

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ YARDIMIYLA  
ŞUHUT YERLEŞİM BİRİMLERİNİN TAŞKIN MODELLEMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Selçuk Emrah YILMAZ

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Murat KİLİT

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

MAYIS 2022

**AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ YARDIMIYLA  
ŞUHUT YERLEŞİM BİRİMLERİNİN TAŞKIN MODELLEMESİ**

**Selçuk Emrah YILMAZ**

**Danışman**

**Dr. Öğr. Üyesi Murat KİLİT**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**MAYIS 2022**

## TEZ ONAY SAYFASI

Selçuk Emrah YILMAZ tarafından hazırlanan “Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Şuhut Yerleşim Birimlerinin Taşkın Modellemesi” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 17 / 05 / 2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Anabilim Dalı Adı Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** : Dr. Öğr. Üyesi Murat KİLİT

**İmza**

<b>Başkan</b>	: Doç. Dr. Kemal SAPLIOĞLU Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi	.....
<b>Üye</b>	: Dr. Öğr. Üyesi Halil İbrahim BURGAN Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi	.....
<b>Üye</b>	: Dr. Öğr. Üyesi Murat KİLİT Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi	.....

Afyon Kocatepe Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun  
..... /..... /..... tarih ve  
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....  
Prof. Dr. İbrahim EROL  
Enstitü Müdürü

**BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI**  
**Afyon Kocatepe Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;**

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**

**17/05/2022**

**Selçuk Emrah YILMAZ**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ YARDIMIYLA ŞUHUT YERLEŞİM BİRİMLERİNİN TAŞKIN MODELLEMESİ

Selçuk Emrah YILMAZ

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Dr. Öğr. Üyesi Murat KİLİT

Bu çalışmada Türkiye'nin İç Ege Bölümünde yer alan Afyonkarahisar ilinin Şuhut ilçesi ve çevresindeki yerleşim birimlerinde 28 Mart 2015 tarihinde oluşan sel baskınından yola çıkarak Şuhut havzasının taşkın potansiyeli araştırılmıştır.

Çalışma alanı ile ilgili bilgiler Şuhut havzasına gidilip taşkın etkisinin görüldüğü bölgeler yerinde gözlemlenerek ve havzanın jeomorfolojik özellikleri Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) tabanıyla işleyen ArcGIS programı yardımı ile çalışılarak tanımlanmıştır. Şuhut havzası kendi içinde üç bölüme ayrılarak taşkın etkisinin görüldüğü yerlerdeki hesapların daha hassas yapılması planlanmıştır. Bu veriler doğrultusunda belirlenen havzalarda sentetik birim hidrograflar oluşturulmuştur.

Uzaktan algılama (UA) yöntemleriyle elde edilen yağış verileri kullanılarak havzaya düşen yağış miktarları hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucu yüzey sızmaları, su biriktirme değerleri, oluşturulan sentetik birim hidrograflar ve yağış miktarları ile olası taşkın hidrografları oluşturulmuştur. ArcGIS programında belirlenen havzanın harita bilgileri HEC-RAS programına aktararak muhtemel taşkın debilerinin havzadaki yerleşim yerlerine etkileri gözlemlenmiştir. Çalışma sonucu HEC-RAS programı yardımıyla elde edilen taşkın haritaları ile 28 Mart 2015 tarihinde taşkın alanlarında çekilen fotoğraflar karşılaştırılmıştır.

**2022, x + 68 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Taşkın Modelleme, SCS Metodu, HEC-RAS, Taşkın Haritası, Şuhut.

## **ABSTRACT**

M.Sc. Thesis

### **FLOOD MODELING OF ŞUHUT SETTLEMENTS WITH THE HELP OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS**

Selçuk Emrah YILMAZ

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Civil Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Murat KİLİT

In this research, the flood potential of the Şuhut basin was investigated based on the flood that occurred on March 28, 2015 in the Şuhut district of Afyonkarahisar province in the Inner Aegean Region of Turkey and the surrounding settlements.

The study area and geomorphological features were defined by going to the Şuhut basin, observing the flooded areas on site, and working with the ArcGIS program operating with the Geographical Information System (GIS) base. The Şuhut basin is divided into three parts and it is planned to make more precise calculations in the areas where the flood effect is seen. Synthetic unit hydrographs were created in the determined basins in line with these data.

By using the precipitation data obtained by remote sensing (RS) methods, the amount of precipitation falling in the basin was calculated. As a result of the calculations, surface seepage, water accumulation values, synthetic unit hydrographs, precipitation amounts and possible flood hydrographs were created. The map information of the basin determined in the ArcGIS program was transferred to the HEC-RAS program, and the effects of possible flood flows on the settlements in the basin were observed. The results of the study were compared with the overflow maps obtained with the help of the HEC-RAS program and photographs taken in the areas of the outflow on March 28, 2015.

**2022, x + 68 pages**

**Keywords:** Flood Modeling, SCS Method, HEC-RAS, Flood Map, Şuhut.

## TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusu, deneysel alışmaların ynlendirilmesi, sonuların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarında dolay tez danışmanım Sayın Dr. Murat KİLİT'e, araştırmalarım esnasında ihtiyaç duyduğum verilerin teminine yardımcı olan Meteoroloji 5. Bölge Müdürlüğü ve DSİ 183. Őube Müdürlüğü personeline ve eleştirileriyle yardımlarını gördüğüm hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan ve her abamı daha anlamlı kılan eşime, yaptığım araştırma ve çalışmalar esnasında ondan uzak kalmama sabır gösteren biricik kızıma, maddi ve manevi olarak verdikleri desteklerinden ötürü tüm aileme ve dostlarıma teşekkür ederim.

Selçuk Emrah YILMAZ  
Afyonkarahisar 2022

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
RESİMLER DİZİNİ .....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ .....	4
3. MATERYAL ve METOT .....	10
3.1 Uygulama Havzası Ve Taşkın Etkileri .....	10
3.2 Taşkın Hidrolojisi .....	17
3.2.1 Mockus Metodu İle Birim Hidrograf Oluşturma .....	17
3.2.2 SCS (Soil Conservation Service) Metodu İle Birim Hidrograf Oluşturma..	19
3.2.3 SCS (NCRS) Yöntemi .....	20
3.2.4 Kar Erimesi .....	23
3.2.5 Akış Hidrografının Belirlenmesi.....	26
3.3 Kullanılan Bilgisayar Programları ve Yazılımlar .....	28
3.3.1 HEC-RAS Programının Kullanımı .....	39
4. BULGULAR .....	44
4.1 Taşkın Hidrograflarının Oluşturulması.....	44
4.1.1 Şuhut Genel Havzası Birim Hidrografının Oluşturulması .....	44
4.1.2 Şuhut Üst Havzası Birim Hidrografının Oluşturulması .....	48
4.1.3 Akyuva Havzası Birim Hidrografının Oluşturulması .....	52
4.2 Taşkın Haritaları.....	56
5. TARTIŞMA ve SONUÇ .....	60



6. KAYNAKLAR.....	64
ÖZGEÇMİŞ.....	67
EKLER .....	68

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

---

Q	Debi (m <sup>3</sup> /s)
A	Havza Alanı (km <sup>2</sup> )
C	Havza Katsayısı
q <sub>p</sub>	Birim hidrograf pik debi (m <sup>3</sup> /s/mm)
T <sub>p</sub>	Birim hidrografın yükselme süresi (saat)
T <sub>r</sub>	Birim hidrografın çekilme süresi (saat)
T <sub>b</sub>	Birim hidrograf süresi (saat)
T <sub>c</sub>	Birim hidrografın toplanma süresi (saat)
S	Eğim
L	Ana kol uzunluğu (km)
L <sub>c</sub>	Havzanın ağırlık merkezinden akarsuya inilen dikmenin akarsuyun kestiği noktada havza çıkış noktasına olan mesafesi
h <sub>a</sub>	Yağış yüksekliği (mm)
h <sub>e</sub>	Akışa geçen yağış yüksekliği(mm)
CN	Eğri numarası

### Kısaltmalar

---

AGİ	Arazi Gözlem İstasyonu
CAD	Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri
DSİ	Devlet Su İşleri
GIS	Geographical Information System (Coğrafi Bilgi Sistemi)
MMO	Meteoroloji Mühendisleri Odası
SCS	Soil Conservation Service (Toprak Koruma Servisi)
TIN	Triangulated Irregular Network (Düzensiz Üçgen Ağı)

---

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Dünya genelinde 1980 – 2019 yılları arasındaki kayıtlı afetlerin türlerine göre dağılımı (MGM 2021) .....	1
Şekil 1.2 Dünya genelinde oluşan doğal afetlerden afet türlerine göre oluşan can kayıpları (MGM 2021) .....	2
Şekil 1.3 Türkiye’de 1940-2020 yılları arasında meydana gelen sel afetlerinin yıllara göre dağılımı (MGM 2021) .....	3
Şekil 3.1 Akarçay havzası ve alt havzaları .....	10
Şekil 3.2 Şuhut havzası uydu görünümü .....	11
Şekil 3.3 Şuhut havzası litoloji haritası .....	12
Şekil 3.4 Şuhut havzası drenaj çatallaşma haritası .....	13
Şekil 3.5 Hidrolojik değişkenlerin zamana bağlı değişkenliği (Bayazıt 2008).....	20
Şekil 3.6 Şuhut genel havza 3 saatlik yağış değerleri .....	27
Şekil 3.7 Şuhut üst havza 3 saatlik yağış değerleri .....	27
Şekil 3.8 Akyuva havzası 3 saatlik yağış değerleri .....	28
Şekil 3.9 Havza su ayırım çizgileri ve ana kollar .....	29
Şekil 3.10 <a href="https://chrsdata.eng.uci.edu">https://chrsdata.eng.uci.edu</a> adresli site ekran görüntüsü.....	30
Şekil 3.11 25 Mart 2015 tarihindeki günlük yağış değerleri.....	30
Şekil 3.12 26 Mart 2015 tarihindeki günlük yağış değerleri.....	31
Şekil 3.13 27 Mart 2015 tarihindeki günlük yağış değerleri.....	31
Şekil 3.14 28 Mart 2015 tarihindeki günlük yağış değerleri.....	32
Şekil 3.15 29 Mart 2015 tarihindeki günlük yağış değerleri.....	32
Şekil 3.16 22 Mart 2015 tarihli uydu görüntüsü .....	33
Şekil 3.17 Şuhut havzası DEM verisi.....	34
Şekil 3.18 Şuhut havzası eğim haritası.....	35
Şekil 3.19 Şuhut havzası bakı haritası.....	35
Şekil 3.20 Şuhut havzası kabartma haritası.....	36
Şekil 3.21 Şuhut havzası izohips haritası .....	36
Şekil 3.22 Şuhut havzası arazi örtüsü - arazi kullanım haritası .....	37
Şekil 3.23 Şuhut havzası taşkına meyilli bölge haritası .....	38
Şekil 3.24 HEC-RAS Mapper ekranı .....	39
Şekil 3.25 HEC-RAS projeksiyon ekleme ekranı .....	40
Şekil 3.26 HEC-RAS programı ekranı .....	41
Şekil 3.27 Geometrik data oluşturma ekranı .....	41

Şekil 3.28	Havzanın meshlere ayrılması .....	42
Şekil 3.29	Memba ve mansap bölümlerinin tanımlanması .....	42
Şekil 3.30	HEC-RAS düzensiz akış analiz ve hesaplama ekran görüntüsü .....	43
Şekil 4.1	Şuhut genel havza 3 saatlik birim hidrografı (SCS) .....	46
Şekil 4.2	Şuhut genel havza taşkın hidrografı .....	47
Şekil 4.3	Şuhut üst genel havza 3 saatlik birim hidrografı (SCS) .....	50
Şekil 4.4	Şuhut üst havza taşkın hidrografı .....	51
Şekil 4.5	Akyuva havza 3 saatlik birim hidrografı .....	54
Şekil 4.6	Akyuva havza 3 taşkın hidrografı .....	56
Şekil 4.7	Şuhut genel havza taşkın haritası .....	56
Şekil 4.8	Şuhut ilçe merkezi taşkın haritası .....	57
Şekil 4.9	Şuhut üst havza taşkın haritası .....	57
Şekil 4.10	Hallaç Köyü ile Kali Çayı birleşim yeri, su arıtma tesisi taşkın haritası .....	58
Şekil 4.11	Akyuva Köyü kanal ve çevresi taşkın haritası .....	58
Şekil 4.12	Akyuva Köyü köprüsü en kesiti taşkın simülasyonu .....	59

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Çizelge 3.1</b> Toprak grupları (Usul 2017). ....	22
<b>Çizelge 3.2</b> CN değerleri (Bayazit 2003). ....	22
<b>Çizelge 3.3</b> SCS metodu için geçmiş nem durumu sınıflandırması (McCuen 1998). ...	23
<b>Çizelge 3.4</b> Şuhut havzası sıcaklık, yağış, rüzgar verileri. ....	26
<b>Çizelge 4.2</b> Şuhut genel havza birim hidrograf değerleri. ....	45
<b>Çizelge 4.3</b> Şuhut genel havza 3 saatlik yağış verileri. ....	46
<b>Çizelge 4.4</b> Şuhut üst havza harmonik eğim tablosu. ....	48
<b>Çizelge 4.5</b> Şuhut üst havza birim hidrograf değerleri. ....	49
<b>Çizelge 4.6</b> Şuhut üst havza 3 saatlik yağış verileri. ....	50
<b>Çizelge 4.7</b> Akyuva havzası harmonik eğim tablosu. ....	52
<b>Çizelge 4.8</b> Akyuva havzası birim hidrograf değerleri. ....	53
<b>Çizelge 4.9</b> Akyuva havza 3 saatlik yağış verileri. ....	54

## RESİMLER DİZİNİ

### Sayfa

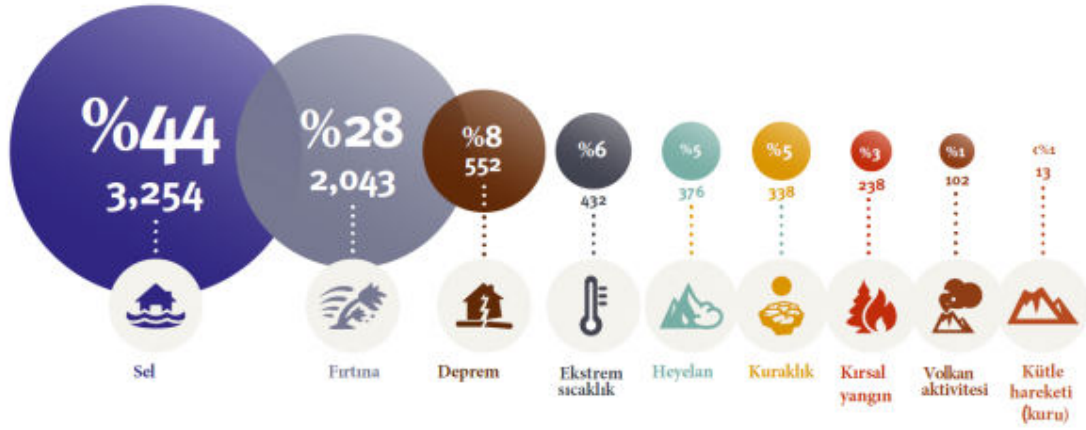
<b>Resim 3.1</b> Hallaç Köyü girişi taşkından etkilenen yapı ve araziler. ....	15
<b>Resim 3.2</b> Atlıhisar Köyü taşkından etkilenen araziler.....	15
<b>Resim 3.3</b> Taşkın sonrası su arıtma tesisi. ....	16
<b>Resim 3.4</b> Akyuva köyü taşkın sırasında zarar gören araç ve yapılar. ....	16
<b>Resim 4.1</b> Akyuva Köyü taşkın esnasında kaydedilen görüntü (İHA 2015). ....	59

## 1. GİRİŞ

Doğal yaşamı olumsuz yönde etkileyebilecek doğal afetlerden biri su taşkınlarıdır. Su taşkını akarsuların farklı sebeplerle yatağından ayrılarak çevresindeki arazilere ve yapılara zarar verecek biçimde yayılması veya yoğun yağış sebepleri ile normal şartlarda su bulunmaması gerekli alanların bir süreliğine su altında kalması olarak açıklanabilir. Su taşkınları tarım arazilerine, akarsu üzerindeki ve çevresindeki yapılara, varsa taşkın bölgesindeki yerleşim alanlarına zarar vererek mal ve can kayıplarına sebep olabilmektedir.

Dünyanın etkisi altında kaldığı küresel ısınma ve iklim değişikliği nedeniyle meteorolojik sebepli doğal afetlerle karşılaşma ihtimali artmaktadır. Dünya üzerindeki her ülkenin coğrafi konumu ve iklim şartları gereği karşılaştığı meteorolojik afet riskleri değişebilmektedir. Yapılan araştırmalarda doğal afet ve meteoroloji sebepli afet sayılarında son kırk yılda ciddi miktarda artış görülmektedir.

DÜNYA GENELİNDE MEYDANA GELEN DOĞAL AFETLERİN AFET TÜRLERİNE GÖRE DAĞILIMI (%)  
(2000 - 2019)



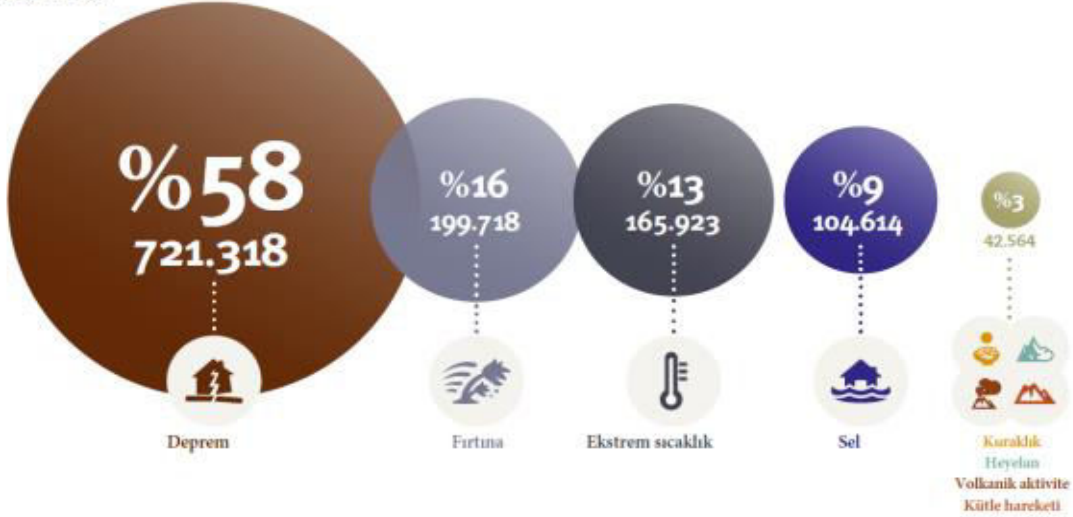
Kaynak: CRED-UNDRR  
The human cost of disasters: an overview of the last 20 years (2000-2019)

Şekil 1.1 Dünya genelinde 1980 – 2019 yılları arasındaki kayıtlı afetlerin türlerine göre dağılımı (MGM 2021).

Türkiye’de ise en sık görülen meteorolojik karakterli doğal afetler dolu, sel, taşkın, don, orman yangınları, kuraklık, şiddetli yağış, şiddetli rüzgâr, yıldırım, çığ, kar ve fırtınalardır. Dünya Meteoroloji Örgütüne göre sadece 1980’li yıllarda dünyada 700 000

kişi meteorolojik afetlerden dolayı hayatını kaybetmiştir (MMO 1999).

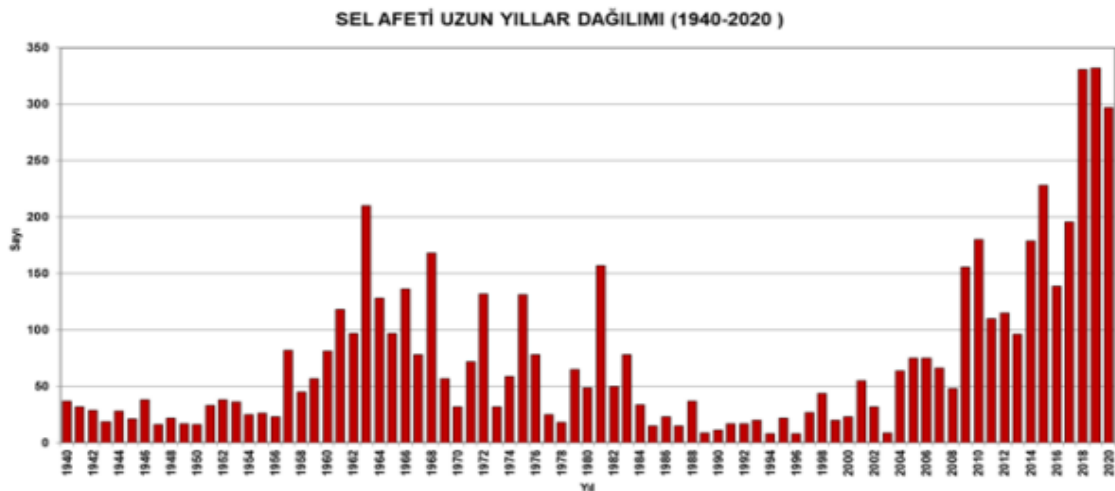
**DÜNYA GENELİNDE MEYDANA GELEN DOĞAL AFETLERDEN AFET TÜRLERİNE GÖRE OLUŞAN CAN KAYIPLARI (2000-2019)**



Kaynak: CRED-UNDRR  
The human cost of disasters: an overview of the last 20 years (2000-2019)

**Şekil 1.2** Dünya genelinde oluşan doğal afetlerden afet türlerine göre oluşan can kayıpları (MGM 2021).

Ülkemizde taşkın, depremlerden sonra en büyük ekonomik kayıplara sebep olan doğal afettir. Mevcut veriler itibari ile taşkınlardan kaynaklanan ekonomik kayıp her yıl yaklaşık 300 milyon TL zarara yol açmaktadır. 1975-2002 yılları arasında yaşanan toplam taşkın sayısı 487 olup, toplam can kaybı sayısı 493 tür. 2003-2015 döneminde değerlendirilen toplam taşkın sayısı 722, toplam can kaybı 227'dir (DSİ 2015).



**Şekil 1.3** Türkiye'de 1940-2020 yılları arasında meydana gelen sel afetlerinin yıllara göre dağılımı (MGM 2021).



Aşırı yağışlar nedeni veya kar erimeleri sonucu olan akarsu taşkınları, göllerdeki dalga etkileri ve su seviye değişikliklerinden kaynaklanan göl taşkın afetleri, çok şiddetli fırtınaların sahil bölgelerinde oluşturduğu dalga hareketlerinden kaynaklanan kıyı taşkınları dünyanın birçok ülkesinde yaşanmakta ve oluşum sıklığı ve şiddeti ile taşkın türleri bazı bölgelerde ön plana çıkmaktadır. Akarsu ve nehir taşkınları Türkiye’de en çok yaşanan taşkın türü olarak ön plana çıkmaktadır (Kadioğlu 2007).

Taşkınların önlenmesi ve olası taşkınların sosyoekonomik etkilerinin en aza indirilebilmesi için taşkın modellerinin mühendislik hesapları ile yapılması ve taşkın riski altındaki alanların belirlenebilmesi gerekmektedir. Gözlem istasyonlarından edinilen veriler doğrultusunda hidrolojik ve hidrolik modeller oluşturulup riskleri önceden fark edip gerekli önlemleri almak mümkündür.

Bu tez çalışmasında HEC-RAS programı aracılığıyla gözlem istasyonları ve uzaktan algılama yöntemleri ile elde edilen verilerin işlenerek taşkın modeli ve taşkın haritalarının oluşturması ve taşkın durumunda risk altındaki alanların tespit edilmesi amaçlanmıştır.

## 2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

Onuluel (2005) alımasında, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak HEC-RAS modelleme sistemine dayalı taşkın yataklarının belirlenmesini amaçlamıştır. Bu çalışmada, hidrolik model HEC-RAS hem durağan hem de durağan olmayan akış simülasyonları için İzmir'deki Bostanlı Havzası içindeki kritik bir konuma uygulanmış olup taşkın tepe noktaları ve hidrograflar hidrolojik model HEC-HMS'den çıkarılmıştır. Ayrıca, ıktıları HEC-RAS girdileri olarak kullanılmıştır. HEC-RAS'tan çıkarılan su derinlikleri, taşkın yataklarını bir mekansal çerçevede tanımlamak ve görselleştirmek için uyumlu uzantıları kullanılarak ArcView yazılımına aktarılarak grselletirilmitir.

