T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI

KUZEY EGE HAVZALARINDA YÜKSEK AKIM VE TAŞKIN ANALİZİ

Yüksek Lisans Tezi

Hazırlayan
Ozan ÖZTÜRK

Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi
Faize SARIŞ

Bu çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri kapsamında desteklenmiştir. Proje No: 1304

Çanakkale – 2019

TAAHHÜTNAME

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum **"Kuzey Ege Havzalarında Yüksek Akım ve Taşkın Analizi"** adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını, özgünlüğünü ve bir başka mecraya sunulmadığını, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu ve yararlandığım kaynak ve verilerde hiçbir bir çarpıtma yapmadığımı belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

25/01/2019

Ozan ÖZTÜRK

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Ozan ÖZTÜRK'e ait Kuzey Ege Havzalarında Yüksek Akım ve Taşkın Analizi adlı çalışma, jürimiz tarafından Coğrafya Anabilim Dalı (varsa .... Bilim Dalında) YÜKSEK LİSANS TEZİ / ~~DOKTORA TEZİ~~ olarak oybirliği/~~oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

Üyeler	**İmza**
Dr. Öğr. Üyesi Faize SARIŞ (Danışman)	
Dr. Öğr. Üyesi Öznur KARACA	
Dr. Öğr. Üyesi Cihan BAYRAKDAR	

Tez No : 10234338
Tez Savunma Tarihi : 25.01.2019

ONAY

Doç. Dr. Şerif KORKMAZ
Enstitü Müdürü
08/02/2019

ÖZET

KUZEY EGE HAVZALARINDA YÜKSEK AKIM VE TAŞKIN ANALİZİ

Bu çalışmada Batı Anadolu bulunan ve DSİ tarafından Kuzey Ege Havzaları olarak adlandırılan alandaki akarsuların havzalarında yüksek akım ve taşkın analizi yapıldı. Öncelikle akarsuların rejim özelliklerini belirlemek için kümeleme analizi yapılıp mevsimsellik ve akım büyüklüğü açısından özellikleri irdelendi. Arkasından uzun yıllık yüksek akım parametreleri, akarsuların yüksek akım karakteristiklerini ortaya koymak için çıkartıldı. Elde edilen yüksek akım serilerine (yıllık maksimum debi, %10'luk eşik değer üstündeki gün sayısı, 10 günlük maksimum akım ve 30 günlük maksimum akım verilerine) korelasyon analizi yapılarak zamansal değişimleri belirlendi. Daha sonra taşkın frekans analizi uygulandı ve belirli akım döngülerinde akarsularda karşılaşılabilecek debi miktarları hesaplandı. Çalışma alanında taşkın risk analizinin yapılabilmesi için Zeytinli Çayı Havzası örnek seçildi ve daha önce üretilen hidrolojik veriler ve arazi çalışmalarıyla güçlendirilen Coğrafi Bilgi Sistemi tabanlı mekansal veriler kullanılarak taşkın risk modellemeleri gerçekleştirildi.

Sonuç olarak Kuzey Ege Havzaları genelinde incelenen akarsuların yüksek akım karakteristikleri ve zamansal eğilimleri çeşitli istatistiksel analizlerle mercek altına alındı. İncelenen istasyonlarda Kayser istasyonu hariç (Bezirganlar Çayı) hemen hepsinde yıllık maksimum akımların, eşik değer üstü gün sayılarının, maksimum 10 ve 30 günlük akımların önemli bir yıllararası değişiklik göstermediği tespit edildi. Maksimum 10 ve 30 günlük akımlarda Tuzla ve Zeytinli Çaylarında en yüksek değerler tespit edildi. %10'luk eşik değer üstünde akım en uzun süre akım gösteren akarsular ise Kocadere ve Yağcılı Çayları oldu. Örnek havzada oluşabilecek taşkın ve etkileri coğrafi açıdan değerlendirilerek ortaya konuldu. Zeytinli Çayı için yapılan farklı zamansal döngülerdeki taşkın modellerinde yerleşim yerlerinde, ulaşım ağlarında ve tarım alanlarındaki olası hasar alanları gösterildi.

Anahtar Kelimeler: Kuzey Ege, Yüksek akım, Trend, Kümeleme analizi, CBS, Taşkın

ABSTRACT
HIGH FLOW AND FLOOD ANALYSIS AT NORTH AEGEAN BASINS

In this study, high flow and flood analysis were performed in the basins whre located in West Anatolia and named as North Aegean Basin by State Hydraulic Works. Primarily, cluster analysis was done to determine the characteristics of the rivers in terms of seasonality and flow magnitude. After that, long-term flow data of high flow paremeters were extracted to reveal high flow characteristics of the rivers. Correlation analysis was performed to obtained high flow series (annual maximum flow rate, number of days above 10% threshold, the maximum flow 10-day and 30-day maximum flow) and temporal variability were detected. Then, flood frequency analysis was applied and the flow rates that could be encountered in rivers in certain flood cycles were calculated. Zeytinli Creek Basin was selected for flood risk analysis. Previously created hydrological and GIS based spatial data which strengthened through fieldwork was used for flood risk modelling.

As a result, the high flow characteristics and temporal trends of the streams investigated in the North Aegean Basins were examined through various statistical analyses. Except the Kayser station (Bezirganlar Creek) annual maximum flows, over-threshold days, maximum 10 and 30 day flowsdid not show any significant interannual change in almost all stations. Maximum 10 and 30 day flows, Tuzla and Zeytinli Rivers were determined the highest values. Kocadere and Yağcılı rivers were highest streams with a number of days above 10% threshold. Possible flood and its impact area effect were geographically evaluated for the selected sample basin. In the flood models in different temporal cycles for Zeytinli Creek, possible damage areas in settlements, transportation networks and agricultural areas were shown.

Keywords: North Aegean, High Flow, Trend, Cluster analysis, GIS, Flood

ÖNSÖZ

Günümüzde en etkili doğal afetlerden biri de taşkınlardır. Özellikle küresel iklim değişikliğine bağlı olarak değişen yağış desenleri ve arazi kullanımındaki yanlışlıklar nedeniyle giderek daha çok sayıda doğal alan, yerleşme yeri, tarım-sanayi alanı risk altına girmektedir.

Kzuey Ege Havzaları olarak belirlenen çalışma alanı Türkiye'nin nüfus yoğunluğu ve ekonomik etkinliği yüksek olan bir alandır. Bu tez çalışmasında çalışma alanındaki akarsuların yüksek akım karakterlerini belirleyerek taşkına karşı hassasiyetlerine ilişkin veriler ortaya koymak ve örnek havzada taşkın modellemesi ile taşkın riskinin alansal boyutlarını belrilemek amaçlandı.

Bu çalışmada lisans sürecimden itibaren bana sürekli destek olan, bilimsel anlamda ufkumu açan danışmanım sayın Dr. Öğr. Üyesi Faize SARIŞ'a, taşkın modelleme konusundaki cömert yardımlarından dolayı sayın Prof. Dr. Hasan ÖZDEMİR'e, ayrıca yine lisans hayatımdan itibaren bilgisi ve deneyimini benimle paylaşan sayın Prof. Dr. Cengiz AKBULAK'a, değerli görüşleriyle tezin gelişmesinde katkıda bulunan jüri üyelerine, eğitim hayatım boyunca üzerimdeki emekleriyle tüm öğretmenlerime ve her zaman maddi ve manevi olarak en büyük destekçim olan Atilla ÖZTÜRK, Nuran ÖZTÜRK, Ezgi ÖZTÜRK ile adını sayamadığım tüm arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim.

Ozan ÖZTÜRK

Çanakkale, 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET……..……..……. i

ABSTRACT…….……..… ii

ÖNSÖZ ……..……. **iii**

İÇİNDEKİLER ……..…… **iv**

KISALTMALAR …… **vii**

TABLOLAR ……..…. **viii**

ŞEKİLLER ……...….. **ix**

GİRİŞ ……..……..…….. **1**

BİRİNCİ BÖLÜM

Önceki Çalışmalar…….……...……..……..... **5**

İKİNCİ BÖLÜM

VERİ VE YÖNTEM

2.1. Veri…….....……..…..……..... **22**

2.1.1. Sayısal Veriler…….……...…… **22**

2.1.2. İkincil Veriler (Meteorolojik ve Hidrolojik Veriler)…….…… **23**

2.1.3. Arazi Çalışmalarından Elde Edilen Veriler…….……... **23**

2.2. Yöntem…….....……..…..……..….... **34**

2.2.1 Kümeleme Analizi…….….. **34**

2.2.2 Yüksek Akım Analizi (Debi Süreklilik Analizi)…… **34**

2.2.3 Korelasyon Analizleri……..... **35**

2.2.3.1 ***Mann Kendall (M-K) Testi***…….……..... **36**

2.2.3.2 ***Spearman Rho Testi***……..……..….. **36**

2.2.4 Taşkın Frekans Analizi……..……..... 36

2.2.4.1 Gumbel EV (Extreme Value I) Dağılım……..……. 37

2.2.4.2 LogPearson Tip 3 Dağılımı……..……..…..... 38

2.2.5 CBS ile Taşkın Risk Analizi…….……..... 38

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ÇALIŞMA ALANININ COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ

3.1. Havzanın Genel Özellikleri…….……..... 41

3.1.1. Fiziki Coğrafya Özellikleri……..… 43

3.1.1.1. Topografik Özellikler……...…… 43

3.1.1.2. İklim…….....….. 46

3.1.1.3. Hidroloji……..…..…… 48

3.1.1.4 Bitki Örtüsü……..……..… 49

3.1.2. Beşeri Coğrafya Özellikleri…….……..... 49

3.1.2.1. Nüfus Özellikleri…….…….…. 49

3.1.2.2. Yerleşme Özellikleri…….……..……..... 50

3.1.2.3. Arazi Kullanımı…….……..……..…. 51

3.1.2.4 Ekonomik Faaliyetler…….……..… 54

3.1.4. Zeytinli Çayı Havzası……..……...……..... 56

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR

4.1. Rejim Özellikleri…….……. 60

4.1.1. Mevsimsel Rejim Özellikleri…….…….....…….. 60

4.1.2. Rejim Büyüklüğü Özellikleri ……...…….…….. 65

4.2. Yüksek Akım Karakteristiği……... 68

4.2.1. Yüksek Akım Parametrelerinin Analizi…….……..... 68

4.2.2. Korelasyon Analizi……..…….……..... 75

4.3. Taşkın Frekans Analizi…….……...….... 78

4.4. Taşkın Risk Analizi…….……..…….... 83

SONUÇ VE ÖNERİLER.……...…..... 94

KAYNAKÇA ...……...…….…….…….….. 98

EKLER ……...……...…… 105

ÖZGEÇMİŞ ….…….…….... 115

KISALTMALAR

CBS : Coğrafi Bilgi Sistemleri

MAK10 : Maksimum 10 günlük akım

MAK30 : Maksimum 30 günlük akım

IPCC : Uluslararası Küresel Isınma Paneli

Q10 : %10'luk eşik değer üstündeki gün sayısı

M^3/S : Metreküp / Saniye

°C : Santigrat derece

AGİ : Akarsu Gözlem İstasyonu

Ha : Hektar

DSİ : Devlet Su İşleri

MGM : Meteoroloji Genel Müdürlüğü

TABLOLAR

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa
Tablo 1.1.	Havza üzerinde bulunan DMİ istasyonlarının listesi.	23
Tablo 1.2.	DSİ tarafından işletilen Kuzey Ege Havzaları sınırları içindeki analizlerde kullanılan AGİ listesi.	23
Tablo 2.1.	Derinlik, hız ve genel arazi kullanımlarına göre DF değerleri (Wallingford, 2006)	40
Tablo 2.2.	Tablo 2.2: taşkının derinlik hız ve debris faktörü kombinasyonuyla hesaplandığındaki tehlike sınıfları (Özdemir, Akbulak, Özcan, 2011)	40
Tablo 3.1.	Kuzey Ege Havzaları Akarsularının ortalama ve maksimum akımları.	48
Tablo 3.2.	Kuzey Ege Havzalarındaki ilçelerin nüfus bilgileri.	50
Tablo 3.3.	Havza içinde kalan illerin durumu (TUBİTAK MAM, 2010)	51
Tablo 3.4.	Gruplandırılmış CORINE arazi sınıflamasında havza içindeki kullanım oranları (TUBİTAK MAM, 2010)	51
Tablo 3.5.	Havza içindeki Çanakkale ilçelerinin tarım alanı durumu (TUBİTAK MAM, 2010).	54
Tablo 3.6.	Havza içinde kalan Balıkesir ilçelerinin tarım alanı durumu (TUBİTAK MAM, 2010).	54
Tablo 3.7.	Tablo 3.7: Havza içinde kalan Manisa ilçelerinin tarım alanı durumu (TUBİTAK MAM, 2010).	55
Tablo 3.8.	Havza içinde kalan İzmir ilçelerinin tarım alanı durumu (TUBİTAK MAM, 2010).	55
Tablo 4.1.	İstasyonların uzun yıllar maksimum, minimum ortalama ve standart sapmaları.	66
Tablo 4.2.	Mann-Kendall ve Spearman Rho Korelasyon analizlerinin sonuçları.	76

ŞEKİLLER

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa
Şekil 1.1.	Kuzey Ege Havzalarının lokasyon haritası.	4
Şekil 2.1.	Bezirganlar Çayındaki Kayser istasyonunun konumu.	24
Şekil 2.2.	Taşkın zamanında hasar gören alanlar. (a ve c: yaşanmış taşkın esnasında zarar gören camiden kareler. b: yaşanmış taşkından zarar görüp işaretlenen ev.)	25
Şekil 2.3.	Misvak İstasyonu ve çevresi.(a ve b: Akarsu yatağından su çekmede kullanılan borular, c: su tahliye pompası d:akarsu yatağındaki bitkisel gelişim seki.)	26
Şekil 2.4.	Korubaşı istasyonu ve çevresi.	27
Şekil 2.5.	Manastır Çayı istasyonu ve maden suyu dolum tesisi.	28
Şekil 2.6.	Zeytinli İstasyonundaki çevresel sorunlar.	29
Şekil 2.7.	Çamcı İstasyonunda suyu yönlendiren set ve hız kazanmasını sağlamak için oluşturulan sekiler.	30
Şekil 2.8.	Dereobası istasyonu.	31
Şekil 2.9.	Karadere Çayı istasyonu ve çevresi.	32
Şekil 2.10.	Karınca Çayı ölçüm istasyonu ve çevresi.	33
Şekil 2.11.	Explorer uygulamasında arazi kullanım verisinin bir kısmı.	34
Şekil 2.12.	Hec-GeoRAS yardımı ile ArcGIS üzerinde oluşturulan havza bilgileri verisi.	39
Şekil 3.1.	Kuzey Ege Suları kapsamındaki havza sınırları ve drenajı.	42
Şekil 3.2.	Kuzey Ege Havzaları topografya haritası.	44

Şekil 3.3.	Kuzey Ege Havzaları eğim haritası.	45
Şekil 3.4.	Kuzey Ege Havzaları toplam ve maksimum yağış haritaları.	47
Şekil 3.5.	İllerin havza içinde kapladıkları alan ve yüzdeleri (TUBİTAK MAM, 2010).	51
Şekil 3.6.	Gruplandırılmış CORINE arazi sınıflamasında havza içindeki dağılımları.	52
Şekil 3.7.	Gruplandırılmamış CORINE arazi sınıflaması haritası.	53
Şekil 3.8.	Zeytinli Havzası ve taşkın inceleme sahası.	57
Şekil 4.1.	Kuzey Ege Suları üzerinde 10 yıl ve üzeri ölçüm verisi olan 10 akarsuyun uzun yıllar aylık ortalama akım verisi.	60
Şekil 4.2.	İstasyonların analiz sonucu oluşan kümeleme eğrisi ve gruplandırma tablosu.	63
Şekil 4.3.	Mevsimsel kümeleme haritası.	64
Şekil 4.4.	İstasyonların akım büyüklüklerinin gösterildiği grafik.	65
Şekil 4.5.	İstasyonların analiz sonucu oluşan kümeleme eğrisi ve gruplandırma tablosu.	66
Şekil 4.6.	Rejim büyüklüğüne göre kümelenmiş akarsuların havza üzerindeki dağılımı.	67
Şekil 4.7.	İstasyonların yüksek akım bilgileri (ortalama).	69
Şekil 4.8.	Kuzey Ege Havzalarında akarsuların yıllık maksimum ortalamalarının alan üzerindeki interpolasyonu.	70
Şekil 4.9.	Kuzey Ege Havzalarında maksimum 10 günlük akım ortalamalarının alan üzerindeki interpolasyonu.	71

Şekil 4.10.	Kuzey Ege Havzalarındaki Maksimum 30 günlük akım ortalamalarının alan üzerindeki interpolasyonu.	72
Şekil 4.11.	İstasyonların yüksek akım bilgileri (maksimum).	74
Şekil 4.12.	Bezirganlar Çayı yüksek akımının zamana göre değişimi.	77
Şekil 4.13.	Zeytinli Çayı (D4A36) yüksek akım parametrelerinin yıllara göre değişimi.	78
Şekil 4.14.	Eybek Çayına ait taşkın frekans analizi çıktıları.	79
Şekil 4.15.	Karınca deresi ait taşkın frekans analizi çıktıları	80
Şekil 4.16.	Tuzla Çayına ait taşkın frekans eğrisi.	80
Şekil 4.17.	Zeytinli Çayı taşkın frekans eğrisi.	81
Şekil 4.18.	Bezirganlar Çayı taşkın frekans eğrisi.	82
Şekil 4.19.	Yağcılı Deresi taşkın frekans analizi.	82
Şekil 4.20.	Zeytinli Havzası ve taşkın modelleme şeması.	84
Şekil 4.21.	5 yıllık taşkın simülasyonu	85
Şekil 4.22.	10 yıllık taşkın simülasyonu.	86
Şekil 4.23.	25 yıllık taşkın simülasyonları.	87
Şekil 4.24.	50 yıllık taşkın simülasyonları.	88
Şekil 4.25.	100 yıllık taşkın risk simülasyonları.	90
Şekil 4.26.	200 yıllık taşkın simülasyonu.	91

GİRİŞ

Günümüzde doğal afetler her yıl milyonlarca liralık zarara yol açmakta, doğal yaşama, ekonomik hayata olumsuz etkiler yaratmakta hatta can kayıplarına yol açmaktadır. Doğal afetler içerisinde sel ve taşkınlar en fazla yıkıcı etkiye sahip olaylardandır (UN/ISDR, 2004). Küresel iklim değişikliğinin beraberinde getirdiği mevsimsel kaymalar ve şiddetlenen hava olayları pek çok afeti tetiklediği gibi hidrolojik temelli olanları da farklı boyutlara taşımıştır. Tüm bunlarla beraber akarsu yataklarına yapılan beşeri müdahaleler taşkın alanlarında yapılan yoğun yerleşmeler meydana gelen olayların etkisini arttırıp kayıp ve zararları arttırmıştır. Nitekim gerçekleşen taşkın gibi afetlerin oluşturduğu zararlarda insan etkisi ön planda olmasına rağmen bunu azaltmak amacıyla afet yönetimi ve planlamalar ortaya konmuştur (OAS, 1990; UNDRO, 1991).

Dünya genelinde taşkın olaylarının frekansında gözlenen artış, bu afetlere maruz kalan insan ve yerleşme sayısının da artması yönünde bir sonuca neden olmaktadır. Taşkın olaylarında gözlenen artışların nedenleri çeşitli doğal ve sosyal süreçler dikkate alınarak araştırılmaktadır. Küresel iklim değişikliği süreci sonucunda iklimde meydana gelen değişimler/değişkenlikler bölgesel iklim süreçlerinin farklılaşmasına ve dolayısıyla hidrolojik süreçlere de etki etmektedir. Hidrometeorolojik kökenli afetlerde gözlenen değişimler, küresel iklim değişikliğinin etkileri arasında gösterilmektedir. İklim değişikliğinin gözlenen etkilerine bakıldığında, yağış rejimlerinde (mevsimsellik, şiddet, süre ve büyüklük) bölgesel olarak farklı eğilimler gözlenir. Bu değişimler sonucunda bazı akarsu havzalarında su yetersizliği/kıtlığı oluşurken bazı havzalarda da önemli taşkın olayları görülmektedir.

2009 yılında Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'nın faaliyete geçmesiyle birlikte kapatılan AİGM'nin 2008 yılında yayımlamış olduğu Türkiye'de Afetlerin Mekânsal ve İstatistiksel Dağılımı Afet Bilgileri Envanterine göre son 50 yılda Türkiye'de meydana gelen taşkın sayısı 4067 olup ülke genelinde toplam 22157 afetzede taşkınlardan etkilenmiştir (Taşkesen, 2011). Bu veriler Türkiye'de taşkını önemli bir hidrometeorolojik kökenli afet olduğunu ve taşkın riskinin belirlenmesi, etkilerinin azaltılması amacıyla bilimsel çalışmalara ve uygulamalara ihtiyaç olduğunu işaret etmektedir.

Günümüzde artan nüfus, çarpık kentleşme ve yanlış arazi kullanımı uygulamaları sonucunda çok şiddetli olmayan yağışlarda bile taşkın, çığ, heyelan vb. meteorolojik

afetlere daha sık maruz kalınmakta, can ve mal kayıpları giderek artmaktadır (TUJJB, 2003). Türkiye'de başta İstanbul olmak üzere önemli kent merkezleri bu kapsam içinde değerlendirilebilir (Demir, 2010; Turoğlu, 2011; Taş vd., 2013). Bu doğrultuda şiddetlenen bu doğa olaylarına karşı zarar azaltıcı önlemler alma gerekliliği duyulmuş ve havza ölçekli çalışmalara ağırlık verilmiştir.

Havza bir akarsuyun kaynağından sonlandığı yer arasında kalan ve ona su kaynağı sağlayan tüm kolları kapsayan alandır (MAM, 2010).Beyazıt (2003) ise akarsu havzasını akışını bir yüzeysel su yolu üzerine alınan bir çıkış noktasına gönderen yüzey olarak belirtmiştir. Bir havzayı komşu havzalardan ayıran su ayrım çizgisinin topografik ayrım çizgileriyle çakıştığı, yani çıkış noktasından başlayarak arazideki en yüksek noktalardan geçtiği kabul edilir (BEYAZIT, 2003:109). Yalnızca suyun değil, aynı zamanda o suyla etkileşim içerisinde olan bütün doğal kaynakların örneğin ekosistemin, birlikte ve yenilenebilir olarak kullanımını sağlayarak korunabilmesi için seçilebilecek en uygun birimdir. Ancak alt havza hatta mikro havzalar bağlı bulunduğu genel sistemlere oranla daha küçük alanları ifade ettiğinden daha hassas dinamiklere sahiptirler bu yüzden iklim değişikliklerinden daha hızlı etkilenirler. Bu hızlı etkilenme de beraberinde havzanın bugüne kadar süregelen yapısına uygun olmayan durumlar meydana getirebilir. (MAM, 2010).

Bu nedenle son yıllarda özellikle havza ölçekli çalışmalarla taşkın risk analizleri yapılmaktadır. Havzalardaki taşkın potansiyelini belirlemek için havzanın akış süreçlerinin, akış süreçlerini etkileyen doğal faktörlerin ve arazi kullanımın ve maksimum akımların karakteristiğinin bilinmesi önemlidir. Bu nedenle çok yönlü yaklaşım içeren çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Akarsu akımlarında yüksek akım karakteristiğinin bilinmesi, yağış-akış ilişkisinin ortaya konulması, topografya eğim, arazi örtüsü ve kullanımı gibi faktörlerin birlikte göz önüne alınmasıyla, taşkın olasılık/risk analizleri açısından daha güçlü bilimsel sonuçlara ulaşılmasında etkili olmaktadır.

Küresel iklim değişikliği ve havza dinamikleri üzerindeki insan etkilerinin artması akarsuların rejimlerinde değişmeye neden olmaktadır. Bu değişmeler sonucunda akarsu debilerindeki değişimler doğal süreçlere ve sosyo-ekonomik hayata etki etmektedir. Akarsu akımındaki artış yüksek akım analizi ve taşkın frekans analiziyle gözlemlenebilmektedir. Bu analizler sayesinde havzaların su sorunları gözler önüne serilip uygun çözümler üretilebilir (ÖZDEMİR 2007a).

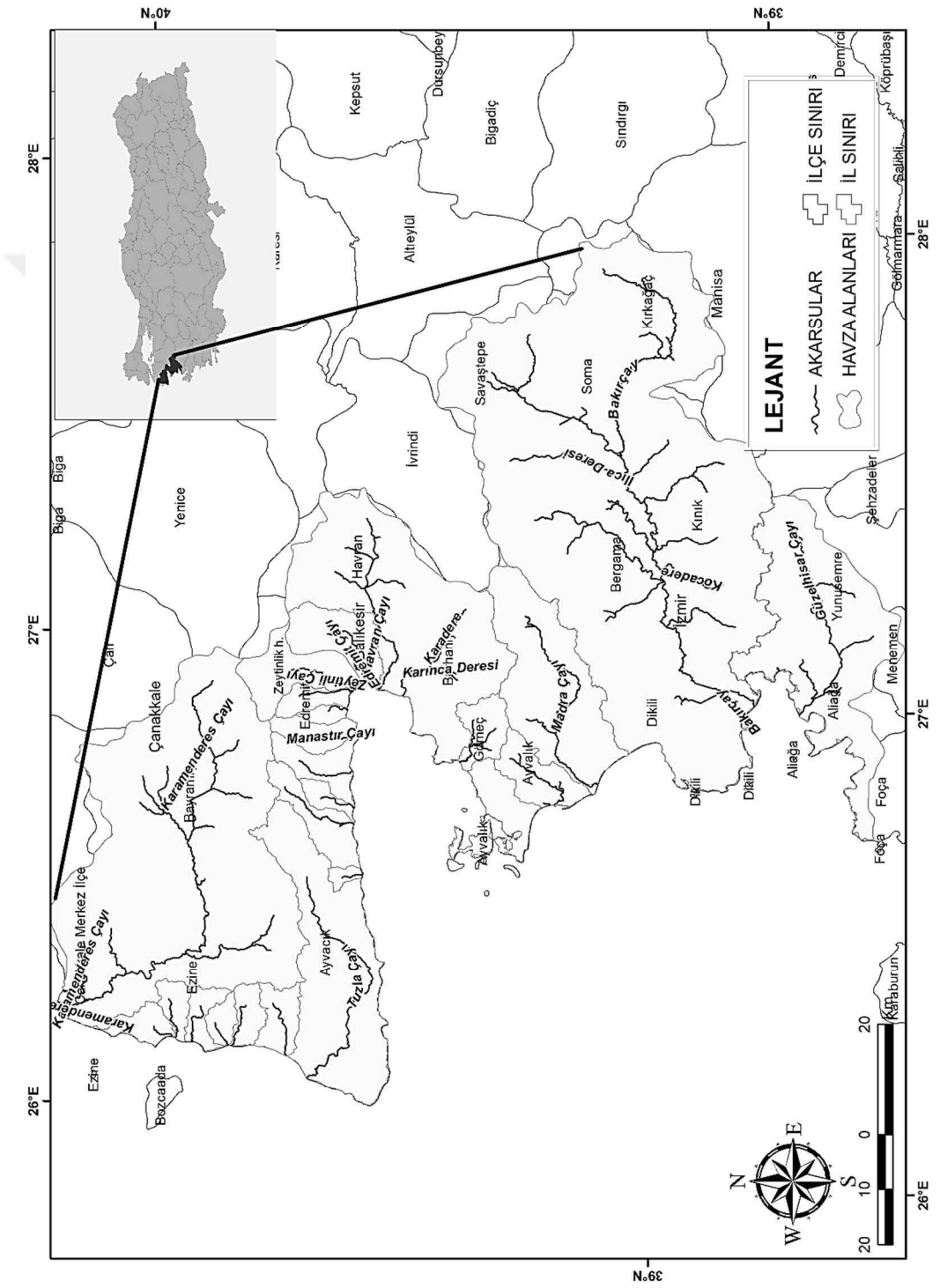
Su konusu gerçekten de, küresel çevresel değişiklik konuları ele alınırken, en fazla üzerinde durulan başlık olarak dikkati çeker. Çünkü su doğal sistemlerin varlığını sağlıklı bir şekilde sürdürülebilmesi dolayısıyla da sosyal sistemleri destekleyecek (içme suyu, gıda, enerji, sanayi gibi) en temel kaynaktır. Suyun bir havzada az olduğu dönemlerin uzaması kadar, taşkın oluşturacak düzeyde yüksek akım dönemlerinin sıklaşması da hem doğal hem sosyal sistemler için sorun oluşturabilir. Bu nedenle taşkın oluşumunu etkileyen yüksek akım karakteristiğinin, akış-yağış ilişkisinin, maksimum akış olasılığı ve taşkın frekansının belirlenmesi taşkın riskini azaltmada yararlıdır.

Afet yönetimi ve bu amaçla strateji yapılabilmesi için söz konusu bölgelerde olası etkilerin tahmini ve yaşanabilecek senaryolarda karşılaşılabilecek durumların irdelenmesi gerekir. Bu doğrultuda meydana gelebilecek olayların ön görülebilmesinde yardımcı olması pek çok bilimsel analiz metodu bulunmaktadır. Çalışılan havzanın akım rejim analizi, kümeleme analizi, yüksek akım karakteristiğinin incelenmesi, taşkın olasılık analizleri, ve olası taşkın senaryolarının coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak taşkın risk analizinin gerçekleştirilmesi bu çalışmada kullanılan metodlardır. Kullanılan bu metodlar sayesinde havza içerisinde bulunan ve hidrolojik ölçümü yapılan akarsular pek çok yönü ile irdelenmiştir (ÖZDEMİR, 2007a).

Çalışma alanı olarak seçilen ve DSİ tarafından Kuzey Ege Havzaları olarak tanımlanan havzalar topluluğu Anadolu yarımadasının batı kıyılarında bulunmaktadır. Kuzey-Güney uzanışı Biga Yarımadasının güney kesimleri ile İzmir'in Aliağa ilçesi arasında kalan doğuda ise Madra dağı tarafından su bölümü çizgisi ile ayrılan havza birbirine benzer özellikler sergileyen pek çok akarsudan oluşmaktadır. Bu akarsuların başlıcaları Karamenderes Çayı, Tuzla Çayı, Havran Çayı, Madra Çayı, Güzelhisar Çayı, Yağcılar Çayını Bakırçay Nehri, Koca Çayı, Edremit Çayı, Akçin Çayı Zeytinli Çayı, Karınca Deresi, Manastır Çayıdır.

Bu çalışmanın temel amaçları; Kuzey Ege sularında (Şekil 1.1.) alansal ve zamansal ölçekte yüksek akımlarda gözlenen değişikliklerin ve eğilimlerin belirlenmesi, rejim özelliklerinin ve zamana bağlı değişimlerinin incelenmesi, akım özelliklerine göre kümeleme analizinin yapılıp benzer rejim özellikleri gösteren akarsuların belirlenmesi, taşkın olasılık analizinin yapılması ve nihai olarak elde edilen bilgiler doğrultusunda havza içerisinde örnek bir akarsuda CBS, uydu görüntüleri ve arazi çalışmaları yardımıyla taşkın risk analizinin yapılmasıdır. Bu kapsamda havza içinde kalan akarsularda akım gözlemi

yapan istasyonların verileri incelenmiş, analizleri yapılmıştır. Ayrıca ölçüm yapılan istasyonların durumu ve ölçüm koşulları arazi çalışmalarıyla irdelenmiştir. Havzanın genel özelliklerini temsil edebilen nispeten daha ufak bir alana sahip alt havza seçilerek taşkın risk analizi gerçekleştirildi. Elde edilen bulgular arazi gözlemleriyle karşılaştırılarak taşkın riskinin en fazla olduğu can ve mal kayıplarının oluşabileceği yerler tespit edilmiştir.



Şekil 1.1.: Kuzey Ege Havzalarının lokasyon haritası.

BİRİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Meteorolojik koşullar ile doğrudan veya dolaylı olarak ilişkili olan doğal afetlerin tamamı, meteorolojik afetler veya meteorolojik karakterli doğal afet olarak adlandırılmaktadır (TUJJB, 2017). Yüzyıllardır doğanın bütünleşik bir parçası olarak kuraklık, fırtınalar, seller ve benzeri meteorolojik afetler, önemli can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Taşkınlar da hidrometeorolojik kökenli doğal afetlerden olup, ani gelişen, geniş alanlara yayılabilen ancak yerleşim yerlerine ve tarım alanlarına en fazla zarar veren afetlerdendir (Taşkesen, 2011). Taşkınların temel özelliği hiçbir zaman tümüyle önlenemeyen bir problem olmalarıdır(Onuşluel ve Harmancıoglu, 2002).

Modern hidroloji çalışmalarında, hidrolojik süreçlerin yer bilimleri perspektifinden analiz edilmesi, alan ve zaman üzerindeki gözlenen değişimlerin belirlenmesi öncelikli çalışma konularındandır (Davie, 2002). Diğer çalışma konusu ise uygulamalı hidroloji dalı olan mühendislik hidrolojisidir. Fiziki coğrafya kapsamında ele alınan hidroloji çalışmaları ise, hidrolojik süreçlerin yer bilimleri perspektifiyle ele alındığı çalışmalar olarak değerlendirilebilir. Bu yaklaşımda hidrolojik birim olarak havza ele alınırken, havzadaki akım süreçlerinin değişimine etki eden faktörler, başta iklim olmak üzere ele alınır. Hidroloji-Klimatoloji kesişme noktasında hidroklimatoloji olarak adlandırılan alt çalışma alanında iklimin yeryüzü üzerindeki sulara etkisi araştırılmaktadır ki bu çalışma konusu hem su erişilebilirliği hem de suya bağlı afetler açısından oldukça önemli bir konu olarak öne çıkmaktadır (Shelton, 2009)

Bayazıt M. (2003), Havza karakteristiğini oluşturan ve akım üzerinde etki eden faktörleri; zeminin cinsi ve jeolojik yapı, bitki örtüsü, havzanın büyüklüğü, havzanın biçimi havzanın eğimi, havzanın ortalama kotu, havza alanının çıkış noktasından olan uzaklığı olarak göstermiştir. Bu faktörlerin yanısıra, havza içerisindeki arazi değişiklikleri de göz önüne alınmalıdır (Wu vd., 2015).

Bununla beraber Türkiye'de yüksek akım (high flow ya da flow duration) analizinin yapıldığı çalışma sayısı oldukça kısıtlıdır. Bu analizde gözlemlenmiş yıllık maksimum akım verileri incelenerek akarsu akımındaki ekstrem durumlar mercek altına alınır. Böylece geçmişten günümüze akarsu piklerindeki değişim gözlemlenir. Bu taşkınlarda pozitif veya negatif bir trend olup olmadığı, taşkınların zamanlamasında değişmelerin olup

olmadığı varsa bu zaman kaymalarının anlam ifade edebilecek şekilde süreklilik gösterip göstermemesi gibi durumlar yüksek akım analizi sayesinde irdelenir (Shaw, 1994; Wilby vd., 2007).

Robson vd. (1998) yüksek akım analizi kullanarak Birleşik Krallıktaki taşkınları analiz ettikleri çalışmada, taşkın sayısında istatistiksel mevsimsel olarak geçmişten bugüne anlamlı bir trend gözlenmediğini ancak bölgesel etkiler incelendiğinde daha hızlı kentleşmeye uğrayan güneydoğu kesimlerinde taşkın sayısının arttığı ifade etmişlerdir.

Yüksek akım ve taşkın analizi konusunda literatürde yapılmış olan çalışmalar 1980'li yıllara dayanmaktadır. Yapılan bu çalışmalarda akarsuların akım özelliklerini incelemek ve baraj etkilerini irdelemek yaygın genel amaçlardır. Ancak küresel iklim değişikliği en büyük etkisini meteorolojik olaylarda ve klimatik sistemlerde göstermektedir. Karşılaşılan bu değişim akarsu rejimlerinde ve akım niteliklerinde direkt olarak etkilerde bulunur. Bu sebeple son dönemlerde yapılan çalışmalar bu değişimleri inceleme ve olası taşkın senaryolarının irdelenerek afet yönetimi, zarar azaltma gibi amaçlar edinmiştir.

Su kaynaklarının yönetimi ve afet zararlarında etki azaltma çabaları dünya çapında bilhassa gelişmiş ülkelerde bu çalışmaların önemini arttırmıştır. Şayet taşkın ve sel afetlerinde yeterli alaka ve gerekli önlemler alınmadığı takdirde oluşabilecek can ve mal kayıpları daha önceki olaylarla en acı biçimlerde tecrübe edilmiştir.

Özellikle sel ve taşkın gibi hızlı gelişen doğal afetlere meydana geldiği esnasında müdahale edilmesi olanaksızdır bu sebeple bu afetler meydana gelmeden önce tedbirler alınmalıdır. Bu kapsamda küresel ve ulusal ölçekte raporlar hazırlanmış ve çalışmalar yapılmıştır. ABD Federal Acil Durum Yönetim Kurumu taşkın sigorta programları geliştirmiş, sel-taşkın afetlerinin haritalandırma servisleri oluşturmuştur. Yine Amerika'da 1989 tarihinde International Decade for Natural Disaster Reduction (IDNDR) isimli bildiri yayınlanmış ve bu bildiride 1990-1999 de karşılaşılabilecek afetlerin zararlarını azaltılmasına yönelik önerilerde bulunulmuştur.

1994 tarihinde Japonya'nın Yokohama kentinde yapılan konferansta ilk kez afet zararlarının azaltılmasına yönelik politikalara rehberlik edebilecek "Yokohama Strategy and Plan of Action for a Safer World" isimli bir plan hazırlandı. Yapılan çalışma dünya genelinde küresel iklim değişikliği etkilerini azaltıp, karşılaşılabilecek afetlerin etkilerini azaltma konusunda etkili önlemler sunmuştur.

1999 tarihinde İsviçre'nin Cenova kentinde Birleşmiş Milletler Afetlerin Azaltılması Uluslararası Stratejisi (UNISDR) kuruldu. Afet yönetimi ve risk azaltma çalışmaların dışında her yıl "UNISDR ANNUAL REPORT" adı altında yıllık afet raporu oluşturmaktadırlar. Söz konusu raporlar yıl içerisinde gerçekleşen afetleri, boyutlarını ve etkilerini gözler önüne sermektedir.

2000 tarihinde tekrar ABD bünyesinde 1989'da çıkarılan IDNDR'nin halefi olan International Strategy for Disaster Reduction (ISDR) çıkartılmıştır. ISDR'da da yine afet zararlarını azaltmak için uluslararası stratejiler öne sürülmüştür.

International Conference on Flood Management yani uluslararası taşkın konferansı 3 yılda bir düzenlenmektedir. İlk olarak 2000 tarihinde Almanya'nın Kassel kentinde Uluslararası Taşkın Koruma Sempozyumu (ISFD) olarak gerçekleşen konferans 8. kez 2020 de Amerika-Iowa da yapılacaktır.

2005, Kobe Konferansı ve Hyogo Eylem Planı'nda ise uluslararası düzeyde kitlelerin afetlere karşı olan duyarlılığını arttırmak hedeflenmiştir. Hyogo Eylem Planı Birleşmiş Milletlere üye 168 ülke tarafından benimsenmiştir. UNISDR tarafından Afet Risk Azaltma Küresel Platform Toplantısı ilk kez 2007 de gerçekleştirildi ve her iki yılda bir tekrar edildi. Postdam- Almanya'da International Conference on "Natural Hazards and Risks in a Changing World adlı değişen dünya üzerinde doğal afetleri ve risklerin üzerine bir konferans düzenlendi.

İlk olarak 1988 tarihinde WMO ve UNEP tarafından yapılan Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinin (IPCC) 2018 raporunda ise küresel ısınmanın etki gösterdiği konular çarpıcı bir şekilde vurgulanmaktadır. Dünya genelinde gözlemlenen küresel iklim değişikliği süreci hakkında detaylı verilere sahip olan rapor aynı zamanda hükümetlerin bu konu hakkında alması gereken önlemleri sıralamaktadır. Özellikle gerçekleşen ve gerçekleşebilecek iklimsel etkiler üzerine yoğunlaşan raporda taşkın afetleri üzerinde de önemli bulgular ve öngörüler yayınlanmıştır. Yayınlanan son raporda küresel sıcaklık artışının 1.5 ℃'de tutmanın 2 ℃'ye oranla nispeten daha ufak etkiler uyandıracağını bildirmektedir. 2 ℃'lık ısınma sonucunda taşkınlardaki akış oranının 1.5 ℃'ye oranla önemli bir şekilde artış göstereceğini belirtmektedir.

1985 yılında Amerikan Committee on Safety Criteria for Dams, Water Scienceand Technology Board ve National Research Council'in ortak yürüttüğü çalışma sonucuSafety

of Dams; Flood and Earthquake Criteria (baraj güvenliği: deprem ve taşkın kriterleri) adlı kitap çıkartılmıştır.

Kitapta genel olarak baraj güvenliği konusu deprem ve taşkın kriterleri altında ele alınmış. Taşkın kriteri açısından uygun olan tahmin yöntemlerinde gerekli olan kriterler iki sınıfta belirtilmiş:(1) İlk olarak olası maksimum yağış (probable maximum precipitation, PMP) tahmini veya PMP den türetilmiş olası maksimum taşkın (probable maximum flood PMF) tahmini ve (2) sel veya yağış olasılığını veya ortalama döngü periyodunu (return period) belirten kriterler.

1994 yılındaki barajlar ve taşkın kontrolü adlı çalışmasında Carlos E. M. Tucci Plata havzasını ele almıştır. Barajların ve su kaynağı kullanımlarının taşkınlar üzerindeki etkileri tartışılmış bunu yaparken de geçmiş taşkın kayıtları ile barajların karakteristik özelliklerini bir arada inceleyip ilişkilendirmelerde bulunmuştur.

Robson vd. tarafından 1997 yılında yayınlanan Birleşik Krallık'taki taşkınların eğiliminin analiz edildiği çalışmada İngiltere ve Kuzey İrlanda havzalarını ele almıştır. Ele alınan süreler içinde bariz bir eğilim tespit edilemese de sel serilerinde dalgalanmalar tespit edilmiştir. Analizlerde yıllık taşkın sayıları ve yıllık maksimum akımlar kullanılarak Spearman sıralama ilişkisi, normal dağılım ve lineer regresyon yöntemleriyle taşkın varyasyonları ve eğilimi hesaplanmıştır.

Douglasa vd. (2000), taşkın ve düşük akım eğilimlerinin varlığını araştırdıkları çalışmada, bu şekilde iklim değişikliğinin olası etkilerinin değerlendirilip elde edilen sonuçların önceki çalışmalarla kıyaslanması ile hipotez test yıllarının yorumunda akım kayıtlarının mekânsal bağıntı etkisini değerlendirmeyi hedeflemiştir. Bu doğrultuda kullanılmış veriler ABD üzerine yayılmış 1571 gözlem istasyonu tarafından ölçülen günlük aylık ve yıllık ortalama akarsu akım verilerinden oluşur. Bunlar 1874-1988 arasında tutulmuş her bir istasyonun ortalama 48 yıllık kayıt süresi olan verilerdir. Bu veriler bölgesel Kendall S testi ve bootstrap yöntemi uygulanarak işlenmiştir.

Manfred Mudelsee vd., 2003 yılında Orta Avrupada Elbe ve Oder nehirlerinde gerçekleşen artış eğilimi olmayan taşkınları incelemişlerdir. Oder nehrinin günlük akış kayıtları 1920'den 2002 yılına, Elbe'nin günlük kayıtları ise 1892'den 2002'ye incelenmiştir. Çalışmada Gauss Kernal yöntemi ile zamana bağlı sel olaylarının meydana gelme ihtimalinin tahmin de yapılmaya çalışılmış. 16. ve 19. Yüzyıllarda sel oluşum oranında anlamlı uzun vadeli değişimler saptanmış ve nehir uzunluğunda kısalma, baraj

inşaatı ve ormanların azalmasının sel frekansında küçük etkilerinin olduğu sonucuna varılmış.

Prudhommea vd. (2003)., tarafından yapılan çalışmada saatlik akım verileri, yağış verileri ve aylık potansiyel buharlaşma verileri kullanılmıştır (aylık toplamlar buharlaşma oranı 10 günlük süreler boyunca sabit olduğunu varsayarak, günlük değerlere küçültülerek ölçeklendirilmiş). Hidrolojik verilerin analizinde olasılık dağılım modeli (Probability Distributed Model) kullanılmış bununla beraber atmosfer, okyanus, kriyosfer ve arazi yüzeyinde fiziksel süreçleri temsil etmesi için Sayısal Küresel İklim Modelleri (GDM) kullanılmıştır.

Ron Kahana vd., 2004 yılında tekrardan Necef çölündeki büyük taşkınlarla ilgili bir çalışma yapmışlardır. Necef çölündeki büyük taşkınlara etki eden atmosferik etkenler isimli yeni çalışmada 1964-94 dönemlerini içeren 500 hpa ve 250 hpa jeopotansiyel yükseklik ve yatay rüzgâr bileşenleri verileri ile 500 hpa ve 850 hpa sıcaklık verileri (her biri 2.5◦x2.5◦ ve 12 saat mekânsal ve zamansal ölçekli) kullanılmıştır. Taşkın verileri 37 adet hidrometrik istasyondan elde edilmiştir. Çeşitli atmosferik değişkenleri sinoptik model ve mevsimlere bağlıdır bu nedenle bu değerler her sinoptik tip ve yılın ayrı ayrı aylarına gruplandırılmıştır. Her grup sinoptik tipinin ekstremlerini yansıtabilecek veya konuya ilişkin dinamik özelliklere katkı yapabilecek taşkın formasyonu seçilip incelenmiştir. 5 yıllık yinelenme süresiyle gerçekleşme ihtimali olan taşkınlar "büyük taşkınlar" olarak nitelendirilmiştir. Bu bağlamda toplam 52 taşkın incelenmiş ve 42 taşkın 4 sinoptik tiple bağlantılı olduğu yorumlanılmıştır.

2005 yılında Jen Barholmes ve Ezio Todini İtalya'nın Po ovasında, taşkın tahmini için meteorolojik ve hidrolojik modellerin eşleştirilmesini konu alan çalışmada sayısal yükseklik modeli (SYM), toprak tipi ve arazi kullanım şekli haritalarından faydalanılmış bunun dışında model eski taşkın kayıtlarıyla karşılaştırılması için 1994 yılına ait yağış taşkın kayıtları alınmıştır. Yüzeysel hareket kestirimi ve entegrasyonu (Topographic Kinematic Aproximation and its Integration, TOPKAPI) modeli kullanılmıştır.

Jack R. Benjamin 2006 yılında San Francisco körfezinde yapılan delta risk yönetimi için taşkın tehlikesi risk analizi teknik çerçevesini yayınlamıştır. Havza ya katılan akımların kayıtları, günlük maksimum gelgit ölçümleri, kilit noktalardan günlük maksimum su yüzeyi ölçümleri çalışmada kullanılan verilerdir. Log-Pearson tip III modeli ile analiz yapılarak tahminlerde bulunulmuştur.

R. L. Wilby vd., 2007 tarihli çalışmada iklim değişikliği ve akarsu taşkınları arasında bağıntı kurmaya çalışmışlardır. İngiltere'de tutulmuş yağış ve akarsu kayıtlarını inceleme altına alarak yapılan çalışmada, yağış ve akarsu akım kayıtlarını inceleyen çalışmaları, yüksek çözünürlüklü iklim değişimi projeksiyonları ve ikisi arasındaki farkları bağdaştırmaya çalışarak karşılaştırma yapılmıştır. Jamie Hannaford ve Terry J. Marsh (2007) tarafından yapılan çalışmada Birleşik Krallığın orta ve batısında kalan nispeten antropojenik etkilere maruz kalmamış havzalar incelenmiş ve bu havzalar içinde bulunan istasyonlardan elde edilen yıllık maksimum akım, yıllık maksimum 10 gün akımı(max10), yıllık maksimum 30 gün akımı (max30) ve yılda eşik değer üstündeki pik sayısı (POT frekansı) verileri analiz edilmiştir. İki analiz yöntemi kullanılmıştır; lineer regresyon gerileme çizgisinin istatistik analizinde kullanılırken, Mann-Kendall yöntemi çalışma boyunca gözlemlenen eğilimlerin belirlenmesinde kullanılmıştır.

