

Proje No: NKUBAP.00.24.AR.12.15

**TRAKYA BÖLGESİNDE
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS)
YARDIMIYLA BAZI HAVZA ALANLARINDAKİ
TAŞKIN HİDROGRAFLARININ BELİRLENMESİNE
İLİŞKİN PİLOT UYGULAMALAR**

Yürütücü:

Prof. Dr. Ahmet İSTANBULLUOĞLU

Araştırmacılar:

***Yrd. Doç. Dr. M. Cüneyt BAĞDATLI
Ziraat Müh. Cihan ARSLAN***

2017

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ BİRİMİ

NKUBAP.00.24.AR.12.15

TRAKYA BÖLGESİNDE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) YARDIMIYLA
BAZI HAVZA ALANLARINDAKİ TAŞKIN HİDROGRAFLARININ
BELİRLENMESİNE İLİŞKİN PİLOT UYGULAMALAR

Yürütücü:

Prof. Dr. Ahmet İSTANBULLUOĞLU

Araştırmacı:

Yrd. Doç. Dr. M. Cüneyt BAĞDATLI

Ziraat Müh. Cihan ARSLAN

2017

İÇİNDEKİLER	No
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
EKLER DİZİNİ	viii
1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	3
3. GEREKÇE ve YÖNTEM	4
3.1.Gerekçe	4
3.2. Yöntem	5
3.2.1. Havza Karakteristik Özelliklerinin Belirlenmesi	5
3.2.1.1. Eğim değişiminin alansal dağılımları	5
3.2.1.2. Havza gruplarının bakı özellikleri	6
3.2.1.3.Alan-yükseklik dağılım eğrileri (hipsometrik eğri)	7
3.2.1.4. Havza yatak özellikleri ve taşkın debileri	7
3.2.1.5. Havza akış ağı ve özellikleri	9
3.2.1.6. Havza şekil özellikleri ve analizleri	11
3.2.1.7. Havza alanı toprak özellikleri ve alansal dağılımı	13
3.2.1.8. Havza alanı bazı iklim özelliklerinin analizi	13
3.2.2. Taşkın Hidrograflarının Belirlenmesi	13
3.2.2.1. Birim hidrografın elde edilmesi	13
3.2.2.2. SCS boyutsuz birim hidrograf yöntemi	15
3.2.2.3. Sentetik Snyder birim hidrograf yöntemi	16
3.2.2.4. Sentetik Mockus birim hidrograf yöntemi	18

4.BULGULAR ve TARTIŞMA	20
4.1. Edirne Kumdere Havzası	20
4.1.1. Kumdere havzası karakteristik özellikleri	20
4.1.2. Kumdere havzası taşkın hidrografları	21
4.2. Vize Deresi Havzası	26
4.2.1. Vize deresi havzası karakteristik özellikleri	26
4.2.2. Vize deresi havzası taşkın hidrografları	27
5.SONUÇ	30
6.KAYNAKLAR	31

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltma ***Açıklama***

BTG	Büyük Toprak Grubu
AKK	Arazi Kullanım Kabiliyeti
UA	Uzaktan Algılama
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
Ha	Hektar
%	Yüzde

ŞEKİLLER DİZİNİ**No**

Şekil 2.1. Araştırma alanlarının yerleri ve konumları

4

Şekil 4.1. Edirne Kumdere Havzası

20

Şekil 4.2. Edirne Kumdere Havzası Zamana bağlı debi değişimi

23

Şekil 4.3. Snyder Yöntemine göre Kumdere Havzası Zamana bağlı
debi değişimi (Göçmen 2006)

25

Şekil 4.4. Mockus Yöntemine göre Kumdere Havzası Zamana bağlı
debi değişimi (Göçmen 2006)

25

Şekil 4.5. Vize Deresi Havzası

26

Şekil 4.6. Snyder Yöntemine göre Vize Deresi Havzası Zamana
bağlı debi değişimi (Göçmen 2006)

28

Şekil 4.7. Mockus Yöntemine göre Vize Deresi Havzası Zamana
bağlı debi değişimi (Göçmen 2006)

29

Şekil 4.8. Vize Deresi Havzası Zamana bağlı ortalama debi değişimi

29

ÇİZELGELER DİZİNİ**No**

Çizelge 2.1. Eğitim sınıflaması (Verstappen, 1983 and Bogomolov, 1963)	5
Çizelge 4.1. Kumderesi havzası karakteristik özellikleri	21
Çizelge 4.2. Yağışların plüvyograf analiz sonuçları (DSİ, 2010)	22
Çizelge 4.3. Turc yöntemine göre araştırma havzalarından meydana gelecek su verimi değerleri (Göçmen ve ark. 2012)	23
Çizelge 4.4. Turc yöntemine (önerilen) göre araştırma havzalarından meydana gelecek su verimi değerleri (Göçmen ve ark. 2012)	24
Çizelge 4.5. Mc Math yöntemine göre araştırma havzalarından meydana gelecek taşkın debileri (Göçmen ve ark. 2012)	24
Çizelge 4.6. Rasyonel yöntemine göre araştırma havzalarından meydana gelecek taşkın debileri (Göçmen ve ark. 2012)	24
Çizelge 4.7. Vize Deresi havzası karakteristik özellikleri	27
Çizelge 4.8 Kırklareli-Vize deresine ait birim hidrograf değerleri (L/s)	27
Çizelge 4.9. Birim hidrograflara ait ortalama değerler	28

TRAKYA BÖLGESİNDE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) YARDIMIYLA BAZI HAVZA ALANLARINDAKİ TAŞKIN HİDROGRAFLARININ BELİRLENMESİNE İLİŞKİN PİLOT UYGULAMALAR

ÖZET

Bu çalışmanın amacı Trakya Bölgesinde pilot olarak belirlenen Kumdere ve Vize havzalarında oluşabilecek farklı tekerrür sürelerine sahip taşkın hidrograflarının saptamak ve sonuçların Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknikleri ile görsel hale getirilerek bu tür çalışmalarda CBS'nin kullanım etkinliğini ortaya koymaktır. CBS ortamında 1/25.000 ölçekli sayısal topografik haritalar kullanılarak yapılan analizler sonucunda araştırma pilot havzaları olan Edirne Kumdere havzasının alanı 4.45 km², çevre uzunluğunun 9.53 km ve havza uzunluğunun ise 3.46 km olduğu belirlenmiştir. Ortalama havza eğiminin %4.2, havza genişliğinin ise 1.24 km olduğu saptanmıştır. Havza ortalama yükseltisinin 139.6 m ve havza yöneyinin ise kuzey-güney doğrultuda olduğu belirlenmiştir. Havzanın uzun yıllar bazındaki toplam yağışı 578.9 mm olarak hesaplanmışken yapılan plüvyograf analizlerinde yağış şiddetinin ortalama olarak 2.9 mm/h civarında olduğu belirlenmiştir. Zaman bağlı debi değişimlerine bakıldığında 1.5 saatlik sürede maksimum pik debiye ulaştığı ve bu değer ise 1.82 m³/s mm olduğu tespit edilmiştir. Havzada meydana gelebilecek su verimlerine bakıldığında %90 ihtimalle yıllık toplam debi miktarının 636 090 m³/yıl olduğu 5 yıllık tekerrür aralığında 25.6 m³/s ve 100 yıllık tekerrür aralığında ise 45.3 m³/s taşkın debisi getireceği öngörülmüştür. Araştırmaya konu olan diğer bir pilot havza olan Vize Deresi havzasının alanı 4.66 km², çevre uzunluğu 10.58 km ve Havza uzunluğunun 4.47 km ve havza genişliğinin ise 1.05 km olduğu yapılan CBS analizleri ile ortaya konulmuştur. Havza maksimum yükseltisinin 244 m ve minimum yükseltisinin ise 185 m olduğu hesaplanmıştır. Havza pik debisinin 1986 yılında ortalama 219 L/s olduğu bu değer 1990 yılında ise pike erişme süresinin 1 saat olduğu ve bu durumda debi değerinin ise 423 L/s 'ye kadar ulaştığı belirlenmiştir. Zaman bağlı olarak debi değişimi maksimum olarak 2.5 saatte 1.1 m³ /s mm debiye ulaştığı hesaplanmıştır. Vize Deresi Havzasının zamana bağlı ortalama debi değişimi 3. saatte 1.75 m³ / s mm pik debiye ulaştığı görülmüştür. Yapılan bu çalışma ile pilot havzalarda taşkın hidrografların CBS teknikleri yardımıyla daha etkin olarak belirlenebileceği ve havza karakteristik özelliklerine ilişkin tanımlamaların ise daha hassas olarak yapılabileceği ortaya konulmuştur. Bu ve buna benzer çalışmalara yol gösterici nitelikte olacak olan bu araştırma ilgili kurumlara yol gösterici nitelikte olarak kaçınılmaz olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Taşkın Hidrografı, Havza Karakteristikleri, CBS, Trakya Bölgesi

**THE PILOT APPLICATIONS FOR DETERMINING FLOOD HYDROGRAPHS
IN SOME BASIN AREAS BY USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (GIS)
IN THRACE REGION**

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the flood hydrographs with different recurrence times in the Kumdere and Vize basins where the pilot is determined in the Trakya Region and to show the effectiveness of the GIS in such studies which are visualized with Geographic Information Systems (GIS) techniques. The Edirne Kumdere basin area is 4.45 km², the perimeter length is 9.53 km and the basin length is 3.46 km. The mean basin slope was 4.2% and the basin width was 1.24 km. The basin is 139.4 m and when I look at the sound it is determined that it is in the north-south direction. The total precipitation was calculated as 578.9 mm for many years, whereas the pluvio analysis showed that the average rainfall intensity was around 2.9 mm / h. Based on the time dependent flow changes, it was determined that the maximum peak flow reached 1.5 hours and 1.82 m³ / s mm. It is predicted that the annual water flow rate of 636 090 m³/yil m³ / year will be 25.6 m³ / s in the 5 year recurrence interval and 45.3 m³ / s in the 100 year recurrence interval when the water yields that might come to the basin are taken into consideration. The Vize Deresi basin area is 4.66 km², the environmental length is 10.58 km and the basin length is 4.47 km and the basin width is 1.05 km. It is calculated that the maximum increase of the basin is 244 m and the minimum increase is 185 m. It was determined that the basin peak was reached at 219 L / h in 1986 and this flow rate reached to 423 L / s in 1 hour over 1990 years. Depending on the time, the flow rate change has been calculated to reach 11 m³ / s km² cm at maximum in 2.5 hours. It is seen that the time of Vize Stream Basin reached 1.75 m³ / s mm peak at 3 o'clock. It has been found out that it is possible to determine by using GIS techniques that the identification can be made more precisely according to the characteristics of the watershed. It will be inevitable as a guideline to institutions concerned with this report which will serve as a guide to this and similar work.

Keywords: Flood Hdrography, Watreshed Characteristic, GIS, Trace Region

1. GİRİŞ

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) hidrolojik modellerle kullanılması, çeşitli büyüklüklerdeki havzaların yağış-akış ilişkilerinin saptanmasında etkin bir mekanizma oluşturmaktadır. Hidrolik yapıların projelendirilebilmeleri için tasarım debilerinin bulunması gerekir. Bu işlem için takip edilen yollardan birisi de ilgili havzanın birim hidrografını bulup, bu hidrografi kullanarak havza için bulunan belli frekanslı (25, 50 ve 100 yıllık gibi) etkili bir yağıştan meydana gelecek taşkın hidrografını çıkarmaktır.

Havza planlamasında havza karakteristiklerinin net bir şekilde ortaya konulması Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) destekli ve topoğrafik haritalarda altlık olarak kullanılarak belirlenmesi klasik metodlara göre birçok üstünlükler sağlamakta ve son yıllarda bu tür araştırmalara yönelik çalışmalarda CBS yöntemleri yoğun olarak kullanılmaktadır.

Taşkınlar, ortaya çıkardığı büyük çaplı can ve mal kaybından dolayı dünyada en çok tahribata neden olan afet türleri arasında yer alır (CEOS, 2003). Bundan dolayı taşkın afetinin meydana geldiği ülkelerde, bu afet türüne karşı hazırlıklı olmak, ortaya çıkacak zararları azaltmak ve engellemek amacıyla birçok çalışma yapılmaktadır. Uzaktan algılama verileri son zamanlarda hidrolojik çalışmalarda önemli kaynak verileri haline gelmiştir. Uzaktan algılama teknolojileri, değişik uydulardan sağlanan farklı çözünürlükteki ve zamandaki verilerle, taşkınlar hakkında bilgi verebildiği gibi, bunların meydana geldiği havzalar için de önemli veriler sağlarlar (Macintosh vd., 1995; Schultz vd., 2000).

Taşkın afetlerine karşı riskin azaltılması ancak alanlar ve doğal tehlikeler hakkında detaylı bilginin elde edilmesi, analizi, güncellenmesi, haritalanması ve buna karşı önlemlerin alınmasıyla mümkün olmaktadır. Doğal afetlerin bütününde olduğu gibi taşkınların analizinde de birçok faktörün değerlendirilmesi gerekmektedir. Bundan dolayı birçok parametrenin kullanılması ve bunların analiz edilmesi çok zaman alan ve pahalı olan işlemlerdir. Bu kapsamda CBS, doğal risklerin azaltılmasında yapılacak çalışmalar için vazgeçilmez bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır. CBS teknolojilerinin gelişmesi ise bu aşamaların daha hızlı ve kolay gerçekleştirilmesini sağlamıştır. CBS teknolojileri kullanılarak Sayısal Arazi Modellerinin (SAM) kolay ve yüksek kalitede üretilebilmesi, yer bilimleri ile ilgili bütün çalışmaların CBS ortamında yoğunlaşmasını kolaylaştırmıştır.

