nın güneyinde yer almaktadır. Önemli dağlık kütleleri Raman Dağı Antiklinali ve Kıra Dağı oluşturmaktadır. Batman şehir merkezi yüksek olmayan bu dağların ortasında kurulmuştur. Kıra Dağı'nın yükseltisi 900-1000 m adasındayken 1057 m yüksekliğindeki Türbe Tepe Batı Raman Dağının en yüksek kısmını oluşturmaktadır. Yükselti Raman ve Kıra dağlarından batıdaki Batman Çayı'na doğru azalmaktadır. Raman Dağları'nın

kuzeyinde 650-800 m arasında hafif dalgalı düzlüklerden oluşan Tilmis (Batman) Ovası bulunmaktadır (Şekil 3.30).

Şekil 3. 30: Yükselti Haritası



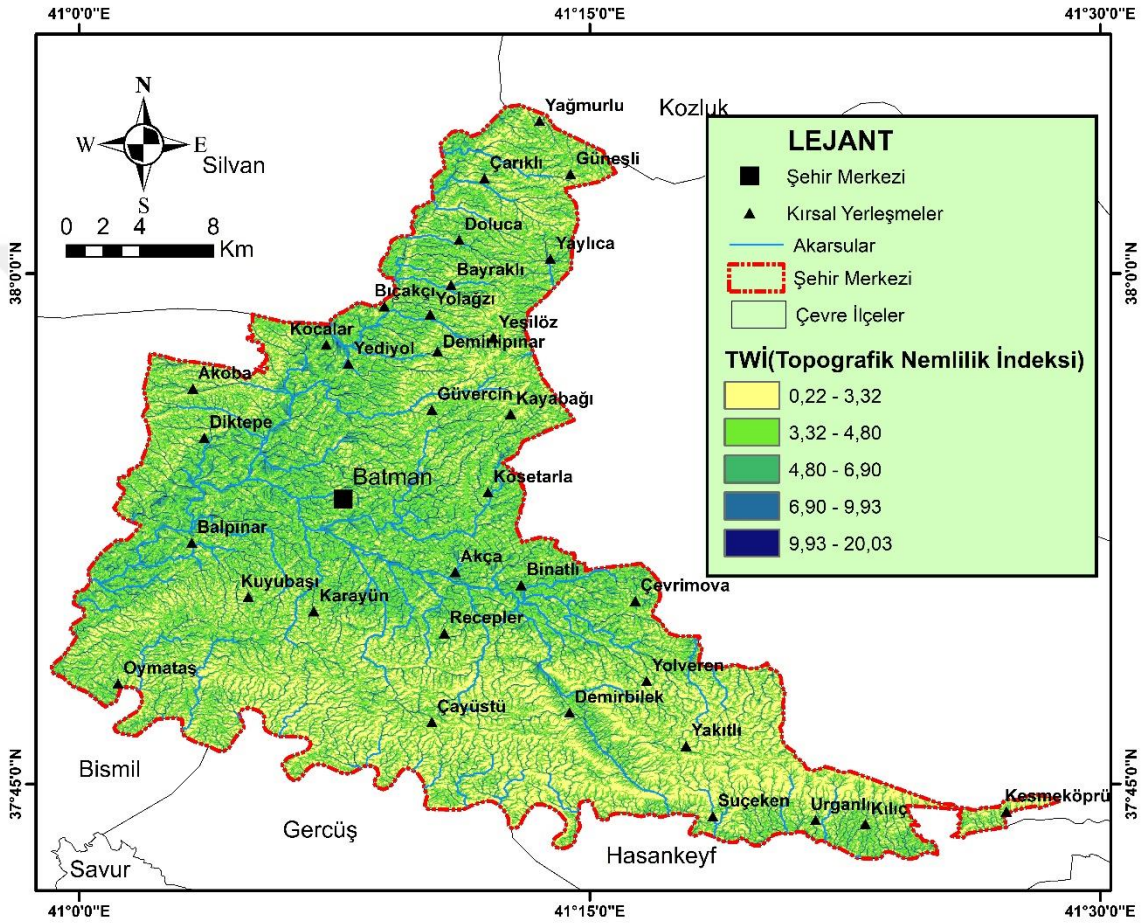
3.5.2.4. Topografik Nemlilik İndeksi (TWI)

Topografik nemlilik indeksi, toprağın suya doygunluğunu belirlemede kullanılan bir parametredir (Ermiş, 2015:29). Toprağın kuru, ıslak ya da nemli olduğunu göstermektedir. Bu yöntemle heyelan riski belirlemede sıklıkla kullanılmaktadır. Islaklık derecesinin yüksekliği heyelan riskinin derecesini belirler. Toprağın nem durumu, toprağın suya doygunluğu hakkında fikir verdiği için sel ve taşkın oluşma riski hakkında da ipuçları vermektedir. Bu yüzden heyelanın yanı sıra taşkın olaylarının belirlenmesinde de kullanılan bir yöntemdir.

Çalışma alanı incelendiğinde Batman Çayı ve İluh Deresi yataklarının çevresinde nemlilik oranlarının yüksek olduğu ve buralarda sel ve taşkın riskinin yüksek olduğu görülmektedir. Nitekim İluh Deresi'nde 2006 ile 2023 yıllarında ve Batman Barajı

yapılmadan önceki dönemlerinde Batman Çayı üzerinde pek çok sel ve taşkın olayı meydana gelmiştir. Buna karşın Raman Dağı ve çevresinde nemlilik indeksinin düşük olduğu görülmektedir. Batman Çayı ve İluh Deresi taşkın alanında kurulan yerleşmelerin Raman Dağı çevresine yönlendirilmesi sel ve taşkın riskini azaltacaktır (Şekil 3.31).

Şekil 3. 31. Topografik Nemlilik Haritası



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. BATMAN'DA SEL VE TAŞKINLARIN ÖNLENMESİNDE SÜNGER ŞEHİR ÖNERİSİ

Günümüzdeki en önemli sorunlardan biri sel ve taşkınlardır. Sel ve taşkınlar dünyanın pek çok büyük kentini tehdit etmektedir. Yanlış arazi kullanımı, geçirimsiz şehrsel alanların hızla büyümesi ve küresel iklim değişikliğiyle beraber artan sağanak yağışlar; sel ve taşkınların gerçekleşmesinde büyük rol oynamaktadır. Akarsu yatakları, taşkın ovaları, birikinti koni ve yelpazeleri yerleşme için en uygunsuz jeomorfolojik birimlerdendir. Uzun yıllar boyunca çok düşük bir akıma sahip olan mevsimsel akarsular bile sağanak yağışın arttığı bazı dönemlerde nehirler kadar su akımına maruz kalabilir. Bu dönemlerde normal yatağının dışına çıkıp taşkın yatağı boyunca sel ve taşkınlara neden olabilmektedir. Artan şehrsel alanlarla birlikte doğal yüzeyler; yol, konut ve sanayi tesisleri gibi geçirimsiz yüzeylere dönüştürülmektedir. Bu da yüzeysel akışa geçen su miktarını artırmaktadır. Şehirler suyun tahliyesinde mazgalları, yeraltı kanalizasyon hatlarını kullanılmaktadır. Ancak görüldü ki herhangi bir şehre düşen bütün yağmur suyunu tahliye etmek oldukça zordur. Özellikle ani yağışlarla düşen yağışın tahminlerin çok üzerinde olduğu günümüz şartlarında bu süreç daha da güçleşmektedir. Küresel iklim değişikliğiyle beraber hem ülkemizde hem de dünya da ani sağanak yağışlardan kaynaklı sel ve taşkın felaketleri hızla artmaktadır. Batman'ın Akdeniz Havzası'nda bulunması meteorolojik açıdan, şehrin önemli bir kısmının birikinti yelpazesi ve taşkın yatağı üzerinde bulunması jeomorfolojik açıdan şehri sel ve taşkın riskine açık hale getirmektedir. Yapılan çalışmalar, Batman çevresinin Neolitik Dönem'den beri yerleşme alanı olarak kullanıldığını göstermektedir. Elde edilen jeoarkeolojik bulgular, Batman'ın kurulduğu alanda geçmişten günümüze pek çok sel ve taşkın felaketinin meydana geldiği göstermektedir. Ayrıca 1165 yılında tarihinin en önemli felaketini yaşamış, Batman Çayı'nın taşkın alanında gerçekleşen sel felaketinde 160 kişi hayatını kaybetmiştir (Bezer, 2000:79). 1926 yılında Batman'ın eski kuruluş yeri olan El-Medine'de yine önemli bir sel felaketi yaşanmıştır (Zengin, 2005:47). Batman Barajı'nın yapılması Batman Çayı üzerinde meydana gelebilecek sel ve taşkın riskini oldukça azaltmıştır. Ancak Batman merkezinden geçen İluh deresi önemli bir risk oluşturmaya devam etmektedir. 21. yüzyılın başında da sel felaketleri batman için önemli bir sorun olmaya

devam etmektedir. 2006 yılının Kasım ayında İluh Deresi'nde meydana gelen taşkında 10 kişi (Tonbul ve Sunkar, 2011:231), 20 Kasım 2023 yılındaki sel felaketinde ise 4 kişi hayatını kaybetmiştir (Dinç ve Sabancı, 2024:154). Hem arkeolojik geçmiş hem de yakın tarih, Batman'ın sel ve taşkınlar konusunda önlemler alınması gerektiğini göstermektedir (Şekil 4.1).

Şekil 4. 1. (a-b-c) Batman'da 2023 ve 2006 yıllarında Yaşanan Sel ve Taşkınlar

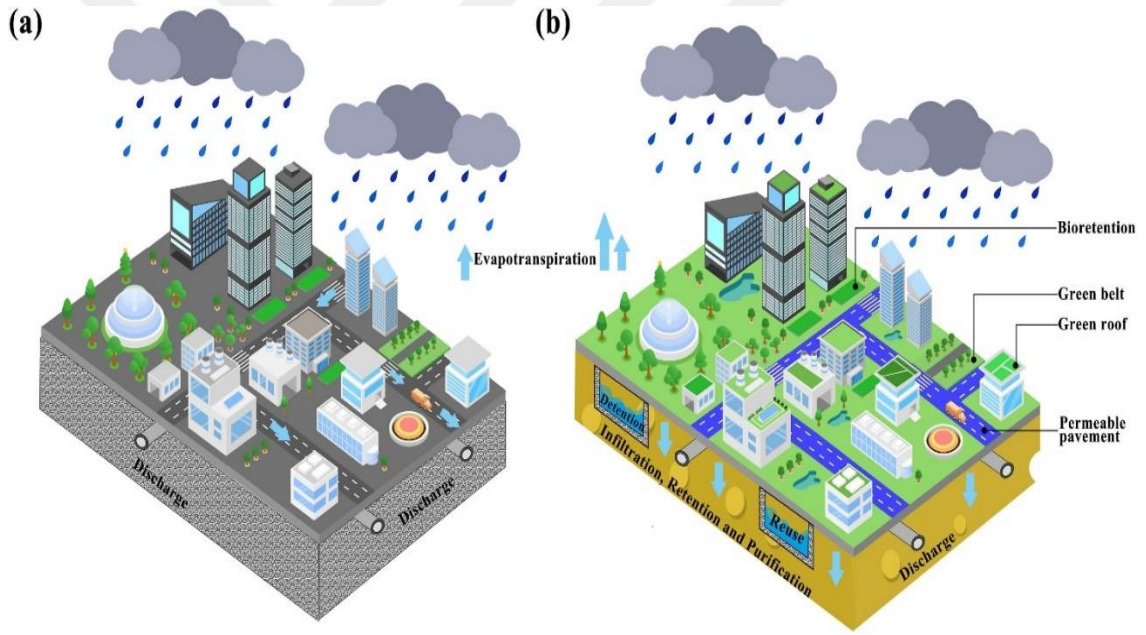


Kaynak: Url 1-3

Çalışma alanının sel ve taşkınlarla karşı mücadelesinde geleneksel su tahliye sistemleri yetersiz kalmaktadır. Bu konuda yapılan yatırımların yetersizliği de bunu

kanıtlamaktadır. 2006 yılındaki sel felaketinden sonra altyapı sistemiyle ilgili önemli yatırımlar yapılmıştır. 2023 yılında yaşanan sel felaketinden sonra da bu konudaki yatırımlar devam etmektedir. Ancak yapılan yatırımlar geleneksel altyapıya yönelik olduğu için yine yetersiz gelme olasılığı yüksektir. Suyun bir an önce tahliyesine dayanan geleneksel gri altyapı ekstrem yağışlara karşı yetersiz kalmaktadır. Gri altyapıda yağış suları hızla ve aynı anda kanalizasyon sistemine bağlandığı için yoğun yağışları kaldıramamaktadır. Sünger şehir konseptiyle gri alt yapıdan yeşil altyapıya dönülmesi suyun doğru bir şekilde kullanılmasını sağlayacaktır (Şekil 4.2). Bundan dolayı Batman’da yapılması gereken ilk çalışma suyun yönetimine karşı benimsenen stratejinin değiştirilmesidir.

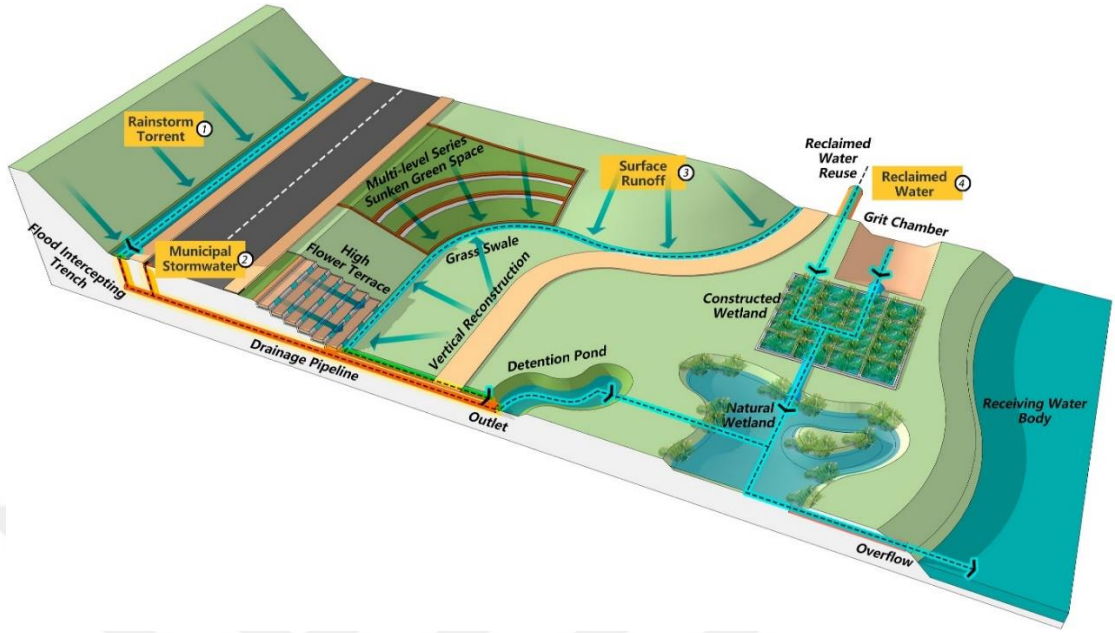
Şekil 4. 2:Gri altyapı ile yeşil altyapı (Yin vd., 2021:3)



Kaynak: (Yin vd., 2021:3)

Bu tehdiye karşılık olarak sünger şehir konsepti iyi bir çözüm önerisi olarak karşımızda bulunmaktadır. Sünger şehir konseptinde belirlenen alanda suyun önemli bir bölümünün yeraltına sızdırılması, arıtılması, depolanması ve gerektiğinde tekrar kullanılmasına yönelik çalışmalar yürütülmektedir. Böylelikle yağışlı dönemde su tutularak yüzeysel akış geciktirilmekte ve sel ve taşkın oluşma olasılığı azaltılmaktadır (Şekil 4.3).

Şekil 4. 3: Sünger Şehir Planı



Kaynak: (Yin vd., 2021:7)

Bu yaklaşımda su yeraltı ve yüzeydeki depolarda tutulmakta boru hatlarıyla su kütleleri birbirine bağlanmaktadır. Bunun yanında su döngüsünün sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesine katkı sağlayarak su kaynakları çeşitlendirilmekte, su kalitesi artırılmakta bunun yanında yerel ölçekte ekolojik ve estetik yaşam alanları meydana getirilmektedir. Yeşil ortamların oluşturulması, rekreasyon alanlarına kaynak sağlayacak olup ekosistemi ve yaban hayatını destekleyecektir. Yeşil alanların, yeşil çatıların ve su yüzeyleriyle birlikte şehrin ısısının azaltılması da öngörülmektedir.