Özdemir (2007) alımasında, Balıkesir Havran ayı yatağında olası takınların hidrolik modellemesi ve taşkın haritalarını üretmek amacıyla CBS ve Hidrolik yazılımlar (HEC-GeoRAS ve HEC-RAS) kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda ise farklı ihtimaller hesaba katılarak taşkın haritalamaları yapılmış olup çalışmada kullanılan verilerin hassasiyetinin bu haritaların doğruluğunu etkilediği grlmtir.

Tuncer (2011) alımasında su yüzeyi profilini tanımlamak için kullanılan Standart Adım Yöntemi ve Manning formülünü HEC-RAS programını kullanarak modellemi ve bunun için 2009 yılında sel meydana gelen İstanbül'un Küçükçekmece ilçesinde bulunan Nakka ayını seçmiştir. Manning formülüne ek olarak, ortalama akış hızını hesaplamak için alan verileri kullanılarak Basitletirilmi Evrensel Denklem ve Keulegan Formülü de uygulanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda elde edilen su seviyeleri karılatırılmıtır. Sonuç olarak, Manning formülü, Keulegan formülü ve Basitletirilmi Evrensel Denklemine kıyasla daha düşük su seviyesi ürettiği gözlemlenmiştir.

Burgan (2013) alımasında Coğrafi Bilgi Sistemlerinden (CBS) yararlanarak Akarçay Havzası ve alt havzalarındaki meydana gelecek taşkın alanları ile su hızlarının ve su seviyelerinin değişimini incelemiştir. Surface-Water Modeling System (SMS) adlı yazılımın FESWMS ve ADH modülleri kullanılarak Akarçay Havzasındaki taşkın modellemesi yapılmıştır. Çalışmada akım gözlem istasyonlarından elde edilen debi değerleri ile Regresyon, Mockus ve SCS yöntemleriyle tahmin edilen debi değerleri

kullanılmıştır. Modellemede FESWMS modülünde kararlı akım analizi, ADH modülünde dinamik analiz yapılmıştır. Programa farklı debi değerleri tanımlanarak hesaplamalar yapılmış taşkın durumu gözlemlenmiş ve taşkın haritaları elde edilmiştir.

Civelek (2013) İzmir'in Küçükmenderes Havzasında bulunan Karacaali Çayında bir CBS programı olan ArcGis üzerinde 3B topografya modellemesi oluşturmuştur. Bununla birlikte, bu arazinin hazırlanan 3B modeli, ArcGIS üzerinde yürütülen HEC-GeoRAS modülü tarafından HEC-RAS'a aktarılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda, taşkın risk haritalarını belirlemiş, taşkın olası zararlarının maliyet analizleriyle, taşkın önlemleri için planladığı taşkın kontrol yapılarının maliyet analizlerini araştırılmış olup bu yapılar için en uygun taşkın frekansının bulunması hedeflenmiştir.

Şahin , Akıntuğ ve Yanmaz (2013) yaptıkları çalışmada, 18 Ocak 2010 tarihinde Kuzey Kıbrıs'ın Güzelyurt bölgesinde meydana gelen ani taşkını incelemiştir. Çalışma alanındaki dereler boyunca akarsu akış ölçme istasyonu bulunmadığından, tasarım taşkın hidrograflarını elde etmek için US Soil Conversation Service (SCS) yöntemi kullanılarak sentetik birim hidrografi geliştirilmiştir. Analiz sonucuna göre iki iyileştirici alternatif belirlenmiştir. Maliyet analizlerine göre, su depolamak için bir tutma havuzu ve Bostancı Deresi'nden Fabrika Deresi'ne ekstra akışı yönlendirmek için bir yan kanal yapılması uygun bulunmuştur. Ayrıca, derelerin akım taşıma kapasiteleri iyileştirilmiştir.

Bayazıt ve Bakış (2015) çalışmalarında Sakarya Havzası'nın alt havzası olan Seydisuyu Çayı Bölgesi'nin Uzaktan Algılama (RS) ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yöntemleri kullanılarak taşkın risk analizinin geliştirilmesini amaçlamışlardır. Çalışmanın analiz kısmı için HEC-RAS yazılımında Seydisuyu nehrinin kesiti tanımlanmış ve sonrasında nehrin 50, 100 ve 1000 yıllık deşarj dönüş periyodu yazılıma girilmiştir. Çalışmanın sonucunda, taşkın su seviyesinin yükselmesi sonucu kentsel bölgeler için risk araştırılmış ve ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Bozoğlu (2015) çalışmasında Samsun İli Terme Mahallesi taşkın problemi 1-B ve 2-B taşkın modelleme yaklaşımları ile incelemiştir. Temmuz 2012'de sel olayına maruz

kalan Terme Şehir Merkezinin içinden yaklaşık 510 m<sup>3</sup>/sn taşkın deşarjı geçmiştir. Bilgisayar tabanlı taşkın modellemesi için MIKE adlı DHI (Danimarka Hidrolik Enstitüsü) yazılımı kullanılmıştır. Tek boyutlu hidrolik modelleme için MIKE 11, iki boyutlu taşma modellemesi için MIKE 21 seçilmiştir. Taşkın modelleri, Terme Şehri girişinden (Terme Köprüsü) nehrin akış yukarısındaki Salıpazarı bölgesine (Salıpazarı Köprüsü) kadar incelenmiştir. Analiz sonucu, Terme Nehri'nin memba kısmındaki mendereslerin, özellikle taşkın esnasında, deşarjın yönlendirilmesine ve hafifletilmesine yardımcı olduğunu göstermektedir.

Üyüklüoğlu, Ünal ve Turan (2015) tarafından yapılan çalışmada, uygulama alanı olarak Antalya İli Manavgat İlçesi sınırları içerisinde bulunan Ilıca Deresi seçilmiştir. Ilıca Deresi taşkın yatağı üzerinde alınan kesitlerle oluşturulan modellemede HEC-RAS programı kullanılarak su yüzü profillerinden elde edilen su üst kotlarıyla taşkın yayılım alanları belirlenmiştir. Oluşan bu taşkın yayılım alanlarını dere yatağının içinde tutacak şekilde yeni bir güzergah seçilip dere yatağı ıslah edilmiştir. Islah edilen dere yatağı üzerinde yapılan HEC-RAS çalışmasındaki su yüzü profilleri incelendiğinde taşkın kontrol altına alındığı görülmüştür.

Taş, İçağa ve Zorluer (2016) Akarçay havzasının ekonomik olarak en gelişmiş bölümü olan Afyon alt havzasındaki taşkın riskini ve olası sosyoekonomik etkilerini araştırmışlardır. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) tabanlı ArcGIS yazılımıyla hazırlanan verileri HEC-RAS programında işlenerek elde edilen taşkın yayılım haritalarını, uydu görüntüleriyle karşılaştırarak taşkın riski altındaki yapılar değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda taşkın riskinin azaltılabilmesi için akarsu yatağında yapısal önlemlerin alınması, taşkın yataklarının rekreasyon veya tarım alanları olarak planlanması, taşkın yatağındaki mevcut yapıların taşkından minimum düzeyde etkilenmesi için seddelerle korunması ve tahliye planlarının hazırlanması gibi önerilerde bulunmuşlardır.

Sönmez ve Demir (2016) çalışmalarında iki dere arasındaki konumu nedeniyle sel felaketi açısından kritik bir bölge olan Ağva'yı seçmiş olup Ağva İlçe Merkezine ait taşkın yayılım haritasını oluşturmuşlardır. Bununla birlikte, bu haritayı yerleşim veri tabanları ile birleştirerek su seviyesi tespitini ve risk analizini amaçlamışlardır. ArcGIS

programını ile sayısalılaştırdıkları konut haritaları ve HEC-RAS yardımı ile yayılım haritası oluşturmuşlardır. Sonuç olarak, Ağva için farklı sel deşarj senaryoları analiz edilmiş olup taşkın analizleri sonuçlarına göre taşkın etkisindeki her konut için su seviyeleri belirlenmiştir.

Ersoy (2017) çalışmasında, Manisa'da Gediz Nehrinin bir kolu olan Kızıldere üzerinde taşkın çalışmaları yapmıştır. Kızıldere havzasını temsilen çevredeki akım gözlem istasyonlarına ait yağış verilerini kullanmıştır. Taşkın debileri Mockus yöntemiyle hesaplanmış ve HEC-RAS ortamında 100, 500 ve 1000 tekerrürlü taşkın debilerinin görülmesi durumundaki taşkın alanlarını belirleyerek haritalandırmıştır.

Demir ve Ülke (2018) yaptıkları çalışmada, 2012 Samsun'da meydana gelen sel, yüksek can ve mal kayıplarına neden olduğu için bu ilde bulunan Mert Nehri havzası çalışma alanı olarak seçmişlerdir. FLO-2D paket programı ile 2B taşkın modellemesi yapılmıştır. Bu programa ek olarak Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yardımıyla taşkın haritaları oluşturulmuştur. Çalışmanın amacı, TIN (üçgen düzensiz ağ) formatında topografik haritalar yardımıyla sayısal yükseklik modelinin geliştirilmesidir. Buna ek olarak, farklı dönüş periyotlarına sahip akışlar için taşkın derinliği hesaplanması, taşkın kapsamı haritalarının CBS entegrasyonu ve FLO-2D sonuçları ve taşkın haritalarının oluşturulması olarak belirlenmiştir. Analiz sonucunda ise Karadeniz Bölgesi'nde Q100 taşkın debilerini taşıyabilecek düzenlemelerin kentsel bölgelerde yapılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Doğu ve Yıldız (2019) çalışmalarında, Kırıkkale il sınırları içerisinde bulunan Kızılırmak nehrinin yan kolu Çoruhözü Deresi'nde bir boyutlu taşkın modellemesi yapmışlardır. Bu sebeple, dere havzasının DSİ Sentetik ve Mockus yöntemleriyle çeşitli tekerrür süreleri için taşkın pik debileri, 2015 yılına kadar ölçülen yağış verileri kullanılarak hesaplanmıştır. Çoruhözü Deresi'nin Kırıkkale kent merkezinden geçen beton kaplamalı kesitlerin, bu çalışmada elde edilen 500 ve 1000 yıllık taşkın pik debileri için yeterli olup olmadığı HEC-RAS programı kullanılarak araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, mevcut kesitlerin göz önüne alınan taşkın pik debileri için yeterli olmadığı belirlenmiştir.

Yurdakul (2019) çalışmasında, güney Sapanca havzasında yer alan Keçi Deresi'ni çalışma alanı olarak seçmiş ve bu derenin taşkın yayılım alanlarını belirlemek amacı ile TİN verisini oluşturarak CBS programına aktarmıştır. Sonrasında ise HEC- RAS programını kullanarak taşkın suyu debilerinin yayıldığı alanları haritalandırmıştır. Çalışmanın sonucunda, taşkın yayılım haritasında Ankara-İstanbul Yüksek Hızlı Tren Hattı'nın bölgedeki taşkından etkilendiğini göstermiştir ve zararların önlenmesi için önerilerde bulunmuştur.

Özçelik, Benli (2020) çalışmaları kapsamında 22-23 Eylül 2015 Bodrum taşkını sebep, oluşum ve sonuçları açısından incelemişler. Taşkın hesaplarında kullanılmak üzere taşkın gözlenen havzalar hidrolojik olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında modellenmiştir. Bölgenin sayısal topoğrafik haritası kullanılarak, raster ve tin formatlarında Sayısal Yükseklik Modeli ve Sayısal Arazi Modeli elde edilmiştir. Taşkına ait akış kayıtları bulunmadığından, plüvyometre kayıtları kullanılarak taşkın debilerini sentetik birim hidrograflar yardımıyla hesaplamışlardır. Çalışmanın sonucunda, taşkın etkisinin azaltılabilmesi için akarsu güzergahı üzerindeki ani kesit daralmalarına sebep olan yapıların düzenlenmesi, menfez ve büz yapılarının kesitlerinin akışa engel olmayacak biçimde yeniden boyutlandırılması, yağmur suyu ve kanalizasyon hatlarının ayrılması, çarpık yapılaşmanın önlenmesi ve zemin geçirgenliğinin artırılması doğrultusunda önlemler alınması yönünde önerilerde bulunmuşlardır.

Dawood, Mawlood ve Al-Ansari (2021) yaptıkları çalışmada, çalışma alanında meydana gelen taşkınlar için taşkın sınırlarını belirlemek için Irak'ta bulunan Koya havzasındaki yağış fırtınalarının yönetiminde yeni bir mühendislik yaklaşımı kullanmaktadır. Bu yaklaşıma göre, su toplama için küçük barajlar ve su toplama havzaları inşa etmek için en iyi yerleri belirlemek mümkündür. Bahsedilen yaklaşım, taşkın akışının derinliğini ve hızını bulmak için meteorolojik ve morfolojik bir çalışma, toprak sınıflandırması, taşkın hidrograf modellemesi ve taşkın sınırlarının sınırlandırılmasından oluşur. Sonuçlar, yüzey akış potansiyelinin arazi kullanımı ve toprak özelliklerine göre değiştiğini göstermiştir. Su toplama alanı çıkışındaki taşkın yataklarının haritalandırılması HEC-RAS yazılımı aracılığı ile yapılmıştır. Bu

çalışmanın sonuçlarına göre, taşkın riskini azaltmak üzere taşkın etki alanında küçük barajların ve göletlerin kurulması için uygun alanlar olduğu belirlenmiştir.

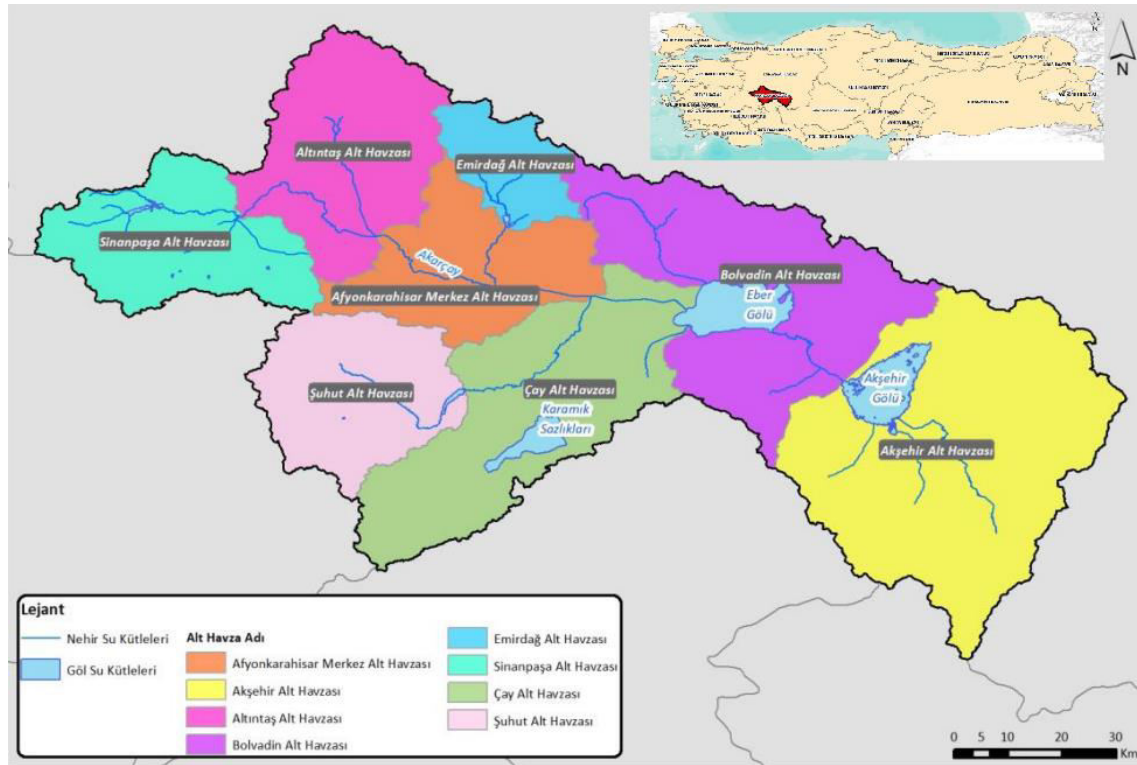
Tektaş ve Polat (2021) yaptıkları çalışmada, Diyarbakır ili Çınar ilçesinin 1/1000 ölçekli haritaları ve dere yatağındaki menfezlerdeki su kabarmalarına yer vermişlerdir. Elde edilen haritalar HEC-RAS programında işlenmiş ve Çakmak Deresi'nde 1 boyut ve 2 boyut entegre edilerek bir hidrolik model çalışılmıştır. Hidrolik modelden kaynaklanan taşkın yayılımı ve uzaktan algılama tekniği ile üretilen arazi kullanım durumu örtüşmektedir. Taşkınlardan etkilenen yerleşim yerleri ve tarım arazilerinin yüzey ölçümleri ise bu doğrultuda belirlenmiştir.

### 3. MATERYAL ve METOT

#### 3.1 Uygulama Havzası Ve Taşkın Etkileri

Şuhut havzası, Afyonkarahisar ilinin 35 km güneyinde yer almakta olup, kuzeyinde Afyonkarahisar, batısında Sandıklı ilçesi, kuzeybatısında Sinanpaşa ilçesi, güney batısında Dinar ilçesi, güneyinde Isparta il sınırı, doğusunda Çay ilçesi bulunmaktadır. Havzadaki yerleşim yerleri; Şuhut ilçesi, altı adet belde ve otuz bir adet köyden oluşmaktadır.

Şuhut havzası, Ege Bölgesi'nin İç Ege Bölümü'nde, Afyonkarahisar il sınırları içinde ve Akarçay Havzası'nda yer alır. Kuzey 38° 22' ve 38° 37' enlemleri ile doğu 30° 30' ve 30° 45' boylamları arasındadır. Şuhut havzası drenaj alanı 686 km<sup>2</sup>'dir. Şuhut havzası görünümü ve Akarçay havzası içindeki yeri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.1, Şekil 3.2).



Şekil 3.1 Akarçay havzası ve alt havzaları.



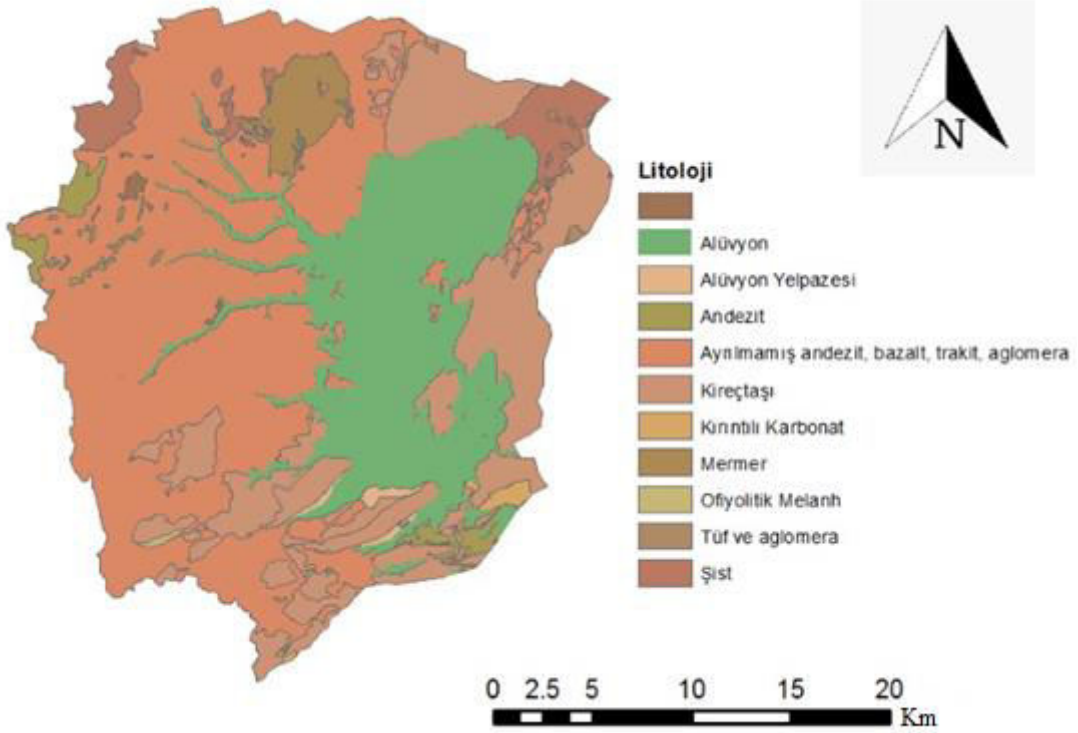


Şekil 3.2 Şuhut havzası uydu görünümü.

Şuhut havzası batıda Beklice, Yeldeğirmeni, Acımaz, Yandımyaka tepeleri ve Çavuş Dağı ile, doğuda, Avdan, Bakacak, Kalfa tepeleriyle ve güneyde Selverin, Karakuz, Kocaçal tepeleri ile çevrelenmiştir.

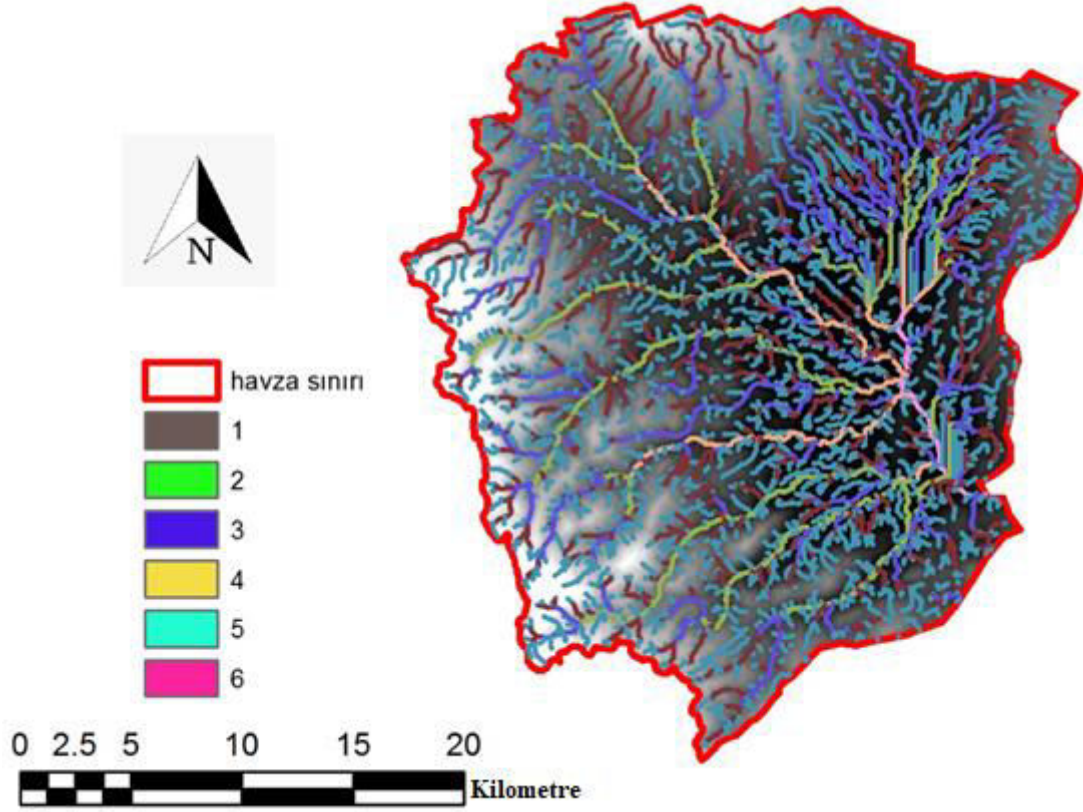
Havzada temel birim olarak, kuzeydoğuda Efeköy sırtlarında yüzeylenen Afyon Metamorfitlerinden, Palezoik yaşlı şistler yer alır. Şist birimi geçirimsiz olup hem jeolojik hem de hidrojeolojik yönden havza temelini oluşturmuştur. Ayrıca kuzey yamaçlarda bu metamorfite serinin mermer seviyeleri görülür. Bu temel birimler üzerine havzada Neojen yaşlı gölsel çökeller ve volkanik lavlar yer almıştır. Volkanitler alt havzanın batısında, çökeller ise kuzey ve doğu kenarında yaygındır. Neojen istifinin

tabanı, havza doğusunda yer alan Selevir Barajı yöresinde yüzeyler. Çay tektonik birimine ait temel kayalar üzerine gelen ve İsalı Formasyonu (Boray vd. 1985) veya Yeniköy Formasyonu (Metin vd. 1987, Öcal ve Göktaş 2011) adıyla tanımlanan buradaki istif genelde akarsu ortamını yansıtan çakıl taşı, kum taşı, silt taşı, çamur taşından oluşur.