Son yıllardaki çalışmalar CBS ve Uydu görüntüleri destekli modelleme çalışmaları olarak ön plana çıkmaktadır. K.E. Lindenschmidt vd., (2007) tarafından AB su çerçevesi direktifi kapsamındaki taşkın direktifi için geniş ölçekli hidrolojik modelleme ortaya koymuşlardır. Taşkın risk haritası ile potansiyel hasarla ilişkili 3 taşkın senaryosu geliştirilmiştir.

Kuzey Bihar, Kosi nehri havzasında çok parametreli analitik hiyerarşi prosesi uygulamasıyla taşkın risk analizi adlı çalışmada R. Sinha vd., havzanın jeomorfolojik, arazi kullanımı, topografik, sosyal parametreler ve akım bilgilerini kullanarak taşkın risk indeksi oluşturup haritalar meydana getirmişlerdir.

Gilles Arnaud-Fassetta vd., (2009) flüvyal jeomorfoloji ve sel riski arasındaki ilişkiyi değerlendirmiştir.

Kanada akarsuları için gerçekleştirilen yüksek akımın kısmi seri analizi (Kim Neil Irvine ve Peter R. Waylen (2013) çalışmasında Kanada'nın güney batısında yer alan 16 akarsu değerlendirilmiş ve ortalama günlük debi verileri kullanılmıştır. Poisson dağılımı kullanılarak analizler yapılmıştır.

Google Earth uygulamasıyla taşkın bentlerini nedeniyle sel baskınlarındaki değişimin araştırılmasına yönelik bir çalışma Mohamad Reza Madadi vd., (2014) tarafından gerçekleştirilmiştir. Narmaab nehri havzasındaki bu çalışma Puls yöntemiyle 50-100-500-1000 yıllık periyotlarda akış döngüsü incelenir HEC-GEORAS ArcGIS kullanılarak modellemeler yapılmış ve 4 senaryoya göre taşkın durumlarındaki değişiklikler incelenmiştir. Senaryoların ilki nehrin üstünde hiç baraj olmaması, ikinci

senaryo barajların tamamen dolu veya taşkın depolama kapasitesi sıfır olması, üçüncü senaryo mevcut taşkın depolama kapasitesi 3 milyon m^3/s olması son olarak dördüncü senaryo ise mevcut taşkın depolama kapasitesinin 6 milyon metre küp olması üzerine kurulmuştur.

Çin'de bulunan Donguan şehrini baz alarak, Hızlı şehirleşme altında kentsel sel uyarısı çalışmasını Yangbo Chen vd. 2015 tarihinde gerçekleştirmiştir. Kentsel sel modeli uygulanırken topografya haritası kent haritası, yer altı boru hattı, arazi örtüsü tipi ve gözlemlenen yağışlardan 2 taşkın simüle edilmiştir. Bunlardan biri yağış gözlem verilerinden enterpole edilmiş diğeri ise dijital hava radarı tarafından tahmin edilmiştir. Çalışmada DMFEW ve DPSIR metotları kullanılmış DMFEW sel riski uyarısı değerlendirilmesi için DPSIR modeline dayalı 5 değerlendirme endeksi kullanılmıştır; itici güç endeksi, basınç indeksi, durum indeksi, etki indeksi ve tepki indeksi.

Topografik nemlilik indeksi ve sayısal yükseklik modeli tabanlı CBS ortamında haritalar oluşturularak mezo ölçekli tehlike zonlamaları, Etiyopya'nın Addis Ababa şehrinde Raffaele De Risi vd., tarafından yapılmıştır. 2015 yılında hazırlanan bu çalışmada sele karşı duyarlı alanlar tehlike zonlarına ayrılarak belirtilmiştir.

Yenan Wu vd., Çin'deki Huaie Nehri havzasında entegre taşkın risk değerlendirmesi ve bölgeleme çalışması gerçekleştirmiştir. 2015 tarihli çalışma, 25 istasyondan 51 yıllık kayıt yıllık maksimum yağış verileri ve dijital yükseklik modeli verileri üzerine oturtulmuştur. Yağış verilerinin CBS yardımıyla interpolasyonu sağlanmış ve taşkın riskini değerlendirmek için (1989) Maskrey tarafından önerilen doğal afet risk değerlendirme teorisi uygulanmıştır. Jenks optimizasyon metodu diğer adıyla jenks doğal aralıklı sınıflandırması metoduyla taşkın tehlike zonlaması, taşkın zarar görülebilirlik zonlaması ve taşkın risk zonlaması haritaları elde edilmiştir.

Slanic havzasının taşkın değerlendirmesi ve haritalanması çalışmasında hidrolojik ve mekânsal veriler kullanılarak Liliana Zaharia vd. tarafından oluşturulmuştur. Hidrolojik veriler, 1950 ile 2010 arasındaki aylık ve yıllık ortalama akım verileri ile 1970-2010 arası yıllık ve aylık maksimum akım verilerinden oluşmaktadır. Mekânsal veriler ise havzanın fiziki ve beşeri coğrafi yapısıyla ilişkili verilerdir. Çalışma 3 yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir; İlk olarak istatistiksel parametreleri belirleme, eğilim belirleme ve frekans analizi gerçekleştirilmiştir. Mann-Kendall testi kullanılarak akımlardaki eğilimin istatistiksel değerleri bulunmuş, frekans analizi ise Log-Pearson Tip III yöntemiyle taşkın frekansı ve maksimum akımı geçme ihtimalini saptamayı hedeflenmiştir. 2. yöntemle FFPI

ve FPI kullanarak taşkın potansiyeli değerlendirme indeksi oluşturulmuş ve haritalandırılmıştır. Son olarak ise HEC-GEORAS ve CBS yardımıyla taşkın eğilimli alanların hidrolik modellemesi yapılmıştır.

Brezilya amazonlarında günlük maksimum yağışlar için döngü periyodunun mevsimsel analizi, Eliane Barbosa Santos vd., tarafından kaleme alınmıştır. 2015 yılındaki bu çalışma Brezilya amazonlarının bilhassa doğu ve güneydoğu kısımlarında yığılmış olan istasyonlardan 1983 ile 2012 yılları arası günlük yağış verileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Generalized extreme value (GEV) dağılımı ve generalized Pareto distribution (GPD) yöntemleri kullanılmış, GEV ve GPD nin uyumu ise Kolmogorov–Smirnov (KS) testi ile ölçülmüştür.

Hong Kong başta olmak üzere Çin sınırlarındaki pek çok şehrin su kaynağı olan Dongjian Nehrinde random forest modeli ile sel tehlikesi risk değerlendirmesi, Zhaoli Wanga vd., tarafından yapılmıştır. 2015 tarihli çalışmada en yüksek yağışa sahip 3 gün, tayfun frekansı, akış derinliği, eğim, nehre uzaklık, normalize edilmiş bitki örtüsü farkı, arazi kullanımı, toprak tekstürü bilgileri kullanılan verilerdir. Random forrest (RF), büyük veri tabanları üzerinde verimli bir şekilde çalışma ve sınıflandırmada belirli değişkenlerin önemine ilişkin tahminleri yapmaktadır. Bölgesel sel tehlike riskini belirlemek için RF modeli, kriterlerin önemini belirlemek için ise Ağırlıklı Hiyerarşi Prosesi kullanılmıştır.

Dünya genelinde yapılan çalışmaları değerlendirdikten sonra Türkiye'de gerçekleştirilen taşkın çalışmaları aşağıda özetlendi. Tarihçe olarak oldukça yakın döneme işaret eden çalışmalardan öne çıkanlardan birisi Onüçyıldız'ın (1999) Türkiye akarsularında taşkın debilerinin belirlenmesi üzerine yapılmıştır. 26 havzadaki 290 agi'den kayıt süresi en fazla olan 47si analizde kullanmaya uygun görülmüştür. Burdur, Afyon, Vangölü kapalı havzaları ile müteferrik egesuları ve meriç havzasındaki AGİ'ler analizlere dahil edilmemiştir. Araştırma verilerinin toplandığı 47 adet agi istasyonu log pearson 3 analizi ile incelenmiş ve taşkın debileri tespit edilmiştir. İncelenen istasyonlara ait 1545 adet Yıllık Anlık Maksimum Akım (YAMA) değerinde araştırma sonucunda 281'inin (%18.2) taşkın olduğu anlaşılmıştır. İncelenen istasyonlar içerisinde 601 nolu AGİ %85.7 ile taşkın debisinin aşma ihtimalinin en yüksek olduğu belirlenmiştir. 302 nolu istasyon ise %19.3 ile taşkın debisinin aşılma ihtimali en düşük AGİ olarak belirlenmiştir.

Doğu Akdeniz bölgesindeki havzalar Fatih Topaloğlu'nun bölgesel taşkın frekans analiziyle incelenmiştir. Çalışma Seyhan, Ceyhan, Hatay ve Doğu akdeniz havzalarını

kapsayaan çalışma 2004 tarihinde üretilmiştir. Yıllık anlık taşkın pikleri ile yıllık maksimum akımlar 50 gözlem istasyonundan alınmış ve incelenmiştir. Homojenlik testini de içeren bölgesel taşkın frekans analizi Doğu Akdeniz Bölgesinde bulunan dört havzaya ait 50 AGİ'de ölçülen yıllık anlık maksimum akımlara uygulanmış ve sadece 3 gözlem istasyonunun homojen olmadığı belirlenmiştir. Çalışmada frekans analizi için Dalrymple's methodu kullanılmıştır. Havzanın bölgesel boyutsuz taşkın frekans eğrisi ile alan düzeltme eğrisi elde edilmiş, çalışmanın başında yıllık ortalama akım tahmininin çok küçük bulunmasından dolayı seyhan havzası iki alt havzaya bölünmüştür. Bu şekilde yeniden yapılandırılan analizde iki alt havza için de daha makul belirleme katsayıları elde edilmiştir. Hata testi istatistiksel kriteri sonucunda bölgesel taşkın frekans analizinin çalışma alanındaki dört havzada ölçüm yapılmamış alanların taşkın tahminlerinde genel itibari ile yeterli olduğu görülmüştür.

Erhan Göçmen (2006) taşkın debisi ve su veriminin hesaplanmasındaki ampirik yöntemlerin etkinliğini Edirne ili alt havzaları örnekleminde irdelemniştir. Edirne Subaşı, Musabeyli ve Kumdere Havzalarının üzerindeki istasyonlardan elde edilen 15 yıllık aylık akış verileri çalışmada kullanılmıştır. SCS boyutsuz, Synder, Mockus, Turc, Mc Math ve Rasyonel gibi ampirik yöntemleri karşılaştırarak etkinliklerini irdelemiştir. Analizler sonucu havza taskın debisi ve hidrografları için, bölge kosulları dikkate alınarak gelistirilen katsayıların kullanıldıgı Snyder ve Mockus yöntemleri iyi sonuçlar vermekle beraber havza su verimi için de, bölge benzer havzalarından elde edilen katsayının yer aldıgı Turc yöntemi kullanıldıgında, mevcut hesaplananlardan daha küçük degerler ortaya çıkmıştır. Yöre koşullarında inşa edilecek su yapılarının ve bunlara ait dolu savakları planlanmasında doğrudan yüzey akış ölçüm değerlerinin kullanılıp elde edilen yeni katsayıların ampirik yöntemlerde kullanılması daha isabetli olacaktır

Özdemir (2007a) doktora tezinde Havran Çayı'nın taşkın analizini yapıp doğal ve beşeri faktörlerle birlikte ele alarak CBS ortamında risk dağılımını incelemiştir. Akarsu gözlem istasyonlarından alınan akım verileri, meteoroloji genel müdürlüğünden temin edilen iklim verileri,uydu görüntüleri, topografya haritaları ve arazi çalışmaları ile toplanan bilgiler çalışmadaki temel verileri oluşturmuştur. Yağış akış modellemesini SCS yöntemiyle, taşkın sıklık frekansını ise gumbel ve log pearson 3 analizleriyle yapılmıştır. Elde edilen metinsel ve dijital verilerin ArcGIS, ArcView, SAGA, ILWIS, Hec-RAS yazılımları vesilesiyle harmanlanmış, tehlike ve risk unsurları oluşturulmuştur. Böylelikle

çalışma alanının taşkın ve heyelanlar tarafından etkilenebilecek alanları ve nitelikleri ortaya konmuştur. ArcGIS üzerinde düzenlenmiş DEM ve TIN verilerinden yüzey modellemesini meydana getirilmiş, akarsuyun taşkın olasılık analizinden oluşturduğu 5, 10, 25, 50, 100, 200 ve 1000 yıllık taşkın modellerini HEC-RAS uygulamasıyla yüzey modelininde simülasyon üretimini gerçekleştirilmiştir. Elde edilen taşkın simülasyonları uydu görüntüleri ile birlikte gösterilerek taşkının etki alanlarını ortaya koymuştur.

Orkan Özcan ise Sakarya nehri alt havzasında taşkın riski analizini uzaktan algılama ve CBS araçlarını kullanarak belirlemiştir. 2008 yılında kaleme alınan çalışmada 1999 ve 2006 yıllarına ait Spot uydu görüntüleri kullanılarak havzanın arazi kullanımı ve değişimi belirlenip, 23 yıllık akım verileri kullanılmıştır. Böylelikle havzaya ait maksimum taşkın debilerinin 5, 10, 20 ve 100 yıllık tekrarlama sıklıkları Log Pearson Tip III olasılık dağılım fonksiyonu kullanılarak hesaplanmış daha sonra Analitik Hiyerarşi Yönetimi ve Çok Kriterli Karar Verme Analizi yöntemleriyle kriterlerin ağırlıkları belirlenip CBS ile risk haritaları oluşturulmuştur.

Dere taşkın risk haritalarının oluşturulmasında CBS'nin kullanılması ve CBS ile taşkın risk analizinin yapılması çalışmasını Didem Özalp, İstanbul Tavukçu Deresini baz alarak gerçekleştirmiştir. 2009 yılında oluşan çalışmada, Bagcılar, Bakırköy ve Bahçelievler ilçelerine ait yükselti haritaları Coğrafi Bilgi Sistemleri aracılığıyla işlenerek ana akarsu ve kollarının su toplama alanı oluşturulmuştur. Çalışma alanının debi hesaplamaları yapılırken çeşitli yöntemler incelenmiş ancak bunların içinde İstanbul için kullanılması makul görülen rasyonel metod kullanılmıştır. Elde edilen akım ve yüzey modelleri HEC-RAS uygulaması ile işlenerek hidrodinamik model oluşturulmuştur. Nihai olarak toplanan bulgular vasıtası ile de risk haritaları meydana getirilmiştir.

Derya Öztürk (2009) CBS tabanlı sel ve taşkın duyarlılığı belirlenirken çok ölçütlü karar analizi yöntemlerini kullanmış ve Güney Marmara Havzasında sel ve taşkına karşı hassas alanlar belirlenmiştir. Güney Marmara Havzası (biga yarım adasıyla birkikte Çanakkale ilinin kuzeyi ve Balıkesir ilçesi Gönen'i kapsayan alan) içerisinde ve yakınında bulunan 49 adet DMİ ve 32 adet DSİ meteoroloji istasyonuna ait yağış verileri (Ek 1), 66 adet 1/25000 ölçekli raster-vektör STH, yükseklik verileri, vektör toprak haritaları, 18.08.2006 tarihli 6 adet ASTER-1B ve çalışma alanının ASTER görüntüsü olmayan küçük bir bölümü için 22.12.2003 tarihli 1 adet Landsat-7 ETM+ uydu görüntüsü, idari sınır ve merkezler ile taskın envanter bilgileri çalışmada kullanılan verilerdir. SCS yöntemi

vasıtasıyla taşkın analizi yapılıp AHS ile kriterlerin ağırlıklarını belirledikten sonra Çok Ölçütlü Karar Analizi yardımıyla sel ve taşkınlara duyarlılık tespiti yapılmıştır.

Orhan Bilen 2009 tarihinde taşkın mevsimselliklerini incelemiş ve çalışma alanı olarak Kızılırmak Havzasını belirlemiştir. Araştırmada havza üzerindeki 19 akarsu gözlem istasyonundan alınan veriler kullanılmıştır. Yönsel istatistik ve rölyatif frekanslar yöntemleri kullanılmış. Yönsel istatistik yönteminde her bir taşkın gerçekleşme günü yönsel bir değişken olarak ele alınıp yönsel ortalama ve varyans hesaplanmıştır. Devamında elde edilen bulgular ile istasyonlar arasıbenzerlik araştırması yapılmıştır. Rölatif frekanslar yönteminde ise gözlenmiş olan taşkınların tarihi ay ölçeğinde incelemeye alınmıştır. İki yöntemle elde edilen sonuçlara göre bölgeler arasında benzerlikler bulunmustur. Kızılırmak havzası içinde yapılan analizler sonucu havzada 3 benzer bölge tespit edilmiştir. İstasyonların taşkın bilgileri farklı zaman dilimlerine ayrılarak taşkınlardaki mevsimselliğin yıllar içerisinde nasıl değiştiği gözlenmiştir. Elde edilen bulgular Yeşilırmak için yapılan benzer bir çalışmanınkiyle kıyaslanmıştır. Kızılırmak havzasındaki taşkınlarda tespit edilen bu mevsimsel değişimin Yeşilırmak havzasındakiyle benzer bir özellik gösterdiği anlaşılmıştır.

Trabzon Değirmendere Havzasında taşkın analizini yapan İbrahim Uçar (2010) hidrolik model ve CBS vasıtası ile çalışmasını gerçekleştirmiştir. Sayısal yükseklik verisi ve bundan türetilen arazi modellemeleri, DSİ den anlık maksimum akım bilgileri, EİE den yıllık anlık maksimum akım değerleri çalışmada kullanılan verileri oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında önce; Normal, 2 Parametreli Log-Normal, 3 Parametreli Log-Normal, Log-Pearson Tip 3 ve Gumbel dağılımları yıllık maksimum akım değerlerine uygulanmış ve en uygun dağılımı bulmak için, Kolmogorov-Smirnov ve Ki-Kare testlerinden yararlanılmıştır. Uygulanan taşkın olasılık yöntemleri içerisinde en uygununun Log-Pearson Tip 3 olduğu belirlenmiş ve çalışmada kullanılmıştır. Arazi modelleri ArcGIS uygulaması ile işlendikten sonra HEC-RAS uygulamasında taşkın modelleri ile analiz edilmiş ve bulgularla taşkın risk haritaları oluşturulmuştur.

Hasan Özdemir vd. 2011 tarihinde Çanakkale Gelibolu ilçesinde bulunan Çokal barajının çökme ihtimalinde gerçekleşebilecek durumları ve taşkın risk analizini coğrafi bir perspektif ile değerlendimiştir. Bu doğrultuda 1/25000'lik topografik eş yükselti eğrileri ve sahada GPS cihazı ile üretilmiş sayısal yükseklik modeli , yüksek ve orta çözünürlükte

uydu görüntüleri, hidrolojik toprak verileri, 30 yıllık yağış ve akım verileri, kavakdere üzerindeki yapılara ait teknik özellikler ve arazi ölçümleri kullanılarak analizler tamamlanmıştır. CBS, Hec-GeoRAS ve HEC-RAS uygulamaları temelinde veriler oluşturulmuştur. Elde edillen bulgular göstermiştir ki oluşacak taşkın evreşe ovası ve buradan geçimini sağlayan insanlar için büyük zararlar ortaya çıkacaktır.

Boğluca (kayalı) deresindeki taşkın riskinin irdelendiği çalışma 2011 yılında Mehmet Engin Eren tarafından üretilmiştir. Çalışmada DMİ' den alınan standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri tablosu sayısal yükselti verileri kullanılmıştır. Autocad üzerinden oluşturulan havzaya ait TIN verileri yükselti modellemesini oluşturmuştur. DSİ Mockus, SCS (Soil Conservation Service) ve Snyder sentetik metodlara göre taşkın debileri hesaplanmıştır. En yüksek taşkın değerinin bulunduğu SCS modelinden elde edilen veri taşkın analizinde kullanılmıştır. Dere kesit durumlarının tahkikleri yapılarak en riskli bölge için taşkın haritası oluşturulmuştur.

Ersan Batur'un Meriç nehrinde gerçekleştirdiği taşkın alanlarının belirlenmesi çalışmasında uzaktan algılama ve CBS entegre bir biçimde kullanılmıştır. 2011 tarihinde kaleme alınan çalışmada Meriç Nehri'nde, 16 şubat 2010 tarihinde meydana gelen taşkın optik uydu görüntüleri kullanılarak incelenmiştir. Taşkın öncesine ait 03 Eylül 2009, taşkın dönemi için 19 şubat 2010 ve sonrası için 01 Mayıs 2010 tarihli Landsat TM (Thematic Mapper) görüntüleri kullanılmıştır. Taşkın öncesi sırası ve sonrasına ait uydu görüntülerindeki değişimleri inceleyip taşkın sonucu etkilenen alanları tespit edilmiştir. Uygulanan yöntemle tespit edilen taşkın alanından etkilenen tarım alanları DSİ XI bölge müdürlüğü – Edirne verileri ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucu %91 doğruluk oranı ile örtüşme gözlemlenmiş ve optik uydu görüntülerinin taşkın çalışmalarında kullanımının etkin sonuçlar sunacağı söylenmiştir.

L-moment metodu kullanılarak türkiyede taşkın frekans analizi çalışması 2011 yılında Neslihan Seckin, Tefaruk Haktanır ve Recep Yurtal tarafından kaleme alınmıştır. tüm türkiye üzerine yayılmış 543 AGİ istasyonundan alınan en az 15 yıllık gözlem süresinde kayıtları tutulmuş yıllık anlık maksimum akım verileri kullanılmış. Çalışmada taşkın frekans analizi L-moment yöntemiyle yapılırken homojenlik testi, uyumsuzluk ölçümü, hetorojenlik ölçümü, uyum derecesi ölçümü yöntemleriyle de diğer analizler yapılmıştır.

Giresun Pazarsuyu deresinde Çağla Melisa Kaya tarafından 2011 tarihinde taşkın risk analizi gerçekleştirilirken Coğrafi Bilgi Sistemleri ve uzaktan algılama araçları entegre bir formda kullanılmıştır. DSİ tarafından oluşturulan havzanın etrafından ibaret yükselti bilgileri kullanılmış uydu verisi olarak İKONOS 2008 uydu görüntüsü ele alınmıştır. Akarsuya ait hidrolojik veriler, 2212, 2237, 22-64, ve 2253 nolu akarsu gözlem istasyonlarının 1961 ve 2004 yılları arasında 43 yıllık akım verileridir. Meteorolojik veriler ise Bulancak DMİ istasyonunda, 1966-2000 yılları arasında kaydedilen yağış verileridir. Havzaya ait jeoloji, iklim ve arazi kullanımı ile ilgili veriler Giresun devlet su isleri müdürlüğü tarafından Pazarsuyu taşkın koruma planları için hazırlanmış raporlardan temin edilmiştir. Taşkın analizi JFLOW modeli aracılığıyla yapılmış yükseklik modelleri ArcGIS vasıtasıyla oluşturulmuştur. Simülasyon programı olan 2D Diffusion Wave Flood Model ile saatlik yağış durumuna göre taşkın simülasyonları yapılmıştır. Simülasyonlarla ortaya çıkan koşullardan taşkın risk haritaları elde edilmiştir. Taşkın risk haritaları ile uydu görüntüleri bindirilerek zarar görebilecek alanlara vurgu yapılmıştır.

Karun (İran) üst havzasında taşkın analizi, 2012 yılında Yasin Abdollahzademoradi tarafından yapılmıştır. 14 adet akarsu gözlem istasyonundan kayıt süreleri 18 ila 36 yıl arasında değişen akım verileri kullanılmıştır. 50, 100, 200 ve 500 yıllık dönüş aralıklarda taşkın değerini tahmin etmek için Normal, Log- Normal, üç parametreli Log-Normal, Gumbel, GEV, Pearson Tip III ve Log-Pearson Tip III dağılımları kullanılmıştır. Yapılan analizler içinde Log-Pearson Tip 3 dağılımı en uygun sonuçları vermektedir. Verilerin zaman değişimi ile artış ya azalışlarını araştırmak için Mann-Kendall trend analizi testi yapılmış, 0,05 anlamlılık düzeyinde hiçbir istasyonda olumlu veya olumsuz bir artış görülmemiştir. Açısal mevsimsellik analizi ve göreceli frekans analiz yöntemleri ile Mevsimsellik Analizi yapılmıştır İstasyonlarda gözlenen tüm taşkın tarihleri, ay bazında incelenmiş aylık dönemler, 30 günlük periyotlara dönüştürerek ayarlanmış frekans değeri hesaplanmıştır. Sonuç olarak yapılan analiz ve testlerle havzanın karakteristik özellikleri yıllara bağlı değişimleri ve mevsimsel ve rejim nitelikleri tespit edilmiştir.

Halil İbrahim Burgan ise Akarçay havzasında taşkın modellemesini 2013 yılında Coğrafi Bilgi Sistemleri aracılığıyla oluşturmuştur. Sayısal yükseklik bilgileri 1/25.000'lik haritalardan, hidrolojik veriler 11 adet DSİ istasyonundan alınmıştır. Çalışmada Afyonkarahisar merkez için gözlem istasyonlarından 2000 yılı sonrası ölçülen su yükseklikleri (m) ve akım (m3/s) (ortalama ve maksimum) verileri kullanılmıştır.

Meteorolojik veriler 12 DMİ istasyonundan elde edilmiştir. ArcGIS programında yararlanılarak havzanın fiziksel verileri oluşturulmuştur. Elde edilen veriler Surface-water Modelling System programı içerisinde yüzeysel ve sığ sularda başarılı sonuçlar veren FESWMS ve ADH modülleri kullanılmıştır. Analizler sonucunda birçok yerleşim yeri taşkın tehlikesi içermemekle birlikte akarsu yatağı çevresindeki bazı tarım arazisinin zarar görebileceği tespit edilmiştir.

Alaplı çayının sel ve taşkın analizi ise 2013 yılında Mehmet Emin Cihangir tarafından yapılmıştır. 1/25.000lik topografya haritaları Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'ndan toprak haritası bunlardan daha sonra toprak ve arazi kullanımı haritaları üretilmiş landsat uydu görüntüsünden bitki örtüsü haritası elde edilmiştir. Yükseklik modelleri CBS ile hazırlanmış. Sel ve taşkına etki eden faktörlerden eğim, bakı, toprak, bitki örtüsü, arazi kullanımı ve yükselti sınıflarının etki değerleri ele alınmıştır bunlar kendi aralarında değerine göre puanlandırılıp ağırlıklı çakıştırma uygulanmıştır. Ağırlıklı çakıştırma sonucu elde edilen haritalarda sel ve taşkın açısından havza alanının risk dereceleri tespit edilmiştir.

Emre Özşahin ve Çağlar Kıvanç Kaymaz (2013), Amik Ovası taşkınlarını değerlendirme altına alıp ovadaki taşkın riskinin bulunduğu bölgeleri belirtmişlerdir. Çalışmada materyal olarak, 1/25.000 ve 1/250.000 ölçekli topografya paftaları, Google Earth (KMZ) formatında 2012 tarihli Cnes/Spot Image uydu görüntüsü, 2012 yılı sel-taşkın tespit ve köy brifing raporlarından, Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) verilerinden ve telefon görüşmelerinden elde edilmiştir taşkın sonrası meydana gelen hasarlar gıda tarım hayvancılık müdürlüğünden alınmıştır. İki aşamalı olarak gerçekleştirilen çalışmanın yönteminin temeli, CBS kullanılarak elde edilen taşkın risk potansiyeli ve indeksi analiz modeline dayanmaktadır ilk aşaması taşkın risk potansiyelinin hesaplanmasıdır ikinci aşamasında ise taşkın risk indeksi hesaplanmıştır. Bulguların ışığında Amik Ovası'ndaki olası taşkın riskinin en fazla olduğu alanlar kuzey ve iç kesimlerinde bulunmaktadır. Ovadaki en riskli alanlar Hatay havaalanının batısı ve güneyi ile Kumlu ve Reyhanlı ilçe merkezlerinin çevrelerindeki kırsal alanlardır. Risk potansiyelinin düşük olduğu alanlar ise daha çok ovanın doğu kesimlerinde yayılış göstermektedir.

Madenli Havzasında sel ve taşkın riskinin ortaya konup yönetimiyle ilgili sonuçlar aktarılan çalışma 2013 tarihinde Murat Çakır tarafından meydana getirilmiştir. Çalışmada

sayısal yükselti modeli, eğim, bakı, toprak bilgileri, jeoloji, arazi kullanımı verileri belirli ağırlıklarla nitelendirilip ağırlıklı çakıştırma yöntemi ile taşkına duyarlı alanları tespit edilmiştir.

Demet Tek, İstanbul Kağıthane Deresinde CBS ve uzaktan algılama yöntemlerini kullanarak taşkın risk analizi meydana getirmiştir. 2013 tarihinde gerçekleşen bu çalışmada CBS ve uzaktan alıgılama yöntemlerinin eş güdümlü kullanılarak havzanın fiziki ve beşeri haritaları oluşturulmuştur. Analizlerde girdi veri olarak 1/1000 ölçekli 208 adet halihazır harita ve MTA'dan alınan jeoloji haritası kullanılmıştır. Yükselti eğim ve bakı bilgileri halihazırlarda bulunan yol kot verilerinden temin edilmiştir. Yine arazi kullanımı verileri de halihazır haritalarındaki takmanlardan elde edilmiştir. Havza karakteristiklerini yansıtabilmek için fiziki özellikleri ele alınmış arkasından çalışma alanının taşkını ektilediği ve taşkının etkileyeceği beşeri yapısı üzerinde durulmuştur. Temin edilen mataryeller Çok Kriterli Karar Verme Analizi yardımıyla harmanlanarak risk haritaları oluşturulmuştur. 58.11 km^2 olan çalışma alanının güney kesimindeki 8.4 km^2'sinin yüksek derece risk barındırdığı gözlenmiştir. Yüksek risk burunduran alanlar içinde kalan 13 mahalle, 20 cadde, 44 fabrika ve iş yeri, 4 adet lise ve 1 adet yükseköğretim kurumu bulunmaktadır.

Tekirdağ ilindeki kıyı havza karakteristiklerinin belirlendiği ve taşkın risk faktörlerinin tespit edilerek CBS veri tabanının oluşturulduğu çalışma M. Cüneyt Bağdatlı tarafından 2013 yılında gerçekleştirilmiştir. Merkez ilçe sınırları dâhilinde bulunan 12 adet dere ve bunların havzalarına ilişkin bilgiler araştırma kapsamında kullanılmıştır. Havza karakteristik özellikleri, Drenaj karakteristikleri, havza iklim özellikleri ve analizi, Yağış şiddet–süre–tekerrür ilişkilerinin analizi, Toprak özelliklerinin belirlenmesi, havza su verimleri Taşkın risk faktörlerinin belirlenmesi gibi veriler toplandıktan sonra CBS ortamında veri tabanının oluşturulmuştur.

Batman Çayının taşkın risk değerlendirmesi Hüseyin efe tarafından gerçekleştirilmiştir. 2014 tarihli çalışma HEC-RAS ve CAD programları temelinde yapılmıştır. Yükselti modeli AutoCAD Civil 3D programı ile yapılmış, toplam 165 adet enkesit oluşturulmuştur. Üretilen bu coğrafi verilerde 5, 10, 25, 50, 100, 500 yıllık tekrrür düzeylerinde oluşabilecek taşkın durumları incelenmiştir.

İstanbulda bulunan Ayamama Deresi Havzasında taşkın modellemesini 2014 tarihinde Ayşenur Bahçeci gerçekleştirmiştir. Çalışma doğrultusunda hidrolik ve hidrodinamik modellemeler oluşturulmuştur. Bu modeller havza modeli EPA SWMM "Environmental Protection Agency Storm Water Management Model" (Çevre Koruma Kuruluşu Yağmur Suyu Yönetim Modeli) ve WMS " Watersheed Modelling System" programları ile oluşturulmuştur. Her iki programla da farklı taşkın senayoları oluşturulmuş ve bunlar karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak iki uygulamanın birbirine göre üstün ve eksik yönleri kıyaslanmıştır. Ayrıca elde edilen bulgulardan taşkın risk verileri oluşturulmuştur.

Mine Tiryaki Çanakkale Merkez ilçeden boğaza dökülen Sarıçay'ın paleotaşkın analizi ve taşkın alanlarının belirlenip haritalandırıldığı çalışması 2014 tarihinde yapılmıştır. Akarsu kökenli çökellerin tespiti için 11 adet araştırma çukur açılmış sondaj verileri toplanmıştır. Buna ek olarak önceden yapılmış sondaj verileri derlenmiştir. Elde edilen bulgularla Sarıçay'ın 30-40 bin yıl öncesinden bu yana yatağının değişik KB-GD yönünden günümüzdeki D-B yönüne kanalize olduğu tespit edilmiştir. Sarıçay'ın geçmişten günümüze taşkın risk analizinin yapılması için optik uyarımlı lüminesans yaşlandırma yöntemiyle saha incelenmiş, bununla beraber arcgis üzerinden risk faktörleri sınıflandırılarak risk haritası oluşturulmuştur.

2015 tarihinde, Solhan Deresi Havzasının sel ve taşkın durumunu Ahmet Toprak yüksek lisans tezinde irdelemiştir. Bu doğrultuda uygulanan yöntemlerden ilki, birden fazla kriterin etki ettiği konularda karar verme mekanizması olarak kullanılan Çok Kriterli Karar Verme Analizidir. Bu analizi uygularken havzanın eğim, bakı, jeolojik özellikler, toprak özellikleri, bitki örtüsü ve arazi kullanımı olmak üzere parametre arasında ArcGIS yazılımının Spatial Analysis modülünün ağırlıklı çakıştırma aracı kullanılmıştır. Modül çalıştırıldığında girdi olarak sunulan bilgiler belirlenmiş ağırlıklar oranında etki göstererek çıktı bir harita meydana getirir. Bir ikinci yöntem ise havza morfometrisidir. Havza morfometrisi alansal çizgisel ve relief morfometrik özelliklerin, meydana gelen taşkınlarla ilişkisini ortaya koymaktadır. Havza morfometrisi uygulanırken eğim, bakı, havza rölyfi, engebelilik değeri, drenaj yoğunluğu, akarsu sıklığı, tekstür oranı, form faktörü, dairesellik oranı, uzama oranı, çatallanma oranı ve akım toplama zamanı hesaplanmıştır. İki yöntemle elde edilen bulgular değerlendirilerek taşkın riski altında olan muhtemel alanlar belirlenmiştir.

Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla Bitlis deresi taşkın risk analizi Muhammed Mustafa YAYLAK tarafından 2016'da tamamlanmıştır. Hidrolik ve hidrolojik verilere dayalı CBS kullanarak il merkezinden geçen Bitlis Çayının taşkın tahminleri yapılması amaçlanmıştır. Yetkili idarelerden temin edilen 1/5000 ölçekli halihazır haritalar ArcGIS yardımıyla sayısallaştırılıp havzanın sayısal yükseklik modelleri oluşturulmuştur. Akarsu üzerinde bulunan DSİ'ye ait iki AGİnin biri 1965 ve 1970 yılları arası aktif bulunmuştur. Bu istasyondaki 6 yıllık kayıt taşkın hesaplamasında doğru sonuçlar veremeyeceğinden yine aynı akarsu üzeirndeki 32 yıllık ölçüm süresine sahip E26A010 kodlu AGİ'nin gözlem verileri kullanılmıştır. Oluşturulan modeller HEC-RAS yazılımı kullanılarak taşkın haritaları haline getirilmiş ve farklı taşkın senaryolarına ait çıktılar değerlendirilip havza ile ilgili çözüm önerileri oluşturulmuştur.

Türkiye'nin en fazla yağış alan şehrinde taşkın riskinin belirlendiği makale Olgay Şen ve Ercan Kahya tarafından 2017'de kaleme alınmıştır. Rize ilindeki geçmişte de taşkınlar yaşanmış olan 10 adet küçük ve orta ölçekli havza çalışma alanında bulunmaktadır. Havzalara ait DSİ den temin edilen gözlem verileri, 100 yıllık taşkın senaryolarında modellenmiş ve olası risk alanları projekte edilmiştir.

Literatür taramaları bizlere göstermiştir ki Türkiye'de yüksek akım ve taşkın analizleri daha çok inşaat ve çevre mühendisliği tarafından ele alınmaktadır. Ancak bu çalışmalarda mühendislik uygulamaları üzerine yoğunlaşıldığından taşkın durumları daha çok yağış ve akarsu yatağı kapasitesiyle ilişkilendirilmiştir. Ancak daha önce de tanımlandığı gibi havza, üzerinde bulunan tüm dinamikleriyle etkileşim halindedir. Özellikle doğal afet olarak nitelendirilen akarsu taşkınları bağlı olduğu havzada bulunan neredeyse tüm coğrafi dinemiklerle etkileşim halindedir. Bir diğer deyişle yüksek akım ve taşkın gibi analizler ele alınırken havza üzerinde buna etki eden diğer faktörler de dikkate alınmalıdır. Aksi taktirde elde edilen sonuçların gerçekte yaşanabilecek bir afeti yansıtma payı düşük, hatta hatalı olabilmektedir.(Özdemir 2007(a, b, c); Öztürk, 2009; TÜBİTAK MAM, 2010; Bayazıt, 2003).

Çalışma konusu olan Kuzey Ege havzaları (Kara Menderes, Tuzla, Havran ve Bakırçay ve diğer irili ufaklı) için Havran çayı dışında (Özdemir 2007 a,b,c) akım karakteristiklerinin belirlenmesi, taşkın frekansı ve CBS yardımıyla taşkın risk alanlarının belirlenmesi konusunda literatürde herhangi bir araştırmaya rastlanılmadı.

İKİNCİ BÖLÜM
VERİ VE YÖNTEM

2.1. Veri

Araştırmada kullanılan veriler temelde; sayısal veriler, ikincil veriler (Hidrolojik ve meteorolojik) ve arazi çalışmalarından elde edilen bilgilerdir.

2.1.1. Sayısal Veriler

Çeşitli kaynaklardan toplanmış bilgisayar ortamında bulunan sayısallaştırılmış ve analizlerde büyük etkiye sahip olan verilerdir. Çalışma sahasına ait Harita Genel Komutanlığına ait 1/25000'lik paftalardan elde edilen sayısal yükseklik modellemeleri (SYM) sayısal verilerin temelini oluşturmaktadır. Buna ek olarak arazi kullanım modellemesi olarak Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından sağlanan Corine verileri kullanılmıştır. Corine verileri genel itibari ile Kuzey Ege Sularındaki arazi durumunu incelerken uygun görünse de taşkın risk analizinin yapıldığı örnek havzada yetersiz detay düzeyine sahiptir. Uydu görüntüleri ile tekrardan oluşturulan arazi kullanım modeli sonrasında saha çalışmalarında ESRI'nin ArcGIS ile uyumlu çalışan Explorer isimli mobil android programı ile doğrulanmış ve güncellenmiştir. Bu sayede arazi kullanımının realiteyi yansıtma payını arttırmıştır.

Başlangıçta havzaya ait 25 metrelik çözünürlüğe sahip yükselti modelleri kullanılmıştır. Havzaya ait yükseklik, eğim ve bakı bilgileri bu haritalardan oluşturulmuştur. ArcGIS programının ArcHydro modülü kullanılarak kuzey ege suları içinde bulunan havza ve alt havzalar, su toplama alanları, çatallanma dereceleri ve topografya yapısına göre oluşan akarsu yatakları oluşturulmuştur

Kuzey Ege Sularındaki genel topografik ve fiziksel özellikler yorumlanırken kullanılan bu veri taşkın risk analizi yapılması için yeterli detaya sahip olmadığı için 10 metrelik çözünürlüğe sahip DEM verileri temin edilmiştir. Ancak risk analizinde ele alınacak örnek havzanın orta alt bölümleri düşük eğim ve yükselti değerlerine sahiptir. Bu sebeple eğim ve yükseltinin az olduğu bölgelerde çok daha iyi sonuç veren ve ücretsiz olarak temin edilebilen ALOS Digital Surface Model (DSM) verileri tercih edilmiştir. Havza alanlarını yakalamada başarılı olsa da yükseklik değil yüzey modeli olduğu için yapıların yükseklik değerleri de ortaya çıkmaktadır. Bu durumun akım modellerinde yarattığı problem sebebiyle ALOS DSM verisi yapıları elimine edecek şekilde yeniden

modifiye edilmiştir. Böylece akarsu yatağı ve taşkın esnasında suyun yayılabileceği alanlar daha net bir şekilde gözlemlenmiştir.

2.1.2 İkincil Veriler (Meteorolojik ve Hidrolojik Veriler)

Çalışma alanında yer alan meteoroloji istasyonlardan günlük yağış verileri ve Akım Gözlem İstasyonlarından da günlük akım verileri kullanıldı. . İstasyon listesi Tablo 1.1 ve 1.2. de verildi. İstasyonlarda kaydedilen verilerden güvenilirliği/homojenliği kontrol edilmiş en uzun süreli veriler analizlerde değerlendirildi. Veriler Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü ve Devlet Su işleri Müdürlüğü'nden alındı.

İstasyon No	ICAO	İli	İlçesi	İstasyon Adı	OMGİ	Gözlem Türü	Enlem	Boylam	Yükselti (m)
18038		İzmir	Aliağa	Bozköy (OGM)	55	OMGİ	38.7175	26.9613	147
18039		İzmir	Kınık	Cenkyeri (OGM)	55	OMGİ	39.1608	27.4871	134
18040		Manisa	Soma	Soma	55	OMGİ	39.2148	27.6298	222
18044		Manisa	Merkez	Çakmak (OGM)	55	OMGİ	38.7077	27.2522	358
17111	BOZC	Çanakkale	Bozcaada	Bozcaada	211	Sinoptik - Günlü	39.8326	26.0728	30
17175	AYVL	Balıkesir	Ayvalık	Ayvalık	211	Sinoptik - Günlü	39.3113	26.6861	4
17180	DIKL	İzmir	Dikili	Dikili	211	Sinoptik - Günlü	39.0737	26.888	3
17671	EZIN	Çanakkale	Ezine	Ezine	211	OMGİ	39.7739	26.3456	73
17722	BURH	Balıkesir	Burhaniye	Burhaniye	211	OMGİ	39.4983	26.9755	20
17742	BERG	İzmir	Bergama	Bergama	211	OMGİ	39.1098	27.171	
17782	FCTS	İzmir	Foça	Foça Toprak Su	211	OMGİ	38.6856	26.7392	37
17787	ALIA	İzmir	Aliağa	Aliağa	211	OMGİ	38.7922	26.9682	27
17143	LTFD	Balıkesir	Edremit	ıkesir Koca Seyit H	MYD	OMGİ - Metar	39.5592	27.0253	19

Tablo 1.1.: Havza üzerinde bulunan DMİ istasyonlarının listesi.

ISTASYON NO	NEHİR ADI	İSTASYON ADI	AÇILIŞ TARİHİ	ENLEM (DDS)	BOYLAM (DDS)	YÜKSELTİ (m)
D04A017	KARINCADERE	REŞİTKÖY	1965	39.26.23	26.59.34	83
D04A031	EYBEK D.	ÇAMCI	1977	39.37.8	15792	80
D04A032	TUZLA Ç.	KORUBAŞI	1984	39.31.31	26.17.12	75
D04A035	KOCADERE	MİSVAK	1986	39.39.51	26.27.1	135
D04A036	ZEYTİNLİ Ç.	ZEYTİNLI	1988	39.37.1	26.57.11	35
D04A039	BEZİRGANLAR Ç.	KAYSER	1997	39.54.8	24.41.11	140
D04A052	KIŞLA D.	DEREOBASI	2005	39.31.4	41939	208
D04A054	KOCADERE	MUSACALI	2005	39.32.44	27.13.47	90
D06A053	ILICA DERESİ	SARICALAR	2005	39.13.3	27.27.24	90
E04A010	YAĞCILI Ç.	YAĞCILI	1980	39.20.15	27.38.19	210

Tablo 1.2.: DSİ tarafından işletilen Kuzey Ege Havzaları sınırları içindeki analizlerde kullanılan AGİ listesi.

2.1.3 Arazi Çalışmalarından Elde Edilen Bilgiler

Çalışma alanının detaylı bilgilerinin edinilebilmesi ve Akarsu Gözlem İstasyonlarının (AGİ) lokasyon özelliklerini gözlemlemek amacıyla 3 arazi çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmaların ilk ikisinde Kuzey Ege Sularında ölçüm yapan AGİ'ler sahadaki konumlarında incelenmiştir. Son çalışmada ise taşkın risk analizi yapılacak Zeytinli

havzasında arazi kullanım bilgileri toplanmış, taşkın yatağı olarak tespit edilen alanlar incelenmiş, sahadaki ve verilerdeki uyumsuzluklar giderilmiştir. Böylelikle analizde kullanılan verilerin gerçekliği yansıtma payı yükselmiştir.

Yapılan ilk iki arazi çalışmasında sırasıyla Kayser, Misvak, Korubaşı, Zeytinli Çamcı, Havran baraj çıkışı, Dereobası istasyonları incelenmiştir. İstasyonların çevresinde büyük oranda beşeri müdaheleler tespit edilmiştir. Tarım, rekreasyon alanları, şehirleşme gibi farklı etkiler tarafından ölçümleri yanıltabilecek unsurlar dolaylı olarak analizlere de etki etmektedir. Bezirganlar çayı üzerindeki Kayser istasyonu 1997 tarihinden beri ölçüm yapmaktadır. Çayın, Bezirganlar köyü içinde kalan kısmında köprü üstünde kurulan istasyonun hatalı bir konumda olduğu görüldü (Şekil 2.1 a). Akarsuyun dirsekyaptığı noktada konumlanan istasyon köşe noktalardaki eğim sebebiyle normal potansiyelinden fazla ölçüm yapmaktadır. Bununla birlikte akarsu kanalının istasyon çevresindeki kısmında şiddetli bozulmalar ve müdaheleler tespit edilmiştir.