4.1. SÜNGER ŞEHİR FELSEFESİNİN BENİMSENMESİ

Sünger şehir felsefesi, şehirlerin su yönetimini ve ekosistemleri destekleyen sürdürülebilir bir yaklaşımı ifade etmektedir. Sünger şehir altyapısı ciddi bir maliyet gerektiren bir dönüşümdür. Günümüz şartlarında hem Batman şehri hem de diğer şehirler bu dönüşümün altından bir anda kalkması oldukça güçtür. Bundan dolayı bunun bir süreç olarak algılanması, dönemsel değişimlerle birlikte hedeflere ulaşılabilir olduğunun anlaşılması gerekmektedir. Şehirlerin, iklim değişikliği ve diğer çevresel değişikliklere uyum sağlamak üzere esnek olması gerekmektedir. Altyapının değişen koşullara uyum sağlayacak şekilde tasarlanmalı ve yönetilmelidir. Toplumun sürecin bir parçası olması

sağlanmalıdır. Eğitimler ve bilgilendirme kampanyaları ile halkın bilinçlendirilmesi, sürdürülebilir su yönetimi ve çevresel sorumluluk konularında aktif bir rol oynaması teşvik edilmelidir. Sünger şehirde doğal su yollarını ve drenaj sistemlerini bozmadan şehirler inşa etmek ve mevcut doğal drenaj sistemlerini yeniden entegre etmeyi amaçlamaktadır. Bu, suyun doğal akışını desteklemekte ve sel risklerini azaltmaktadır. Yeşil çatılar, yağmur bahçeleri, geçirgen zemin kaplamaları gibi çözümler, şehirlerin suyu emme ve depolama kapasitesini artırmaktadır. Yeşil altyapı unsurları, suyun doğal yollarla yönetilmesini desteklemektedir. Yağmur sularını doğrudan zemin tarafından emilmesine ve bu suyun toprağa sızması yüzey akışını azaltmakta ve sel riskini düşürmektedir.

4.2. ÇALIŞMA SAHASINDA SÜNGER ŞEHİR UYGULAMALARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

4.2.1. Kentsel Alanın Genişlemesi

Batman 1950’li yıllarda petrolün bulunması ve Batman Petrol Rafinerisi’nin kurulmasıyla hızlı bir nüfuslanma sürecine girmiştir. Şehirselleşme alanı da buna paralel olarak büyümeye başlamıştır. Kentleşmeyle birlikte artan konut alanları ve yollar geçirimsiz yüzeylerin genişlemesine neden olmaktadır. Düşen yağışın büyük bir bölümü kanalizasyonlara yönlendirilirken çok az bir bölümü de park bahçe gibi yeşil alanlar vasıtasıyla yer altına sızdırılmaktadır. Batman şehri, Tilmis Ovası’nın batısındaki Elih köyü çevresinde büyümüş ve günümüzdeki halini almıştır. Şehrin gelişimi son 100 yıllık süreçte şehrin kurulumu ve gelişmesi meydana gelmiştir. Batman ülkemizin en yeni ve en hızlı büyüyen şehirlerinden biridir. Yakın çevresinde meydana gelen olaylarla yakından ilgilidir. Daha önce Batman Çayı taşkın yatağı üzerinde kurulan El-Medine, 1926’da yaşanan taşkın sonrası yakınındaki İkiztepe ve İluh köylerine taşınmıştır. Bu şekilde büyümeye başlayan İluh köyü, 1940-50 yılları arasında Siirt’in Kurtalan ilçesinden İstanbul’un Haydarpaşa istasyonu arasında demiryolunun açılması ve Raman Dağı’nda petrolün bulunması hızlı bir şehirleşme süreci yaşamıştır. 1950’den önce küçük bir köy yerleşmesiyken petrolün bulunmasıyla birlikte 1955’te belediye kurulmuş, 1957 Siirt iline bağlı bir ilçe ve 16 Mayıs 1990 yılında il statüsüne kavuşmuştur. 1990’lı yıllarda yaşanan terör olayları yüzünden köyler boşaltılmıştır. Bu dönemde Batman şehir

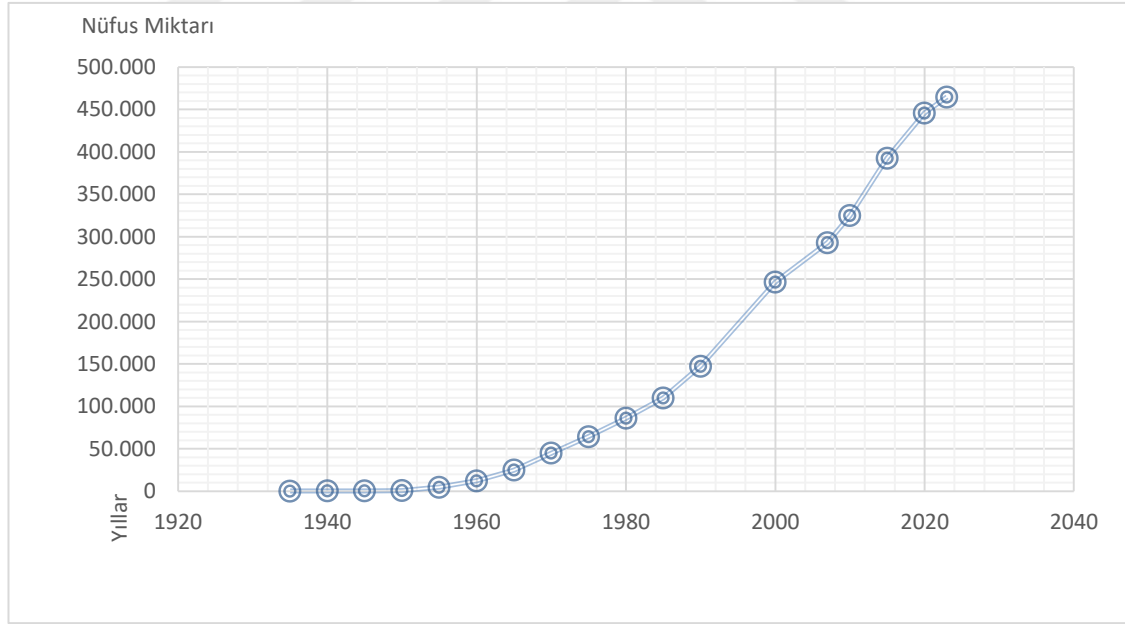
merkezinine doğru yoğun göç dalgası yaşanmıştır. Bu da Batman şehir nüfusunun artmasında önemli bir etken olmuştur (Tablo 4.1, Şekil 4.4).

Tablo 4. 1: Batman Şehir Nüfusunun Yıllara Göre Değişimi

Yıl	Nüfus Miktarı	Yıl	Nüfus Miktarı
1935	319	1980	86.172
1940	409	1985	110.036
1945	443	1990	147.347
1950	915	2000	246.678
1955	4.713	2007	293.024
1960	12.401	2010	325.020
1965	24.990	2015	392.738
1970	44.991	2020	445.874
1975	64.384	2023	464.649

Kaynak: TÜİK

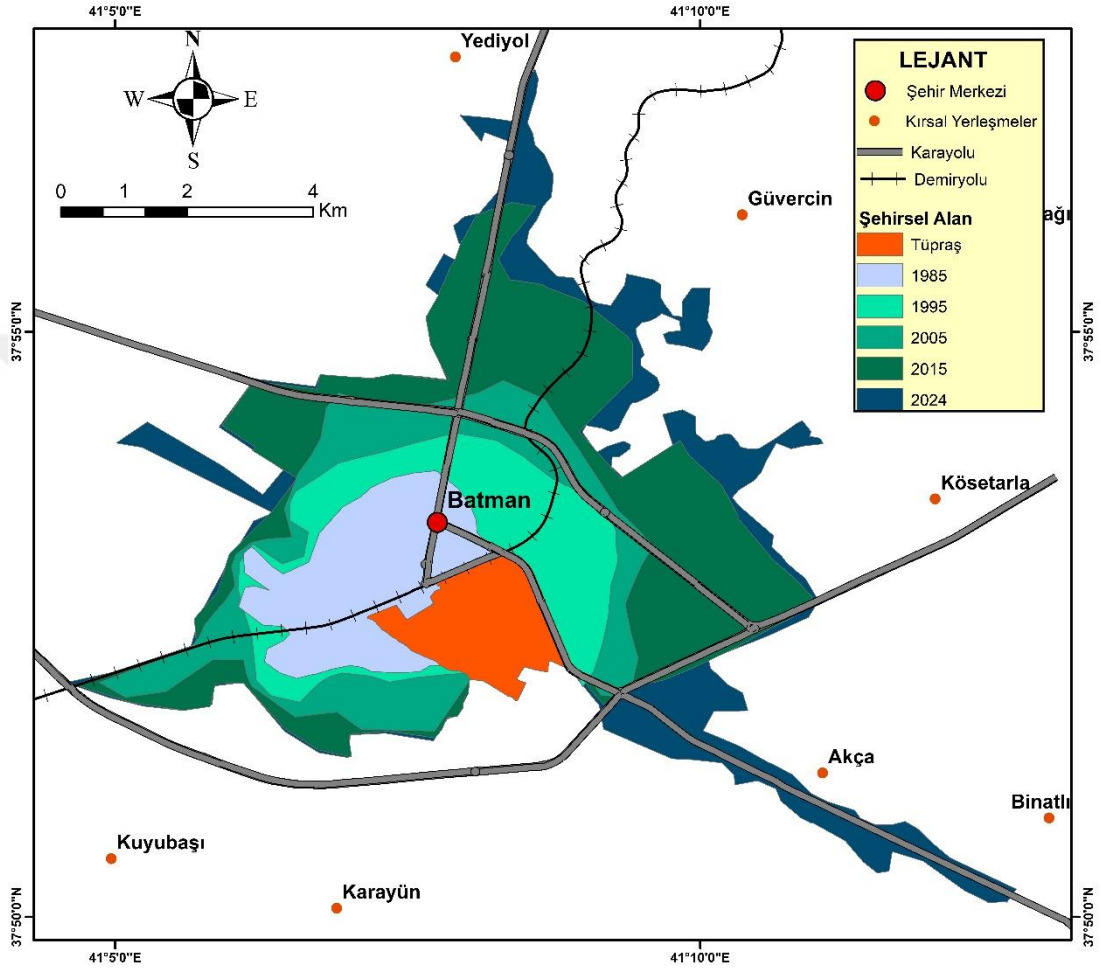
Şekil 4. 4: Yıllara Göre Batman Şehir Nüfusunun Değişimi



Nüfusun artmasıyla birlikte Batman Perol Farinerisi'nin çevresinde şehrsel alan genişlemeye başlamıştır (Şekil 4.5). Ancak şehrsel genişleme alanı belirlenirken coğrafi

faktörler dikkate alınmamış; dere yatağı, birikinti konisi gibi sel ve taşkın riskinin yüksek olduğu bölgeler yerleşmeye açılmıştır.

Şekil 4. 5: Batman Şehir Alanının Yıllara Göre Değişimi

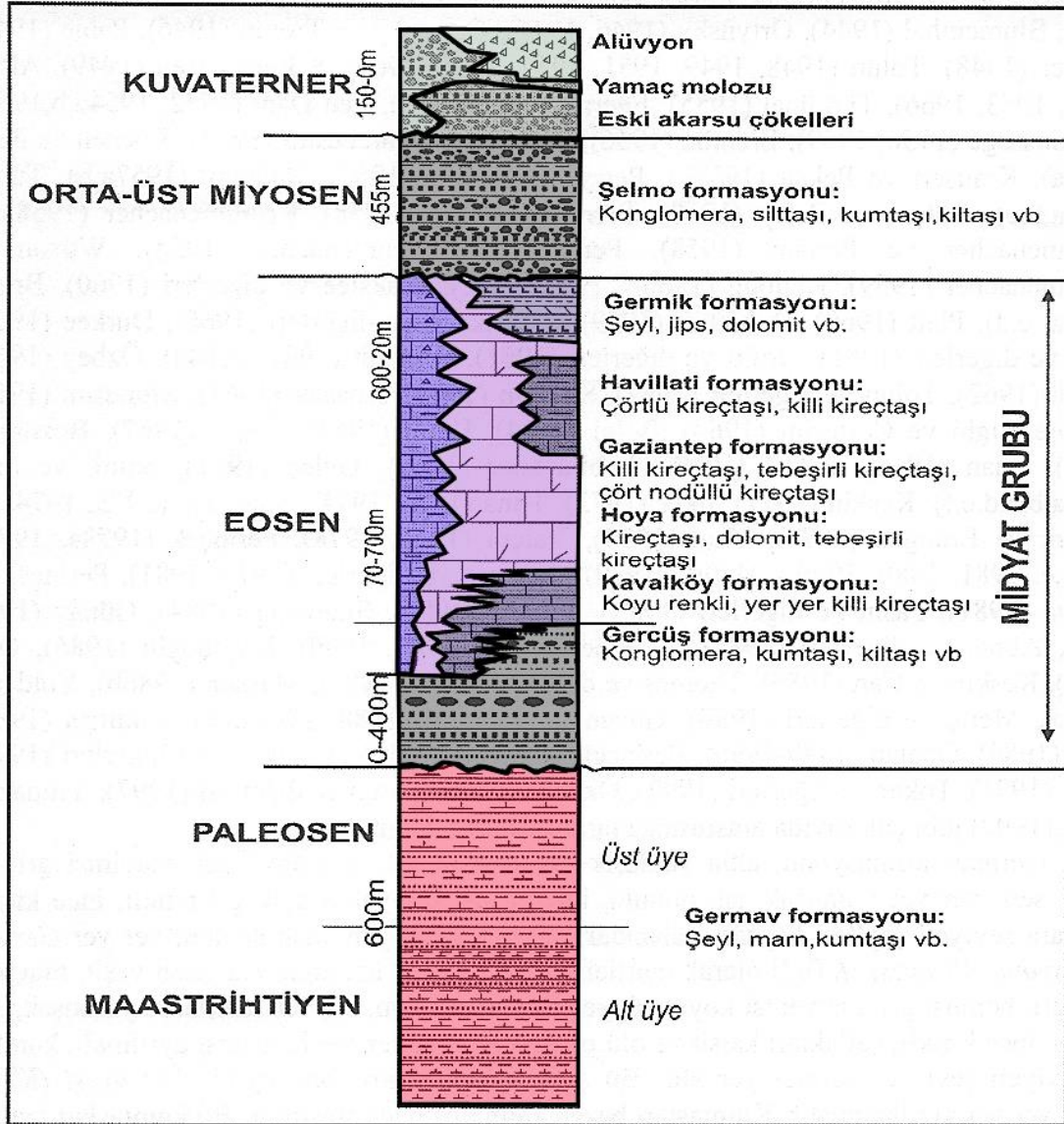


4.2.2. Batman'ın Jeolojik Yapısı

Sünger şehir konseptinin başarıyla gerçekleştirilmesinde zeminin yapısı ayrı bir öneme sahiptir. Jeolojik olarak geçirimli arazilerin bulunduğu alanlarda suyun yer altına sızdırılması mümkün olabilmektedir. Batman'ın güneyindeki Raman Dağı kireçtaşlarından oluşan Hoya ve Germik formasyonları bulunmaktadır. Batman şehrinin kuruluş alanına bakıldığında üst Miyosen-alt Pliyosen yaşlı Şelmo Formasyonu üzerinde kurulduğu görülmektedir. Şelmo Formasyonu; üstte şeyl, çakıl taşı, kumtaşından, altta ise çamurtaşı, çakıl taşı ve jips aralanmasından oluşmaktadır. Kumtaşı ve çakıl taşı gibi tortul kayalar suyun geçirimliliği konusunda önemli avantajlar sağlamaktadır. Üstteki kırıntılı yapılar arazinin geçirimliliğini artırmaktadır. 450-500 m derinlikten sonra

görülen şeyl, jips, dolomit ve killi kireçtaşı gibi kayaçlar suyun tutulmasını sağlayarak üstte bir akifer oluşumunu kolaylaştırmaktadır. Batman'ın kurulduğu alan önemli bir akifer üzerinde bulunmaktadır. Bundan dolayı Batman şehrinin şebeke su ihtiyacının tamamı yeraltı sularından sağlanmaktadır (Şekil 4.6).

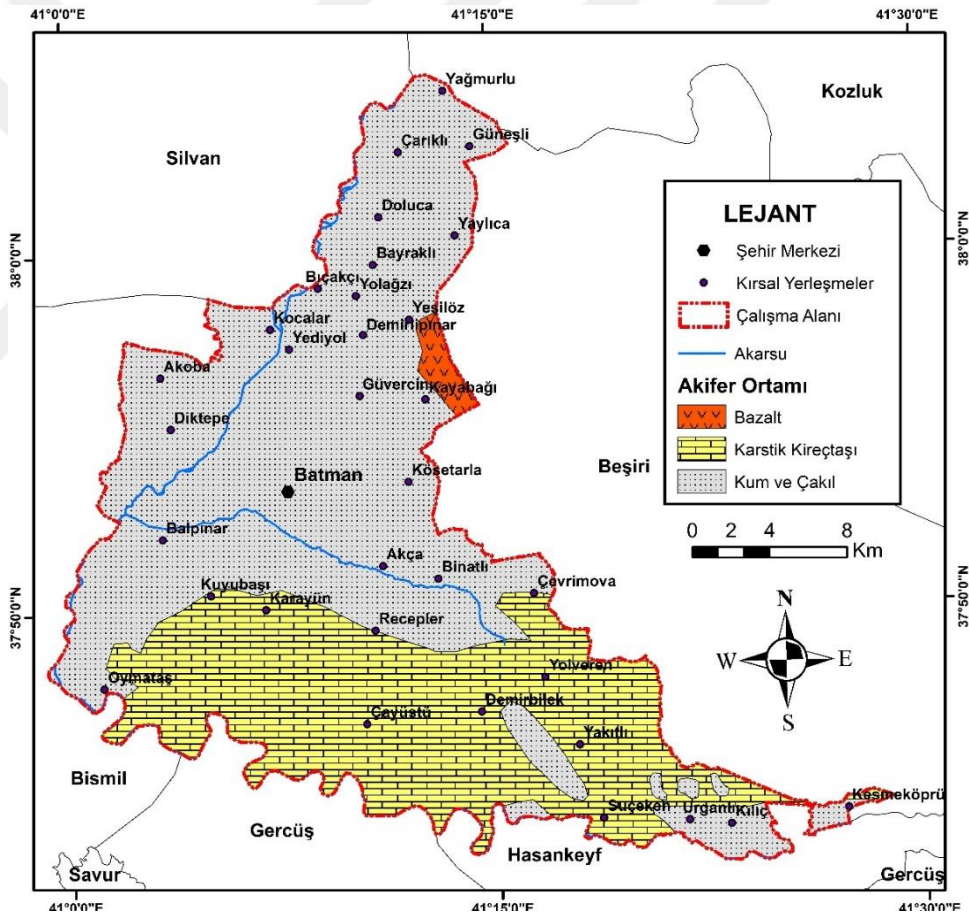
Şekil 4. 6: Çalışma Alanının Stratigrafisi



Kaynak: MTA M45 Jeoloji Raporu (2008:3)'dan değiştirilerek.

bulunmasıdır. Akifer suyun doğal olarak depolandığı alanlardır. Çalışma alanında kum ve çakıl, karstik kireçtaşı ve bazalttan oluşan akifer ortamları bulunmaktadır (Şekil 4.8). Batman şehri, kum ve çakıldan oluşan akifer üzerine kurulmuştur. Bu akiferde gözenek ve geçirimsizliği yüksektir. Sünger şehir çalışmaları için uygun ortam oluşturmaktadır. Suyun yeraltına sızdırılarak bu akifer ortamının korunması, sel ve taşkınların önlenmesine yardımcı olurken gelecekteki su kaynağının korunmasını da sağlayacaktır. Güneyde ise karstik kireçtaşından oluşan akifer ortamı bulunmaktadır. Bu akifer ortamı da suyun yeraltında depolanmasına katkısı olacaktır. Kırda Dağı yüzeyinde çalışma alanının az bir kısmını oluşturan bazaltlar bulunmaktadır.