Klasik yöntemlerle yapılan yağış akış ilişkilerinin belirlenmesi ve taşkın analizleri, devlet kuruluşları ve özel sektördeki elemanlarca zaten yıllardan beri yapıla gelmektedir. Ancak Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tekniklerinin ilavesi ve modellerle entegrasyonu çalışmaları, hem daha kapsamlı yapılmakta, hem daha fazla deneme-sınama yapma imkânı vermekte, hem de sonuçların daha anlaşılır ve görsel olarak ifade edilebilir hale getirilmesini sağlamaktadır. Bu durum, sonuçların teknik kökenli olmayan kişilere, bilhassa bu özellikteki karar vericilere anlatılması sırasında çok yararlı olmaktadır.

Trakya Bölgesinde birçok havza alanlarında yağış-akış verisi bulunmamaktadır. Bu bağlamda belirlenecek pilot uygulama havza alanlarına ilişkin taşkın hiyetograflarının belirlenmesinde SCS sentetik metodu kullanılacaktır. Belirlenen havzaların karakteristik özelliklerinin ortaya konulmasında CBS yazılımı olan Arc GIS 9.3 kullanılacak olup bu yazılımda 1\25.000 ölçekli sayısal haritalardan faydalanılmıştır. Ayrıca SCS hesaplamalarında temel iki girdi olan arazi kullanımı ve hidrolojik toprak grubu bilgisine ilişkin veriler ise 1\25.000 ölçekli arazi kullanım kabiliyet sınıfları haritası ile toprak haritalarından temin edilmiştir.

Araştırma sonucunda Trakya bölgesinde seçilen pilot havza alanlarında taşkın hidrografları hesaplanmış olup tekerrür durumlarına göre oluşabilecek taşkınların yerleşim yerleri, tarım arazileri üzerinde oluşturabileceği zararın durumu ortaya konulmuştur. Çalışmada özellikle CBS teknolojilerinin kullanılacak olması havza karakteristik özelliklerinin belirlenmesinde etkin bir rol oynamıştır. Bu çalışma ile elde edilen veriler ilgili kurumlara alt yapı desteği sağlamış olup oluşabilecek taşkınlara önlenmesine ilişkin etkileri minimum düzeyde tutacağı aşikar olacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

Taşkınların analiziyle ortaya çıkan taşkın tahminleri ve haritaları ile mekânın zarar görebilirlik özelliklerinin birlikte değerlendirilmesiyle risk analizleri gerçekleştirilmektedir. Böylelikle, tahmini taşkın sularına ait derinlik, hız ve sediment taşınım miktarlarına bağlı olarak etkisi altında bulunan her bir zarar görebilirlik faktörünün risk haritası üretilir ve sonunda da bütün faktörler birlikte değerlendirilerek toplam taşkın risk haritaları ve hesaplamaları yapılabilir.

Son yıllarda Trakya Bölgesini etkisi altına alan yağış ve bunun getirdiği taşkın ve sel felaketleri bölgeyi olumsuz etkilemiştir. Aşırı yağışlar dere yataklarını taşmasına yol açmış ve sonucunda birçok tarım alanı ve yerleşim yerleri su altında kalmıştır. Taşkın olaylarının sık görülmesi ve oluşan afetlerin bilhassa tarım alanlarında oluşturduğu zararların karşılanmasına yönelik son yıllarda devlet ve özel bankalar kanalıyla tarım sigortaları uygulanmaya başlanmıştır.

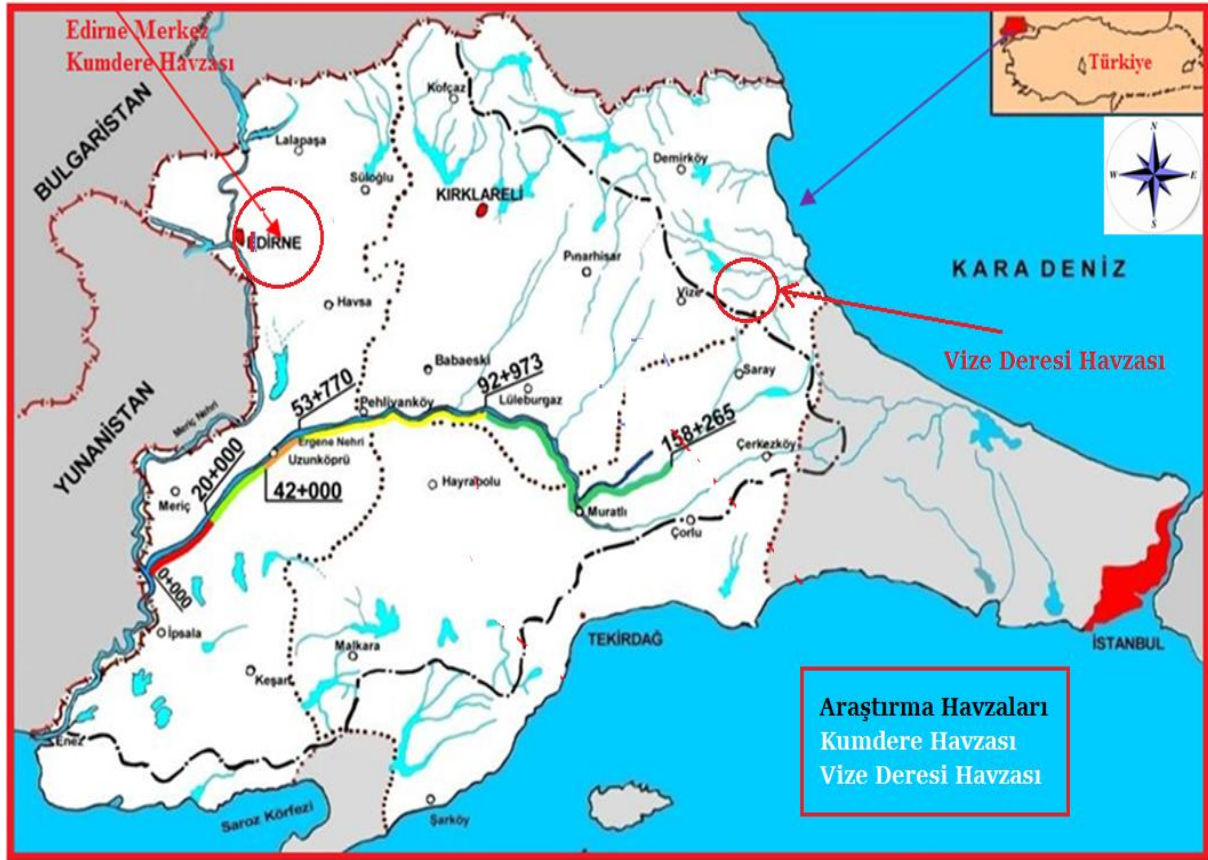
Zararların önlenmesine ve azaltılmasına yönelik yapılan bu çalışmalar yetersiz düzeydedir. Yapılan desteklemeler ve kamu kurumlarının kendi imkanlarıyla yapmış oldukları dere ıslah çalışmaları yetersiz kalmakta ve gereken önem istenildiği düzeyde gösterilmemektedir.

Aşırı yağışlar ve küresel ısınmanın etkisiyle sel ve su baskınlarının şiddetinin her geçen yıl daha da artma eğilimi göstermesi ve bu konuda yapılan çalışmaların taşkınların artık hayatımızın kaçınılmaz bir parçası olduğunu açıkça göstermektedir. İşte bu nedenlerden dolayı yapılması düşünülen bu araştırma ile Trakya Bölgesinde seçilecek pilot havza alanlarına ilişkin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tekniklerinden faydalanılarak ham veriler elde edilecektir. Haritaların bilgisayar ortamında sayısallaştırılmaları ile havza alanına ilişkin havza karakteristiklerinin belirlenmesi ve taşkın risk faktörlerinin değerlendirilerek alana ilişkin zarar görebilirlik durumlarının da ortaya konulacaktır. Araştırmanın gerçekleştirilmesi durumunda bölgede buna benzer risk taşıyan alanlarda ilgili kamu ve araştırma kurumlarına örnek bir çalışma teşkil ederek ciddi bir şekilde alt yapı desteği sağlayacaktır

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Gereç

Bu çalışma Trakya Bölgesinde örnek olarak seçilen Edirne merkezdeki Kumdere Havzası, ile Vize ilçesindeki Vize Deresi Havzalarında yürütülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü havzaların Trakya Bölgesindeki yerleri ve konumları Şekil 2.1'de verilen harita üzerinde görülmektedir.



Şekil 2.1. Araştırma alanlarının yerleri ve konumları

Vize havzasının büyük bir bölümünde büyük toprak grubu kalkersiz kahverengi orman toprağıdır. Kumdere Havzasının toprakları ise kalkersiz kahverengi topraklar oluştururken tarımı topografya ve drenaj yetersizliği mevcut olarak görülmektedir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Havza Karakteristik Özelliklerinin Belirlenmesi

3.2.1.1. Eğim değişiminin alansal dağılımları

Eğim faktörü, havzanın morfometrik özellikleri içinde yer alır. Özellikle taşkın ve heyelanların oluşmasında çok önemli bir etkiye sahiptir. Bütün koşulların aynı olması şartıyla, eğimin fazla olduğu alanlarda yağışla gelen suların toprağa sızması eğimin az olduğu alanlara nispeten daha azdır. Bunun sonucunda da yağmur suları direkt akışa katılırlar. Bu da akım değerini fazlalaştırır. Özellikle bitki örtüsünden yoksun olan alanlarda erozyonel faaliyetleri başlatır ve akarsuyun taşıdığı sediment miktarını artırır. Ayrıca kütle hareketlerinin oluşmasında yamacın yerçekiminin etkisine bağlı olarak harekete geçmesi üzerinde büyük etkiye sahiptir. Bundan dolayı eğim değerinin fazla olduğu alanlarda, heyelanlar diğer şartlar da uygun değerler içeriyorsa, kolaylıkla meydana gelirler.

Havza için eğim haritası 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalar temel alınarak üretilen DEM (Digital Elevation Model) verisinden elde edilecektir.

Eğim değeri derece cinsinden olup taşkın ve heyelanlar için temel alınan aralık değerleri ve bunların havza ve alt havzalardaki dağılışı eğim sınıflaması Çizelge 2.1'de verilen kriterleri doğrultusunda yapılmıştır (Verstappen, 1983 and Bogomolov, 1963).

Çizelge 2.1. Eğim sınıflaması (Verstappen, 1983 and Bogomolov, 1963).

Eğim	Morfolojik Tanımı	Afet Türü
0-2	Çok az eğimli (düz)	Taşkın
2-15	Az eğimli	Taşkın, Sel-Heyelan
15-25	Hafif eğimli (orta)	Heyelan
25-45	Dik	Heyelan
45-<68	Çok dik	Heyelan

Havza ortalama eğiminin hesaplanması, havza sınırları içinde kalan eş yükselti eğrilerinin toplam uzunluklarının, iki eş yükselti eğrisi arasındaki kot farkı ile çarpılıp, tüm havza alanına bölünmesiyle elde edilir. Araştırma alanına konu olan havza alanlarındaki ortalama eğim değerleri aşağıda verilen formülle belirlenecektir.

$$S = \frac{d * \sum M}{A} * 100$$

Burada; S: Havza ortalama eğimini, D: İki eş yükselti eğrisi arasındaki kot farkını, M: Havza sınırı içinde kalan eş yükselti eğrilerinin toplam uzunluğunu, A: Havza alanını ifade eder.

Ana akarsu kollarına ait eğimler ise havza ana akarsu kolu eş yükselti eğrilerinin kesiştiği noktalarda su yolu uzunluklarının apsise, eş yükselti eğrileri ile kesiştiği noktalardaki arazi yüksekliklerinin de ordinata işlenerek elde edilen eğrinin %10 ve %85'lik noktalarında okunan değerlerine ve ana akarsu kolu uzunluğuna bağlı olarak geliştirilen eşitlik yardımıyla belirlenecektir.

$$Sa = \frac{e * \%85 - e * \%10}{0.75 * L}$$

Burada; Sa: Ana akarsu kolu eğimini, L: Ana akarsu kolu uzunluğunu ifade eder.

3.2.1.2. Havza gruplarının bakı özellikleri

Ülkemizin kuzey yarımkürede yer almasından dolayı genel olarak güneye bakan yamaçlar, kuzeye bakan yamaçlara oranla daha fazla kısa dalgalı güneş radyasyonunu alırlar. Buna karşın doğu ve batıya bakan yamaçlar daha orta derece bir etkiye sahip olurlarken, doğuya bakanlar sabahları fazla, batıya bakan yamaçlar ise akşamları daha fazla güneş ışığı alırlar (Goudie, 2004b). Bakının etkisiyle kuzey ve güney yamaçlardaki jeomorfik proses üzerinde bazı farklılıklar ortaya çıkar. Bunlar, kuzeye bakanlara göre daha fazla radyasyon alan güneye bakan yamaçlarda, evapotranspirasyon oranı fazlaşır ve yağmurdan sonra bitki örtüsünde ani bir su ihtiyacı doğur. Bunun sonucu olarak bitki örtüsü daha seyrek olup ve kuraklığa dayanıklı türlerden oluşur. Seyrek bitki örtüsünün olduğu yerlerde yüzeysel akış daha fazla olmakla birlikte erozif faaliyetlerde artış gösterir.