Şekil 3.3 Şuhut havzası litoloji haritası.

Şuhut havzasının drenaj alanı 686,20 km<sup>2</sup> olarak hesaplandı. Havzanın drenaj yapısı incelendiğinde, havzanın özellikle batı, kuzeybatı ve güneybatı bölgelerinin drenaj yapısının daha gelişmiş olduğu gözlemlenmiştir. Havzanın batı kısmında 2 000 m, doğusunda 1 300 m, kuzeyinde 1 600 m, güneyinde 1 400 m ortalama yükseklik değerleri gözlemlenmiştir. Şuhut havzasının batı bölümlerinde drenaj alanının geniş olması, diğer bölümlerine göre daha yüksek kot değerlerine sahip olması ve yüksek yağışların etkisi ile kılcallanmış drenaj yoğunluğu, havzanın hidrolojik yük ağırlığının batı bölümlerinde olduğunu göstermektedir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Şuhut havzası drenaj çatallaşma haritası.

Şuhut havzasındaki akarsuların çoğu havzanın batı bölümündeki yamaçlardan beslenmektedir. Batı bölümünde geniş alan kaplayan beslenme sahası, bu bölümdeki kotların daha yüksek olmasından dolayı yüksek yağış potansiyeline sahiptir.

Şuhut havzası içindeki akarsular temelde beş tane önemli akarsu bulunmaktadır. Bunlar Kali çayı, Bağlar, Ellez, Sünnü ve Balçıkhisar dereleridir.

En önemli akarsuyu Kali Çayı' dır. Çayın ana kolu kuzeybatıdan (membra) ovaya ulaşana kadar olan kısmı Çakırözü Deresi olarak, ovada Şuhut Çayı olarak, ova kısmından Selevir Barajı'na kadar olan kısmı ise Kali Çayı olarak adlandırılmıştır. Kali Çayı havza üzerindeki sürekli akım gözlenen tek akarsudur. Üzerinde DSİ tarafından kurulmuş bir akım gözlem istasyonu bulunmaktadır.

Diğer önemli akarsu ise Bağlar Dere'dir. Havza üzerinde kuzeybatıdan güneydoğu

doğrultusunda akar ve ovada Şuhut Çayı'na katılır. Üzerinde genellikle mevsimsel akışlar gözlenir. İlkbahar mevsiminde yüksek debiler taşması ve taşkına sebep olmasından dolayı üzerinde taşkın koruma amaçlı bir gölet inşa edilmiştir. Bu gölet tarımsal sulama amacıyla da hizmet etmektedir.

Sünnü Deresi havzanın batı bölümünden başlayıp Mahmut köyünden geçerek ovada Şuhut Çayı ile birleşir.

Ellez Deresi havzanın batı kısmından doğu kısmına doğrultusunda ilerleyerek Hallaç köyünden geçip Kali Çayı ile birleşir.

Balçıkhisar Deresi havzanın batı bölümündeki yamaçlardan başlayarak Anayurt köyünün kuzeyinden dolaşıp Kali Çayı ile birleşir.

Şuhut havzasında üç adet gölet bulunmaktadır. Bu göletler taşkın riskine karşı inşa edilmiş olup çevrede tarımsal sulama hizmeti de görmektedir. Havza da bulunan göletler; Kayabelen, Ağzıkara ve Ortapınar göletleridir.

Kayabelen Göleti; Şuhut ilçesinin güneyinde, Ellez Deresi üzerinde inşa edilmiş, bölgedeki tarımsal alanların sulanması ve ovalık bölümlerin taşkından korunması amacı ile 1992 yılında işletmeye açılmıştır. Gölet hacmi maksimum: 2 450 hm<sup>3</sup>, minimum: 0,550 hm<sup>3</sup> tür. Sulama şebekesi açık kanalet sistemi olarak tasarlanmıştır.

Ağzıkara Göleti; Ağzıkara köyünün 500 m batı-kuzeybatısında Bağlar Deresi üzerine inşa edilmiş, bölgedeki tarımsal alanların sulanması ve ovalık bölümlerin taşkından korunması amacı ile 2006 yılında işletmeye açılmıştır. Gölet hacmi maksimum: 1 200 hm<sup>3</sup>, minimum: 0,089 hm<sup>3</sup> tür.

Ortapınar Göleti; Ortapınar köyünün güneybatısında Sinir Deresi üzerine inşa edilmiş, bölgedeki tarımsal alanların sulanması ve ovalık bölümlerin taşkından korunması amacı ile 2010 yılında işletmeye açılmıştır. Gölet hacmi maksimum: 1 483 hm<sup>3</sup>, minimum: 0,174 hm<sup>3</sup> tür. Sulama şebekesi basınçlı kapalı sistem olarak tasarlanmıştır.

İlgili kurumların raporlarında, Şuhut havzasında 28 Mart 2015 tarihinde meydana gelen taşkın sonucu; 55 adet binanın sel sularından etkilendiği ve maddi hasarların olduğu, yaklaşık 450 dekarlık tarım arazisinin zarar gördüğü, akarsu yatağı çevresinde bazı araçların sel suyuna kapılarak maddi hasarlar olduğu ve bölgedeki su arıtma tesisinin bir süre çalışamaz hale geldiği belirtilmiştir. Taşkında can kaybı yaşanmamıştır.



**Resim 3.1** Hallaç Köyü girişi taşkından etkilenen yapı ve araziler.



**Resim 3.2** Atlıhisar Köyü taşkından etkilenen araziler.



**Resim 3.3** Taşkın sonrası su arıtma tesisi.



**Resim 3.4** Akyuva köyü taşkın sırasında zarar gören araç ve yapılar.

### 3.2 Taşkın Hidrolojisi

Çalışmada öncelikle pik taşkın debilerine ulaşmak üzere ölçüm istasyonlarından ve uydu verilerinden elde edilen yağış verileri toplandı. Yağış sonrası oluşan pik debileri tespit etmek üzere sentetik birim hidrograf modelleri tercih edildi. Sentetik birim hidrograf modelleri havzanın drenaj özelliklerine göre etkili yağışların hangi zaman dilimlerinde taşkın oluşturabileceğinin tespitini sağlar. Bu çalışmada Mockus ve SCS (Soil Conservation Service) yöntemi kullanılmış ve alt başlıklarda detaylandırılmıştır.

#### 3.2.1 Mockus Metodu İle Birim Hidrograf Oluşturma

Mockus yöntemi hesaplama kolaylığı ve hesaplamalar sonucu birim üçgen hidrograf oluşması sebebi ile pratik bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Akım gözlem istasyonları bulunmayan havzalarda kullanılabilir. Toplanma süresi otuz saate kadar olan havzalarda sapma oranı düşük olduğu için tercih edilir. Toplanma süresi ( $T_c$ ) uzun olan havzalarda ise havzaların parçalara ayrılarak, hesapların yapıp oluşturulan hidrografların birleştirilmesi mümkündür.

Toplanma süresi  $T_c$ ,

$$T_c = 0,00032 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \text{ (saat)} \quad (3.1)$$

L: Akarsu Uzunluğu (km)

S: Derenin Eğimi (%)

A: Havza alanı (km<sup>2</sup>)

Taşkın oluşturan yağışın süresi (D),

$$D = \sqrt{T_c} \text{ (saat)} \quad (3.2)$$

Metodun uygulanması için birim sağanak süresinin belirlenmesi gerekmektedir.

Birim sağanak süresi ( $\Delta D$ ),

$$\Delta D \leq 0.2 * T_c \text{ (saat)} \quad (3.3)$$

Birim sağanak süresi, toplanma süresine göre seçilir. Toplanma süresi 3 saat ise  $\Delta D:0,5$  saat, toplanma süresi 3 – 10 saat aralığında ise  $\Delta D:1$  saat, toplanma süresi 10 - 15 saat aralığında ise  $\Delta D:2$  saat, toplanma süresi 15 saatten uzun ise  $\Delta D:3$  saat olarak hesaplanabilir.

Pik debiye ulaşma süresi ( $T_p$ ),

$$T_p = 0,5\Delta D + 0,6T_c \text{ (saat)} \quad (3.4)$$

Taşkın sönmürlenme süresi ( $T_r$ ),

$$T_r = H. T_p \text{ (saat)} \quad (3.5)$$

H: Havzanın yapısına göre 1 ile 2 arasındaki bir katsayı

1 mm'lik yağışın oluşturacağı debi ( $Q_p$ ),

$$Q_p = \frac{K.A.h_a}{T_p} \text{ (m}^3\text{/s)} \quad (3.6)$$

K: Havza katsayısı

A: Havza alanı (km<sup>2</sup>)

$h_a$ : 1 mm'lik yağış değeri



### 3.2.2 SCS (Soil Conservation Service) Metodu İle Birim Hidrograf Oluşturma

Birim üçgen hidrograf oluşturulan sentetik bir metottur. Hesaplama adımları basit ve sapma oranının düşük olması sebebiyle tercih edilir. SCS metodu gözlemlenen hidrograf değerlerine yakın sonuçlar vermektedir. Yöntem ile oluşturulan birim hidrograf değerleri havzanın jeomorfolojik yapısıyla doğrudan ilişkili olduğu için arazi özellikleri dikkatle incelenmiştir.

Toplanma süresi  $T_c$ ,

$$T_c = 0,066 \left(\frac{L^2}{S}\right)^{0,385} \text{ (saat)} \quad (3.7)$$

L: Akarsu uzunluğu (km)

S: Drenaj alanı eğimi (%)

Toplam yağışın süresi (D),

$$D = 0,133T_c \text{ (saat)} \quad (3.8)$$

Pike ulaşma süresi  $T_p$ ,

$$T_p = 0,6T_c + 0,5D \text{ (saat)} \quad (3.9)$$

Birim hidrografta oluşacak pik debi ( $q_p$ ),

$$q_p = 0,208 \frac{A}{T_p} \text{ (m}^3\text{/s/mm)} \quad (3.10)$$

A: Drenaj alanı (km<sup>2</sup>)

$T_p$ : Pik debiye ulaşma süresi (saat)

### 3.2.3 SCS (NCRS) Yöntemi

Natural Resources Conservation Service (NCRS) tarafından yapılan araştırmalar sonucu geliştirilen ampirik yöntemdir. Akım gözlem istasyonlarının bulunmadığı bölgelerde dolaysız akış hesaplamalarında kullanılır.

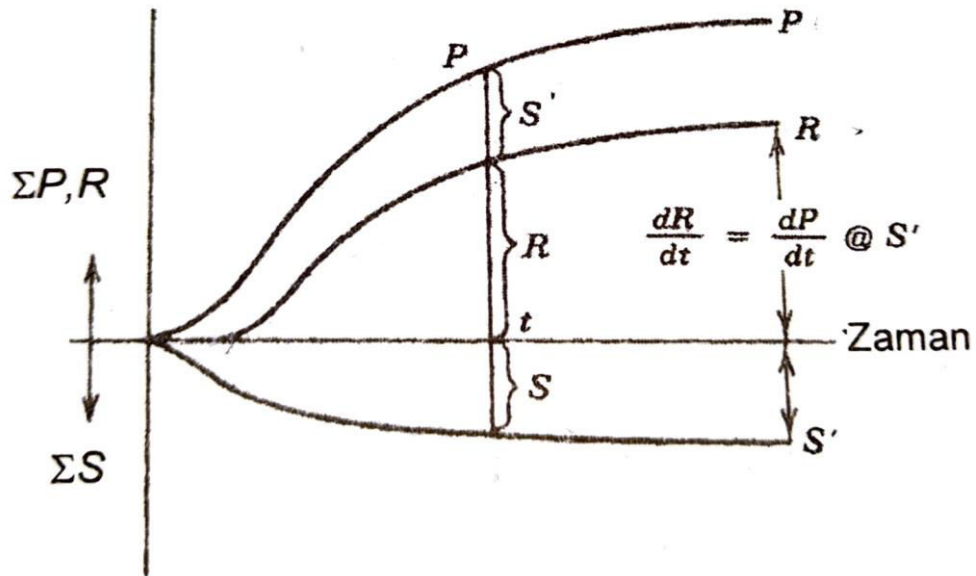
Dolaysız akış yüksekliği ( $P_e$ ),

$$P_e = P - S \text{ (mm)} \quad (3.11)$$

P: Yağış yüksekliği (mm)

S: Herhangi bir andaki kayıp (mm)

Doygun hale gelen zeminlerde artık yağış şiddeti ile yağış şiddeti birbirine eşit olacaktır. Potansiyel kayıp (maksimum sızma) ile ilgili şekil 3.5 incelendiğinde alttaki oransal bağıntı yazılabilir.



şekil 3.5 Hidrolojik değişkenlerin zamana bağlı değişkenliği (Bayazıt 2008).

$$\frac{S}{S'} = \frac{P_e}{P} \quad (3.12)$$

S: Herhangi bir andaki kayıp (mm)

S': Maksimum sızma (mm)

P<sub>e</sub>: Dolaysız akış yüksekliği (mm)

P: Yağış yüksekliği (mm)

R: Herhangi bir andaki akış yüksekliği (mm)

Sızma kaybı (S), yağış yüksekliği (P) ile dolaysız akış yüksekliği (P<sub>e</sub>) arasındaki fark olarak hesaplanır ve  $S = P - P_e$  denklemi 3.13 bağıntısında işlenirse;

$$P_e = \frac{P^2}{P + S'} \quad (\text{mm}) \quad (3.13)$$

NCRS araştırmaları sonucu yağışın bir bölümünün yüzeyde tutularak buharlaştığı ve bu değerin 0,2S' olduğu hesaplanmıştır.  $P = P - 0,2S'$  kabulüyle bağıntı düzenlenirse  $P > 0,2S'$  durumu için;

$$P_e = \frac{(P - 0,2S')^2}{P + 0,8S'} \quad (\text{mm}) \quad (3.14)$$

$P \leq 0,2S'$  durumu için;

$$P_e = 0 \quad (\text{mm}) \quad (3.15)$$

olarak hesaplanır. NCRS 3000'den fazla zemin tipi için yaptığı çalışmalarla 4 adet hidrolojik zemin grubu tanımlayarak maksimum sızma (S') değerini çizelge 3.1'deki akış eğrisi numarası (CN) ile ilişkili bir biçimde formülize etmiştir.

Maksimum sızma ( $S'$ ),

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (3.16)$$

CN: SCS-CN tablosundan alınan havzanın yapısına bağlı katsayı (eğri numarası)

**Çizelge 3.1** Toprak grupları (Usul 2017).

<b>Kategori</b>	<b>Zemin Özelliği</b>
Grup A	En düşük akım potansiyeli: Derin kum, derin lős, topaklanmış silt.
Grup B	Oldukça düşük akım potansiyeli: Sıg lős, kumlu lem.
Grup C	Oldukça yüksek akım potansiyeli: Killi lem, sıg kumlu lem, organic maddesi az toprak ve genelde kili bol toprak.
Grup D	En fazla akım potansiyeli: Islanınca önemli ölçüde şişen topraklar, ağır plastik kil ve bazı tozlu topraklar.

**Çizelge 3.2** CN değerleri (Bayazıt 2003).

	<b>Hidrolojik Zemin Grubu</b>			
	A	B	C	D
<b>Arazinin Kullanım Şekli</b>				
Ekili alan : Korunmasız	72	81	88	91
Korunmalı	62	71	78	81
Otlak : Kötü durumda	68	79	86	89
İyi durumda	39	61	74	80
Çayır	30	58	71	78
Orman : Zayıf	45	66	77	83
İyi	25	55	70	77
Açık yerler : Parklar, çim				
İyi durumda	39	61	74	80
Kötü durumda	49	69	79	84
Ticaret ve İş bölgeleri	89	92	94	95
Endüstri bölgeleri	81	88	91	93
Oturma bölgeleri: %65'i geçirimsiz	77	85	90	92
%38'i geçirimsiz	61	75	83	87
%30'u geçirimsiz	57	72	81	86
%25'i geçirimsiz	54	70	80	85
%20'si geçirimsiz	51	68	79	84
Kaplamalı otopark, çatı	98	98	98	98
Yollar : Kaplamalı	98	98	98	98
Çakıl	76	85	89	91
Toprak	72	82	87	89

Yapılan ampirik gözlemlerle CN numarasının arazi örtüsü, toprak grubu ve önceki dönem nem durumuna bağlı değişkenlik gösterdiği anlaşılmıştır. Çizelge 3.2’de gösterilen CN değerleri ortalama geçmiş nem durumuna ( $AMC_{II}$ ) göre hazırlanmıştır. CN değerinin arazinin kuru ya da nemli olması durumuna göre  $CN_I$ ,  $CN_{II}$ ,  $CN_{III}$  olarak farklı CN değerleri belirlenir. Çizelge 3.3’deki çizelgeden arazi durumuna göre CN değerleri kıyaslanıp, bağıntı (3.17) ve bağıntı (3.18) ile  $CN_I$  ve  $CN_{III}$  hesaplanır (Usul 2017).

$$CN_I = \frac{CN_{II}}{2-0,013CN_{II}} \quad (3.17)$$

$$CN_{III} = \frac{CN_{II}}{0,43+0,0057CN_{II}} \quad (3.18)$$

**Çizelge 3.3** SCS metodu için geçmiş nem durumu sınıflandırması (McCuen 1998).

AMC Grup	5 gün önceki toplam yağış miktarı (in)	
	Durgun Mevsim	Büyüme mevsimi
I	0,5' ten küçük	1,4' ten küçük
II	0,5 – 1,1 arasında	1,4 – 2,1 arasında
III	1,1' den büyük	2,1'den büyük

Hesaplanan CN değeri ile  $S'$  (maksimum sızma) hesaplandı.  $S'$  değeri ile  $P_e$  (dolaysız akış yüksekliği) hesaplandı.

### 3.2.4 Kar Erimesi

Yeryüzüne kar şeklinde düşen yağışlar genelde uzun süre yağış alan yüzeyde kalır. Yüzeyde biriken kar sıcaklık artışı ile eriyerek akışa geçer. Özellikle kış mevsimi boyunca yağın karlar ilkbahar döneminde havaların ısınması ve yağmur yağışlarının başlamasıyla birlikte erimeye başlar. Karların erimesiyle oluşabilecek akışın hesaplanması, mevcuttaki biriktirme yapılarının işletilmesi ve olası taşkınların önlenmesi için önemlidir.

Akış hacminin hesaplanması için havzadaki karla örtülü alan, karın eşdeğer su hacmi,

yağmur yağışının miktarı, sızma ve buharlaşma kayıpları bilinmelidir. Karların erimesi için belli bir ısıya maruz kalması gerekmektedir. Bu ısının kaynağı; güneş ışınları, kar yüzeyinin üzerinde hava sıcaklığı, kar yüzeyi üzerindeki nem yoğunlaşması, yağmurlar ve zeminden iletilen ısı olabilir.

Kar erimesine sebep olabilecek faktörler (sıcaklık, rüzgar hızı, buharlaşma) havzanın çeşitli bölümlerinde farklı değerlerde olabileceği için, kar erimesi nispeten basit ampirik yöntemlerle hesaplanabilir. Yağmurlu ve güneşli günler için ayrı denklemlerde kar erimesi hesabı yapılabilir.

Yağmurlu günlerde;

$$M = 0,24kWT + 0,013PT + 1,3T + 2,3 \quad (3.19)$$

M: Kar erimesiyle oluşan akış yüksekliği (mm/gün)

W: Rüzgar hızı (km/saat)

P: Günlük yağış yüksekliği (mm)

T: Günlük ortalama sıcaklık (°C)

k: Yüzeydeki bitki örtüsüne bağlı katsayı

Yüzeydeki bitki örtüsüne bağlı katsayı (k) 0,3 ile 1 arasında değer alır. Bölge sık ormanlardan oluşuyorsa 0,3'e yakın; bölgede bitki örtüsü bulunmuyorsa 1'e yakın bir değerdir. Bölgedeki orman örtüsü %60'dan fazla ise;

$$M = 0,013PT + 3,5T + 2,3 \quad (3.20)$$

oluşan akış değeri denklem 3.20 ile hesaplanabilir.

Güneşli günlerde;

$$M = 0,24kWT + +1,3FT + 0,1(1 - F)H_i(1 - \alpha) \quad (3.21)$$

M: Kar erimesiyle oluşan akış yüksekliği (mm/gün)

- W: Rüzgar hızı (km/saat)  
F: Ormanla örtülü alan oranı  
T: Günlük ortalama sıcaklık (°C)  
H<sub>i</sub>: Güneşten gelen radyasyon (kal/cm<sup>2</sup>-gün)  
α: Kar yüzeyinin albedosu

olarak ormanla örtülü alanın 0,6'dan küçük olması halinde hesaplanabilir.

Kar erimesi hesabı için denklem 3.19, 3.20 ve 3.21'deki verilerin bulunmadığı durumda derece-gün metodu olarak adlandırılan daha basit bir yöntem kullanılabilir (Denklem 3.22).

$$M = KT \quad 3.22$$

- M: Kar erimesiyle oluşan akış yüksekliği (mm/gün)  
T: Günlük ortalama sıcaklık derecesi (°C)  
K: Derece-gün faktörü

Derece-gün faktörünün değeri erime ilerledikçe artar ve 1 ile 10 arasında bir değer alabilir. Havzadaki arazi kotu değişimleri göz önüne alınarak kot farkı 500 metreyi geçmeyecek şekilde ayrılarak her bir kot aralığı için ayrı hesaplama yapılmalıdır (Bayazıt ve Önöz 2008).

Bu araştırmada NASA'nın (Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi ) Yüzey Meteorolojisi ve Güneş Enerjisi (SSE) programı ile POWER projesi kapsamında elde edilen meteorolojik uydu verilerini paylaştığı <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/> internet sitesinden sıcaklık, rüzgar ve yağış verileri alınarak kar erimesi hesabı yapıldı (Çizelge 3.4). POWER projesiyle MERRA-2 (Araştırma ve Uygulamalar için Modern Çağ Retrospektif Analizi Sürüm 2) programında 1980'den başlayarak elde edilen meteorolojik veriler işlenerek yenilenebilir enerji ve kentsel yaşam modellerinin geliştirilebilmesi hedeflenmiştir.

**Çizelge 3.4** Şuhut havzası sıcaklık, yağış, rüzgar verileri.

Tarih	Rüzgar Hızı m/s	Sıcaklık °C	Yeryüzü Sıcaklığı °C	Yağış mm/gün
20.03.2015	3,09	-0,13	0,88	1,31
21.03.2015	6,23	-1,63	-0,76	1,1
22.03.2015	2,26	2,5	2,84	0
23.03.2015	3,19	3,92	3,9	3,13
24.03.2015	2,2	5,19	6,13	0,4
25.03.2015	2,61	5,83	5,58	0
26.03.2015	2,89	9,38	9,83	0,38
27.03.2015	6,45	8,36	8,97	31,21
28.03.2015	4,62	7,54	7,84	19,21
29.03.2015	3,64	5,69	6,24	5,48
30.03.2015	3,59	6,11	7,12	1,84
31.03.2015	2,36	5,27	5,26	2,3

Çizelgedeki sıcaklık değerleri Şuhut genel havzasına aittir. Şuhut üst havza ve Akyuva havzasındaki kar birikiminin olduğu bölgelerdeki izohips değerleri incelenerek ağırlıklı yükselti değerleri belirlenmiş ve her 100 metrede sıcaklık değeri 0,5 °C azalacak şekilde düzeltilerek kar erimesi hesabı yapılmıştır.