Şekil 4. 8: Çalışma Alanındaki Akifer Ortamları



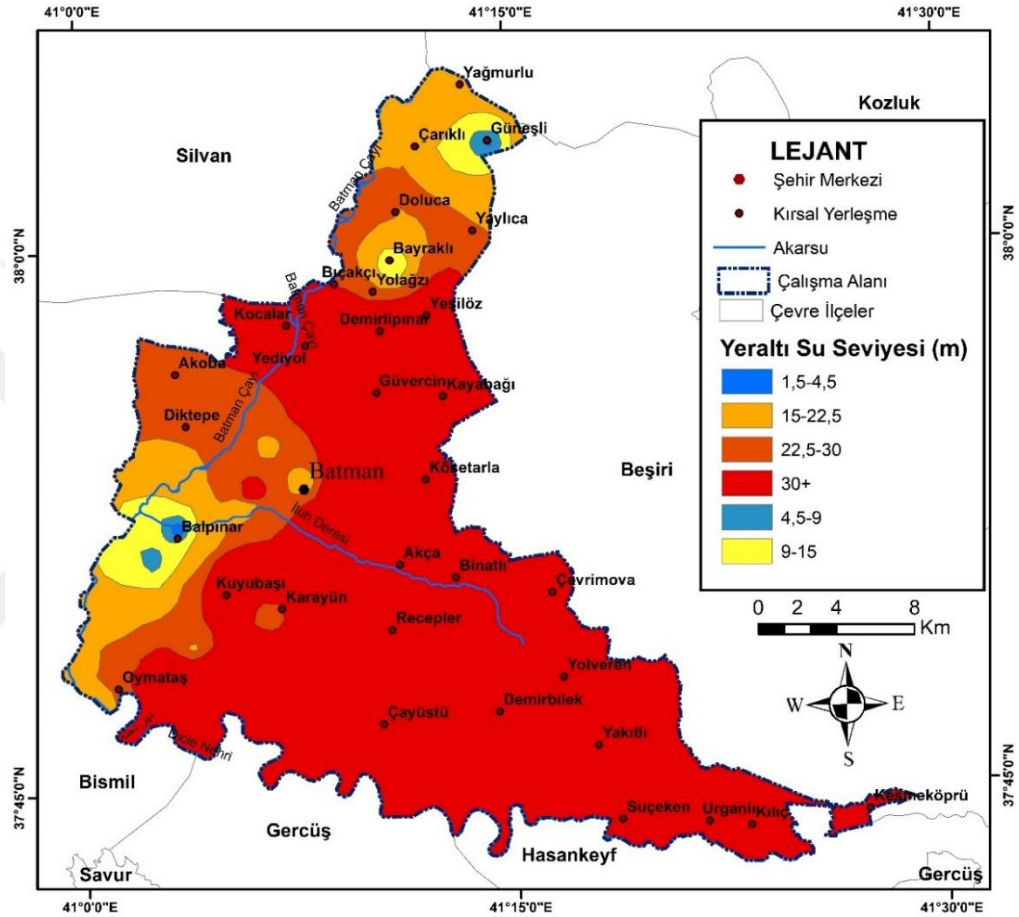
Kaynak: Yavuz, 2017:50'den değiştirilerek oluşturulmuştur.

4.2.5. Yeraltı Su Seviyesi

Çalışma alanındaki yeraltı su seviyesi incelendiğinde genel olarak yeraltı su seviyesinin 30 m derinlikten fazla olduğu görülmektedir. İluh Deresi'nin Batman Çayı'na

kavuştuğu alanlarda yeraltı su seviyesi 1,5 m seviyelerine kadar gelmektedir. Yeraltı su seviyesinin yüzeye çok yakın olmaması suyun yeraltına sızdırılmasında bir sorun teşkil etmediğini göstermektedir (Şekil 4.9). Ancak Balpınar köyü çevresinde yeraltı su seviyesinin yüksek olması bu çevrede suyun yeraltına sızdırılmasını güçleştirmektedir.

Şekil 4. 9: Yeraltı Su Seviyesi Haritası



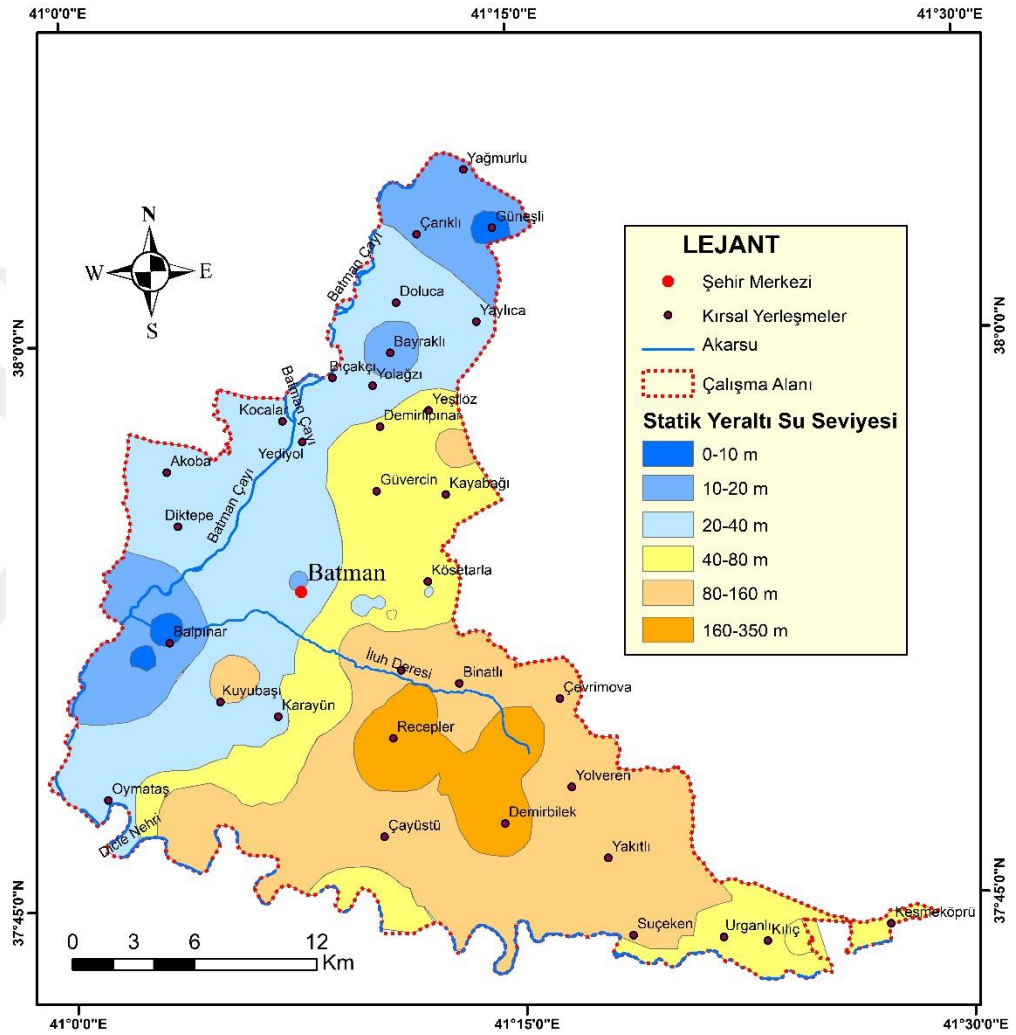
Kaynak: Yavuz, 2017:46'dan değiştirilerek oluşturulmuştur.

4.2.6. Statik ve Dinamik Su Seviyeleri

Statik su seviyesi bir akifer ya da kuyudan pompaj yoluyla su alınmadığında suyun değişmediği seviyeyi ifade ederken dinamik su seviyesi akifer veya yeraltından pompaj yoluyla belli bir debiyle su çekildiğinde suyun sabit kaldığı seviyeyi tanımlamaktadır (Driscoll, 2010:2). Statik su seviyesi Batman Çayı boyunca yüksek görülmektedir. Özellikle İluh Deresi'nin Batman Çayı'na kavuştuğu alanda Balpınar Beldesi civarına su seviyesi yüzeye yakın görülmektedir. Batman şehrine sağlanan kuyu

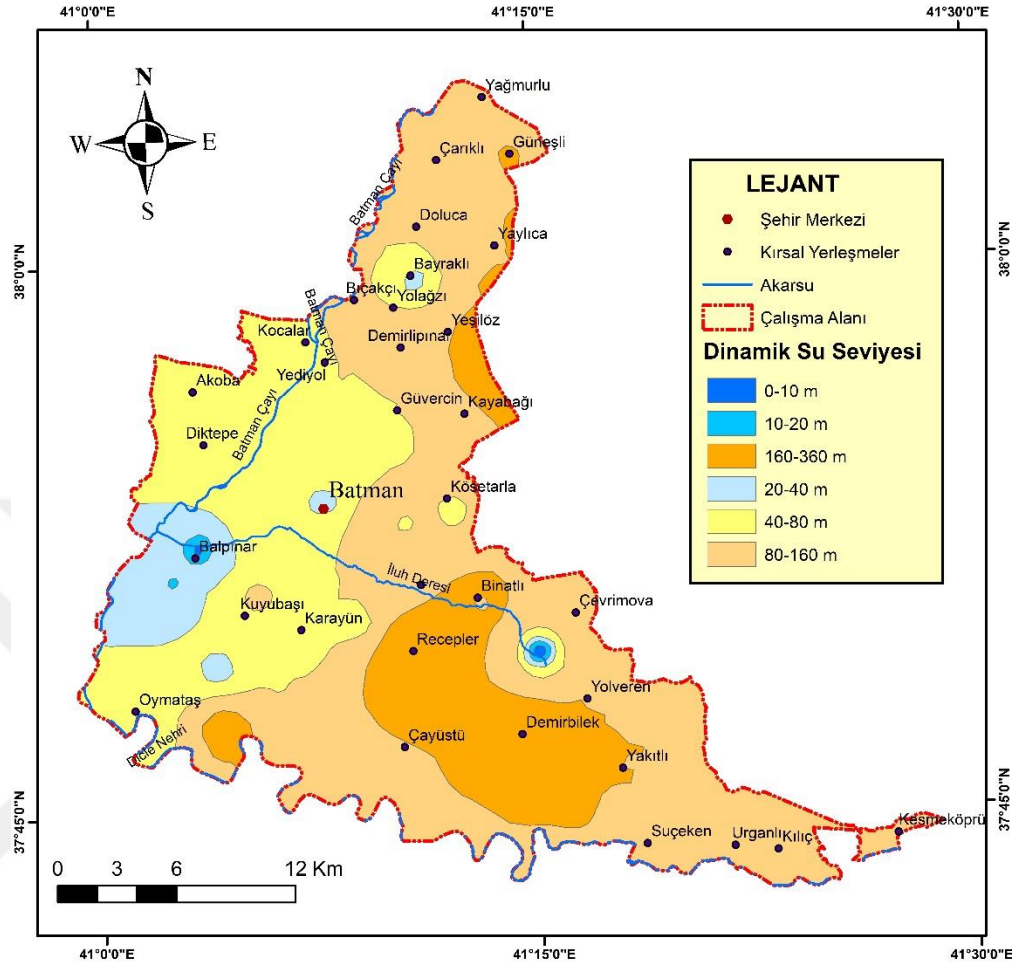
suyunun büyük bir kısmı buradan sağlanmaktadır. Recepler ve Demirbilek köyleri çevresinde ise statik su seviyesi oldukça düşük görülmektedir. Dinamik su seviyesi de Batman Çayı'nda yüzeye daha yakinken özellikle Binatlı, Recepler, Çayüstü ve Demirbilek köyleri civarında 160-360 m derinliğe kadar inmektedir (Şekil 4.10; 4.11).

Şekil 4. 10: Statik Yeraltı Su Seviyesi Haritası



Kaynak: Yavuz, 2017:42'den değiştirilerek oluşturulmuştur.

Şekil 4. 11: Dinamik Su Seviyesi Haritası



Kaynak: Yavuz, 2017:43'ten değiştirilerek oluşturulmuştur.

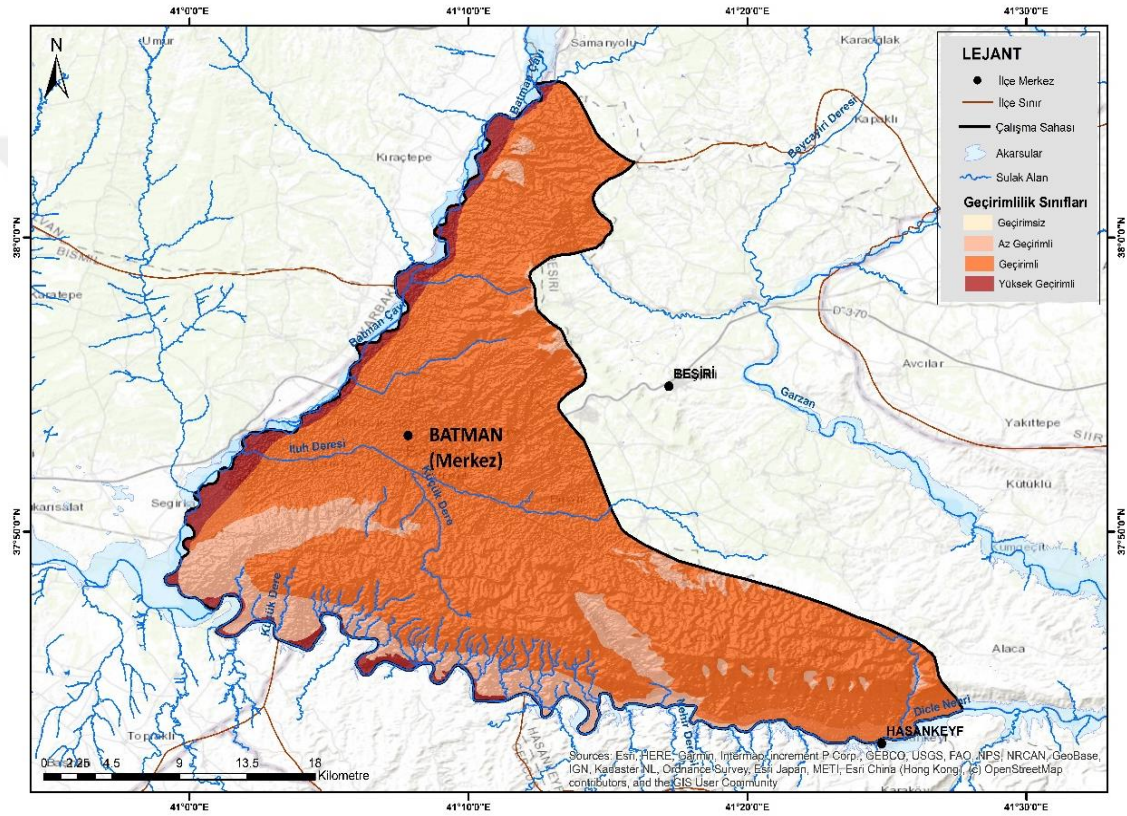
4.2.7. Batman Hidrojeolojisi

Suyun geçirgenliği, sünger şehir çalışmaları için temel ölçütlerden biridir. Su geçirgenliğinin iyi olmadığı alanlarda suyun yer altına sızdırılması ve depolanması güçtür. Bu da sünger şehir çalışmalarını olumsuz etkileyecektir. Çalışma sahasının hidrojeoloji haritası incelendiğinde Batman Çayı çevresindeki alüvyal dolgu alanında geçirgenliğin yüksek olduğu görülmektedir. Batman şehrindeki içme suyunun tamamına yakını bu rezervuar alanından sağlanmaktadır. Batman şehir merkezinin kurulduğu saha geçirgenliği yüksek orta-üst Miyosen yaşlı kumtaşı, çakıl ve çamurtaşından oluşmaktadır. Çakıltaşı ve kumtaşı geçirgenliğin yüksek olmasında etkili olmuştur. Raman Dağı'nın doğu ve güney kesimlerindeki orta Eosen-Oligosen yaşlı Evaporitler (jips, şeyl, siltaşı, dolomit) ile Meymuniye Boğazı'ndaki alt Eosen yaşlı kumtaşı-çamurtaşından oluşan

formasyon düşük geçirirlik oranına sahiptir (Şekil 1.1). Ancak şehir merkezinin burada kurulmamış olması ve Batman merkezindeki en önemli akarsu olan İluh Deresi havzasında önemli bir alan kapsamadığı için olumsuz etkisi bulunmamaktadır.