Kuzeye bakan yamaçlar ise toprak nemliliğini yağıştan sonrada uzun bir süre muhafaza eder, böylelikle nemliliği seven bitki örtüsü gelişir. Bu da toprak oluşumu için uygun şartlar sunar. Bu özellik infiltrasyonu artırıcı ve yüzeysel akışı azaltıcı bir etki oluşturmasına karşın derin toprak oluşumu ve yüksek nemlilik içeriğinden dolayı kütle hareketleri için uygun şartlar sağlar (Kirkby vd., 1990; Goudie, 2004a; Mater, 1998; Turoğlu ve Özdemir, 2005).

Bu özellikler dikkate alınarak 1/25000 ölçekli topoğrafik sayısal haritalar ve uydu görüntüleri yardımıyla Arc GIS 9.3 Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımı da kullanılarak çalışma alanına ilişkin havza ve alt havza alan gruplarına ilişkin 8 farklı yön ve düz alanlardan oluşan bakı haritaları oluşturulacaktır.

Havza ve alt havza gruplarına ilişkin üretilen farklı yönler, daha genel olarak değerlendirmek amacıyla 4 ana yön ve düz alanlardan oluşan 5 yönde gösterilecektir. Kuzey, güney, doğu ve batı olan dört ana yöne bakan yamaçlar ile düzlük alanların alansal dağılımları ve oranları belirlenerek özet halde çizelgeler halinde sunulacaktır.

3.2.1.3. Alan-yükseklik dağılımı eğrileri (hipsometrik eğri)

Çalışma alanına ilişkin havza ve alt havza alanlarında yükseklik dağılım eğrileri belirlenecek olup elde edilen yükseklik dağılım eğrileri her bir havza grubu için haritalara işlenerek ortaya konulacaktır. Bu bağlamda alan yükseklik eğrisi (hipsometrik eğri), topoğrafik haritalardan yararlanılarak çizilecektir. Bunun için eş yükselti eğrileri arasında kalan her bir Arc GIS 9.3 yazılımı yardımıyla alan ölçülecek ve böylece her eş yükselti eğrileri aralığına karşılık olarak yazılan alan-yükseklik dağılımı ve bunların dağılım oranları belirlenecektir. Havza alanlarına ilişkin deniz seviyesinden ortalama yükseklik değerleri aşağıda verilen formülle belirlenecektir.

$$H_m = 0.435 \frac{H_o - H_p}{\log H_o - \log H_p}$$

Burada; H_m: Havza ortalama yüksekliğini, H_p: Havza çıkış noktasındaki yüksekliğini, H_o: Su ayırım çizgisi üzerindeki en büyük yüksekliği ifade eder.

3.2.1.4. Havza yatak özellikleri ve taşkın debileri

Havza yatak özelliklerini ortaya konulması amacıyla boyuna ve enine yatak profilleri elde edilecektir. Bu özellikler uydu görüntülerinin Arc GIS 9.3 yazılımı sayesinde bilgisayar ortamında üç boyutlu analizi yapılarak mevcut durumları ve yatak değişim özellikleri analiz edilecektir.

Bunun yanında havza yataklarının memba ve mansap kısımları belirlenecek olup Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden Havza alanına düşen uzun yıllar ortalaması yağış değerleri de alınarak taşkın tekrarlama sıklıkları için 5, 10, 20, 30, 50, 100, 200 ve 500 yıllık taşkın pik debileri ortaya konulacaktır. Araştırma alanı havza gruplarında oluşabilecek taşkın debilerinin hesaplanmasına ilişkin yöntem ve yaklaşımlar aşağıda formülize edilerek açıklanmıştır.

$$t_p = 0.75 \cdot Ct \cdot (L \cdot Lc)^{0.3}$$

Burada; t_p , birim hidrografın yükselme zamanı, saat. Diğer bir ifade ile, yağış fazlası hiyetograf merkezi ve birim hidrograf piki arasındaki zaman farkı; C_t , arazi koşullarına bağlı bir katsayı (az eğimli 2.2, orta eğimli 2.0 ve çok eğimli 1.8); L , havza ana akarsu yolunun uzunluğu, km ve L_c , havza şekilsel ağırlık merkezinin ana akarsu yolu üzerindeki izdüşümü ile ana akarsu yolunun havzayı terk ettiği nokta arasındaki uzaklık, km'dir.

Belirtilen, hidrograf yükselme zamanı $t_p = 5.5 \cdot t_r$ olması koşulları içindir. Bu durumda $t_r = t_p / 5.5$ ve $q_p = q_{PR}$ olmaktadır. Ancak bunun farklı durumunda yani belli süreli bir yağış fazlası için istenen bir sentetik birim hidrografın yükselme zamanı aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$t_{PR} = t_p - 0.25 \cdot (t_r - t_R) \quad \text{veya} \quad t_{PR} = t_p + 0.25 \cdot (t_R - t_r)$$

Burada; t_{PR} , istenen süreli birim hidrografın yükselme zamanı, saat ve t_r , standart yağış fazlası süresi, saat'dir. Bu değer $t_p = 5.5 \cdot t_r$ koşulundan elde edilen $t_r = t_p / 5.5$ eşitliğinden hesaplanır. t_R , istenen süreli birim hidrografın yağış fazlası süresi, saat'dir. Havzadan meydana gelen birim taşkın pik debisi, koşulların $t_p = 5.5 \cdot t_r$ olması durumunda,

$q_p = 2.75 \left(\frac{C_p}{t_p} \right)$ eşitliği ile hesaplanır. Ancak belli süreli bir yağış fazlası için istenen bir sentetik birim hidrografın taşkın pik debisi aşağıdaki,

$$q_{PR} = q_p \left(\frac{t_p}{t_{PR}} \right) \quad \text{veya} \quad q_{PR} = 2.75 \left(\frac{C_p}{t_{PR}} \right)$$

eşitliği ile hesaplanır. Burada; q_p , birim alandan oluşan birim yağış fazlası yüksekliği için taşkın pik debisi, $m^3/s \text{ km}^2 \text{ cm}$; C_p , toprak koşullarına bağlı bir katsayı (Kumlu 0.5, kumlu-killi 0.6, ağır killi veya kayalık 0.7) ve q_{PR} , birim alandan oluşan belli süreli birim yağış fazlası yüksekliği için taşkın pik debisi, m^3/s 'dir. Belli süreli bir yağış fazlasına ait taşkın pik debisi aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır.

$$Q_{PR} = q_{PR} \cdot ha \cdot A$$

Burada; Q_{PR} , havzadan oluşacak taşkın pik debisi, m^3/s ; ha , havzadan oluşan yüzey akış yüksekliği, cm; A , havza alanı, km^2 'dir. ha , yüzey akış yüksekliği daha önce ifade edildiği üzere, havzanın toprak, arazi kullanma, bitki örtüsü, ekim şekli ve toprak koruma önlemlerinin dikkate alınarak belirlendiği yüzey akış eğri numarası sonucu bulunur.

3.2.1.5. Havza akış ağı ve özellikleri

Havza akış Ağı ve özellikleri özelliklerinin ortaya konması amacıyla her bir dere ve yan kol çevre uzunlukları, alanları, havza uzunlukları, her bir yan kolun minimum ve maksimum yükseklikleri belirlenecek olup aşağıdaki hesaplamalar doğrultusunda bu değerler ortaya konulacaktır.

Drenaj yoğunluğu; havzanın akarsular tarafından parçalanma derecesini gösteren bir ölçüdür ve toplam akarsu uzunluğunun havza alanına bölünmesiyle elde edilir (Verstappen, 1983; Reddy vd., 2004; Macka, 2001; Baker vd., 1988; Turoğlu; 1997). Araştırma alanında Drenaj yoğunluğu aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanacaktır.

$$Dd = \frac{\sum L}{A}$$

Burada; Dd: Drenaj yoğunluğunu, $\sum L$: Toplam akarsu uzunluğunu, A: Toplam havza alanını ifade eder.

Drenaj yoğunluğu 0.5-2.5 km/km² arasında değişir. Drenaj yoğunluğu, yüzeysel akışı kontrol eden faktörlerin bir sonucudur ve havzadaki sediment ve su çıkışını etkiler (Macka, 2001). Yoğunluğu etkileyen faktörler olarak zeminin geçirgenlik özelliği, bitki örtüsünün seyreklik veya sıklığı, relief özellikleri ve iklimik faktörler olarak sıralanmaktadır (Reddy vd., 2004; Baker vd., 1988; Verstappen, 1983).

Akarsu derecesi; Hiçbir kol almayıp sadece toprak yüzeyinden gelen suları alan en küçük kola birinci derece akarsu denir. İki veya daha fazla birinci derece akarsuların birleşmesinden meydana gelen akarsuya ikinci derece akarsu denir. İki ikinci derece akarsuyun birleşmesiyle bir üçüncü derece akarsu meydana gelir ve isimlendirme bu şekilde yapılır.

Dallanma oranı; Belli derecedeki akarsu sayılarının bir üst derecedeki akarsu sayılarına oranına denir. Bir akarsu ağını karakterize eden en önemli büyüklük olup, havzanın şekli ve drenajının nasıl olduğu hakkında bilgi verir. Akarsularda dallanma oranı 2-6 arasında değişir. Dallanma oranı aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenir.

$$Rb = \frac{Nu}{Nu + 1}$$

Burada; Rb: Dallanma oranını, Nu: u dereceli akarsuların sayısını, Nu+1: u+1 dereceli akarsuların sayısını ifade eder.

Akarsu sıklığı (Fu); havzadaki toplam u dereceli akarsu sayısının havza alanına bölünmesiyle elde edilir. Bu bakımından yüksek sıklık değerleri, geçirgen olmayan zemin özellikleri, seyrek bitki örtüsü ve yüksek relief özelliklerini gösterirken, düşük sıklık değerleri ise geçirgen olan jeolojik özellikleri ve alçak relief özelliklerini ortaya koyar (Reddy vd., 2004). Akarsu sıklığı aşağıda verilen eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$Fu = \frac{\sum Nu}{A}$$

Burada; Fu: Akarsu sıklığını, $\sum Nu$: u dereceli akarsu sayısı toplamını, A: Toplam havza alanını ifade eder.

Tekstür oranı (T); havza içindeki toplamdaki birinci dizin sayısının (ND1) havza çevre uzunluğuna bölünmesiyle elde edilir (Reddy vd., 2004, Biswas vd., 1999). Havza relief özelliklerinin (Bh) ve havza eğiminin hidrolojik parametre olarak önemi bilinmektedir (Sherman, 1932; Horton, 1945; Strahler, 1964; Baker vd., 1988). Relief değerinin artmasıyla daha dik yamaçların ortaya çıkmasına ve daha fazla eğimli yatağa sahip akarsulara, yüzeysel akışın toplanma zamanındaki azalmaya ve bunların beraberinde taşkın değerlerinin artmasına neden olur (Baker vd., 1988).

Relief özellikleri ve drenaj yoğunluğunun bir sonucu olarak ortaya çıkan havzanın engebelilik değeri (Rn) havza hakkında, su akım gravitesi, sızma ve yüzeysel akış şartları, havzadaki erozif faaliyetler hakkında bilgi verir (Reddy vd., 2004). Yüksek değerinde olduğu alanlar, su kaybının az olduğu ve yüzeysel akış için şartların uygun olduğu alanları gösterir. Ayrıca yüksek engebelilik değerine sahip havzalar yüksek sel potansiyeline sahip alanlardır (Baker vd., 1988; Ritter vd., 1995). Havza geneli ve alt havzalardaki akım toplanma zamanı olarak isimlendirilen Time of Concentration, suyun havzanın en uzak mesafesinden ana kola veya denize döküldüğü yere kadarki geçen zamanı ortaya koyar (Verstappen, 1983). Geçiş süresi havzanın alanı arttıkça büyür, eğimle ters orantılıdır. Aşağıda verilen eşitlikler yardımıyla akış geçiş süresi hesaplanabilir.

$$t = \frac{K * A^n}{S^m}$$

Burada; t: Akarsu geçiş süresini, A:Havza alanını, S:Havza eğimini, K,n,m: Katsayıları ifade etmektedirler.

Formülde verilen n üssü 1'den küçüktür. Bu değer havza alanı büyüdükçe geçiş süresinin artış hızının küçüldüğünü gösterir. Zira havza alanı arttıkça akarsudaki derinlik de artacağından akımın hızı artar. Geçiş zamanı üzerinde havza biçiminin de etkisi vardır. Küçük havzalarda geçiş süresi için Kirpich aşağıdaki eşitliğin kullanılmasını önerir.

$$t = 0.066 * \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0.385}$$

Burada;t: Akarsu geçiş süresini,L: Akarsu uzunluğunu (km), S: Akarsu eğimini ifade eder.