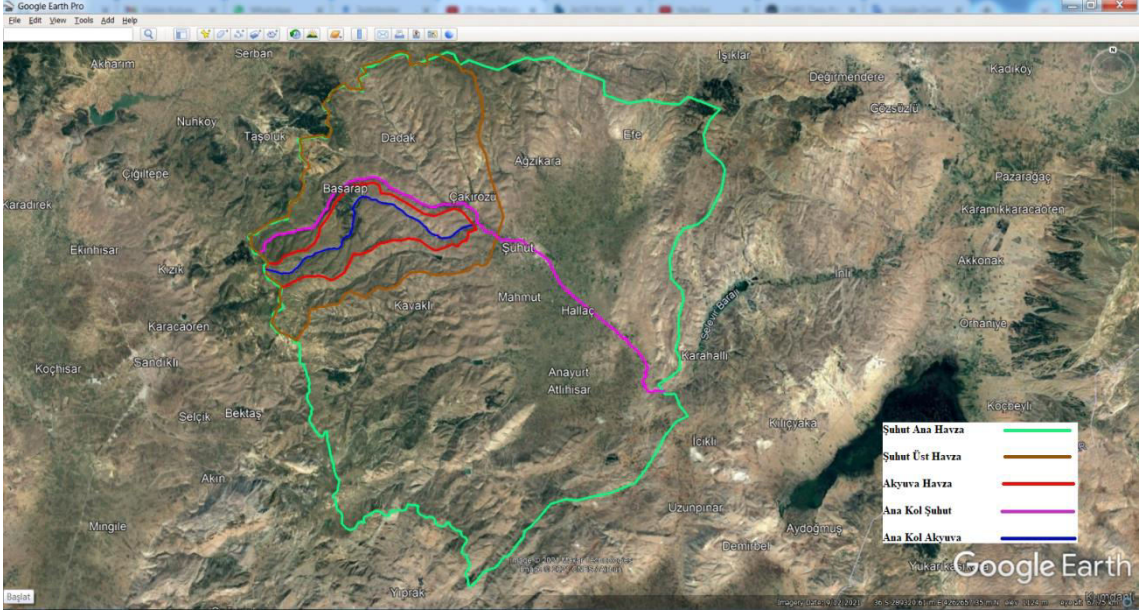
### 3.2.5 Akış Hidrografının Belirlenmesi

Çalışmada uydu verileri ve yağış gözlem istasyonlarından alınan yağış verileri karşılaştırıldı ve uydu verilerinden alınan değerler havza alanı bazında daha hassas bulunduğu için uydu yağış verileri kullanıldı. Artık yağışın ( $P_e$ ) hesaplanabilmesi için sızma – dolaysız akış bağıntısı (denklem 3.13) kullanıldı. Yağış değerlerinin sürelerine göre sentetik birim hidrograflar oluşturuldu. Birim hidrograf değerleri ile dolaysız akış değerleri çarpımı her bir zaman dilimi için tekrarlanarak çalışılan zaman dilimi süresince oluşan dolaysız akış değerleri elde edildi. Elde edilen dolaysız akış değerleri artık yağışın bileşen sayısı kadar tekrarlandı. Elde edilen değerler toplanarak dolaysız akış hidrografı belirlendi. Havzanın taban akışı bu değerlere eklenerek toplam akış hidrografı elde edildi.





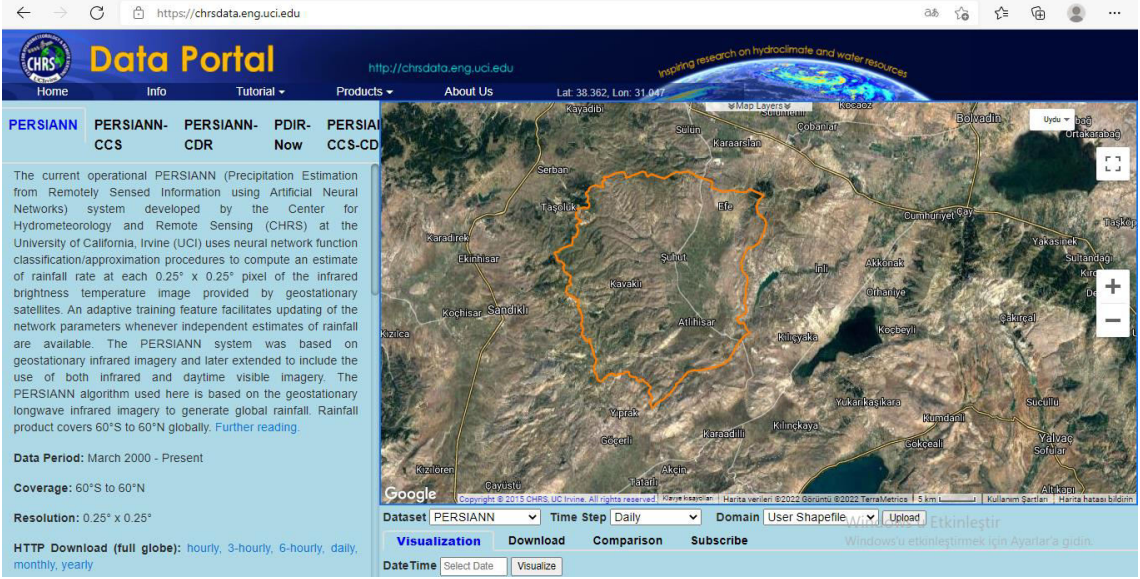




Şekil 3.9 Havza su ayırım çizgileri ve ana kollar.

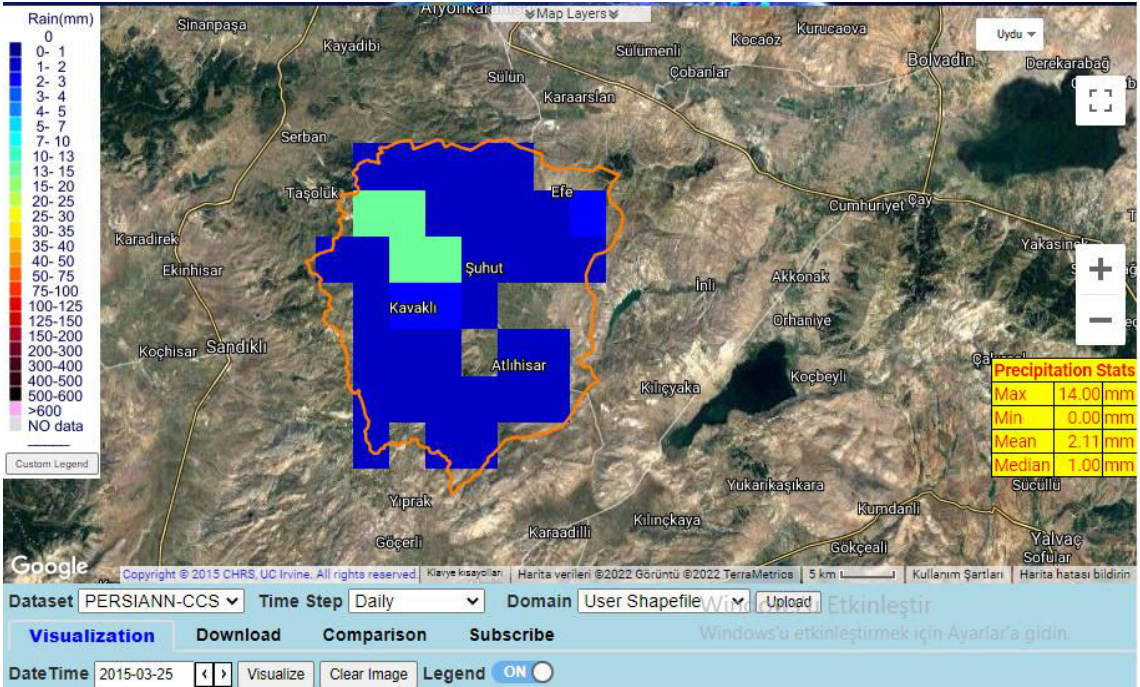
Yağış değerlerini havza bazında değerlendirebilmek üzere <https://chrdata.eng.uci.edu> adlı internet sitesinden yağış bilgileri alındı. California Üniversitesi, Irvine'deki (UCI) Hidrometeoroloji ve Uzaktan Algılama Merkezi (CHRS) tarafından geliştirilen ve yapay sinir ağlarını kullanarak uzaktan algılanan bilgilerden yağış tahmini yapan bu sistemle kızılötesi dalgalarla ölçüm yapıldığından gece ve gündüz ölçülen yağış değerlerindeki sapma payı düşüktür.

İnternet tarayıcısından <https://chrdata.eng.uci.edu> adresine girildikten sonra Google Earth programında oluşturulan .kmz uzantılı dosya “User Shapefile” butonu seçilip upload komutuyla yazılıma yüklendi.

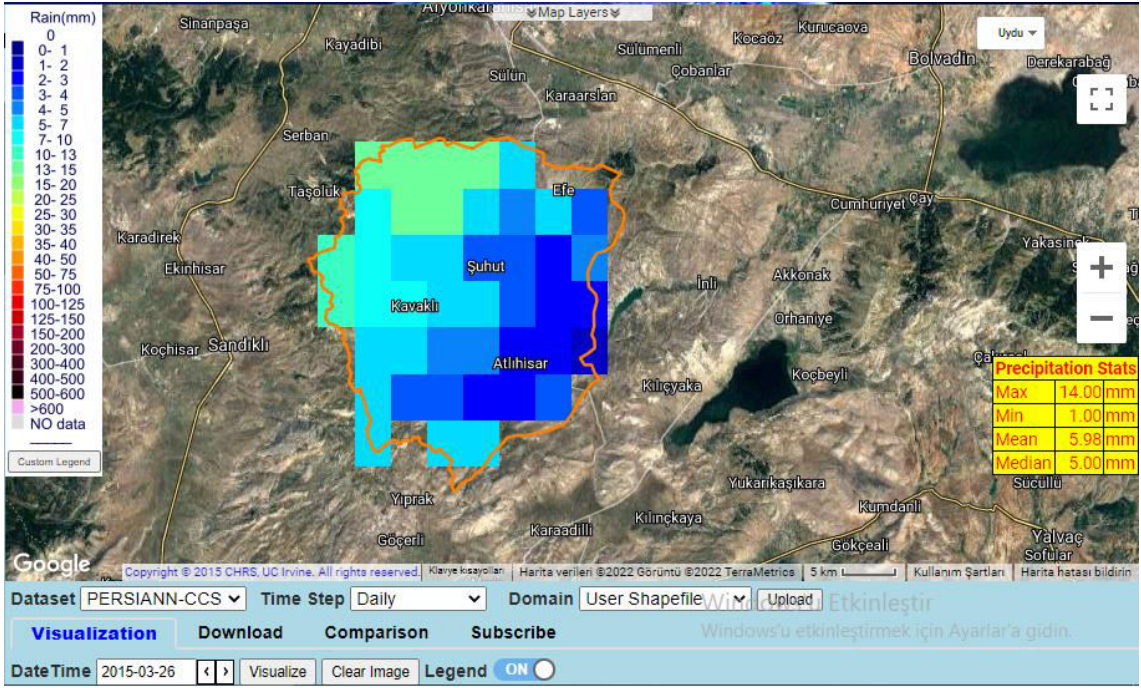


Şekil 3.10 <https://chrdata.eng.uci.edu> adresli site ekran görüntüsü.

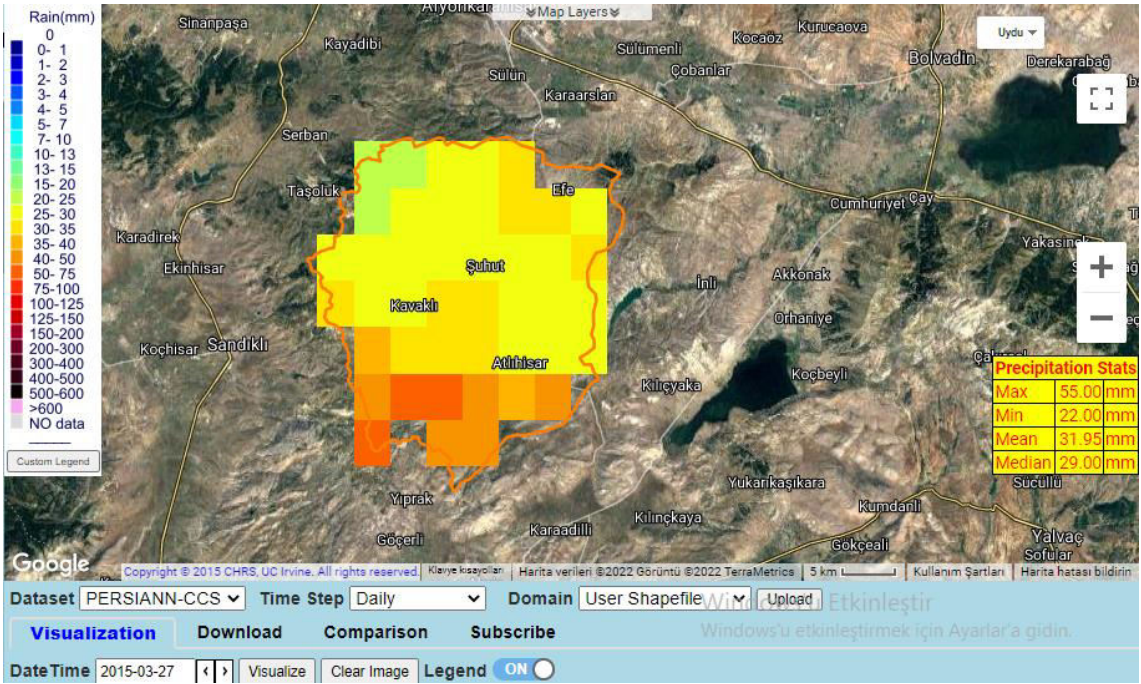
Oluşturulan Şuhut genel havzasının 25 – 29 Mart 2015 tarihlerindeki yağış değerleri günlük ve saatlik olarak okunmuş ve modelde kullanılmak üzere hazırlanmıştır.



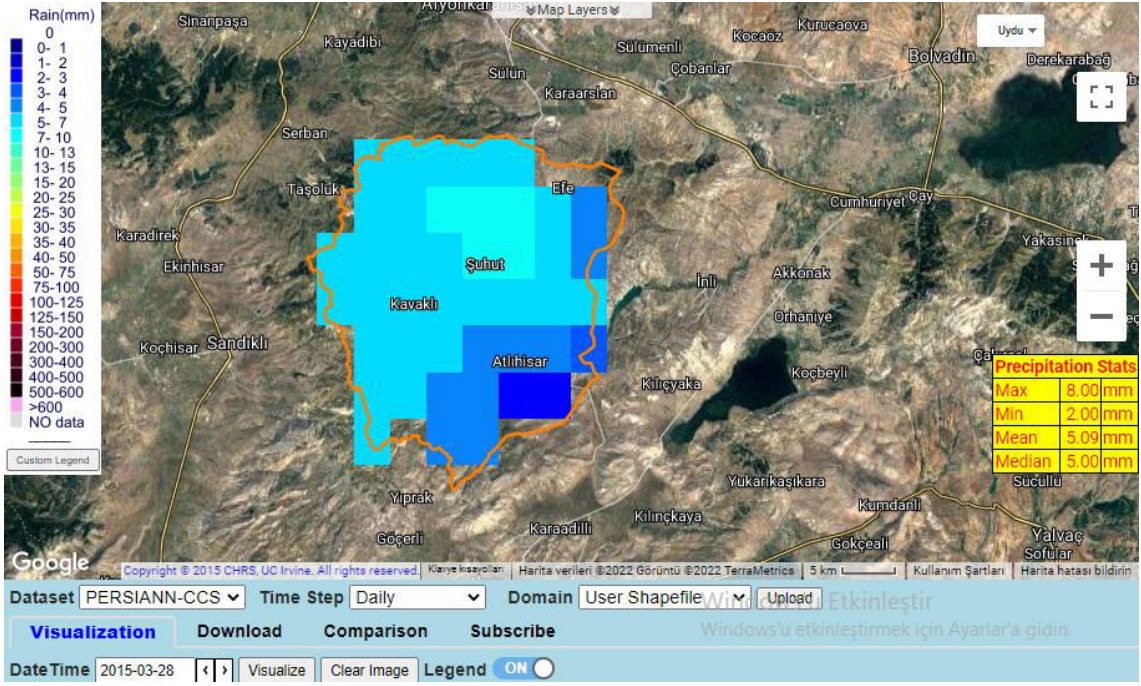
Şekil 3.11 25 Mart 2015 tarihindeki günlük yağış değerleri.



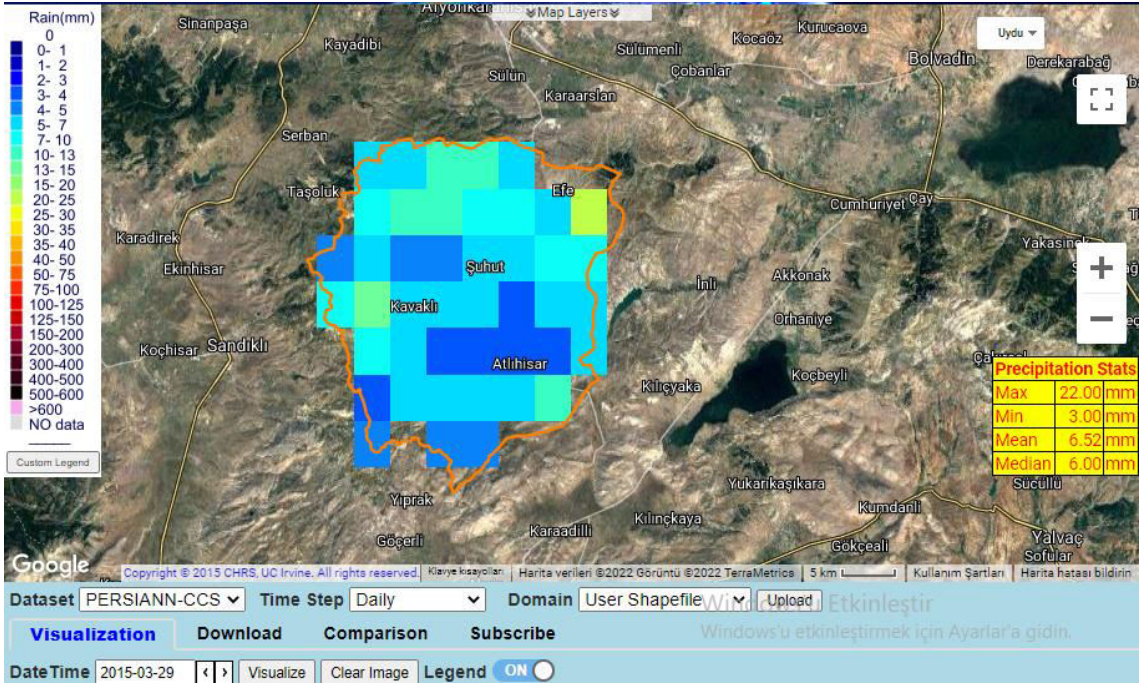
Şekil 3.12 26 Mart 2015 tarihindeki günlük yağış değerleri.



Şekil 3.13 27 Mart 2015 tarihindeki günlük yağış değerleri.



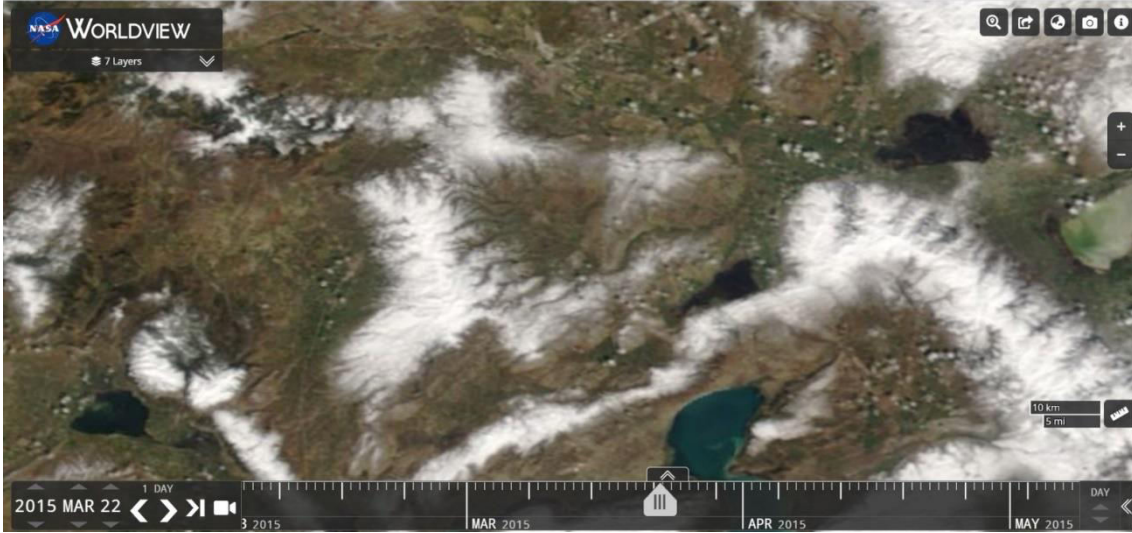
Şekil 3.14 28 Mart 2015 tarihindeki günlük yağış değerleri.



Şekil 3.15 29 Mart 2015 tarihindeki günlük yağış değerleri.

Program ara yüzünde seçilen havzadaki yağışın şiddeti, sol tarafta renk çizelgesiyle; yağış maksimum, minimum, ortalama ve medyan değerleri sağ taraftaki sarı renkli çizelge ile belirtilmiştir.

Taşkın durumu esnasında havzanın yüksek rakımlı kısımlarında kar yükü olduğu için kar erimesi hesaplamalarında kullanabilmek amacıyla <https://worldview.earthdata.nasa.gov> adresli internet sitesinden uydu görüntüsü elde edildi. Taşkın dönemindeki elde edilen en net uydu görüntüsü 22 Mart 2015 tarihinde elde edildiği için çalışmada bu veri değerlendirildi. Bu görüntü ile kar erimesi hesabında kullanılacak karla örtülü alan belirlendi (Şekil 3.16).



Şekil 3.16 22 Mart 2015 tarihli uydu görüntüsü.

İnternet tarayıcısından <https://asf.alaska.edu> adresli internet sitesinden erişilerek alos palsar uydusuna bağlandı. Şuhut havza bölgesini kapsayan bir dikdörtgen alan belirlenerek DEM verisi çağrıldı. Elde edilen veriler ArcMap modülü aracılığıyla havza su ayırım çizgisi ile havza alanı clip komutu ile kesilip havza DEM verisi elde edildi (Şekil 3.17).