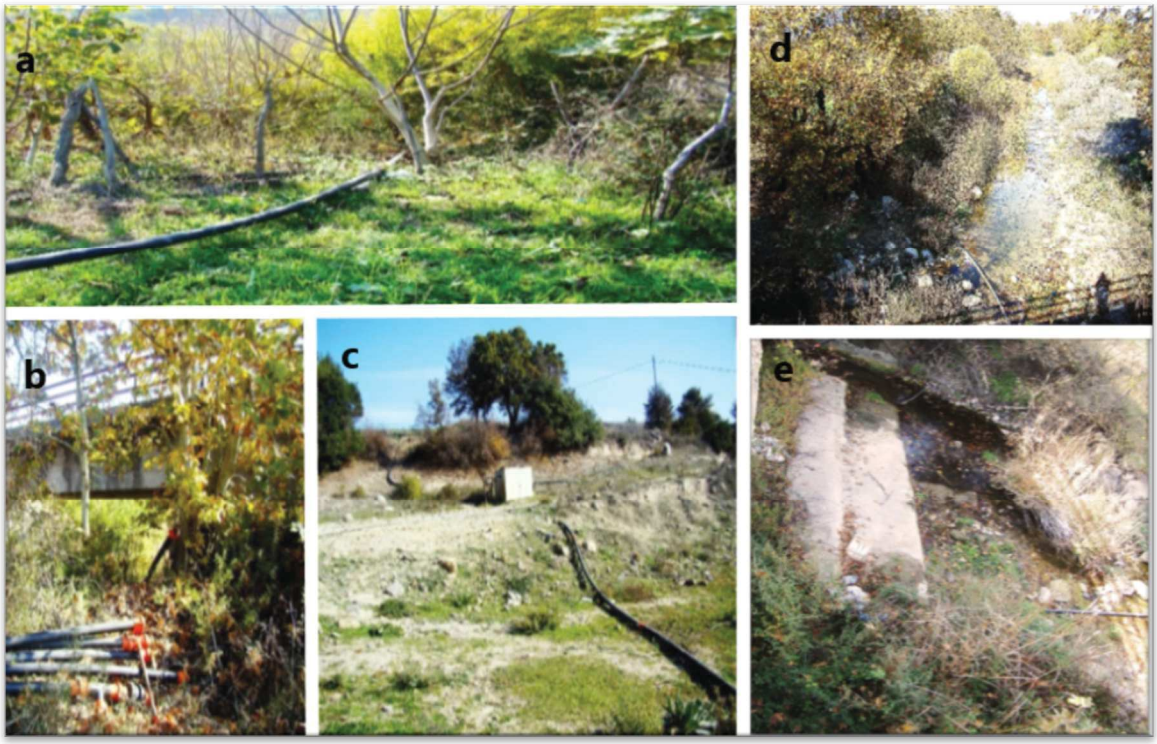
Şekil 2.1.: Bezirganlar Çayındaki Kayser istasyonunun konumu ve çevresi. (a: limnigrafın bulunduğu köprü ve çevre, b-c: kanal içi vejetasyon, d: ölçüm istasyonu civarındaki betonarme müdahele)

Ayrıca akarsuyun bir süredir kuru olmasından kaynaklı kanal içi vejetasyon gelişimi göstermiştir(Şekil 2.1 b,c). İncelemenin devamında istasyon yakınındaki köprü ayakları ve çevresinde akarsunun yatağının betonarme müdahele ile değiştirildiği ortadadır (Şekil 2.1 d). Akarsu yatağındaki bozulmalar zamana bağlı olarak oluşan kendi doğal bozulumu, liperal zondaki bitki örtüsünün yarattığı bozulmalar ve insani etkilerle yaşanan bozulmalar olarak 3 grupta olduğu gözlenmiştir. Bu akarsuda daha önce 2007 ve 2012 tarihlerinde şiddetli taşkınlar olduğu yöre halkı tarafından öğrenilmiştir. Taşkında köyün büyük kısmının su altında kaldığı hatta köy camisinin kullanılamaz duruma geldiği bilgileri alınmıştır (Şekil 2.2 a, c). Fotoğrafta işaretlenen ahırın çatısındaki renk farklılığı bahsedilen taşkın zamanında hasar gördüğü için olduğu öğrenilmiştir (Şekil 2.2 b).



Şekil 2.2.: Taşkın zamanında hasar gören alanlar. (a ve c: yaşanmış taşkın esnasında zarar gören camiden kareler. b: yaşanmış taşkından zarar görüp işaretlenen ev.)

Misvak istasyonunda da limnigraf köprünün üstüne konumlandırılmıştır. Köprüler akımı yavaşlatma etkisi gösterdiğinden bunu nötrlemesi amacıyla kanal içi yükseltme seti (seki) yapılmıştır (Şekil 2.3 e). Kanal içinde şiddetli vejetasyon gelişimi tespit edildi(Şekil 2.3 d). Ölçüm istasyonunun bulunduğu konumda tarım amacıyla su çekimi yapıldığı gözlendi. Su boruları (Şekil 2.3 a ve b) aracılığıyla taşınan su civardaki pompalarla aktarılmaktadır (Şekil 2.3 c).



Şekil 2.3.: Misvak İstasyonu ve çevresi.(a ve b: Akarsu yatağından su çekmede kullanılan borular, c: su tahliye pompası d:akarsu yatağındaki bitkisel gelişim seki.)

Korubaşı istasyonu diğer istasyonlardan farklı olarak daha doğal bir yapıda bulunmuştur. Kanaldaki bozulmalar akarsuyun doğal süreciyle meydana gelmiş durumlardır. Kanal içinde vejetasyon gelişimi tespit edilmiştir. Havzası ve beslenme alanı nispeten geniş olduğundan debisi iyi durumdadır (Şekil 2.4). Ancak her istasyon çevresinde olduğu gibi az da olsa beşeri kaynaklı kirlilik problemleri gözlemlenmiştir. Civarda yaşayan halkın evsel atıkları ve plastik atıklardan oluşan bu kirlilik unsurları özellikle yerleşim yerlerine yakın alanlarda yoğunlaşmıştır. Akım ölçümünü yapan limnigraf konumu ise oldukça isabetli seçilmiş ve akımı düzgün yansıtabilecek potansiyeldedir.



Şekil 2.4: Korubaşı istasyonu ve çevresi.

Kavlaklar ve Avcılar Köyleri arasındaki Manastır Çayı'nda bulunan gözlem istasyonu için kurulduğu dönemde beşeri faaliyetlerden uzak ölçüm için uygun bir lokasyon tercih edilmiştir. Ancak 2000 tarihinden itibaren işletimde olan maden suyu dolum tesisi istasyonun ölçüm yaptığı alan boyunca kanal üzerinde müdahelede bulunmaktadır(Şekil 2.5).

Yatağın sol tarafını yaklaşık 300 metre boyunca betonarme set ile dolduran işletme setten itibaren tesis alanı olarak kullanmaktadır. Buna ek olarak istasyonun hemen önünde, tesise girişin yapıldığı kısımdan akarsu yatağına beton dökümü yapılmıştır. Akımın doğallığını etkileyen bu beton zemin, çay içinden geçerek tesise girişi sağlamaktadır. İstasyon etrafındaki kanal yapısında tamamiyle beşeri müdaheleler doğrultusunda bozulmalar meydana gelmiştir.



Şekil 2.5.: Manastır Çayı istasyonu ve maden suyu dolum tesisi.

İstasyon civarında akım hızlı bir biçimde gerçekleşmektedir. Kanalın içinde vejetasyon gelişimine pek rastlanmamakla beraber yatağın etrafında bitki örtüsü gür bir biçimde devam etmektedir. Manastır istasyonu Kuzey Ege Havzalarında, çevresinde beşeri müdahelenin en fazla olduğu ölçüm alanlarından biri olarak tespit edilmiştir.

Zeytinli Çayı Havzasında bulunan ve Zeytinli Köyünün doğusunda kalan istasyon en çok beşeri müdahele gören istasyonlardan biridir. Kanal kirliliği ve akarsu yatağının doğal yapısının deforme edilip beşeri unsurlar ile değiştirilmesi dikkat çekmektedir. Ölçüm alanının çevresi tamamiyle rekreasyon alanlarıyla çevrilmiştir. İşletmeler ve burada piknik yapan insanlar tarafından kirletilen havza aynı zamanda oluşturulan mini setler yüzünden doğal akımında akamamaktadır. Oluşturulan setler sebebiyle göllenmeler meydana gelmiş ve akım durgunlaşmıştır (Şekil 2.6c). Aynı zamanda akarsu yatağının sağlı sollu betonarme duvarlarla devam ettiği kısımlar mevcuttur. Akarsu yatağında bol miktarda vejatasyon gelişimi tespit edilmiştir(Şekil 2.6a ve b. Bunlara ek olarak çevrede yaşayan insanların atık ve malzemelerinden katnaklı kirlilik hem kanalın doğal yapısını bozmakta hem de olası bir taşkın durumunda kanal tıkayıcı rol oynayabilecek potansiyeldedir (Şekil 2.6d).



Şekil 2.6.: Zeytinli İstasyonundaki çevresel sorunlar.

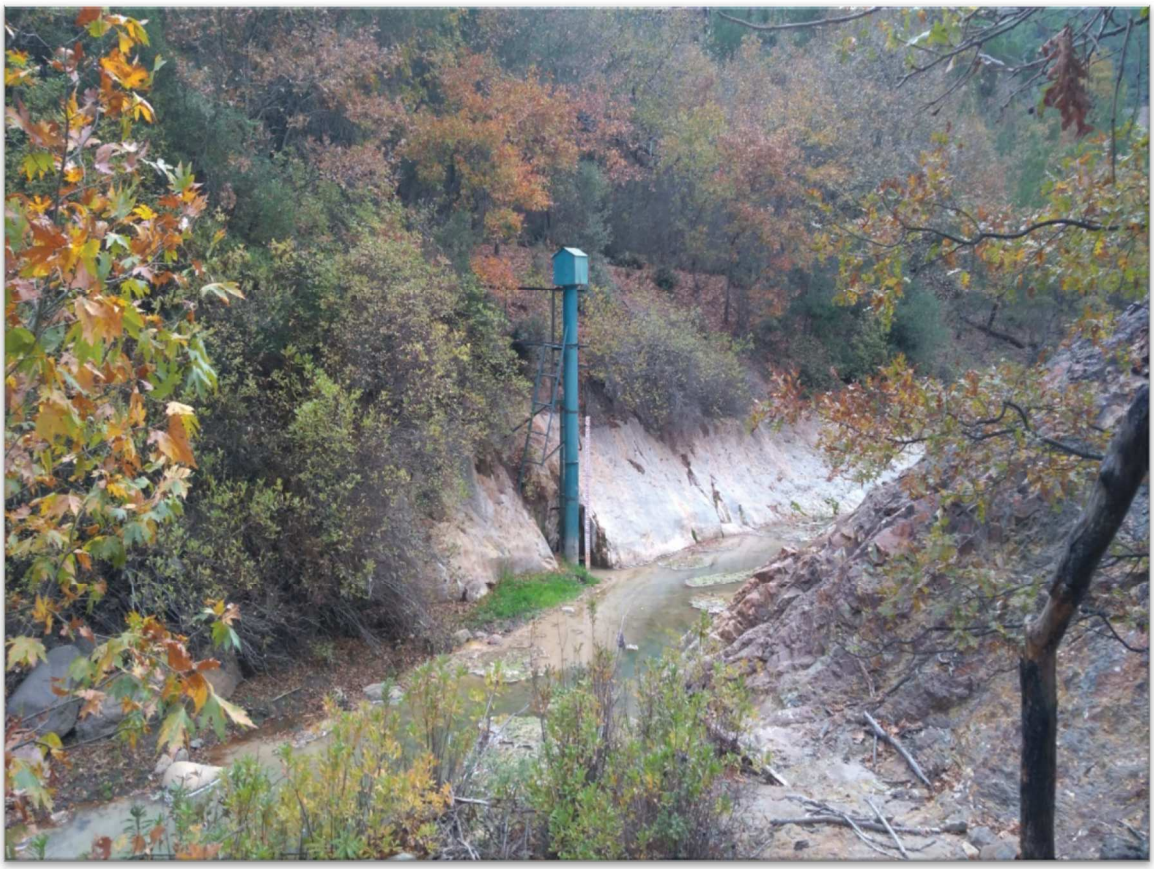
Çamcı istasyonu Edremit ilçesinin çamcı köyü civarındaki zeytinliklerle çevrili bir konumda bulunmaktadır. İstasyon çevresinde zeytin tarımı dışında pek fazla beşeri etken bulunmamasına karşın kanalın iç kısmı büyük ölçüde müdehale görmüştür. Hatta arazi çalışmalarıyla gözlenen istasyonlar içinde en yapay görünüme sahip olan istasyon olduğu söylenebilir. Ölçüm alanında akarsu yatağı neredeyse tamamen betonarme bir formda karşımıza çıkmaktadır. Bölge halkından ve DSİ'den alınan bilgiye göre bölgede baraj yapımı planlanmaktadır. Arazi çalışması esnasında iki istasyon tespit edilmiştir ancak eski olan istasyon yetersiz akım olduğu için fazla kenarda kalmış ve akım gözlemi vasfını kaybetmiştir. Debisi azalan akarsuyu, 50 metre kadar ilerisindeki yeni istasyon önünde beton set ile yatağın sağ tarafına yönlendirip oradan ölçüm alınmıştır. Bu işlem yapılırken söz konusu akarsu yapay bir kanalda ve müdehale görmüş hızı ile ölçülmektedir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7: Çamcı İstasyonunda suyu yönlendiren set ve hız kazanmasını sağlamak için oluşturulan sekiler.

Havran baraj çıkışı isimli istasyon baraj seti sebebiyle kaldırılmıştır arazi çalışması yapıldığı dönemde barajdan akarsu yatağına su salımı yapılmamaktaydı.

Balıkesir'in Havran ilçesine bağlı köylüce hamallesine 3.3 km uzaklıktaki Kışla deresinde Dereobası istasyonu doğal pozisyonunu koruyan ölçüm alanlarından biri olarak göze çarpmıştır. İstasyon civarında tarım alanı tespit edilememiştir. Yerleşim yerleri ile de belirli bir mesafeye sahip olan istasyonda akarsuyun doğal aşınım süreçlerinden kaynaklanan bozunma dışında bir problem bulunmamıştır. Kanal içi vejetasyonlar oluşmuştur. Düşük oranda civar köylerden gelen evsel atıklar dışında kirlilik tespit edilmemiştir. Debiye müdehale edebilecek beşeri bir yapı veya yapılaşma bulunmamaktadır. İstasyonun konumu akarsuyun doğal akışını tespit edebilecek şekilde konuşlandırılmıştır (Şekil 2.8).



Şekil 2.8: Dereobası istasyonu.

Burhaniye İlçesinin Bahadınlı Köyünden geçen Karadere Çayı, Kuzey Ege Havzalarının Doğusunda bulunmaktadır. Akım ölçümünü yapan limnigraf Bahadınlı Köyünün güney çıkışındaki köprüde bulunmaktadır. İstasyon etrafında beşeri faaliyetler sebebiyle oluşan kirlilik göze çarpmaktadır. Olası bir taşkın durumunda akarsu yatağı boyunca dizilmiş beşeri unsurlar (ev, ahır vb.) kanala oldukça yakın pozisyondadırlar. Akarsu yatağı çevresinde tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin oluşturduğu baskı, ölçümü ve akımı etkilemektedir. Akım ölçümlerinin yapıldığı istasyon çevresi doğal dokusunu kaybetmiştir. Akarsu yatağı çevresinde limnik zonun yoğun bir gelişim gösterdiği tespit edildi. Akarsuyun doğal aşınınmı dışında beşeri etmenler yüzünden kanal bozulması gözlemlendi. Ölçüm alanında sekiler akımı önemli ölçüde hızlandırmaktayken köprü sebebiyle yatak formunda değişimler gözlenmiştir. Söz konusu köprünün akarsu yatağının ortasındaki ayağı 1.5 metre genişliğindedir (Şekil 2.9).



Şekil 2.9: Karadere Çayı istasyonu ve çevresi.

Balıkesir'in Burhaniye ilçesine 8.3 km, Şarköy mahallesine ise 6 km mesafede, güney istikametinde bulunan istasyon, Karınca Çayının ölçümünü yapmaktadır. Kanal yapısı ölçüm alanı civarında köprü ve sekiler sebebiyle beşeri müdahele görmüştür. Ölçüm alanı dışında da sık sık sekiler ve betonarme yapılarla müdahale gören akarsu yatağının içinde vejetasyon gelişimi söz konusudur. İstasyon etrafında zeytincilik faaliyetlerinin yarattığı baskı ve kirlilik dikkat çekmektedir. Ölçüm alanı civarında kirlilik evsel atık, zirai atık ve moloz yığınları olarak nitilendirilebilir. İstasyon etrafında şehirleşme veya buna bağlı bir etki bulunmamasına rağmen doğal dokusunu yitirmiştir. Bunlara ek olarak yer yer zirai kulllanım amacıyla akarsu yatağından su kullanımı tespit edildi (Şekil 2.10).



Şekil 2.10: Karınca Çayı ölçüm istasyonu ve çevresi.

İlk arazi çalışmaları bizlere göstermiştir ki DSİ'ye ait istasyonların ölçüm yaptığı alanlar büyük oranda beşeri müdahele etkisindedir. Hemen her gözlem istasyonunda tespit edilen bu müdaheleler hem akarsuyun doğal dengesini bozmakta hemde yanlış ölçümlere sebebiyet vermektedir. Doğallığını koruyabilen istasyonlar daha çok yerleşim ve tarım alanlarndan uzakta konuşlandırılmış istasyonlardır. Bilimsel anlamda daha doğru analizler yapıp daha net sonuçlar elde edilebilmesi için ölçüm istasyonlarının daha gerçekçi sonuçlar verecek yerlerde bulunması gerekmektedir. Ayrıca ölçüm istasyonlarının çevresinin bakımı düzenlenmesi ve temizliği en önemli tedbirlerdendir.

Tüm bunlara ek olarak taşkın risk analizi yapılacak olan Zeytinli çayı havzasında ilave bir arazi çalışması daha yapılmıştır. Bu çalışmada diğerlerinden farklı olarak arazi kullanımı bilgileri kontrol edilirken, ESRI firmasına ait ArcGIS programıyla entegre çalışabilen Explorer adlı mobil uygulama kullanılmıştır (Şekil 2.11) . Daha önce uydu görüntülerinden sayısallaştırılan arazi kullanım verileri sahada da onaylanmış yada güncellenmiştir. Bu şekilde toplanan verinin hassasiyeti ve doğruluğu en üst düzeye çıkarılmıştır. Zeytinli Çayının taşkın alanı sınırlarında kalan arazi kullanım modellemesi bu yöntemle tek tek irdenmiş ve doğrulanmıştır. Güncelliğini yitirmiş uydu görüntülerinden oluşturulan arazi kullanım verileri parça parça yeniden revize edilmiştir. Böylelikle alt havzaya ait tüm arazi kullanımı verileri gerçeğe en yakın hale getirildi.



Şekil 2.11: Explorer uygulamasında arazi kullanım verisinin bir kısmı.

2.2. Yöntem

Bu çalışmada kullanılan yöntemler; rejim özellikleri üzerinde uygulanan kümeleme analizi, yüksek akım analizi (debi süreklilik analizi ile), korelasyon analizleri, taşkın frekans analizi ve taşkın risk analizi olarak belirtilebilir.

2.2.1. Kümeleme Analizi

Kümeleme analizi yöntemi temelde belirli veri grupları içinde benzer özellikler gösterenlerin gruplandırması amacıyla uygulanır. Cluster analizi olarak da adlandırılan yöntemde veri dizileri içinde birbirine yakın karakterde olanlar kümelendirilerek doğal gruplamalar oluşturulur. Tek bağlantılı kümeleme, tam bağlantılı kümeleme, ortalama bağlantılı kümeleme ve Ward yöntemi gibi hiyerarşik yaklaşımlar ile K aracı gibi hiyerarşik olmayan yaklaşımlarla oluşturulmuş pek çok kümeleme yöntemi bulunmaktadır(Şahin, 2013: 42-47). Bu çalışmada ise SPSS uygulaması aracılığıyla Ward kümeleme metodu kullanıldı ve istasyonların mevsimsel rejim özellikleri ve rejim büyüklükleri gruplara ayrıldı. Birbirine yakın mevsimsel rejim özellikleri gösteren istasyonlar ile rejim büyüklüğü gösteren istasyonların ayrı ayrı kümeleri oluşturuldu ve gruplandırıldı. Oluşturulan gruplar haritalandırılarak alansal dağılımı incelendi.

2.2.2. Yüksek Akım Analizi (Debi Süreklilik Analizi)

Debi süreklilik eğrisi/analizi yöntemiyle, akarsu akımlarındaki yüksek akım analizi gerçekleştirilebilir. Debi süreklilik eğrisi, bir kümülatif frekans eğrisidir ve akarsuda belirli bir akımın eşit veya aşmış olacağı zaman yüzdesini gösterir. Aşma olasılığı aşağıdaki gibi hesaplanır(P) (Hubert, 1997: 10-11):

$$P = 100 * [M / (n + 1)]$$

P = belirli bir akımın eşit olma ve aşma olasılığı (% zamanın yüzdesi)
M = Sıra numarası
n = Toplam olay sayısı (365)

Bu çalışmada eşik değer olarak, Q10 eşik değerinin altında kalan günler farklı eşik değerlerle temsil edilen "yüksek akımlı gün" olarak değerlendirildi; yani gözlem zamanının %10'unda gözlenen yüksek akımlar ortaya konuldu. "Düşük Akım" ve "Yüksek Akım" terimleri bir akarsuyun akım rejimi tanımlaması dahilinde kullanılan ve akımların ortalama yıllık döngüdeki salınımlarını ortaya koyan kavramlardır. Bölgesel iklimle ilişkili olan bu süreçlerden düşük akım dönemlerinin yıl-içi ve yıllar-arası değişkenliği hidrolojik kuraklık sinyalleri verebilirken (süre-frekans ve ısrar bileşenleriyle), yüksek akım dönemleri de taşkın dönemlerine ilişkin öngörü sağlayabilir. Çalışma alanında yüksek akım analizi kapsamında en doğru sonuçların %10'luk değerin üstünde kalan akımların verdiği tespit edildi. %5'lik akım eşiği (Q5) nadir olarak görülen, ekstreme yakın değerleri temsil etmektedir. %20'lik eşik (Q20) ise akarsuların normal debiye yakın değerleri de yüksek akım olarak göstermektedir. %10'luk eşik değerinde kalan günlerin incelenmesi ise havzanın yüksek akım karakteristiğini daha doğru yansıtmaktadır. Bu sebeple istasyonlardan alınan verilerin analizinde %10'luk eşik değerinin üstünde kalan günler tespit edilmiş ve zamana göre değişimi incelenmiştir. Buna ek olarak yıl içinde maksimum 10 günlük debi ve maksimum 30 günlük debiler tespit edildi. Böylece yıl içinde en yüksek 10 ve 30 günlük akım durumları ortaya çıkmıştır. Bulguların zamana bağlı değişimleri irdelenip havzanın yüksek akım karakteristiğindeki değişimler gözlenmiştir.

2.2.3. Korelasyon Analizleri

Yüksek akım eşik değerlerinin yıllar arası değişimini belirlemek için korelasyon analizlerinden yararlanılacaktır. İki rasgele değişken arasındaki ilişkinin doğrusal olması halinde bu ilişki için en çok kullanılan ölçü birimi korelasyon katsayısıdır (Bayazıt, 1996). İstatistikte çeşitli şekillerde korelasyon hesaplaması yapılabilmekte olup "Pearson", "Kendall's tau-b" ve "Spearman" korelasyon hesaplamaları en yaygın kullanılanlardır. Hangi korelasyon katsayısının kullanılacağını parametrik testlerde olduğu gibi bazı

varsayımlar belirler. Değişkenlerin normal dağılım gösterdiği, değişkenlerin sürekli olduğu, veri grubunda uç değerlerin bulunmadığı ve örnek hacminin yeterli olduğu ($n \geq 10$) durumlarda.0 Pearson korelasyon katsayısı, bu varsayımların yerine gelmediği durumlarda Sperman-rank korelasyon ya da Mann-Kendall sıra korelasyon katsayısından yararlanılması daha doğrudur (Mendeş, 2012: 177-267).

2.2.3.1 Mann Kendall (M-K) Testi

M-K testi parametrik olmayan, klimatolojik ve hidrolojik zaman serilerindeki doğrusal olmayan eğilimlerin tespitinde sıklıkla kullanılan güçlü bir trend testidir. Detaylı bilgi için Türkeş (2012) ve Türkeş vd. (2009: 1059-1060) kaynaklarına başvurulabilir. Test, sonuçları grafiksel olarak ifade ederken trendin başlangıç noktasını da belirleyebilmektedir. Çalışmada bu metot, akım verilerine (ortalama, maksimum ve minimum akımlar) ilişkin zaman dizilerine uygulandı.

2.2.3.2 Spearman Rho Testi

İki gözlem serisi arasında anlamlı bir korelasyon olup olmadığını belirlemek amacıyla kullanılan Spearman Rho testi, sıra istatistiklerine dayanmakla birlikte lineer trend varlığının araştırılmasında hızlı ve basit bir metottur. Çalışmada bu metot, hem akım verilerine (ortalama, maksimum ve minimum akımlar) hem de debi süreklilik analizi ile elde edilecek üç farklı eşik değerli yüksek akımlara ilişkin zaman dizilerine uygulanacaktır (Robson vd., 1998: 167-169).

2.2.4. Taşkın Frekans Analizi

Risk analizi çalışmalarında taşkın frekans analizi önemli bir yere sahiptir. Frekans analizlerinde tekrarlama sıklıkları, olasılık dağılışlarını kullanılarak ve olayın maksimum büyüklüğüyle ilişkilendirilerek elde edilir (Chow vd., 1988; Benson, 1968; Şen, 2012). Taşkın frekans analizi gelecekteki taşkınların, geçmişte meydana gelmiş taşkın kayıtlarına bağlı olarak tahminlerini ortaya koyar. Ayrıca kaydedilmiş maksimum akımın meydana geldiği taşkın dönemlerine ait akım verileri kullanılarak değişik dönemlerdeki tekrarlama sıklıklarındaki akım değerleri de hesap edilebilmektedir. Bundan dolayı, analiz için geçmiş yıllara ait kayıtlar ne kadar fazla olursa güvenilirliği o derece artmaktadır (Seyfried ve Wilcox, 1995; Özdemir, 2007a). Literatürde en çok kullanılan 2 yöntem olan Gumbell

dağılımı ve Log Pearson Type 3 dağılımı aşağıda açıklanmıştır. Bu iki yöntemle Kuzey Ege havzaları ve alt havzalar için taşkın frekansı hesaplanacaktır.

2.2.4.1 Gumbel EV (Extreme Value I) Dağılımı

Hidrolojik değişkenlerin dağılış hesaplamalarında belki en önemlisi Ekstrem Değer dağılımıdır (Gumbel, 1958: 75-111). Gumbel dağılımı olarak da bilinen dağılım, yıllık ekstrem akım değerlerine bağlı bir istatistiksel metot olup,

$X_T = X + K * \sigma$

formülüyle hesaplanır (Gumbel, 1958; IACWD, 1982; USACE, 1993). Formülde yer alan;

XT = T tekrarlama sıklığındaki değişim değeri

X = Değişimin ortalama değeri

K = Sıklık faktörü katsayısı

σ = Örneklerin standart sapmasıdır.

Sıklık faktörü olan K'yı bulmak için;

$$K = \frac{y_T - y_n}{S_n}$$

formülü kullanılır. Formülde yer alan y_n, indirgenmiş ortalama değer olup ele alınan yılların sayısına bağlı olarak değişiklik gösterir (Subramanya, 1997). S_n değeri ise indirgenmiş standart sapma değeri olup bu da yıllara bağlı olarak değişiklik gösterir. (Subramanya, 1997). Formülde yer alan y_T ise indirgenmiş değişken değeri olup,

$$y_T = -(LN * LN \frac{T}{T-1})$$

formülüyle hesaplanmıştır. Formülde yer alan T, tekrarlama aralığı olup, LN ise doğal logaritma değeridir (Özdemir, 2007a:151-152).

2.2.4.2 Log Pearson Tip 3 Dağılımı

Log Pearson Tip 3 de (LPT3) Gumbel EVI gibi yıllık maksimum akım verilerine uygulanan istatistiksel bir teknik olup, akarsular üzerinde farklı aralıktaki taşkın sıklıklarını tahmin etmede kullanılır. Bu dağılımda kullanılan 3 parametre vardır. Bunlar akım verilerinin logaritmalarının ortalaması, standart sapması ve çarpıklık değerleridir. LPT3 için kullanılan formül; aşağıdaki gibidir (IACWD, 1982; USACE, 1993:3-1; Rao ve Hamed, 2000).

$$Z_T = logx + k * \sigma_{logx}$$

Formülde yer alan,

log$x$ = Yıllara ait akım verilerinin logaritmalarının ortalama değerleri,

K = Taşkın sıklık faktörü katsayısı olup çarpıklık (Cskew) ve tekarlama aralığının (T)

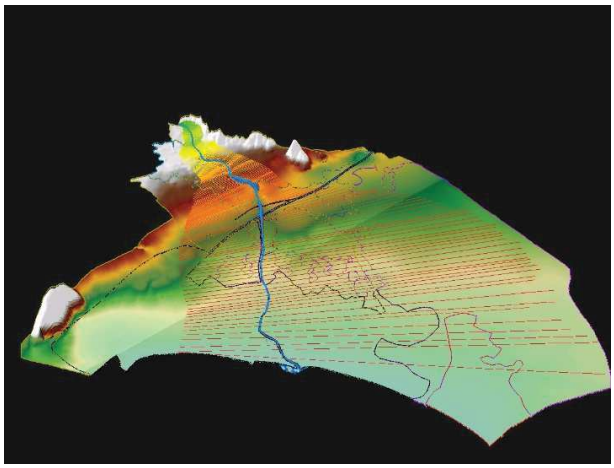
bir fonksiyonudur,

σ_{logx}= Yıllara ait akım verilerinin logaritmalarının standart sapma değeridir.

2.2.5. CBS ile Taşkın Risk Analizi:

Risk, belirli bir olaydan dolayı, insan kayıpları, yaralanmalar, yapıların zarar görmesi ve ekonomik özelliklerin ve çevrenin zarar görme ihtimali olarak değerlendirilmektedir (UNDP, 2004). Riskin bu tanımına bağlı olarak formülize etmek için genel olarak iki temel element kullanılmış olup risk, "*Hazard (Tehlike) x Vulnerability (Zarar Görebilirlik)"* şeklinde ifade edilmiştir (UNDP, 2004: 29-40; UN/ISDR, 2004).

CBS taşkın riskinin belirlenmesinde giderek kullanımı artan ve çeşitlenen bir araçtır (Özdemir, 2007a; Özcan, 2007; Öztürk, 2009; Kaya, 2012; Bağdatlı, 2013). CBS ArcGIS yazılımı ve HEC-RAS uygulaması yardımıyla yapılacak olan taşkın risk analizinde de amaç havzanın taşkın afetine karşı zarar görebilirliğini çok kriterli bir yaklaşımla ortaya koymaktır. Burada önerilen çok kriterli yaklaşım için pek çok parametrenin oluşturulacağı katmanlardan yararlanılmıştır. HEC-RAS ve ArcGIS'in birbirleriyle iyi bir entegrasyona sahip olduğu daha önce yapılmış çalışmalarda ispatlanmıştır. Bu doğrultuda risk analizinin bel kemiği olan bu iki uygulama gerekli veri ve konfigürasyonlar sağlanarak bu çalışmada da birlikte koşturulmuştur.



Şekil 2.12.: Hec-GeoRAS yardımı ile ArcGIS üzerinde oluşturulan havza bilgileri verisi

Toplamda 288 adet en kesit (cross section) oluşturulmuştur. Akarsu yatağı (banks) uydu görüntüleri ile meydana getirilmiş, muhtemel taşkın sahası (flowpaths) izohips ve eğim bilgileri yardımıyla çizilmiştir. ArcGIS'de oluşturulan bu veriler analiz edilmek üzere HEC-RAS'ın kullanacağı formata çevrilmiştir (Şekil 2.12).

HEC-RAS uygulamasında havzanın geometrik verileriyle hidrolik verileri birleştirildi. Bu yapılırken havzanın 5, 10, 25, 50, 100 ve 200 yıllık tekerrür dönemlerine denk gelen taşkın debi miktarları tanıtıldı. Nihayetinde belirli zaman simülasyonları ve geometrik modeli barındıran uygulamada analiz çalıştırıldı.

Ramsbottom vd. (2003: 1-19) göre taşkınların insanlar üzerindeki etkisine ait tehlike derecelendirmesi taşkın derinlik (d) ve hızının (v) bir fonksiyonu olarak ortaya çıkar. Ancak, hızı olmayan ve derinliği olan taşkın suları tehlikeli olarak sınıflandırılmasına karşın, derinliği olmayanlar bu sınıflandırmaya alınmazlar. Bu analize bağlı olarak tehlike derecesini (v + 1.5) *x* d fonksiyonuna bağlı olarak oluşturmuşlardır. Buna ayrıca taşkın sırasında taşınan malzemeyi de ekleyerek tehlike derecesindeki artışı ortaya koymuşlardır. Bu formülü daha sonra Wallingford (2006a: 6-10, 2006b) geliştirerek;

$$FHR = d\ x\ (v+0.5) + DF$$

formülünü kullanmıştır.

FHR: Taşkın tehlike değeri,

d : Derinlik (m)

v : Hız (m/sn)

DF : Debris faktörüdür

Taşkın suyunun akışı esnasında içinde taşıdığı enkaz (debris) faktörü su derinliğine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Buna göre oluşturulan DF değerleri Tablo 3'de verilmiştir. Böylelikle taşkın derinlik ve hızına bağlı olarak taşkın tehlike sınıfları oluşturulmuştur (Özdemir, Akbulak, Özcan, 2011).

Derinlik (m)	**Çayır/Tarım**	**Orman/Ağaçlık**	**Şehir**
0-025	0	0	0
0.25-0.75	0	0.5	1
d > 0.75 ve/ya h>2	0.5	1	1

Tablo 2.1.: Derinlik, hız ve genel arazi kullanımlarına göre DF değerleri (Wallingford, 2006: 10)

***d x (v* + 0.5) + 0.5**	**Tehlike Derecesi**	**Açıklama**
<1.25	Az	Bazı insanlar için tehlikeli (çocuk yaşlı vb.)
1.25-2.50	Orta	Birçok insan için tehlikeli
2.50-<	Yüksek	Tüm insanlar için tehlikeli

Tablo 2.2: taşkının derinlik hız ve debris faktörü kombinasyonuyla hesaplandığındaki tehlike sınıfları (Özdemir, Akbulak, Özcan, 2011: 685)

HEC-RAS uygulaması kullanılarak senaryolara bağlı üretilen taşkın derinlik ve hız verilerine debris faktörleri eklenerek ArcGIS'in Spatial Analysis modülü aracılığıyla nihai taşkın haritaları üretildi. Elde edilen taşkın tehlike haritaları arazi kullanımı, nüfus, yerleşme, sosyo-ekonomik ve çevresel özellikler göz önüne alınarak risk denetimleri yapıldı.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

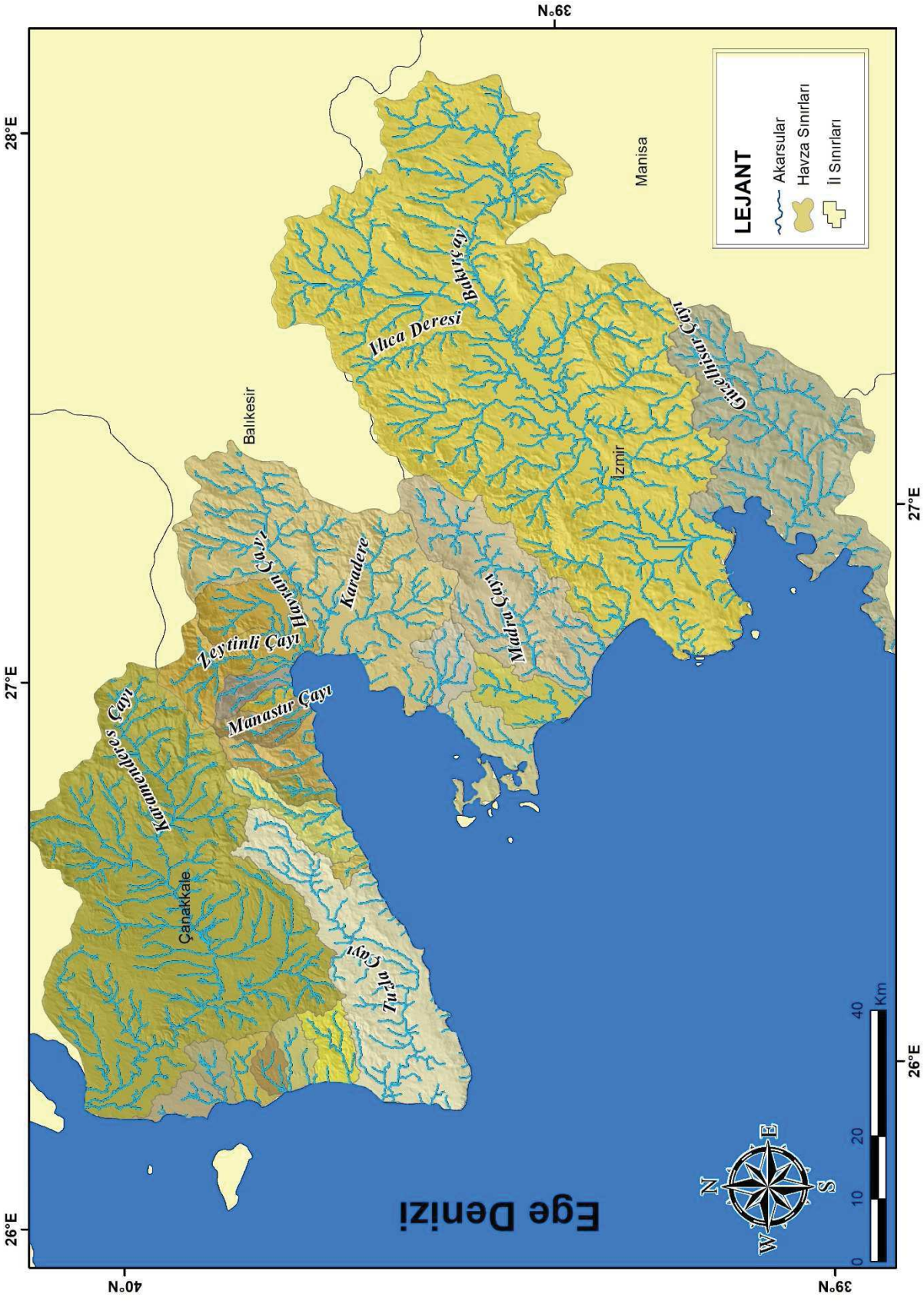
ÇALIŞMA ALANININ COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ

3.1 Havzanın Genel Özellikleri

Kuzey Ege Havzaları kuzeybatı Anadolu topraklarında 40° - 38° kuzey enlemleri ile 26° - 28° doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Ege Denizi'ne deşarj olan Karamenderes Çayı, Tuzla Çayı, Havran Çayı, Madra Çayı, Güzelhisar Çayı, Yağcılar Çayını da içine alan Bakırçay Nehri, Koca Çayı, Edremit Çayı, Akçin Çayı yanı sıra Zeytinli Çayı, Karınca Deresi, Manastır Çayı gibi daimî ve mevsimlik akarsular ve akarsuların su toplama alanlarından oluşmaktadır (Şekil 3.1).

Kuzey Ege Suları olarak da adlandırılan havza kuzeyde Çanakkale Boğazı'ndan başlayıp Kayalıdağ (879 m), Kazdağ (1.766 m) ile Kocakatran Dağları su bölüm çizgisiyle devam edip, doğuda Havran, Bergama, Soma ve Kırkağaç ilçelerinin sınırlarını takip edip, güneyde ise Kılıçdağ, Dumanlıdağ (1098 m) su bölümü çizgisinden geçmekte ve İzmir'in Foça ilçesi dolaylarından Ege Denizine kavuşmaktadır. Bunlara ek olarak bazı küçük adacıklar ile Çanakkale Boğazı girişindeki Bozcaada ve Ayvalık ilçesi karşısındaki Alibey Adası'da Kuzey Ege Havzaları dahilinde bulunmaktadır (TUBİTAK MAM, 2010: 95).

Kuzey Ege Havzalarının toplam yağış alanı 9032 km^2'dir. Yıllık ortalama yağış yüksekliği 624 mm olan havzanın yıllık ortalama akışı ise 43.93 m3/s'dir (TUBİTAK MAM, 2010). Çalışma alanı olan havza yüz ölçümü bakımından en büyük havzalarımızdan biridir. Havzanın kuzey-güney şeklinde uzanış göstermesi ve Kayalıdağ (879m), Kazdağı (1766m) Kocakatran Dağları, Kılıçdağ, Dumandağ, gibi dağlarca çevrili olması hem enlemsel açıdan hem de yükselti açısından çeşitlilik sağlamıştır. Bu durum havza içerisinde farklı ilkim ve ekolojik koşullar sağlamaktadır.



Şekil 3.1.: Kuzey Ege Suları kapsamındaki havza sınırları ve drenajı.

3.1.1 Fiziki Coğrafya Özellikleri

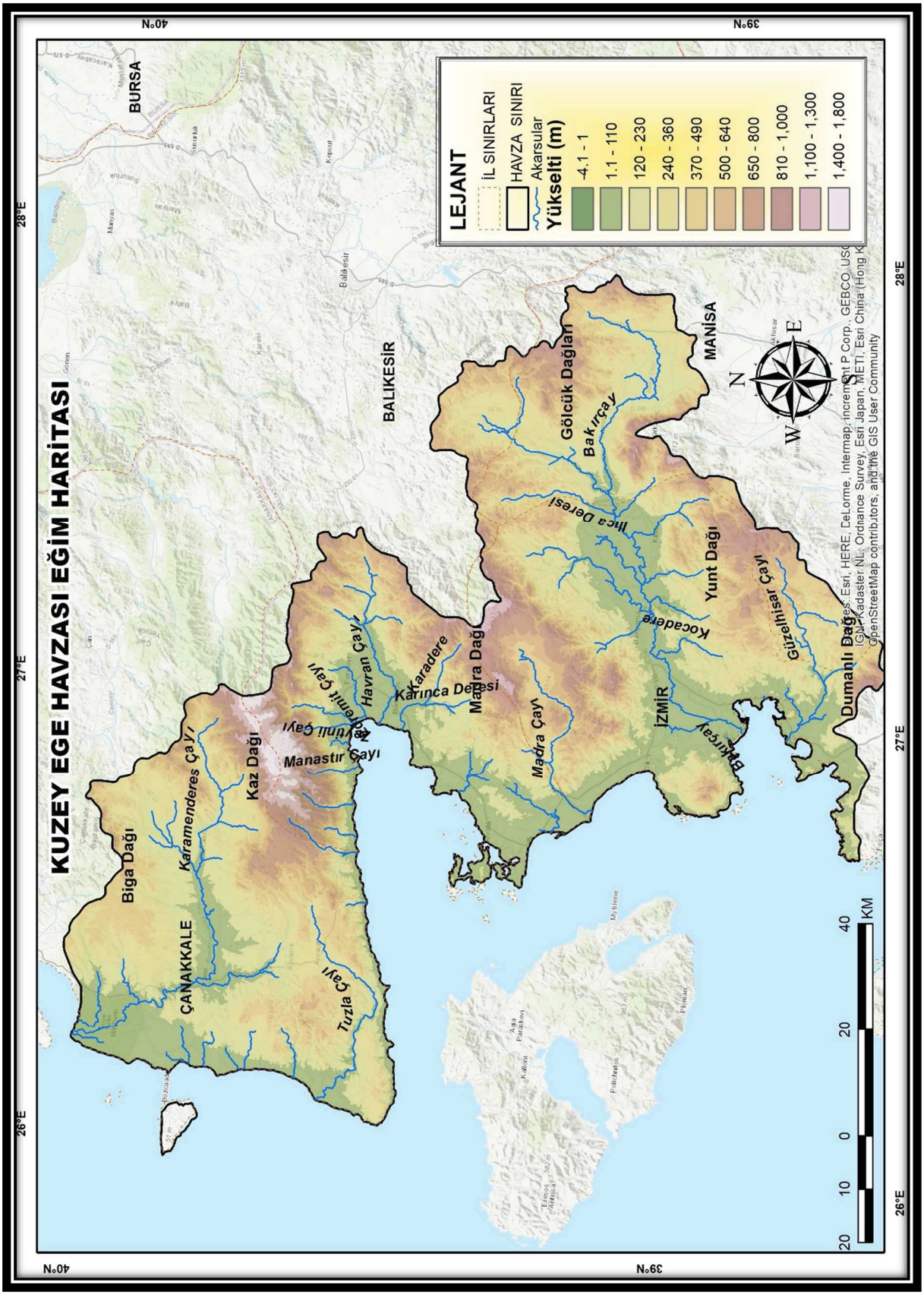
3.1.1.1. Topografik Özellikler

Kuzey Ege Havzalarında doğu batı yönlü dizilen dağlar horstları meydana getirmekteyken grabenler alçak kesimleri meydana getirmektedir. Var olan bu dağlar Menderes masifinin faylar ile parçalanması sonucu yüksekte kalan bloklarıdır. Havzada en yaygın yükselti basamağı toplam alanın %60ını kaplayan 250-300 m arasındaki irtifadır. Horstlar ve grabenler arası yükselti farkı 1000 metrenin üzerindedir (Şekil 3.3). İrili ufaklı pek çok tepe ve yamaçtan oluşan havzanın kuzeyinde Biga Kayalı Dağları su bölümü çizgisini oluştururken Kazdağı (1766), Madra Dağı, doğusunda Yaylacık Dağı (1114 m) ve güneyde ise Dumanlı Dağı (1098 m)ve Yunt Dağları bulunmaktadır (ATALAY, 2011:129-140,217-231).

Alp-Himalaya kıvrımlarının bir parçası olan Kuzey Anadolu Dağ Sisteminin devamı niteliğinde olan yükseltiler genel itibari ile ege denizine doğru sokulan parmak biçiminde olsa da kuzey kesimindeki Biga Yarımadasının dağ yükseltisi kıyıya dik bir form almıştır (TUBİTAK MAM, 2010).

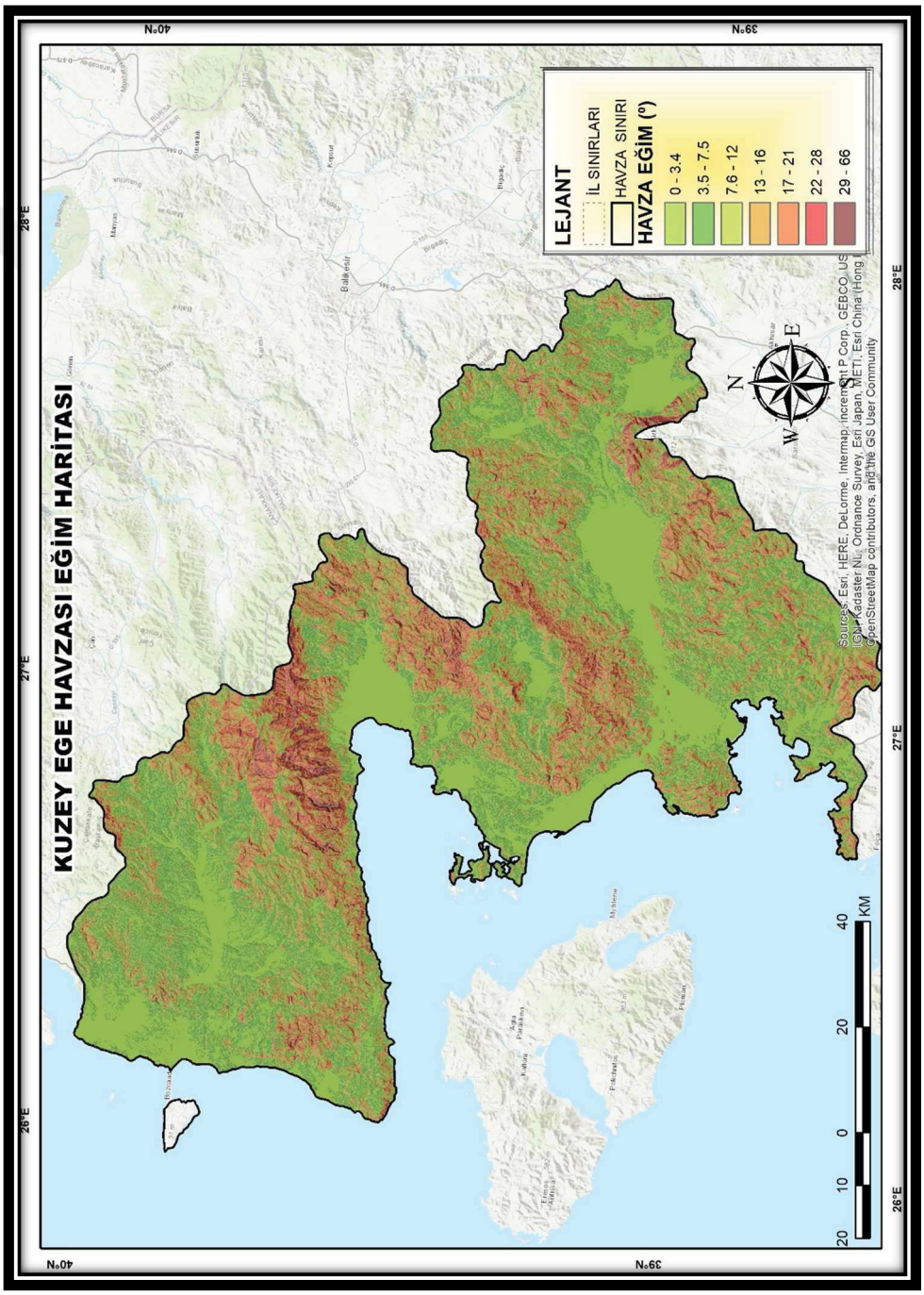
Son buzul dönemi olan Würm esnasında Ege Denizinin su seviyesi 125 metre kadar düşmüş, buna bağlı olarak Ege Denizine dökülen akarsular yataklarını kazımışlardır. Daha sonra deniz seviyesinde tekrar yükselmeye bağlı olarak tektonik kökenli oluklar ve derin yarılmış akarsu vadileri birer körfez ve koy haline gelmişlerdir. Ancak bu körfezlere dökülen akarsuların taşıdığı malzemeler birikerek yer yer alüvyal alanlar ve deltaların oluşmasına sebep olmuşlardır(ATALAY, 2011: 219-220).