Batman şehrinin kuruluş alanında genel olarak geçirgenliği yüksek ve akifer ortamı oluşturabilecek alanlar hâkimdir. Bu durumda, sünger şehir çalışmaları için ideal koşulların oluşmasını sağlamaktadır (Şekil 4.12).

Şekil 4. 12: Çalışma Sahasının Hidrojeoloji Haritası

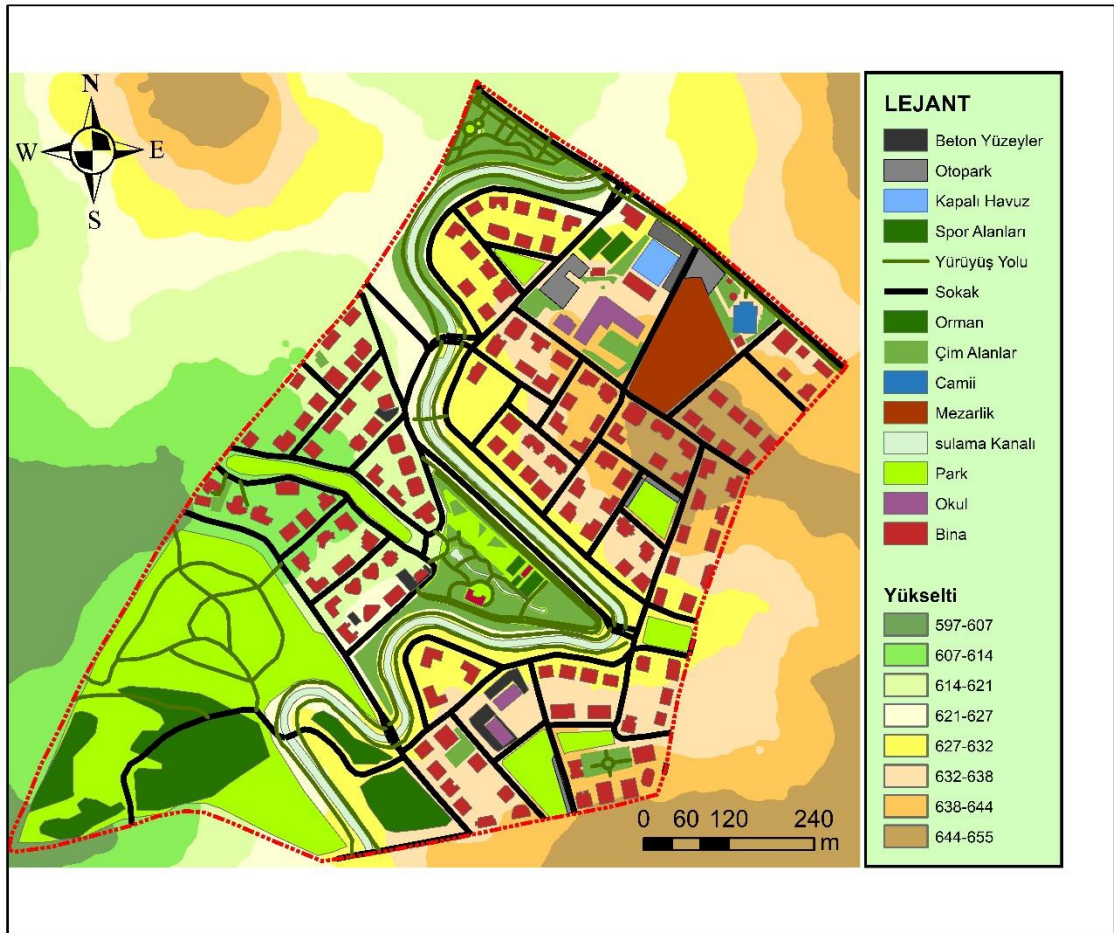


4.3. SÜNGER ŞEHİR PLANLAMASI

Bir şehrin sünger şehre dönüşüm süreci uzun soluklu, yüksek teknik bilgi ve maliyetli bir çalışmadır. Bu yüzden Çin başta olmak üzere sünger şehir çalışmaları bütün şehri kapsayacak şekilde değil mahalle ya da daha küçük ölçekte başlamıştır. Bu çalışmada da bir pilot bölge belirlenmiş olup sünger şehir aşamaları dikkate alınarak yeniden planlanmıştır. Batman şehrinin kuzeydoğu kesiminde bulunan Çamlıtepe Mahallesi'nin Yaşar Kemal Ormanı ve kuzeyindeki alanlar sünger şehir örneği oluşturmak üzere belirlenmiştir (Şekil 4.13). Bu bölgenin seçiminde şehrin büyüyüp gelişen

bölümünde yer alması ve Yaşar Kemal Ormanı'nın bulunması etkili olmuştur. Mahalledeki yerleşmelerin genellikle yüksek katlı binalardan oluşması yerel yönetime ve yerel halka düşen maliyetin azalmasını sağlayacaktır. Bu da yerel halkın sünger şehir çalışmalarına katılımını destekleyecektir.

Şekil 4. 13: Pilot Çalışma Bölgesi



4.3.1. Geçirgen Yüzeyler

Geçirgen yüzeyler, yağmur suyunun zemine sızmasına izin veren ve böylece suyun doğal döngüsüne katkıda bulunan malzemelerden yapılmış yüzeylerdir. Beton, asfalt veya taş gibi geçirgen malzemeler kullanılarak, yağmur suyunun yüzeyden geçmesi ve toprağa sızması sağlanmaktadır. Bu yöntem, yüzey akışını azaltıp suyun yeraltı suyuna dönüşümünü desteklemektedir. Yürüyüş yolları, kaldırımlar, otoyollar, otopark ve şehir meydanları gibi yüzeyler, şehirlerin önemli bir alanını kaplamaktadır. Bu alanlarda suyun yeraltına geçişi zor olduğu için düşen yağmur miktarının tamamına yakını yüzeysel akışa geçmektedir. Geçirgen kaplamalar, sünger şehirler için üretilmiş olup suyun yeraltına

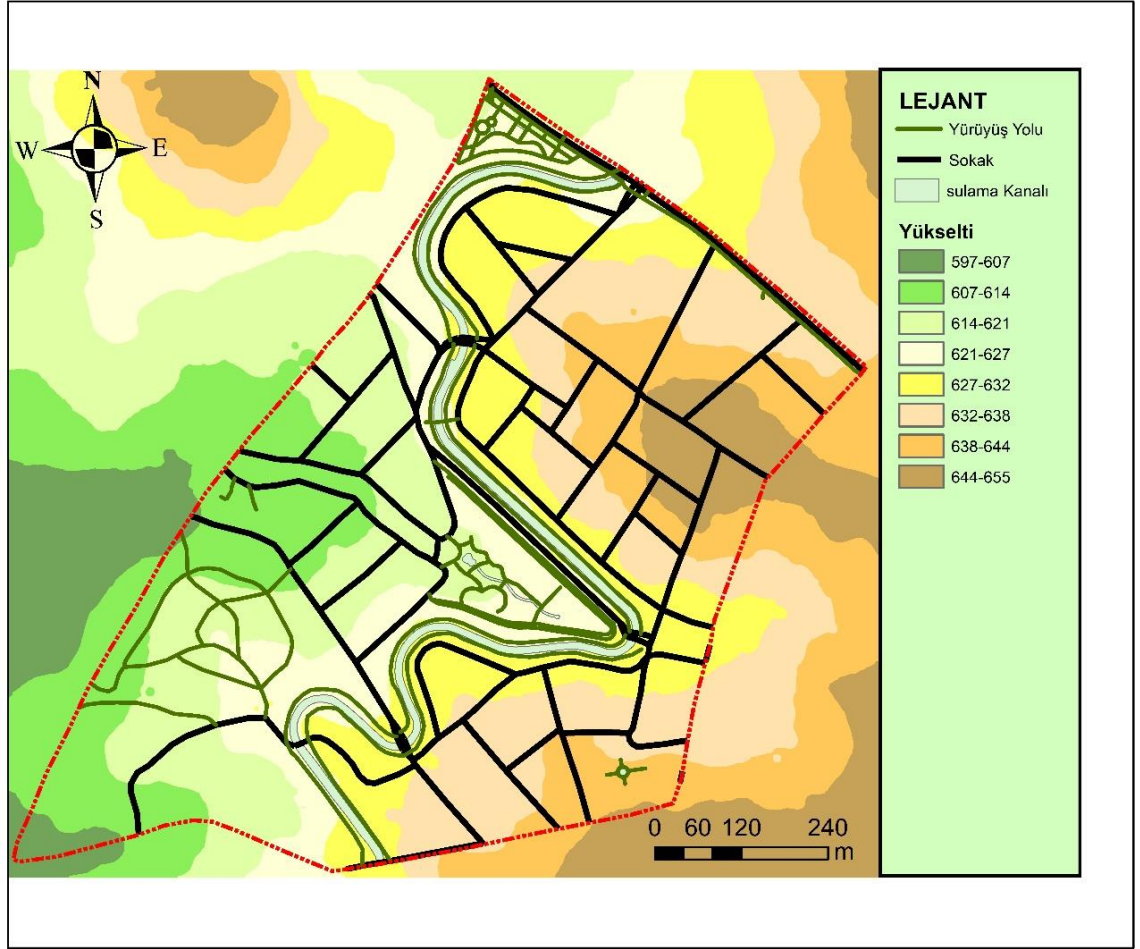
akışını sağlayan teknolojik ürünlerdir. Suyun yeraltına akışını sağlayarak yeraltı suyu kaynaklarını desteklemekte, suyu arıtmakta ve gürültüyü azaltmaktadır. Geçirgen yüzeylerin çeşitli türleri ve bunların kentsel planlama ve sürdürülebilirlik açısından faydaları bulunmaktadır. Geçirgen kaplamaların dört ana türü vardır: çim kaplama, geçirgen asfaltlar, geçirgen betonlar ve geçirgen birbirine kenetlenen beton kaplamalardır (Guan, 2021:1). Geçirgen yüzey türleri aşağıda verilmiştir;

4.3.1.1. Geçirgen Beton: Normal betona göre daha fazla boşluk içeren bir beton türüdür. Su, betonun içindeki boşluklardan geçerek zemine ulaşmaktadır. Otoparklar, kaldırımlar, yürüyüş yolları ve düşük trafik alanlarında kullanılabilir.

Çalışma alanındaki otoparklarda geçirgen betonlar kullanılabilir. Toplam otopark alanı 5.099 m²'dir. Batman'da ortalama yağış miktarı 456,4 mm'dir. Bu alanlarda düşen toplam yağış miktarı yaklaşık 2.327 m³ olmaktadır. Bu suyun yeraltına sızdırılması akifer ortamı destekleyecektir.

4.3.1.2. Geçirgen Asfalt: Su geçirme özelliği olan bir asfalt türüdür. Özel bir karışım sayesinde suyun yüzeyden geçip alt tabakalara ulaşmasını sağlar. Araç yolları, bisiklet yolları, otoparklar ve spor alanlarında kullanılabilir. Batman ve diğer şehrsel yüzeylerdeki en önemli sorunlardan biri geçirimsiz yol alanlarıdır. Özellikle kanalizasyon sisteminin çok iyi olmadığı şehirlerde ya da kanalizasyon sistemi iyi olsa dahi ani sağanak yağışlarda yollara düşen yağış sızdırılmadığı için hızlı bir şekilde yüzeysel akışa geçmektedir. Bu da sel ve taşkın riskini artıran en önemli nedenlerden biridir. Sahadaki karayollarında geçirgen asfalt yüzeyleri kullanılabilir. Böylece suyun önemli bir kısmı akışa geçmeden yer altına sızdırılmış olacaktır. Çalışma alanındaki yol uzunluğu 10.487 metredir. Yolların genişliği 7 metredir. Toplam asfalt yüzeyi 73.409 m²'dir. . Bu alana yaklaşık olarak 33.503 m³ yağış düşmektedir (Şekil 4.14). Bu da göstermektedir ki her ne kadar bu suyun bir kısmı buharlaşma yoluyla kaybedilecek olsa da yolların geçirimsiz olması sel ve taşkın afetlerinde kritik rol oynamaktadır. Ayrıca suyun yeraltına sızdırılması veya arıtılıp depolanması durumunda su sıkıntısı çekilen dönemde önemli bir kaynak olacaktır.

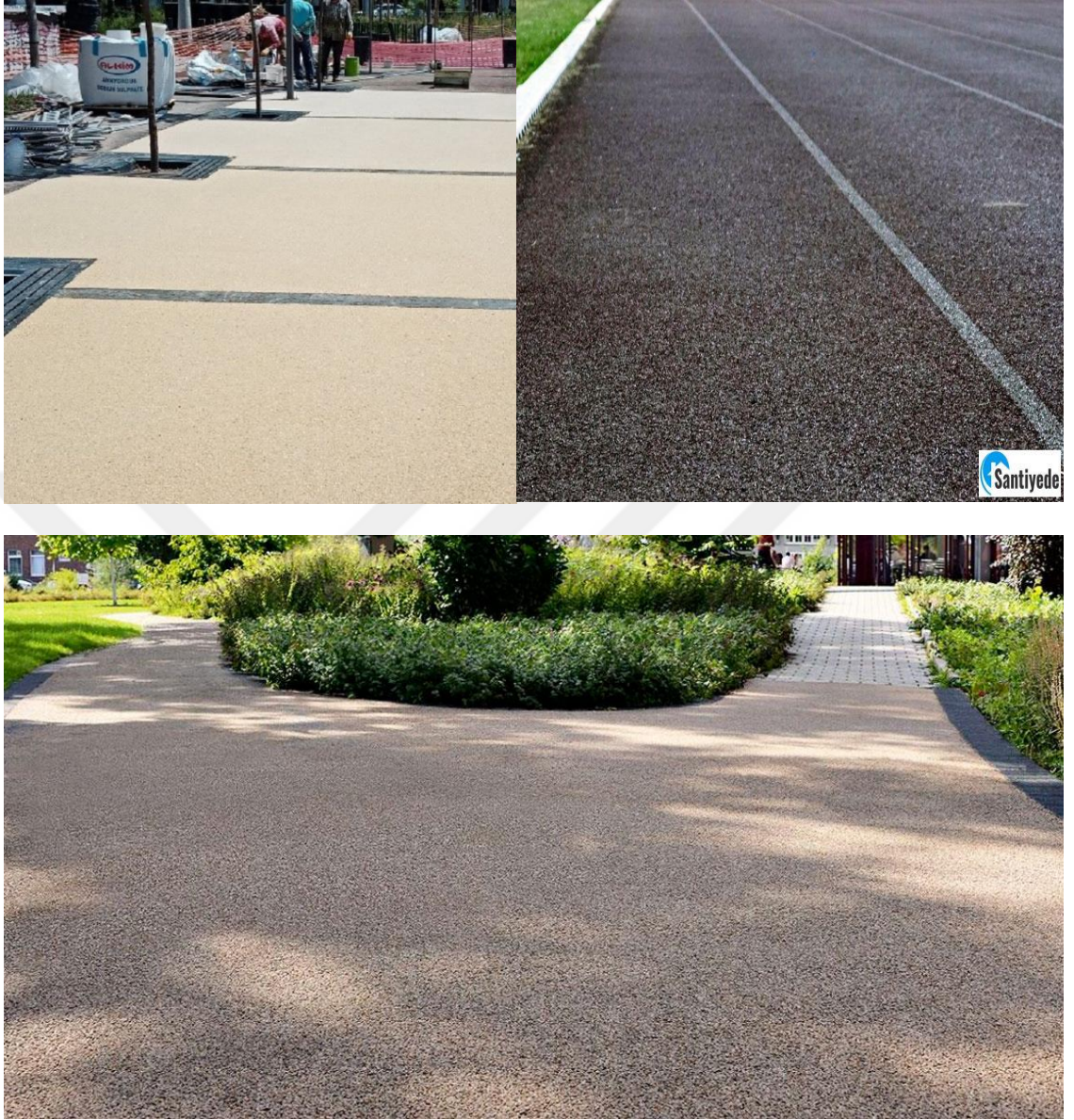
Şekil 4. 14: Çalışma Sahasındaki Asfalt Yüzeyler



4.3.1.3. Geçirgen Kaldırım Taşları: Aralarındaki boşluklardan suyun geçmesine izin veren taş veya tuğla döşemelerdir. Taşların aralarındaki boşluklar, suyun zemine sızmasını sağlar. Bahçe yolları, otoparklar, meydanlar ve yaya yolları gibi alanlarda kullanılabilir. Çalışma alanındaki yürüyüş yollarının değerlendirilmesinde geçirgen kaldırımlar kullanılabilir.

4.3.1.4. Çim Taşları: İçinde bitki örtüsü yetişebilen boşluklara sahip beton veya plastik plakalardır. Hem suyun sızmasına hem de yeşil alanların korunmasına yardımcı olur. Otoparklar, acil durum araç yolları ve hafif araç trafiği olan alanlarda kullanılabilir (Şekil 4.15).