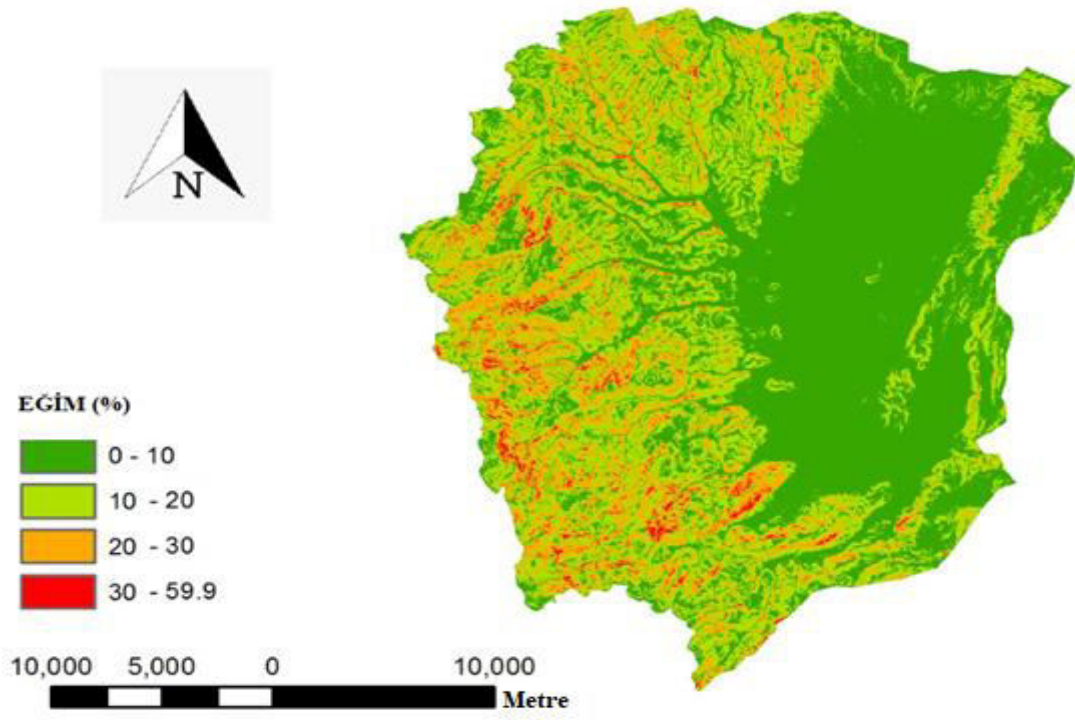


**Şekil 3.17** Şuhut havzası DEM verisi.

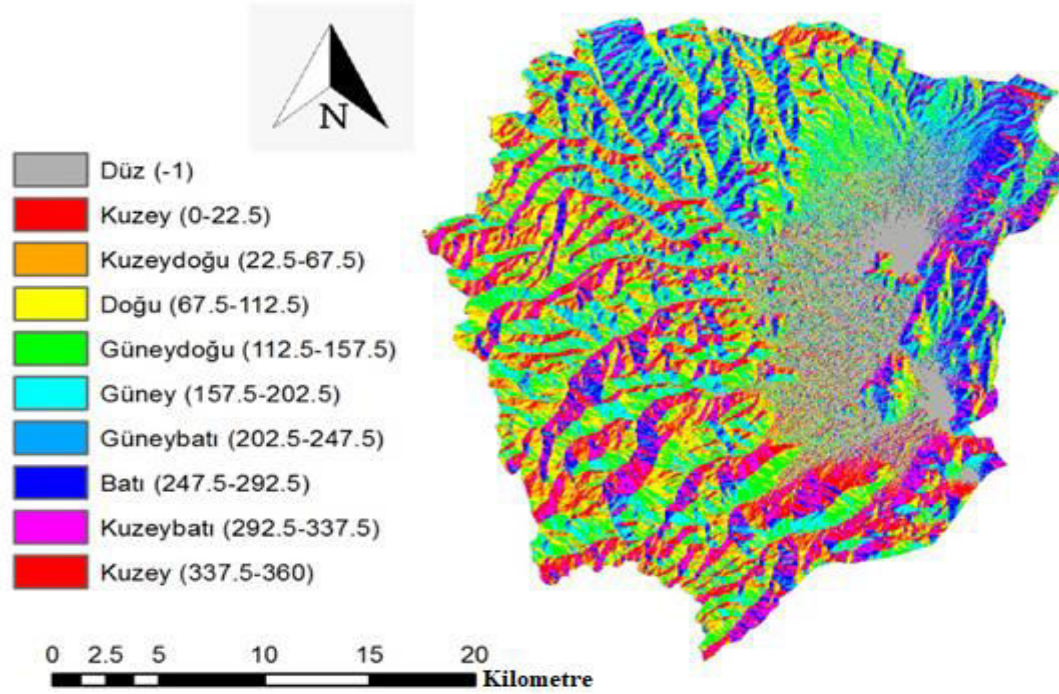
Taşkın modellemesinin öncelikli adımlarından biri sayısal yükseklik modeli (DEM) verilerinin oluşturulmasıdır. Çalışmada üçgenlenmiş düzensiz ağ (TIN) verileriyle çalışıldı.

Hesaplamalarda kullanılmak üzere havzanın eğim (Şekil 3.18), bakı (Şekil 3.19), kabartma (Şekil 3.20), izohips (Şekil 3.21), kullanım (Şekil 3.22) haritaları türetildi.

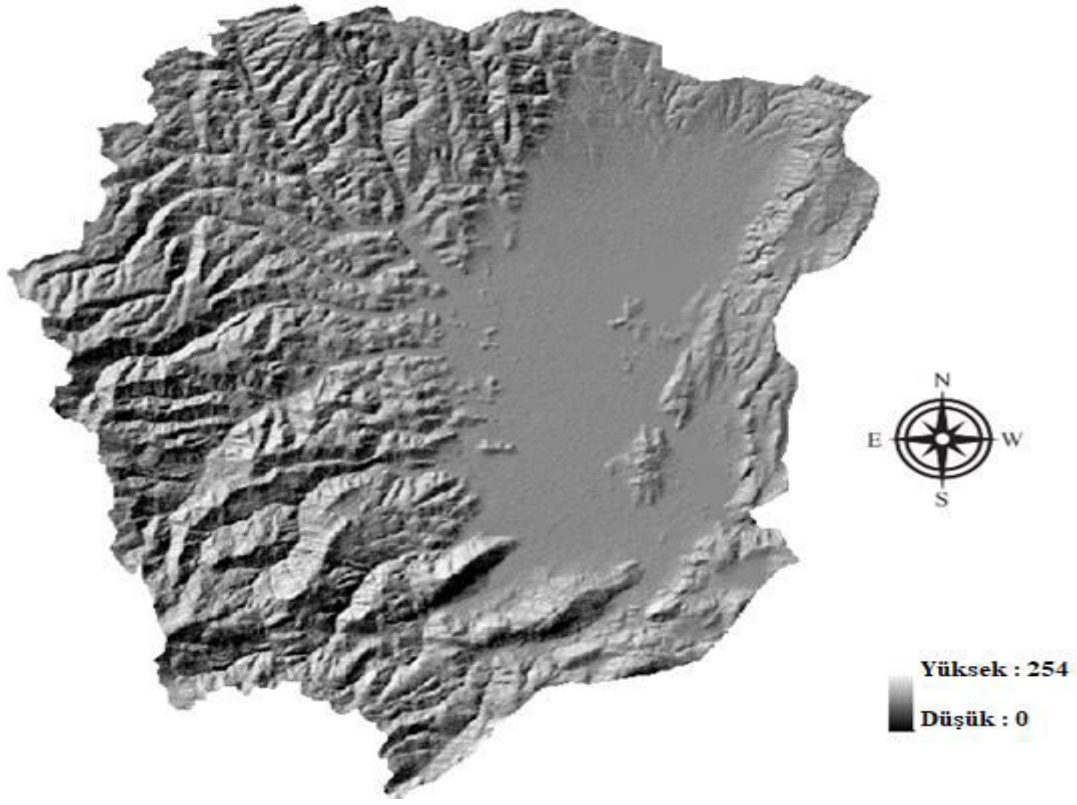




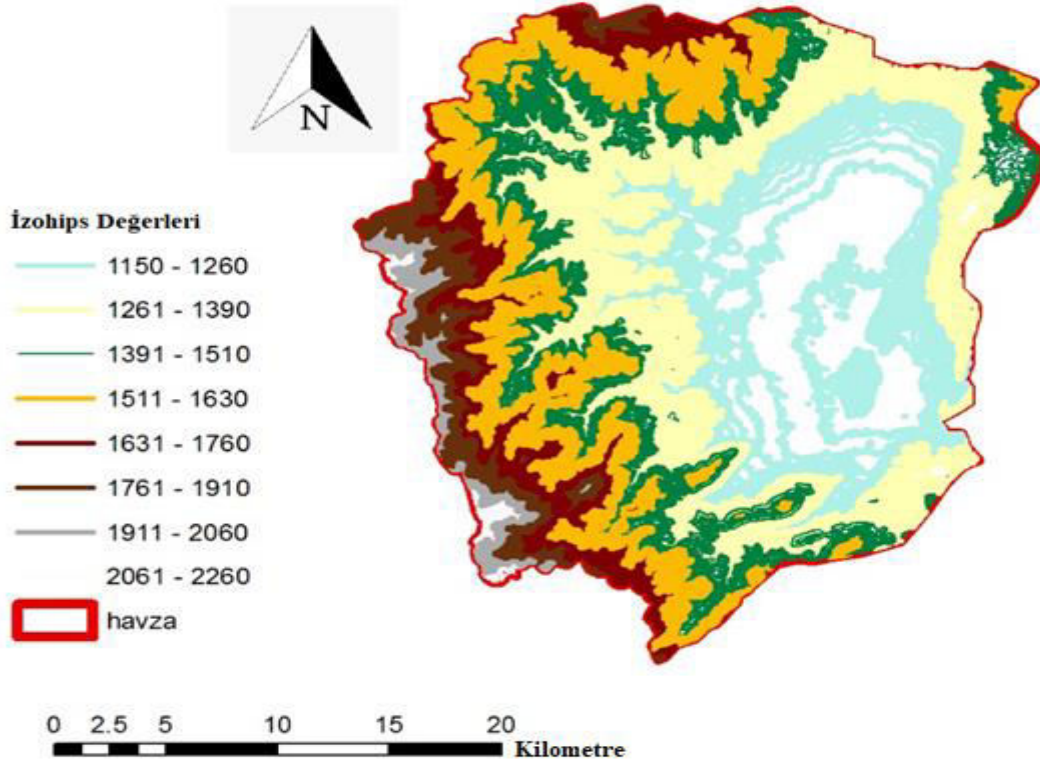
Şekil 3.18 Şuhut havzası eğim haritası.



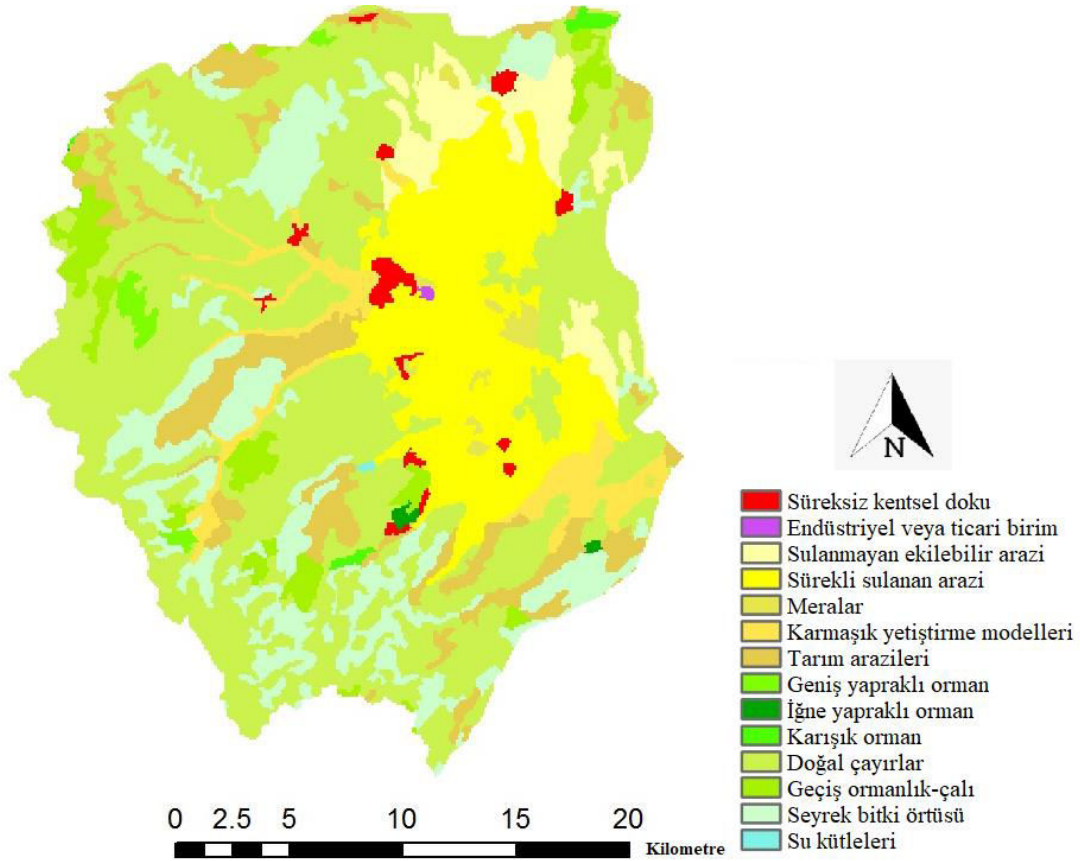
Şekil 3.19 Şuhut havzası bakı haritası.



Şekil 3.20 Şuhut havzası kabartma haritası.



Şekil 3.21 Şuhut havzası izohips haritası.



Şekil 3.22 Şuhut havzası arazi örtüsü - arazi kullanım haritası.

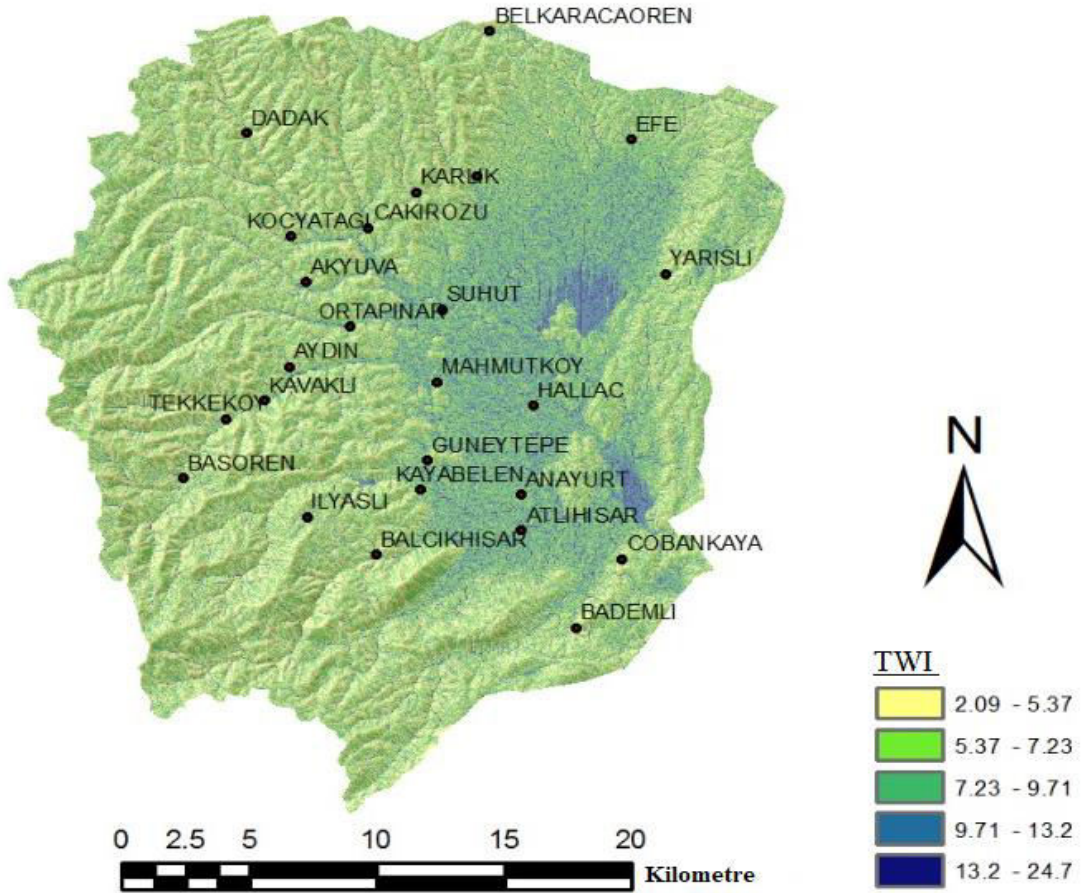
Çalışmalara altlık oluşturmak amacıyla Topoğrafik nemlilik indeksi (TWI) hesaplanarak taşkına meyilli alan haritası elde edilmiştir (Şekil 3.23). Topoğrafik nemlilik indeksi arazideki suya doygun alanların ve boyutlarının belirlenmesi amacıyla kullanılan önemli bir parametredir.

Topoğrafik nemlilik indeksi hesabında homojen bir ortam ve tek tip bir zemin koşulu varsayımıyla;

$$TWI = \ln \left( \frac{A_s}{\tan \beta} \right) \quad 3.23$$

bağıntısı önerilmiştir (Beven ve Kirkby 1979). Burada,  $A_s$  özgül havza alanı,  $\tan \beta$  yamaç eğimidir. Topoğrafik nemlilik indeksinin tek tip zemin koşuluna ilişkin yapılan varsayım üzerine kurulması önemli bir sınırlamadır. Yapılan araştırmalarla taşkına meyilli alanların oluşmasında, havzadaki topoğrafik yapının zemin geçirimsizlik parametresinden daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Ermiş 2015).

Topoğrafik nemlilik indeksine göre Şuhut havzası genelinde taşkına meyilli alan haritasını oluşturmak için ArcGIS yazılımının ArcMap modülünden faydalanılmıştır. DEM verisi ArcGIS yazılımına yüklenerek eğim haritası elde edildi. Elde edilen eğim haritası Raster Calculator aracının içinde bulunan Conditional fonksiyonuyla tekrar hesaplama yaptırılarak olası hatalı değerlerden arındırıldı. Sonrasında Arc Toolbox menüsü içindeki Hydrology sekmesi içinden Fill aracı seçilerek DEM verisindeki boş veya hatalı değerler iterasyon yöntemiyle doldurulup yeni DEM verisi oluşturuldu. Oluşturulan DEM verisi Flow Direction ve Flow Accumulation araçlarıyla tekrar analiz edildi. Elde edilen veriler doğrultusunda denklem (3.23) kullanılarak Raster Calculator aracılığıyla Şuhut havzasındaki akım toplama alanlarının eğim alanına oranıyla TWI haritası oluşturuldu.

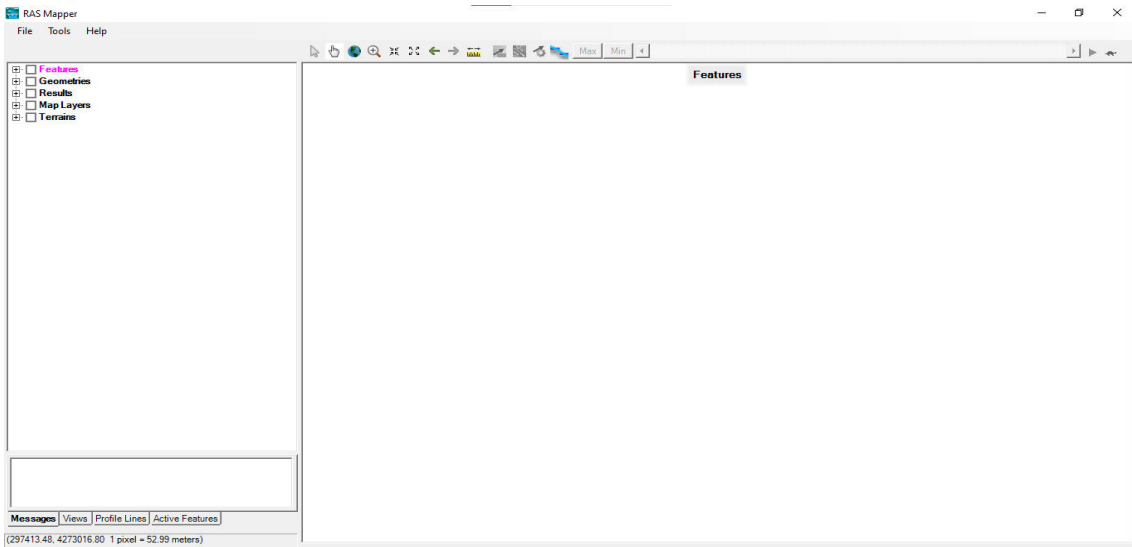


Şekil 3.23 Şuhut havzası taşkına meyilli bölge haritası.

### 3.3.1 HEC-RAS Programının Kullanımı

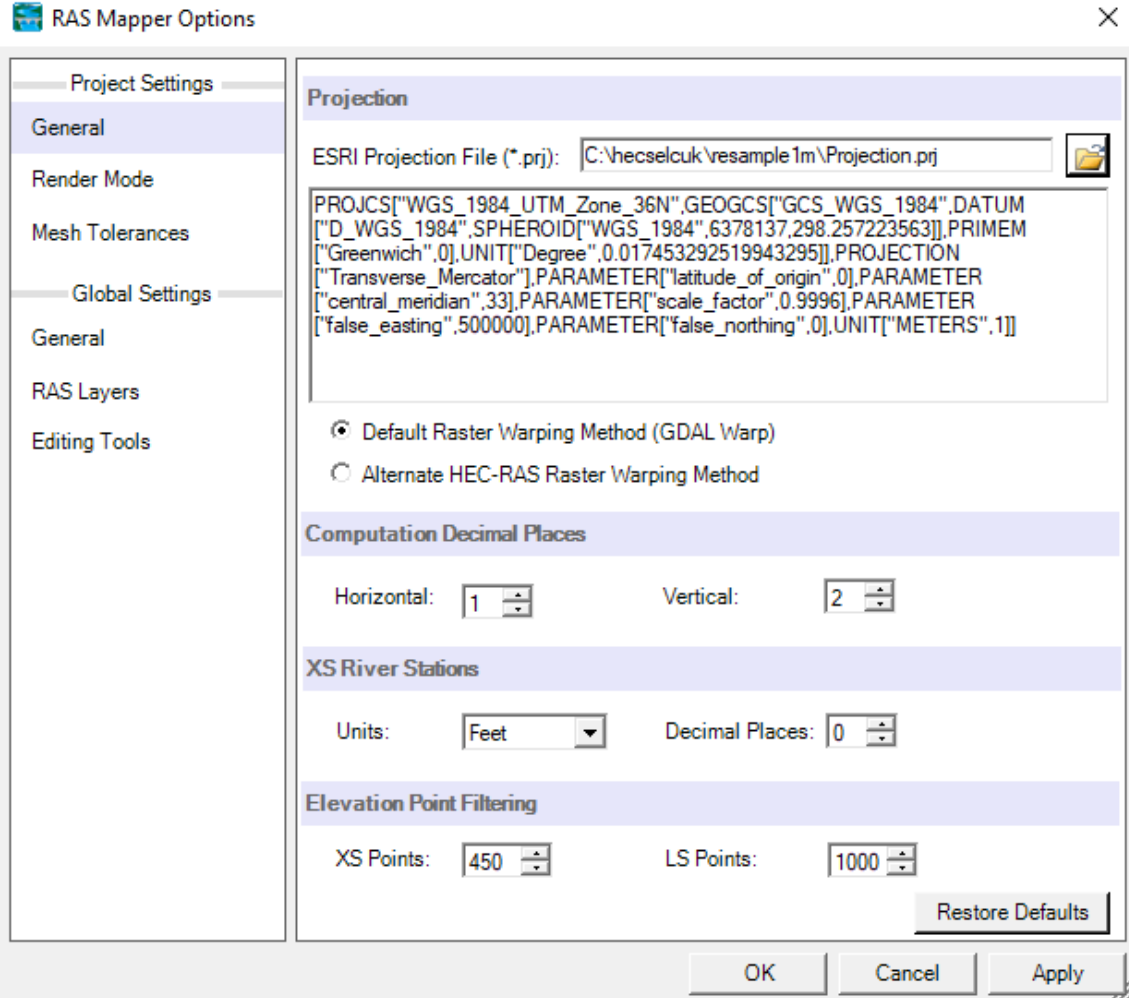
Amerika Birleşik Devletleri Askeri Mühendislik birimi tarafından geliştirilen HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System) programı, açık kanal akımlarında hidrolik hesapların yapılabilmesi için geliştirilmiş grafik tabanlı bir yazılımdır. Programda açık kanal akımlarındaki su yüzeyi profillerinin oluşturulması, katı madde taşınım hesapları, su kalitesi analizi gibi birçok hidrolik hesap yapılabilmektedir. 2D kanal modellemesi, 2D kanal ve taşkın alan modellemesi, 1D kanallar/taşkın alanı ile birlikte seddeler arkasındaki 2D akım alanlarının modellenmesi, 1D akımın, 2D akım alanına giriş ve çıkışlarının modellenmesi, 1D depolama alanına bir hidrolik yapı ile bağlı 2D akım alanının modellenmesi, benzer geometriye sahip çoklu 2D akım alanlarının modellenmesi, hidrolik yapılar ile bağlı çoklu 2D akım alanlarının modellenmesi, basitleştirilmiş, detaylı yıkılma analizi, karışık akım rejimi, 1D, 2D nehir ve sel rejimi akımları, nehir rejiminden sel rejimine geçiş ve sel rejiminden nehir rejimine geçiş (hidrolik sıçrama) akımlarının modellenmesi yapılabilmektedir (Ardıçlıoğlu 2008)

Programda File menüsü içindeki New Project sekmesinden çalışma dosyası oluşturuldu. HEC-RAS ana ekranındaki RAS Mapper butonuna tıklanır ve alttaki ekran açılır (Şekil 3.24).