Havzanın başlıca ovaları Çanakkale'deki Ezine ve Bayramiç Ovaları, Balıkesir Sınırları içindeki Edremit, Burhaniye ve Ayvalık ovaları ve İzmir Çandarlı Körfezi'nden Ege Denizine kadar uzanan Bakırçay Ovasıdır. Ovalar büyük ölçüde grabenlere yerleşen akarsuların taşıdığı malzemelerle oluşmuş alüvyal sahalardır. Bu sebeple pek çok tarım ürününün yetişebildiği verimli alanlar haline gelmiştir (TUBİTAK MAM, 2010).



Şekil 3.2.: Kuzey Ege Havzaları topografya haritası.

Havza alanının %60'lık kısmı 12 derecelik eğimin üzerinde, dik, çok dik veya sarp araziler olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 3.2). En yüksek noktası 1766 metre ile Kazdağı, aynı zamanda Karamendes Çayı, Bakırçay, Tuzla Çayı Zeytinli ve Manastır çayı gibi irili ufaklı onlarca akarsuya kaynak olmaktadır. Büyük oranda engebeli bir yapıya sahip olan havza akarsu vadileri, birikinti ovaları ve taban arazileri dışında yarıntılardan ve yamaçlardan ibarettir. Bu sebeple kısa mesafelerde fazla yükselti farkları gözlenmektedir.



Şekil 3.3.: Kuzey Ege Havzaları eğim haritası.

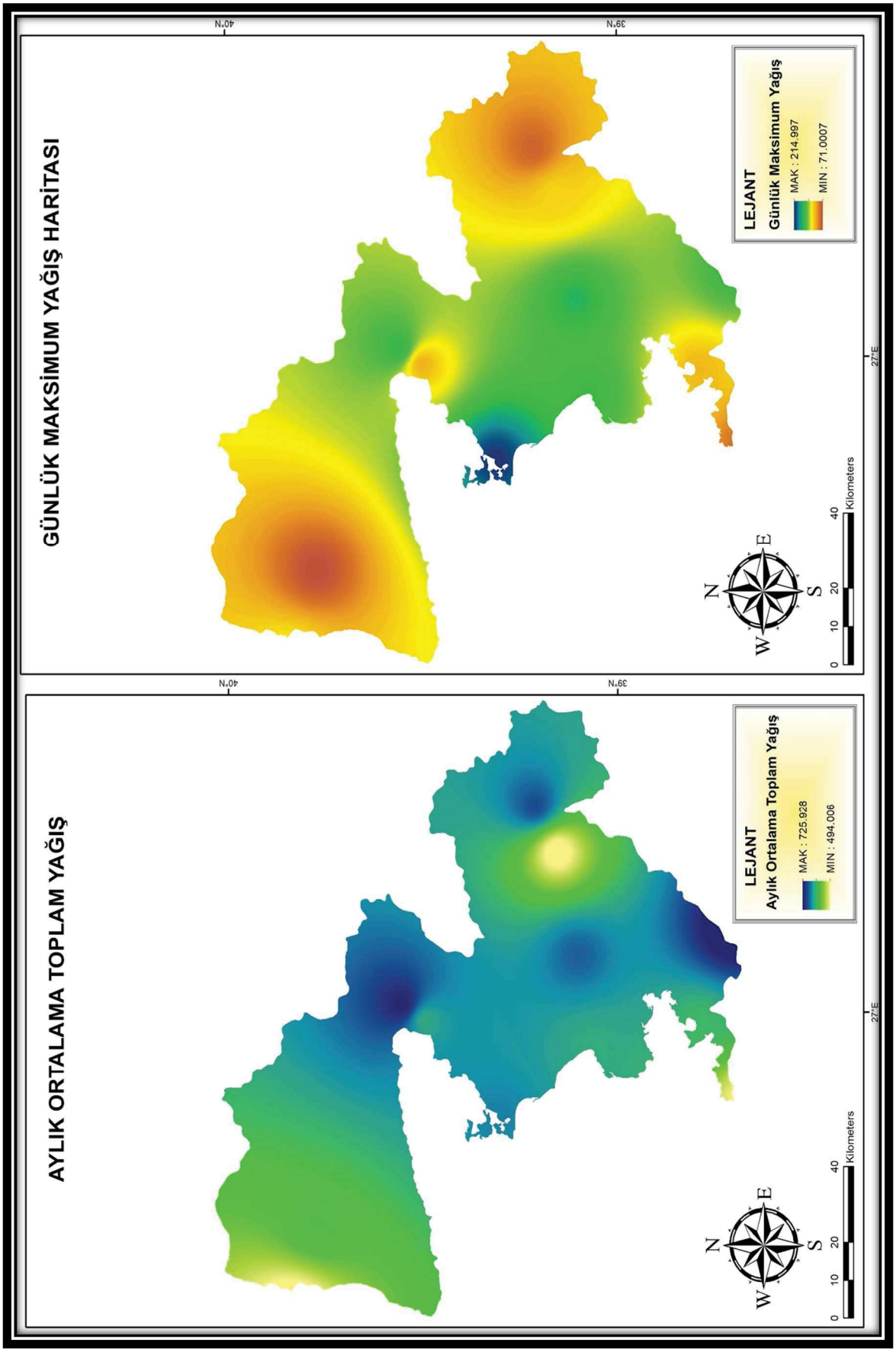
Havzanın jeolojik özellikleri ele alındığında büyük oranda volkanik ve metamorfiklerin hakimiyeti göze çarpmaktadır. Özellikle Biga Yarımadasının civarında alçak kesimlerde konglometa, şeyl, kiltaşı, kumtaşı ve kireçtaçışının yanısıra kıyıya doğru olan akarsu yataklarında alüvyonların yayılışı tespit edilmiştir. Tersiyer dönemine ait andezitik tipteki volkanik araziler izmirin kuzeyindeki yamanlar dağından başlayıp Marmara Bölgesine kadar ilerler.

3.1.1.2 İklim

Havza coğrafi konumu sebebiyle yazları kurak ve sıcak kışları ise ılık ve yağışlı bir iklime sahiptir. Yaz sıcaklığı ortalaması 24,9 - 26,8 ℃, kış sıcaklığı ortalaması ise 6,2 ile 7,8 ℃ arasında değişmektedir. En yüksek yağış ortalamaları aralık ayında en düşük yağış ise ağustos ayında gözlenmiştir. Karla örtülü gün sayısı 1,3 ile ocak ve şubat aylarında Çanakkale'de ölçülmüştür (TUBİTAK MAM, 2010). Bilgiler bize göstermektedir ki yaz aylarındaki kurak geçen dönemin ardından havza toprakları su geçirimlilik kabiliyetlerini yitirmektedir. Kış döneminde gelen ani yağışlar ise kapiler yeteneğini kaybeden topraklarda neredeyse sızmadan akış konumuna geçtiği için ani sel ve taşkın durumlarına eğilimi olan bir havzadır.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)' den temin edilen uzun yıllar (2016 yılına kadar) günlük yağış miktarı ve aylık toplam yağış miktarı verileri analiz edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda havzadaki ortalama toplam yağış miktarının en düşük olduğu değer 482.2 mm ile Bozcaada istasyonunda ölçülmüşken en yüksek değer 732.4 mm ile Manisa istasyonunda ölçülmüştür. Günlük toplam değerlere bakıldığında ise en düşük değer 71 mm ile Ezine istasyonunda görünmekteyken en yüksek günlük yağış alan istasyon 215 mm ile Ayvalık olmuştur (Şekil 3.4).

Bu sonuçlar göstermektedir ki havza genelinin yağış ortalaması birbirine yakın bir formdadır. Günlük yağış değerlerinin yüksek olması yağışların şiddetli bir şekilde gerçekleştiğini göstermektedir. hatta bazı istasyonlar yıllık yağış toplamının çoğunu ani ve uzun süren yağışlardan almaktadır. Bu formda oluşan yağışlarda doğal olarak akarsu yataklarında kısa sürede kapasitesinin üstünde su miktarı aktarabilmektedir.



Şekil 3.4.: Kuzey Ege Havzaları toplam ve maksimum yağış haritaları.

3.1.1.4 Hidroloji:

1 milyon hektara yakın alanı olan havzanın farklı karakteristik özelliklere sahip, farklı boyut ve debisi olan, kaynakları birbirinden bağımsız, kollarla birleşmeyen irili ufaklı onlarca akarsu bulunmaktadır. Bakırçay Nehri, Karamenderes Çayı, Madra Çayı, Tuzla Çayı, Koca Çayı, Güzelhisar Çayı, Havran Çayı, Edremit Çayı ve Akçin Çayı en büyük akarsularıdır. Bunlara ek olarak özellikle havzanın kuzey ve kuzeybatısında kaynağını civarındaki dağlardan alan ufak akarsular ve mevsimlik dereler bulunmaktadır Bu akarsuların büyük bölümü küçük bir akış mesafesine ve su toplama alanına sahiptir. Bu sebeple ani ve şiddetli yağışlara çok hızlı tepkiler vermektedirler.

Havza üzerinde bulunan akarsularda uzun süreli kayıt yapan DSİ istasyonların verileri analiz edilerek yıllık ortalama debi ve maksimum akım bilgileri tablo 3.1.'de verilmiştir.

İSTASYON KODU	AKARSU	ORTALAMA (m^3/s)	MAKSİMUM (m^3/s)
D04A017	KARINCADERE	0.643839	7.790357
D04A031	EYBEK D.	0.269318	4.169
D04A032	TUZLA Ç.	2.275547	33.78468
D04A035	KOCADERE	0.247137	3.120419
D04A036	ZEYTİNLİ Ç.	2.923174	41.88571
D04A039	BEZİRGANLAR Ç.	0.487903	6.222419
D04A052	KIŞLA D.	0.415267	3.920464
D04A054	KOCADERE	0.450163	3.793286
D06A053	ILICA DERESİ	0.692755	9.07371
E04A010	YAĞCILI Ç.	0.702006	4.773774

Tablo 3.1.: Kuzey Ege Havzalarında verisi temin edilen akarsularının ortalama ve maksimum akımları.

Yukarıdaki tabloda da görüldüğü üzere ortalama akım değerleri oldukça düşüktür. Sonbahar ve kış aylarında aldığı yağış sebebiyle en yüksek debi değerlerini mart, nisan aylarında görmektedir. Kar yağışının çok nadir görüldüğü bu alanda buna bağlı akarsu kaynağı bulunmamaktadır. Yağışların son bulduğu nisan, mayıs aylarından sonra akımlar azalma eğilimi göstermekte, hatta bazıları kurumaktadır. Bazı küçük derelerde ise sadece uzun süreli yağışlardan sonra aktiflik görülmektedir.

3.1.1.5 Bitki Örtüsü

Akdeniz iklim ve bitki örtüsü özelliklerinin hâkim olduğu havzanın kuzey kesimlerine doğru değişen iklim özellikleriyle birlikte bitki örtüsü de değişim göstermektedir. Yükselti farkının fazla olduğu Kuzey Ege Havzalarında bu sebeple canlı ve bitki çeşitliliği oldukça fazladır. Havzanın alçak kesimlerinde maki bitki örtüsü hakimken tarım faaliyetleri sebebiyle geniş alanlarda tahribat yapılmıştır. Orta yükseklikteki alanlarda kızılçam ormanları ve zeytinlikler hüküm sürmektedir. Kızılçam ormanları yükselti arttıkça yerini meşe ormanlarına bıraktığı için bu bölgelerde geniş yapraklı bitki örtüsüyle birlikte gelişmiş orman altı faunası göze çarpmaktadır.

Kuzey Ege Havzaları endemik türler bakımından Türkiyedeki en zengin havzalardan biridir. Onlarca endemik türe en sahipliği yapan havzadan bazı örnekler; Kazdağı köknarı (abies equi trojana), civan perçemi (achillea fraasii s. Troiana), yabani sarımsak (allium kurtzianum), geven (astragallus idea sirj), peygamber çiçeği (centaurea odyssei wagenits), yüksük otu (digitalis trojana), kurt kulağı (ferulago idaea), yoğurt otu (galium trojanum), şahin otu (hieracium scamandris), Kantaron (hypericum Kazdahensis), Kum Çamı (jasione idea), sarıkız çayı (sideritis trojana ehrent), gıcıgıcı (silene bolanthoides), kazdağı şebboyu (matthiola trojana), cehri (rhamnus nitidus), tavşan memesi (ruscus aculeatus), orman sarmaşığı (hedera helix), adaçayı (sideritis sp.), (alt sıra) anemone (anemone sp.), yılanyastığı (arum sp.), dağ lalesi (anemone coronaria) (Balıkesir Kaymakamlığı, 2018; Efe, 2012).

3.1.2 Beşeri Coğrafya Özellikleri

3.1.2.1 Nüfus Özellikleri

Çanakkale, Balıkesir, Manisa ve İzmir illeri arasında kalan havza sınırlarında 16 ilçe bulunmaktadır. En kalabalık yerleşim yeri 148.341 nüfusu ile Edremit, en az nüfus ise 2730 ile Bozcaada'dadır. Ancak 16 ilçenin hiçbirisinin merkez yerleşmesi havza sınırları içinde kalmamaktadır. Kırsal yerleşimin yoğun olduğu havzada 720 adet köy ve kırsal mahalle bulunmaktadır. Nüfusun büyük kesimi kıyı kesimlerde toplanmakla beraber iç kesimlerde dağınık bir biçimde bulunmaktadır. Havzada bulunan ilçelerin nüfus bilgileri tablo 3.2'de verilmiştir (TUIK, 2018).

İlçe Adı	Nüfus
Ayvalık	68.831
Gömeç	12.950
Bozcaada	2.730
Kınık	28.271
Kırkağaç	42.716
Burhaniye	58.775
Edremit	148.341
Havran	27.662
Ayvacık	8.920
Bayramiç	14.856
Ezine	14.972
Aliağa	94.070
Bergama	102.961
Dikili	41.697
Foça	31.061
Soma	108.838

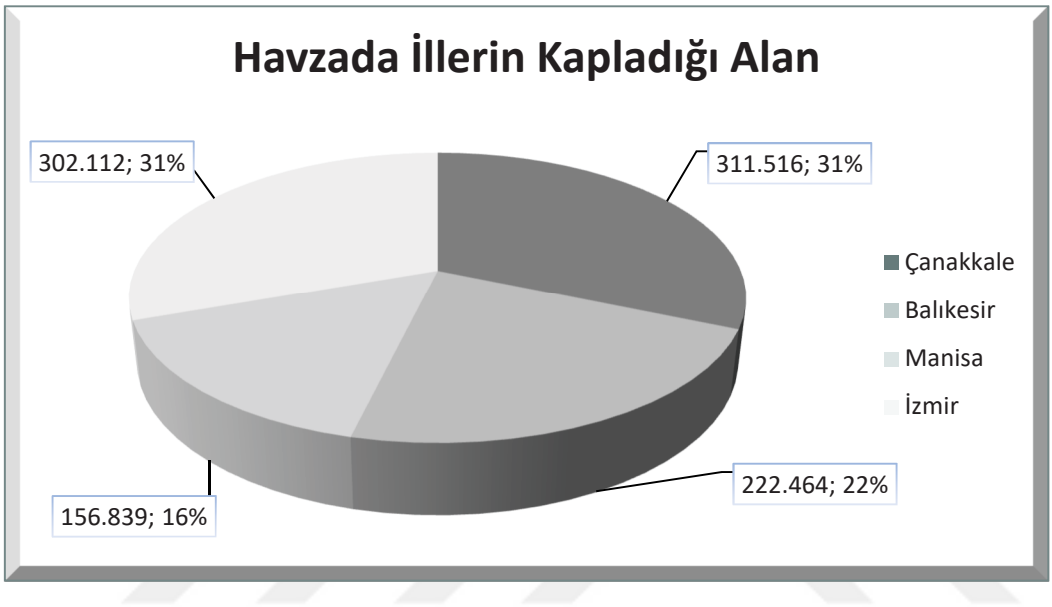
Tablo 3.2.: Kuzey Ege Havzalarındaki ilçelerin nüfus bilgileri.

3.1.2.2 Yerleşme Özellikleri

Havza içerisinde Çanakkale, Balıkesir, İzmir, Manisa illeri yer almaktayken hiçbir ilin merkez ilçesi havza içine denk gelmemektedir. Kırsal yerleşimlerin yüksek kesimlerde bulunan havzanın, kentsel yerleşimlerinin az eğimli alçak kesimlerde yoğunlaştığı görülmektedir. Çanakkale ilinin Ayvacık, Bayramiç, Bozcaada ve Ezine ilçeleri, Balıkesir ilinin, Ayvalık, Burhaniye, Edremit, Gömeç ve Havran ilçeleri, Manisa ilinin Soma ve Kırkağaç ilçeleri, İzmir ilinin ise Bergama, Aliağa, Dikili ve Kınık ilçeleri havza sınırları dahilinde kalmaktadır (Tablo 3.3). Ayrıca Balıkesir ilinden 6.807,59 ha, Çanakkale İlinden 3.023,83 ha, İzmir İlinden 7.713,36 ha ve Manisa ilinden ise 7.772,73 ha yerleşim alanı tipinde alan havza sınırları içinde yer kaplamaktadır (Şekil 3.5).

İller	İlin Toplam Alanı (ha)	Havza İçinde Kalan Alan (ha)	İl Alanı Havzaya Giren Kısmı(%)	Havzanın İllere Göre Dağılımı (%)	Havza İçindeki Kent Oranı (%)
Çanakkale	973.700	311.516	31,99	31,37	3.023
Balıkesir	1.429.900	222.464	15,56	22,40	6.807
Manisa	1.381.000	156.839	11,36	15,80	7.772
İzmir	1.197.300	302.112	25,23	30,43	7.713

Tablo 3.3.: Havza içinde kalan illerin durumu (TUBİTAK MAM, 2010: 95-99)



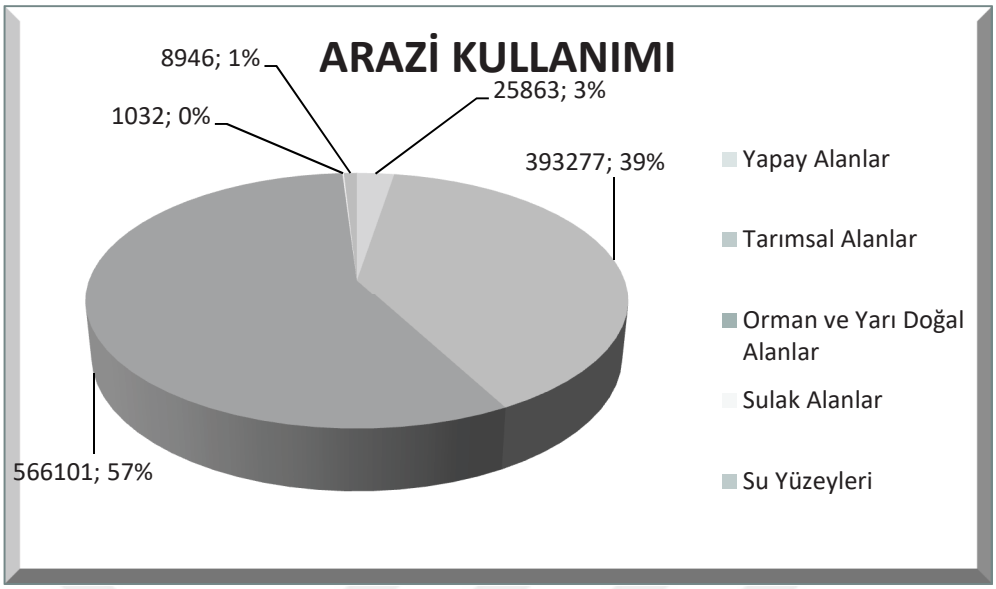
Şekil 3.5: İllerin havza içinde kapladıkları alan ve yüzdeleri (TUBİTAK MAM, 2010: 95-99)

3.1.2.3 Arazi Kullanımı

CORINE arazi sınıflamasına göre havzanın yaklaşık %56.88'lik alanı orman ve yarı doğal alanlardan oluşmaktadır (Şekil 3.6.). %39.52 ile tarım alanları 2. sırada yoğun yeri kaplamaktadır. Tablo 3.4'te görüldüğü gibi %2.6 ile şehir ve kasabalar bulunmaktayken bataklık ve tuzlalar %0.1'lik alanda bulunmaktadır (TUBİTAK MAM, 2010: 113-119).

ARAZİ KULLANIMI	ALAN (ha)	ALAN(%)
Yapay Alanlar	25863	2,6
Tarımsal Alanlar	393277	39,52
Orman ve Yarı Doğal Alanlar	566101	56,88
Sulak Alanlar	1032	0,10
Su Yüzeyleri	8946	0,90
TOPLAM	995220	100

Tablo 3.4.: Gruplandırılmış CORINE arazi sınıflamasında havza içindeki kullanım oranları (TUBİTAK MAM, 2010: 117)



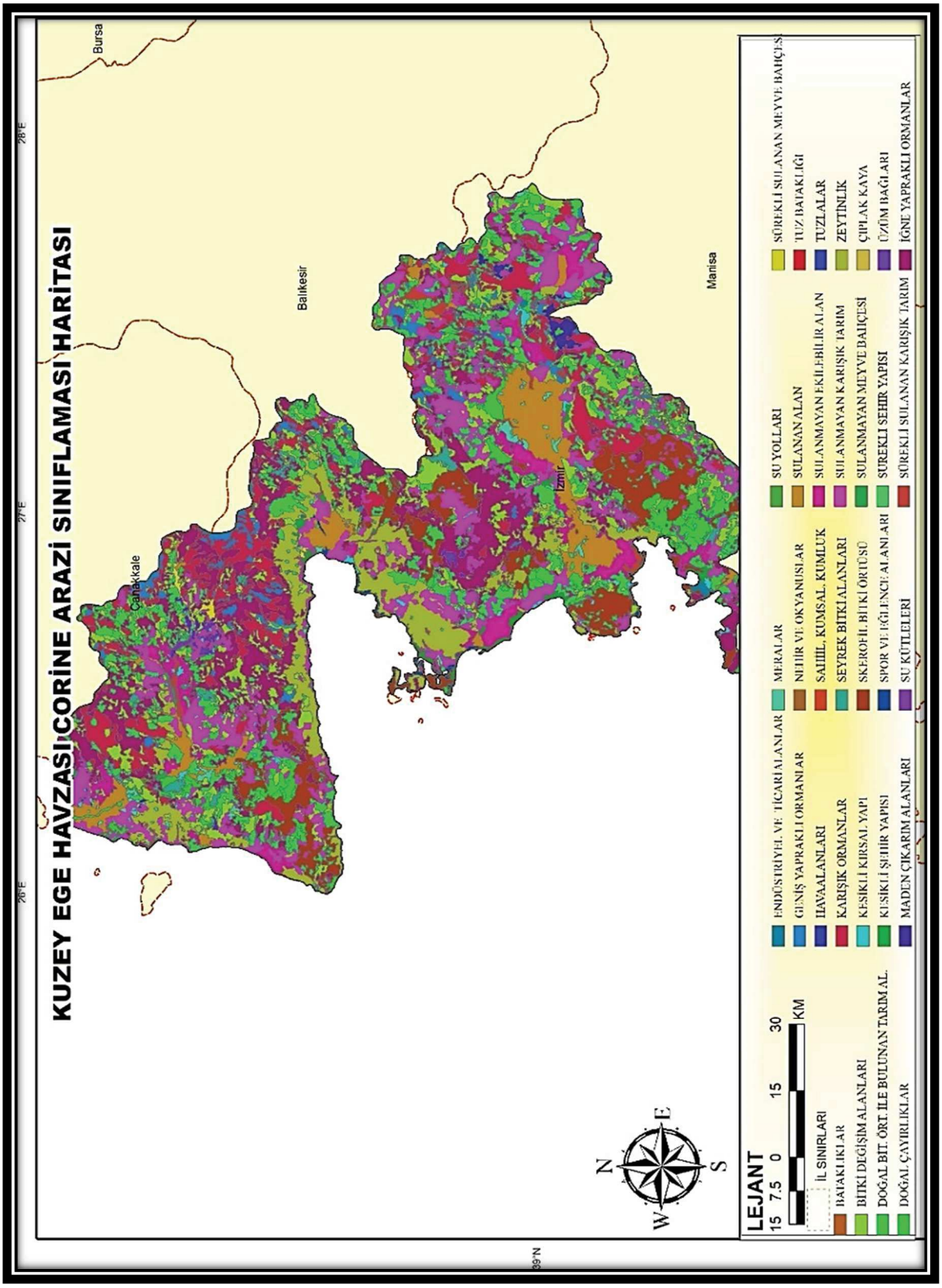
Şekil 3.6.: Gruplandırılmış CORINE arazi sınıflamasında havza içindeki dağılımları.

Havza içinde 2 milli park (Kazdağı milli parkı, Troya Milli Parkı), 1 özel çevre koruma bölümü (Foça Özel Çevre Koruma Bölümü), 1 tabiat parkı (Ayvalık Adaları Tabiat Parkı), 1 tabiat koruma alanı (Kazdağı Göknarı Tabiat Koruma Alanı, 2 özel avlak alan (Kalkım ve Narlı avlak alanları(domuz)) ve 2 sulak alan (Bakırçay Deltası, Ayvalık Sulak Alanları) bulunmaktadır. Koruma altında olan bu alanlar doğal veya tarihi değerlere sahiptir. Havzanın kuzey kesimindeki kazdağı ve güney doğusundaki Madra Dağı ekolojik çeşitliliğin en fazla olduğu ormanlara sahiptir.

Kuzey Ege Havzaları ülkemizde tarımsal üretimin yoğun olduğu alanlardan biridir. Bunda önemli etkenlerden biri arazi yapısının kıyı kesimlerde verimli ovalarla engebeli yerlerde yetişebilen zeytin ağaçlarıdır. Bu sebeple arazi örtüsünde tarım alanları büyük yer kaplamaktadır (Şekil 3.7.).

Yapay alanlar ise çok büyük oranda kıyı kesimlerdeki kentsel doku olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle ikincil (yazlık) konutların bol miktarda bulunduğu bu kesimlerin doğal yapısında büyük bozulma meydana gelmiştir. Ayrıca çalışma alanının iç kesimlerinde kırsal yerleşim yerleri olan mahalle ve köyler yine yapay alanların ciddi bir kısmına denk gelmektedir. Havza içinde bulunan 720 adet köy yerleşim ve kullanım alanlarıyla birlikte bu mevkide yer almaktadır.

Havza içinde doğal göl veya su birikim alanları bulunmamaktadır. Gösterilen su yüzeyleri yapay göletler ve barajlardan ibarettir.



Şekil 3.7.: Gruplandırılmamış CORINE arazi sınıflaması haritası.

3.1.2.4 Ekonomik Faaliyetler

Kuzey Ege Havzalarında ekonomik faaliyetler büyük oranda tarım ve hayvancılığa yöneliktir. Verimli toprakları bulunan havzada zeytincilik ve meyve sebze yetiştiriciliği ön plandadır.

Çanakkale ilinin arazi tipinin tarıma uygun oluşu tarımsal verimde oldukça önemli bir etken olmuştur. Ovalarda bulunan tarım arazilerinde çeşitli bitkilerin ekimine uygun bir ortam vardır (Tablo 3.5). Ekili tarım arazisi en yüksek olan ilçe Bayramiç, meyve alanı en yüksek olan ise Ayvacık ilçesidir (TUBİTAK MAM, 2010: 119-120).

İLÇELER	**TOPLAM ALAN (ha)**	**EKİLEN TARLA ALANI (ha)**	**NADAS ALANI (ha)**	**SEBZE BAH. ALANI (ha)**	**MEYVE ALANI (ha)**
Ayvacık	23.258,2	5.250,6	5.110	1.033,8	11.863,8
Bayramiç	28.423,8	17.263,2	100,2	2.110,3	8.950,1
Bozcada	1.618,2	56,7	250	1.875,3	1.298,5
Ezine	25.084,7	11.316,9	400	5.032,4	11.492,5

Tablo 3.5.: Havza içindeki Çanakkale ilçelerinin tarım alanı durumu (TUBİTAK MAM, 2010: 120).

Balıkesir tarım ve hayvancılıkta Türkiye'nin en önemli şehirlerinden biridir. İklimi ve toprak özellikleri sebebiyle hemen hemen her türlü bitki yetiştirilmesine uygun potansiyeli vardır. Zeytin ve zeytin yağı üretiminde ülkemizdeki pozisyonu birinci sırada olan ilde Küçükkuyu Altınoluk arasındaki alanda dünyanın en kaliteli zeytin yağı üretilmektedir. Manyas, Gönen, Balıkesir, Edremit, Havran, Burhaniye ve sındırgı ovaları başlıca tarım alanlarıdır. İl alanının tarım alanlarına oranı %55 düzeyindedir (Tablo 3.6).

İLÇELER	***TOPLAM ALAN (ha)***	***EKİLEN TARLA ALANI (ha)***	***NADAS ALANI (ha)***	***SEBZE BAHÇELERİ ALANI (ha)***	***MEYVE ALANI (ha)***
Ayvalık	20.252,1	2.614,2	15,0	1.267,4	16.355,5
Burhaniye	23.194,8	3.408,7	320,0	1.636,5	17.829,6
Edremit	23.638,3	1.289,4	14,0	953,4	21.381,5
Gömeç	12.843,4	1.113,6	75,0	408,2	11.246,6
Havran	13.818,2	3.459,9	10,0	1.141,1	9.207,2
Savaştepe	11.506,8	9.705,3	190,0	1.063,7	547,8

Tablo 3.6.: Havza içinde kalan Balıkesir ilçelerinin tarım alanı durumu (TUBİTAK MAM, 2010:120-121).

Manisa kuru ve yaş üzüm, pamuk, tütün, kiraz ve hububat üretimi açısından Türkiye'nin en büyük üretim alanlarındandır. Havza içinde kalan Soma-Kırkağaç Ovası sanayi bitkileri başta olmak üzere tüm tarla bitkilerinin yetiştirildiği bir alandır (Tablo 3.7).

İLÇELER	*TOPLAM ALAN (ha)*	*EKİLEN TARLA ALANI (ha)*	*NADAS ALANI (ha)*	*SEBZE BAHÇELERİ ALANI (ha)*	*MEYVE ALANI (ha)*
Kırkağaç	21.724,9	9.663,3	74,5	3.030,6	8.956,5
Soma	21.300,9	14.579,9	759,0	1.661,0	4.301,0

Tablo 3.7.: Havza içinde kalan Manisa ilçelerinin tarım alanı durumu (TUBİTAK MAM, 2010: 121).

İzmir tarım bakımından üretimin ve çeşitliliğin en fazla olduğu illerden biridir. İl genelinde 115 tür bitki yetiştirilmektedir. Yüz ölçümünün %28'i tarım alanı olarak kullanılmaktadır. Havza sınırları içinde kalan Bergama, Dikili ve Kınık ilçelerinde ülkemizin ve dünyanın en kaliteli pamuğu olan mıntıka pamuğu üretilmektedir (Tablo 3.8).

İLÇELER	*TOPLAM ALAN (ha)*	*EKİLEN TARLA ALANI (ha)*	*NADAS ALANI (ha)*	*SEBZE BAHÇELERİ ALANI (ha)*	*MEYVE ALANI (ha)*
Aliağa	10.941,7	5.570,7	93,0	242,0	5.036,0
Bergama	41.473,2	23.837,0	50,0	5.920,6	11.665,6
Dikili	12.282,3	7.516,3	145,0	210,5	4.410,5
Kınık	10.288,5	7.504,3	20,0	1.861,6	902,6

Tablo 3.8.: Havza içinde kalan İzmir ilçelerinin tarım alanı durumu (TUBİTAK MAM, 2010: 121-122).

Hayvancılıkta da Türkiye'de önemli bir yeri olan havzanın bu konuda en fazla faaliyet gösteren ili Balıkesir'dir. 2007 yılında kırmızı et üretiminde Türkiye birincisi olan şehir kümes hayvanı yetiştiriciliğinde de ön sıralardadır. Çanakkale ilinin havza içinde kalan Ayvacık, Ezine ve Bayramiç ilçeleri Hayvancılık bakımından en önde olan ilçeleridir. Manisa ve İzmir'de bu faaliyetler biraz geri planda görünse de kayda değer bir potansiyeli vardır.

Havzadaki sanayi faaliyetleri değişkenlik göstermektedir. İzmir'in havza içinde kalan Bergama ve Kınık ilçelerinde tarıma dayalı sanayi gelişmişken, Aliağa ilçesinde petrol ve petrol ürünlerine dayalı sanayi Türkiye'nin öncüsüdür. Çanakkale ilinde ise sanayi fazla bir gelişme göstermemekle beraber daha çok tarıma dayalı yürütülmektedir. Balıkesir'de de diğer illerde olduğu gibi tarıma ve hayvancılık faaliyetlerine yönelik bir sanayi gelişimi vardır. Zeytin ve zeytinyağı tesisleri büyük öneme sahiptir. Ege bölgesinde İzmir'den sonra en büyük ticari merkezi olan Manisa'nın havza içinde kalan ilçelerinde kayda değer bir sanayi tesisi yoktur.

Havza içindeki tek organize sanayi bölgesi Aliağa OSB'dir ağırlıklı olarak petrol ve petrokimya üzerine kurulan sanayi Aliağa Limanı ile desteklenmektedir. Petrokimya

endüstrisinin yanı sıra inşaat, makine, metal ve plastik sanayisi de mevcuttur (TUBİTAK MAM, 2010: 119-128).

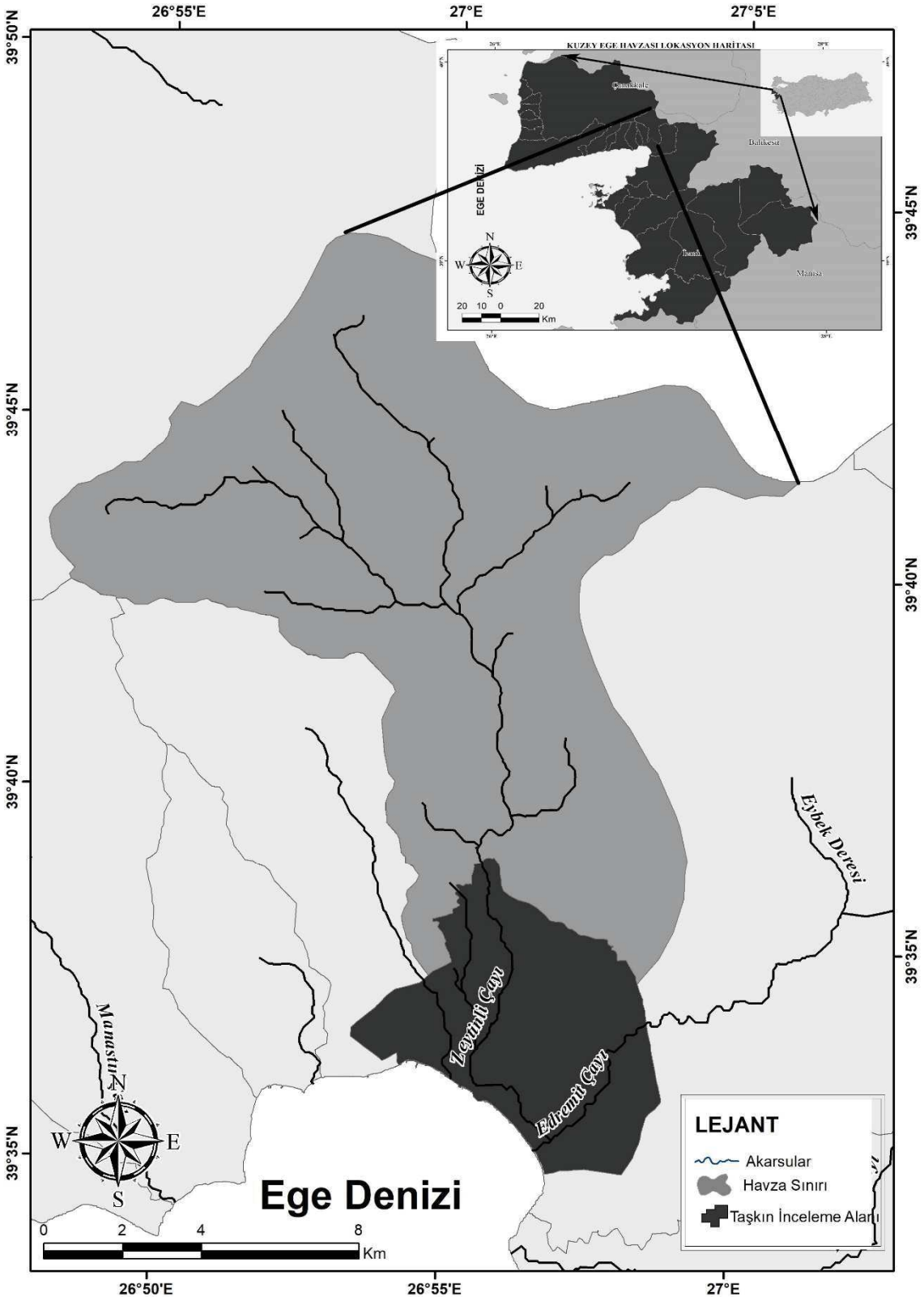
3.1.3 Zeytinli Çayı Havzası

Taşkın risk analizlerinde Kuzey Ege gibi büyük alanlarda çalışmak için geniş alanlarda yüksek kaliteli veri ve bu veriyi işleyebilecek düzeyde ekipmana ihtiyaç duyulur. Günümüz şartlarındaki veri teminin zorluğu ve süre kısıtlılığı sebebiyle taşkın risk analizi Tüm Kuzey Ege Havzaları yerine model oluşturabilecek bir alt havzada yapılmıştır. Kuzey Ege Havzalarının genel karakteristik özelliklerini barındıran, ölçüm süresi olarak taşkın frekans analizine yapımına uygun, arazi kullanımı çeşitliliğine sahip ve havza genelinin sosyo-ekonomik durumunu projekte edebilen bir alt havza olduğu için Zeytinli Çayı Havzası seçilmiştir.

Zeytinli Çayı Havzası, Kuzey Ege Havzalarının kuzeyindeki Kazdağı'nın kuzey yamacında 39° 45´- 39° 34´ K paralelleri 26° 50´ - 26° 59´ D boylamları arasında bulunmaktadır. Kaynağını Kazdağı'nın yüksek kesimlerinden alan, Mehmetalanı ve Zeytinli köylerinin doğusundan geçen akarsu, Balıkesir'in Edremit ilçesindeki Akçay mahallesinden Ege Denizi'ne dökülmektedir (Şekil 3.8).

Poyraz vd. (2011) zeytinli çayı morfometrik özellikleri hakkında yaptığı çalışmasında genel itibar ile dandritik drenaj tipinde olduğunu vurgulamıştır. Buna ek olarak bazı kesimlerinde radyal, paralel, kancalı ve merkezcil drenaj tipleri gözlemlemiştir. Asimetri faktörünün hesaplanıp 0,3023 sonucuna ulaşıldığı çalışmada elde edilen değerin 0'a yakın oluşu simetriklik, 1'e yakın oluşu ise asimetriklik göstergesi olduğu aktarılmıştır. Çatallanma oranını ise Straller yöntemiyle hesaplanmış ve 5 evreden meydana geldiği ortaya konmuştur. Akarsuyun uzunluğununda analiz edildiği çalışmada kaynaktan ağız kısmına kadar olan mesafenin 28 kilometre olmasına ek olarak direkt mesafenin 22 kilometre olduğu ölçülmüştür.

Zeytinli Çayı Havzası iklim özellikleri olarak bağlı olduğu Kuzey Ege Havzalarında hâkim olan Akdeniz iklimi özelliklerini barındırmaktadır. Yaz ayları kurak ve sıcak kış aylarında ise ılıman ve yağışlı hava koşulları hâkimdir. Yağışlarının büyük kısmını aralık-ocak aylarında almaktayken en düşük yağışlar ağustos ayında gözlenmektedir. Yağış haritasında da görüldüğü gibi Zeytinli Havzasının olduğu alan havza içindeki en fazla yağış ortalamasına sahip yerlerden biridir. Su toplama alanı küçük olduğu için ani ve şiddetli yağışlara hızlı bir biçimde tepki vermektedir.



Şekil 3.8.: Zeytinli Havzası ve taşkın inceleme sahası.

Akım özellikleri bakımından incelendiğinde temsil ettiği Kuzey Ege Havzaları genelinde olduğu gibi düzensiz bir rejime sahiptir. En yüksek debi değerlerini mart nisan

aylarında yakalamaktayken en düşük akım ise eylül - ekim aylarında ölçülmektedir. Sürekli bir akarsu olan Zeytinli Çayının yukarı çığırında kanal yapısı doğal bir halde bulunmaktadır. Aşağı çığırda ise tarım faaliyetleri ve yerleşim alanları sebebiyle kanala müdahaleler bulunmakta ve doğal akımı bozulmaktadır.

Alçak kesimlerde bitki örtüsü tarım amacıyla tahrip edilmiştir. Orta kesimlerde zeytincilik faaliyetleri hâkimken yükselti arttıkça yerini meşe ormanlarına bırakmaktadır. Havzaya ve çaya ismini veren zeytincilik faaliyetleri havzadaki en baskın tarımsal faaliyettir. Engebeli ve yüksek kesimlerde neredeyse tamamen zeytincilik yapılmaktadır. Orta çığırda ise Zeytinli Köyünün yayılımına ek olarak rekreasyon alanları direkt olarak akarsu yatağında müdahaleler doğurmuştur. Alçak kesimlerdeki düzlük alanlarda yerleşim yerlerinin etrafında tarla ürünleri ve meyve bahçeleri bol miktarda bulunmaktadır. ve tarımsal faaliyetler akarsu yatağında baskı oluşturmaktadır.

Kuzey Ege Havzaları ölçeğinde kullanılan CORINE arazi sınıflaması Zeytinli Çayında yapılan taşkın risk analizi için yeterli detaya sahip değildir. Bu sebeple uydu görüntülerinden faydalanılarak arazi kullanım verileri oluşturulmuştur. 23 Aralık 2018 tarihinde yapılan arazi çalışması ile taşkın risk analizine tabi tutulan havza alanı incelenmiş ve güncel arazi kullanım durumları tespit edilmiştir. Yöntem bölümünde de bahsedildiği gibi arazi çalışması sırasında ArcGIS ile uyumlu çalışan Explorer mobil uygulaması kullanılmıştır. Uygulama, ArcGIS üzerinden üretilen dijital verilerin ArcGIS Online hesabı üzerinden web map sunucularına yüklenmesi ve yüklenen verilerin görüntülenmesi konusunda yardımcı olmaktadır. Görüntüleme işlemini yaparken koordinatlı olarak aktarılan verileri kullanıcının sahadaki pozisyonuyla birleştirip isteğe göre altlık harita eklemektedir. Böylece ürettiğimiz verileri gerçek konumunda, gerçek kullanım durumları tespit edilebildi. Uydu görüntüsünden çizilen arazi kullanım durumu bilgilerinin güncel kullanımla uyuştuğu gözlemlenmiş farklılık gösteren bazı alanlar güncel durumlarına getirilmiştir. Kullanılan bu yöntemde hidrolik analiz esnasında kullanılan “Manning’s n value” değerleri gerçek sahayı yansıtmakta hem de risk analizi için doğru bir değerlendirme sağlamaktadır.

Bunlara ek olarak akıma etki edebilecek ve akarsu yatağında ayak, kolon, duvar gibi yapıları bulunan 4 adet köprü tespit edilmiştir. Bu köprülerin ayak boyları ve kalınlıkları, uzunlukları, yükseklik bilgileri, derinlik bilgileri toplanmış ve hidrolojik modellemede kullanılmak adına HEC-RAS uygulamasına aktarılmıştır.

Arazi çalışmalarıyla güncellenen verilerde tespit edilmiştir ki akarsuyun Zeytinli Köyü sınırlarında kalan kısmında zeytin ağaçları, rekreasyon ve piknik alanları yatak yanındaki arazi kullanım tipidir. Akarsuyun Çanakkale-İzmir yolu civarındaki yatağının etrafında ise sanayi ve ticaret alanları hüküm sürmektedir. Tarıma bağlı sanayinin yoğun olduğu bu alanda aynı zamanda işlek bir karayolu da bulunmaktadır. Akarsuyun mansap tarafında ise yatağın etrafı tamamıyla şehir dokusu etkisi altındadır. Yaz aylarında turizm faaliyetlerinin ve festivallerin yapıldığı Akçay Mahallesi kış aylarında da yoğun bir nüfusa sahiptir. Akarsu yatağı etrafındaki şehir dokusunun kesildiği doğu istikametinde meyve bahçeleri bulunmaktadır.

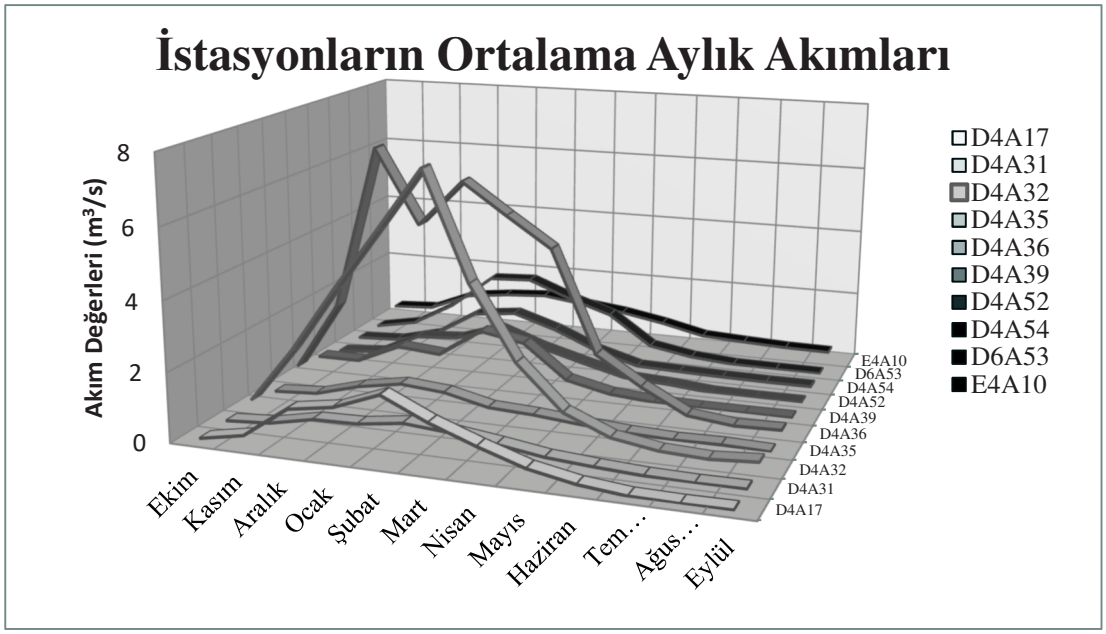
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR

4.1. Rejim Özellikleri

Kuzey Ege Havzaları bulunduğu coğrafi konumu itibariyle Akdeniz Makro iklim alanı içerisinde yer alır. Havzanın iklimi yağış açısından önemli mevsimsel farklılıklar göstermekte, bu farklılıkları yaratan atmosferik olduğu kadar topografik etkilerden de söz edilebilmektedir. Çalışma alanındaki yağış değişkenliği, akarsuların akım rejimleri üzerinde etkilidir. Havzanın en çok yağış aldığı dönem olan aralık ayı akarsu debilerinin yükselmeye başladığı dönemdir. En düşük yağışın görüldüğü temmuz-ağustos aylarında ise debi değerleri en düşük seviyelerine çekilmektedir. Havza akarsularının rejim özelliklerini değiştiren en büyük baskı sebebi tarımsal faaliyetlerle akarsu yatağından su çekimidir. Tarım ve sanayi amacıyla akarsu yatağından ve yer altı kaynaklarından su çekilmesi de debiyi azaltıp rejimlerini düzensizleştirmektedir. Özellikle yaz aylarında yer altı sularıyla beslenen akarsular artezyen yöntemi ile su kullanılan havzaların debilerinde azalmalar görülmektedir. Bu bölümde havza üzerinde belirli bir senenin üstünde akım gözlemi yapan istasyonların verileri incelenip rejim özelliklerinin detaylarına inilecektir.