3.2.1.6. Havza şekil özellikleri ve analizleri

Relief özellikleri ve drenaj yoğunluğunun bir sonucu olarak ortaya çıkan havzanın engebelilik değeri (Rn) havza hakkında, su akım gravitesi, sızma ve yüzeysel akış şartları, havzadaki erozif faaliyetler hakkında bilgi verir (Reddy vd., 2004). Yüksek değerler olduğu alanlar, su kaybının az olduğu ve yüzeysel akış için şartların uygun olduğu alanları gösterir. Ayrıca yüksek engebelilik değerine sahip havzalar yüksek sel potansiyeline sahip alanlardır (Baker vd, 1988; Ritter vd., 1995).

Havza geneli ve alt havzalardaki akım toplanma zamanı olarak isimlendirilen Time of Concentration, suyun havzanın en uzak mesafesinden ana kola veya denize döküldüğü yere kadarki geçen zamanı ortaya koyar (Verstappen, 1983).Geçiş süresi havzanın alanı arttıkça büyür, eğimle ters orantılıdır. Aşağıda verilen eşitlikler yardımıyla akış geçiş süresi hesaplanabilir.

Havzaların şekil özellikleriyle ilgili olarak değişik araştırmacılar farklı formüller ortaya koymuşlardır. Bütün bu formüllerde ortak olan havzanın alan, çevre uzunluğu, havza uzunluğu ve eni gibi genel özelliklerini kullanmalarıdır. Gravelius indeksi (Kc) değerine göre ise sonuç değerin küçüklüğü oranında havzanın dairesel bir görünüm arz eder (Hoşgören, 2001).

Uzunluk oranı olarak ortaya konan (Re) değeri havzanın infiltrasyon kapasitesi, yüzeysel akışı hakkında bilgi verir. Yüksek değerler yüksek geçirgenliğin olduğu ve düşük yüzeysel akış şartlarının sahip olduğu alanları gösterirken, düşük Re değeri ise fazla erozif faaliyetlerin olduğu ve sediment taşınımının fazla olduğu havza özelliklerini ortaya koyar (Reddy vd., 2004). Ayrıca değerin 1'e yaklaşması oranında havzanın daha dairesel bir şekle sahip olduğu anlaşılır (Biswas vd., 1999).

Şekil faktörü ise (LI) ana akarsuyun döküldüğü yerden havza ortasına kadarki uzunluğu ile havza uzunluğunun çarpımının 0,3 kuvvetine eşittir (Ratnayake, 2006). Şekil faktörü, maksimum akımı en iyi tanımlayan belirteçlerden birisidir. Formül sonucu ile maksimum akım ters orantılıdır. LI değerinin büyük çıktığı havzalarda maksimum akım değeri düşük olup, düşük çıktığı yerlerde maksimum akım değeri yüksektir (Ratnayake, 2006).

Form faktörü (Rf) bakımından değerlendirildiğinde, düşük Rf değerinin sahip olduğu havzalar kısa zaman süresinde yan kollardan gelen az akımla, uzun süreli meydana gelecek yüksek ana akımın görüleceği bir şekil arz eder. Yüksek Rf değerlerinin görüldüğü havzalarda ise bu durumun tam tersi olarak uzun zaman süresinde yan kollardan gelen yüksek akımla, kısa süreli düşük ana akımın görüldüğü ve kısa süreli maksimum akıma neden olan bir şekil ortaya çıkartır (Reddy vd. 2004; Selby 1985; Biswas vd.1999).

Havza şekil analizlerinde kullanılacak formüller ve ifadeleri aşağıda verilmiştir.

$$L_{ca} = 0.54L^{0.96}, \quad S_w = \frac{L}{W} = \frac{L^2}{A}, \quad K_c = 0.28 * \frac{P}{0.5 * A},$$

$$R_e = \frac{2}{L_m} * \left[\frac{A}{\pi} \right]^{0.5}, \quad L_t = (L * L_{ca})^{0.3}, \quad R_f = \frac{A}{L_b^2}$$

Uzunluk oranı olarak ortaya konan (Re) değeri havzanın infiltrasyon kapasitesi, yüzeysel akışı hakkında bilgi verir. Yüksek değerler yüksek geçirgenliğin olduğu ve düşük yüzeysel akış şartlarının sahip olduğu alanları gösterirken, düşük Re değeri ise fazla erozif faaliyetlerin olduğu ve sediment taşınımının fazla olduğu havza özelliklerini ortaya koyar (Reddy vd., 2004). Ayrıca değerinin 1'e yaklaşması oranında havzanın daha dairesel bir şekle sahip olduğu anlaşılır (Biswas vd., 1999).

Şekil faktörü ise (LI) ana akarsuyun döküldüğü yerden havza ortasına kadarki uzunluğu ile havza uzunluğunun çarpımının 0,3 kuvvetine eşittir (Ratnayake, 2006). Şekil faktörü, maksimum akımı en iyi tanımlayan belirteçlerden birisidir. Formül sonucu ile maksimum akım ters orantılıdır. LI değerinin büyük çıktığı havzalarda maksimum akım değeri düşük olup, düşük çıktığı yerlerde maksimum akım değeri yüksektir (Ratnayake, 2006).

Burada; L: Ana akarsu boyunca havzanın uzunluğunu (vadi uzunluğu) (km), A: Havza alanını (km²), W: Ortalama havza genişliğini (A/L), P: Havzanın çevre uzunluğunu (km), L_{ca}: Havza orta noktasından akarsu ağzına olan uzaklığı (km), L_m: Havzanın maksimum uzunluğunu (ana akarsuya paralel) (km), L_b: Havzanın maksimum uzunluğunu (ana akarsuya dik) (km) ifade etmektedir.

3.2.1.7. Havza alanı toprak özellikleri ve alansal dağılımı

Çalışma sahasındaki toprak özellikleri için, Tarım Bakanlığının ilgili birimlerinden temin edilecek olan 1/25.000 ölçekli toprak haritaları alana ilişkin 1/25.000 ölçekli raster topografik haritalarla bilgisayar ortamında Arc GIS 9.3 yazılımı kullanılarak karşılaştırılacak ve havza alanlarına ilişkin büyük toprak gruplarının dağılımları belirlenerek her bir havza alanı için toprakların alansal dağılımları ortaya konulacaktır. Toprak özelliklerinin ortaya konulmasıyla her bir havza grubuna ilişkin erozyon ve heyelan risk faktörleri belirlenerek yağış altında toprakların alansal bazda davranış durumları ve sonucunda risk oluşturan bölgelerde koruma önlemlerine ilişkin alınabilecek önlemler belirlenebilecektir.

3.2.1.8. Havza alanı bazı iklim özelliklerinin analizi

Havza alanına yakın Tekirdağ merkez meteoroloji istasyonları bulunmaktadır. Bu meteoroloji istasyonlarının uzun yıllar bazında yağış ve sıcaklık değerleri Minitab yazılımında analize tabi tutularak bazı iklim parametrelerinin yıllara bazında havzadaki değişim durumları ortaya konulacaktır.

3.2.2. Taşkın Hidrograflarının Belirlenmesi

3.2.2.1. Birim hidrografın elde edilmesi

Birim hidrograf, gözlenen bir hidrograf veya hidrograflardan elde edilir. Böyle bir işlemde, daha önce belirtilen varsayımlara mümkün olduğu kadar yakın olan hidrografların dikkatle seçilmesi gerekir. Birim hidrograflar en iyi şekilde üniform şiddette, istenilen süreli ve 1 cm'ye yakın veya daha fazla yüzey akış yüksekliğine sahip olan yağmurlardan elde edilir. Seçilen hidrograflar tek bir yağışın veya birleşik yağışların meydana getirdiği hidrograflar olabilir. Bu nedenle tek veya birleşik bir yağış hidrografından birim hidrografın elde edilmesi farklıdır.

Tek bir yağış hidrografından birim hidrografın elde edilmesi; Tek bir yağış hidrografından birim hidrografın elde edilmesi için yapılan işlemler şu şekilde sıralanmaktadır.

1. Havzadaki yağış ölçekleri okumalarından istenilen süreye sahip bir yağış kaydı bulunur ve bulunan yağış kaydına ilişkin hiyetograf çizilir.
2. Gözlenen toplam yüzey akış kayıtlarından yararlanarak toplam debi hidrografı çizilir. Hidrograf üzerinde taban akışı ile dolaysız akış birbirinden ayrıldıktan sonra elde edilen dolaysız akış değerlerine göre akışın hidrografı bulunur.

3. Dolaysız akışın toplam hacmi bulunarak ve bulunan miktar havzanın alanına bölünerek dolaysız akış yüksekliği değeri elde edilir.

4. Dolaysız akış yüksekliği hesaplandıktan sonra, zaman eksenini aynı kalmak koşuluyla dolaysız akışın hacim olarak değerleri dolaysız akış yüksekliğine oranlanarak birim hidrografın ordinat değerleri bulunur.

5. Elde edilen birim hidrografın yağış fazlası süresini hesaplamak için, sızma indisi değeri hiyetograf üzerinde yatay olarak çizilir. Bu çizginin hiyetograf ile kesişme noktaları arasındaki zaman aralığı yağış fazlası yani yüzey akış süresine eşittir.

6. Aynı süre ve şiddetteki yağışlardan yağışın dağılımı, yağış artış düzeni ve drenaj alanının farklı oluşu nedeniyle değişik birim hidrograflar elde edilebilir. Bu nedenle; bir havza için çizilen birçok birim hidrograf bir araya getirilerek o havza için ortalama bir birim hidrograf elde edilir.

Birleşik bir yağış hidrografından birim hidrografın elde edilmesi; Birim hidrografın elde edilmesinde havza yüzeyine düşen yağışın üniform olduğu, şiddetinin fazlaca değişmediği, kısa süreli olduğu ve diğer yağışlardan yeter derecede ayrılmış olduğu varsayılmaktaydı. Belirtilen bu özelliklere sahip tek bir yağış hiyetografının elde mevcut olmaması durumunda veya bir başka anlatımla değişik yağış fazlası sürelerinin söz konusu olduğu bir yağış süreci içinde (genellikle yağışların seyri bu şekildedir) birim hidrografın elde edilmesinde bileşik yağışların hidrografı çeşitli yağış fazlası değerlere karşılık olacak şekilde kısımlara ayrılır.

Böylece, çeşitli yağış fazlası değerlerin karşılığı olan hidrografların akış yüksekliği olan değerleri ($R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$) belirlenir. Bu yağış fazlası değerlere karşılık olan dolaysız akış miktarı ($Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n$) ordinat ekseninde bulunur. Toplam dolaysız akış hidrografının ordinatı üzerindeki herhangi bir (Q) değeri için aşağıdaki eşitlik yazılabilir.

$$Q_n = R_1 U_n + R_2 U_{n-1} + R_3 U_{n-2} \dots + R_n U_1$$

Burada; Q , dolaysız akış miktarı, m^3/s ; R , yağış fazlası (mm); U , birim hidrograf ordinat değeri (m^3/s)'dir.

Ortalama birim hidrografın elde edilmesi; Bir havzada düşen yağışın süresinin, şiddetinin ve dağılımının havzanın çeşitli yerlerinde farklı olabileceği göz önüne alınırsa, bir havza için birçok sayıda birim hidrograf elde edilebilir. Bu durumda, söz konusu havza için çizilen birçok birim hidrograf bir araya getirilerek, o havza için ortalama bir birim hidrograf elde edilir.

Ortalama birim hidrografın elde edilmesi için birçok birim hidrograf, aynı kağıt üzerinde ve zaman ekseni aynı kalacak şekilde çizilir. Ortalama birim hidrograf, birim hidrografların pik değerlerinin ve pik değerlere erişme zamanlarının aritmetik ortalaması alınarak hesaplanır.

İncelenen bir havzada, birim hidrograf çıkarmak için hiçbir yağış ve akış kayıtları mevcut değilse, bu havzaların birim hidrografları havzanın fiziksel özelliklerine (büyüklüğüne, ana akarsu yolu uzunluğuna ve eğimine) bağlı olarak sentetik yöntemlerle belirlenebilir. Bu yöntemler ile birim taşkın pik debisi, hidrografın pike erişme süresi, hidrografın taban genişliği ve toplam taşkın pik debisi hesaplanmaktadır. Bu yöntemlerin en önemlileri SCS boyutsuz, Snyder, Mockus ve küçük havzalar için üçgen sentetik birim hidrograflardır.

3.2.2.2. SCS boyutsuz birim hidrograf yöntemi

Sentetik birim hidrografın çiziminde boyutsuz birim hidrograftan yararlanılır. Boyutsuz birim hidrograf, bir taşkın hidrografının belli zamanlardaki debilerinin en büyük debiye, bunların zamanlarının da en büyük debinin meydana gelme zamanına bölünerek, Q/Q_p değerleri ordinatta ve T/T_p değerleri de apsiste işaretlenerek elde edilen birimsiz bir hidrograftır. Bu şekilde muhtelif yağış fazlası süreleri için elde edilecek boyutsuz birim hidrograflar birbirine benzemektedir.

Bu yöntemde, iki saat süreli yağış fazlasına ait taşkın piki aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır.

$$Q_p = A \cdot h_a \cdot q_p \cdot 10^{-3}$$

Burada; Q_p , iki saat süreli yağış fazlasına ait taşkın pik debisi, m^3/s ; A , havza alanı, km^2 ve h_a , havzadan oluşan yüzey akış yüksekliği, mm 'dir. h_a , yüzey akış yüksekliği daha önce ifade edildiği üzere, havzanın toprak, arazi kullanma, bitki örtüsü, ekim şekli ve toprak koruma önlemlerinin dikkate alınarak belirlendiği yüzey akış eğri numarası sonucu bulunur.