Şekil 3.24 HEC-RAS Mapper ekranı.

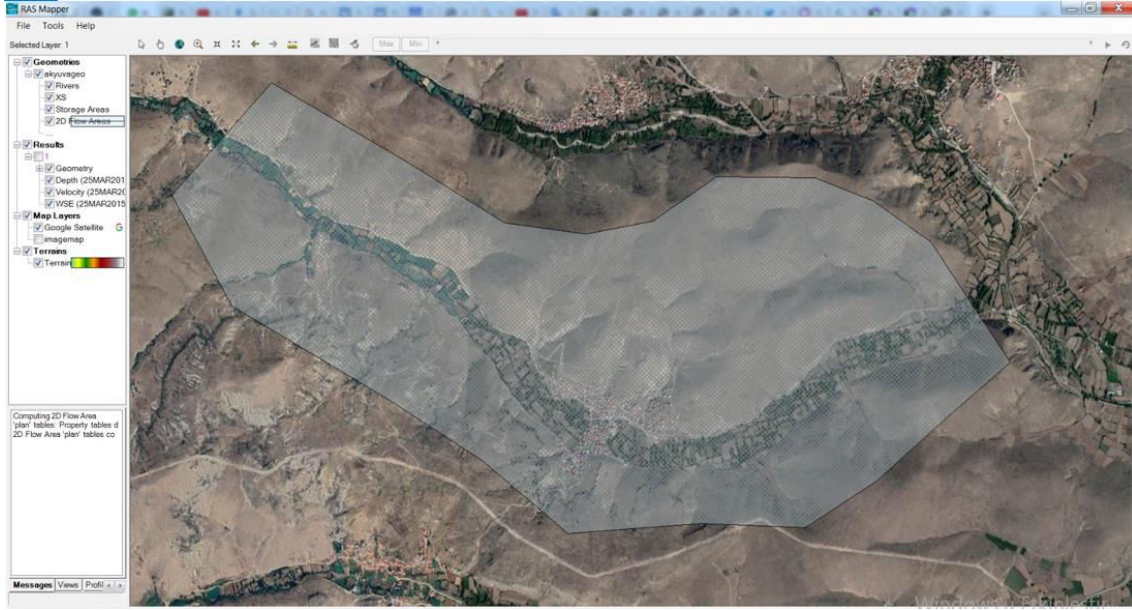
RAS Mapper ekranından, Menü çubuğunda Terrains seçeneği üzerinde Create a New RAS Terrain butonları ile araziye ait .prj uzantılı dosya programa yüklenir (Şekil 3.25).



Şekil 3.25 HEC-RAS projeksiyon ekleme ekranı.

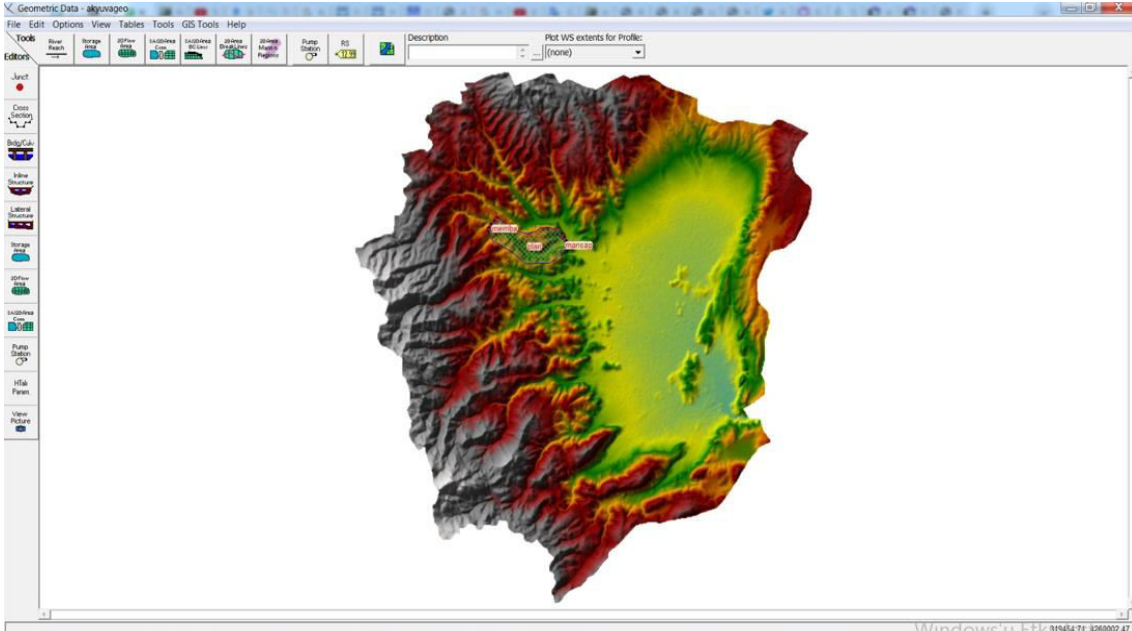
New Terrain Layer ekranından “+” butonu işaretlenerek öncesinde oluşturulan .tif uzantılı dosya programa create komutu ile yüklendi. Bu aşamada dosya Geometry Data sekmesindeki File butonu içerisindeki Save Data bölümünde datalar kaydedildi (Şekil 3.26).





Şekil 3.28 Havzanın meshlere ayrılması.

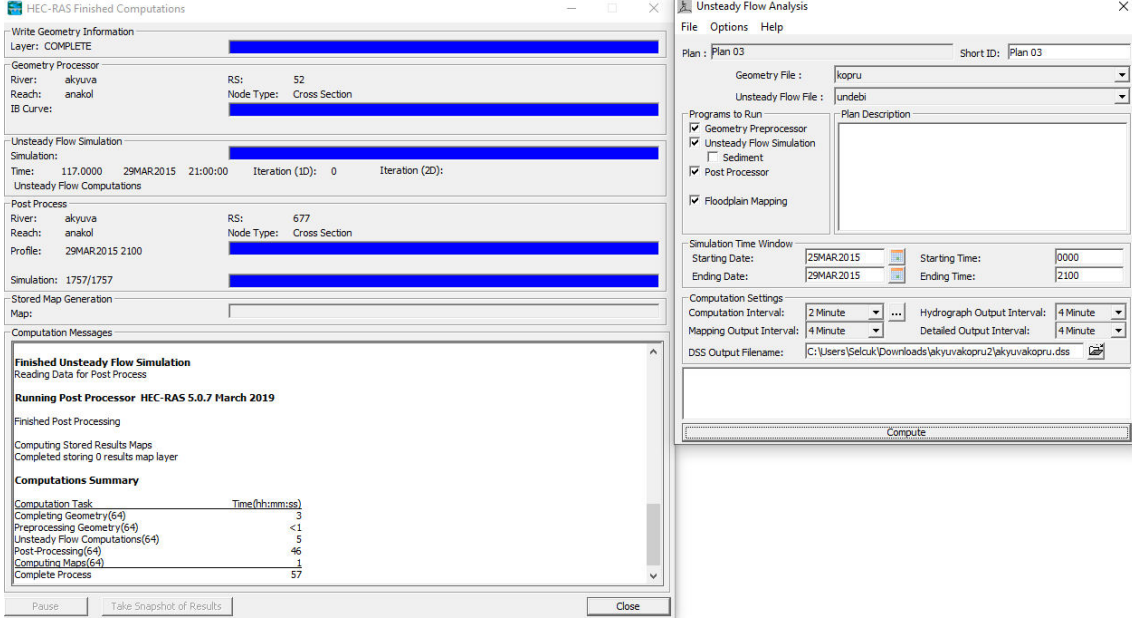
Sonrasında BC Line butonu tıklanarak havzanın memba ve mansap bölümleri çizildi ve kaydedildi. Unsteady Flow data butonu tıklanarak mansap bölümündeki eğim değeri girildi ve memba bölümünde hesaplanan hidrograf değerleri tanımlandı ve kaydedildi (Şekil 3.29).



Şekil 3.29 Memba ve mansap bölümlerinin tanımlanması.



Unsteady Flow Analysis butonuna tıklanarak istenen analizler seçildi ve debi giriş çıkış zamanları işlendi. Compute butonu ile analiz yapıldı ve oluşturulan simülasyon ile suyun havzadaki hareketi görüntülendi (Şekil 3.30).



Şekil 3.30 HEC-RAS düzensiz akış analiz ve hesaplama ekran görüntüsü.

## 4. BULGULAR

### 4.1 Taşkın Hidrograflarının Oluşturulması

Şuhut genel havzası, Şuhut üst havzası ve Akyuva havzasının sentetik birim hidrografları ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bölgedeki kar erimesi sebebi ile oluşan debi hesabı taban akış debisine eklenerek hidrograf hesaplarına dahil edilmiştir.

#### 4.1.1 Şuhut Genel Havzası Birim Hidrografının Oluşturulması

Şuhut genel havzasının birim hidrografi Soil Conservation Service (SCS) metodu ile hesaplanmıştır. Havzada yeterli sayıda akım gözlem istasyonu olmaması, havza alanının büyüklüğü ve hesaplamaların tekrarlanabilme kolaylığı sebebi ile SCS-CN yöntemi tercih edilmiştir.

Şuhut havzasına ait ana kol uzunluğu harita üzerinden (Şekil 3.6)  $L=36\ 000,45$  m olarak ölçüldü. Havza alanı ise haritadan (Şekil 3.6)  $686,60$  km<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Ana kol on eşit parçaya bölünmüş ve kesitlerdeki arazi kotları okunarak eğim (S) hesaplanmıştır (Çizelge 4.1).

**Çizelge 4.1** Şuhut genel havza harmonik eğim tablosu.

No	Kot ( m )	Kot Farkı ( m )	Ara Mesafe ( m )	$S_i = h / L$	$\sqrt{S_i}$	$1 / \sqrt{S_i}$
0	1109	-	-	-	-	-
1	1110	1	3640	0,000	0,017	60,332
2	1115	5	3640	0,001	0,037	26,981
3	1122	7	3640	0,002	0,044	22,804
4	1134	12	3640	0,003	0,057	17,416
5	1154	20	3640	0,005	0,074	13,491
6	1191	37	3640	0,010	0,101	9,919
7	1271	80	3640	0,022	0,148	6,745
8	1389	118	3640	0,032	0,180	5,554
9	1630	241	3640	0,066	0,257	3,886
10	1998	368	3640	0,101	0,318	3,145
					$\Sigma(1/\sqrt{S_i}) =$	<b>170,274</b>

Eğim değeri,

$$S = \left( \frac{10}{\sum \frac{1}{\sqrt{st}}} \right)^2 = 0,0035 \text{ hesaplanmıştır.}$$

$$T_c = 9.19 \text{ (saat)}$$

$$D = 1.22 \text{ (saat)}$$

Hesaplanması istenen birim hidrograf süresi 3 saat olarak alındığından D süresi 3 saat olarak belirlenmiştir.

$$t_p = 5.51 \text{ (saat)}$$

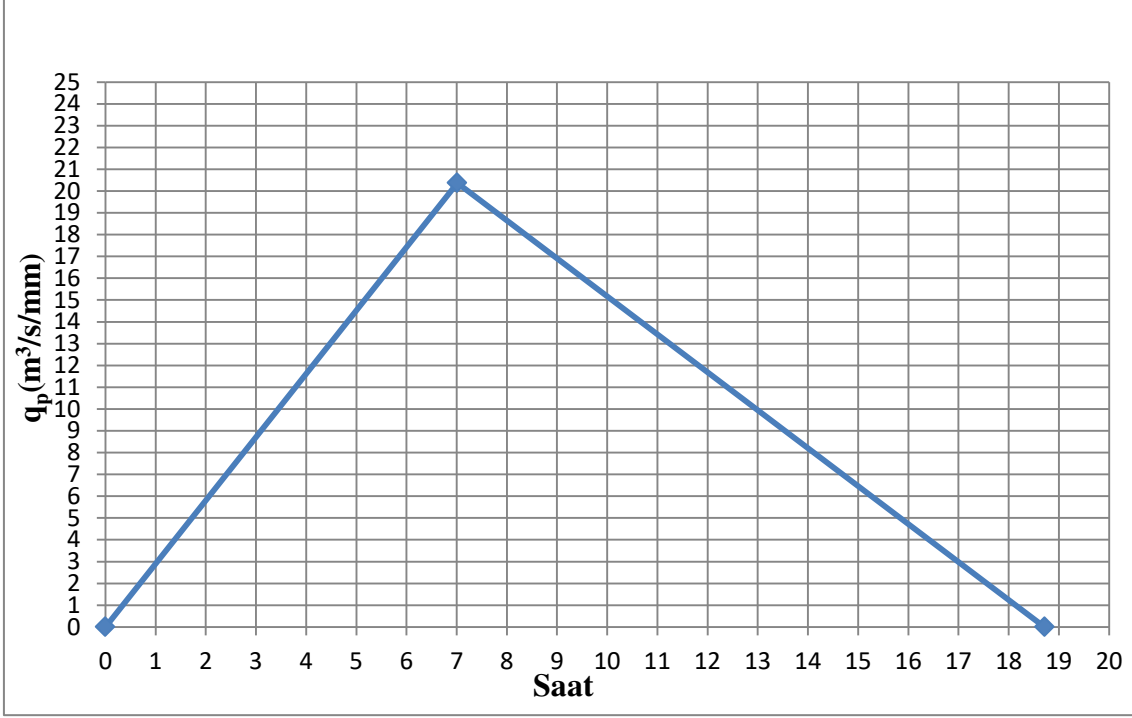
$$T_p = 7,01 \text{ (saat)}$$

$$q_p = 20,37 \text{ (m}^3\text{/s/mm)}$$

Yapılan hesaplamalarla birim hidrografın toplanma süresi ( $T_c$ ) 9,19 saat, pik süresi ( $T_p$ ) 7,01 saat ve pik debisi ( $q_p$ ) 20,37 m<sup>3</sup>/s/mm olarak belirlenerek birim hidrograf grafiği oluşturuldu (Çizelge 4.2, Şekil 4.1).

**Çizelge 4.2** Şuhut genel havza birim hidrograf değerleri.

<b>t</b> <b>Zaman</b> (saat)	<b>q<sub>p</sub></b> <b>Debi</b> (m <sup>3</sup> /s/mm)
0	0
3	8,73
6	17,46
7,01	20,37
9	16,91
12	11,69
15	6,47
18	1,25
21	0



Şekil 4.1 Şuhut genel havza 3 saatlik birim hidrografi (SCS).

Şuhut genel havzasındaki 25 Mart 2015 ila 29 Mart 2015 arasındaki 3 saatlik yağış değerleri uydu verilerinden temin edilmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 Şuhut genel havza 3 saatlik yağış verileri.

Tarih	3 Saatlik Ortalama Yağış Değerleri (mm)							
	00:00- 03:00	03:00- 06:00	06:00- 09:00	09:00- 12:00	12:00- 15:00	15:00- 18:00	18:00- 21:00	21:00- 24:00
25.03.15	0	0	0	0	1	1	0	1
26.03.15	0	0	0	0	1	4	1	1
27.03.15	1	1	5	9	18	2	0	0
28.03.15	0	5	0	0	0	0	0	0
26.03.15	1	2	1	0	3	0	0	0

Şuhut havzasının arazi durumu incelendiğinde, CN değeri ilgili tablolardan 80 olarak tespit edilmiştir. Taşkın ilkbahar mevsiminde olması, taşkın durumundan önceki günlerde de yağışların görülmesi ve havzanın yüksek kesimlerinde kar yükü bulunması sebebi ile AMC tablosundan incelenerek CN<sub>III</sub> değeri hesaplanmıştır.

$$CN_{III} = 90,29$$

$$S' = 27,32 \text{ mm}$$

Yapılan hesaplamalarda CN değeri 90,29, S' değeri 27,32 mm olarak bulunmuştur. Böylece S' değerinin üzerindeki yağış değerlerinin akışa geçeceği bilinmektedir. Şuhut üst havzasına ait mevsimsel koşullara göre taban akışı ( $Q_t$ ) değeri  $4 \text{ m}^3/\text{s}$  olarak belirlenmiştir. Bu değer hesaplanırken Kali Çayı üzerindeki akım gözlem istasyonu mart ayları ortalama su seviyesi göz önünde bulundurulmuştur (Ek 2).

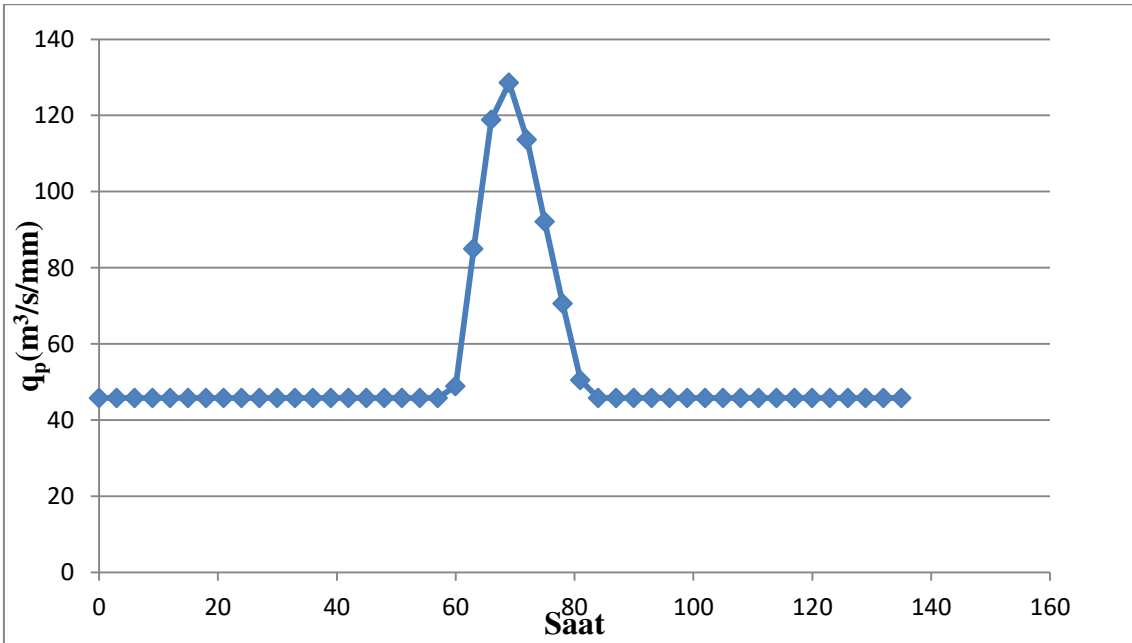
Kar erimesi su yüksekliği değeri;

$$M = 27.54 \text{ mm/gün}$$

Kar erimesi kaynaklı debi değeri;

$$Q_{kar} = 41.77 \text{ m}^3/\text{s}$$

olarak hesaplanmış ve toplam sabit akış  $45.77 \text{ m}^3/\text{s}$  olarak belirlenmiştir. Dolaysız akış hidrografi 3 saatlik kaydırılarak süperpose edilip taban akışı ve kar erimesi kaynaklı debi değeri eklenerek havzanın taşkın hidrografi elde edilmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Şuhut genel havza taşkın hidrografı.

#### 4.1.2 Şuhut Üst Havzası Birim Hidrografının Oluşturulması

Şuhut genel havzasının birim hidrografı Soil Conservation Service (SCS) metodu ile hesaplanmıştır. Havzada yeterli sayıda akım gözlem istasyonu olmaması, havza alanının büyüklüğü ve hesaplamaların tekrarlanabilme kolaylığı sebebi ile SCS-CN yöntemi tercih edilmiştir.

Şuhut üst havzasına ait ana kol uzunluğu harita üzerinden (Şekil 3.2)  $L=20.005,58$  m olarak ölçüldü. Havza alanı ise haritadan (Şekil 3.2)  $172,20$  km<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Ana kol 10 eşit parçaya bölünmüş ve kesitlerdeki arazi kotları okunarak eğim (S) hesaplanmıştır (Çizelge 4.4).

**Çizelge 4.4** Şuhut üst havza harmonik eğim tablosu.

No	Kot ( m )	Kot Farkı ( m )	Ara Mesafe ( m )	Si = h / L	$\sqrt{Si}$	1 / $\sqrt{Si}$
0	1143		-	-	-	-
1	1154	11	2000	0,006	0,074	13,484
2	1176	22	2000	0,011	0,105	9,535
3	1196	20	2000	0,010	0,100	10,000
4	1245	49	2000	0,025	0,157	6,389
5	1286	41	2000	0,021	0,143	6,984
6	1353	67	2000	0,034	0,183	5,464
7	1459	106	2000	0,053	0,230	4,344
8	1592	133	2000	0,067	0,258	3,878
9	1770	178	2000	0,089	0,298	3,352
10	1998	228	2000	0,114	0,338	2,962
					$\Sigma(1/\sqrt{Si}) =$	<b>66,391</b>

Eğim değeri,

$$S = \left( \frac{10}{\Sigma \frac{1}{\sqrt{Si}}} \right)^2 = 0.023 \text{ hesaplanmıştır.}$$

$$T_c = 2.83 \text{ (saat)}$$

$$D = 0.38 \text{ (saat)}$$

Hesaplanması istenen birim hidrograf süresi 3 saat olarak alındığından D süresi 3 saat olarak belirlenmiştir.

$$t_p = 1.7 \text{ (saat)}$$

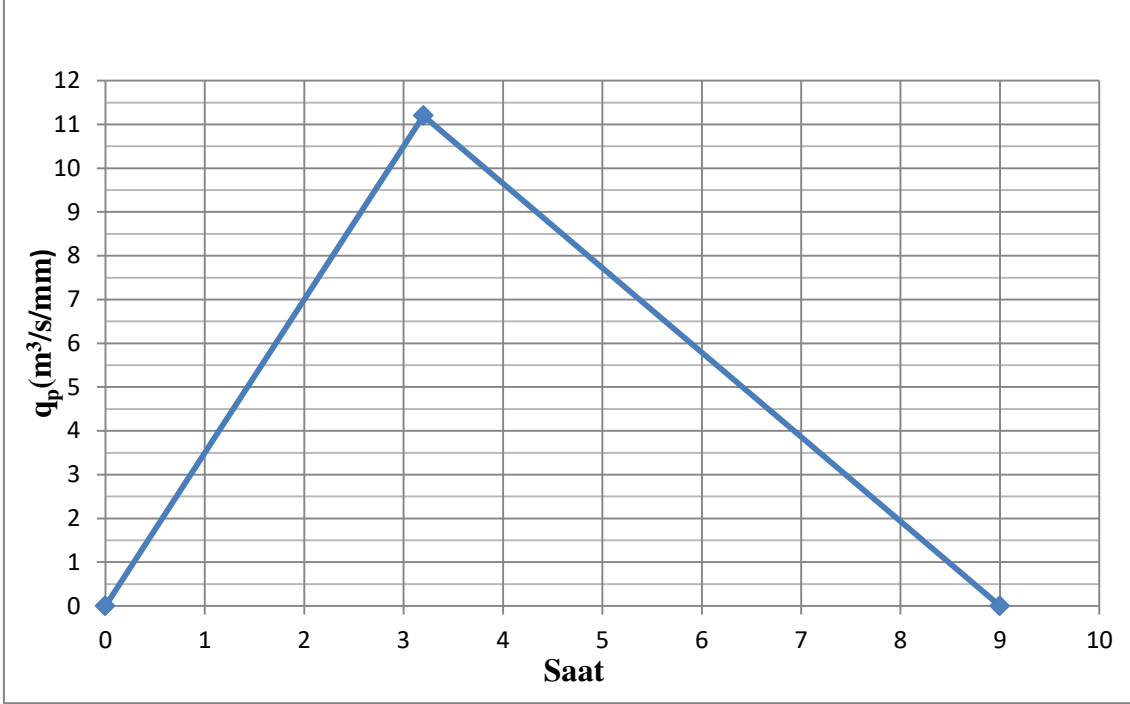
$$T_p = 3.2 \text{ (saat)}$$

$$q_p = 11.18 \text{ (m}^3\text{/s/mm)}$$

Yapılan hesaplamalarla birim hidrografın toplanma süresi 2.83 saat, pik süresi 3.2 saat ve pik debisi 11.18 m<sup>3</sup>/s/mm olarak belirlenerek grafiği oluşturuldu ( Çizelge 4.5, Şekil 4.3).