4.1.1 Mevsimsel Rejim Özellikleri



Şekil 4.1: Kuzey Ege Suları üzerinde 10 yıl ve üzeri ölçüm verisi olan 10 akarsuyun uzun yıllar aylık ortalama akım verisi.

DSİ'nin havzada işlettiği ve analiz yapımına uygun 10 adet Akarsu Gözlem İstasyonunun (AGİ) verileri incelendiğinde havza genelinin benzer bir mevsimsel karakteristiğe sahip olduğu görülmektedir. AGİ'lerin uzun yıllar ortalama akımlarının yıl içindeki değişimi Şekil 4.1'de verildi.

Beslenme alanı, kaynak sayısı, kaynak çeşitliliği, havzanın eğimi, yağış rejimi, yağış biçimi gibi faktörler akarsuların rejimine direkt olarak etki etmektedir. Çalışma alanı olan Kuzey Ege Havzalarında genel itibarı ile akarsuların su toplama alanları küçüktür.

Grafiğe baktığımızda göze çarpan iki akarsu görülmektedir. Bunlardan biri olan Tuzla Çayının (D4A32 istasyonu) nispeten geniş bir akarsu ağı ve su toplama alanı vardır. Kazdağı'ndan kaynağını alan akarsuya döküldüğü Ege Denizine kadar küçük çaplı pek çok dere katılmaktadır. Kaynağından aldığı suya mansap bölgesine ulaşana kadar bu küçük dereler ilave yapmaktadır. Bu özelliği sayesinde çalışma alanının diğer akarsularına oranla debisini daha uzun süre koruyabilmektedir.

Akım seviyesini yıl içinde en yüksek tutabilen akarsulardan biri olan Zeytinli Çayı (D04A036) ise küçük bir havzaya sahip olmasına karşın debisini Kazdağı'nın zengin yer altı su kaynaklarından beslenmesine borçludur. Bunun yanı sıra mevsimlik küçük derelerin ve pınarların katıldığı akarsu yağış mevsimlerinde debisini arttırmaktadır. Aynı zamanda orta ve üst çığırındaki gür orman dokusu ve orman altı florasının intersepsiyon rolü, karın tutularak sığ yeraltı akışıyla kısa sürede havzaya ulaşmasına neden olur. Bu nedenle şubat ayında ikinci bir pik seviye gözlenir. Buharlaşma etkisiyle su kaybının az olması yaz aylarının kurutucu etkilerini yumuşatmaktadır. Tüm bu karakteristik özelliklerine ek olarak aşağı çığıra gelene kadar eğim derecesinin yüksek olması debiyi temmuz ayına kadar belirli bir seviyede tutmuştur.

Her ne kadar Tuzla ve Zeytinli çayları akımlarını diğer akarsulardan daha uzun süre korusalar da kurak dönemlerinde her ikisi de çok düşük akımlara geçmekte hatta kuruma seviyesine gelmektedir. Aynı zamanda yağış dönemlerinde diğer akarsulara oranla debi artışı daha fazladır. Yağış dönemindeki bu debi artışı ile kurak dönemdeki azalış durumu akım büyüklük açısından genliğin oldukça fazla olduğunu göstermektedir. Yaz-kış akımları arası en fazla akım farkı olan bu iki istasyon grafikte de net bir biçimde görülmektedir.

E04A010 istasyon koduyla temsil edilen Yağcılı Deresi ise akım değerleri küçük olmasına karşın debisi yıl içinde çok fazla değişmeyen bir akarsudur. Bu özelliği onun mevsimsel olarak diğer akarsulardan farklılaştırmıştır.

Yukarıda da bahsedildiği Kuzey Ege Havzalarını oluşturan akarsuların su toplama alanları küçük alanlardır. Bu sebeple akarsuların büyük kısmında yan kollarının sayıları az veya mevsimlik küçük derelerdir. Ayrıca genel havza sınırları içerisinde birincil derecede kar sularıyla beslenen bir akarsu da bulunmamaktadır. Temel beslenme kaynağı yağışlar ve yer altı su kaynakları. Çalışma alanında görülen kış yağışları yoğun bir biçimde gerçekleşmektedir. Yağışın akışa hızlı geçtiği alt havzalarda akımın çok hızlı bir biçimde artıp birkaç gün içinde tekrar düştüğü görülmektedir. Yani mevsimsel olarak düzensiz olan akım aynı zamanda mevsim içinde de düzensizlik göstermektedir.

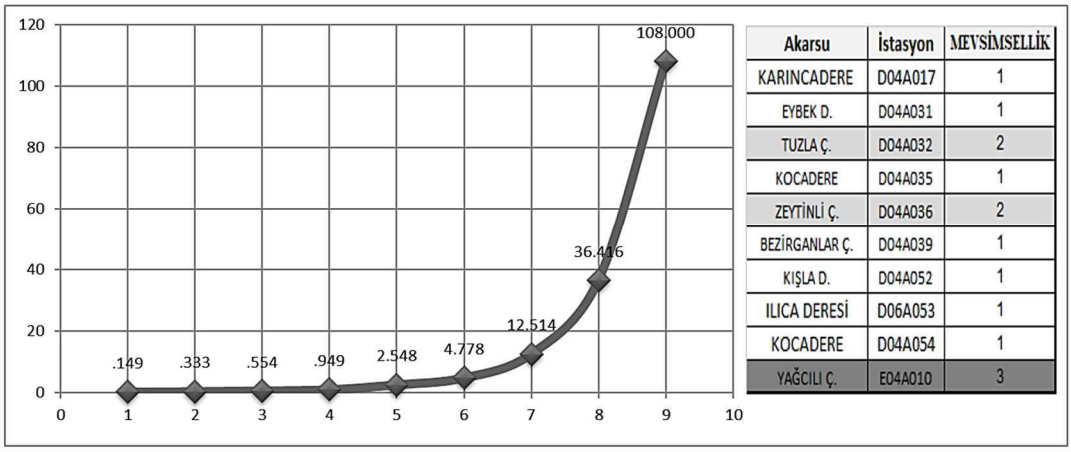
Yine grafikte görülmektedir ki yağışların sonlandığı dönemde ortalama akım değerleri de hızlı bir düşüş yaşamaktadır. Bu da bize göstermektedir ki ortalama debinin düşüp rejimin fakir olduğu dönemlere geçişteki en önemli faktör yağış azlığıdır. Yer altı kaynakları daha stabil birkaç akarsu debisini yağış dönemlerinden sonraki birkaç aya da aktarabilmektedir. Buna rağmen kuraklığın arttığı yaz mevsiminin ortalarında akımlar havza genelinde neredeyse dibe vurmaktadır. Debi düşüklüğünde aynı zamanda havza alanlarının küçük ve geçiş süresinin kısa olması da etkilidir.

Yaz kuraklığının dışında havza sularının azalmasındaki etkenlerden biri de evaporasyondur. Bilhassa bitki örtüsünün tahrip edildiği, şehirleşme ve tarım faaliyetleri sebebiyle doğal dokusu bozulan alanlarda buharlaşma oldukça yüksek seviyelere çıkmaktadır. Kuzey Ege Havzalarının etkisi altında olduğu Akdeniz ikliminin en belirgin özelliği yaz kuraklığıdır. Yaz aylarında 40 °C'nin üzerine çıkan sıcaklıklarda çıplak alanlardaki su kütleleri hızlı bir biçimde kuruma eğilimindedir. Özellikle kentsel yerleşim alanlarında sıcaklıkların etkisi artmaktadır. Akarsu yatağı çevresindeki kentsel dokular arttırdıkları sıcaklık etkisi ile evaporasyonun etkisini arttırmaktadır.

Genel itibari ile baktığımızda Kuzey Ege Havzalarında akarsu rejimlerinin yağış dönemlerinde çok hızlı bir artış gösterdiği görülmektedir. Kış ayları boyunca yüksek seyreden akımlar bahar aylarında yağışların azalmasıyla düşmeye başlar. Farklı kaynaklardan ve kollardan beslenen akarsularda ise bu düşüş nispeten daha geç yaşanmaktadır. Yaz aylarına gelindiğinde ise akarsu debileri en düşük seviyelerine doğru ilerlemektedir. Yaz boyunca neredeyse hiç yağış almayan havza var olan suyunu da deniz deşarjı, tarımsal kullanım, sanayi kullanımı, buharlaşma gibi eksiltici faktörlere teslim etmektedir. Hidrolojik takvimin son ayı olan eylül ayına gelindiğinde ise havzadaki akarsular en düşük akım değerlerini gösterir. Ekim-kasım aylarıyla birlikte gelen yağışlar

pek çok akarsuda hızlı bir etki göstermekte ve debilerini arttırmaktadır. Pek çok havzada ise ocak-şubat dönemi maksimum akım değerlerinin ölçüldüğü zaman aralığıdır.

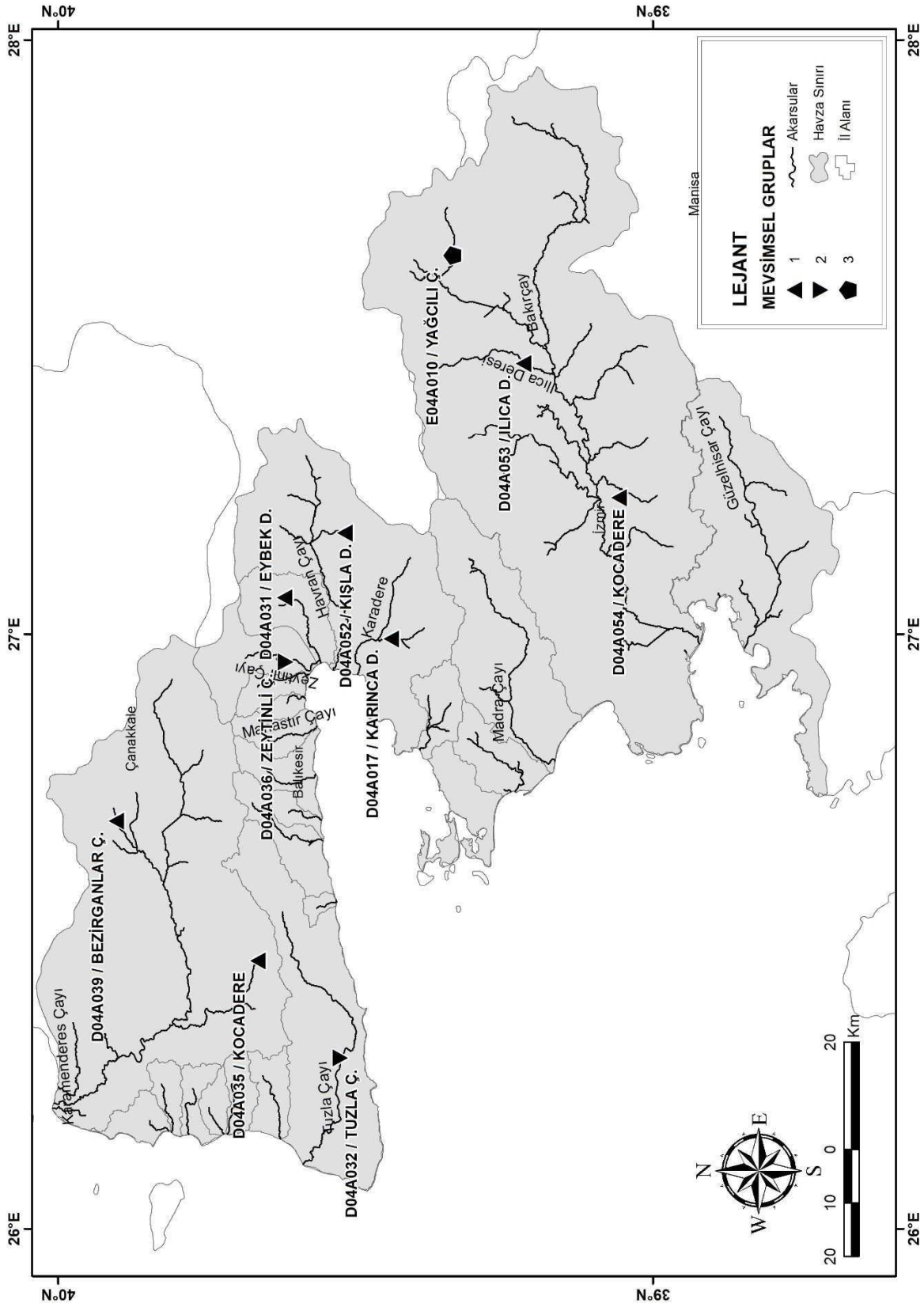
Kuzey Ege Havzalarında verileri temin edilen akarsuları mevsimsel özelliklerine göre gruplandırdığımızda karşımıza 3 küme çıkmaktadır. Gruplandırma yapılırken istasyonların uzun yıllar aylık ortalamaları SPSS uygulamasının kümeleme analizi aracından yararlanılarak işlendi. Var olan pek çok istatistiksel analizi gerçekleştirebilen uygulama kümeleme analizi için de çeşitli seçenekler sunmaktadır. Kümeleme analizlerinde literatürde yaygın olarak seçilen Ward metodu mevsimsel gruplaşmaları gözlemlemek için kullanıldı. Böylece istasyonların geçmiş yıllardan beri aylık ortalamaları baz alınarak benzerliklerine göre sınıflandırıldı (Şekil 4.2). Nihai olarak elde edilen 3 grubun listesi ve kümelenme eğrisi aşağıdaki grafikte verilmiştir.



Akarsu	İstasyon	MEVSİMSELLİK
KARINCADERE	D04A017	1
EYBEK D.	D04A031	1
TUZLA Ç.	D04A032	2
KOCADERE	D04A035	1
ZEYTİNLİ Ç.	D04A036	2
BEZİRGANLAR Ç.	D04A039	1
KIŞLA D.	D04A052	1
ILICA DERESİ	D06A053	1
KOCADERE	D04A054	1
YAĞCILI Ç.	E04A010	3

Şekil 4.2: Kümeleme analizi sonucunda elde edilen yığılma eğrisi

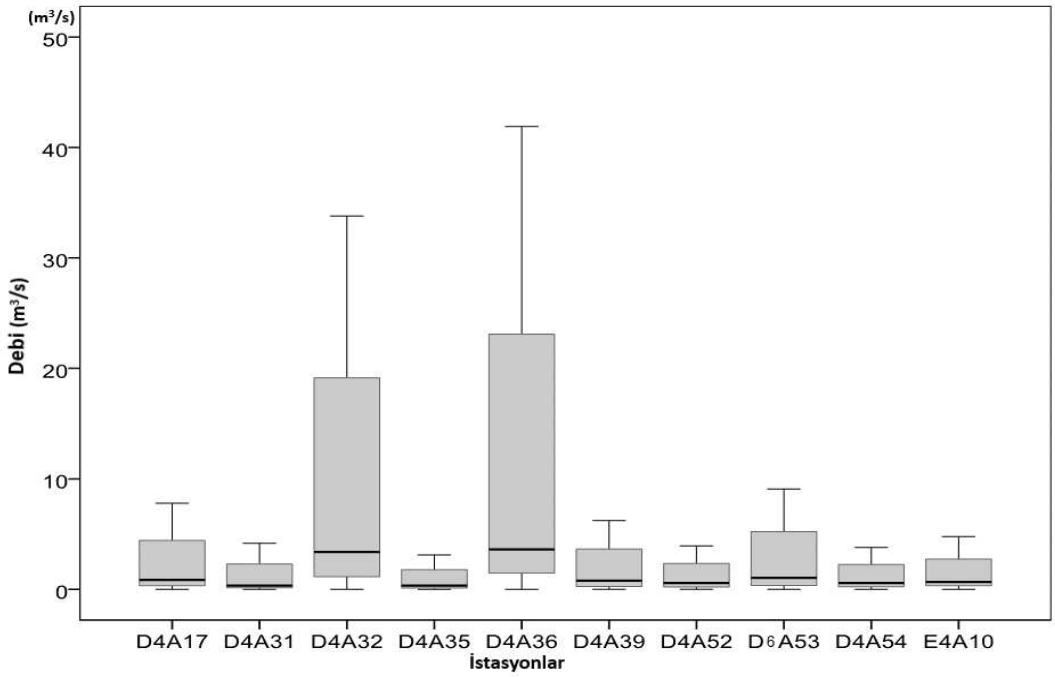
Yukarıdaki grafikte de görülmektedir ki uygulamanın oluşturduğu eğim 3 grubu ifade etmektedir. Havzadaki akarsuların büyük kısmı mevsimsel olarak benzer özellikleri göstermektedir. Karınca Deresi, Eybek Çayı, Kocadere, Bezirganlar Çayı, Kışla Deresi, Ilıca Deresi ve Bakırçay'ın kolu olan Kocadere Çayı birbirine yakın rejim karakteristiklerine sahiptir. Zeytinli ve Tuzla Çaylarındaki istasyonlar ise kendi aralarındaki benzerlikle Kuzey Ege Havzaları genelinden farklı karakter göstermişlerdir. Mevsimsel debi dağılışı içerisinde gözlemi olan istasyonlardan ayrılan akarsu ise Yağcılı Deresi olmuştur. Mevsimsel olarak debisine bariz bir farklılık görülmeyen akarsu tek başına ayrı bir küme oluşturmuştur (Şekil 4.3).



Şekil 4.3.:Rejim Mevsimselliği sınıflandırması

4.1.2 Rejim Büyüklüğü Özellikleri

Kuzey Ege Havzalarındaki akarsular debi büyüklüklerine göre incelendiğinde yine birbirine benzer karakterlerde olduğu görülmektedir. Havza içinde maksimum ortalama akımın en fazla gözlenen istasyon Zeytinli Çayı iken en düşük ölçümler tüm istasyonlarda 0 m^3/s düzeyindedir (Şekil 4.4). İstasyon ölçümlerindeki maksimum ortalama, minimum ortalama, ortalama debi ve standart sapmaların gösterildiği boxplot grafiği aşağıda verildi.



Şekil 4.4.: İstasyonların akım büyüklüklerinin gösterildiği grafik.

Grafikte de görüldüğü gibi Zeytinli Çayı ölçüm yapan istasyonlar maksimum ortalaması en yüksekte olan akarsudur. Onu yine yakın bir rejim karakterine sahip Tuzla Çayı izlemektedir. İstasyonların ardındaki beslenme alanlarının geniş olması ölçüm noktasına gelene kadar daha fazla su toplamasına sebep olmaktadır. Her iki akarsuda kaynaklarını aldığı Kazdağı'ndan ölçüm alanına kadar eğimli bir yapıya sahiptir. Bu durum ise toprağa düşen yağmurun tam anlamıyla infiltrasyona uğrayamadan akışa geçmesine sebep olmaktadır. Bunların dışında iki istasyonunda beslenme alanında ana akarsuya katılan yan kol ve küçük mevsimlik derelerin bulunması yine maksimum akımlarındaki ortalamanın yükselmesine sebep olmaktadır.

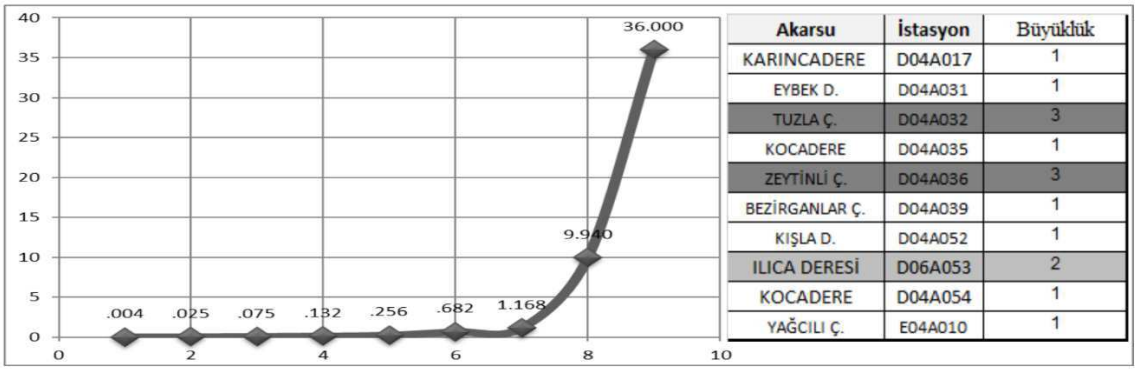
D06A53 kodlu gözlem istasyonu ise rejim büyüklüğü olarak diğer akarsulardan bir nebze ayrılmaktadır. İstasyonun temsil ettiği Ilıca Deresi Bakırçay'ın ölçüm yapılan en akıma sahip koludur. Maksimum akımlarının ortalaması bir nebze daha yüksek olsa da uzun yıllar ortalama ve minimum akım ortalamaları yine alt seviyelerdedir.

Genel itibar ile bakıldığında akarsuların tamamında minimum akımlar neredeyse sıfır düzeyindedir. Maksimum akımların ise her akarsuyun beslenme alanına ve infiltrasyon özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Bunlara ek olarak standart sapmaları en yüksek olan akarsular yine Zeytinli ve Tuzla Çayıyken onları Ilıca Deresi takip etmektedir. Aşağıdaki Tabloda de görüldüğü gibi standart sapma değerleri Kuzey Ege Havzaları genelinde yüksek durumdadır. Bu durum ise yine göstermektedir ki söz konusu akarsuların minimum ve ortalama akım durumuna karşın göreceli olarak ekstrem sayılabilecek maksimum değerler göstermektedir (Tablo 4.1).

Akarsu	İstasyon	Ortalama (m^3/s)	Maksimum (m^3/s)	Minimum (m^3/s)	S. Sapma
KARINCADERE	D04A017	0.643839	7.790357	0	1.046247
EYBEK D.	D04A031	0.269318	4.169	0	0.390722
TUZLA Ç.	D04A032	2.275547	33.78468	0	4.496415
KOCADERE	D04A035	0.247137	3.120419	0	0.443715
ZEYTİNLİ Ç.	D04A036	2.923174	41.88571	0	4.299983
BEZİRGANLAR Ç.	D04A039	0.487903	6.222419	0	1.061202
KIŞLA D.	D04A052	0.415267	3.920464	0	0.748033
ILICA DERESİ	D06A053	0.692755	9.07371	0	1.380095
KOCADERE	D04A054	0.450163	3.793286	0.004579	0.692213
YAĞCILI Ç.	E04A010	0.702006	4.773774	0	0.648721

Tablo 4.1.: İstasyonların uzun yıllar maksimum, minimum ortalama ve standart sapmaları.

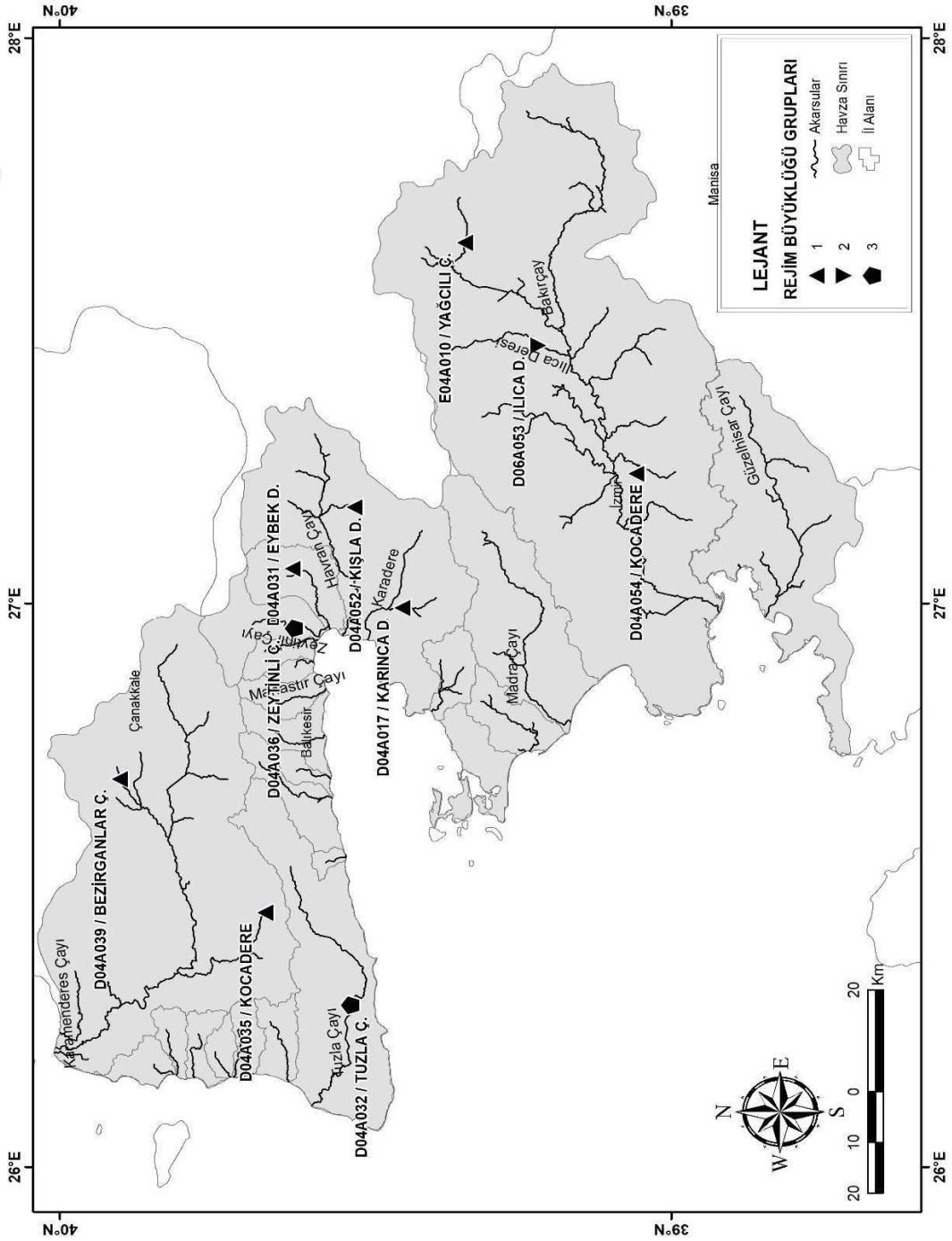
Rejim büyüklükleri incelenen istasyonların SPSS uygulamasıyla yapılan kümeleme analizinde ise mevsimsellikte olduğu gibi yine üç grup ortaya çıkmıştır. Karakteristik olarak birbirine yakın durumdaki istasyonların oluşturduğu üç grubun kümeleme analizi eğrisi ve gruplanışı aşağıda görüldüğü gibidir (Şekil 4.5).



Akarsu	İstasyon	Büyüklük
KARINCADERE	D04A017	1
EYBEK D.	D04A031	1
TUZLA Ç.	D04A032	3
KOCADERE	D04A035	1
ZEYTİNLİ Ç.	D04A036	3
BEZİRGANLAR Ç.	D04A039	1
KIŞLA D.	D04A052	1
ILICA DERESİ	D06A053	2
KOCADERE	D04A054	1
YAĞCILI Ç.	E04A010	1

Şekil 4.5.: Kümeleme analizi sonucu oluşan kümeleme eğrisi ve gruplandırma tablosu.

Rejim büyüklüklerinin gruplandırıldığı analizler göstermiştir ki Tuzla ve Zeytinli çayları benzer karaktere sahip iki akarsudur. Bununla beraber yine rejim büyüklüğü açısından birbirine yakın özellikler sergileyen Karıncadere, Eybek Deresi, Kocadere, Bezirganlar Çayı, Kışla Deresi, Ilıca Deresi ve Yağcılı Çayı 1 nolu kümeye dahil edilmiştir. 2 nolu kümede ise sadece ılıca deresi bulunmakla beraber iki farklı rejim büyüklüğü arasında geçiş karakteri göstermektedir. Şekil 4.6'da haritada rejim büyüklüklerine göre gruplandırılan istasyonların yayılış durumları gösterilmektedir.



Şekil 4.6.: Rejim büyüklüğü sınıflandırması

4.2 Yüksek Akım Karakteristiği

Çalışmanın şu ana kadar ki bölümlerinde Kuzey Ege Havzalarının pek çok farklı özelliğine değinilmiştir. Bu bölümde ise yüksek akım karakteristiğinin detayları ve trend eğilimleri incelenecektir. Her ne kadar birbirlerine yakın rejim karakteristikler sergilese de her alt havzanın birbirinden farklı akım koşulları bulunmaktadır. Bu doğrultuda öncelikle havzadaki akarsularda uzun yıllar kayıt yapmakta olan istasyonların gözlem süresi boyunca %10'luk yüksek akım dilimine denk gelen değerler tespit edildi. Daha sonra tespit edilen eşik değerin üstünde akım sergileyen gün sayıları tespit edildi. Böylelikle havzanın yıl içinde yüksek akım gösteren gün eğilimleri irdelenmiş oldu. Arkasından bu günlerin zamana bağlı değişimleri korelasyon analizi yoluyla incelendi. Korelasyon analizinde 0.05 ile 0.01 arasında anlamlı sonuçlar sergileyen istasyonlar belirlendi. .

Havza içindeki akarsuların 10 ve 30'ar günlük akım toplamları oluşturuldu ve bunların yıl içindeki en yüksek değerleri tespit edildi. Böylece hem akarsuların 10 günlük ve 30 günlük maksimum akım güçleri ortaya çıkarılmış hem de yüksek debi değerlerini sürdürebilme yetenekleri incelenmiştir.

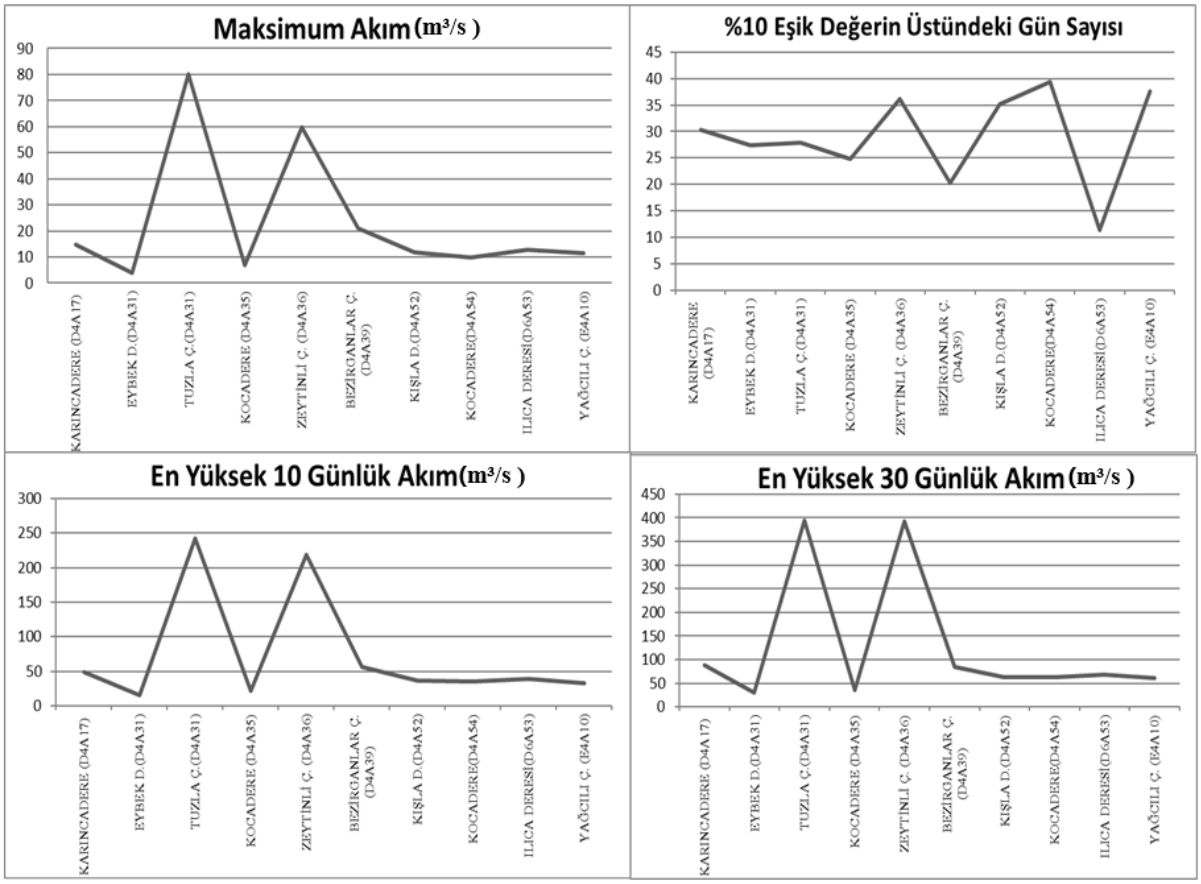
Sonuç olarak analizler sonucu elde edilen grafikler tablolar ve haritalar yardımıyla Kuzey Ege Havzalarında ölçüm yapılan istasyonların yüksek akım kapasitelerini, meydana gelen yüksek akımların sürekliliğini ve bu akımların zamana bağlı olarak değişimleri incelenip geçmişten günümüze olan eğilimleri ortaya konmuştur.

4.2.1 Yüksek Akım Parametrelerinin Analizi

Kuzey Ege Havzaları ile ilgili bu kısıma kadar toplanan bilgiler göstermiştir ki havza geneli ani yüksek akım ve sel karakterli akış özelliklerine eğilimi bulunmaktadır. Gerçekten de geçmişten bugüne havza akarsularında pek çok kez taşkın durumları gözlenmiştir. Havzanın yüksek akım özelliklerini ve eğilimlerini inceleyeceğimiz bu bölümde metot kısmında bahsedilen analizlerin bulguları gösterilecektir.

Akarsuların uzun yıllarda yapılan ölçümleri incelendiğinde yıllık maksimum akımlarının genel ortalamalarının çok üstünde olduğu görülmektedir. Bununla beraber maksimum 10 günlük ve maksimum 30 günlük akımların çizgisi birbirine ve yıllık maksimumum durumlarına benzerlik göstermektedir. bu veriler işaret etmektedir ki genel itibarla havzanın yüksek akım değerleri ani ve hızlı gelişip sönen akımlardan oluşmaktadır. Aşağıdaki grafikte istasyonların yıllık maksimum, %10 eşik değeri üstünde kalan gün

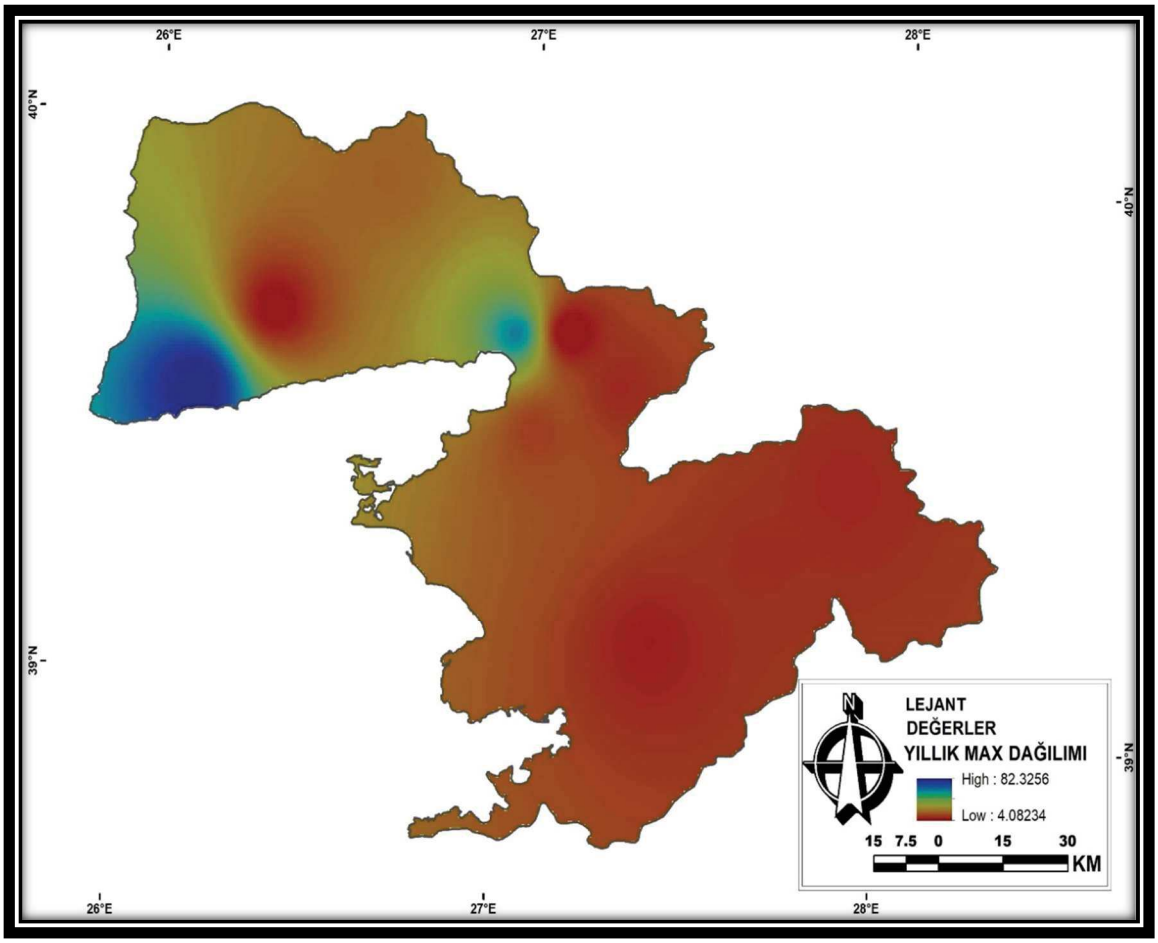
sayısı, maksimum 10 günlük akım ve maksimum 30 günlük akım değerlerinin her yıl için ayrı ayrı hesaplandıktan sonra alınan ortalama değerleri gösterilmektedir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7.: İstasyonların yüksek akım bilgileri (ortalama).

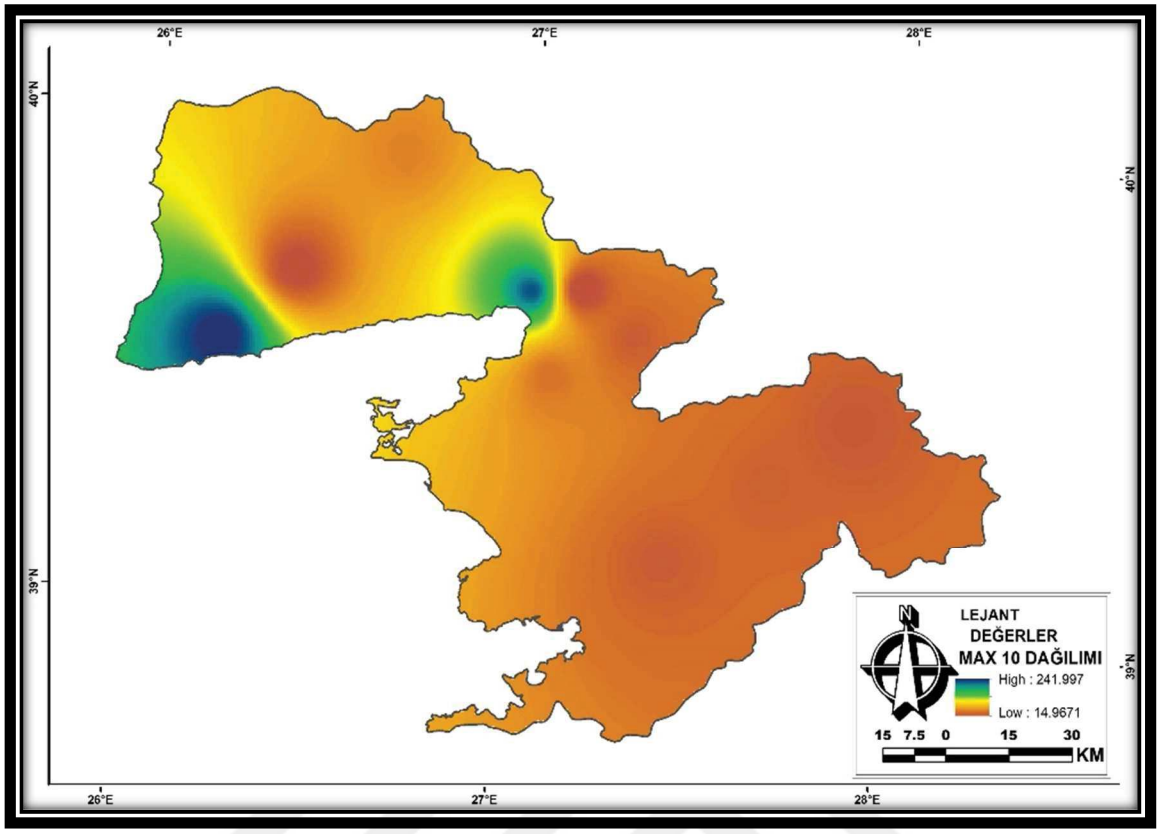
Rejim büyüklüklerinde de ortaya çıkan grafiğe benzer sonuçlar, yıllık maksimum akım, en yüksek 10 günlük akım (mak10) ve en yüksek 30 günlük akımda (mak30) da karşımıza çıkmaktadır. Yıllık maksimum akımlar içerisinde en yüksek değer, yıllık akım ortalaması 2.27 m³/s olan Tuzla Çayı 80 m³/s maksimum debi ortalamasına sahiptir . Tuzla çayını 60 m³/s'lik maksimum akım ortalamasıyla Zeytinli Çayı (yıllık ortalama debi 2.9 m³/s) takip etmektedir. Bunların dışında Kışla Deresi, Bakırçayın kolu olan Kocadere, Ilıca Deresi, Yağcılı Çayı, Eybek Çayı, Karıncadere ve Küçükmenderes Çayının kolu olan Kocadere akarsuları birbirlerine yakın maksimum debi ortalamalarına sahiptirler. Bezirganlar Çayı ise Zeytinliden sonra en fazla maksimum akım ortalamasına sahip olmasına karşın şu anda kuru pozisyondadır. Daha önce yaşanan taşkınların olduğu bilgisi yöre halkından ve arazi gözlemlerinden toplanmıştır. Yine arazi çalışmasında öğrenilen bilgiye göre bezirganlar çayında ölçüm istasyonundan önceki kısımlarında gölet yapılması planlandığı öğrenilmiştir. Akarsuyun şu anki kuruma durumunun bu sebeple beşeri bir

müdahale sonucu olabileceği düşünülmektedir. Şekil 4.8'de maksimum debi ortalamalarının Havza üzerindeki dağılımı görülmektedir.



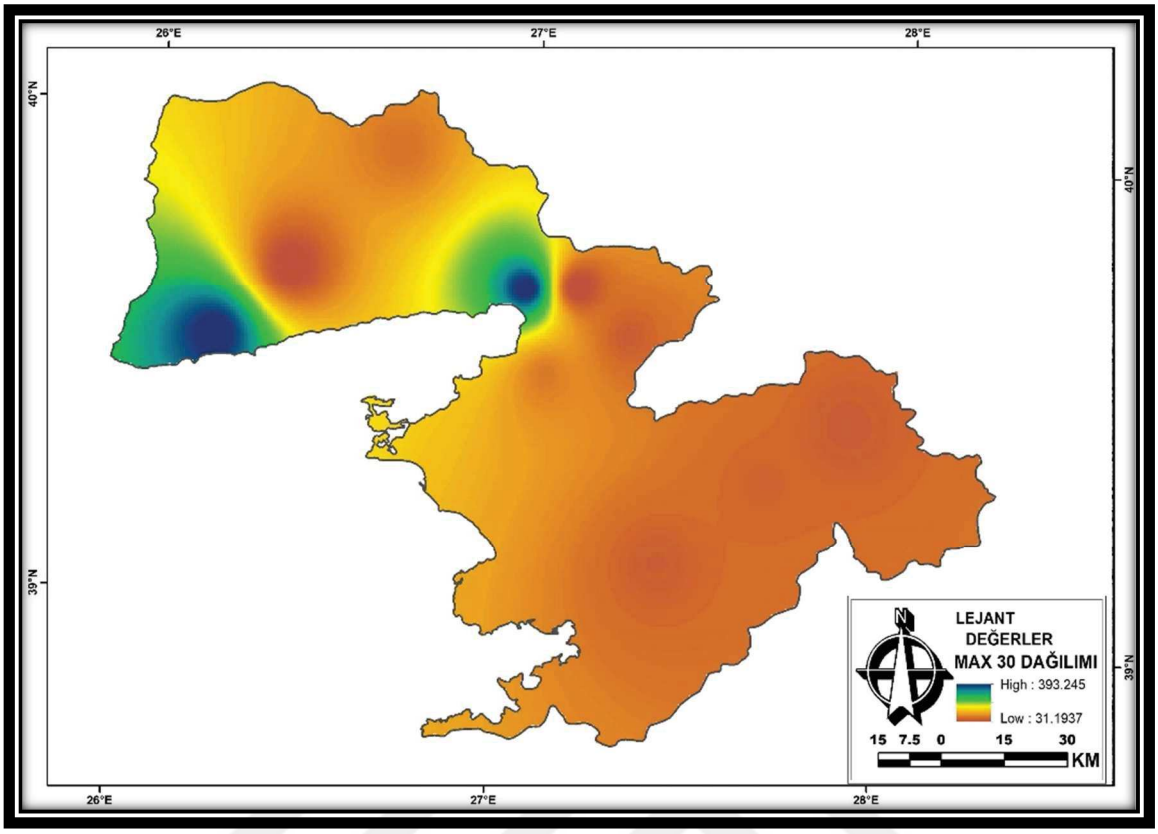
Şekil 4.8.: Çalışma alanında uzun yıllar ortalama maksimum yıllık akımın dağılışı

En yüksek 10 günlük akım verilerinin ortalamasına bakıldığında ise maksimum ortalamalarınınkine benzer bir grafik görmekteyiz. Bu durum bizlere göstermektedir ki akarsuların yıllık maksimum değerlerinde sürdürebildiği gün sayıları düşüktür. Aynı zamanda maksimum akımlarındaki debi miktarlarının mak10'da gösterilen debi miktarına yakın olması, yıl içinde 10 günlük en fazla akım miktarının birkaç gün içinde görülen şiddetli debi miktarlarından kaynaklandığının göstergesidir. Ayrıca bu grafikte Zeytinli ve Tuzla Çaylarının aralarındaki farkın nispeten azaldığını görmekteyiz. Bu fark azalması Zeytinli Çayında meydana gelen debi artışlarının daha uzun süreler sürdüğünü ifade etmektedir. Bir diğer deyişle Zeytinli Çayında gerçekleşen bir ekstrem akım durumu akım değeri Tuzla Çayından az bile olsa sürekliliği ile ona yakın bir su kütlesi taşımaktadır. Diğer akarsulara baktığımız zaman birbirine yakın akım miktarlarını 10 günlük maksimum akışlarında göstermektedirler (Şekil 4.9).