Şekil 4. 15: (a-b-c) Geçirgen Yüzey Uygulamaları



Kaynak: Url: 4-6

Yapılan bazı çalışmalarda gözeneklerdeki tıkanma dikkate alınmadığında geçirgen betonların geçirgen asfalt ve birbirine kenetlenen beton kaplamalardan daha iyi sızdırdığı tespit edilmiştir (Hu ve diğerleri, 2018:1). Ancak geçirgen betonlarda küçük gözenekler kolayca kapanabildiği için ilerleyen süreçte sızdırma oranı hızla azalmaktadır. Geçirgen kaplamaların sünger şehre katkıları düşünüldüğünde pozitif yönde belirgin katkılar sağladığı görülmektedir. Çin'in Taijin Üniversitesi'nde gözenekli geçirgen kaldırımların kullanılması sonucu yüzeysel akışın %35 oranında azaldığı gözlemlenmiştir (Huang vd., 2014:1743). Bu tür yüzeyler, suyun yüzeyde birikmesini engelleyerek sel

riskini azaltır, yeraltı su kaynaklarını besler ve suyun doğal filtreleme süreçlerinden geçmesini sağlar. Ancak geçirgen kaplamalar inşa edilirken yerel koşulların, geçirgen kaplamalardaki tıkanma sorununun ve geçirgen kaplamaların ömrü dikkate alınmalıdır. Kirliliğin fazla olduğu ve geçirimsiz toprak yüzeylerinin bulunduğu alanlarda bu teknikte bazı güçlükler yaşanabilmektedir (Yu vd., 2017:8).

4.3.2. Yeşil çatılar

Yeşil çatılar, çatıların bitki örtüsüyle kaplanmasını benimseyen yaklaşımdır. Çatılar, bitki örtüsü ve toprak tabakalarıyla örtülmektedir. Bu tabakalar, yağmur suyunu tutmakta ve buharlaştırma kapasitesini artırmaktadır. Böylece suyun doğrudan yüzey akışını azaltılmış olmaktadır. Ayrıca ruhsuz çatı yüzeylerinin yaşam alanları haline gelmesini sağlamaktadır (Şekil 4.16).

Şekil 4. 16: Yeşil Çatı Örneği



Kaynak: Url:7

Sünger şehir konsepti için önemli olan yeşil çatıların birçok faydası bulunmaktadır. Akışa geçen su miktarının azaltılması sel ve taşkınların önlenmesine rol oynarken bunun yanında şehirselsel ısı adasının azaltılmasında, hava ve su kalitesinin iyileşmesinde, enerji tüketiminin azaltılmasında, bitki ve hayvanlar için yaşam alanı oluşturmada ve insanların güzel vakit geçirebileceği rekreasyon alanları meydana getirilmesinde önemli katkılar sağlamaktadır. Yeşil çatılar oluşturulmadan önce, inşa

edilecek çatının yük taşıma kapasitesi ve su yalıtımı ile drenajı incelenmelidir. Yeşil çatılar, binaya ek yük getirmektedir. Bu nedenle bina yapısının bu yükü taşıyıp taşıyamayacağı kontrol edilmelidir. Çatıda su sızdırmazlığı sağlamak için özel su yalıtım malzemeleri kullanılmalıdır. Ayrıca, suyun birikmesini önlemek için uygun drenaj sistemleri tasarlanmalıdır. Yeşil çatılar inşa edilirken beş katman oluşturulur. En altta suyu geçirmeyen membran katmanı, suyun akışının sağlayacak drenaj katmanı, suyun süzülmesi sırasında arındırılmasını sağlayacak filtre katmanı, toprak ve en üstte bitki örtüsü katmanı bulunur (Zhan vd., 2023:25).

4.3.2.1. Su Yalıtım (membran) Katmanı: Çatının su geçirmezliğini sağlayan bir katmandır. Genellikle sentetik kauçuk, PVC, polimer esaslı membranlar veya asfalt tabakaları kullanılmaktadır.

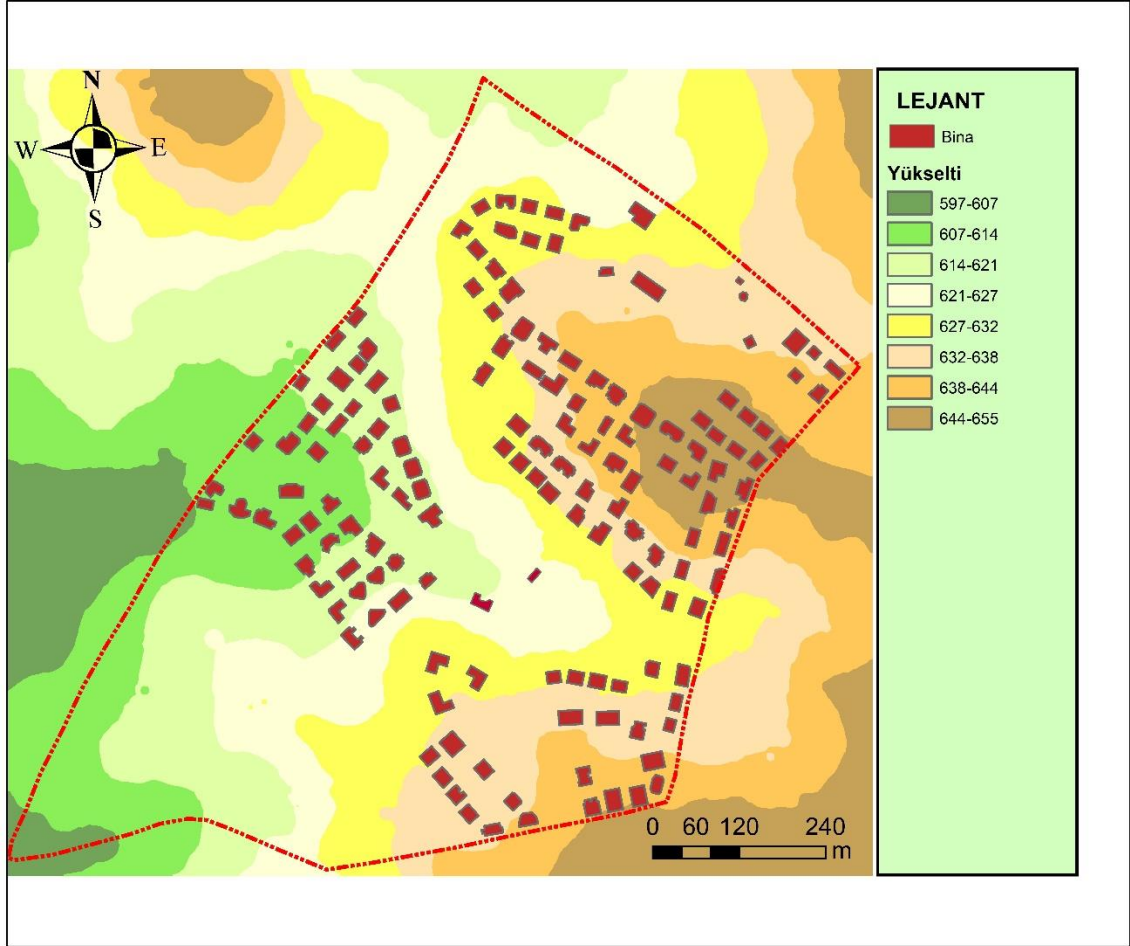
4.3.2.2. Drenaj Katmanı: Yeşil çatı sistemlerinde drenaj katmanı, fazla suyun uzaklaştırılması ve kök bölgesinde optimal su seviyesi sağlanması için kritik bir rol oynamaktadır. Drenaj katmanı, suyun etkin bir şekilde tahliye edilmesine yardımcı olurken, aynı zamanda bitkilerin ihtiyaç duyduğu suyu depolayarak sağlıklı büyümelerine katkıda bulunur. Drenaj katmanı genellikle plastik drenaj levhaları, hafif çakıl veya lav taşı gibi malzemelerden yapılır. Plastik drenaj levhaları, çeşitli şekil ve boyutlarda olabilir ve genellikle su tutma hazneleri ile donatılmıştır. Drenaj katmanı, suyun fazla kısmını hızla uzaklaştırırken, belirli bir miktar suyu da tutarak bitkilerin kurumasını önler ayrıca kök bölgesinin havalandırılmasına da yardımcı olmaktadır. Bu da köklerin oksijen almasını sağlayarak bitki sağlığını desteklemektedir.

4.3.2.3. Filtrasyon Katmanı: Drenaj katmanının üzerinde yer alan ve suyun geçişine izin verirken, toprak ve diğer ince partiküllerin drenaj katmanına sızmasını engelleyen bir tabakadır. Filtre katmanı, yeşil çatının uzun ömürlü olmasını sağlamak ve bakım gereksinimlerini azaltmak için kritik öneme sahiptir. Genellikle geotekstil malzemelerden yapılır. Geotekstil, dokunmuş veya dokunmamış sentetik liflerden üretilen geçirgen bir kumaştır.

4.3.2.4. Toprak Katmanı: Bitkilerin büyüyebileceği bir toprak tabakası yerleştirilir. Bu tabaka, bitki türüne ve çatının tasarımına bağlı olarak değişmekle birlikte inşa edilecek coğrafyanın toprağı zenginleştirilerek kullanılabilir.

4.3.2.5. Bitki Katmanı: Bitki seçimi yapılırken, çatının iklim koşullarına, güneş ışığına ve su ihtiyacına uygun bitkiler seçilir. Genellikle sukulentler, sedumlar ve diğer dayanıklı bitkiler kullanılır. Katmanlar seçilirken çalışma alanının fiziksel özellikleri ve iklim şartların göz önüne alınması gerekmektedir.

Şekil 4. 17: Yeşil Çatı Uygulanabilecek Alanlar



Çalışma sahasında bulunan binalar yeşil çatılara dönüştürülebilir. Belirlenen alanla 158 bina yapısı bulunmaktadır (Şekil 4.17). Bunların çatı yüzeylerinin kapladığı alan 66.673 m²'dir. Batman'da 1970-2024 yılları arasında meteoroloji istasyonundan elde edilen yıllık toplam ortalama yağış miktarı 456,4 mm'dir. Binaların ortalama çatı alanları ise 422 m²'dir. Basit bir hesaplama yapıldığında ortalama bir binaya düşen yağış miktarı yaklaşık 192,6 m³'dur. Bu durumda çatıların suya dayanıklı bitkilerle örtüldüğünde gri altyapıya (kanalizasyon) yüklenen yük azaltılmış olacaktır. Ayrıca hem çatılar önemli bir rekreasyon alanına dönüşmüş olacak hem de şehir ısı adasının azaltılmasına ve daha temiz bir şehir havasının oluşmasına katkı sağlanacaktır.

4.3.3. Yağmur Bahçeleri

Yağmur bahçeleri, yağmur sularını doğal yollarla emme ve filtreleme amacıyla tasarlanmış özel bitki örtüsü ve geçirgen toprak yapısına sahip alanlardır. Yağmur suyu, bu bahçelerde doğal olarak temizlenir ve toprak tarafından emilmektedir (Şekil 4.18). Yağmur bahçeleri, yağış esnasında yüzeysel akış miktarını azaltmak, yağmur suyunun pik noktasını yönetmek ve yeraltı suyunu beslemek için tasarlanmıştır (Wang vd., 2017:41).

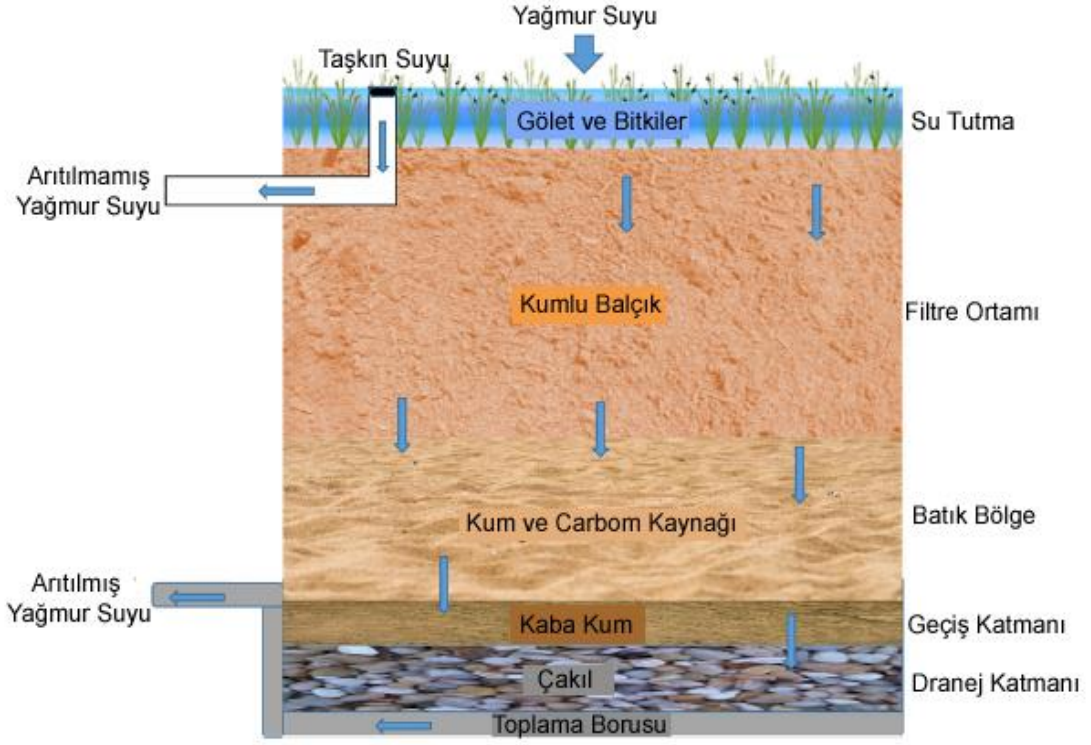
Şekil 4. 18: Qunli (Çin) Ulusal Kentsel Yağmur Bahçesi



Kaynak: Url: 8.

Bitki örtüsü hem suyun tutulmasında hem de suyun yeraltına geçişine katkı sağlamaktadır. Ayrıca toprağın üzerindeki bitkilerde fosfor, azot ve ağır metaller gibi yeraltı suyuna karışabilecek kirleticileri arındırmada etkin olmaktadır. Ancak sadece bitki örtüsü yeraltı akışı için yeterli değildir. Suyun yeraltına sızdırılmasında, yeraltı akışında ve depolanmasında jeolojik yapı önemlidir. Normal şartlarda yağmur bahçe sistemi, drenaj katmanı, geçiş katmanı, batık bölge, filtre ortamı ve tutma katmanı olmak üzere beş ana bileşenden meydana gelmektedir (Nguyen vd., 2019:154); (Şekil 4.19).

Şekil 4. 19: Yağmur Bahçe Sisteminin Bileşenleri



Kaynak: Nguyen vd., 2019:155'den değiştirilerek.

4.3.3.1. Yer Seçimi: Yağmur bahçelerinin kurulacağı alanlar düşük eğimli veya yatay bir yüzey olmalıdır. Su akışını yönlendirmek için eğim ve suyun doğal akış yolları göz önünde bulundurulmalıdır. Bunun dışında yağmur bahçesine suyun yönlendirilmesi için, yağmur olukları veya yüzey akışı için özel yollar oluşturulabilir. Bu, suyun doğrudan bahçeye ulaşmasını sağlamaktadır. Ayrıca toprak analizi yapılarak toprağın geçirgenliği incelenmelidir. Suyu sızdırabilen gözenekli ve bitkilerin sağlıklı büyümesini destekleyen topraklar uygun görülmektedir.

4.3.3.2. Boyut ve Derinlik: Yağmur bahçesinin boyutu, toplamak istenen yağmur suyu miktarına göre belirlenir. Genel olarak, yağışlardan gelen suyun %10-20'sini emebilecek büyüklükte olmalıdır. Bahçenin merkez kısmı, suyun toplandığı ve geçici olarak biriktiği yer olarak daha derin olmalıdır. Derinlik genellikle 10-30 cm arasında değişmektedir.