**Çizelge 4.5** Şuhut üst havza birim hidrograf değerleri.

<b>t</b> <b>Zaman</b> (saat)	<b>q<sub>p</sub></b> <b>Debi</b> (m <sup>3</sup> /s/mm)
0	0
1	3,7
2	7,4
3	11,2
4	9,33
5	7,46
6	5,59
7	3,72
8	1,85
9	0



Şekil 4.3 Şuhut üst genel havza 3 saatlik birim hidrografı (SCS).

Şuhut genel havzasındaki 25 Mart 2015 ila 29 Mart 2015 arasındaki 3 saatlik yağış değerleri uydu verilerinden temin edilmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6 Şuhut üst havza 3 saatlik yağış verileri.

Tarih	3 Saatlik Yağış (mm)							
	00:00-03:00	03:00-06:00	06:00-09:00	09:00-12:00	12:00-15:00	15:00-18:00	18:00-21:00	21:00-24:00
25.03.15	0	0	0	0	14	1	0	1
26.03.15	0	0	0	0	1	12	1	1
27.03.15	2	0	5	6	15	2	0	0
28.03.15	0	6	0	0	0	0	0	0
29.03.15	1	8	2	0	2	0	0	0

Şuhut üst havzasının arazi durumu incelendiğinde, CN değeri ilgili tablolardan 80 olarak tespit edilmiştir. Taşkın ilkbahar mevsiminde olması, taşkın durumundan önceki günlerde de yağışların görülmesi ve havzanın yüksek kesimlerinde kar yükü bulunması sebebi ile AMC tablosundan incelenerek CNIII değeri hesaplanmıştır.

$$CN_{III} = 90.29$$



$$S' = 27.32 \text{ mm}$$

Yapılan hesaplamalarda CN değeri 90.29, S' değeri 27.32 mm olarak bulunmuştur. Böylece S' değerinin üzerindeki yağış değerlerinin akışa geçeceği bilinmektedir. Şuhut üst havzasına ait mevsimsel koşullara göre taban akışı (Qt) değeri 2 m<sup>3</sup>/s olarak belirlenmiştir. Bu değer hesaplanırken Gali Çayı üzerindeki akım gözlem istasyonu mart ayları ortalama su seviyesi göz önünde bulundurulmuştur (Ek 2).

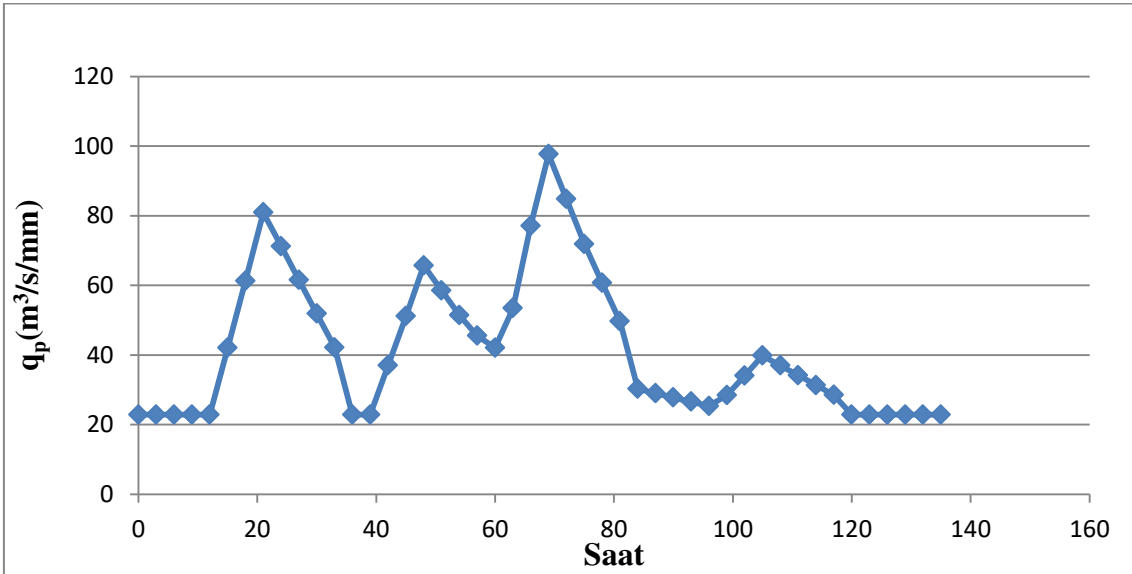
Kar erimesi su yüksekliği değeri;

$$M = 27.54 \text{ mm/gün}$$

Şuhut üst havzasının taşkın döneminde karla kaplı alanı 65.5 km<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. Kar erimesi kaynaklı debi değeri;

$$Q_{kar} = 20.88 \text{ m}^3/\text{s}$$

olarak hesaplanmış ve toplam sabit akış 22.88 m<sup>3</sup>/s olarak belirlenmiştir. Dolaysız akış hidrografı 3 saatlik kaydırılarak süperpose edilip taban akışı ve kar erimesi kaynaklı debi değeri eklenerek havzanın taşkın hidrografı elde edilmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 Şuhut üst havza taşkın hidrografı.

### 4.1.3 Akyuva Havzası Birim Hidrografının Oluşturulması

Akyuva havzasının birim hidrografı Mockus metodu ile hesaplanmıştır. Havzada yeterli sayıda akım gözlem istasyonu olmaması, havza alanının büyüklüğü ve hesaplamaların tekrarlanabilme kolaylığı sebebi ile Mockus yöntemi tercih edilmiştir.

Şuhut üst havzasına ait ana kol uzunluğu harita üzerinden (Şekil 3.2)  $L=17.501,12$  m olarak ölçüldü. Havza alanı ise haritadan (Şekil 3.2)  $35,20$   $km^2$  olarak bulunmuştur. Ana kol 10 eşit parçaya bölünmüş ve kesitlerdeki arazi kotları okunarak eğim (S) hesaplanmıştır (Çizelge 4.7).

**Çizelge 4.7** Akyuva havzası harmonik eğim tablosu.

No	Kot ( m )	Kot Farkı ( m )	Ara Mesafe ( m )	Si = h / L	$\sqrt{Si}$	$1 / \sqrt{Si}$
0	1165	-	-	-	-	-
1	1173	8	1750	0,005	0,068	14,790
2	1193	20	1750	0,011	0,107	9,354
3	1225	32	1750	0,018	0,135	7,395
4	1267	42	1750	0,024	0,155	6,455
5	1306	39	1750	0,022	0,149	6,699
6	1375	69	1750	0,039	0,199	5,036
7	1600	225	1750	0,129	0,359	2,789
8	1730	130	1750	0,074	0,273	3,669
9	1880	150	1750	0,086	0,293	3,416
10	2089	209	1750	0,119	0,346	2,894
					$\Sigma(1/\sqrt{Si}) =$	<b>62,496</b>

Eğim değeri,

$$S = \left( \frac{10}{\Sigma \frac{1}{\sqrt{Si}}} \right)^2 = 0.026 \text{ hesaplanmıştır.}$$

$$T_c = 2.44 \text{ (saat)}$$

$$D = 0.32 \text{ (saat)}$$

Hesaplanması istenen birim hidrograf süresi 3 saat olarak alındığından D süresi 3 saat olarak belirlenmiştir.

$$t_p = 1.46 \text{ (saat)}$$

$$T_p = 2.96 \text{ (saat)}$$

$$q_p = 11.18 \text{ (m}^3\text{/s/mm)}$$

Yapılan hesaplamalarla birim hidrografın toplanma süresi 2.83 saat, pik süresi 3.2 saat ve pik debisi 11.18 m<sup>3</sup>/s/mm olarak belirlenerek grafiği oluşturuldu (Çizelge 4.8, Şekil 4.5).

**Çizelge 4.8** Akyuva havzası birim hidrograf değerleri.

<b>t</b> <b>Zaman</b> (saat)	<b>q<sub>p</sub></b> <b>Debi</b> (m <sup>3</sup> /s/mm)
0	0
2	6,74
4	13,48
6	20,22
6,51	21,94
8	18,93
10	14,89
12	10,85
14	6,81
16	2,77
18	0



Şekil 4.5 Akyuva havza 3 saatlik birim hidrografi.

Şuhut genel havzasındaki 25 Mart 2015 ila 29 Mart 2015 arasındaki 3 saatlik yağış değerleri uydu verilerinden temin edilmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9 Akyuva havza 3 saatlik yağış verileri.

Tarih	3 Saatlik Yağış (mm)							
	00:00-03:00	03:00-06:00	06:00-09:00	09:00-12:00	12:00-15:00	15:00-18:00	18:00-21:00	21:00-24:00
25.03.15	0	0	0	0	14	1	0	1
26.03.15	0	0	0	0	1	12	1	1
27.03.15	2	0	5	6	15	2	0	0
28.03.15	0	6	0	0	0	0	0	0
29.03.15	1	8	2	0	2	0	0	0

Şuhut havzasının arazi durumu incelendiğinde, CN değeri ilgili tablolardan 86 olarak tespit edilmiştir. Taşkın ilkbahar mevsiminde olması, taşkın durumundan önceki günlerde de yağışların görülmesi ve havzanın yüksek kesimlerinde kar yükü bulunması sebebi ile AMC tablosundan incelenerek CN<sub>III</sub> değeri hesaplanmıştır.

$$CN_{III} = 93.50$$

$$S' = 17.66 \text{ mm}$$

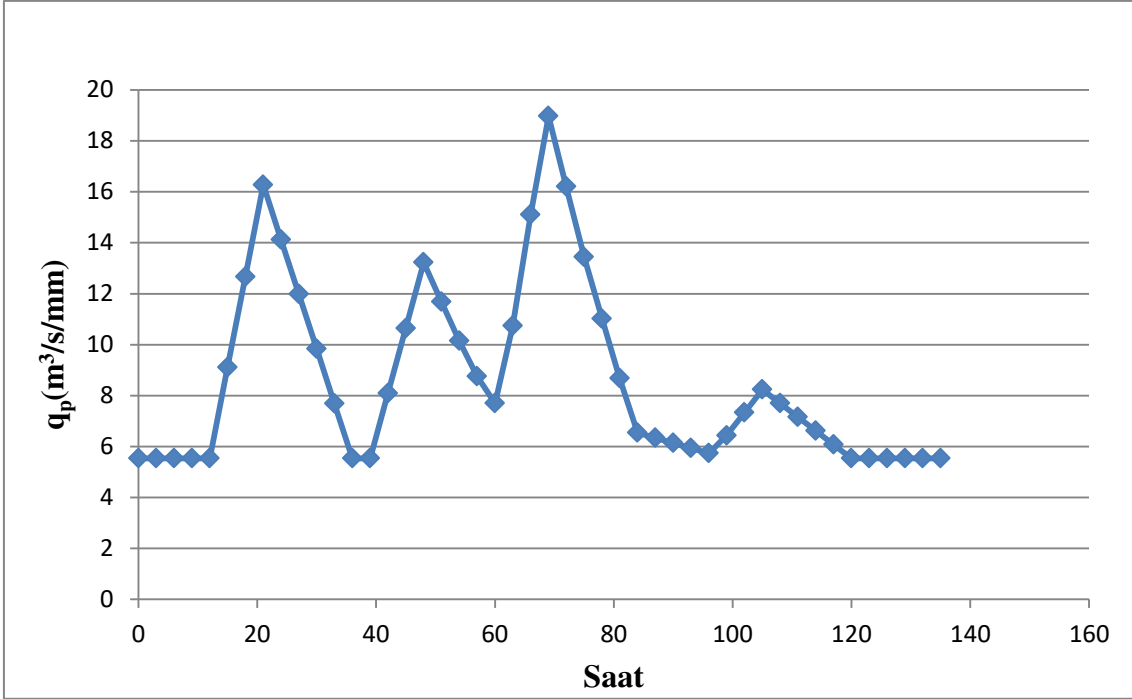
Yapılan hesaplamalarda CN değeri 93.50, S' değeri 17.66 mm olarak bulunmuştur. Böylece S' değerinin üzerindeki yağış değerlerinin akışa geçeceği bilinmektedir. Akyuva havzasına ait mevsimsel koşullara göre taban akışı (Qt) değeri 2.8 m<sup>3</sup>/s olarak belirlenmiştir. Bu değer hesaplanırken Akyuva Köyü içinden geçen su kanalındaki mart ayları ortalama su seviyesi göz önünde bulundurulmuştur. Kar erimesi su yüksekliği değeri;

$$M = 27.54 \text{ mm/gün}$$

Akyuva havzasının taşkın döneminde karla kaplı alanı 8.6 km<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. Kar erimesi kaynaklı debi değeri;

$$Q_{kar} = 2.74 \text{ m}^3/\text{s}$$

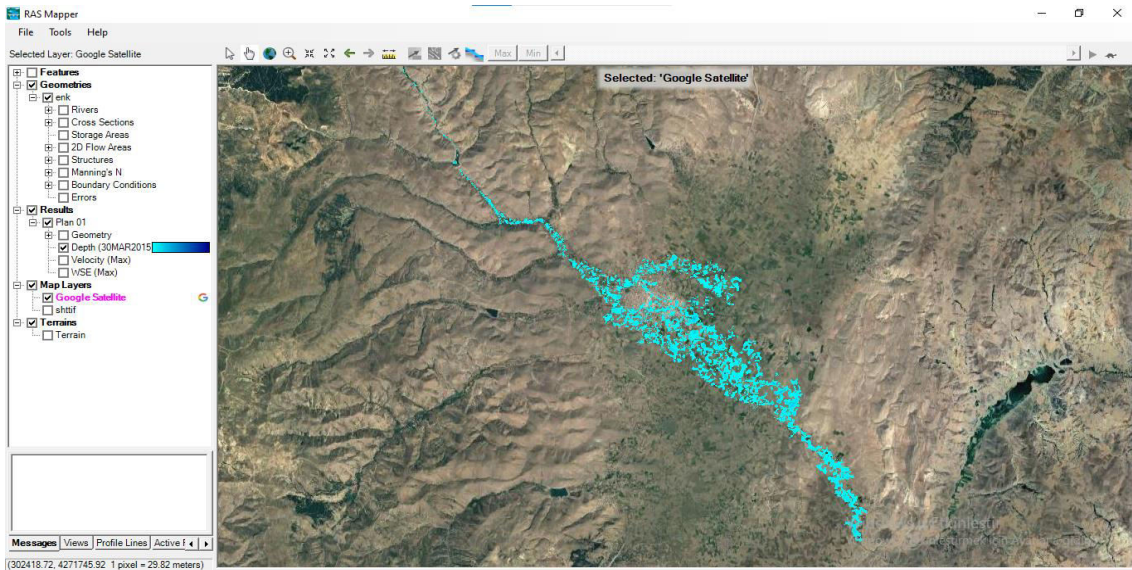
olarak hesaplanmış ve toplam sabit akış 5.54 m<sup>3</sup>/s olarak belirlenmiştir. Dolaysız akış hidrografı 3 saatlik kaydırılarak süperpose edilip taban akışı ve kar erimesi kaynaklı debi değeri eklenerek havzanın taşkın hidrografı elde edilmiştir (Şekil 4.6).



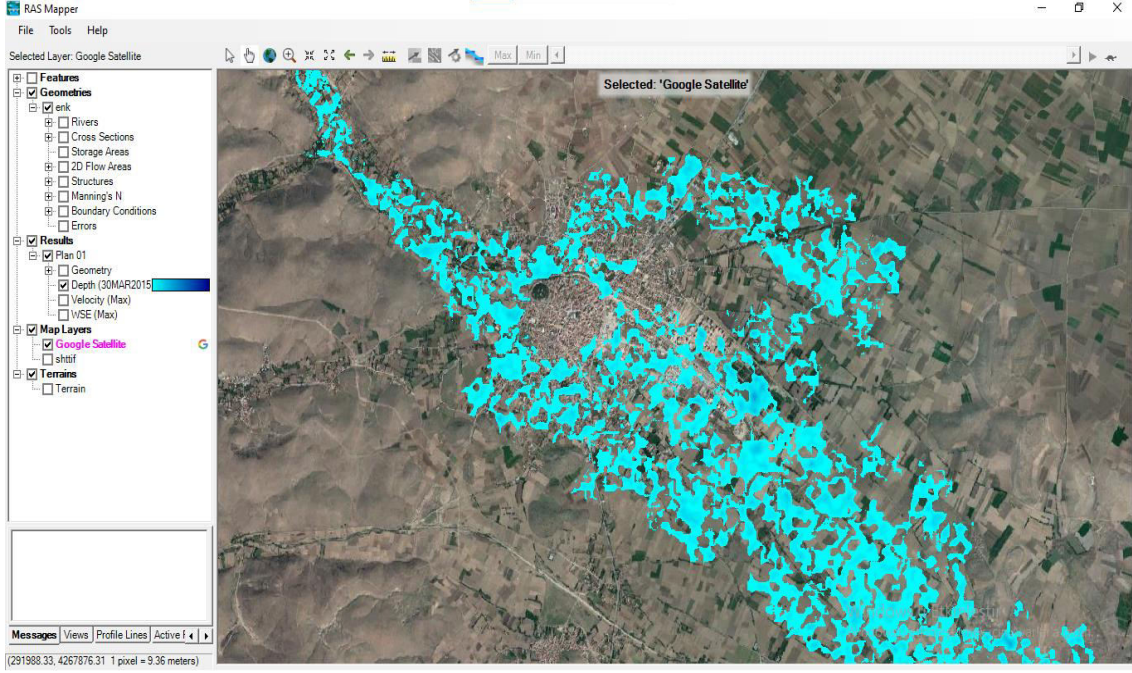
Şekil 4.6 Akyuva havza 3 taşkın hidrografı.

## 4.2 Taşkın Haritaları

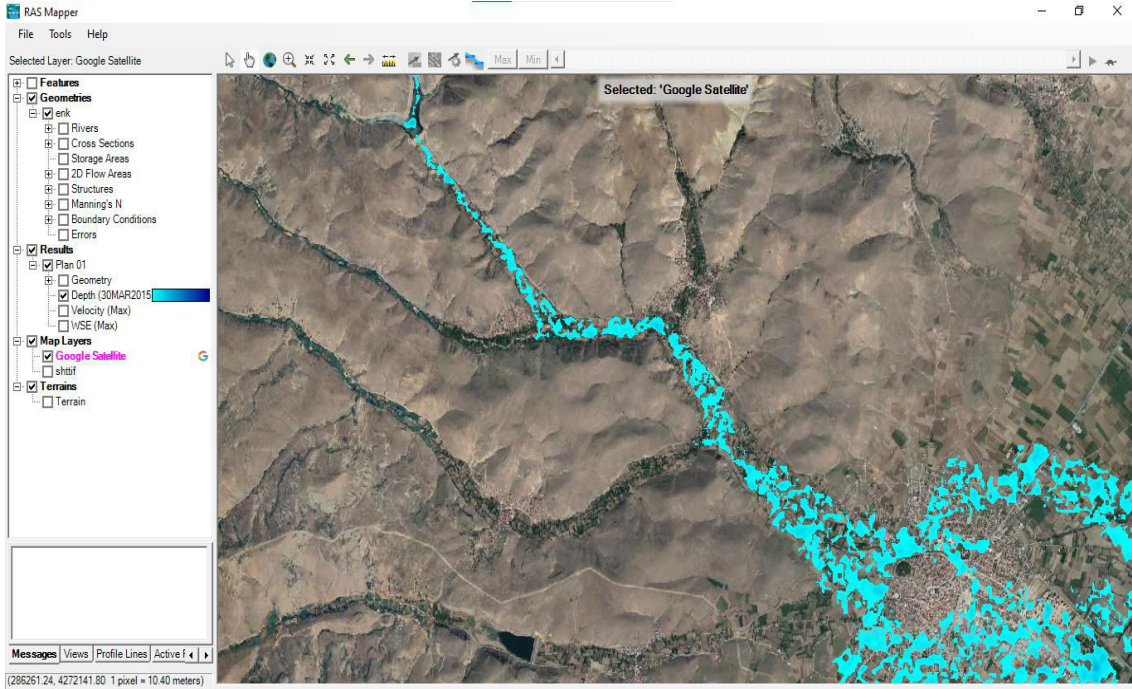
Yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen hidrograf değerleri HEC-RAS' ta modellenen havza alanının memba bölümünden havzaya giriş yapacak şekilde tanımlandı. Simülasyon sonucu oluşan taşkın durumu ve su altında kalan konumlar aşağıda sıralanmıştır.



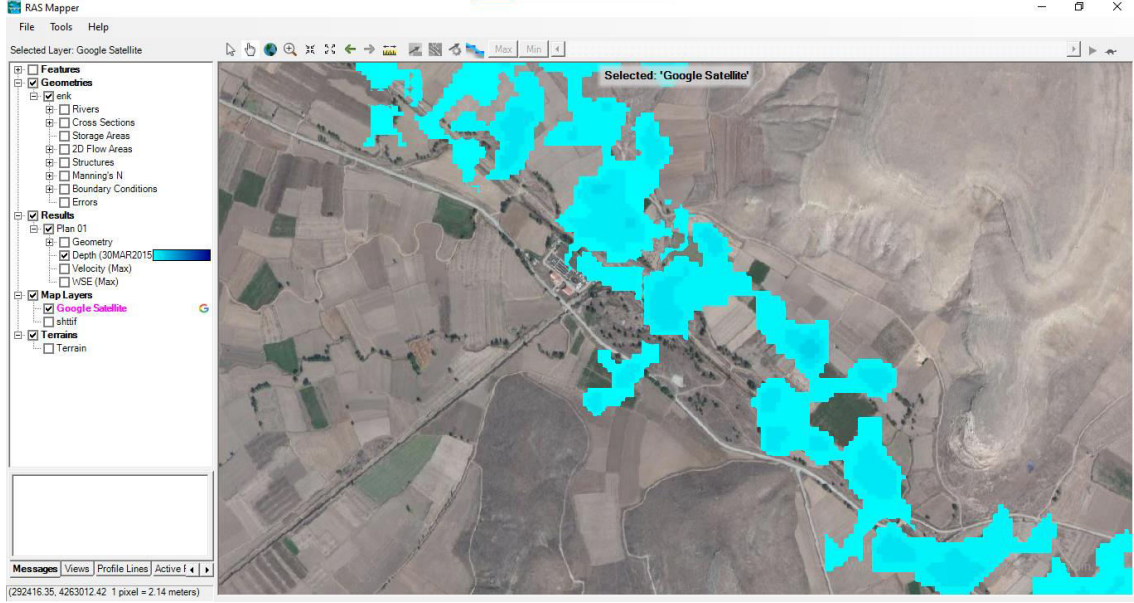
Şekil 4.7 Şuhut genel havza taşkın haritası.