Burada; q_p ise, iki saat süren ve havza üzerinde 1 mm 'lik akış meydana getireceği kabul edilen bir yağış fazlasından sonra, taşkın debisinin en yüksek değerine ulaştığı anda alanın her bir kilometre karesinden gelecek debi ($L/s \ km^2 \ mm$)'dir

Bu yöntemle bir işlem yapılması halinde, ilk önce havzanın ana akarsu yolu, uzunluğu boyunca genel olarak on eşit kısma ayrılarak her bir kısmın eğiminin bulunmasından sonra ana akarsu yolunun harmonik eğimi aşağıdaki eşitlikle bulunur.

$$S = \left(\frac{P}{\sum \frac{1}{\sqrt{S_i}}} \right)^2$$

Burada; S, ana akarsu yolunun harmonik eğimi; P, ana akarsu yolunun ayrılan kısım sayısı ve S_i , ana akarsu yolunun her bir kısmının eğimidir.

Daha sonra $\frac{L \cdot L_c}{\sqrt{S}}$ değeri hesaplanarak, bu değer ve havza alanı kullanılarak Şekil 13.2'de verilen grafikten, birim alandan gelen ve 1 mm yükseklikte yüzey akışa karşılık olan debi değeri q_p okunur. Burada; L, havza ana akarsu yolunun uzunluğu, km; L_c , havza şekilsel ağırlık merkezinin ana akarsu yolu üzerindeki izdüşümü ile ana akarsu yolunun havzayı terk ettiği nokta arasındaki uzaklık, km'dir. Ayrıca birim taşkın pik debisi q_p , aşağıdaki eşitlik yardımıyla da hesaplanabilir.

$$q_p = \frac{414}{A^{0.225} \cdot E^{0.16}}$$

Burada; q_p , iki saat süreli yağış fazlasına ait birim taşkın pik debisi, L/s km² mm; A, havza alanı, km² ve $E = \frac{L \cdot L_c}{\sqrt{S}}$ değerine eşit bir katsayıdır.

Taşkınlardan meydana gelen toplam su hacmi, m³; $V = A \cdot h_a \cdot 10^3$ eşitliğinden hesaplanır.

Hidrograf taban süresi, saniye, $T = 3.65 \left(\frac{V}{Q_p} \right)$ ve hidrograf yükselme süresi, saniye,

$T_p = 744 \left(\frac{A}{Q_p} \right)$ veya $T_p = \frac{T}{5}$ eşitlikleri kullanılarak hesaplanırlar.

Buradan, boyutsuz birim hidrografa ait Q/Q_p ve T/T_p oranları ile elde edilen Q_p ve T_p değerleri çarpılarak havzaya ait sentetik birim hidrograf çizimine geçilir. Yağış fazlası süresi iki saatten fazla ise, ikişer saatlik dönemler için hesaplanan hidrograflar, ikişer saatlik kaydırma ile süperpoze edilerek, toplam hidrograf elde edilir. Yağış fazlası süresi hidrografın yükselme süresi T_p 'den büyük olacağından, T_p 'den küçük hidrografları süperpoze etmeye gerek yoktur.

3.2.2.3. Sentetik Snyder birim hidrograf yöntemi

Bu yöntem ile, bilinen süreli bir yağış fazlasına ait istenen bir sentetik birim hidrograf aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır. İlk işlem olarak Snyder tarafından bulunan standart birim hidrografın yükselme zamanı aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$t_p = 0.75 \cdot C_t \cdot (L \cdot L_c)^{0.3}$$

Burada; t_p , birim hidrografın yükselme zamanı, saat. Diğer bir ifade ile, yağış fazlası hiyetograf merkezi ve birim hidrograf piki arasındaki zaman farkı; C_t , arazi koşullarına bağlı bir katsayı (az eğimli 2.2, orta eğimli 2.0 ve çok eğimli 1.8); L , havza ana akarsu yolunun uzunluğu, km ve L_c , havza şekilsel ağırlık merkezinin ana akarsu yolu üzerindeki izdüşümü ile ana akarsu yolunun havzayı terkettiği nokta arasındaki uzaklık, km'dir.

Belli süreli bir yağış fazlası için istenen bir sentetik birim hidrografın yükselme zamanı aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$t_{PR} = t_p - 0.25 \cdot (t_r - t_R) \quad \text{veya} \quad t_{PR} = t_p + 0.25 \cdot (t_R - t_r)$$

Burada; t_{PR} , istenen süreli birim hidrografın yükselme zamanı, saat ve t_r , standart yağış fazlası süresi, saat'dir. Bu değer $t_P = 5.5 \cdot t_r$ koşulundan elde edilen $t_r = t_p / 5.5$ eşitliğinden hesaplanır. t_R , istenen süreli birim hidrografın yağış fazlası süresi, saat'dir.

Havzadan meydana gelen birim taşkın pik debisi, koşulların $t_p = 5.5 \cdot t_r$ olması durumunda,

$$q_p = 2.75 \left(\frac{C_p}{t_p} \right)$$

eşitliği ile hesaplanır. Ancak belli süreli bir yağış fazlası için istenen bir sentetik birim hidrografın taşkın pik debisi aşağıdaki,

$$q_{PR} = q_p \left(\frac{t_p}{t_{PR}} \right) \quad \text{veya} \quad q_{PR} = 2.75 \left(\frac{C_p}{t_{PR}} \right)$$

eşitliği ile hesaplanır.

Burada; q_p , birim alandan oluşan birim yağış fazlası yüksekliği için taşkın pik debisi, m^3/s km^2 cm; C_p , toprak koşullarına bağlı bir katsayı (Kumlu 0.5, kumlu-killi 0.6, ağır killi veya kayalık 0.7) ve q_{PR} , birim alandan oluşan belli süreli birim yağış fazlası yüksekliği için taşkın pik debisi, m^3/s km^2 cm'dir.

Belli süreli bir yağış fazlasına ait taşkın pik debisi aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır.

$$Q_{PR} = q_{PR} \cdot h_a \cdot A$$

Burada; Q_{PR} , havzadan oluşacak taşkın pik debisi, m^3/s ; h_a , havzadan oluşan yüzey akış yüksekliği, cm ve A , havza alanı, km^2 'dir. h_a , yüzey akış yüksekliği daha önce ifade edildiği üzere, havzanın toprak, arazi kullanma, bitki örtüsü, ekim şekli ve toprak koruma önlemlerinin dikkate alınarak belirlendiği *yüzey akış eğri numarası* sonucu bulunur.

Belirtilen hesaplamalardan sonra istenen süreli sentetik birim hidrografın çizimine geçilir. Bunun için aşağıdaki eşitlikler kullanılır.

Birim hidrografın taban süresi (saat) için,

$$t_b = \frac{5.56}{q_{PR}}$$

Birim hidrografın belli genişlikleri (saat) için,

$$W_{50} = 2.14 \cdot q_{PR}^{-1.08} \quad \text{ve} \quad W_{75} = 1.22 \cdot q_{PR}^{-1.08}$$

Burada; W_{50} ve W_{75} , taşkın pik debisinin % 50 ve % 75'ine karşılık gelen birim hidrograf genişlikleri, saat'dir.

W_{50} ve W_{75} değerleri yukarıda verilen eşitlikler dışında Şekil 13.6'da verilen grafik yardımıyla da elde edilebilir. Birim hidrografın çizimi esnasında, W_{50} ve W_{75} değerlerinin 1/3'ü hidrografın yükselme, 2/3'ü alçalma tarafında alınmaları gerekmektedir.

3.2.2.4. Sentetik Mockus birim hidrograf yöntemi

Mockus yöntemi ile bir sentetik birim hidrografın çizimi işlemine, havzaya ait ana suyolu uzunluğu ve eğimi kullanılarak, taşkın toplanma zamanının hesaplanması ile başlanmaktadır.

$$T_C = 0.00032 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \quad (\text{Dikdörtgen şekilli havzalarda})$$

veya

$$T_C = \frac{L^{1.15}}{3100 * H^{0.385}} \quad (\text{Daire şekilli havzalarda})$$

Burada; T_C , taşkın toplanma zamanı, saat; L , ana suyolu uzunluğu (m); S , ana suyolu eğimi, m ve H , havza memba ve mansap yükseklikleri farkı, m'dir. Bunların ilki havza şeklinin dikdörtgene, ikincisinin ise daireye benzemesi halinde kullanılması önerilmektedir.

Havza şeklinin dikdörtgen veya daireye benzemesinin tespiti; gerçek havza alanının, havza çevresi değerinden hareketle elde edilen daire alanına oranlanması sonucu elde edilen sayıdan (R_d) yapılmaktadır. Şayet R_d sayısı 0.6-0.7 arasında bir değer veriyorsa, havza şeklinin daireye benzediği kabul edilmektedir. Bunun dışındaki durumlarda havza şeklinin dikdörtgene benzediği kabul edilmektedir. Bilahare diğer hidrograf elemanları hesaplanır;

Yağış fazlası süresi	$tr = 2 \cdot \sqrt{T_c}$
Gecikme zamanı	$t_p = 0.6 \cdot T_c$
Hidrografın yükselme zamanı	$T_p = \sqrt{T_c} + 0.6 \cdot T_c$
veya	$T_p = 0.5 \cdot tr + 0.6 \cdot T_c$
	$T_p = 0.6 \cdot Tr$
	$T_p = 3/8 \cdot T_b$
Hidrografın çekilme zamanı	$Tr = 1.67 \cdot T_p$ (1.67 = H)
veya	$Tr = 5/8 \cdot T_b$
Hidrografın taban süresi	$T_b = 2.67 \cdot T_p$
veya	$T_b = T_p + Tr$

Burada; tr , yağış fazlası süresi, saat; t_p , taşkın gecikme zamanı, saat, diğer bir ifadeyle yağış fazlası hiyetograf merkezi ve birim hidrograf taşkın pik debisi arasındaki zaman farkı; T_p , taşkın hidrografının yükselme zamanı, saat; Tr , taşkın hidrografının çekilme (alçalma) zamanı, saat ve T_b , taşkın hidrografının toplam taban süresi, saat'dır.

Havzadan meydana gelen birim taşkın pik debisi aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$q_p = 0.208 \frac{A}{T_p} \quad (0.208 = K)$$

Burada; q_p , birim taşkın pik debisi, m^3/s mm ve A , havza alanı, km^2 'dir.

Bilhare $Q_p = q_p \cdot ha$ eşitliğinden havzaya ait toplam taşkın pik debisi elde edilir. Burada, ha havzadaki yüzey akış yüksekliği (mm) olup, havzanın toprak, arazi kullanma, bitki örtüsü, ekim şekli ve toprak koruma önlemlerinin dikkate alınarak belirlendiği yüzey akış eğri numarası sonucu bulunur.

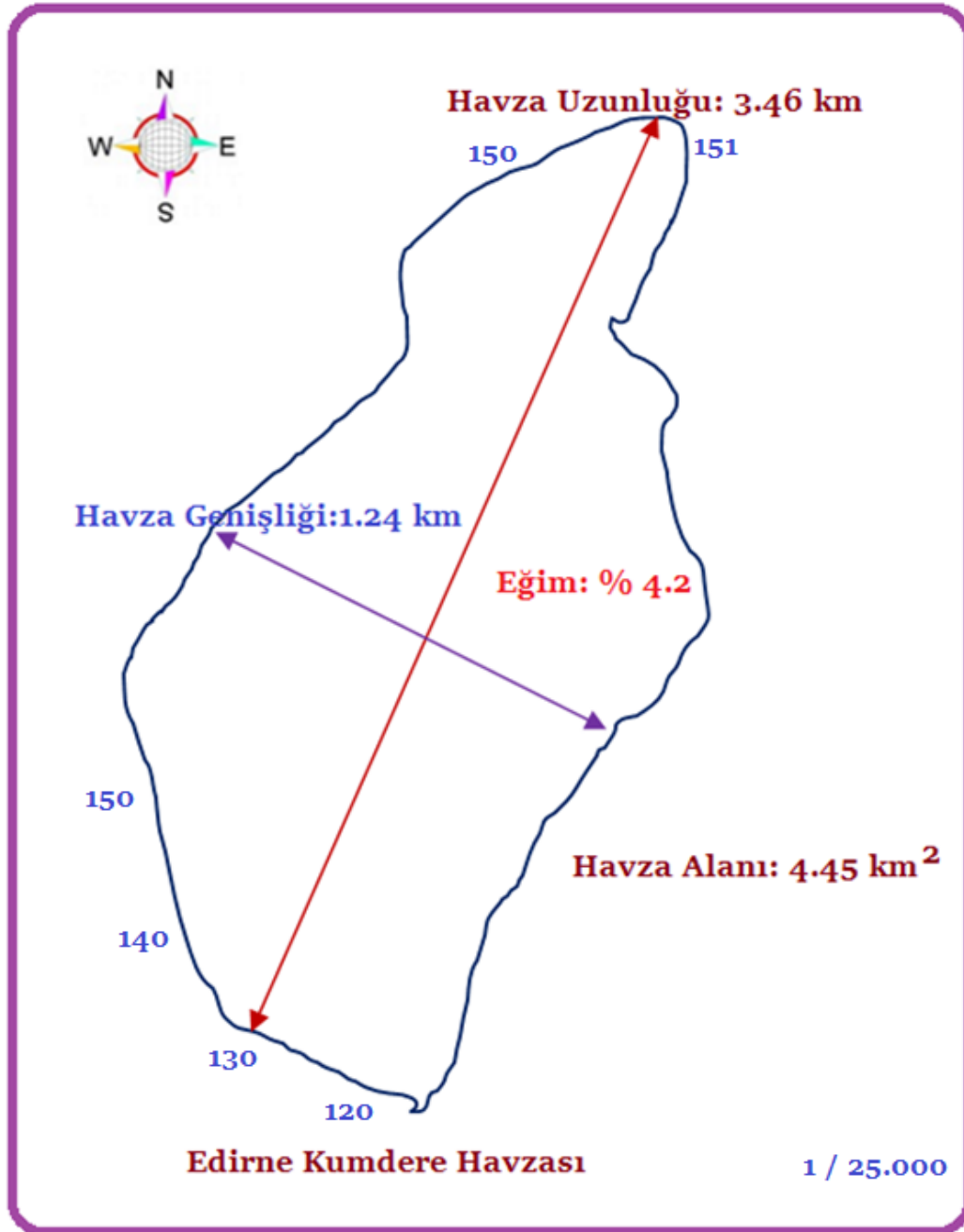
Son olarak yukarıda hesaplanan veriler kullanılarak, sentetik üçgen birim hidrografın çizimi gerçekleştirilir. Buradan elde edilen birim hidrograf, tr yağış fazlası süresine ait bir birim hidrograftır. Bulunan Q_p değeri de yine tr yağış fazlası süresine ait taşkın pik debisidir. Ancak yağış fazlası süresinin $tr = 2 \cdot \sqrt{T_c}$ alınmayıp, farklı alınabileceği havza şartları olabilmektedir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Edirne Kumdere Havzası