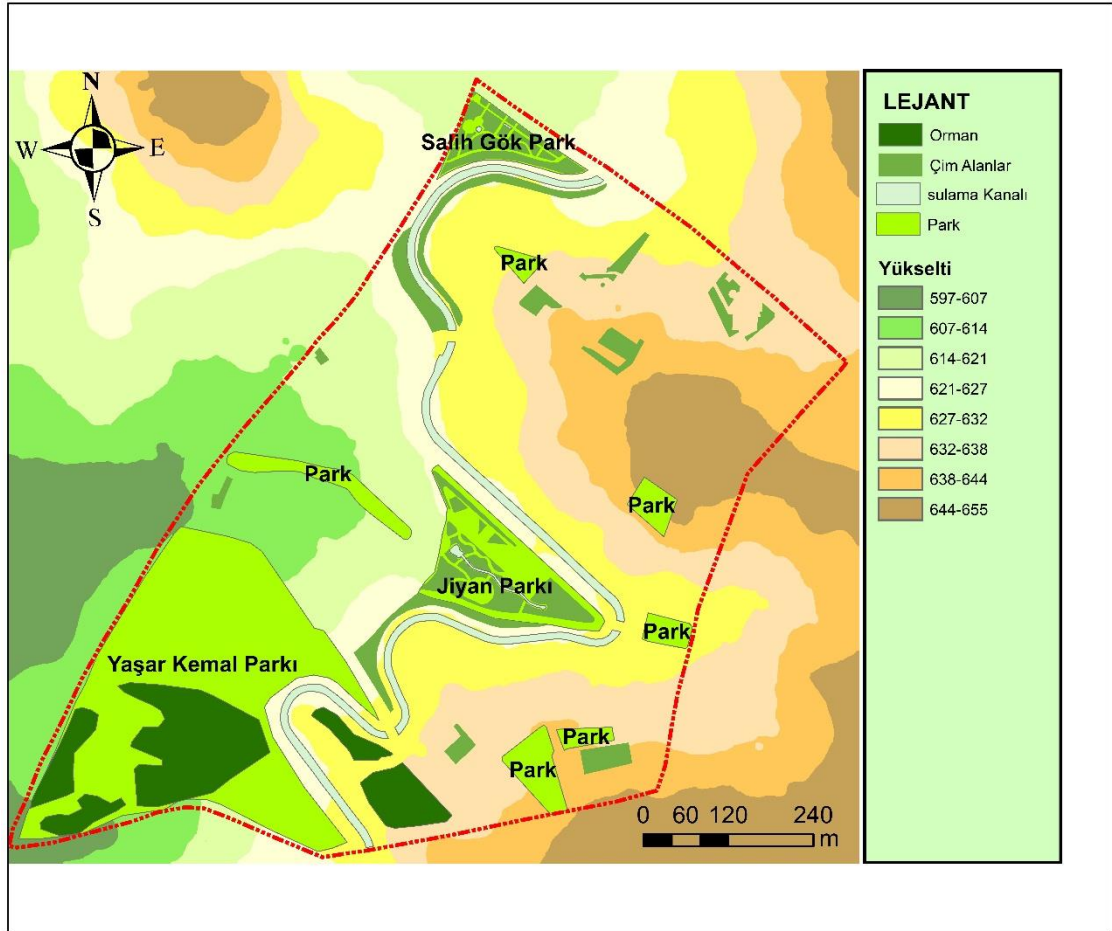
4.3.3.3. Filtre Katmanı: Bahçenin tabanına geçirgen toprak veya kum karışımı eklenir. Bu tabaka, suyun hızla sızmasını sağlamaktadır. Altta, suyun temizlenmesine

yardımcı olacak organik malzemeler (örneğin, kompost) ve agregalar (taş, çakıl) filtrasyonda kullanılabilir.

4.3.3.4. Bitkiler ve Peyzaj: Suya dayanıklı, yerel bitkiler seçilmelidir. Bu bitkiler, yağmur suyunun emilmesine ve doğal filtrasyon süreçlerine katkıda bulunmaktadır. Bitkiler ve toprak düzenlemeleri ile suyun düzgün bir şekilde dağılması sağlanmalıdır. Bahçenin kenarlarına, suyun dışarı taşmasını önleyecek şekilde bitkiler ve doğal engeller yerleştirilebilir.

4.3.3.5. Bakım ve İzleme: Yağmur bahçelerinin sağlıklı kalması için düzenli bakım yapılmalıdır. Bitkilerin sağlığını kontrol edilmeli, tıkanıklıkları varsa temizlenmeli ve toprak durumu gözlemlenmelidir. Düzenli aralıklarla bahçenin etkinliği izlenir ve suyun emilme oranı ve bitki sağlığı gibi faktörler değerlendirilmelidir.

Şekil 4. 20: Yağmur Bahçesi için Kullanılabilecek Alanlar

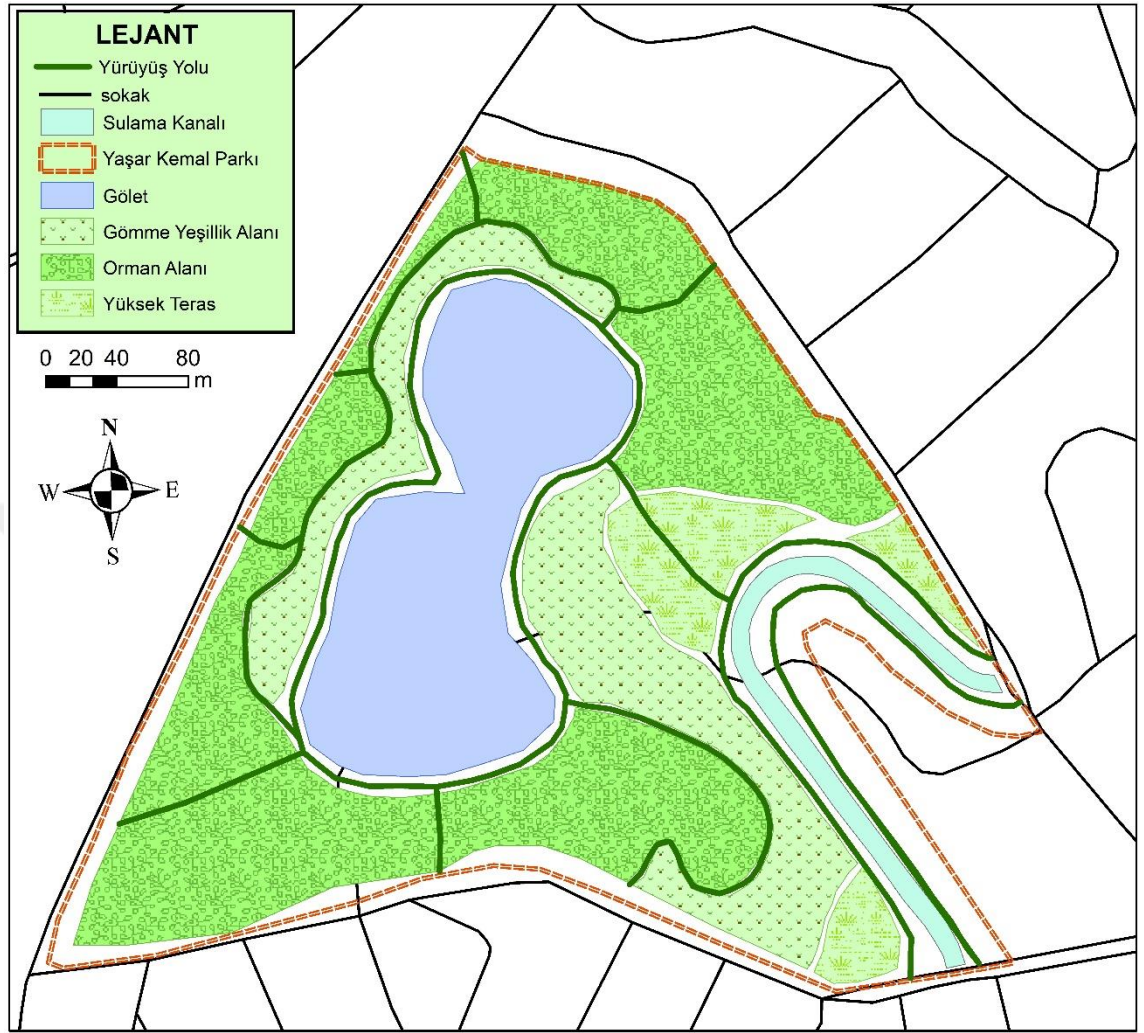


Çalışma alanında, Yaşar Kemal Parkı yağmur bahçesi oluşturmak için uygun bir lokasyon oluşturmaktadır (Şekil 4.20). Bu alanda eğimin az olduğu alanda gölet, eğimin arttığı alanlarda Gömme yeşillik alanları, alandaki yüksek alanlarda çiçekli teraslar ve bununun dışında kalan alanlarda daha önce var olan ormanların korunması ve geliştirilmesi için ayrılmıştır. Göletin bulunduğu alanda eğim % 0,014-3,48 arasındadır. Eğim değerlerinin düşük olması, suyun hareket hızını azaltmakta ve tutulmasını kolaylaştırmaktadır. Su geçirgenliğinin az olduğu topraklarda kum oranı yada geçirgen unsurların topraktaki oranı artırılarak suyun yeraltına sızdırılması kolaylaştırılabilir. Gömme yeşillik alanları için eğim değerlerinin % 6,5-16,5 arasında olduğu sahalar seçilmiştir. Suyun hareketi azaltılarak yeraltına sızdırması sağlanacaktır. Gölün çevresinde ve orman alanıyla gömme yeşillik alanı arasında yürüyüş yolları oluşturulmuştur. Böylece Yaşar Kemal Parkı, çok fazla değerlendirilmeyen bir mekandan mahalleli yerel sakinler için önemli bir rekreasyon alanına dönüşecektir (Şekil 4.21; 4.22).

Şekil 4. 21: Yağmur Bahçesi Olarak Belirlenen Yaşar Kemal Parkı



Şekil 4. 22: Yaşar Kemal Parkı'nda Yapılabilecek Yağmur Bahçesi



4.3.4. Yağmur Hasadı

Kentleşme, tarımda aşırı su kullanımı, iklim değişikliği suya olan ihtiyacı her geçen gün artırmaktadır. Eldeki suyun sürdürülebilir bir şekilde kullanımı sosyal ve ekonomik risklerin azaltılması açısından önemlidir. Yağmur suyu hasadı da bu amaca hizmet etmektedir. Yağmur hasadıyla; konutların, sanayi tesisleri ve diğer geçirimsiz yüzeylerde toplanan suyun toplanıp depolanmakta ve sulama, temizlik gibi evsel ihtiyaçların karşılanmasında kullanılmaktadır. Bu hem su ihtiyacının azaltılmasında hem de sünger şehirler düşünüldüğünde yüzeysel akışa geçen suyun azaltılması için katkı sağlamaktadır. Bu açıdan sünger şehir konseptinin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Yağmur sularını toplayıp depolayarak çeşitli amaçlarla kullanmak ve böylece şehirdeki su döngüsünü sürdürülebilir bir şekilde yönetilebilmektedir. Birtakım sistemler

kullanılarak, yağmur sularını veya atık suları toplayarak depolayan, arandıran ve tekrar kullanan altyapı çözümleri bulunmaktadır.

4.3.4.1. Yağmur Suyu Toplama Sistemleri: Çatılardan ve diğer yüzeylerden toplanan yağmur suyu, depolama tanklarında birikir ve tarım, peyzaj sulama veya diğer düşük kaliteli kullanım için uygundur. Çalışma alanındaki otopark ve geçirimsiz yüzeylerdeki sular depolanabilmektedir (Şekil 4.23).

Şekil 4. 23: Yağmur Suyu Deposu



Kaynak: Url: 9.

4.3.4.2. Yeraltı Depolama Tankları: Büyük miktarda yağmur suyunu depolamak için yer altına gömülen tanklar kullanılmaktadır. Bu tanklar, suyun gerektiğinde kullanılmasına yardımcı olmaktadır. Yağmur suyunun depolanmadan önce filtrelmesiyle suyun kalitesini artırılmakta ve depolama tanklarına temiz suyun ulaşması sağlamaktadır. Okul, kapalı spor alanları veya büyük tesislerin olduğu alanlarda yeraltı depoları oluşturularak yaz aylarındaki su sıkıntısı hafifletilebilir (Şekil 4.24).

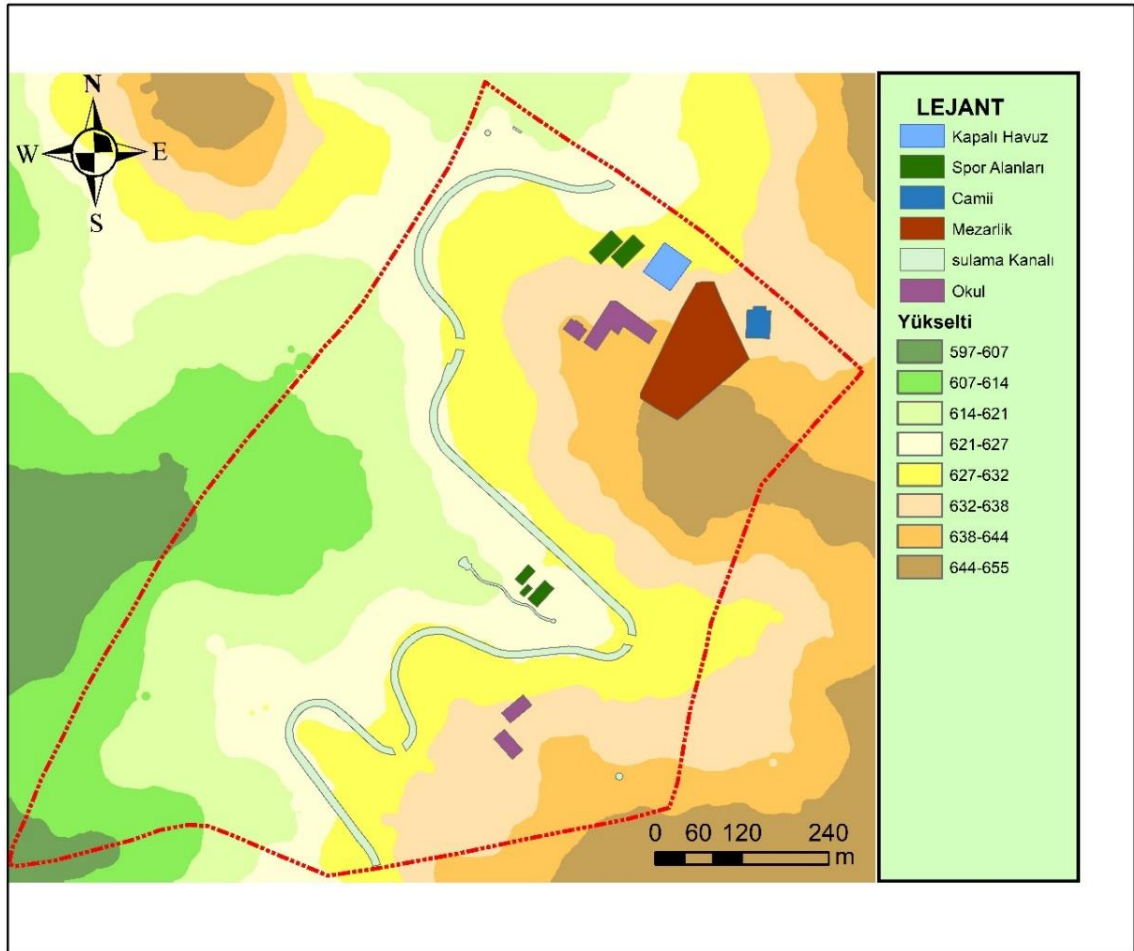
4.3.4.3. Gri Su Yeniden Kullanım Sistemleri: Evlerden ve iş yerlerinden gelen gri suyu (örneğin, lavabolardan ve duşlardan) toplar, arındırmakta ve yeniden kullanıma sunulmaktadır. Bu su genellikle sulama ve tuvaletlerde kullanılmaktadır. Batman şehrinde atık su arıtma tesisi bulunmakta ve atık su arındırma tesislerinden elde edilen su tarımsal amaçlı kullanılmaktadır.

4.3.4.4. Yapay Su Depoları, Göletler ve Sulak Alanları: Sel ve taşkınların en önemli nedeni kısa sürede büyük yağış miktarının yeryüzüne ulaşmasına sebep olan ani

sağanak yağışlardır. Yüzeğe düşen yağışın hızla kanalizasyona yönlendirilmesi altyapının yetersiz kalmasına ve daha sonra yüzeyde akışa geçmesine neden olmaktadır. Ancak su kaynağı yüzeydeki su rezervuar alanlarında tutulması yüzeysel akışı azaltacağı için sel ve taşkın riskini de azaltacaktır. Kurak dönemlerde faydalanılacak bu yüzey su alanları rekreasyon alanları olarak değerlendirilmekte böylece şehrin hayat bulduğu alanlara dönüştürülmektedir. Yaban hayatı ve bitkiler için oluşturduğu habitat ile çevreyle daha uyumlu bir peyzaj oluşturulmuş olacaktır. Bu açıdan bakıldığında inşa edilen göletler, yapay su depoları afetlerin önlenmesinde, hem insanlar hem de diğer canlılar için yaşam alanı oluşturması ve kuraklıkla mücadelede aktif rol oynamaktadır.

Jiyan Parkı'nın doğusunda bulunan uzun park alanının eğim değeri düşük olduğu için burada suyun depolaması mümkündür. 5.941 m²'lik alana sahip parkta küçük bir su tutma göleti de oluşturulabilir (Şekil 4.20).

Şekil 4. 24: Yeraltı Depolama Tankları Kurulabilecek Alanlar



4.3.4.5. Akifer Alanlarının Belirlenmesi ve Suyun Akifere Yönlendirilmesi

Suyun arındırılması, depolanması ve yeniden kullanımı sünger şehrin temel felsefesini oluşturmaktadır. Suyun depolanması için büyük su rezervuar alanlarının bulunması gerekmektedir. Su depolaması için en uygun alanlar suyu absorbe edebilecek akiferlerdir. Akifer, suyu depolayabilen ve suyun kolayca hareket etmesini sağlayan jeolojik birimlerdir. Sünger şehir çalışmalarında akiferlerin tespit edilmesi ve suyun bu akifer alanlarına yönlendirilmesi gerekmektedir. Çalışma alanının en önemli jeolojik birimini Bolgi (1961:52) tarafından adlandırılan orta-üst Miyosen yaşlı Şelmo formasyonu oluşturmaktadır. Şelmo Formasyonu, konglomera, silttaşı, kumtaşı ve kil taşı gibi karasal kırıntılardan oluşmaktadır. ince-orta-kalın boyutlu, bazı alanlarda çapraz tabakalanmalı, konglomera, kumtaşı, miltaşı, şeyl, çamurtaşı aralanmasından oluşmaktadır (MTA, M-45 Jeoloji Raporu, 2007:16). Formasyonun alt kısımlarında yer yer jips seviyeleri görülmektedir. Kırıntıların oranı her yerde aynı düzeyde değildir. Bazen konglomeralar yayginken bazen kumtaşı, şeyl yaygınlık göstermektedir. Kalınlığı 1403 m'ye ulaşan formasyon, Kıra Dağı çevresinde olduğu gibi Plio-Kuvaterner yaşlı volkanitler tarafından örtülmektedir. Çalışma alanında bulunan konglomera, kumtaşı suyu iyi sızdırabilen, akifer oluşumu için uygun yapılardır. Ancak miltaşı, şeyl ve çamurtaşı suyun yeraltına sızmasını güçleştirmektedir. Çalışma alanındaki akiferler belirlenirken ayrıntılı bir jeoloji haritasının oluşturulması önemlidir.