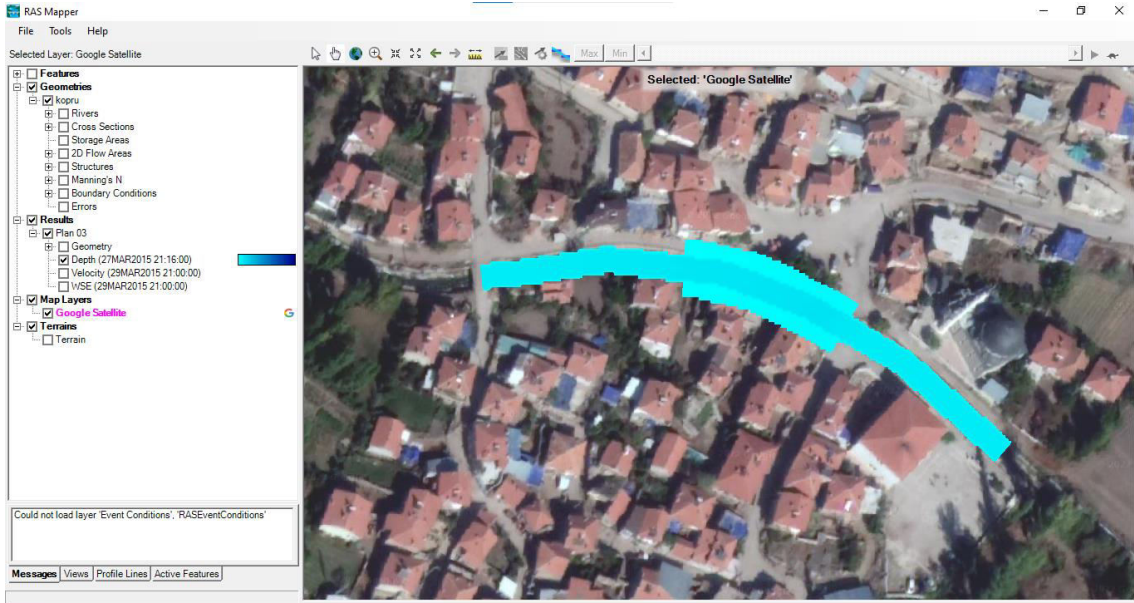
Şekil 4.8 Şuhut ilçe merkezi taşkın haritası.



Şekil 4.9 Şuhut üst havza taşkın haritası.

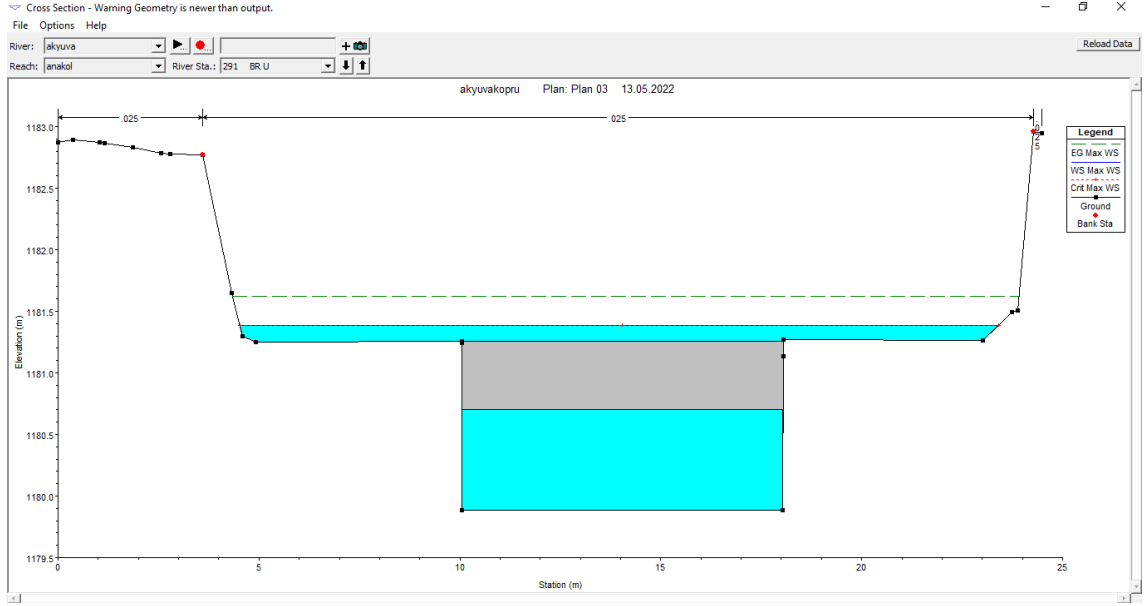


Şekil 4.10 Hallaç Köyü ile Kali Çayı birleşim yeri, su arıtma tesisi taşkın haritası.



Şekil 4.11 Akyuva Köyü kanal ve çevresi taşkın haritası.





Şekil 4.12 Akyuva Köyü köprüsü en kesiti taşkın simülasyonu.



Resim 4.1 Akyuva Köyü taşkın esnasında kaydedilen görüntü (İHA 2015).

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemlerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda sentetik birim hidrograf metotları ile taşkın debileri hesaplanarak HEC-RAS programına aktarılmıştır. Program yardımıyla taşkın simülasyonu gerçekleştirilip aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Akyuva köyündeki akarsu kanal kesiti ve köprü kesitinin hesaplanan debiyi karşılayamadığı, köprünün memba tarafında kabaran sel sularının kanal üst kotundan 30 cm. yüksekliğe ulaştığı görülmüştür. Simülasyon sonucu su altında kalan alanın 6210 m<sup>2</sup> olduğu hesaplanmıştır. Akyuva köyünde oluşan 28 Mart 2015 tarihli taşkında sel sularının kanal üst kotundan 70 cm. yüksekliğe ulaştığı kanal çevresindeki su izlerinden tespit edilmiştir. Meydana gelen taşkın kanal üst kotundan yüksekliği 70 cm. olarak kabul edildiğinde yaklaşık 1100 m<sup>2</sup>'lik bir alanın su altında kaldığı hesaplanmıştır.

Şuhut üst havzasının mansap çıkışına yakın alandaki taşkın yatağı sınırı içindeki yapıların ve arazilerin su altında kaldığı görülmüştür. Simülasyon sonucu Şuhut üst havza alanında modellenenden daha çok alanın su altında kaldığı görülmüştür. Bu duruma zemin geçirimsizliğinin o bölgede modellenenden daha fazla olmasının sebep olduğu düşünülmektedir.

Şuhut genel havzasında incelenen Hallaç yan koluyla ana kolun birleştiği bölümün su altında kaldığı ve bölgedeki yapıları su altında bıraktığı görülmüştür. Bu bölgede bulunan su arıtma tesisinin ve tarım arazilerinin su altında kaldığı görülmüştür. Su arıtma tesisinin 28 Mart 2015 tarihindeki taşkında sular altında kaldığı ve maddi hasarlar oluştuğu bilinmektedir.

Şuhut genel havzasında su kanallarının büyük bir kısmını oluşturan toprak kanalların kesitinin yeterli gelmediği debinin genellikle taşkın yatağında hareket ettiği yer yer tarım arazilerine dağıldığı görülmüştür. Simülasyonda havza genelinde debiyi karşıladığı hesaplanan toprak dere yataklarının, 28 Mart 2015 tarihindeki taşkında yer yer yırtılarak tarım arazilerinin su altında kaldığı tespit edilmiştir.

Yapılan modelleme ve taşkın gözlemleri sonucu Şuhut havzasında akarsu kesitlerinde, taşkın yatakları ve yerleşim birimlerinde bir takım düzenlemeler yapılarak olası taşkınların oluşturacağı zararların azaltılabileceği düşünülmektedir. Bu doğrultuda hazırlanan öneriler aşağıda sıralanmıştır:

Havza kullanım haritaları detaylıca oluşturularak yapılacak çalışmalara altlık olacak şekilde düzenlenmelidir. Bu çalışmanın drenaj hatlarının oluşturulması ve yeni akarsu kanallarının düzenlenmesi, dönemsel ekilebilir arazilerin belirlenmesi ve verimliliğin artırılması, olası taşkınlarda risk altındaki yerlerin ve önlemlerin planlanması için ilk önemli adım olacağı düşünülmektedir.

Yağış tahminlerinin ilgili idarece değerlendirilerek olası taşkın döneminde memba tarafındaki biriktirme yapılarında işletme çalışmaları yapılarak biriken suların mansaba bırakılması gerekmektedir. Böylece taşkın ötelemesi yapılarak taşkın riski azaltılabilir. Çalışma alanında bulunan Akyuva, Ortapınar, Koçyatağı ve Ağızkara yerleşim yerleri üzerinde Devlet Su İşleri tarafından işletilen biriktirme yapıları tespit edilmiştir. Bu yapıların özellikle Şubat ayı itibariyle işletme çalışmalarının yapılarak yoğun yağışlarda biriktirme haznelerinin kullanılması olası taşkınların olumsuz etkilerini azaltacaktır.

Taşkın riskinin yüksek olduğu yerleşim birimlerinin memba kısımlarında sel kapanları inşa edilmelidir. Akyuva, Çakırözü, Ortapınar, Koçyatağı ve Ağızkara yerleşim yerleri derin drenaj hatları üzerine kurulduğu için köy içindeki insan, hayvan ve yapılar taşkınlarda tehlike altındadır. Bölge yağış aldığı anda bitki örtüsü ve zemin yapısındaki dezavantajlar yağışın akışa geçme hızını arttırmaktadır. Bu yerleşim yerlerinin memba taraflarında sel kapanlarının planlanarak inşa edilmesinin uygun olacağı düşünülmektedir.

Yerleşim yerlerinde su altında kalan alanlar dikkate alınarak mevcut imar planları düzenlenip bu alanlarda yapılaşmaya izin verilmemelidir. Akarsu yatağı ve taşkın yatağında kaçak yapılaşma engellenmelidir. Havzanın özellikle kırsal bölümlerinde taşkın yatakları üzerinde yapılaşmalar görülmüştür. Yerel idarelerin bu yapılaşmanın önüne geçecek önlemleri alması ve mevcut yapıların ruhsatlı dahi olsa, yapı

malikleriyle görüşülerek taşkın alanı dışına taşınması uygun olacaktır. Yine yerel idarelerin alacağı önlemlerle akarsu kesitini daraltacak her türlü yabancı madde atımı ve dökümü önlenmelidir.

Yerleşim yerlerinde yağmur suyu drenaj hatları planlanmalıdır. Havza alanındaki yerleşim yerlerinde çoğunlukla yağmur sularının mevcut kanalizasyon hatlarına katıldığı gözlemlenmiştir. Özellikle ilçe merkezindeki beton ve asfalt kaplamalar yağışın akışa geçişini hızlandırıp taşkına sebep olduğu için Şuhut merkezinde yağmur suyu drenaj hatlarının inşa edilmesi taşkın etkilerini azaltacaktır.

Taşkın yatağı üzerindeki yapılar tespit edilerek ilgili idarelerce mümkünse kaldırılmalı mümkün olmayan yerlerde 500 yıllık tekerrür debilerine göre hesaplamalar yapılarak kanal düzenlemeleri yapılmalıdır.

Mevcut köprü menfez gibi su geçiş yapılarının kesit kontrolleri en az 100 yıllık tekerrür debilerine göre hesaplanarak gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.

Akarsu boyunca dere düzenlemeleri yapılarak toprak kanalların seddeleri taş duvarlarla düzenlenmelidir. Böylece sedde yırtılmalarının önüne geçilmesi mümkün olabilecektir. Havza genelinde toprak seddeli dere kanallarının drenaj hattının çoğunluğunu oluşturduğu görülmüştür. Bunların yerleşim yerlerine yakın bölgelerde beton ve taş duvarlarla yapılması, tarım arazilerinin bulunduğu bölgelerde ise taş duvarlarla düzenlenmesi akarsu kanal bütünlüğünü sağlayarak taşkın akarsu kanallarıyla bertaraf edilmesini sağlayacaktır.

Taşkın yatakları rekreasyon planlamaları dahilinde değerlendirilerek özellikle yerleşim yerlerinde park alanları oluşturulabilir. Bu sayede taşkın yatakları geçirimli hale getirilerek yüzey biriktirmelerinin önüne geçilecektir.

Taşkın modellemesiyle oluşan taşkın sınırlarına uyularak tarım arazilerinde ilgili idarelerin kullanım düzenlemeleri yaptırması ile maddi hasarlar azaltılabilecektir. Yapılan çalışmada taşkına meyilli yerlerin tespiti, taşkından etkilenebilecek yapı ve

alanların belirlenmesi ve farklı debilere göre taşkın risk haritaları oluşturulması sağlanmıştır. Benzeri çalışmalarla uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak havza bazında taşkın riskleri tespit edilip ilgili idarelerin koordinasyonu ile kullanım düzenlemeleri yapılarak taşkın etkileri en aza indirilebilir.

Afet anında alınacak önlemler yerel idarelerce belirlenmeli ve vatandaş bilgilendirilmelidir. Bunun için kriz masaları ve acil durum merkezleri oluşturulmalıdır.

## 6. KAYNAKLAR

- Bayazıt Y, Bakış R, 2015, Seydisuyu Çayının Havza Taşkın Haritalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri ile İletişimi, VIII. Ulusal Hidroloji Kongresi, 08-10 Ekim 2015, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
- Boray A, Şaroğlu F, ve Emre Ö, 1985, Isparta Büklümünün Kuzey Kesiminde Doğu-Batı Daralmanın Verileri, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 23, 9-20.
- Bozoğlu B, 2015, 1-D And 2-D Flood Modeling Studies And Upstream Structural Measures For Samsun City Terme District, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 140s, Ankara.
- Burgan H İ, 2013, Akarçay Havzası Taşkın Modellemesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 102s, Afyonkarahisar.
- Civelek C, 2013, Taşkın Kontrolünde Tasarım Debinin Ekonomik Kriterlere Göre Belirlenmesi ,Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 155s, Manisa.
- Dawood A H, Mawlood D K, Al-Ansari N, 2021, Flood Modeling on Koya Catchment Area Using Hyfran Web Map Service and HEC-RAS Software, Aro-The Scientific Journal Of Koya University, 107-111.
- Demir V, Ülke A, 2018, 2D Taşkın Modellemesi Samsun Mert Irmağı Örneği, International Symposium on Urban Water and Wastewater Management, Denizli.
- Doğu A, Yıldız O, 2019, One Dimensional Flood Flow Modelling İn The Kırıkkale Çoruhözü Stream, Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 748–758.
- Ermış S, 2015, Akarsu Havzalarında Topoğrafik Nem İndeksleri İle Taşkına Meyilli Alanların Belirlenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 64s, İstanbul.
- Ersoy B, 2017, Manisa Kızıldere Taşkın Akımlarının HEC-RAS ile Modellenmesi,Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 60s, Manisa.

- Kaleyci H, 2004, Değirmendere Havzasında Taşkın Frekans Analizi Ve Taşkın Sularının Belirlenmesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 56s, Trabzon.
- Metin S, Genç Ş, Bulut V, 1987, Afyon ve Dolayının Jeolojisi, MTA Rapor No: 8103, Ankara.
- Onuşluel G, 2005, HEC-RAS Modelleme Sistemine Dayalı Taşkın Alanı Yönetimi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 263s, İzmir.
- Öcal H, Göktaş F, 2011, MTA Türkiye Jeoloji Haritaları, Afyon – K24 Paftası, Ankara.
- Özdemir H, 2007, Taşkınların Haritalanmasında HEC-GeoRAS ve HEC-RAS Kullanımı Havran Çayı Örneği (Balıkesir), TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Co Çizimleri Bilgi Sistemleri Kongresi, 30 Ekim-02 Kasım 2007, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Sönmez O, Demir F, 2016, Ağva İlçe Merkezine Ait Taşkın Yayılım Haritalarının Ve Mevcut Binaların Taşkın Su Seviyelerinin Tespiti, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2017, 105-112.
- Şahin E, Akıntuğ B, Yanmaz M A, 2013, Güzelyurt Taşkını Modellemesi Ve Çözüm Önerileri, İMO Teknik Dergi, 6447-6462.
- Tektaş Y, Polat N, 2021, HEC-RAS İle Taşkın Modelleme Ve Sentinel-2 Uzaktan Algılama Görüntüsünden Taşkın Hasar Analizi: Diyarbakır İli Çakmak Deresi Çınar Bölgesi Örneği, Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi, 28–35.
- Tuncer İ, 2011, Açık Kanallarda Su Yüzü Profilinin Belirlenmesi, Nakkaş Dere Örneğinde Bir HEC-RAS Uygulaması, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 160s, Ankara.
- Üyükülüoğlu M, Ünal B, Turan B, 2015, HEC-RAS Paket Programı İle Manavgat İlçesi Ilıca Deresi Taşkın Bölgesinin Modellenmesi, 4. Su Yapıları Sempozyumu, Antalya.
- Yurdakul M, 2019, Güney Sapanca Havzası Taşkın Yayılım Haritalarının Modellenmesi: Keçi Deresi Örneği, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 80s, Sakarya.

## İnternet Kaynakları

- 1- <https://chrsdata.eng.uci.edu>, 05.03.2021
- 2- <https://mgm.gov.tr/FILES/genel/raporlar/2020MeteorolojikAfetlerDegerlendirmesi.pdf>, 10.01.2021
- 3- <https://asf.alaska.edu/data-sets/derived-data-sets/alos-palsar-rtc/alos-palsar-radiometric-terrain-correction>, 10.01.2021
- 5- <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer>, 20.02.2022
- 6- <https://worldview.earthdata.nasa.gov>, 12.12.2021
- 7- <https://www.sabah.com.tr/video/yasam/selin-surukledigi-otomobil-kamerada>, 12.06.2015



## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Selçuk Emrah YILMAZ  
Doğum Yeri ve Tarihi : Adıyaman, 1989  
Yabancı Dili : İngilizce  
İletişim (Telefon / e-posta) : +90 506 841 5090 / e.selcukyilmaz@gmail.com

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Adıyaman Anadolu Lisesi (2003 – 2007)  
Lisans : Mustafa Kemal Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Böl.,  
(2008 – 2013)  
Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, (2018-2022)

### Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

: Türk Mühendislik Müşavirlik Anonim Şti. (2013 – 2014)  
: Esenyurt Belediyesi (2014 – 2017)  
: Karabalık İnşaat Tic. Ltd. Şti. (2017 – Devam Ediyor)

## EKLER

### EK 1. Kali Çayı Selevir Baraj Girişi Akım Gözlem İstasyonu Verileri

#### 11. Akarçay Havzası

##### D11A013 KALI Ç. SELEVİR BARAJI GİRİŞİ

**YERİ** : ŞURUT-KARADİĞİLİ YOLUNDAN ÇOBANCIYAYA KÖYÜNDEN GEÇİLİR. KARABULUT KÖYÜ YÖNÜNE GİDERKEN İST. VARRILIR. (BAFYA L25-A2)  
30°38'47" Doğu - 38°26'56" Kuzey

**YAKIŞ ALANI** : 690,00 km<sup>2</sup> **YAKLAŞIK NOT** : 1110 m

**GÖZLEM SÜRESİ** : 25.09.1965 - 30.09.2015

**ORTALAMA AKIMLAR** : Gözlem süresinde 1.503 m<sup>3</sup>/sn. (50 Yıllık ) 2015 Su yılında 2.023 m<sup>3</sup>/sn.

**ANLIK EN ÇOK VE EN AZ AKIMLAR:**

2015 Su yılında anlık en çok akım	:	95.900 m <sup>3</sup> /sn	28.03.2015
2015 Su yılında anlık en az akım	:	0.000 m <sup>3</sup> /sn	17.10.2014
Gözlem süresinde anlık en çok akım	:	270.000 m <sup>3</sup> /sn	11.03.1968
Gözlem süresinde anlık en az akım	:	0.000 m <sup>3</sup> /sn	22.07.1975

**2. Anahtar Eğrisi (Seviyeler cm olarak)**

Seviye	Akım	Seviye	Akım	Seviye	Akım	Seviye	Akım
2	0.003	32	3.4	62	11.7	130	40.5
8	0.192	38	4.7	68	13.8	190	67.8
14	0.643	44	6.2	74	16.1	250	95.4
20	1.4	50	7.9	81	18.5	260	100.
26	2.3	56	9.8	88	21.5		

**Akımlar 01 Ekim 2014 'den 30 Eylül 2015' a kadar m<sup>3</sup>/sn olarak**

Gün	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
01	2.80	KURU	0.030	0.470	3.43	10.1	12.7	2.27	0.035	0.965	0.063	KURU
02	2.80	KURU	0.030	0.316	5.22	7.30	11.4	1.95	0.035	1.21	0.063	KURU
03	2.80	KURU	0.030	0.316	7.30	5.75	10.1	1.79	0.035	2.12	0.063	KURU
04	2.80	KURU	0.030	0.248	5.00	4.72	8.17	1.62	KURU	1.62	0.035	KURU
05	2.80	KURU	0.030	0.248	3.62	3.62	6.52	1.49	KURU	1.21	0.035	KURU
06	2.80	KURU	0.030	0.385	2.62	2.81	5.75	1.21	KURU	0.965	0.035	KURU
07	2.80	KURU	0.030	0.248	2.12	2.81	9.38	1.08	KURU	0.850	0.035	KURU
08	2.80	KURU	0.060	0.248	1.62	3.02	8.51	0.850	KURU	0.850	0.015	KURU
09	2.80	KURU	0.110	0.248	1.79	3.20	7.61	0.850	0.002	0.753	0.015	KURU
10	2.60	KURU	2.00	0.248	1.79	3.83	7.30	0.643	0.003	0.192	0.015	KURU
11	2.60	KURU	1.05	0.248	1.62	4.05	7.00	0.643	2.44	0.142	0.015	KURU
12	2.60	KURU	0.800	0.385	1.49	4.28	9.38	0.551	8.17	0.142	0.015	KURU
13	2.60	KURU	0.440	5.75	1.35	3.62	9.12	0.551	6.80	0.142	0.015	KURU
14	2.60	KURU	0.110	4.28	1.35	3.43	7.61	0.470	6.80	0.142	0.003	KURU
15	2.60	KURU	0.060	3.02	1.49	3.83	6.52	0.470	3.83	0.142	0.003	KURU
16	0.670	KURU	0.030	2.62	1.62	3.62	5.75	0.385	1.49	0.142	0.002	KURU
17	KURU	0.030	0.010	2.44	1.35	3.43	5.44	0.385	1.95	0.142	0.002	KURU
18	KURU	0.030	0.010	2.27	1.21	2.12	5.44	0.316	1.08	0.142	KURU	KURU
19	KURU	0.030	0.010	1.95	1.21	2.44	6.52	0.316	1.49	0.142	KURU	KURU
20	KURU	0.030	0.010	1.21	1.21	2.27	7.00	0.248	1.95	0.142	KURU	KURU
21	KURU	0.030	0.010	1.49	1.21	2.12	6.00	0.192	1.49	0.142	KURU	KURU
22	KURU	0.030	0.010	1.62	1.21	2.12	4.72	0.035	1.35	0.099	KURU	KURU
23	KURU	0.030	0.030	1.62	0.850	1.95	3.83	0.035	2.12	0.099	KURU	KURU
24	KURU	0.030	0.030	1.62	5.22	1.79	3.02	0.035	2.27	0.099	KURU	KURU
25	KURU	0.030	0.170	2.27	10.6	1.95	2.27	0.035	1.21	0.099	KURU	KURU
26	KURU	0.030	0.170	1.95	11.7	2.27	2.27	0.035	0.753	0.099	KURU	KURU
27	KURU	0.030	0.170	2.44	10.1	10.1	2.44	0.035	1.79	0.099	KURU	KURU
28	KURU	0.030	0.250	3.02	12.7	71.5	2.44	0.035	3.02	0.099	KURU	KURU
29	KURU	0.030	0.250	2.27	-----	43.2	2.81	0.035	1.62	0.099	KURU	KURU
30	KURU	0.030	0.643	1.95	-----	28.4	2.44	0.035	1.21	0.099	KURU	KURU
31	KURU	-----	0.965	1.79	-----	17.3	-----	0.035	-----	0.099	KURU	-----
Max.	2.80	0.030	3.60	25.8	18.5	95.9	16.1	2.44	8.51	3.62	0.063	KURU
Min.	KURU	KURU	KURU	0.099	0.470	1.35	1.95	0.035	KURU	0.099	KURU	KURU
Ortalama	1.34	0.014	0.245	1.59	3.64	8.48	6.32	0.601	1.76	0.429	0.014	KURU
LTY/ŞN/Km <sup>2</sup>	1.94	0.020	0.356	2.30	5.28	12.3	9.15	0.871	2.56	0.621	0.020	KURU
AKIM mm.	5.19	0.053	0.953	6.16	12.8	32.9	23.7	2.33	6.63	1.66	0.054	KURU
MİL. M3	3.58	0.036	0.657	4.25	8.81	22.7	16.4	1.61	4.57	1.15	0.037	KURU

SU YILI ( 2015 ) YILLIK TOPLAM AKIM 63.80 MİLYON M<sup>3</sup> 92 MM. 2.9 LTY/ŞN/Km<sup>2</sup>