4.1.1. Kumdere havzası karakteristik özellikleri

Edirne Kumdere Havzası karakteristik özellikleri Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında analiz edilerek sayısal haritalar yardımıyla belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.1'de havza alanının genel görünümü ve Çizelge 4.1'de ise havza karakteristiklerinin sayısal sonuçları verilmiştir.



Şekil 4.1. Edirne Kumdere Havzası

Çizelge 4.1. Kumderesi havzası karakteristik özellikleri

Havza alanı	(A)	4.45 km²
Havza çevre uzunluğu	(P)	9.53 km
Havza uzunluğu	(L_H)	3.46 km
Havza genişliği	(W_H)	1.24 km
Havza maksimum yükseltisi	(h_{max})	154.20 m
Havza minimum yükseltisi	(h_{min})	115.10 m
Havza ortalama yükseltisi	(h_{or})	139.6 m
Havza median yükseltisi	(h_m)	135.3 m
Havza ortalama eğimi	(S_H)	%4.2
Havza rölyefi	(r)	39.7 m
Havza nisbi rölyef	(r_n)	%0.48
Havza yöneyi	(yön)	Kuzey-Güney

Elde edilen sonuçlar ışığında Edirne Kumdere Havzasının alanı 4.45 km² ve çevre uzunluğu ise 9.53 km olarak belirlenmiştir. Havza uzunluğu 3.46 km, havza genişliği 1.24 km olarak tespit edilen Edirne Kumdere havzasının en yüksek noktası 154.2 m iken en düşük yükseltisi ise 115.1 m olarak saptanmıştır. Havza ortalama yükseltisine bakıldığında ise 139.6 m olarak hesaplanmışken havza ortalama eğiminin %4.2 ve havza yöneyinin ise Kuzey-Güney doğrultusunda olduğu tespit edilmiştir.

4.1.2. Kumdere havzası taşkın hidrorafları

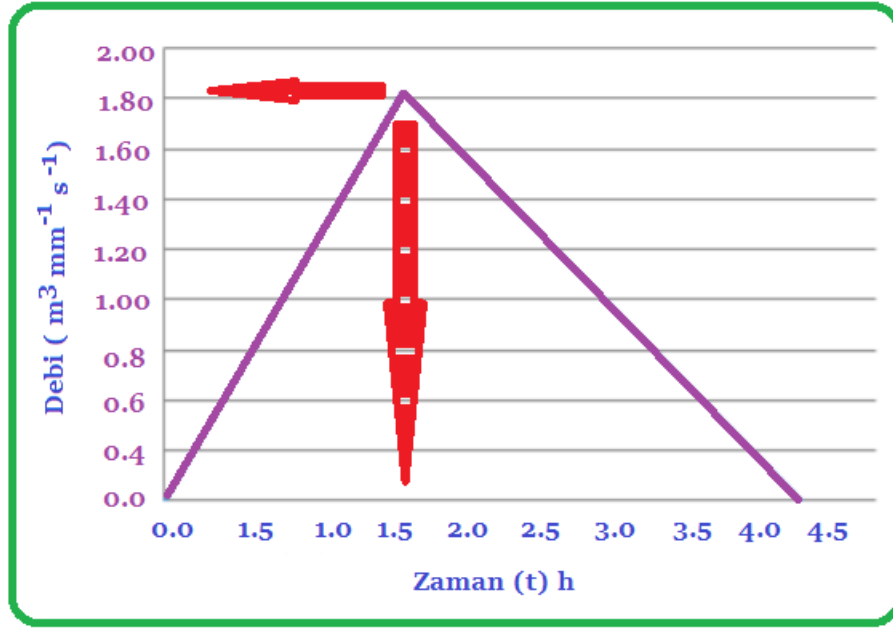
Kumdere Havzasının son 5 yıllık ortalama yağışı farklı metotlarla elde edilmiştir. Bunlardan Aritmetik ortalama yöntemine göre Kumdere Havzasının uzun yıllar bazındaki toplam yağışı 578.9 mm iken farklı bir metod olan Thiessen yöntemiyle havzanın uzun yıllık ortalama toplam yağışı 577.6 mm olarak tespit edilmiş isohyetal metotla ise 581.9 mm bulunmuştur. Havzada ölçülen uzun yıllık ortalama toplam yağışlar, son 5 yıllık dönem içerisindeki Kumdere Havzasının ortalama toplam yağışı 579.5 mm olarak hesaplanırken bu havzada görülen en yüksek yağış miktarı ise 1992 yılında 691.7 mm, en düşük miktar ise 443.9 mm olarak kaydedilmiştir.

Yağışların mevsimlere göre dağılımlarına bakıldığında yıl boyunca düşen yağışların, %29.4'ü ilkbahar aylarında, %14.6'sı yaz, %26.5'i sonbahar ve % 29.5'i kış aylarında meydana geldiği belirlenmiştir. Kumdere Havzasına yakın noktalarda bulunan DSİ'ye ait otomatik meteoroloji istasyonları sayesinde plüvyograf ölçümleri sonucunda elde edilen ve hesaplanan yağış şiddeti değerleri ve ölçüm sonuçları Çizelge 4.2'de sunulmuştur.

Çizelge 4.2. Yağışların plüvyograf analiz sonuçları (DSİ, 2010).

Süre (dk)	Yağış İstasyonları			Havza Ortalama Yağışı		Yağış Şiddeti (mm/h)
	I	II	III	Aritmetik ort.	Thiessen Yöntemi	
40	2.3	1.6	0.2	2.0	1.9	0.6
80	5.2	3.8	0.9	2.8	3.1	4.1
120	2.8	1.9	2.3	3.7	3.4	3.3
240	23.5	31.6	29.5	26.4	26.9	6.0
150	3.6	14.9	13.9	12.3	14.8	2.4
180	3.8	3.1	3.5	3.7	4.1	2.6
90	3.0	0.9	0.4	0.8	0.7	1.8
Ort.	44.2	57.8	50.7	51.7	51.9	2.9

DSİ tarafından işletilen ve havza yakınlarında bulunan yağış ölçerlere ilişkin elde edilen farklı istasyondaki değerlere göre bazı zaman aralıklarında ölçümler yapılmıştır. Elde edilen ölçümler ışığında birinci yağış ölçerdeki ortalama değer 44.2 mm olduğu, II. Yağış ölçerde 57.8 mm ve III. Yağış ölçerde ise 50.7 mm ortamları olarak belirlenen zaman aralıklarının bir yağışın olduğu görülmektedir. Belirlenen zaman aralıklarında aritmetik ve Thiessen yöntemlerine göre hesaplanan ortalama yağış değerleri ise aritmetik ortalama da 51.7 mm ve Thiessen yönteminde ise 51.9 mm olarak hesaplanmıştır. Kaydedilen zaman aralıkları dikkate alındığında havzadaki yağış şiddetinin 2.9 mm/h civarında seyrettiği ortaya konulmuştur.



Şekil 4.2. Edirne Kumdere Havzası Zamana bağlı debi değişimi

Havzada uzun yıllar ortalaması olarak aylık yağış ortalamalarına göre en az yağış 10.5 mm ile Temmuz ayında, 121.3 mm'lik miktarla kasım ayında olduğu görülmüştür. Havzada akım oluşturan en yüksek debi olarak $13.689 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak hesaplanmışken uzun yıllar ortalaması olarak bu debiyi oluşturan yağışın ortalaması ise 89.6 mm olarak toplamda 620 dk gerçekleştiği hesaplanmıştır.

Araştırma alanında yer alan havzalardaki, doğrudan ölçülen yüzey akış değerleri ile Turc yönteminin bu havzalara uygulanması sonucu elde edilen değerler karşılaştırılmıştır. Turc yöntemiyle yapılan ilk su verimi hesaplaması, araştırma havzasının yer aldığı Meriç-Ergene havzası için önerilen ve bugüne kadar uygulana gelen şekliyle olmuştur (Göçmen ve ark. 2012). Farklı büyüklükteki araştırma havzaları için farklı olasılık yüzdeleri için hesaplanan yüzey akış yükseklikleri ve bunlara karşılık gelen yüzey akış hacimleri Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Turc yöntemine göre araştırma havzalarından meydana gelecek su verimi değerleri (Göçmen ve ark. 2012).

Araştırma havzası	Olasılık (A = 285.9 için)				
	% 50	% 60	% 70	% 80	% 90
Kumdere($\text{m}^3/\text{yıl}$)	2 522 520	2 061 150	1 616 160	1 157 520	636 090

Istanbuluoglu et al., (2002) tarafından Trakya Bölgesinde farklı havzalarda ölçülmüş doğrudan yüzey akış değerlerinin kullanılması ile elde edilmiş katsayıların yer aldığı Turc yöntemi kullanılarak yüzey akış yükseklikleri ve bunlara karşılık gelen yüzey akış hacimleri hesaplanmıştır. Çizelge 4.4 'de verilen bu değerler, havzalardan ölçülen değerlere göre % 50, 60, ve 70 olasılıklar için fazla, % 80 olasılık için yaklaşık ve % 90 olasılık için daha az olmuştur.

Çizelge 4.4. Turc yöntemine (önerilen) göre araştırma havzalarından meydana gelecek su verimi değerleri (Göçmen ve ark. 2012).

Araştırma havzası	Olasılık (A = 601.0 için)				
	% 50	% 60	% 70	% 80	% 90
Kumdere m ³ /yıl	1 141 140	868 140	614 250	363 090	95 550

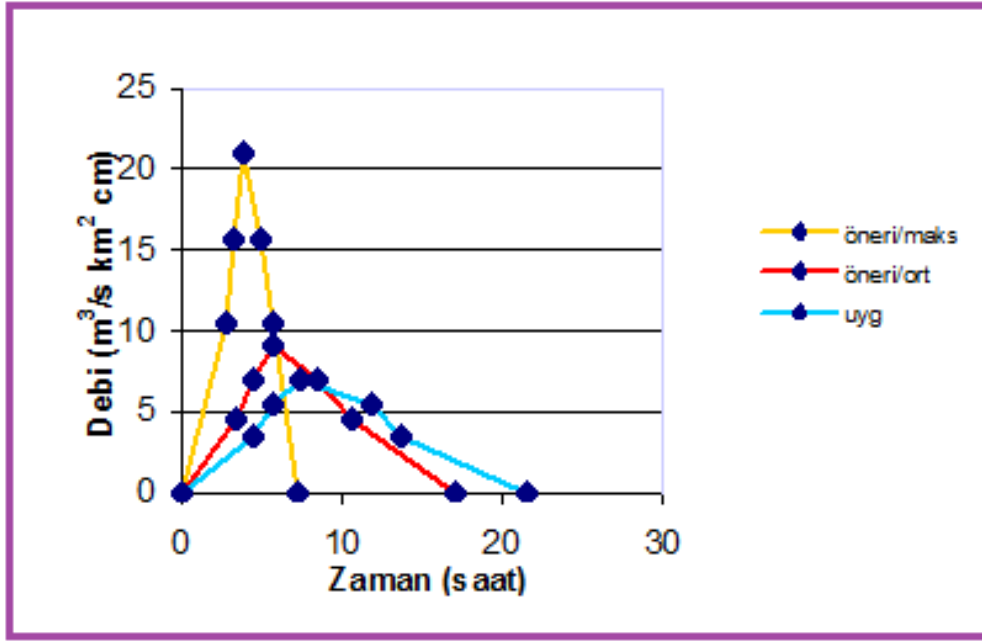
Mc Math ve Rasyonel yöntemlerin araştırma alanında yer alan Kumdere havzasına uygulanmalarıyla elde edilen akış değerleri farklı tekerrür aralıkları için Çizelge 4.5, 4.6 'da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Mc Math yöntemine göre araştırma havzalarından meydana gelecek taşkın debileri (Göçmen ve ark. 2012).