Şekil 4.9.: Kuzey Ege Havzalarında maksimum 10 günlük akım ortalamalarının alan üzerindeki interpolasyonu.

En yüksek 30 günlük akım ortalamaları incelendiği zaman ise Kuzey Ege Havzalarının genelinde birbirine benzer bir durum söz konusu iken yine Zeytinli ve Tuzla Çayları grafikteki en sivri iki tepeyi oluşturmaktadır. Ancak bu kez Zeytinli ve Tuzla Çayları yıl içindeki en yüksek akımlı 30 gün ortalamasında birbirine neredeyse eşit sonuçlar göstermektedir (Şekil 4.10). 10 günlük maksimum akım durumunda da bahsedildiği gibi Zeytinli Çayının yıllık maksimum akımları Tuzla'dan küçük görünse de debi sürekliliği açısından daha dayanıklı bir çay olması yıl içindeki 30 günlük maksimum akım miktarlarını eşitlemiştir. Buna ek olarak mevsimsel rejim özelliklerinde Zeytinli Çayının ortalama debisini daha uzun süre devam ettirebilmesi bu konuyu doğrulamaktadır.



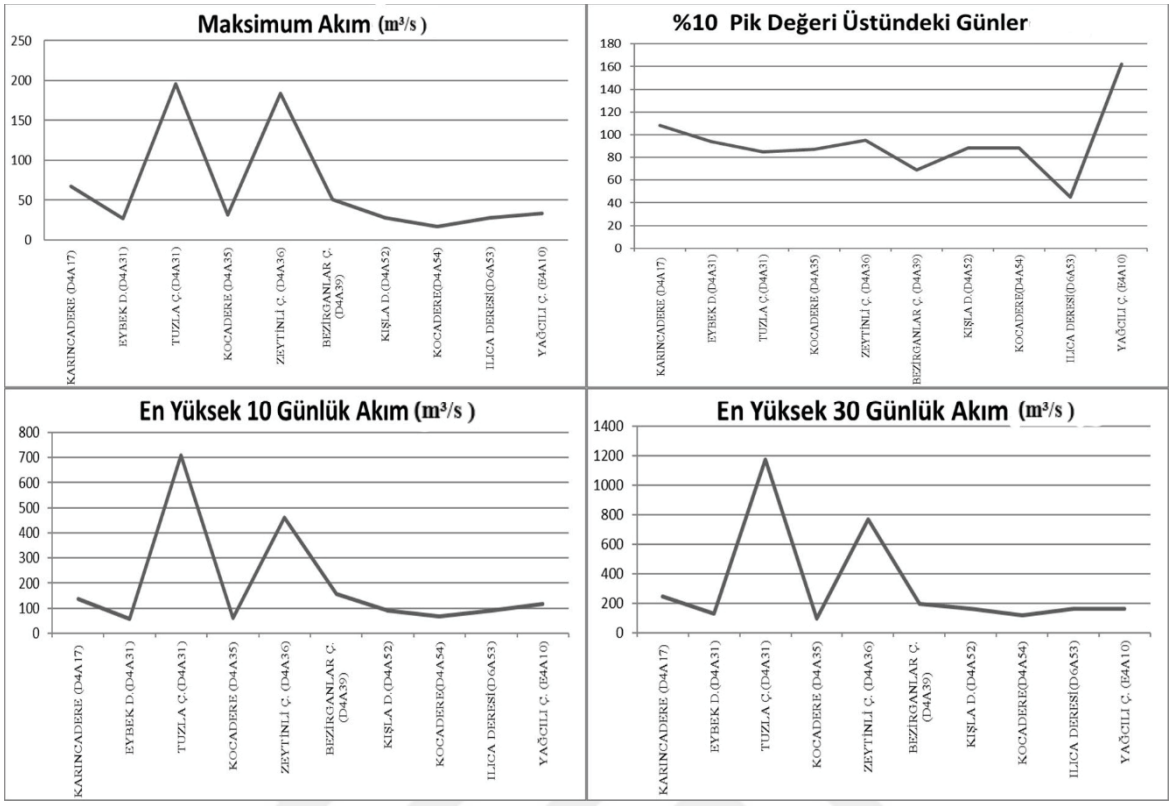
Şekil 4.10: Kuzey Ege Havzalarındaki Maksimum 30 günlük akım ortalamalarının alan üzerindeki interpolasyonu.

%10'luk eşik değerlerine gelindiğinde ise durum bir nebze değişmektedir. Yapılmış önceki akademik çalışmalar bizlere göstermiştir ki her havza kendine özgü mekanikler ve karakteristik özellikler taşır. Bu doğrultuda çalışma alanındaki birbirinden bağımsız olan alt havzaların da farklı mekanikler ve karakteristik özellikler taşıdığını görmekteyiz. Her bir alt havzanın yatak özellikleri, eğim özellikleri, yatak kapasitesi gibi birbirinden farklı özelliklere sahip olması gerçekleşen yüksek akımlardan farklı şekillerde etkilenmelerine sebep olur. Buda göstermektedir ki su taşıma kapasitesi yüksek olan bir havzada 50-60 m^3/s'lik akım çoğu zaman yataktan bile taşmazken, su taşıma kapasitesi düşük olan bir havzada aynı miktardaki akım geniş alanlara yayılabilen sel karakterli bir taşkına yol açabilmektedir. Bu sebeple her istasyonu kendi yüksek akım koşullarına göre değerlendirmek amacıyla %10'luk yüksek akım eşik değerleri tespit edilmiştir. Bu yapılırken istasyona ait uzun yıllar kayıtları incelenip metot kısmında da belirtilen analizler uygulandı. Elde edilen eşik değerin üstünde kalan günler her su yılı içinde tek tek hesaplanıp irdelendi. Yukarıdaki grafikte gösterilen eşik değer üstünde kalan gün sayılarının ortalaması, temsil ettiği istasyonun yılda ortalama kaç gün maksimum kapasitede veya kapasitesinin üstünde debi değerlerinin görüldüğünü yansıtmaktadır.

Bulgular bize göstermektedir ki akarsuların %50'si yılda ortalama 25-30 gün yüksek akım eşik değerinin üstündeki debilerde su taşımaktadır. Eşik değerinin geçildiği gün ortalaması en az olan Ilıca Deresi olarak dikkat çekmektedir. Tuzla Çayı genel itibari ile yüksek debi miktarına sahip olduğu ve ekstrem akımların hızlı gerçekleştiği için eşik değerin üstündeki gün sayısı 27 bandındadır. Karamenderes Nehrine bağlanan Kocadere Çayı ise önceki grafiklere oranla oldukça yüksek değerler göstermektedir. debi olarak çok yüksek akımlar tespit edilmese de eşik değerin üstünde geçirdiği akım günü sayısı yüksek bir akarsudur. Zeytinli Çayına ait eşik değerin üstündeki gün ortalaması ise 36 gündür. Yılın ortalama 1 ayında kapasitesini doldurmaya yakın olan çay aynı zamanda bu akımı en uzun sürdürebilen akarsulardandır. Grafikte şu ana kadarki düşük debi gösteren diğer akarsulardan biri olan Kışla deresinin 35 gün ile hatırı sayılır bir yüksek akım potansiyeli olduğunu görmekteyiz. Bakırçay'ın kolu olarak incelenen Kocadere Çayına ait eşik değerini geçen gün sayısı ortalaması ise analizi yapılan akarsular içindeki en yüksek değerleri göstermektedir. Yılın yaklaşık 39 gününü tehlikeli sayılabilecek debilerde seyreden akarsu yıllık ortalama debisi düşük olsa da hatırı sayılır bir zamanı genel kapasitesinin üstünde geçirmektedir. Grafikteki en yüksek ikinci değeri veren akarsu ise 37 gün ortalaması ile Ilıca deresidir (Şekil 4.7).

Grafikteki veriler doğrultusunda Kuzey Ege havzalarındaki ölçümü yapılmış akarsularda her yıl ortalama 30 gün havzaların uzun yıllarda ölçülen %10'luk yüksek akıma denk gelen eşik değerlerinin üstünde bir görünüm sergilemektedir. Bu denli yüksek rakamların karşımıza çıkmasındaki en önemli etmen havzaya düşen ani ve yüksek miktardaki yağışların mevcudiyetidir. Bu yağışlar vesilesiyle akarsular eşik değerlerinin çok üstündeki akımları sık sık yaşayabilmektedirler.

Tüm bu verilere ek olarak bir de havza akarsularında şu ana kadar ölçülmüş en yüksek akımların durumları incelendi. Tespit edilen ekstrem akım düzeylerinin grafikleri oluşturulup aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.11.: İstasyonların yüksek akım bilgileri (maksimum).

Şekilde çalışma alanı dahilinde kalan istasyonların yüksek akım analizi sonucu tüm gözlem süresindeki yıllık maksimum, eşik değerinin üstüne çıkan gün sayıları, maksimum 10 ve 30 günlük akımların en yüksek değerleri gösterilmektedir. Aynı verilerin ortalamalarından oluşan grafiğe göre belirgin farklılıklar tespit edilmemiştir.

Yıllık maksimum akımlar içinde gözlenen en yüksek değer, ortalama değerlerde tespit edildiği gibi yine Tuzla Çayında ölçülmüştür. Ancak Zeytinli Çayı bu grafikte ortalama değerlere kıyasla Tuzla Çayına daha yakın bir debi ile yaklaşmaktadır. Buna ek olarak Eybek ve Kocadere Çaylarında şuana kadar ölçülen en yüksek akım değerleri Kışla ve Bakırçay'ın kolu olan Kocadere'yi geçmiştir.

Akarsularda gözlem süreleri dahilinde ölçülmüş en yüksek 10 günlük akım değerleri 700 m³/s'den fazla olarak Tuzla Çayında ölçülmüştür. Arkasından 461 m³/s ile Zeytinli çayı gelmekteyken diğer akarsuların sıralanışında bir değişiklik gözlenmemiştir. Aynı şekilde 30 günlük ölçümlerde de 1176 m³/s'lik akımla Tuzla Çayı ölçülmüş en yüksek değerleri vermektedir (Şekil 4.11). Alt sıralamalarda bir değişiklik gözlenmezken Zeytinli Çayı ile Tuzla Çayı arasındaki gözlem sürecindeki ölçülmüş en yüksek değerlerin farkı artmıştır.

%10'luk eşik değerinin üstünde kalan günlerin sayısında ise görünüm tekrardan değişmiştir. Akarsuların ölçüm tarihlerinde eşik değerlerinin üstünde debiye sahip günlerin en fazla olduğu istasyon Yağcılı Çayında bulunmaktadır. 162 gün ile havzada yapılmış ölçümler içerisinde eşik değerini yıl içinde en fazla geçen akarsu Yağcılı Çayıdır. 1982 su yılında gözlenen veride neredeyse yarım yıl boyunca akarsu kendi kriterlerine göre ekstrem durumda akmaktadır. Yağcılı Çayını 2. Sırada takip eden akarsu ise 108 gün ile Karıncadere olmuştur. Zeytinli Çayı ise gözlem süresi içerisinde eşik değerinin üstündeki seyrini en fazla 95 gün sürdürebilmişken Eybek Deresi 94, Kışla Deresi 88, Kocadere (Bakırçay) 88, Kocadere (Küçükmenderes) 87, Tuzla 85, Bezirganlar 69, Ilıca Deresi ise 45 gün sürdürmüştür (Şekil 4.11).

Sonuç olarak bulgular göstermektedir ki Kuzey Ege Havzalarındaki akarsular debi miktarları ne olursa olsun belirgin bir yüksek akım karakteristiği vermektedir. Havza genelinde kısa süre içinde ulaşılan yüksek debi miktarlarının yanı sıra her alt havzanın kendi eşik değerinin üstünde akım sergilediği gün sayıları da oldukça fazladır. Özellikle yaşanmış ekstrem durumlar incelendiğinde 8 akarsu geçmişte yılın en az 3 ayını yüksek akım durumunda geçirmiştir. Korelasyon analizinde ise bu maksimum karakteristiklerinin zamansal eğilimleri incelenecektir. Ayrıca her bir istasyonun uzun yıllarda yapılan ölçümlerinde yıllık maksimumların, eşik değerlerinin üstünde kalan gün sayılarının, maksimum 10 ve 30 günlük ölçümlerinin grafikleri eklerde verilmiştir.

4.2.2 Korelasyon Analizi

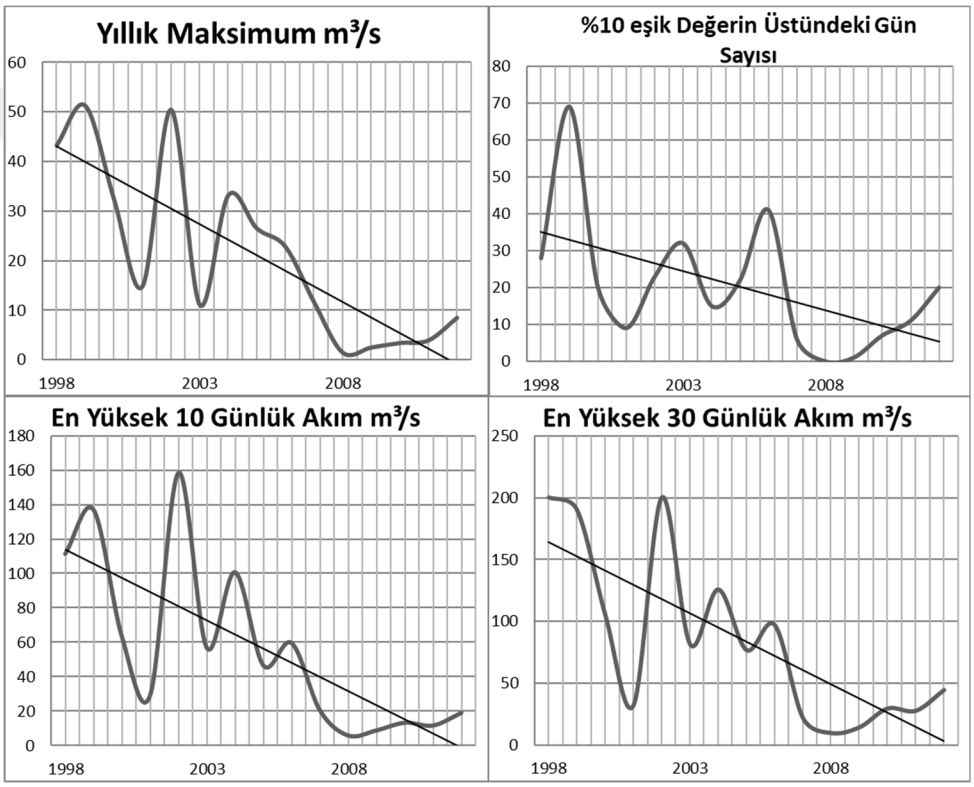
İstasyonların her akım gözlem yılı için belirlenen yüksek akım serileri yıllar arası değişkenliği belirlemek için analiz edildi. Analizin temel amacı havza içinde bulunan akarsuların yüksek akım karakteristiklerinde geçmişten bugüne ne yönde bir eğilim olduğunu saptanmasıdır. Mann-Kendall ve Spearman-Rho korelasyon analizleri ile sonuçları Tablo 4.2'de verildi.

Kendall		Yıllık Maksimum	Eşik Değer Üstü Gün Sayısı	En Yüksek 10 Günlük Akım	En Yüksek 30 Günlük Akım	Spearman		Yıllık Maksimum	Eşik Değer Üstü Gün Sayısı	En Yüksek 10 Günlük Akım	En Yüksek 30 Günlük Akım
D04A31	Korelasyon Katsayısı	.036	-.003	.005	.002	D04A31	Korelasyon Katsayısı	.039	-.016	.004	-.006
	Anlamlılık Düzeyi	.765	.977	.966	.989		Anlamlılık Düzeyi	.823	.928	.981	.973
D04A17	Korelasyon Katsayısı	-.096	-.069	-.020	-.018	D04A17	Korelasyon Katsayısı	-.146	-.125	-.044	-.052
	Anlamlılık Düzeyi	.418	.560	.865	.876		Anlamlılık Düzeyi	.403	.475	.804	.768
D04A35	Korelasyon Katsayısı	-.100	.193	.105	.100	D04A35	Korelasyon Katsayısı	-.141	.226	.134	.123
	Anlamlılık Düzeyi	.465	.162	.441	.466		Anlamlılık Düzeyi	.483	.257	.506	.542
D04A36	Korelasyon Katsayısı	.028	.167	.058	.126	D04A36	Korelasyon Katsayısı	.014	.216	.117	.208
	Anlamlılık Düzeyi	.843	.234	.675	.366		Anlamlılık Düzeyi	.946	.290	.568	.307
D04A39	Korelasyon Katsayısı	-.581	-.345	-.581	-.543	D04A39	Korelasyon Katsayısı	-.807	-.558	-.811	-.746
	Anlamlılık Düzeyi	.003	.074	.003	.005		Anlamlılık Düzeyi	.000	.031	.000	.001
D04A52	Korelasyon Katsayısı	.197	.056	-.056	.000	D04A52	Korelasyon Katsayısı	.209	.033	-.100	-.033
	Anlamlılık Düzeyi	.463	.835	.835	1.000		Anlamlılık Düzeyi	.589	.932	.798	.932
D06A53	Korelasyon Katsayısı	.270	.360	.067	.156	D06A53	Korelasyon Katsayısı	.328	.432	.103	.224
	Anlamlılık Düzeyi	.281	.151	.788	.531		Anlamlılık Düzeyi	.354	.213	.777	.533
D04A54	Korelasyon Katsayısı	.094	.019	.091	.055	D04A54	Korelasyon Katsayısı	.115	.014	.082	.091
	Anlamlılık Düzeyi	.693	.938	.697	.815		Anlamlılık Düzeyi	.736	.968	.811	.790
E04A10	Korelasyon Katsayısı	-.029	.083	.089	.108	E04A10	Korelasyon Katsayısı	-.071	.096	.114	.112
	Anlamlılık Düzeyi	.806	.479	.446	.354		Anlamlılık Düzeyi	.683	.578	.510	.515
D04A032	Korelasyon Katsayısı	,233	,134	,228	,138	D04A032	Korelasyon Katsayısı	.315	.181	.300	.195
	Anlamlılık Düzeyi	,066	,291	,072	,277		Anlamlılık Düzeyi	.084	.330	.101	.294

Tablo 4.2.: Mann-Kendall ve Spearman Rho Korelasyon analizlerinin sonuçları. Açık Gri ile belirtilmiş satırlar 0.05 düzeyinde anlamlı, koyu griler ise 0.01 düzeyinde anlamlı eğilimleri vermektedir.

Mann-Kendall ve Spearman-Rho analizlerinin sonuçları birbiri ile paralellik gösterir. İstasyon verilerinde analiz edilen yıllık maksimum, %10'luk eşik değer üstündeki gün sayısı, maksimum 10 günlük akım ve maksimum 30 günlük akım değerlerindeki yıllar arası yüksek değişimler sebebiyle anlamlılık düzeyleri kabul edilebilir sınırların altında sonuçlar tespit edildi. Yalnızca D4A39 istasyonunda 0.05 ile 0.01 arasında anlamlılık katsayısı elde edildi. %95 ila %99 arasındaki doğruluk payı anlamına gelen bu katsayı Bezirganlar Çayındaki gözlem istasyonu dışında hiçbir istasyondan elde edilemedi. D4A31, D4A17, D4A35, D4A36, D4A52, D4A53, D4A54, E4A10, D4A32 kodlu istasyonların incelenen verilerinde yıllara bağlı değişimler kabul edilebilir anlamlılık düzeyinin çok altındadır.

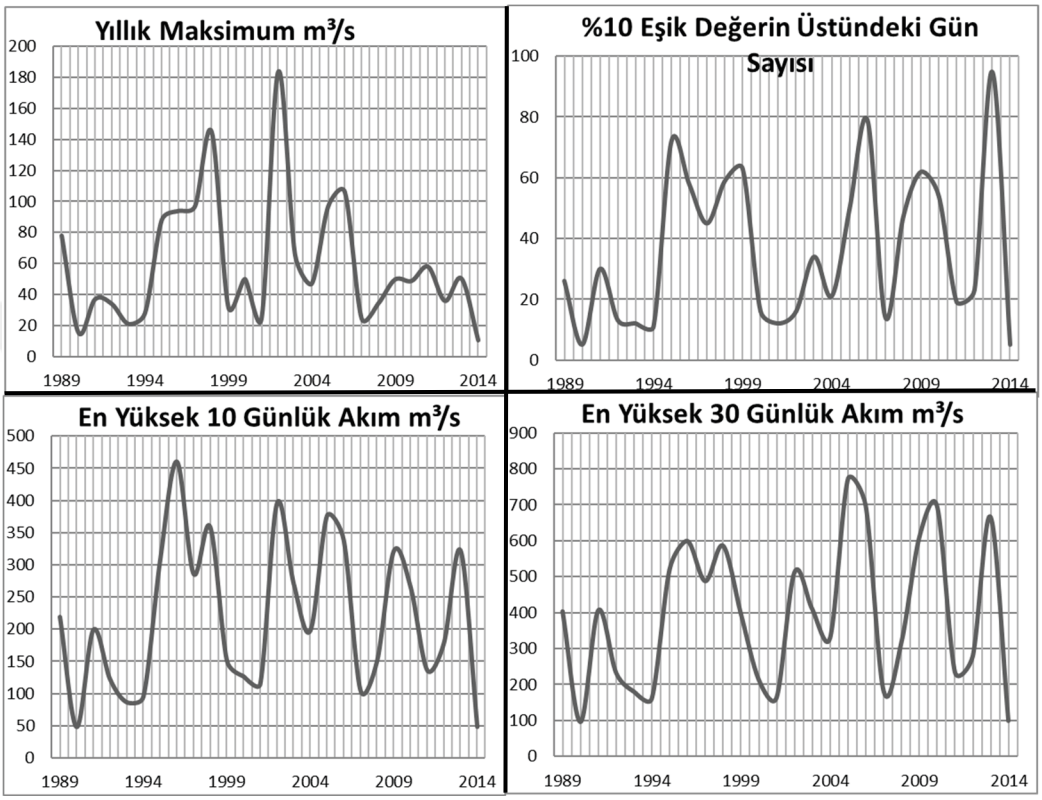
Bezirganlar Çayının (D4A39) ölçüm tarihi boyunca yıllar arası dalgalanmalar dışında akımında sürekli olarak azalma durumu söz konusudur. Her iki Korelasyon analizinde de yüksek anlamlılık düzeyi ve yüksek korelasyon katsayıları elde edilen akarsuyun yüksek akım verilerinin grafiği de bulguları doğrular niteliktedir. Yapılan arazi çalışmasında akarsuyun tamamen kuruduğu tespit edilmiştir. Akarsuyun tam kuruma tarihi bilinmemekle beraber üst kesimlerine gölet yapılması planlandığı arazi çalışmalarında öğrenildi. Yüksek akımlardaki bu düşüş ve kuruma bu çalışmalar sebebiyle olabileceği düşünülüyor.



Şekil 4.12.: Bezirganlar Çayı (D4A39) yüksek akımının zamana göre değişimi.

Taşkın risk analizi yapılacak olan Zeytinli Çayında gözlem yapan D4A36 kodlu istasyonun Yıllık maksimum akımlarında ufak bir artış belirmiştir. İstasyonun 1995 ve 2004 tarihleri arasındaki gözlemleri havza normallerinin çok üstündeyken 2007'den itibaren yine yükselişe geçmiştir. %10'luk Eşik değerlerin üstündeki gün sayıları ise yıllar arası büyük dalgalanmalar gösterse de yine de artış eğilimindedir. Debi süreklilik durumunu sergileyen maksimum 10 ve 30 günlük akımlar ise birbirine benzer çizgilere sahiptir. Maksimum 10 günlük akımlarda en yüksek değeri 1995 tarihinde gözlenmekteyken, 30 günlük akımda 2005 tarihinde en yüksek değer ölçülmüştür. Her iki Yüksek akım parametresinde de 1995 tarihinden itibaren dalgalanmalı bir yükseliş

gözlenmektedir. İstasyonda gözlenen yüksek akım ölçümlerinin son yıllara doğru gittikçe artış gösterdiği görülmektedir. Yıllar arasındaki akım dalgalanmaları göstermektedir ki gözlenen maksimum akım düzeyleri gittikçe dengesiz pozisyonlar almaktadır. Bir seneki maksimum akım düzeyi yıllık ortalamaya yakın iken bir sonraki sene taşkın düzeyinde maksimum akım değeri ölçülebilmektedir.



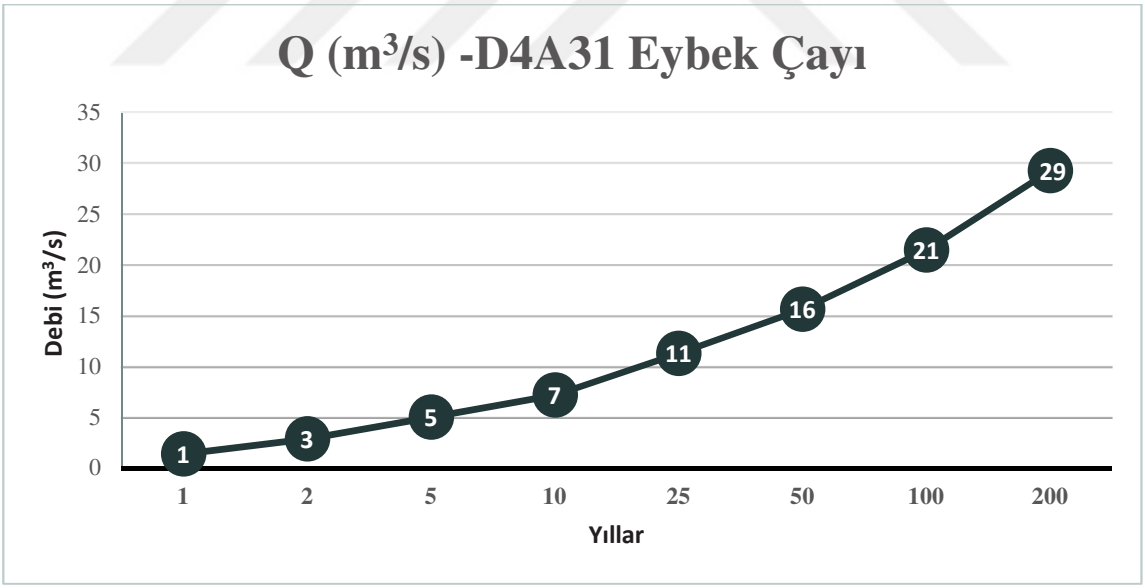
Şekil 4.13. Zeytinli Çayı (D4A36) yüksek akım parametrelerinin yıllara göre değişimi.

4.3 Taşkın Frekans Analizi

Taşkın frekans analizi, bir akarsu istasyonundaki geçmişte yapılmış gözlemlere dayanarak gelecekteki döngü periyotlarında gerçekleşme ihtimali olan taşkın debilerini hesaplamak için kullanılmaktadır. Literatürde taşkın frekans analizini uygularken pek çok farklı metot kullanıldığı görülmektedir. Havza tipi ve boyutlarına göre uygulanan farklı analiz modelleri içinde en yaygın olanları Gumbel dağılımı ve Log-Pearson tip 3'tür. Çalışma alanı olan Kuzey Ege Havzalarındaki akarsular için en uygun analiz yönteminin Log-pearson tip 3 olduğu belirlenmiştir. Ayrıca gelecekteki belirli tekrar sürelerindeki taşkın ihtimalleri hesaplanırken geçmişteki yapılan kayıtların da uzun ve eksiksiz olması gerekmektedir. Taşkın frekans analizleri çalışma mantığı gereği geçmişteki akım

karakteristiklerini mercek altına alarak gelecekte olabilecek durumları gösterir. Gelecekte karşılaşılabilecek akarsu debilerinin doğru bir biçimde hesaplanabilmesi için geçmişteki gözlem süresinin geniş olması gerekmektedir. Bu sebeple Kuzey Ege Suları içinde gözlem yapan istasyonlar içinde akım verisi en az 15 yıl olan istasyonlar incelenmiştir. 15 yılın altında veriye sahip istasyonlardan geniş genliklerde olabilecek akım tahminleri üretmek mantıklı sonuçlar vermeyeceğinden bu akarsularda taşkın frekans analizleri uygulanmamıştır.

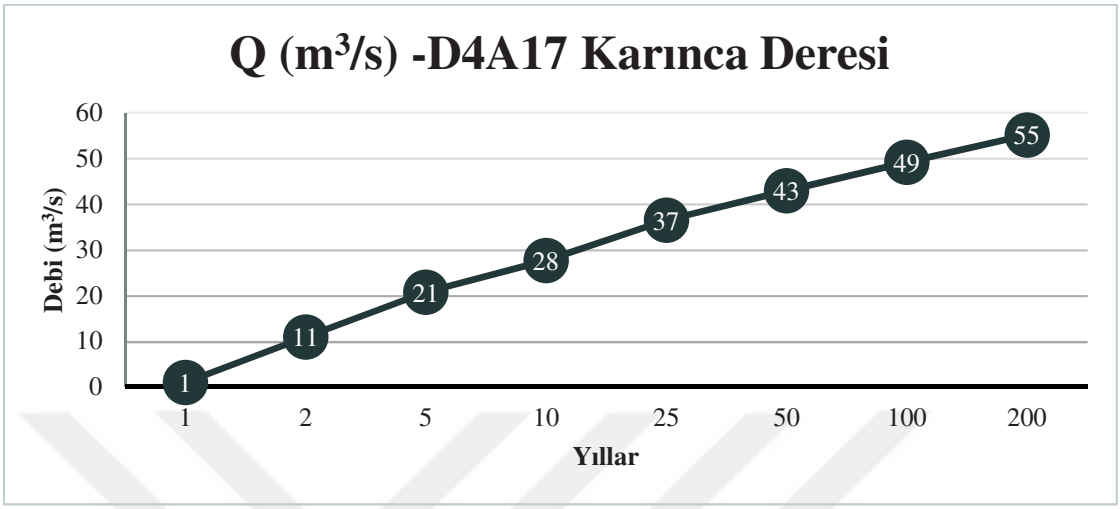
Havza içinde 15 yıldan fazla akım ölçümü yapan istasyon sayısı 6'dır. Eybek Deresi (35 yıl), Karıncadere (31 yıl), Zeytinli Çayı (26 yıl), Tuzla Çayı (31 yıl) Bezirganlar Çayı (15 yıl) ve Yağcılı Çayı (36 yıl) taşkın frekans analizi yapmak için uygun görülen akarsulardır. Böylece bu altı akarsuyun Log-Pearson tip 3 analizine göre 1-2-5-10-25-50-100-200'er yılda bir görülebilecek akım değerleri ortaya çıkarıldı. Tahminleri yapılan bu 6 akarsu içinden seçilen Zeytinli Çayı ise bir sonraki başlıkta taşkın risk analizi altında incelenecektir. Aşağıda frekans analizi yapılan akarsuların yıl-akım eğilimlerini gösteren grafikler verilmiştir.



Şekil 4.14.: Eybek Çayına ait taşkın frekans analizi çıktıları.

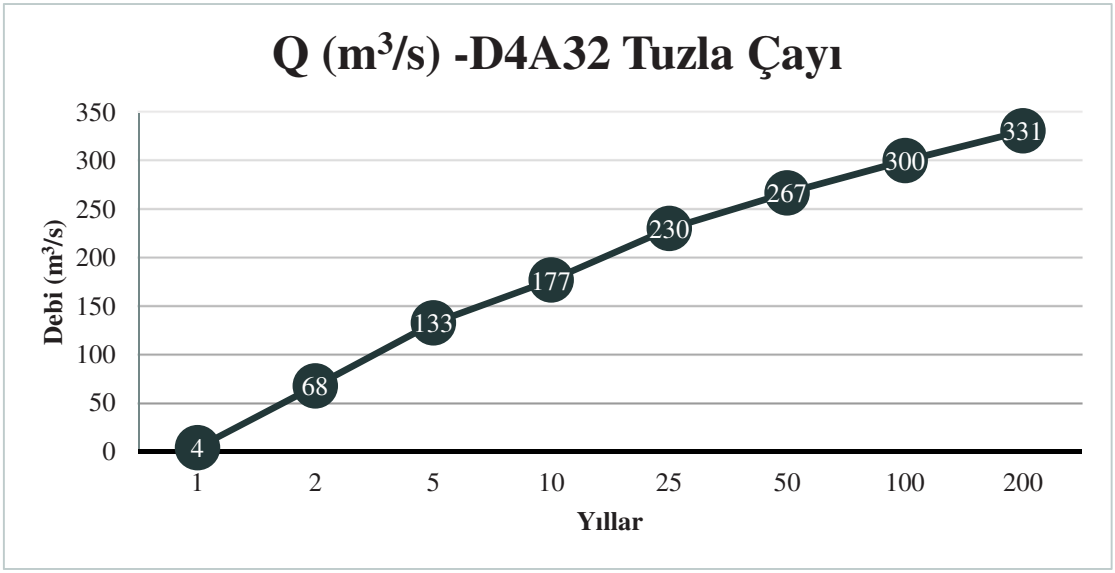
Şekil 4.14'te 7de görüldüğü üzere Eybek Çayında her yıl görülmesi tahmin edilen üst akım değeri 1 m^3/s iken 2 yılda bir görülebilecek debi miktarı 3, 5 yıldaki 5, 10 yıldaki debi ise 7 m^3/s düzeyindedir. 25 yıllık döngü periyodunda 11 m^3/s bir akım gösterirken 50 yıllık periyotlarda görülebilecek akım değeri 16 m^3/s düzeyindedir. Eybek Çayının ortalama durumunun çok üzerine çıkan taşkın zararları oluşturabilecek akım değerleri 50-

100-200 yılda bir gerçekleşebilecek zamansal döngülerde yansımıştır. 100 yılda bir görülebilecek debi miktarı 21 m^3/s iken 200 yıllık periyoda gelindiğinde bu miktar 29 m^3/s düzeyindedir.



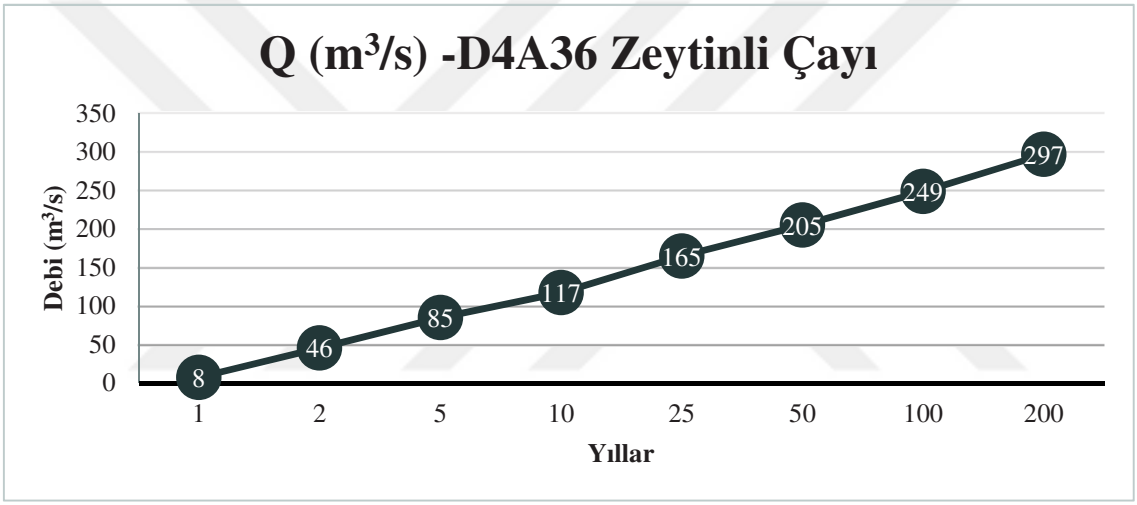
Şekil 4.15.: Karınca deresi ait taşkın frekans analizi çıktıları.

Genel itibar iler doğrusal bir formda artış gösteren Karınca Deresi taşkın frekans eğrisi göstermektedir ki her yıl görülebilen yüksek debi miktarı 1 m^3/s dolayındadır (Şekil 4.15). Buna ek olarak her iki yılda bir karşımıza çıkabilecek akım ise 11 m^3/s düzeyindeyken 5 yıllık periyotta bu miktar 21 m^3/s düzeyine gelmektedir. 10 yıllık tekrar döngüsünde debi miktarı 28 m^3/s dolayında seyretmektedir. 25 ve üzeri döngü yıllarında karşılaşılabilecek ciddi akımlar 37 m^3/s ile başlarken 50, 100 ve 200 yılda bir görülebilecek taşkınlarda akım miktarı sırası ile 43, 49 ve 55 m^3/s seviyelerindedir.



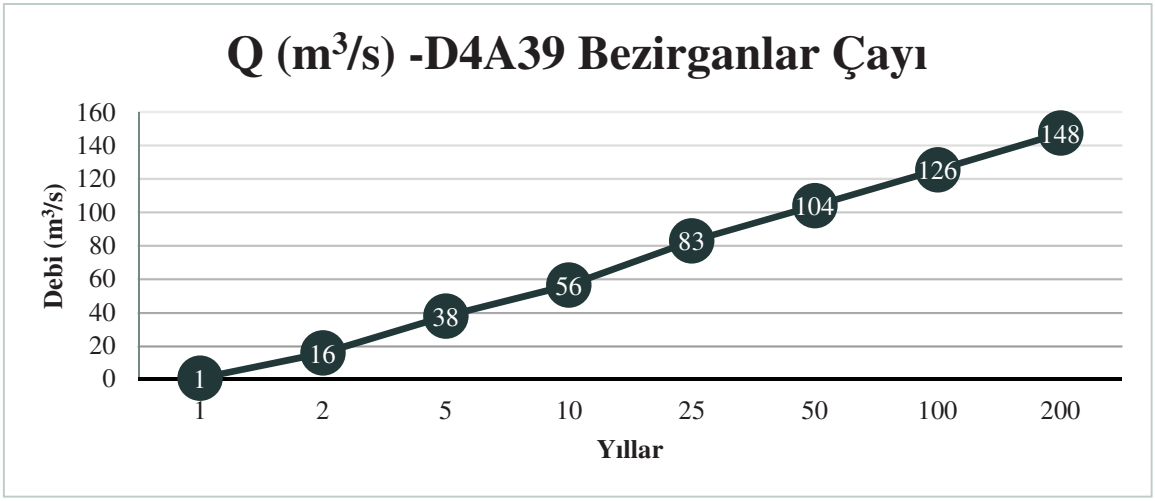
Şekil 4.16.: Tuzla Çayına ait taşkın frekans eğrisi.

Tuzla Çayı Kuzey Ege Havlarında ortalama akımı en yüksek olan akarsulardan biridir (Şekil 4.16). Havza içinde uzun süreli ölçüm yapan istasyonlar içinde ise en fazla debiye sahip olanıdır. Bu özellikleri sebebiyle taşkın döngülerindeki debi miktarı diğer akarsulara oranla daha fazladır. Her yıl karşılaşılabilecek yüksek debi miktarı 4 m^3/s olarak belirlenen akarsuda iki yılda bir görülebilecek akım 68 m^3/s düzeyindedir.5 yıllık akım miktarı 133 m^3/s iken 10 yılda bir görülebilen akım 177 m^3/s civarıdır. Şiddetli akımları ifade eden 25 yıl ve üzeri döngü düzeylerinde Tuzla Çayında ciddi akım miktarları gözlenmektedir. 25 yıllık döngüde 230 m^3/s akım görülürken 50 yıllık tekerrür eşiği 267 m^3/s olarak belirlenmiştir. En yüksek değerlerin görüldüğü ve en tehlikeli taşkınlar olan 100 ve 200 yıllık akım düzeyleri ise sırasıyla 300 ve 331 m^3/s düzeyindedir.



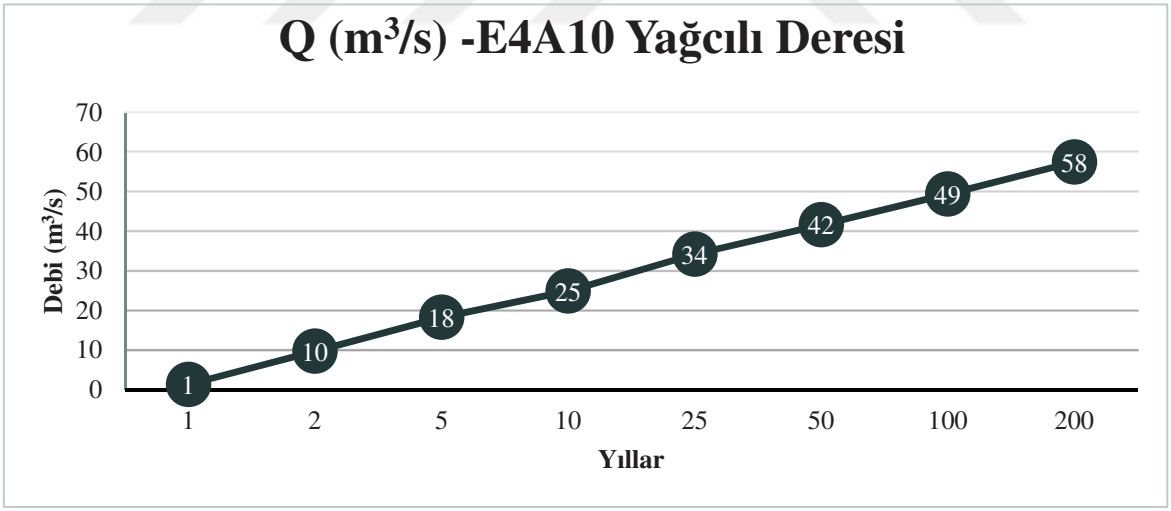
Şekil 4.17.: Zeytinli Çayı taşkın frekans eğrisi.

Zeytinli Çayına ait taşkın frekans eğrisi incelendiğinde 1-200 yıllık döngülerde görülen debi miktarlarının lineer bir biçimde arttığı dikkat çekmektedir (Şekil 4.17). Bunun yanı sıra Zeytinli Çayı tıpkı Tuzla'da olduğu gibi Kuzey Ege Havzalarındaki en yüksek akımların görüldüğü akarsulardan biridir. Havzada her yıl görülebilen yüksek akım değeri 8 metre m^3/s'dir. 2, 5, ve 10 yıllık döngülerde görülen akımlar ise sırasıyla 46, 85, 117 m^3/s düzeyindedir. 25 yıllık tekrar düzeyinde karşılaşılan debi ise 165 m^3/s dolaylarındadır. 50 yıl tekerrür eşiğinde 205 m^3/s gözlenmekteyken 100 ve 200 yıllık en tehlikeli taşkınların oluştuğu tekrar seviyelerinde akım değerleri 249 ve 297 m^3/s civarındadır.



Şekil 4.18.: Bezirganlar Çayı taşkın frekans eğrisi.

Eylül ayında yapılan arazi çalışmasında ciddi bir taşkın gerçekleştiği tespit edilen Bezirganlar Çayının yıllık debi miktarı 1 m^3/s tespit edilmişken 2 yılda bir görülebilecek akım düzeyi 16 m^3/s civarındadır (Şekil 4.18). 5, 10 ve 25 yıllık tekerrür düzeylerinde sırasıyla 38, 56, 83 m^3/s akımlar tespit edilen akarsuda 50 yılda görülebilecek akım düzeyi ise 104 m^3/s . Taşkın riskinin en fazla olduğu 100 ve 200 yıllık tekrar seviyelerinde 126 ve 148 m^3/s debi oranları tespit edilmiştir.



Şekil 4.19.: Yağcılı Deresi taşkın frekans analizi.

Yağcılı Deresine ait yukarıdaki taşkın frekans analizinde yıllık görülebilen debi miktarı 1 m^3/s iken 2 yılda bir görülebilen akım 10 m^3/s olarak belirlenmiştir (Şekil 4.19). 5, 10 ve 25 yıllık tekrar seviyelerinde akım düzeyi 18, 25, 34 m^3/s civarındadır. 50 yılda bir görülebilecek akım değeri 42 m^3/s iken 100 ve 200 yıllık tekerrür seviyesindeki tehlikeli debi düzeyleri 58 m^3/s dolayındadır.

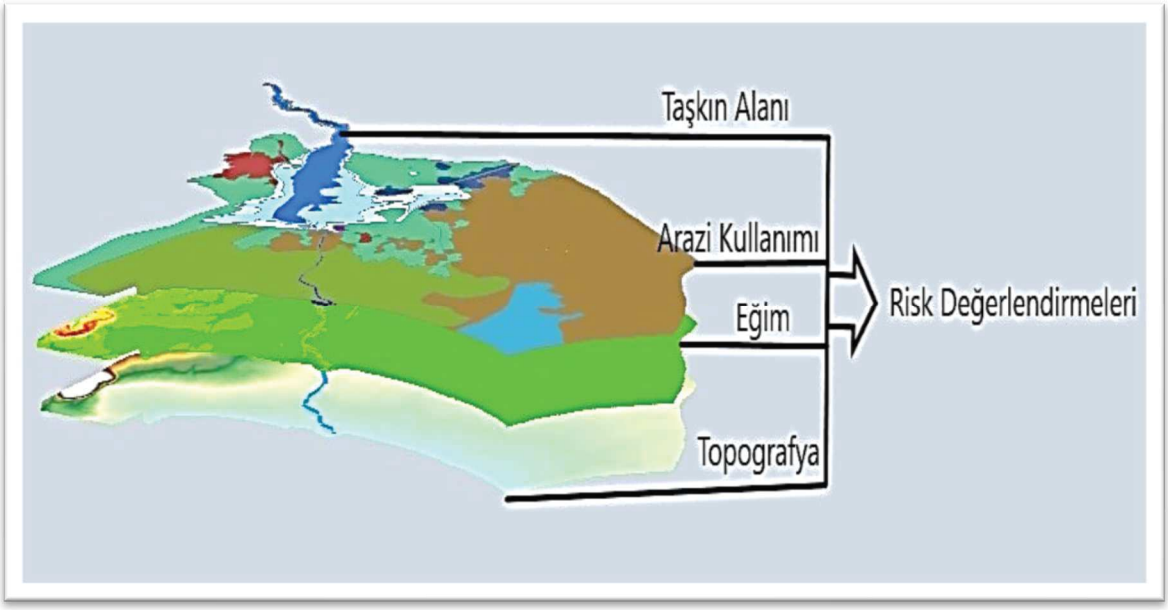
Bu doğrultuda bulgular göstermektedir ki ortalama akımları düşük olsa da yıllık maksimum akımlarının yüksekliği ve standart sapmalarındaki genliğin genişliği sebebiyle Kuzey Ege Havzalarındaki akarsular kendi içlerindeki kriterlere göre ciddi debi değerlerine ulaşabilmektedir. Yağcılı ve Karınca Derelerine ait tahmini debiler birbirine oldukça yakın miktarlar göstermektedir. Birbirinden farklı havzalarda bulunan ve farklı kaynak noktaları olan bu iki akarsu, belirli dönemlerde tekrarlayabilecek taşkın miktarlarında benzer değerler göstermişlerdir. Yine onlar gibi benzer ekstrem akım değerleri gösteren Zeytinli Çayı ve Tuzla Çayı taşkın frekans analizinde de en yüksek debileri göstermektedir. Kazdağı kaynaklı bu akarsuların diğer yüksek akım parametrelerinde de benzer nitelik gösterdikleri gözlemlenmişti. Bunların dışında frekans analizine tabi tutulan her akarsuda 50, 100 ve 200 yılda bir görülebilecek taşkın seviyeleri yatak kapasitelerinin çok üzerinde miktarlar olarak karşılaşılmıştır.