4.3.5. Drenaj Sistemleri

Şehirdeki mevcut doğal drenaj yolları, toprak yapısı, eğim ve iklim koşulları analiz edilmelidir. Bu veriler, sistemin tasarımı yönlendirecektir. Yağmur suyunun nasıl toplanacağı, yönlendirileceği ve emileceği belirlenmelidir. Bu, suyun en etkin şekilde yönetilmesini sağlayacaktır. Yağmur olukları ve borular vasıtasıyla çatılardan ve diğer yüzeylerden yağmur suyu toplanmaktadır. Toplanan su, daha sonra yağmur bahçelerine veya depolama alanlarına yönlendirilmektedir.

4.3.5.1. Açık Drenaj Kanalları: Su akışını yönlendiren, doğal veya yapay olarak oluşturulmuş kanallardır. Yüzey akışını kontrol edilmesini ve suyun doğal olarak toplanmasına yardımcı olmaktadır. Çalışma alanından geçen sulama kalanı açık drenaj kanalı olarak değerlendirilebilir. Ancak bu kanalın su taşıma kapasitesi dikkate alınması gerekmektedir.

4.3.5.2. Kapalı (Yeraltı) Drenaj Sistemi: Sünger şehirlerde sızdırılan suyun göletlere, yeraltı su depolarına (akiferlere) ya da gri alt yapıyla şehrsel yaşam alanından uzaklaştırılması gerekmektedir. Bunun içinde düşen yağış tutulduktan sonra yavaşça depolanmalı depolanamayan kısım yağmur suyu şebekesiyle uzaklaştırmaktadır.

4.3.6. Su Kalitesi İzleme

Sünger şehirlerde su kalitesinin izlenmesi, hem yüzey akışlarından toplanan yağmur suyunun hem de diğer su kaynaklarının temiz ve güvenli olmasını sağlamak için önemlidir. Su analizleriyle toplanan yağmur suyunun kalitesi düzenli olarak değerlendirilmektedir. Bu da suyun temizliğini ve güvenliğini sağlamaktadır. Çeşitli sensörler ve laboratuvar testleri vasıtasıyla su kalitesini izlemek mümkündür. Bu sensörler, suyun pH değeri, çözülmüş oksijen, bakteriler gibi patojenlerin varlığını, renk, bulanıklık, sıcaklık ve çeşitli kimyasal bileşenlerin konsantrasyonlarını ölçmektedir. Sensörler ve laboratuvar testleri aracılığıyla toplanan veriler bir veri tabanında saklanır. Toplanan veriler analiz edilir. Bu analiz, su kalitesindeki trendleri ve değişiklikleri belirler. Olası sorunlar veya kirleticiler tespit edilirse, müdahale stratejileri geliştirilebilir. İzleme sonuçları düzenli olarak raporlanır. Bu raporlar, topluma ve yöneticilere su kalitesinin durumu hakkında bilgi verir. Bu yöntemler ve sistemler, sünger şehirlerde su kalitesinin yüksek standartlarda tutulmasını ve ekosistem ile insan sağlığının korunmasını sağlamaktadır.

4.3.7. Toplumun Katılımı ve Eğitimi

Bu süreç, sürdürülebilir su yönetimi ve çevresel bilincin artırılması açısından kritik öneme sahiptir. Toplulukların sürece aktif olarak dâhil olmasını ve etkili sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Toplumun katılımı için broşür, yerel haber ve sosyal medya kampanyalarıyla bilgilendirilmeler yapılmalıdır. Eğitim programlarıyla, suyun nasıl yönetildiği, sürdürülebilir uygulamaların nasıl benimsenebileceği ve günlük yaşamda çevre dostu davranışların nasıl teşvik edileceği konuları işlenmelidir. Ayrıca temizlik etkinlikleri, ağaç dikme günleri ve yağmur bahçesi oluşturma gibi aktif katılım gerektiren etkinlikler düzenlenebilir. Bu tür etkinlikler, toplumu projelere dâhil etmekte ve topluluk bilincini artırmaktadır. Toplumun görüşlerini, önerilerini ve sorunlarını iletmelerine olanak sağlayacak geri bildirim mekanizmasının kurulması gerekmektedir. Böylece toplumun sahiplenme duygusu artırılmış olacaktır. Şeffaf bir iletişim bağı

kurularak süreç hakkında toplumun sürekli olarak bilgilendirilmesi sünger şehre olan güvenin ve desteğin artmasını sağlayacaktır. Böylece aktif ve bilinçli bir toplum, bu tür projelerin etkili bir şekilde uygulanmasına ve sürdürülebilirliğine katkıda bulunacaktır.



SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada yanlış bir mekân üzerine kurulan Batman şehrinin küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkilerine karşı alınması gereken önlemler tartışılmıştır. Özellikle ısınan ve genişleyen havanın aniden soğumasıyla ortaya çıkan sağanak yağışlar, sel ve taşkınlara neden olmaktadır. Bu ani soğumalar genelde mevsim geçişlerinde meydana gelmektedir. Çalışma sahası olarak belirlenen Batman şehrinin en temel problemlerinden biri sel ve taşkınlardır. 2006 ve 2023 yıllarında yaşanan sel ve taşkın olaylarında birçok insan hayatını kaybetmiş olup birçok ev ve işyeri zarar görmüş, maddi hasar meydana gelmiştir.

Çalışma alanının Jeolojik yapısı incelendiğinde daha çok Neojen ve Kuvaterner yaşlı arazilerin hâkim olduğu görülmektedir. Batman şehrini de içine alan geniş bir alanda Şelmo Formasyonu bulunmaktadır. Bu formasyon Üst Miosen-Pliosen yaşlıdır. Güneyde Raman Dağı'nda kireçtaşı ağırlıklı Midyat formasyonu Eosen-Oligosen yaşlıdır. Midyat Formasyonu'nu ise jips, şeyl ve dolomitten oluşan Germik Formasyonu'nu sarmaktadır.

Toprak özellikleri incelendiğinde Batman şehrini kurulduğu Tilmis Ovası'nda kırmızımsı kahverengi topraklar bulunmaktadır. Bu toprakların çevresinde kahverengi topraklar, Batman Çayı etrafında ise alüvyal topraklar görülmektedir. Kırda Dağı üzerinde az bir yüzey kaplayan bazaltik topraklar bulunmaktadır.

Batman şehrinin kurulduğu alan Dicle Havzası'nın doğusuna karşılık gelmektedir. Bu alan alçak ve engebesiz bir topoğrafyadır. Batman şehrinin bulunduğu Tilmis Ovası kuzeyde ve güneyden çok yüksek olmayan dağlık yüzeylerle çevrilidir. Kuzeydoğuda Kırda Dağı güneyde ise Raman Dağı bulunmaktadır. Doğuda ise geniş bir taşkın alanına sahip Batman Çayı vadisi bulunmaktadır.

Bitki örtüsü özellikleri düşünüldüğünde İran-Turan Flora Bölgesi'nde yer alan çalışma alanındaki hâkim bitki örtüsü bozkırdır. Raman Dağı'nda parçalı şekilde meşe ormanlarına rastlanmaktadır. Ayrıca çalışma alanındaki bitki örtüsü tahrip edildiği alanlarda antropojen bozkır alanları mevcuttur.

Çalışma alanının arazi kabiliyet sınıfları incelendiğinde Tilmis (Batman) Ovası'nın genellikle I. ve II. sınıf arazilerle kaplı olduğu görülmektedir. Bu alanların yerleşmeye açılması büyük bir arazi kıyımı olduğunu söylemek mümkündür. Raman

Dağı genellikle VI. ve VII. sınıf arazilerden oluşmaktadır. Yerleşmelerin buraya kaydırılması hem sel ve taşkın riskinin azalmasını hem de verimli arazilerin tarıma ayrılmasını sağlayacaktır.

Batman, iklim özellikleri açısından değerlendirildiğinde karasal iklim özelliklerine sahip olduğu görülmektedir. Uzun yıllar sıcaklık ortalaması 16,4 °C'dir. Temmuz ayında ortalama sıcaklıklar 30,8 °C'ye çıkarken ocak ayında 2,7 °C ortalama sıcaklık görülmektedir. Sıcaklık trendi incelendiğinde sıcaklık ortalamasının artma eğiliminde olduğu görülmektedir. Kentsel ısı adasının da etkisiyle en yüksek sıcaklıklar Batman depresyonunda görülürken sıcaklık dağlık alanlara doğru azalmaktadır.

Yağış özelliklerine bakıldığında 1970-2024 yılları arasındaki yıllık ortalama 456,4 mm yağış almaktadır. En fazla yağışı ilkbahar ve kış aylarında birbirine yakın oranlarda almaktadır. En az yağış ise yaz aylarında düşmektedir.

Çalışma sahasının en önemli akarsuyunu Muş Dağları'ndan kaynağını alan Batman Çayı oluşturmaktadır. Konsekant bir akarsu olan Batman Çayı, tektonik hareketler sonucu yükselen dağlara antedant olarak gömülmüştür. Batman Çayı'nın ortalama akımı 111,14 m³/sn'dir. En fazla akım 1993 yılında 1.728 m³/sn olarak ölçülmüştür. Sel ve taşkın tahminleri yapılırken sadece ortalama akıma bakmanın yanıltıcı olabilmektedir. En yüksek akım değerleri dikkate alınarak çalışmaların yapılması daha sağlıklı sonuçlar verecektir. Batman çayına bağlanan küçük bir dere olan İluh Deresi Batman şehir merkezinden geçmektedir. Pramidal yapısı suyun hızlı bir şekilde akarsuya kavuşmasına neden olmaktadır. Bundan dolayı sel ve taşkın oluşturma ihtimali yüksektir. Batman şehrindeki son iki önemli taşkın bu derenin çevresinde gerçekleşmiştir.

Sünger şehir konsepti sel ve taşkınlara karşı etkili çözüm önerileri sunmakla birlikte içinde pek çok zorluğu barındırmaktadır. Teknik birikimden planlamaya, projelendirmeden simülasyon modellemeye, araç-gereçlerin temininden bunların bakım-onarımına kadar birçok alanda uzmanlık ve beceriye sahip bireylerin bulunması gerekmektedir. Bunun başında teknik sorunlar gelmektedir. Gelişmiş ülkeler teknolojik bakımdan ileride oldukları için sünger şehir için gerekli malzeme ve ekipmanların üretiminde güçlük yaşanmaktadır. Ancak Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler henüz yolun başında olduğu için sünger şehir konseptine uygun araç gereçlerin üretilmesi

önemli bir sorun olarak karşımızda durmaktadır. Geçirgen yüzeyler için üretilecek geçirgen kaldırım ve betonlar farklı bir teknoloji gereksinimi yaratmaktadır. Sünger şehir çalışmalarında önce yapılacak çalışmaların simüle edilmesi gerekmektedir. Böylece aksayan eksik kısımlar fark edilip sürece bu şekilde başlanmalıdır.

Bu konsept; havzanın yapısı, iklim özellikleri, jeoloji, jeomorfoloji, hidroloji, yeraltı suyu durumu, toprak yapısı, bitki örtüsü, arazi kullanımı, şehrin gelişimi gibi pek çok faktör dikkate alınarak çalışmaların yürütülmesi gerekmektedir.

Sünger şehir konsepti başka bir şehirden alıntılanamaz. Her çalışma alanının kendine özgü morfolojisi, yerleşme dokusu, jeolojik ve coğrafi şartları bulunmaktadır. Bu yüzden sünger şehir uygulamaları hakkında araştırmaların artırılması gerekmektedir.

Ülkemizde sünger şehirle ilgili çalışmalar kısıtlıdır. Sünger şehir planlamasının nasıl yapılacağı, teknik olarak neye dikkat edilmesi gerektiği, projelendirme süreciyle ilgili ayrıntılı çalışmalar bulunmamaktadır. Gelişmiş ülkelerin gerçekleştirdiği çalışmalar incelenip ülkemize uyarlanabilir. Ancak her ülke ve bölgenin sosyal, ekonomik ve çevresel şartları farklı olduğu için bu çalışmalar sadece fikir verebilmektedir. Gerçekleştirilen bu çalışmayla bu konuda literatüre destek sağlanmıştır.

Ülkemizde sünger şehirlerle ilgili bir yönetmelik bulunmamaktadır. Sünger şehir konsepti ülke, belediye ve yerel halkın katılımını gerektiren geniş bir paydaş çalışmasının ürünüdür. Bu açıdan yönetmelik ve kanunların çalışmaların nasıl gerçekleştirileceği konusunda öncülük etmesi gerektirmektedir. Yönetmelikler hem ülke genelini kapsayacak şekilde hem de her bir yerel yönetimin özel şartları çerçevesinde ele alınmalıdır.

Sünger şehir konsepti bir şehrin dönüşümünü hedef aldığı için altyapı ve üst yapıda birçok düzenlemeyi barındırmaktadır. Bunların da ekonomik karşılığı bulunmaktadır. Bundan dolayı sünger şehir konsepti şehri dev bir şantiye alanına dönüştüren hızlı bir dönüşüm süreci olmayıp süreç içerisinde konseptte uygun çalışmaların şehre entegre edilmesi gerekmektedir.

Her ne kadar sünger şehir projesi yerel halkın ilgisine çekecek olsa da yerel halka maddi bir külfet yüklenmesi durumunda tepki alabilmektedir. Hükümetin ya da yerel yönetimin tüm mali giderlerin altına girmesi de güçtür. Binalar için yeşil çatı sistemleri, su depolama alanları bina yapımında yerel halka ekstra maliyetler doğuracaktır. Bu

durum da yerel halkın tepkisine neden olabilmektedir. Maliyetlerin düşürülmesi için devlet tarafından yerel halka destek sağlanması, sünger şehir için gerekli malzemelerde vergi oranının düşürülmesi olumlu tepki gösterilmesini sağlayacaktır.

Akıllı bir karar alma mekanizmasının uygulanması ve merkezi hükümetin birlikte çalışabileceği çeşitli kurumlar arasında yakın işbirliği ihtiyacının dikkate alınmasının esas olduğu vurgulanmaktadır. Sosyo-ekonomik kalkınma ile çevrenin korunması arasında iyi bir denge sağlayan, uygun büyüklükte ve uyumlu bir sünger şehrin ideal olacağı üzerinde durulmaktadır.

Geçirgen yüzeyler sünger şehir inşaatının önemli bir parçasıdır. Geçirgen asfalt betonu, geçirgen çimento betonu, geçirgen tuğla ve yeni kaplama malzemeleri dâhil olmak üzere yaygın olarak kullanılan geçirimli kaplama malzemeleri tanıtılmıştır. Geçirgen kaplamaların üretiminin artırılması., maliyetinin düşürülmesi için bu alanda üretim gerçekleştiren firmalara gerekli devlet desteğinin sağlanması önemlidir.

Sel ve taşkınların meydana gelmesinde rol oynayan bir diğer faktör ise kanalizasyon, sulama kanalları ve şehir merkezinden geçen akarsu yataklarındaki tortullanma ve atıkların birikmesidir. Kanalizasyon ve sulama kanallarının belli aralıklarla temizlenmesi sel ve taşkın riskini azaltacaktır.

KAYNAKÇA

Acar, D. (2005). *Bursa’da şehirleşmenin yağış ve sıcaklık üzerine etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi), Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Akyol, İ. (1949). Türkiye’de akarsu rejimleri I. *Türk Coğrafya Dergisi* (11-12), 1-34. <https://doi.org/10.17211/tcd.86400>.

Aksoy, O., Erken, K. ve Sökmen, E. D. (2024). Application of Sponge City strategies in flood susceptible areas; Hatay, Antakya example. *Natural Hazards*, 1-21.

Alexander, S., ve Mercer, D. (2007). Internal migration in Victoria, Australia Testing the ‘Sponge City’ model. *Urban Policy and Research*, 25(2), 229-255.

Ardel, A. (1961). Güneydoğu Anadolu’da coğrafi müşahadeler. *Türk Coğrafya Dergisi*, 21, 140-148.

Argent, N., Rolley, F. ve Walmsley, J. (2008). The sponge city hypothesis: Does it hold water?. *Australian Geographer*, 39(2), 109-130.

Asu Mühendislik. (2023). Mardin-Savur İlçesi, Kırkdirek Mahallesi, 124 Nolu Ada, 4 Nolu Parselde İmar Planına Esas, Jeolojik Ve Jeoteknik Etüt Raporu.2023. 1-127. Erişim Adresi: https://webdosya.csb.gov.tr/db/mardin/duyurular/kirkdirek-rapor_20230817104347.pdf.

Atalay, İ. (2011). *Türkiye’nin İklim Atlası*. İstanbul, İnkılap Yayınları.