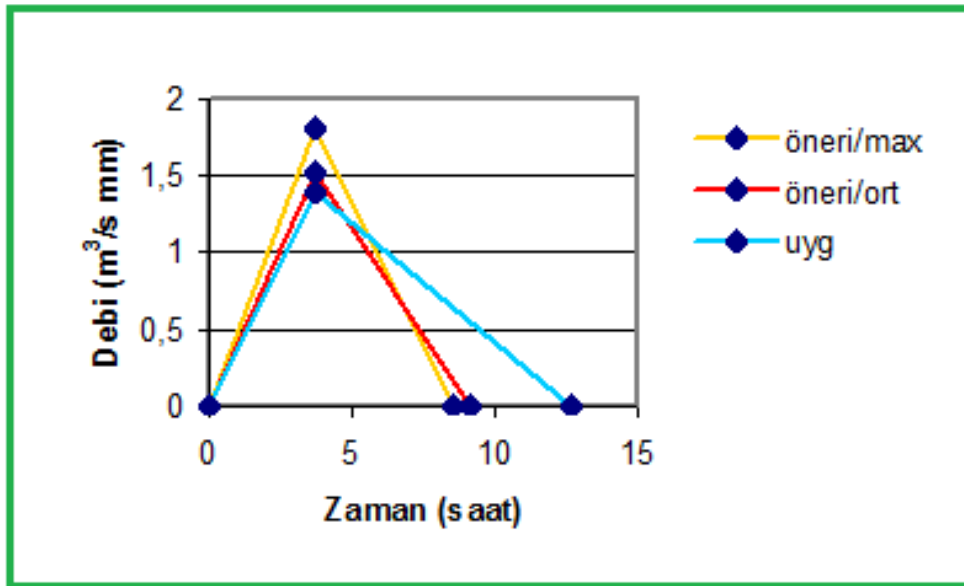
Araştırma havzası	Tekerrür aralığı (yıl)*					
	2.33	5	10	25	50	100
Kumdere (m ³ /s)	20.5	25.6	32.9	36.5	40.9	45.3

Çizelge 4.6. Rasyonel yöntemine göre araştırma havzalarından meydana gelecek taşkın debileri (Göçmen ve ark. 2012).

Araştırma havzası	Tekerrür aralığı (yıl)*					
	2.33	5	10	25	50	100
Kumdere (m ³ /s)	128.4	160.5	206.4	229.3	256.8	284.4



Şekil 4.3. Snyder Yöntemine göre Kumdere Havzası Zamana bağlı debi değişimi (Göçmen 2006)

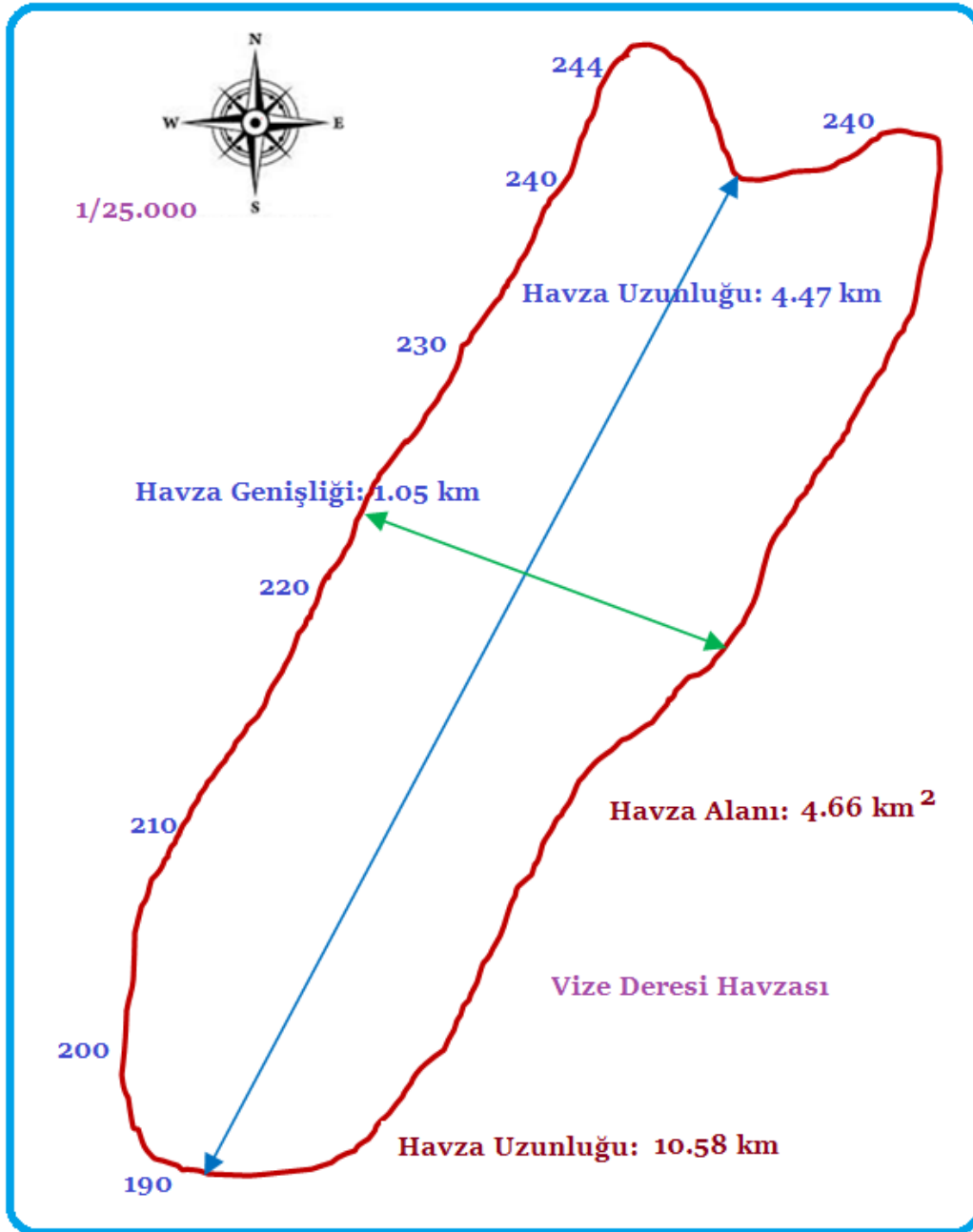


Şekil 4.4. Mockus Yöntemine göre Kumdere Havzası Zamana bağlı debi değişimi (Göçmen 2006)

4.2. Vize Deresi Havzası

4.2.1. Vize deresi havzası karakteristik özellikleri

Vize Deresi Havzası havza karakteristik özellikleri CBS ortamında sayısal haritalar yardımıyla belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.7'de havza alanının genel görünümü ve Çizelge 4.2'de ise havza karakteristiklerinin sayısal sonuçları verilmiştir.



Şekil 4.5. Vize Deresi Havzası

Çizelge 4.7. Vize Deresi havzası karakteristik özellikleri

Havza alanı	(A)	4.66 km ²
Havza çevre uzunluğu	(P)	10.58 km
Havza uzunluğu	(L _H)	4.47 km
Havza genişliği	(W _H)	1.05 km
Havza maksimum yükseltisi	(h _{max})	244 m
Havza minimum yükseltisi	(h _{min})	185 m
Havza rölyefi	(r)	60 m
Havza nisbi rölyef	(r _n)	%0.58
Havza yöneyi	(yön)	Kuzeydoğu-Güneybatı

Elde edilen sonuçlar ışığında Vize Deresi Havzasının alanı 4.66 km² ve çevre uzunluğu ise 10.58 km olarak belirlenmiştir. Havza uzunluğu 4.47 km, havza genişliği 1.05 km olarak tespit edilen Vize Deresi havzasının en yüksek noktası 244 m iken en düşük yükseltisi ise 185 m olarak saptanmıştır. Havza yöneyinin ise Kuzey-Güney doğrultusunda olduğu tespit edilmiştir.

4.2.2. Vize deresi havzası taşkın hidrografları

Kırklareli-Vize deresi havzasında 1985-1994 yılları arasında yapılan yüzey akış ölçümleri sonucunda muhtelif tarihlere ait birer saatlik birim hidrograf elde edilmiştir. Elde edilen birim hidrograf değerleri Çizelge 4.8'de verilmiştir.

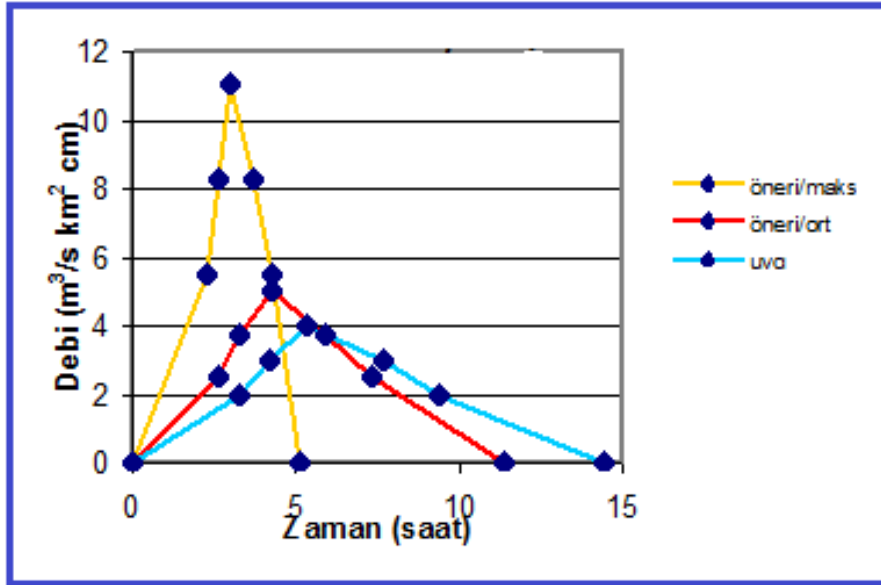
Çizelge 4.8 Kırklareli-Vize deresine ait birim hidrograf değerleri (L/s)

Zaman (saat)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
16.01.1986	0	183	212	215	212	175	110	80	60	45	30	18	13	9	7	6	4	2	1	0
23.01.1986	0	120	195	223	195	160	108	80	63	52	36	25	17	13	10	7	4	1	0	0
07.09.1988	0	15	50	90	160	220	237	215	140	78	45	25	15	13	11	9	5	2	0	0
16.12.1990	0	423	258	160	123	95	78	58	40	25	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0

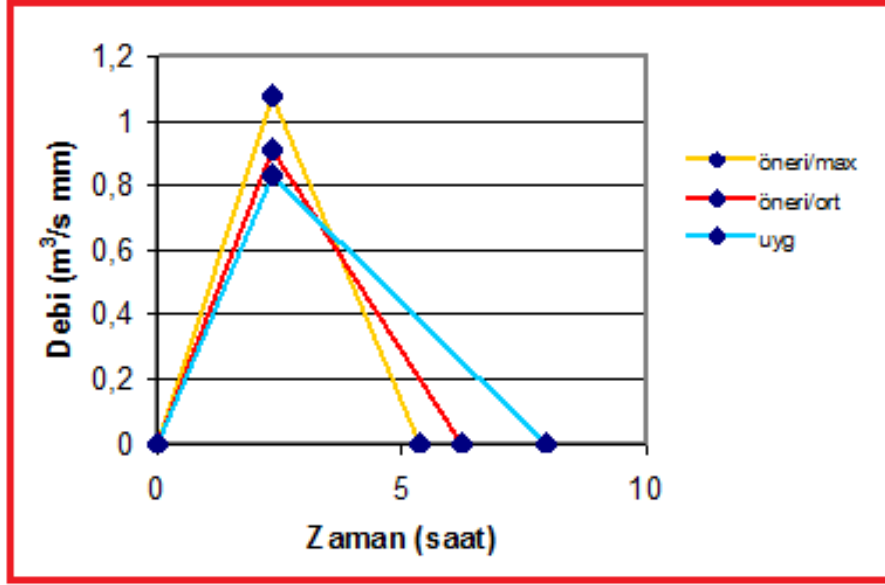
Çizelge 4.9 Birim hidrografalara ait ortalama değerler

Birim hidrograf elemanları			
Zaman (Gün)	Pik debi q_p (L/s)	Pike erişme süresi t_p (saat)	Taban süresi t_b (saat)
16.01.1986	215	3.0	19.0
23.01.1986	223	3.0	18.0
07.09.1988	237	6.0	18.0
16.12.1990	423	1.0	11.0
Ortalama	275	3.25	16.5