4.4.Taşkın Risk Analizi

Risk bir doğal afet gerçekleştiğinde yapıların, insanların, ekonomik faaliyetlerin doğal çevrenin zarar görme ihtimalidir. Tehlike ise yine bir olayın gerçekleşme durumunu ifade eder. Şayet olayın gerçekleştiği alanda zarar görebilirlik durumu söz konusu ise gerçekleşen olay zarar görülebilirlik oranında risk barındırmaktadır. Bir diğer deyişle zarar görebilirlik unsuru ile afetin gerçekleşme düzeyi birlikte risk unsurunu doğururlar (ÖZDEMİR, 2007). Taşkın risk analizlerinde de aynı durum geçerlidir. Havza içinde gerçekleşen taşkın, zarar gören unsurlar oranında risk barındırmaktadır. Bu sebeple taşkın risk analizleri gerçekleştirilirken temelde iki unsur birleştirilir. Bunlardan ilki belirli dönemlerde görülebilecek taşkın miktarının hesaplanmasıdır. Taşkın frekans analizi olarak da bilinen bu yöntemle ilgili bulgular bir üst başlıkta verilmişti. Bir diğer unsur ise zarar görülebilirlik açısından önem arz eden arazi kullanım bilgileridir. Taşkın sahası içindeki bundan etkilenebilecek durumdaki insanlar, yapılar, ekonomik faaliyetler, doğal alanlar taşkın modellemelerinde en önemli veri kaynağıdır. Aynı zamanda arazi kullanım yapısı, hidrolik modellemede suyun akışa geçme oranını gösterme açısından Manning's N Value değerleri işlenerek kullanılmıştır (Chow 1959).

Taşkın risk analizi yüksek kaliteli ve detaylı veriler gerektirmekte ve bu verilerin büyük bir hassasiyetle işlenmesine dayanmaktadır. Kuzey Ege Havları genelinde her bir havza için risk modeli oluşturulmasının ve verilerin doğrulanmasının fazla zaman alacağı düşünülmektedir. Bu sebeple havzanın genel karakteristik yapısını temsil edebilen, geçmiş

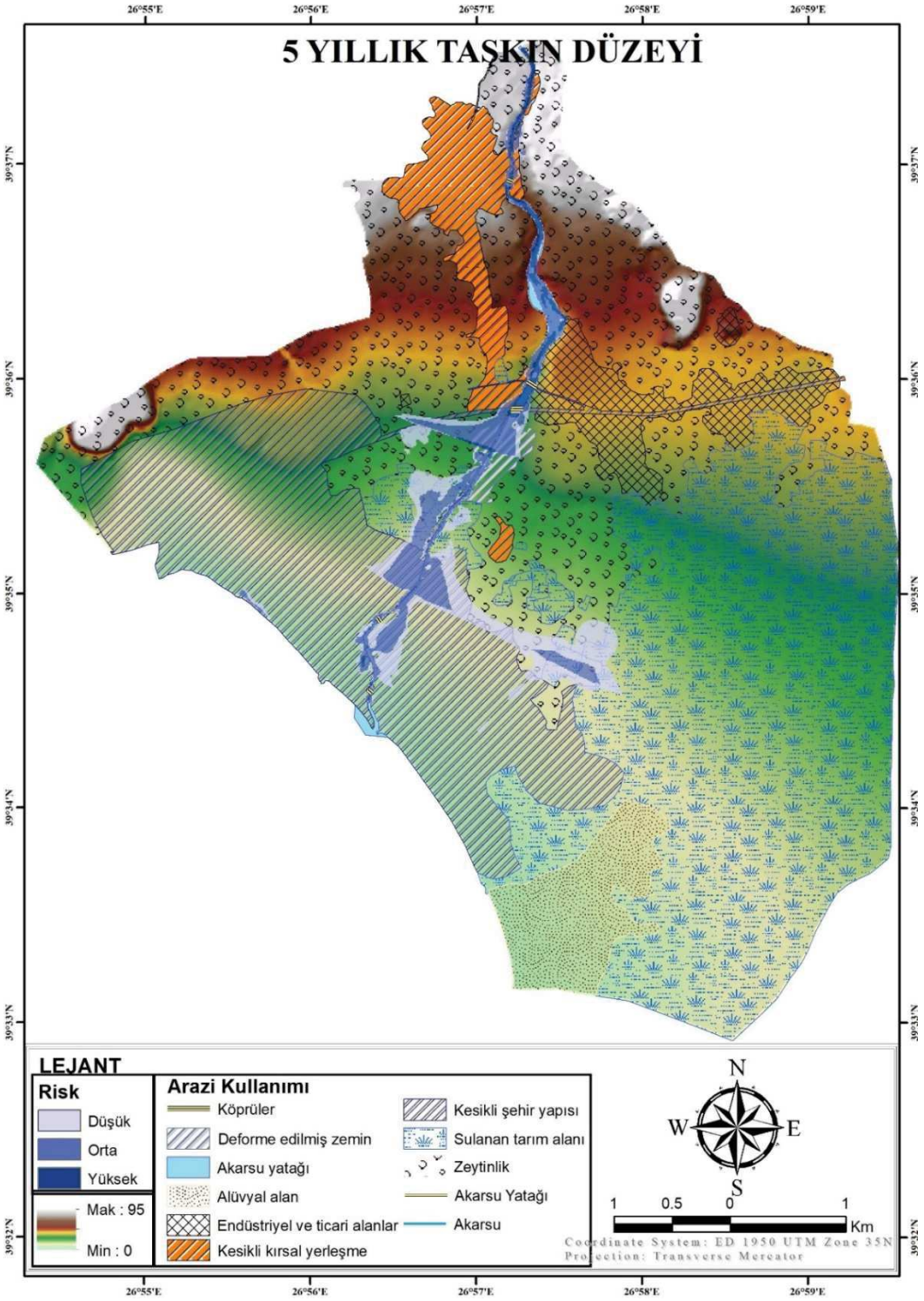
kayıt miktarı taşkın frekans analizi yapımına uygun ve zarar görebilirlik açısından hassas bir alt havza olan Zeytinli Çayı örnek model havzası olarak seçilmiştir. Üçüncü bölüm içinde detaylı coğrafi bilgilerinin verildiği Zeytinli Çayının bu kısımda 5-10-25-50-100 ve 200 yıllık taşkın frekans projeksiyonları kullanılıp, taşkın risk modellemesi yapıldı. . Taşkın modellemesi oluşturulurken kullanılan HEC-RAS uygulamasının çıktıları ArcGIS üzerinden arazi kullanımı haritalarıyla birleştirilip risk haritaları oluşturulmuş ve yorumlanmıştır.



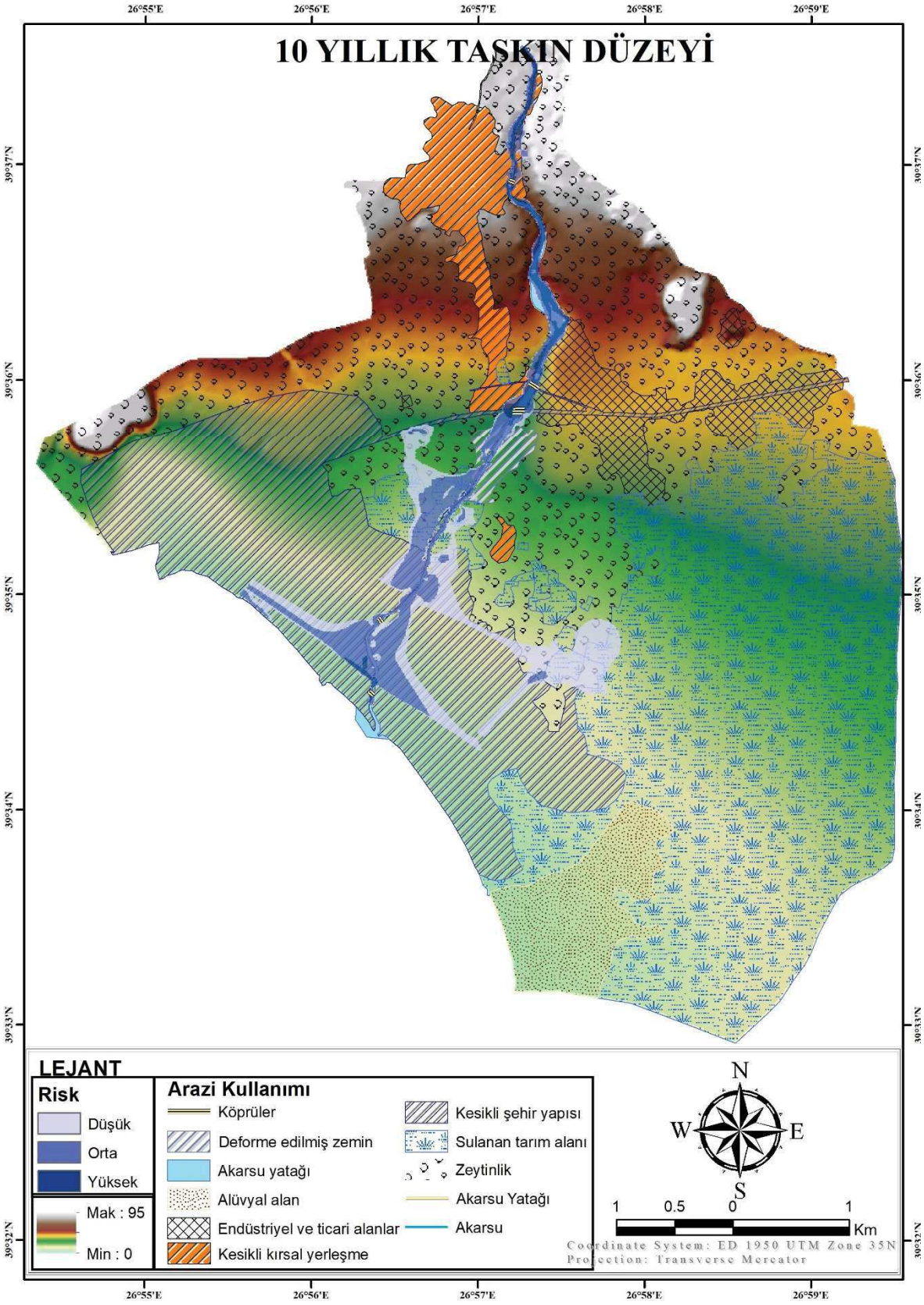
Şekil 4.20.: Zeytinli Havzası ve taşkın modellemeleri.

Zeytinli Çayında yapılan risk analizi çalışmasından önce yukarıda da bahsedildiği gibi saha çalışmaları ile arazi kullanım modellemesi oluşturulmuş ve bu bilgiler hem risk analizinde hem taşkın modellemesinde kullanılmıştır (Şekil 4.20). Taşkın modellemesi yapılırken örnek havzanın tamamı değil akarsudaki gözlem noktasına bağlanan bir önceki kolundan itibaren incelemeye alınmıştır. Gözlem istasyonundan sonra akarsuya herhangi bir kol katılmamaktadır. Yapılan analizler sonucunda belirlenen taşkın alanlarında ciddi sonuçlar elde edilmiştir. Aşağıda elde edilen bulguların haritaları gösterilmektedir.

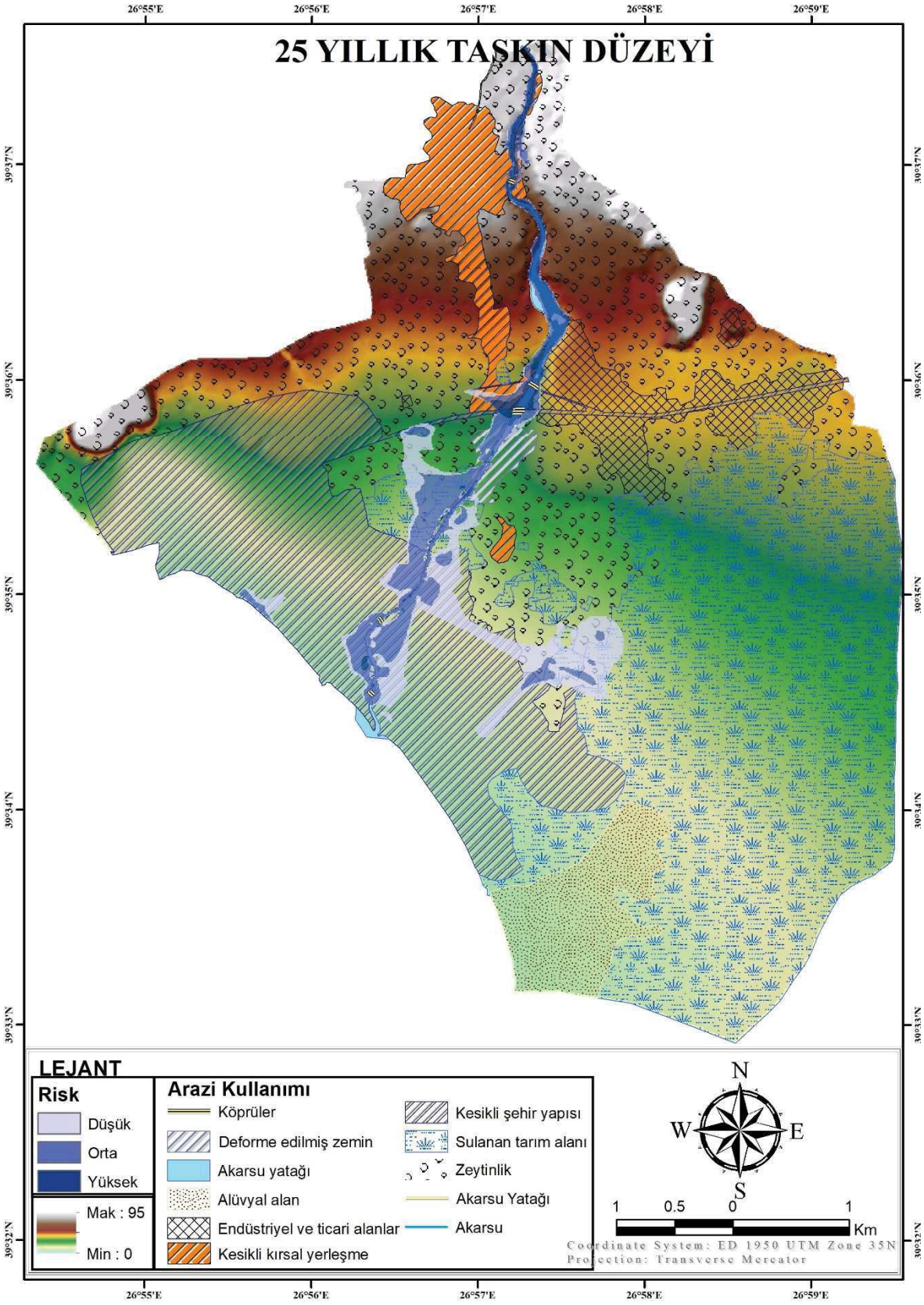
Genel görünüme bakıldığında 5, 10, 25, ve 50 yıllık taşkın simülasyonlarında en fazla etkilenen alanların Çanakkale-İzmir yoluna kadarki kısımlarda akarsu yatağı çevresiyken İzmir yolundan mansap kısmına kadarki kısımda etki alanının genişlediği gözlenmiştir (Şekil 4.21,4.22,4.23,4.24).



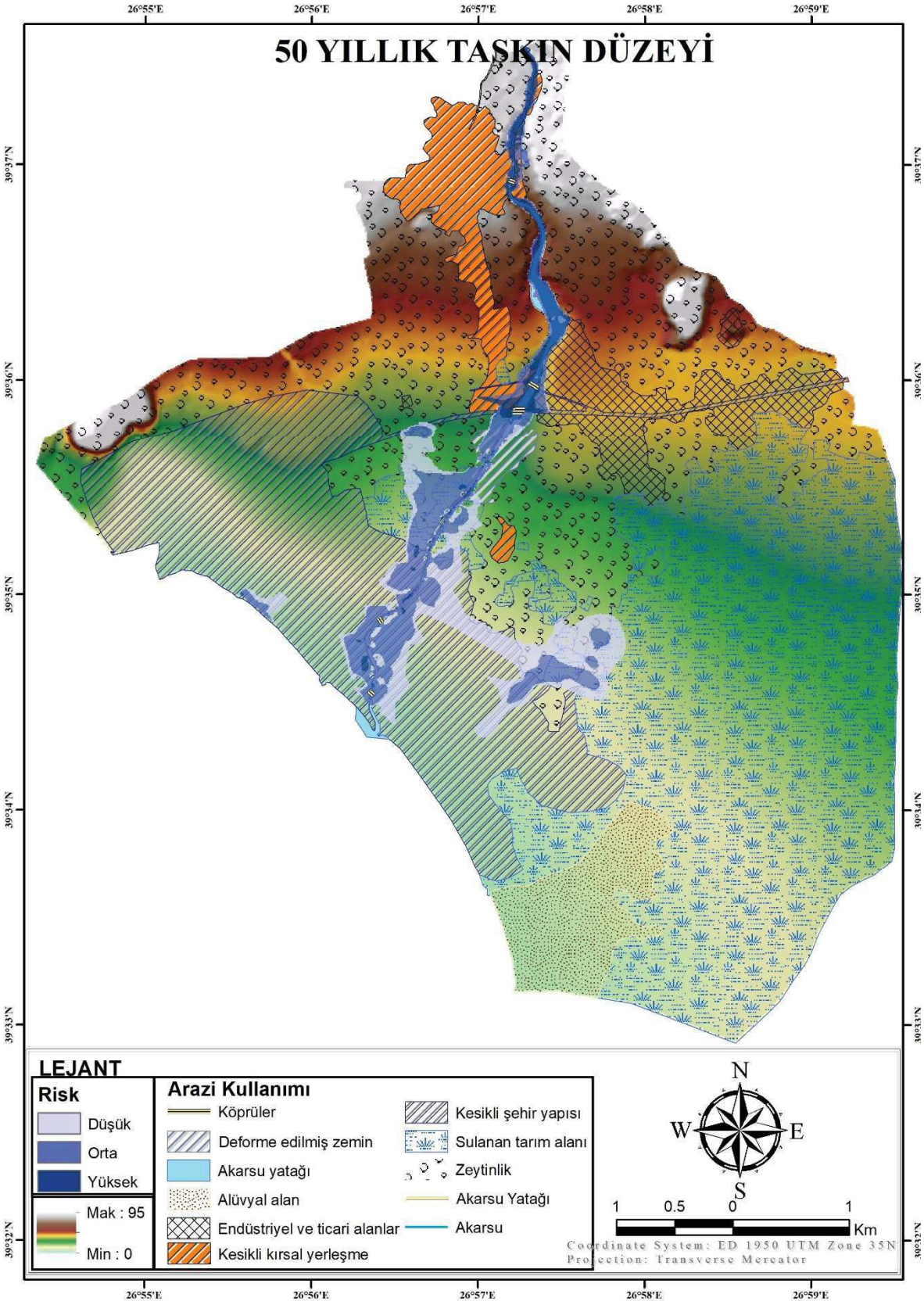
Şekil 4.21.: 5 yıllık taşkın simülasyonu.



Şekil 4.22.: 10 yıllık taşkın simülasyonu.



Şekil 4.23.: 25 yıllık taşkın simülasyonları.



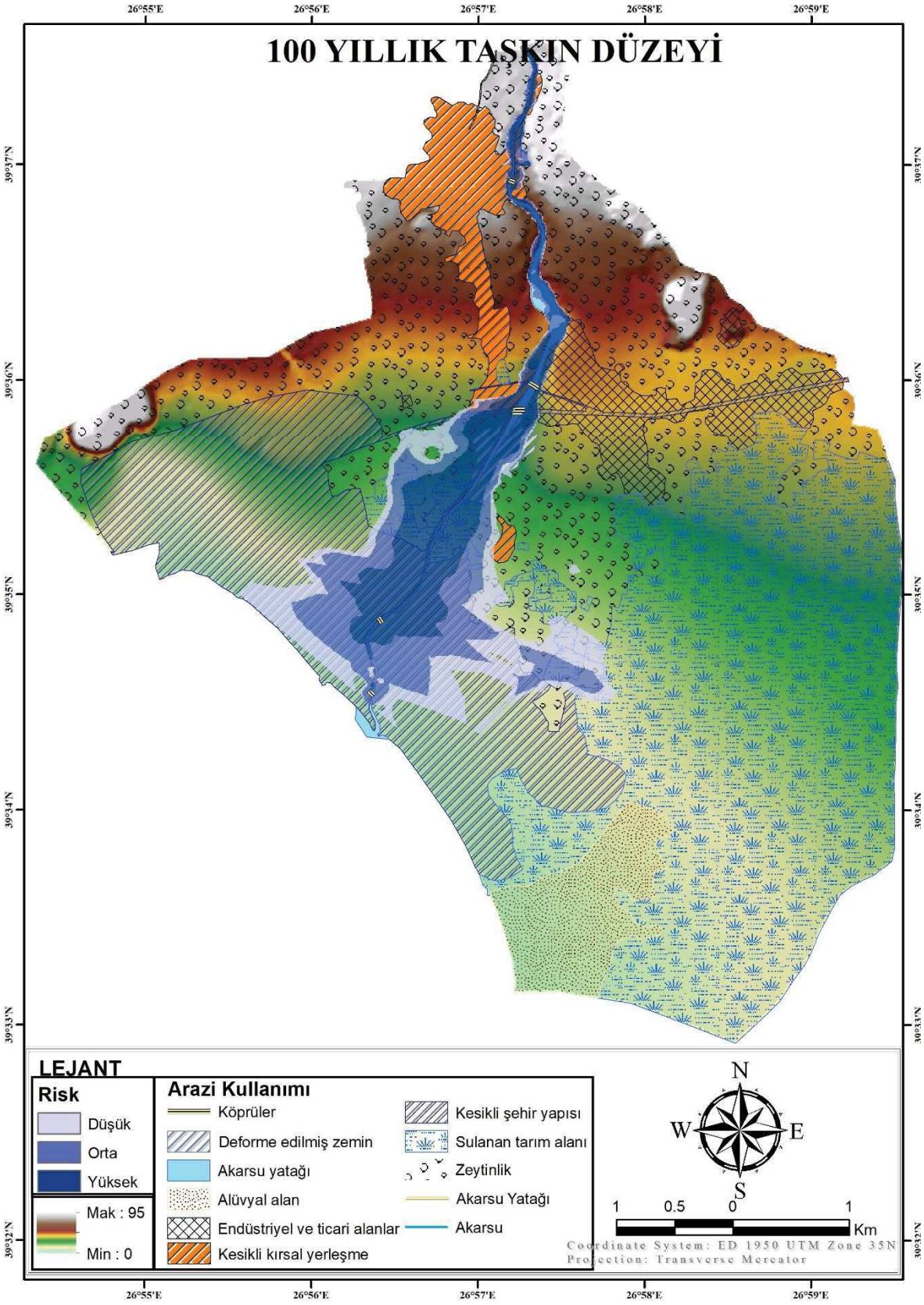
Şekil 4.24.: 25 yıllık taşkın simülasyonları.

Yukarıdaki şekilde detaylarını gördüğümüz simülasyonların tüm senaryolarında olası bir taşkından ilk etkilenen yerin Zeytinli Köyü sınırlarında bulunan ve akarsu yatağı boyunca sıralanmış rekreasyon alanları olacağı görülmektedir. Saha incelemelerinde de akarsu yatağı boyunca dizilen bu işletmelerin kanal üzerinde oldukça fazla baskısı bulunmaktadır. İşletmelerin olduğu bölgede bulunan köprü etrafında taşkının yayıldığı gözlenmektedir (Şekil 2.6). Akarsu yatağına yapılan müdahaleler oluşabilecek taşkın senaryolarını şiddetlendirmiştir .

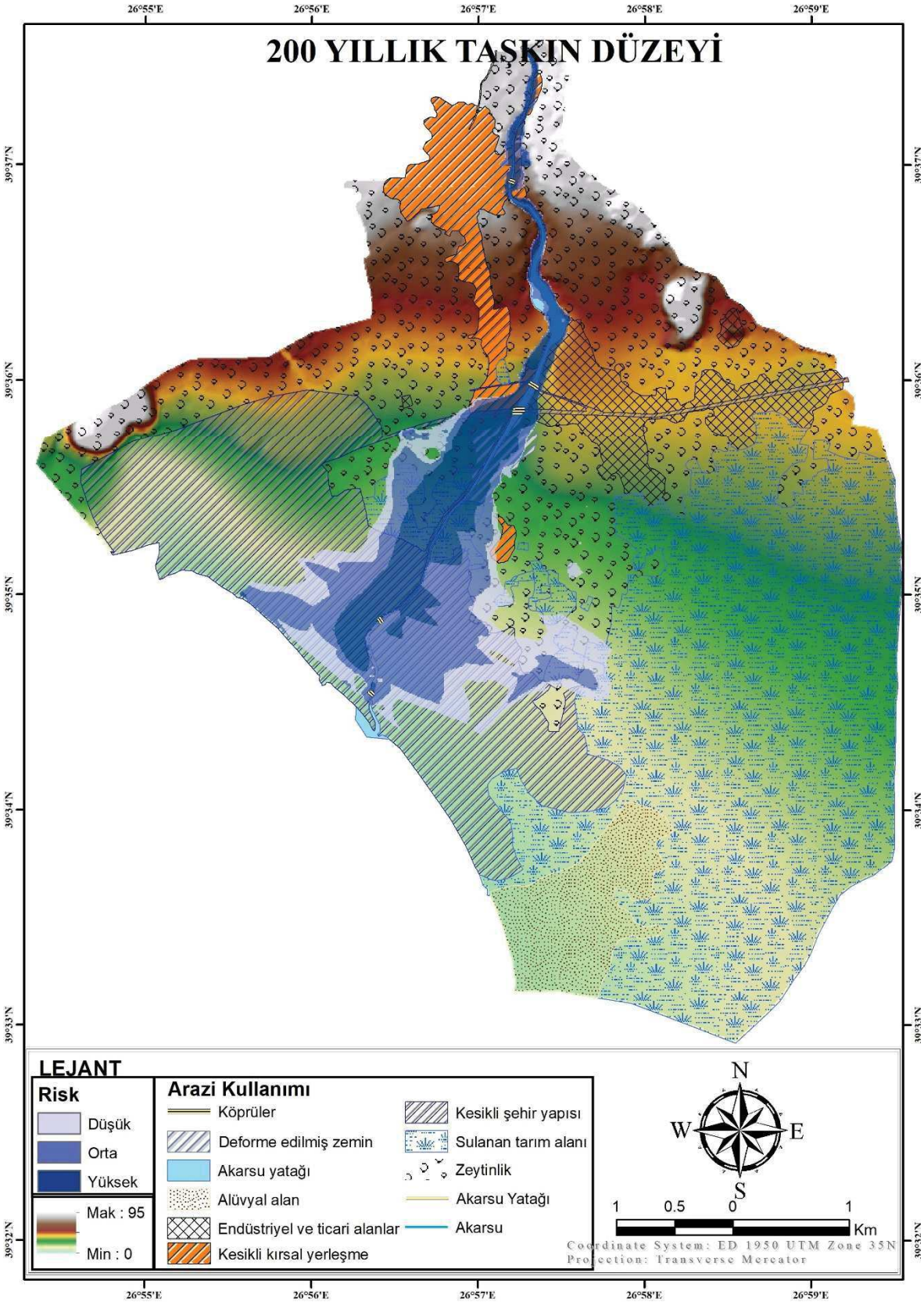
Rekreasyon alanlarından sonra akarsu yatağı boyunca sıralanmış olan zeytinlikler bölgenin en önemli geçim kaynağıdır. Türkiye'nin ve dünyanın kaliteli zeytin yağları bu zeytinliklerden üretilmektedir. Yapılan simülasyonlarda görülmektedir ki bazı noktalarda zeytinliklerin de oluşabilecek taşkınlardan etkilenme durumu söz konusudur. Yukarıdaki senaryolarda da akarsu yatağı boyunca da sürdürülen zeytincilik faaliyetleri yer yer bu durumdan etkilenmektedir. Sanayi faaliyetlerinin yürütüldüğü bölgenin hemen öncesindeki akarsu yatağının derinleştiği ve ufak çaplı bir göllenme olan alanda ciddi bir taşma belirlenmemiştir. Ancak sanayi bölgesinde özellikle köprülerin olduğu kısımlarda 25 ve 50 yıllık taşkın simülasyonunda orta ve yüksek seviyeli risk durumu görülmektedir. Çanakkale İzmir yolunu bağlayan ve Akçay mahallesinde bulunan köprü dolaylarında yine taşkının yayılış gösterdiği gözlenmiştir. Civardaki zeytinliklerin, sanayi kuruluşlarının, birincil ve ikincil konutların yanı sıra o esnada köprü üzerinde ve çevresinde bulunabilecek araç ve yayaların orta ve yüksek risk düzeyinde taşkına maruz kalacakları görülmektedir.

Zeytinli çayının mansap bölgesine gelindiğinde olası bir taşkından etkilenen insan sayısı katlanarak artmaktadır. Özellikle çayın denize döküldüğü alandan 1.5 km iç kısma kadar kesintisiz yerleşme mevcuttur. Bunun yanında değerli meyve bahçeleri ve zeytinlikler aşağı ova kısmında akarsu boyunca görülmektedir. Yukarıdaki haritalarda simülasyonları yapılan taşkın durumlarına göre mansap bölgede etkilenen alanları görmekteyiz. Akarsuyun yatağından taştığı her senaryoda sol taraftaki şehir dokusunu aşıp meyve ve zeytin ağaçlarının olduğu bölgeye doğru ilerlediğini görmekteyiz. Bölge topografyasının o alandaki çukuru buna sebep olan faktördür.

Buna ek olarak akarsu yatağının etrafındaki yaklaşık 500 metrelik zon ilk 4 simülasyonda orta düzey risk altında görülmektedir. Akarsuyun denize deşarj olduğu zondan itibaren başlayan yoğun yerleşme alanında yer yer risk unsuru yüksek düzeylere çıkmaktadır. Orta ve yüksek risk alanındaki tüm insanlar ve ekonomik faaliyetler için tehlikeli bir durum ortaya çıkmaktadır(Şekil 4.21,4.22,4.23,4.24).



Şekil 4.25.: 100 yıllık taşkın risk simülasyonları.



Şekil 4.26.: 200 yıllık taşkın simülasyonu.

100 ve 200 yıllık ekstrem taşkın simülasyonları ise ayrı bir bakışla incelenmelidir(Şekil 4.25,4.26). Taşkın alanı olarak belirlenen bölgenin üst kısmında eğim

derecesi yüksekken Çanakkale İzmir asfaltından sonra eğim derecesi düşük seviyededir. Bu sebeple suyun akım hızında da ciddi değişimler gözlenmektedir. Hız x derinlik + debris faktörü ile hazırlanan haritalarda da görülmektedir ki taşkın alanının üst kısımları yüksek risk alanıdır ancak kanal yapısı nispeten daha az bozulduğu için yayılmalar yaşanmamaktadır. Ancak mansap kesiminde kanal yapısındaki bozulmalar ve azalan eğim sebebiyle taşkın risk alanı yayılmakta ve orta ile düşük dereceli risk bölgeleri de oluşmaktadır.

Analiz yapılan alanın üst kesimlerinde kalan bölge 100 ve 200 yıllık taşkın simülasyonlarıyla incelendiğinde risk unsurunun yine zeytinli bölgesinden başladığı görülmektedir. Daha az akımların söz konusu olduğu önceki simülasyonların aksine 100 ve 200 yıllık simülasyonlar zeytinli çayında görülebilecek şiddetli taşkınları yansıtmaktadır. Zeytinli Köyünün doğusundaki rekreasyon alanlarının yine önceki senaryolardaki gibi taşkından etkilendiğini görmekteyiz. Ancak bu sefer bu bölge tamamen yüksek risk altında kalmaktadır. Bu bölgedeki köprünün etrafında taşkının kabarması dikkat çekmektedir. Akarsuyun batısındaki zeytinli köyüne de yayılma gösteren taşkının en şiddetli olduğu kesimlerden birisi bu bölgedir. Eğimin fazla, akım alanının dar olduğu bu alanda su en yıkıcı halinde görülmektedir.

Taşkın alanında aşağı bölgelere inildiğinde ise göllenme olan kesime kadar akarsuyun yine etraftaki zeytinliklere belirli bir oranda teması söz konusudur. Göllenme alanından hemen sonra gelen sanayi bölgesi gösterilen her iki senaryoda da tamamıyla yüksek risk alanı altında kalmaktadır. Sanayi bölgesindeki köprüden Çanakkale İzmir Yolunu bağlayan köprüye kadar 8 hektarlık alan yüksek risk faktörü altındadır. Buna ek olarak eğimin azaldığı bu noktadan itibaren taşkın alanı yayılma göstermeye başlamaktadır.

100 ve 200 yıllık taşkın düzeyleri incelendiğinde akarsuyun batı kısmındaki göllenme yine dikkat çekmektedir. Önceki senaryolara göre risk unsurunun arttığı alanda biriken su miktarı bölgede bulunan insanlar için ortalama risk düzeyine erişmiştir. Akarsuyun yatağından itibaren yaklaşık 400 metrelik zon her iki senaryoda da yüksek risk altında kalan kesimlerdir. Buna ek olarak şehir yerleşiminin öncesindeki tarım alanlarında meyve ve zeytin ağaçlarının ciddi zararlar görebileceği ortadadır. Akarsuyun denize döküldüğü alan ve çevresinde bulunan yaklaşık 110 hektarlık kentsel yerleşim alanı en yüksek zarar görebilecek yerlerden biridir. Kentsel yerleşimin getirdiği yoğun popülasyon sebebiyle can kayıplarının da en fazla olabileceği yerler bu bölgedir. Bunun dışında orta

düzey risk taşıyan alanlar da yine mansap kesimde yayılış göstererek çok daha geniş alanları etki altında bırakmaktadır. Yaklaşık 140 hektarlık alan kentsel dokunun olduğu bölgede orta düzey risk alanı altında kalmıştır. Akçay mahallesinin meskûn alanı başlamadan önceki kısımda ise taşkın durumundan, akarsu yatağı çevresindeki zeytinlik ve tarım alanları payını almaktadır. Gerçekleşebilecek ekstrem taşkın düzeylerinde bu bölgedeki yaklaşık 170 hektarlık tarım alanı zarar görebilir pozisyondadır.

Sonuç olarak akarsu üzerinde gerçekleşebilecek taşkın senaryolarında yukarı kesimlerde suyun derin ve hızlı akışı aşağı kesimlerde geniş alanlara yayılışı söz konusudur. Tüm senaryolarda tarımsal faaliyetleri, sanayi faaliyetlerini, ulaşım ağlarını, kırsal yerleşim alanlarını, turizm alanlarını ve kentsel yerleşim alanlarını tehdit edebilecek taşkın durumları tespit edilmiştir. Taşkın şiddeti arttıkça zarar gören alanların da katlanarak arttığı gözlenmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Kuzey Ege Havzalarındaki yüksek akım karakteristiklerini ortaya koymaya çalışan bu tez çalışmasında, ayrıca çalışma alanındaki akarsuların rejim özellikleri, belirli döngüler için taşkın büyüklükleri ve örnek havzada CBS tabanlı taşkın modellemesi çeşitli zamansal ve alansal analiz yöntemleri ile belirlenmiştir. Çalışma sahasının fiziki coğrafya ve arazi kullanımı özellikleri çalışmada tespit edilen bulguların büyük kısmına yön vermektedir ve bu coğrafi nitelikler yapılan arazi çalışmalarıyla da doğrulanmıştır. Çalışma sonucunda havza geneline ve alt havzalar özeline ait bulgular aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Hem mevsimsellik hem akım büyüklüğü açısından tüm istasyonlar düzensiz bir rejime sahiptir. Elde edilen bulgular göstermektedir ki Kış aylarındaki yağış dönemi ile birlikte maksimum potansiyellerine ulaşan akarsular, yağış dönemlerinin bitmesi ile birlikte hızla akımlarını kaybedip düşük debilerde cılız bir biçimde akmaya başlamaktadır. Nispeten daha fazla yer altı kaynakları tarafından beslenen akarsular akımlarını bir nebze daha sürdürebilmektedirler. Bunlar Zeytinli, Tuzla ve Yağcılı Çaylarıdır.
- Küçük akarsu havzalarında geçiş süresinin kısa olması ve şiddetli yağış döneminde infiltrasyon kapasitesinin düşmesi nedeniyle yüksek ve hızlı akımlar gözlenir. Hızlı bir şekilde akışa geçen yağış tehlikeli sonuçlara yol açabilmektedir.
- Havza içinde rejim özellikleri açısından farklılık veya benzerlik gösteren alanların tespiti için kümeleme analizi yapılmıştır. Yapılan bu analizde mevsimsellik ve rejim büyüklüğü bakımından üç farklı grup belirlenmiştir. Her iki analizde de Tuzla ve Zeytinli Çayları oldukça benzer özellikler gösterip aynı gruplarda yer almışlardır.
- Kuzey Ege Havzalarının yüksek akım karakteristiği ise istasyonların uzun yıllarda gösterdiği maksimum akımları incelenerek analiz edilmiştir. Yıllık maksimum akımların ortalamasına bakıldığında en yüksek değeri Tuzla Çayı vermekteyken onu Zeytinli çayı izlemektedir. %10'luk eşik değerlerinin üstünde en fazla akım gösteren akarsular ise Bakırçayın bir kolu olan Kocadere Çayı, Yağcılı Çayı, Kışla Deresi ve Zeytinli Çayıdır. Her ne kadar akım değerleri yüksek olmasa da bu akarsular kendi akım koşullarını ve havza yapılarını zorlayan debiler göstermektedirler. En yüksek 10 günlük akım verilerinin ortalamasına baktığımızda

ise yine Tuzla Çayı öne çıkarken 30 günlük yüksek akım ortalamasında en yüksek değerler Zeytinli Çayında belirlenmiştir.

- Alt Havzaların akım karakteristikleri incelendikten sonra korelasyon analizi yapılarak gerçekleşen akımların eğilimleri irdelenmiştir. Elde edilen bulgularda ise 0.01 ve 0.05 anlamlılık düzeyleri dikkate alındığında yalnızca Bezirganlar Çayı üzerindeki istasyonun maksimum akım değerlerinde önemli bir azalma eğilimi gözlenmiştir.
- Log-Pearson Tip 3 kullanılarak yapılan frekans analizinde belirli bir sürenin üstünde gözlem tarihi olan 6 istasyon kullanılmıştır. Belirli sıklıklarda gerçekleşebilecek debi miktarları hesaplanarak olası taşkın büyüklüğü incelenmiştir. Bu doğrultuda en fazla debi miktarı 200 yıllık senaryoda 331 m^3/s ile Tuzla çayında tespit edilmiştir.
- Taşkın risk analizi ise örnek olarak seçilen Zeytinli Çayı Havzası baz alınarak modellenmiştir. 5, 10, 25 ve 50 yılda bir görülebilecek taşkın durumları ile 100 ve 200 yılda bir görülebilecek ekstrem taşkın durumlarından etkilenen alanlar belirlenmiştir. Oluşabilecek en büyük taşkın senaryosunda yaklaşık 170 hektarlık yerleşim alanı, tarım, sanayi ve ulaşım alanlarının etki altında kalarak zarar görebileceği tespit edilmiştir.

Mevsimsel akım farklılığı en fazla olan akarsular ise yaz aylarında neredeyse tamamen kuruyan Karınca Deresi, Eybek Çayı, Kocadere, Bezirganlar Çayı, Kışla Deresi, Ilıca Deresi ve Bakırçay'ın kolu olan Kocadere Çayı kümeleme analizinde de aynı grupta yer almıştır. Mevsimsel rejim özellikleri bakımından içlerinde en stabil akımı olan akarsu ise Yağcılı Çayı olarak öne çıkmaktadır. Bu akarsu debisi düşük dahi olsa yaz ve kış dönemlerinde çok ciddi bir debi farkı olamadan akımını sürdürmektedir. Rejim büyüklüğü açısından ele alındığında ise en yüksek akım değerlerini sağlayan Zeytinli ve Tuzla Çaylarıdır. Ancak gerek dönemsellik gerekse büyüklük açısından üç gruba ayrılan bu akarsuların en büyük ortak özellikleri tüm analizlerde çok yüksek standart sapmalara ulaşmış olmalarıdır. Bir diğer deyişle çalışma alanındaki akarsuların özellikle 2000'li tarihlerden sonra akım grafikleri büyük dengesizlikler göstermiş ortalamaların çok altında veya çok üstünde debi miktarları sergilemişlerdir.

Kuzey Ege Havzalarının yüksek akım karakteristiği açısından kayda değer diğer sonuçlara bakıldığında, birincil kaynak olarak karla beslenen bir akarsu olmadığından

yüksek akım durumları doğrudan yağış koşullarıyla bağlantılıdır. %10'luk eşik değeri üstündeki günlerin tamamına yakını yağış günlerinde gözlenmiştir. Havza genelinde yılın ortalama 30-35 günü akarsuların karakteristik maksimum değerinin üstünde debi değerleri göstermektedir.

Yapılan tüm analizler Zeytinli Çayı nazarında göz önüne alındığında Kuzey Ege Havzalarındaki taşkın afetinin en sık ve şiddetli bir biçimde görülebileceği yerlerden birisi olduğu göze tespit edilmiştir. Mevsimsel ve akım büyüklüğü olarak var olan düzensizliği artış göstermektedir. Yüksek akım kriterleri açısından incelendiğinde ise şiddetli bir akım potansiyelinin olduğu ve geçmişten beri maksimum değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı olmasa da artış gözlendiği belirlenmiştir. Bunun yanı sıra tarım, tarımsal sanayi ve yerleşme faaliyetleri ile üzerine kurulan baskı sürekli olarak artmaktadır. Tüm bu unsurlar bir araya gelince Zeytinli Çayı Havzasında taşkın ihtimalleri artarken beraberinde getirdiği risk unsuru da katlanmaktadır.

Sonuç olarak inceleme altında olan Kuzey Ege Havzalarına ait bu akarsular yer yer farklılıklar gösterseler de genel itibarı ile tehlike oluşturabilecek yüksek akım potansiyeline sahip alanlardır. Hemen hemen her akarsuda geçmişten günümüze yapılan ölçümler incelendiğinde özellikle son dönemlerinde belirgin değişimler gözlenmiştir. Bu değişimler kimi yerlerde beşerî etmenlerden kaynaklanırken kimi yerlerde küresel iklim değişikliğine bağlı olarak değişen yağış desenleri ile ilgili olabileceği düşünülebilir. Gözlem istasyonları çevresinde ve akarsu yatakları boyunca oluşan baskılar hem ölçümleri hem de akarsuların beslediği ekosistem dengesini değiştirmektedir. Karşılaşılabilecek olumsuz durumların engellenebilmesi için;

- Değişen yağış karakterini dikkate alarak akım ve taşkın modellerinin geliştirilmesi,
- Arazi kullanımı değişiklikleri ve ormansızlaşmanın kontrol altına alınması,
- Alt havzalar üzerinde baskı oluşturan tarım alanlarında bilinçsizce su tüketiminin engellenmesi,
- Misvak istasyonunun çevresinde bulunan tarım alanları için su çekimi faaliyetlerinin denetlenmesi ve istasyonun bu etkilerden uzak bir alana taşınması
- Akarsu yataklarının yerleşim yerleri içinde kalan kısımlarında müdahaleler yapılırken doğal dokunun korunup akımı kısıtlayıcı müdahalelerden kaçınılması,

- Özellikle Edremit körfezine boşalan akarsuların mansap kesimlerindeki yoğun kentleşmeden kaynaklanan akarsu yatağındaki baskıların azaltılması
- Zeytinli Çayı boyunca dizilmiş olan işletmelerin olası bir taşkın durumunda ilk etkilenecek yerler olacağının bilincine varılıp buna yönelik önlemler alınması,
- Zeytinli Çayında İzmir Çanakkale karayolunun kuzeyinde bulunan göllenme alanı boyunca tespit edilen ve taşkın durumunda gerçekleşebilecek hasarı katlayabilecek moloz yığınlarının temizlenmesi,
- Taşkın potansiyeli olan bölgelerde beşerî faaliyetlerden kaçınılması,
- Akarsu yatağında akımı engelleyebilecek kirlilik unsurlarının kaldırılması,
- Yerleşim alanları planlanırken taşkın tehlikesi taşıyan yerlerden uzak durulması,
- Akarsuların özellikle 2000'li yıllardan sonra düzensizleşen akımlarının dikkatli bir biçimde takip edilmesi ve su kaynaklarının yönetiminde gerekli kararların alınması,
- Küçük debilere sahip olmasına rağmen kapasitesinin üstünde akımlar sergileme eğilimi olan Kocadere, Yağcılı ve Kışla deresi gibi akarsularıyla zaten debisi yüksek olan Zeytinli ve Tuzla Çaylarında taşkın önleyici çalışmalar yapılması,
- Yönetim ve planlama faaliyetleri yürütülürken bu değişkenlerin de ele alınması gibi önlemler alınarak oluşabilecek zararlar azaltılabilir.

Pek çok akarsudan ve alt havzadan oluşan Kuzey Ege Havzalarında, DSİ'nin işlettiği 30 istasyondan analizlerde kullanılabilecek 10 yıldan fazla kayıt süresi olan sadece 10 istasyon bulunmaktadır. Elde edilen bulguların doğruluğunun artması ve daha keskin sonuçların elde edilebilmesi adına alınabilecek önlemler;

- Gözlem istasyonlarının konumlarının iyileştirilmesi,
- Gözlem istasyonları çevresindeki beşerî faaliyetlerin kontrol altında tutulması,
- Gözlemlere müdahale eden tarımsal su kullanımının kontrol altına alınması,
- İstasyonların çevresindeki akımı hızlandırabilecek, düşürebilecek veya engelleyebilecek problemlerin giderilmesi,
- Gözlem istasyonlarının sayılarının arttırılıp var olan istasyonların gözleme devam etmesinin sağlanması,
- Akım özelliklerini en iyi yansıtabilecek, beşerî etmenlerden uzak alanlarda gözlem yapılmasıdır.

KAYNAKÇA

Abdollahzadehmoradi, Yasin (2012). Karun (İran) Üst Havzasında Taşkın Analizi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Atalay, İbrahim; Mortan, Kenan (2011). *Türkiye Bölgesel Coğrafyası* (5. Basım), İstanbul; İnkılâp Kitabevi Baskı Tesisleri.

Bağdatlı, Cüneyt (2013). Tekirdağ İli Marmara Kıyı Havza Karakteristikleri ve Taşkın Risk Faktörlerinin Belirlenerek Coğrafi Bilgi Sistemlrei (CBS) Veri Tabanının Oluşturulması, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Tekirdağ.

Bahçeçi, Ayşenur (2014). Ayamama Deresi Havzası'nın Taşkın Analizi Modeli, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

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

Bayazıt, Mehmetçik (1996). *İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri*, İstanbul: İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası.

Bayazıt, Mehmetçik (2003). *Hidroloji* (3. Basım), İstanbul: Birsen Yayınevi.

Bayazıt, Mehmetçik; Avcı, İlhan; Şen, Zekai (2012). *Hidroloji Uygulamaları*, İstanbul; Birsen Yayınevi.

Benson, Manuel (1968). "Uniform Flood-Frequency Estimating Methods For Federal Agencies", *Water Resources Research*, 4(5), 891-908.

Bilen, Orhan (2009). Kızılırmak Havzası Taşkınlarının Mevsimselliğinin İncelenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Burgan, Halil, İbrahim, Akarçay Havzası Taşkın Modellemesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Afyon, 2013.