Bezer, G. Ö. (2000). Selçuklular zamanında Anadolu’da ve civar bölgelerde kıtlık. *Türk Kültürü İncelemeleri Dergisi*, 3, 7-22.

Bolgi, T. (1961) V. petrol bölgesi seksiyon ölçümleri, AR/TPO/261 Nolu Saha ile Reşan-Dodan arası batısındaki sahanın strüktüel etüdları: TPAO Arama Grubu, Rapor No:162. 52.s

Bostancı, S. (2022). Sünger kentlerde suyun geri dönüşümü politikaları. *Journal of Recycling Economy and Sustainability Policy*, 1(1), 10-17.

Broecker, W.S. ve Denton, G.H. (1989). “The Role of Ocean-Atmospheric Reorganizations in Glacial Cycles”, *Geochemica et Cosmochimica Acta*, 53: 2465-2501.

Çiner, A., ve Sarıkaya, M. A. (2013). Buzullar ve iklim değişikliği: Geçmiş, günümüz ve gelecek. Türkiye'de iklim değişikliği ve sürdürülebilir enerji, *ENİVA-Enerji ve İklim Değişikliği Vakfı*, İstanbul, 20-58.

Chan, F. K. S., Griffiths, J. A., Higgitt, D., Xu, S., Zhu, F., Tang, Y. T., Thorne, C. R. (2018). “Sponge City” in China a breakthrough of planning and flood risk management in the urban context. *Land Use Policy*, 76, 772-778.

Clark, W. C. ve Jäger, J. (1997). Climate change 1995: The science of climate change. environment: *Science and Policy for Sustainable Development*, 39(9), 23-28.

Çiçek, İ. (2004). Ankara’da şehirleşmenin yağış üzerine etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). *Journal Of Social Science*, Cilt: 14, Sayı: 1, Sayfa: 1-17, Elazığ.

Dinç, M., E. ve Sabancı, S. (2024). 20 kasım 2023 Batman selinin meteorolojik analizi ve iklim değişikliğinin yağış şartları üzerindeki etkileri. *Conference on Climate Change, Sustainability and International Cooperation*, chromeextension://efaidnbmninnibpcapcglclefindmkaj/https://sempozyum.duzce.edu.tr/Content/Files/1f3fad8dc727-42dc-8305-8f122143227b.pdf.

Ding, M. Q., Lu, M. Y., Cui, C. H., Ding, J., Pang, J. W., Ren, N. Q. ve Yang, S. S. (2023). ESSCC: A New Multi-Scale And Extensively Applicable Evaluation System For The Construction Of Sponge Cities. *Sustainable Horizons*, 8, 100069.

Dow, C. L. ve DeWalle, D. R. (2000). Trends İn Evaporation And Bowen Ratio On Urbanizing Watersheds İn Eastern United States. *Water Resources Research*, 36(7), 1835-1843.

Dönmez, Y. (1990). *Umumi klimatoloji ve iklim çalışmaları*, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayını.

Dönmez, Y. ve Aydınözü, D. (2012). Bitki özellikleri açısından Türkiye. *Coğrafya Dergisi*, 1(24), 1-17.

Driscoll, F. G. (2010). Groundwater And Wells. St. Paul.(Çev. A.F. ÖZTAN)
DSİ yayınları (Orijinal yayın tarihi, 1986)

DSİ. (2013). DSİ Faaliyet Raporu/2013 392 sa, DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara.
Erişim:[<http://www.dsi.gov.tr/docs/stratejik-plan/dsi-2013-faaliyetraporu.pdf?sfvrsn=2#page=74>].

DW. (2016). Sponge city: Berlin plans for a hotter climate.
<https://www.dw.com/en/sponge-city-berlin-plans-for-a-hotter-climate/a-19420517>
(20.02.2021).

Efe, H., ve Önen, F. (2015). Batman Çayı'nın taşkın analizinin HEC-RAS programıyla yapılması. Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, *Mühendislik Dergisi*, 6(2), 83-92.

Ekici, B. (2019). *Karşılaştırmalı büyükşehir yönetimi*. İstanbul:Marmara Belediyeler Birliği Kültür Yayınları.

Esbah, H. (2022). Sünger şehirler. *Çevre, iklim ve sürdürülebilirlik*, 23(2), 99–108.

Esbah, H. (2021), *Suya suyarlı şehirler*. İstanbul:Türkiye Su Enstitüsü Yayınları, ISBN: 978-605-7599-59-9.

Guan, X., Wang, J. ve Xiao, F. (2021). Sponge city strategy and application of pavement materials in sponge city. *Journal of Cleaner Production*, 303, 1-16.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127022>.

Guinn, J. M. (1890). Exceptional years: A history of california floods and drought. *Historical Society of Southern California*, Los Angeles (1890), 1(5), 33-39.
<https://doi.org/10.2307/41167825>.

Gümüş Kıral, N. (2019). *Batman İli Şehir Merkezinin Toprak Jeokimyası* (Yayımlanmamış yüksek lisansa tezi). Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Batman.

Gürsoy, O. ve Sadioğlu, U. (2021). 21. yüzyılda kente ilişkin olarak ortaya çıkan yeni kavramlar. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 77(1), 45-68.

Gürgen, G. (2001). *Güneydoğu Anadolu Bölgesinin iklimi*. Diyarbakır:Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Yayınları.

Hollis, G. E. (1975). The effect of urbanization on floods of different recurrence interval. *Water resources research*, 11(3), 431-435. <https://doi.org/10.1029/WR011i003p00431>.

Horton, R. E. (1945). Erosional Development of Streams and Their Drainage Basins; Hydro Physical Approach to Quantitative Morphology, *Geological Society of America Bulletin*, 56 (3), 275–370.

Hoşgören, M. Y. (2013). Hidrografyanın ana çizgileri: Yeraltı suları, Kaynaklar, Akarsular. İstanbul: Çantay Kitapevi.

Hu, M., Zhang, X., Siu, Y., Li, Y., Tanaka, K., Yang, H. ve Xu, Y., (2018). Flood mitigation by permeable pavements in chinese sponge city construction. *Water*, 10(2), 172(1-12). <https://doi.org/10.3390/w10020172>.

Huang, J.J., Li, Y., Niu, S. ve Zhou, S.H. (2014). Assessing the performances of lowimpact development alternatives by long-termsimulation for a semi-arid area in Tianjin, Northern China. *Water Sci. Technol.* 70 (11), 1740–1745. <https://doi.org/10.2166/wst.2014.228>.

IPCC, (1996). Climate change 1995 - The science of climate change contribution of working group 1 to the second assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Editors J.J. Houghton, L.G. Meiro Filho, IS. A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg and K. Maskell. *Cambridge and New York, NY: Cambridge University Press*.

IPCC, (2021). “Climate Change 2021: The physical science basis.” in contribution of working group 1 to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change, edited by V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K.

Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou. *Cambridge and New York, NY*: Cambridge University Press.

IPCC, (2022). Climate Change 2022: Mitigation of climate change. Contribution of working group III to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926.002.

Jia, H., Wang, Z., Zhen, X., Clar, M., ve Yu, S. L. (2017). China's sponge city construction: A discussion on technical approaches. *frontiers of environmental. Science & Engineering*, 11, 1-11.

Kadioğlu, M. (1997), Şehirleşmenin Marmara Bölgesindeki yağışlara etkisi. *Su ve Çevre Sempozyumu*, İstanbul, 97, 2-5.

Karakuyu, M. (2002). Şehirleşmenin küresel iklim sapmaları ve taşkınlar üzerindeki etkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, Sayı: 6: 97-108.

Keeling, C. D. ve Whorf, T. P. (2004). Atmospheric CO₂ Concentrations-Mauna Loa Observatory, Hawaii, 1958-2003.(No title)

Kıcık, N. (2023). Küresel iklim değişikliğinde tarım ve bir çözüm önerisi olarak modern tarım uygulamaları (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Hitit Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çorum.

Lashford, C., Matteo R., Yanpeng C., Jingming H., Soroush A., Coupe S., Charlesworth, S. ve Tait, S. (2019), "SuDS & sponge cities: A comparative analysis of the implementation of pluvial flood management in the UK and China". *Sustainability*, 11: 1-14. <https://doi.org/10.3390/su11010213>.

Li, Z., Xu, S., ve Yao, L. (2018). A systematic literature mining of sponge city: trends, foci and challenges standing ahead. *Sustainability*, 10(4), 10: 1-2. <https://doi.org/10.3390/su10041182>.

Hui, L., Liuqian Ding, Ren, M., Li, C. ve Wang, H. (2017). Sponge city construction in china: A survey of the challenges and opportunities. *Water*, 9: 1-17. <https://doi.org/10.3390/w9090594>.

Liu, C. M., Chen, J. W., Hsieh, Y. S., Liou, M., ve Chen, T. H. (2015). Build Sponge Eco-Cities To Adapt Hydroclimatic Hazards. Handbook Of Climate Change Adaptation. *Springer*, 1, 1-12. DOI 10.1007/978-3-642-40455-9_69-1.

Luo, P., Sun, Y., Wang, S., Wang, S., Lyu, J., Zhou, M., ... ve Nover, D. (2020). Historical assessment and future sustainability challenges of egyptian water resources management. *Journal of Cleaner Production*, 263, 121154, 2-11. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121154>.

Ma, Y., & Jiang, Y. (2023). Ecosystem-based adaptation to address urbanization and climate change challenges: the case of china's sponge city initiative. *Climate Policy*, 23(2), 268-284. <https://doi.org/10.1080/14693062.2022.2131503>.

Maden Teknik Arama Genel Müdürlüğü. (2008) Mardin-M45 Jeoloji Raporu. NO.70, Ankara

Maden Teknik Arama Genel Müdürlüğü. (2008) Mardin-M46 Jeoloji Raporu. No.69, Ankara

Maden Teknik Arama Genel Müdürlüğü. (2008) Mardin-M47 Jeoloji Raporu. No.66, Ankara.

Milly, P. C. D., Wetherald, R. T., Dunne, K. A., ve Delworth, T. L. (2002). Increasing risk of great floods in a changing climate. *Nature*, 415(6871), 514-517.

Nguyen, T. T., Ngo, H. H., Guo, W., Wang, X. C., Ren, N., Li, G., ... ve Liang, H. (2019). Implementation of a specific urban water management-sponge city. *Science of the Total Environment*, 652, 147-162. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.168>.

Oppenheimer, C. (2003). Climatic, environmental and human consequences of the largest known historic eruption: Tambora Volcano (Indonesia) 1815. *Progress in physical geography*, 27(2), 230-259. <https://doi.org/10.1191/0309133303pp379ra>.

Peker, H. (1956). Tokat ve Amasya çevresinde su ve orman münasebetleri ve bunlara göre alınması lazım gelen tedbirler. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 6(1), 80-93.

Polat, S., ve Caran, Ş. (2019). *Kıra Dağı (Batman ili) çevresinin jeolojisi, volkanik kayaçların petroğrafisi ve petrolojisi*. (Yüksek Lisans Tezi) Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.

Sabancı, S. (2016). *Karpuz Çayı havzasının hidrografik analizi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Sabancı, S. (2019). İklim değişikliğinin kısa tarihçesi, Türkiye ve Antalya havzasının iklim değişikliğine adaptasyonu. Yılmaz, M. ve Çınarcı, M., N.(ed.) *Dil, Tarih ve Coğrafya Alanında Güncel Çalışmalar*, 2019, (246-270).

Salata, S. ve Arslan, B. (2022). Designing with ecosystem modelling: The sponge district application in Izmir, Turkey. *Sustainability*, 14, 1-26. <https://doi.org/10.3390/su14063420>.

Shreve, R. L. (1967). Infinite topologically random channel networks. *The Journal of Geology*, 75(2), 178-186.

Sönmez, M. E., ve Kesici, Ö. (2013). İklim değişikliği ve plansız şehirleşmenin Kilis şehrinde yol açtığı sel felaketleri. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 17(28), 57-77.

Sözer, A. N. (1969). Beşeri ve iktisadi coğrafya açısından bir bölge araştırması “Diyarbakır Havzası”, *Diyarbakır’ı Tanıtma ve Turizm Derneği Yayınları* No: 19, İş Matbaacılık ve Ticaret.

Sunkar, M., ve Tonbul, S. (2013). İluh Deresi (Batman) Havzası'nın jeomorfolojisi. *Coğrafya Dergisi*, 1(24), 38-60.

Şen, Z. (2022). İklim değişikliği ve Türkiye. *Çevre Şehir ve İklim Dergisi*, 1(1), 1-19.

Tanju, Ö. (1996). *Toprak Genesisi ve Sınıflandırma*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.

Tuğaç, Ç. (2021). Kentsel sürdürülebilirlik, dirençlilik ve iklim değişikliğiyle mücadele bağlamında yerel yönetimler üzerine bir değerlendirme. *Çağdaş Yerel Yönetimler*, 30(2), 21-69.

Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Çetiner, G. (2000). 'Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri', çevre bakanlığı, birleşmiş milletler iklim değişikliği çerçeve sözleşmesi seminer notları (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), 7-24, ÇKÖK Gn. Md., Ankara.

Türkeş, M. (2003). Küresel iklim değişikliği ve gelecekteki iklimimiz. *23 Mart Dünya Meteoroloji Günü Kutlaması Gelecekteki İklimimiz Paneli*, 12-37.

Türkeş M. (2008). Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1, 26-37.

Tonbul, S., ve Sunkar, M. (2008). Batman şehrinde yer seçiminin jeomorfolojik özellikler ve doğal risk açısından değerlendirilmesi. *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu*, 103-114.

Tonbul, S. ve Sunkar, M. (2011). Batman'da yaşanan sel ve taşkın olaylarının (31 ekim-1 kasım 2006) sebep ve sonuçları. *Fiziki Coğrafya Araştırmaları*, 5, 237-258.

Van Rooijen, D. J., Turrall, H., ve Wade Biggs, T. (2005). Sponge city: Water balance of mega-city water use and wastewater use in Hyderabad, India. irrigation and drainage. *The journal of the International Commission on Irrigation and Drainage*, 54(1), 81-S91. <https://doi.org/10.1002/ird.188>.

Wang, S., Lin, X., Yu, H., Wang, Z., Xia, H., An, J., ve Fan, G. (2017). Nitrogen removal from urban stormwater runoff by stepped bioretention systems. *Ecol. Eng.* 106, 340-348. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.05.055>.

Yamamoto, K., Sayama, T. ve Apip. (2021). Impact of climate change on flood inundation in a tropical river basin in Indonesia. *Progress in Earth and Planetary Science*, 8, 1-15.

Yavuz, V. S. (2017). *Batman ovasının yeraltı suyu potansiyeli ve kalitesinin Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ile modellenmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi), Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.

Yılmaz, E. ve Duran, O. (1997). Güneydoğu anadolu bölgesi otokton ve allokon birimler stratigrafi adlama sözlüğü(LEXICON). *Türkiye petroleri Anonim Ortaklığı, Araştırma Gurubu Başkanlığı Eğitim Yayınları*. 1. 1-112.

Yin, D., Chen, Y., Jia, H., Wang, Q., Chen, Z., Xu, C., ... ve Chen, A. S. (2021). Sponge city practice in China: A review of construction, assessment, operational and maintenance. *Journal of Cleaner Production*, 280, 124963. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124963>.

Yu, M. M., Zhu, J. W., Gao, W. F., Xu, D. P., ve Zhao, M. (2017). Urban permeable pavement system design based on “sponge city” concept. in iop conference series: *Earth And Environmental Science* (82(1),1-11. DOI 10.1088/1755-1315/82/1/012027.

Zengin, B. (2005). *Geçmişten Günümüze Batman*. Batman:Matris Matbaacılık.

Zha, X., Luo, P., Zhu, W., Wang, S., Lyu, J., Zhou, M., ... ve Wang, Z. (2021). A bibliometric analysis of the research on sponge city: current situation and future development direction. *Ecohydrology*, 14(7), e2328. <https://doi.org/10.1002/eco.2328>.

Zhan, W., Ye, Q., Wu, X., Yan, W., ve Zhu, Y. (2023). The idea of" sponge city" green roof rainwater collection and utilization system. *Academic Journal of Architecture and Geotechnical Engineering*, 5(3), 25-37. DOI: 10.25236/AJAGE.2023.050304.

İnternet Kaynakları:

Url 1: <https://www.ajans65.com/batmanda-sel-felaketi-olu-ve-kayiplar-var> (Erişim Tarihi: 18.12.2024)

Url 2: https://www.instagram.com/ergenebld/p/Cz3OJBcNbat/?img_index=1 (Erişim Tarihi: 18.12.2024)

Url 3: <https://arsiv.batmandemokrathaber.com/haber/17559/iluh-deresi-halen-en-buyuk-sorun> (Erişim Tarihi: 18.12.2024)

Url 4 : <https://www.isopave.com/2020/08/03/eskisehir-millet-bahcesi/> (Erişim Tarihi: 18.12.2024)

Url 5: <https://santiyede.com/gecirimli-beton-nedir-ozellikleri-ve-kullanimi/> (Erişim Tarihi: 18.12.2024)

Url 6: <https://www.isoco.com.tr/merkpave-gecirimli-zemin-uygulamaları/> (Erişim Tarihi: 18.12.2024)

Url 7: <https://dekordelisi.com/yesil-cati-sistemleri.html> (Erişim Tarihi: 18.12.2024)

Url 8: <https://www.worldfuturecouncil.org/sponge-cities-what-is-it-all-about/> (Erişim Tarihi: 18.12.2024)

Url 9: <https://otank.com.tr/urunlerimiz/yagmur-suyu-deposu/> (Erişim Tarihi: 18.12.2024)