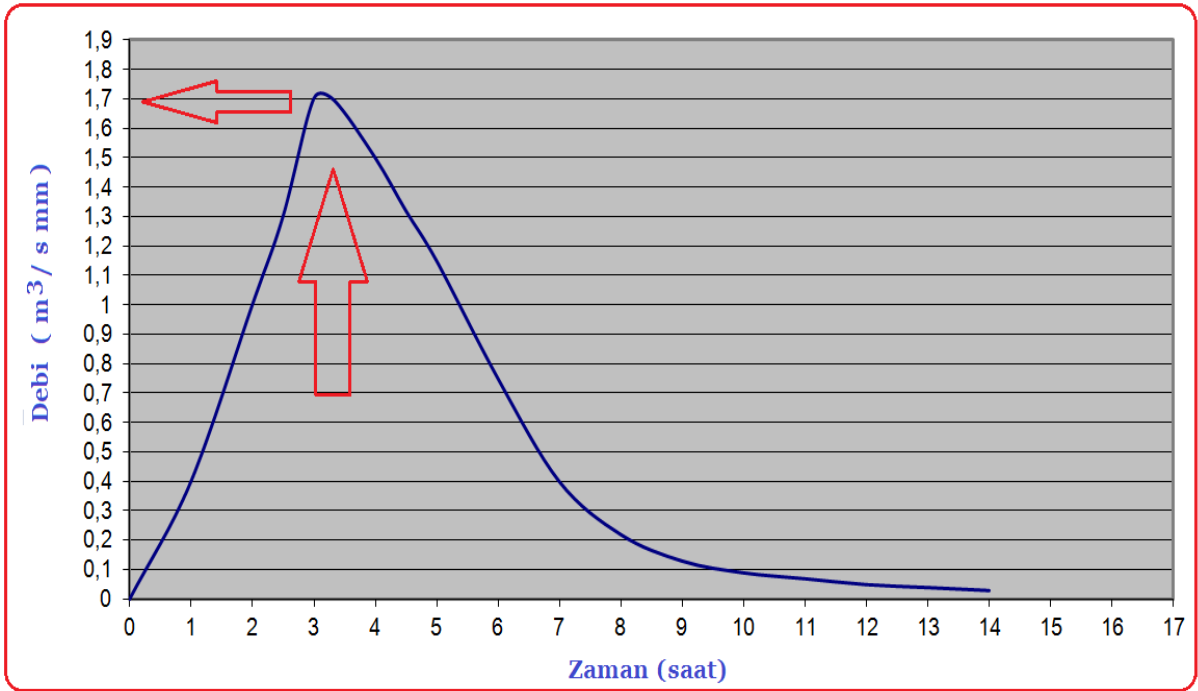
($t_p = t_b / 5$ olmuştur)



Şekil 4.6. Snyder Yöntemine göre Vize Deresi Havzası Zamana bağlı debi değişimi (Göçmen 2006)



Şekil 4.7. Mockus Yöntemine göre Vize Deresi Havzası Zamana bağlı debi değişimi (Göçmen 2006)



Şekil 4.8. Vize Deresi Havzası Zamana bağlı ortalama debi değişimi

5. SONUÇ

Trakya Bölgesinde pilot olarak belirlenen Kumdere ve Vize havzalarında oluşabilecek farklı tekerrür sürelerine sahip taşkın hidrograflarının saptamak ve sonuçların Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknikleri ile görsel hale getirilerek bu tür çalışmalarda CBS'nin kullanım etkinliğini ortaya koymaktır. CBS ortamında 1/25.000 ölçekli sayısal topografik haritalar kullanılarak yapılan analizler sonucunda araştırma pilot havzaları olan Edirne Kumdere havzasının alanı 4.45 km², çevre uzunluğunun 9.53 km ve havza uzunluğunun ise 3.46 km olduğu belirlenmiştir. Ortalama havza eğiminin %4.2, havza genişliğinin ise 1.24 km olduğu saptanmıştır. Havza ortalama yükseltisinin 139.6 m ve havza yöneyinin ise kuzey-güney doğrultuda olduğu belirlenmiştir. Havzanın uzun yıllar bazındaki toplam yağışı 578.9 mm olarak hesaplanmışken yapılan plüvyograf analizlerinde yağış şiddetinin ortalama olarak 2.9 mm/h civarında olduğu belirlenmiştir. Zaman bağlı debi değişimlerine bakıldığında 1.5 saatlik sürede maksimum pik debiye ulaştığı ve bu değer in ise 1.82 m³/s mm olduğu tespit edilmiştir. Havzada meydana gelebilecek su verimlerine bakıldığında %90 ihtimalle yıllık toplam debi miktarının 636 090 m³/yıl olduğu 5 yıllık tekerrür aralığında 25.6 m³/s ve 100 yıllık tekerrür aralığında ise 45.3 m³/s taşkın debisi getireceği öngörülmüştür. Araştırmaya konu olan diğer bir pilot havza olan Vize Deresi havzasının alanı 4.66 km², çevre uzunluğu 10.58 km ve Havza uzunluğunun 4.47 km ve havza genişliğinin ise 1.05 km olduğu yapılan CBS analizleri ile ortaya konulmuştur. Havza maksimum yükseltisinin 244 m ve minimum yükseltisinin ise 185 m olduğu hesaplanmıştır. Havza pik debisinin 1986 yılında ortalama 219 L/s olduğu bu değer in 1990 yılında ise pike erişme süresinin 1 saat olduğu ve bu durumda debi değerinin ise 423 L/s 'ye kadar ulaştığı belirlenmiştir. Zaman bağlı olarak debi değişimi maksimum olarak 2.5 saatte 11 m³ /s km² cm debiye ulaştığı hesaplanmıştır. Vize Deresi Havzasının zamana bağlı ortalama debi değişimi 3. saatte 1.75 m³ / s mm pik debiye ulaştığı görülmüştür.

6. KAYNAKLAR

- Akyürek, V., Havza Parametrelerinin Tahmininde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) Kullanımı, Türkiye İkinci ARC/INFO ve ERDAS Kullanıcıları Grubu Toplantısı, İstanbul, (1995).
- Akar, İ., Maktav, D., Taşkın Araştırmalarında Çok Kriterli Karar Verme Analizi ve Hidrolojik Modellerin Uzaktan Algılama ve CBS Entegrasyonu ile Karşılaştırılması, Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu, s.13-15 Kayseri, (2008).
- Bakanoğulları, F., Günay, S., Edirne-Merkez Kumdere Havzası Yağış ve Akım Karakteristikleri (1985-2009). Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politiklar Genel Müdürlüğü, TAGEM-TOPRAKSU, 2011/126, Ankara, 2011.
- Baker, V.R., Kochel, R.C., Paton, P.C., Flood Geomorphology, John Wiley & Sons, USA. (1988).
- Bogolomov, L.A., "Topographical Interpretation of Aerial Photographs of Natural Landscape", Moscow, Gosgeoltekhizdat, JPRS, 17-771. (1963).
- Göçmen, E., Bağdatlı, M. C., İstanbulluoğlu, A., 2012. Havza Su Verimi Hesaplamasında Kullanılan Yöntemlerin Etkinliklerinin Belirlenmesi: Edirne Alt Havza Uygulamaları, II. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, 24-25 Mayıs, İzmir
- Biswas, S., Sudhakar, S., Desai, V.R., "Prioritisation of Subwatersheds Based on Morphometric Analysis of Drainage Basin: A Remote Sensing and GIS Approach", Journal of the Indian Society of Remote Sensing, Vol. 27, No.3, p.155-166. (1999).
- Cox, C. and Madramoto, C. Application Of Geographic Information System in Watershed Management Planning in St. Lucia. Computers And Electronics in Agriculture Journal, Issue 20, pp 229-250, (1998).
- Ceos, The Use of Earth Observing Satellites for Hazard Support: Assessments and Scenarios. Final Report of the CEOS Disaster Management Support Group (DMSG), (2003).
- Goudie, A.S., Encyclopedia of Geomorphology: Volume 1, Routledge Taylor & Francis Group, London, (2004a),
- Goudie, A.S., Encyclopedia of Geomorphology: Volume 2, Routledge Taylor & Francis Group, London, (2004b).

- Göçmen, E., 2006. Edirne İli Alt-Havzalarda Taşkın Debisi ve Su Verimi Hesaplamaları İçin Ampirik Yöntemlerin Etkinliklerinin Belirlenmesi, Trakya Üniversitesi, Fen Bil. Enstitüsü, YL Tezi, Edirne.
- Holben, B.N., and Fraser, R.S., "Red and Near Infrared Response to Off Nadir Viewing", International Journal of Remote Sensing, 5, 145-160, (1984).
- Hoşgören, M.Y., Hidrografya'nın Ana Çizgileri 1: Yeraltısuları- Kaynaklar-Akarsular, Çantay Kitabevi, İstanbul, (2001).
- Jain, S.K., Saraf, A.K., Goswami, A. and Ahmad, T., "Flood inundation mapping using NOAA AVHRR data", Water Resource Management, (20):949-959 (2006).
- İstanbulluoğlu, A., Hidroloji (Uygulamalı Havza Hidrolojisi), Namık Kemal Üniversitesi, Z,raat Fakültesi, Ders Notları, Tekirdağ.(2008).
- Kirkby, M.J., Atkinson, K., and Lockwood, J.G., Aspect, Vegetation Cover and Erosion on Semi-arid Hillslope, in J.B. Thornes (ed.), Vegetation and Erosion, 25-39, Chichester: Wiley, (1990).
- Knebl, M.R., Yang, Z.L., Hutchison, K. and Maidment, D.R., "Regional scale flood modeling using NEXRAD rainfall, GIS, and HEC-HMS/RAS: a case study for the San Antonio River Basin Summer 2002 storm event", Journal of Environmental Management, (75):325-336, (2005).
- Liu, Y.B. and De Smedt, F., "Flood Modeling for Complex Terrain Using GIS and Remote Sensed Information", Water Resources Management, (19): 605–624, (2005).
- Macintosh, H., Profeti, G., "Application of Landsat TM and ERS SAR Data to Flood Prevention and Flood DamageAssessment", First ERS Thematic Working Group Meeting on Flood Monitoring, Esa Esrin, Frascati, Italy, (1995).
- Macka, Z., "Determination of Texture of Topography from Large Scale Contour Maps", Geografski vestnik, (2001). 73-2, p. 53-62
- Mater, B., Toprak Coğrafyası, Çantay Kitabevi, İstanbul, (1998).
- Melesse, A.M., Jordan, J.M., "Spatially Distributed Watershed Mapping and Modelling: Thermal Maps and Vegetation Indices to Enhance Land Cover and Surface Microclimate Mapping: Part 1", Journal of Spatial Hydrology, Vol.3, No.2, (2003).

- Özcan, O., Musaoğlu, N., ve Şeker, D.Z. Taşkın Alanlarının CBS ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Yönetimi; Sakarya Havzası Örneği, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiriler Kitabı, s.1115, Ankara, (2009).
- Özdemir, H., Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın ve Heyelan Risk Analizi, (Doktora Tezi), İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, (2007).
- Ritter, D.F., Kochel, R.C., Miller, J.R., In Process Geomorphology, William C. Brown, Dubuque. (1995).
- Ratnayake, U., Watershed Characteristics,
<http://www.egr.msu.edu/~northco2/BE481/WshedChar.htm>, erişim tarihi, 02.01.2006
- Reddy, G.P.O., Maji, A.K., Gajbhiye, K.S., "Drainage Morphometry and Its Influence on Landform Characteristics in Basaltic Terrain, Central India – a Remote Sensing and GIS Approach", International Journal of Applied Observation and Geoinformation 6, p. 1-16, (2004).
- Selby, M. J., Earth's Changing Surface, Chpt. 1. (1985).
- Sellers, P.J., "Canopy Reflectance, Photosynthesis and Transpiration", Int.J..Remote Sensing, 6, 1335-1372. (1985).
- Schultz, G.A., Engman, E.T., Remote Sensing in Hydrology and Water Management, Springers.230, Germany. (2000).
- Şorman, A.U. and Doğanoğlu, V., "Determination of Flood Inundated Areas Using RS Techniques in the Western Black Sea Region of Turkey", Turk J. Engin. Environ. Sci., TÜBİTAK, 25:379-389, (2001).
- Strahler, A. N., Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks, In "Handbook of Applied Hydrology (V.T. Chow, ed.) pp. 4-40-4-74, Newyork, (1964).
- Sherman, L.K., "The Relation of Hydrographs of Runoff to Size and Character of Drainage Basin", Trans. Am.Geophys. Union, 13, 332-339, (1932).
- Szymanski, D., A strategy to improve forest cover classification Accuracy in New York using Landsat and Ancillary data, Master Theses, University of New York, (1998).
- Turoğlu, H., ve Özdemir, H., Bartın'da Sel ve Taşkınlar: Sebepler, Etkiler, Önleme ve Zarar Azaltma Önerileri, Çantay Kitabevi, İstanbul, (2005).

Turoğlu, H., “İyidere Havzasının Hidrografik Özelliklerine Sayısal Yaklaşım”, Türk Coğrafya Dergisi, 32, 355-364. (1997).

Usul, N., 2005: Engineering Hydrology (2nd Ed.), METU Press, Ankara.

Verstappen, H. Th., Applied Geomorphology, ITC Enschede, The Netherlands, (1983).

Yüksel, A., “K.Maraş Ayvalı Barajı Yağış Havzasının CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) Ortamında Havza Amenajmanı Bakımından Planlanması Üzerine Araştırmalar” (Doktora Tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon. (2001).

Yüksel, A., 2001. “K.Maraş Ayvalı Barajı Yağış Havzasının CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) Ortamında Havza Amenajmanı Bakımından Planlanması Üzerine Araştırmalar” (Doktora Tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon.

Verstappen, H. Th., Applied Geomorphology, ITC Enschede, The Netherlands, (1983).

Wang, Q., and Tenhunen, J.D., “Vegetation Mapping with Multitemporal NDVI in North Eastern China Transect (NECT)”, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 6, 17-31. (2004)