Ceylan, Abdullah; Alan, Ilker; Ugurlu, Alaattin, Causes and effects of flood hazards in Turkey, In International Congress of River Basin Management: 22–24, 2007.

Chow, Vhen, Te, (1988). *Applied Hydrology*, New York: McGraw Hill Inc.

Cihangir, Mehmet, Emin (2013). Alaplı Çayı Havzasının Sel ve Taşkın Analizi İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi İstanbul.

Çakırtaş, Murat (2013). Madenli Havzası'nda (Isparta/Gelendost) CBS Yardımıyla Sel-Taşkın Risk Analizi ve Yerel Risk Yönetimi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Isparta.

Davie, Tim (2002). *Fundamentals Of Hydrology*, Cambridge UK: Cambridge University Press.

Demir, Ahmet (2010). Şehir ve İstanbul Taşkınları sunumu, Afyon: II. Ulusal Taşkın Sempozyumu

Dölek, İskender (2013). Muş'ta Yaşanan Sel ve Taşkınlara Neden Olan Doğal Faktörlerin Analizi, *Marmara Coğrafya Dergisi*, Sayı: 28.

Efe, Hüseyin (2014). Batman Çayı'nın Taşkın Analizinin HEC-RAS Programıyla Yapılması. Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Diyarbakır.

Efe, Recep; Sönmez, Süleyman; Cürebal, İsa; Soykan, Abdullah (2012) Madra Dağı ve Yakın Çevresinin Floristik Özellikleri. Madra Dağı Ulusal Çalıştayı Ekim 10-12.

Evren, Ramazan; Ülengin, Fisun (1992). *Yönetimde Çok Amaçlı Karar Verme*. İstanbul: İTÜ Yayınları.

Gumbel, Emil, Julius (1958). *Statistics of Extremes*, NewYork: Columbia University Press.

Göçmen, Erhan (2006). Edirne İli Alt-Havzalarda Taşkın Debisi ve Su Verimi Hesaplamaları İçin Ampirik Yöntemlerin Etkilerinin Belirlenmesi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Edirne.

Hubert, Wayne; Pru, Cindy; Wesche, Thomas; Bray, Travis (1997). Evaluation of flow duration analysis to establish winter instream flow standards for Wyoming trout streams, Final Report WWRC-97-03: Wyoming.

Kaya, Çağla, Melisa (2012). Giresun Pazarsuyu Örneğinde Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Entegrasyonu İle Taşkın Risk Haritalarının Üretilmesi, K. T. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.

Kılıçer, Ümran; Hamza, Özgüler (2002) Türkiye'de Taşkın Durumu, *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 420-422:142-144.

Mendeş, Mehmet. 2012. *Uygulamalı Bilimler İçin İstatistik ve Araştırma Yöntemleri* (2. Baskı), İstanbul: Kriter Yayınevi.

Onuşluel, Gülay; Harmancıoglu, Nilgün (2002). Su Kaynaklı Doğal Afet Taşkın, *Türkiye Mühendislik Haberleri,*420-422, 131-132.

Onüçyıldız, Mustafa (1999). Türkiye Akarsularında Taşkın Debilerinin Belirlenmesi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Konya.

Özalp, Didem (2009). Dere Taşkın Risk Haritalarının CBS Kullanılarak Oluşturulması ve CBS İle Taşkın Risk Analizi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Özcan, Orkan (2007). Sakarya Nehri Alt Havzası'nın Taşkın Riski Analizinin Uzaktan Algılama ve CBS ile Belirlenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Özcan, Orkan; Musaoğlu, Nebiye; Şeker, Dursun, Zafer (2009). Taşkın alanlarının CBS ve uzaktan algılama yardımıyla belirlenmesi ve risk yönetimi: Sakarya Havzası örneği, TMMOB 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.

Özdemir, Hasan (2007a). Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın ve Heyelan Risk Analizi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.

Özdemir, Hasan (2007b). Farklı Senaryolara Göre Taşkın Risk Analizi: Havran Çayı Örneği (Balıkesir), TMMOB Afet Sempozyumu, Ankara, Aralık, Bildiriler Kitabı: 155-165.

Özdemir, Hasan (2007c). "SCS CN Yağış-Akış Modelinin CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Uygulanması: Havran Çayı Havzası Örneği (Balıkesir)", *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 5(2), 1-12.

Özdemir, Hasan; Akbulak, Cengiz; Özcan, Hasan (2011). "Çokal Barajı (Çanakkale) çökme modeli ve taşkın risk analizi", *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi, Cilt:* 8, Sayı: 2.

Öztürk Derya (2009). CBS Tabanlı Çok Ölçütlü Karar Analizi Yöntemleriyle Taşkın Duyarlılığının Belirlenmesi; Güney Marmara Havzası, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.

Poyraz, Murat; Taşkın, Sevil; Keleş, Kemal (2011). "Morphometric approach to geomorphologic characteristics of Zeytinli Stream basin", *Procedia Social and Behavioral Sciences*, sayı:19, Sayfa: 322–330.

Rajiv, Sinha; Singh, Lalit; Bapalu, Venkata (2007). "Flood risk analysis in the Kosi river basin, north Bihar using multi-parametric approach of analytical hierarchy process (AHP)." *Journal of the Indian Society of Remote Sensing* 36.4 (2008): 335-349.

Rao, Ramachandra; Hamed, Khaled (2000). *Flood Frequency Analysis*, USA: CRS Press.

Ramsbottom, David; Floyd, Peter; Penning-Rowsell, Edmund (2003). Flood Risks to People Phase 1, UK: R&D Technical Report FD2317.

Robson, Alice; Jones, Tanya; Reed, Duncan; Bayliss, Adrian (1998). "A Study of National Trend and Variation in UK Floods", *International Journal of Climatology*, 18, 165-182.

Seçkin, Neslihan (2009). L-Momentlere Dayalı Gösterge- Sel Metodu İle Bölgesel Taşkın Frekans Analizi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Adana.

Seyfried, Mark; Wilcox, Bradford (1995). "Scale and the nature of spatial variability: Field examples having implications for hydrologic modeling", *Water Resources Research*, 31(1), 173-184.

Shaw, Elizabeth (1994). Hydrology in Practice, Oxon: Nelson Thornes.

Shelton, Marlyn (2009). Hydroclimatology, Oxfordshire UK: Routledge.

Singh, Vijay (1996). *Hydrologic Modeling with GIS*, Dordrecht Netherland: Kluwer Academic Publishers.

Subramanya, Krishnaswami (1997). *Engineering Hydrology*, New Delhi: Tata McGraw Hill.

Şahin, Mehmet, Altuğ (2013). Regional Flood Analysis For Ceyhan Basins, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Şen, Olgay; Kahya, Ercan (2017). Determination of Flood Risk: A Case Study İn The Rainest City Of Turkey, *Environmental Modelling & Software* , Sayı:93

Taş, Murat; Taş, Nilüfer; Durak, Selen; Atanur, Gül (2013). "Flood disaster vulnerability in informal settlements in Bursa, Turkey", *Environment & Urbanization*, 25(2), 443–463.

Taşkesen, Cüneyt (2011). Taşkın Risk Yönetiminde Zarar Görebilirlik Analizleri. Yılldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Te Chow, Ven (1959). *Open-channel hydraulics*. Vol. 1. McGraw-Hill: New York.

Tek, Demet (2013). CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Kağıthane Deresinin (İstanbul) Taşkın Risk Analizi. Fatih Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Tiryaki, Mine (2014); Sarıçay'ın (Çanakkale) Paleotaşkın Analizi ve Taşkın Alanlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Haritalanması, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.

Toprak, Ahmet (2015). Solhan Deresi Havzasının (Bingöl) Sel ve Taşkın Analizi, Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Elazığ.

Turoğlu, Hüseyin (2011). "Flashfloods and Floods in Istanbul", *Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi,* 3 (1), 39-46.

Turoğlu, Hüseyin (2005). "Bartın'da Meydana Gelen Sel ve Taşkınlara Ait Zarar Azaltma ve Önleme Önerileri", Türkiye Kuvaterner Sempozyumu.

Türkeş, Murat; Koç, Talat; Sarış, Faize (2009). "Spatiotemporal variability of precipitation total series over Turkey", *International Journal Climatology*, 29(8), 1056-1074.

Türkeş, Murat (2012). Klimatolojik ve Hidrolojik Verilerin İklimsel Değişkenlik Analizi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Yüksek Lisans Ders Notları (yayımlanmamış), Çanakkale.

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

Uşkay, Savaş; Aksu, Seyit (2002). Ülkemizde Taşkınlar, Nedenleri, Zararları ve Alınması Gereken Önlemler, *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 420-422:133-136.

Wu, Yenan; Zhong, Ping-an, Zhang; Yu; Xu, Bin; Ma, Biao; Yan, Kun (2015). "Integrated Flood Risk Assessment and Zonation Method: A Case Study In Huaihe River Basin, China", *Natural Hazard*, 78, 635-651.

Wilby, Robert; Bewen, Keith (2007). "Climate change and fluvial flood risk in the UK: more of the same*?", Hydrological Processes*, 22 (14), 2511–2523.

Yoon, Kwangsun; Hwang, Ching-lai (1995). *Multiple Attribute Decision Making: An Introduction,* Sage Publications: Thousand Oaks, CA.

Yaylak, Muhammed, Mustafa (2016). Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Yardımıyla Bitlis Deresi Taşkın Risk Analizi, Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bitlis.

İnternet Kaynakları

Balıkesir Kaymakamlığı Resmî Web Sitesi (2018). Kazdağı endemik türleri: http://www.balikesir-edremit.gov.tr/endemik Son erişim tarihi

TÜBİTAK MAM Çevre Enstitüsü. "Havza Koruma Eylem Planı Kuzey Ege Havzaları Nihai Rapor", http://www.suyonetimi.gov.tr/Files/Havzakormaeylemplanraporlari/Kuzey_Ege_Havzasi.pdf Son erişim tarihi: 16/01/2017.

TUİK (2017)., Kuzey Ege Havzaları içinde kalan yerleşim yerleri nüfus bilgileri; https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr Son erişim tarihi : 25/01/2017

Türkiye Ulusal Jeodezi ve Jeofizik Birligi (TUJJB). "Türkiye Ulusal Meteorolojik ve Hidrolojik Afetler Programı (TUMEHAP)". http://www.tujjb.org.tr/index.php/programlar/tumehap/ Son erişim tarihi: 16/01/2017.

Yazarı Belirli Olmayan Kaynaklar

UNDP (United Nations Development Programme). Reducing Disaster Risk: A Challenge for Development, A Global Report, *UNDP Bureau for Crisis Prevention and Recovery (BRCP)*: New York 2004.

UNDRO, (United Nations Disaster Relief Organisation), 1979, *Natural Disaster and Vulnerability Analysis,* Geneva.

UNDRO, 1991, *Mitigation Natural Disaster, Phenomena, Effects and Opinions*,

UN Disaster Relief Coordinator, United Nations, New York, 164 pp.

UN/ISDR (International Strategy for Disaster Reduction). *Living With Risk: A*

Global 7 of Disaster Reduction Initiatives, UN Publications: Geneva 2004.

USACE. *Engineering and Design Hydrologic Frequency Analysis*, Department of Army (EM-1110-2-1415): USA 1993.

OAS, 1990, Disaster, Planning and Development: Managing Natural Hazards to Reduce Loss. Dept. Of Regional Development and Environment, Organization of American States. Washington DC, 80 pp.

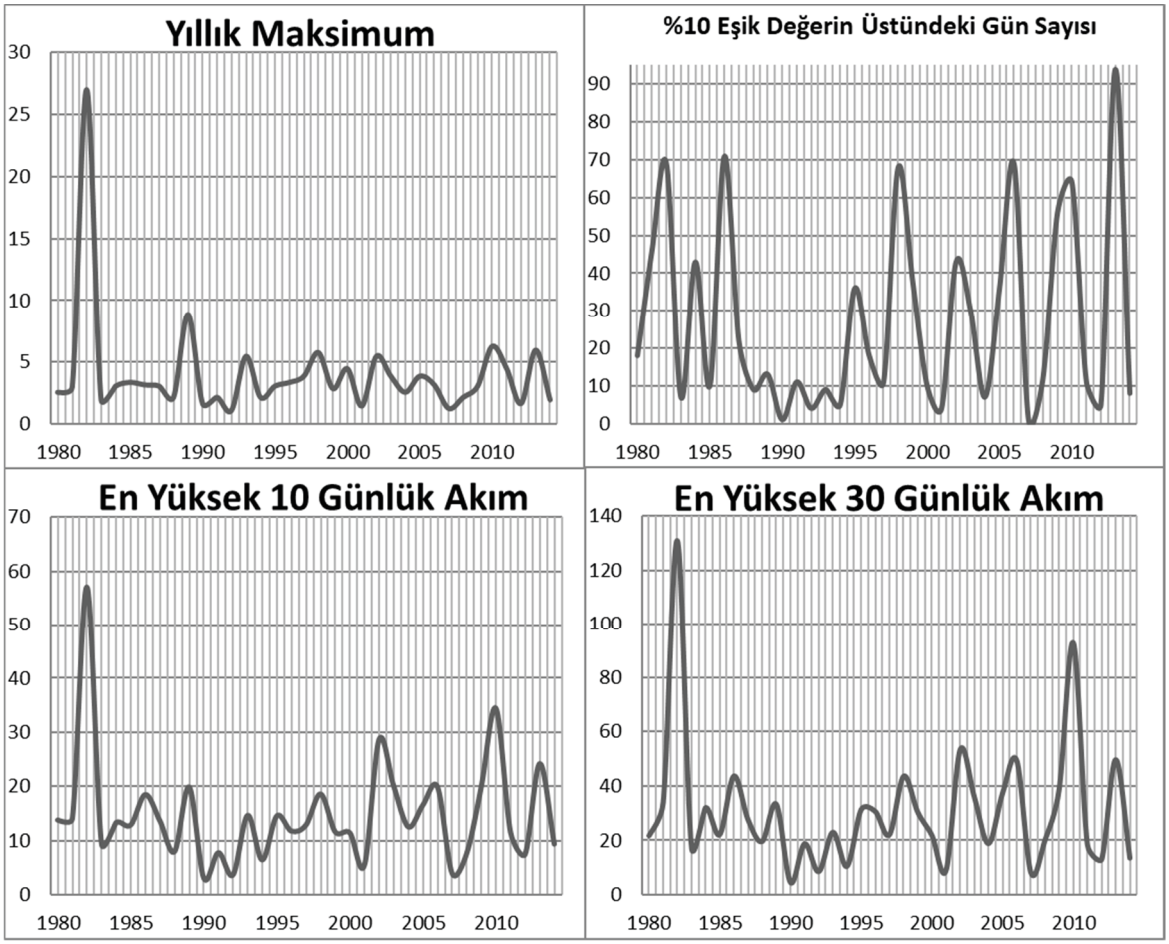
Hydrologic Resources Wallingford (2006). *Flood Risk to People Phase 2*, FD2321/TR1 Guidance Document, Defra/Environmental Agency, UK.

IACWD (Interagency Advisory Committee On Water Data) 1982. G*uidelines for Determining Flood Frequncy*, Bulletin17B of the Hydrology Subcommittee, Office of Water Data Coordination, U.S.GeolohisalSurvey, Reston, V.A.

EKLER

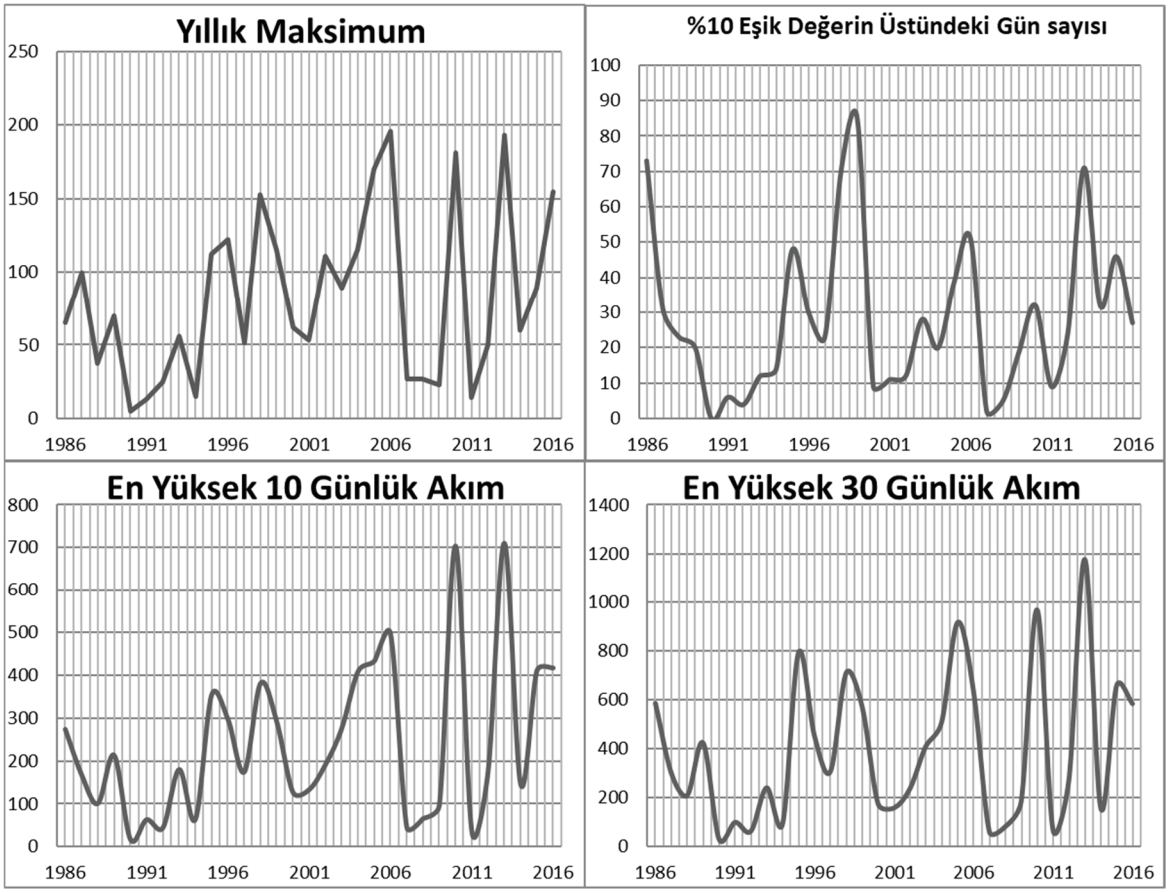
EK 1

D4A31 kodlu istasyonun yıllık maksimum, %10 eşik değer üstü gün sayısı, en yüksek 10 ve 30 günlük akım ortalaması.



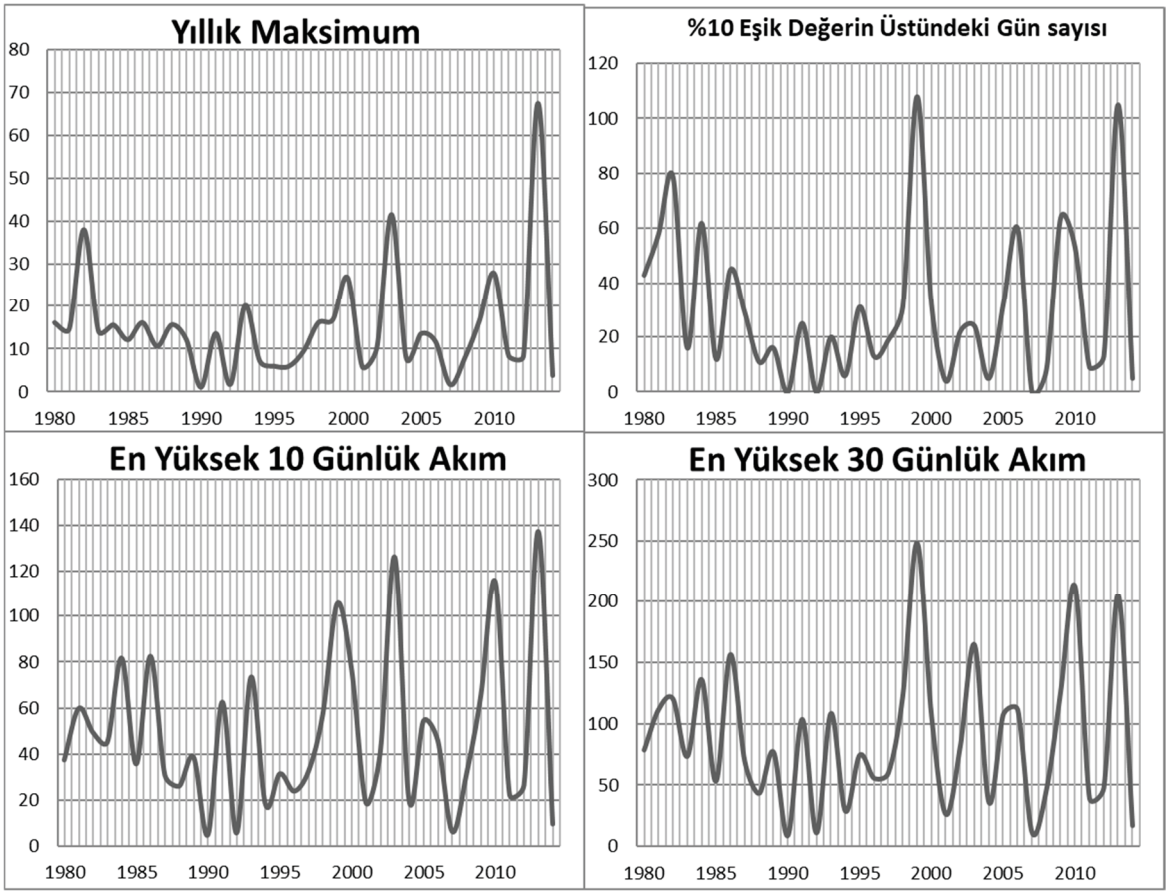
Ek 2

D4A32 kodlu istasyonun yıllık maksimum, %10 eşik değer üstü gün sayısı, en yüksek 10 ve 30 günlük akım ortalaması.



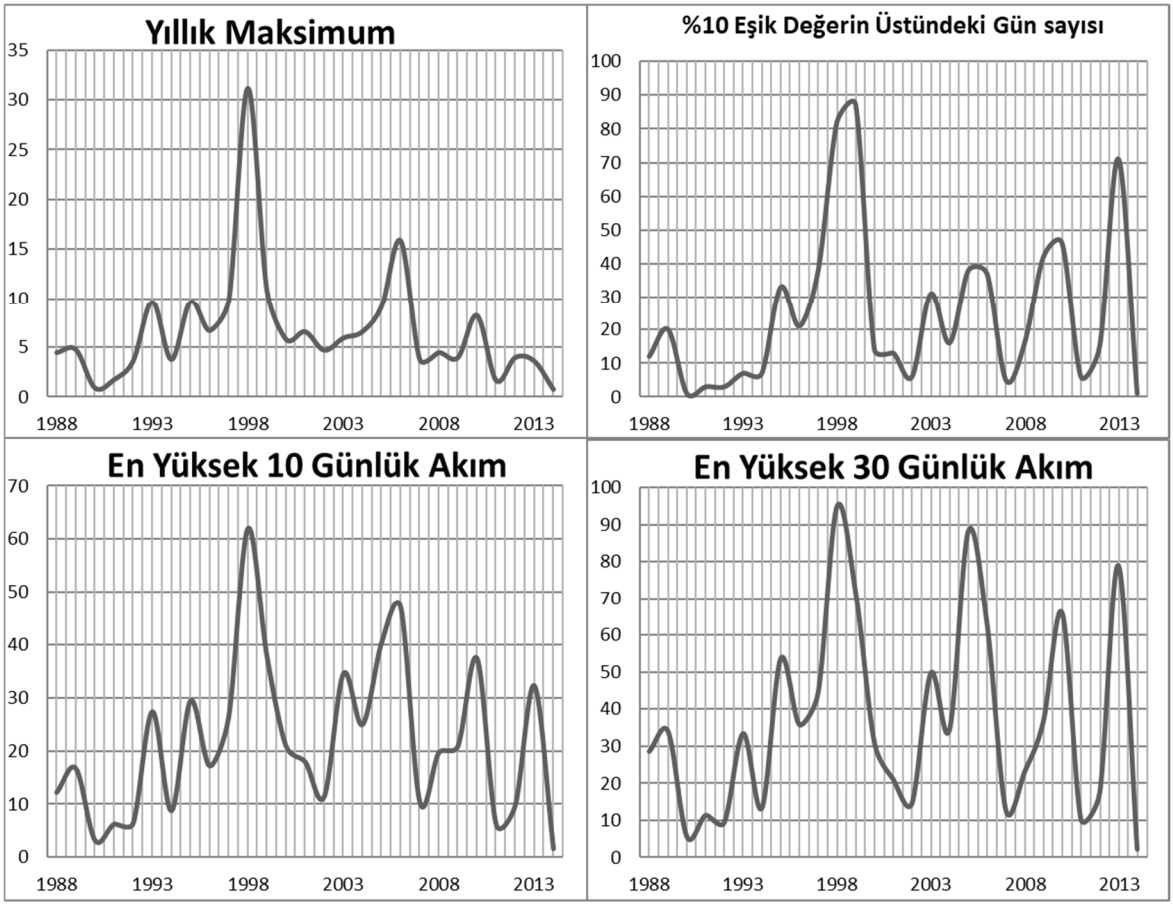
Ek 3

D4A17 kodlu istasyonun yıllık maksimum, %10 eşik değer üstü gün sayısı, en yüksek 10 ve 30 günlük akım ortalaması.



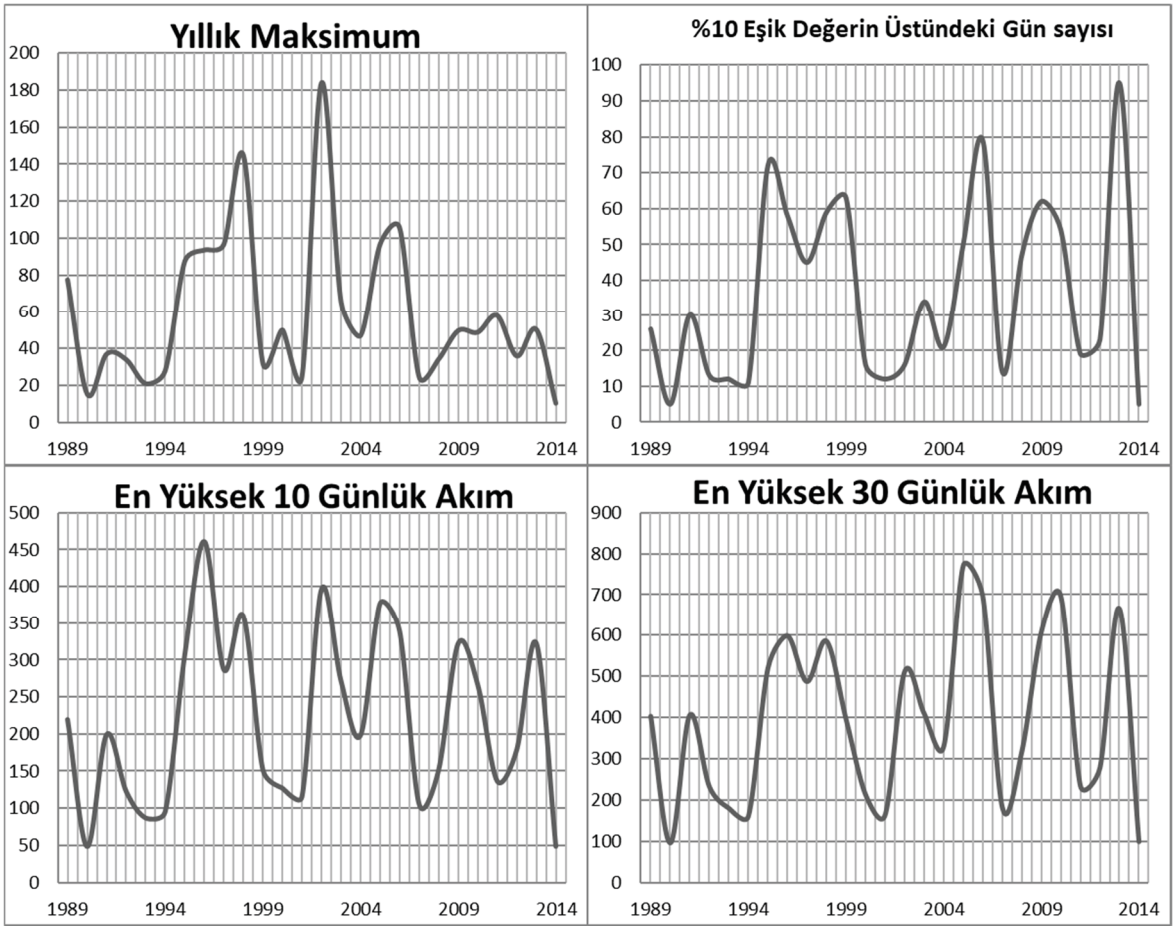
Ek 4

D4A35 kodlu istasyonun yıllık maksimum, %10 eşik değer üstü gün sayısı, en yüksek 10 ve 30 günlük akım ortalaması.



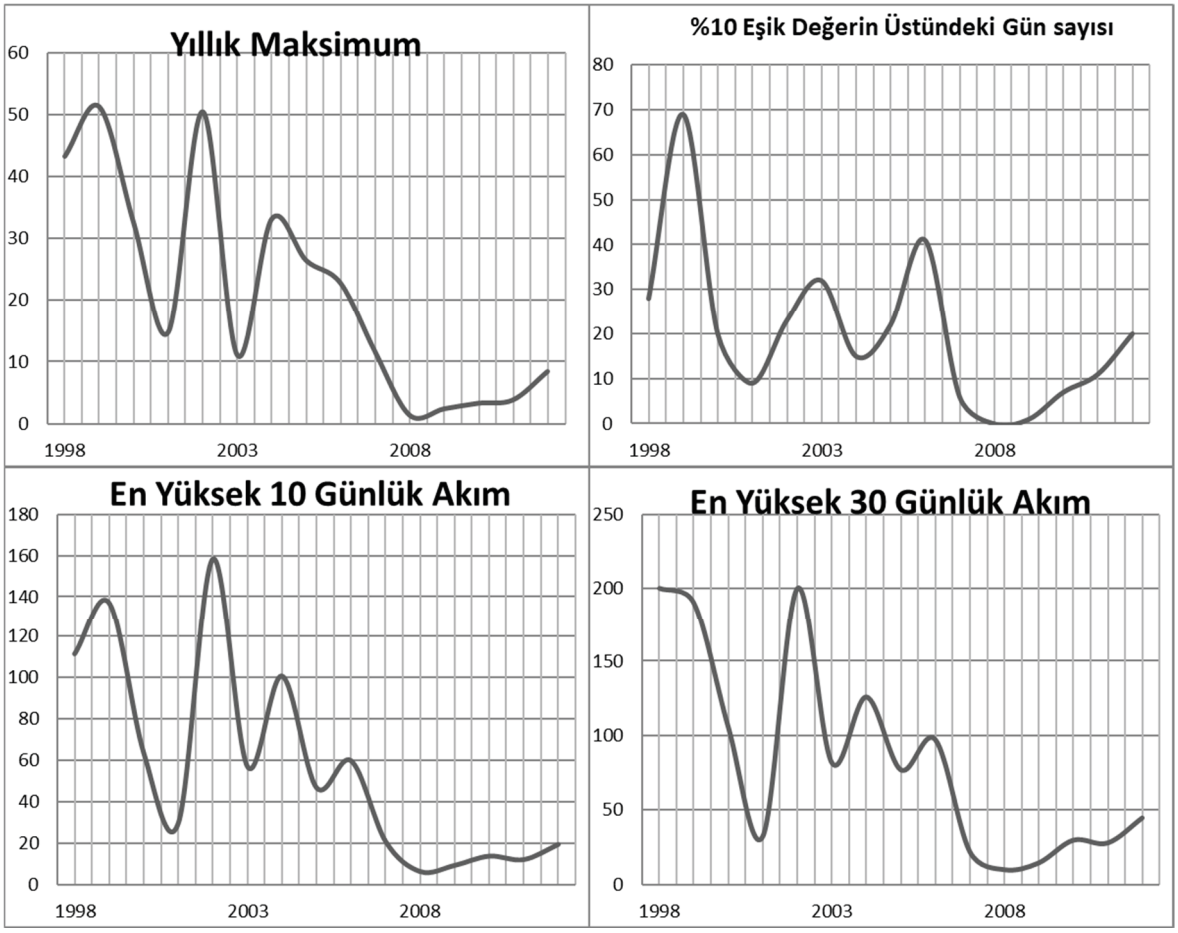
Ek 5

D4A36 kodlu istasyonun yıllık maksimum, %10 eşik değer üstü gün sayısı, en yüksek 10 ve 30 günlük akım ortalaması.



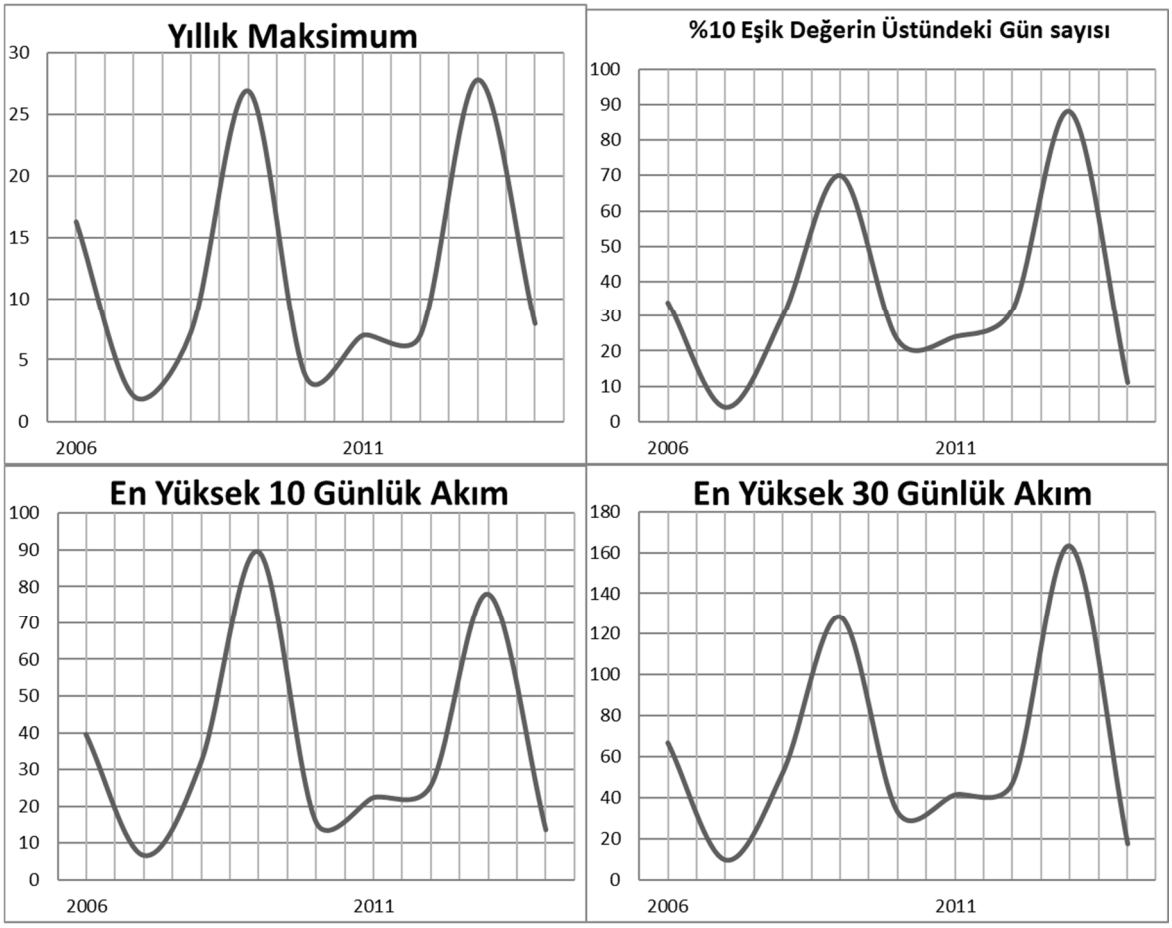
Ek 6

D4A39 kodlu istasyonun yıllık maksimum, %10 eşik değer üstü gün sayısı, en yüksek 10 ve 30 günlük akım ortalaması.



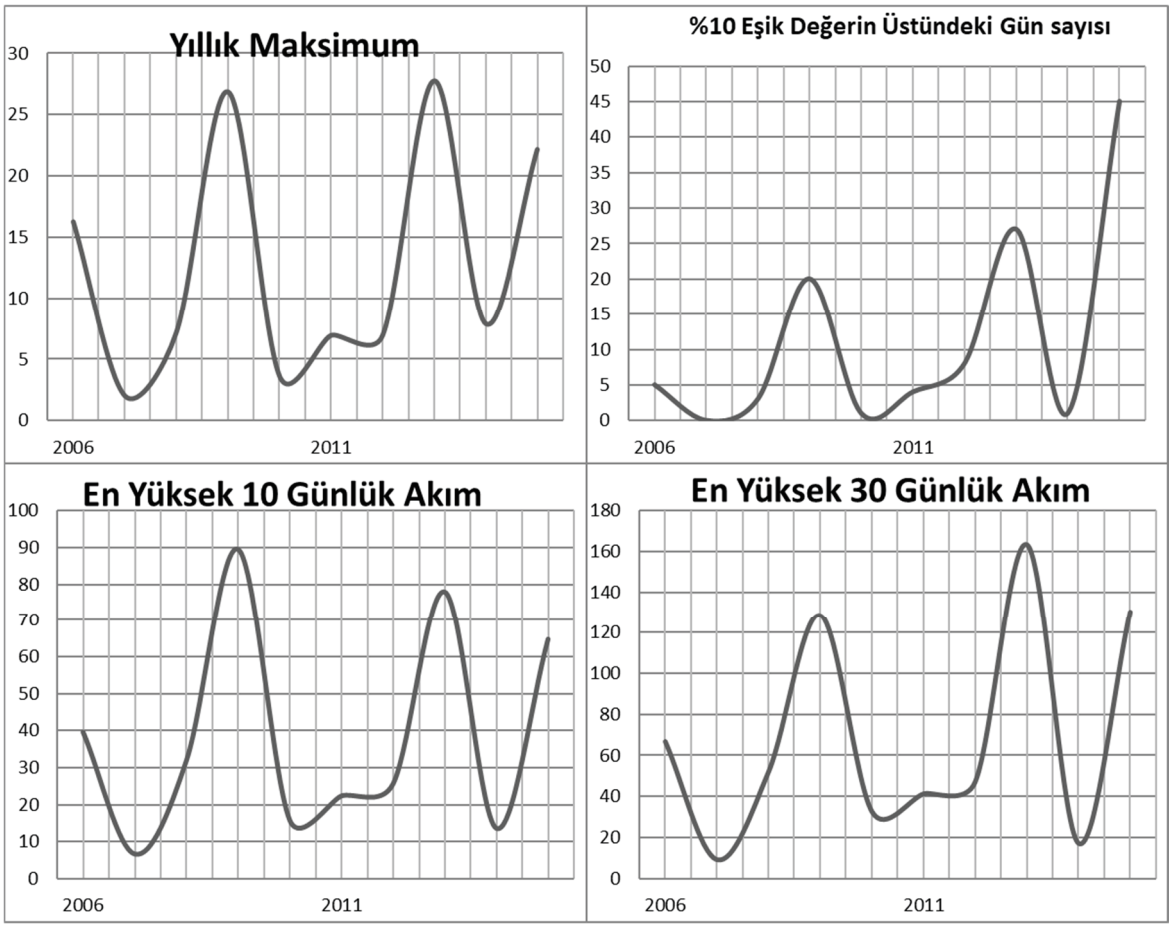
Ek 7

D4A52 kodlu istasyonun yıllık maksimum, %10 eşik değer üstü gün sayısı, en yüksek 10 ve 30 günlük akım ortalaması.



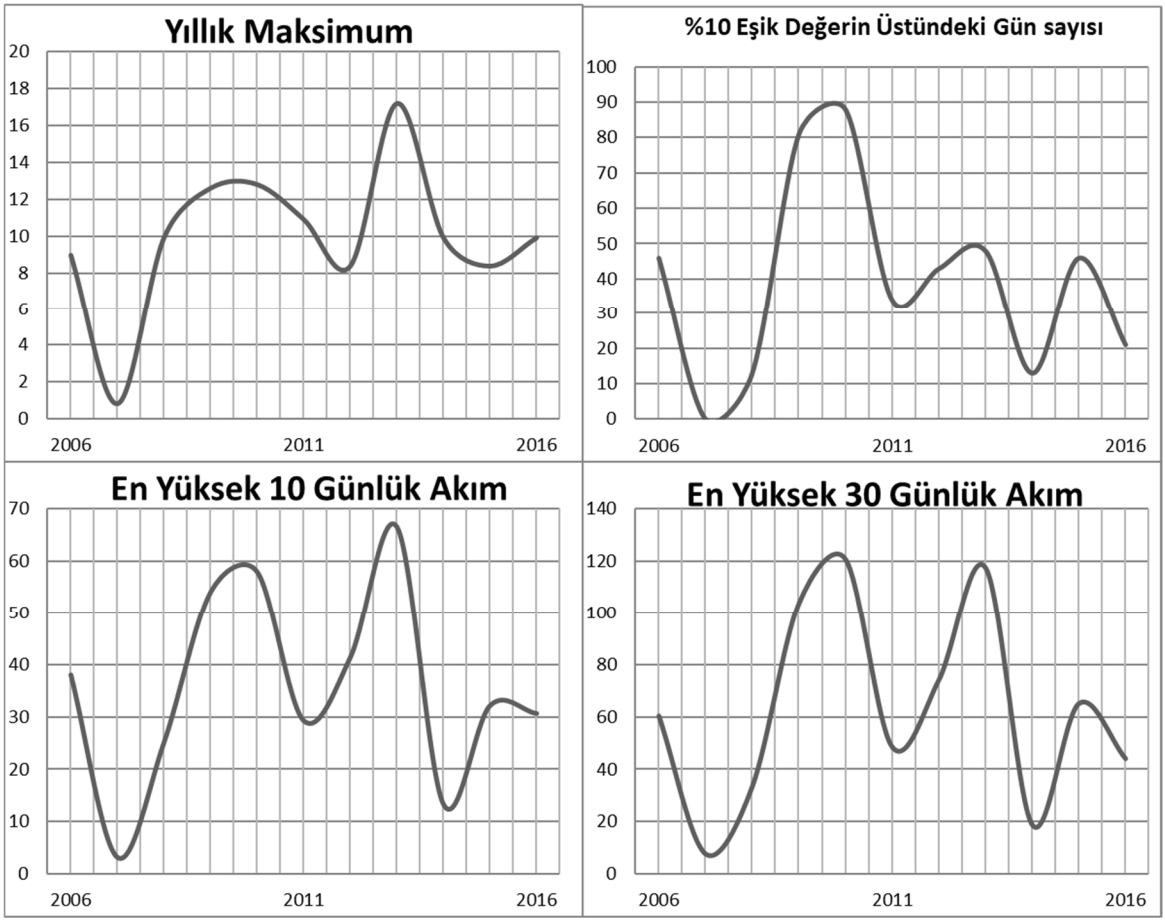
Ek 8

D6A53 kodlu istasyonun yıllık maksimum, %10 eşik değer üstü gün sayısı, en yüksek 10 ve 30 günlük akım ortalaması.



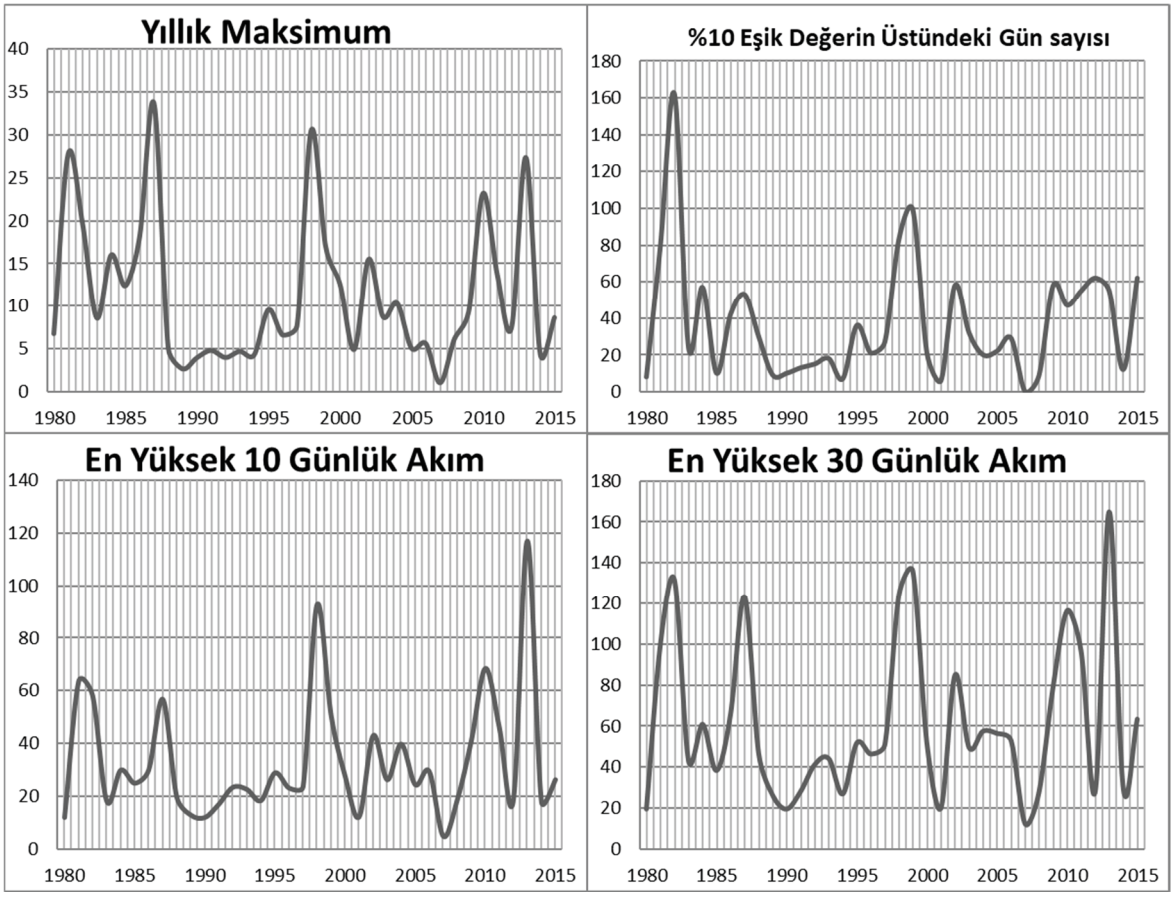
Ek 9

D4A54 kodlu istasyonun yıllık maksimum, %10 eşik değer üstü gün sayısı, en yüksek 10 ve 30 günlük akım ortalaması.



Ek 10

E4A10 kodlu istasyonun yıllık maksimum, %10 eşik değer üstü gün sayısı, en yüksek 10 ve 30 günlük akım ortalaması.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : ÖZTÜRK Ozan
Uyruğu : Türkiye Cumhuriyeti
Doğum Tarihi ve Yeri : 20/08/1993-Konak/İZMİR
Telefon : 05070560997
E-mail : ozan.ozturk35@gmail.com

Eğitim

Derece	*Eğitim Birimi*	*Mezuniyet Tarihi*
Yüksek lisans	Çanakkale 18 Mart Üniversitesi	2019
Lisans	Çanakkale 18 Mart Üniversitesi	2015
Lise	Suphi Koyuncuoğlu Lisesi	2011

İş Deneyimi

Yıl	*Yer*	*Görev*
2017-2018	İşlem GIS	Proje Danışmanı/İl Sorumlusu

Yabancı Dil

İngilizce